

УДК [577.1:612.015:613.11](571.52)

## СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ МЕТАБОЛИЗМА КОРЕННЫХ ЖИТЕЛЕЙ ТЫВЫ

© 2015 г. В. А. Красильникова, \*В. И. Хаснулин

Тувинский государственный университет, г. Кызыл

\*Научно-исследовательский институт терапии и профилактической медицины СО РАМН, г. Новосибирск

Сравнительное исследование изменения метаболизма и гормонального статуса в весенний и осенний периоды года у юношей и девушек в возрасте 19–21 года, представителей аборигенного населения Республики Тыва (континентальная Сибирь), выявило некоторые отличия в годовом цикле метаболических показателей по сравнению с жителями высоких широт. Обнаружена сезонная закономерность потребности перехода обменных процессов в осенне-зимний период на белково-жировой тип метаболизма. Эффективность процесса активации белково-жирового обмена осенью тесно связана с усилением стресс-реакции, характеризующейся степенью усиления продукции стресс-гормона кортизола и уровнем усиления психоэмоционального напряжения.

**Ключевые слова:** коренные жители, экологически обусловленный стресс, белково-жировой тип метаболизма, десинхронизация, кортизол

## SEASONAL CHANGES IN METABOLISM OF TYVA INDIGENOUS PEOPLE

V. A. Krasilnikova, \*V. I. Hasnulin

Tyva State University, Kyzyl

\*Scientific Research Institute of Therapy and Preventive Medicine SB RAMS, Novosibirsk, Russia

A comparative study of metabolic and hormonal changes in the indigenous population of the Republic of Tyva (continental Siberia), males and females aged 19–21 years, during spring and autumn periods of the annual cycle, has shown some differences in the annual cycle of metabolic parameters compared to those of the high latitudes residents. There has been found a seasonal pattern of the need of metabolic processes' transition to the type of protein-fat metabolism in autumn and winter. Effectiveness of processes of activation of a protein-lipid exchange in autumn is closely connected with an increased stress response, characterized by amplification of stress hormone cortisol production and increased mental and emotional stress.

**Keywords:** indigenous people, environmentally induced stress, protein and fat metabolism type, desynchronization, cortisol

### Библиографическая ссылка:

Красильникова В. А., Хаснулин В. И. Сезонные изменения метаболизма коренных жителей Тывы // Экология человека. 2015. № 3. С. 20–24.

Krasilnikova V. A., Hasnulin V. I. Seasonal Changes in Metabolism of Tyva Indigenous People. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2015, 3, pp. 20–24.

Организм человека на протяжении всей жизни постоянно подвергается воздействию окружающей среды, имеющей в каждом регионе свои отличия, которые обусловлены влиянием природно-географических, климатометеорологических, социальных и других факторов. Известно, что в районах Сибири и Крайнего Севера на весь многообразный комплекс отрицательных социально-экономических факторов накладываются еще и экстремальные природно-климатические условия проживания, вызывающие у значительной части населения экологически обусловленный стресс [1, 14, 17]. Одним из таких районов является Республика Тыва. По вычисленному нами показателю биоклиматического индекса она относится к некомпенсируемому дискомфортному району. Показатели смертности в трудоспособном возрасте в Республике Тыва превышают аналогичные показатели в субъектах Российской Федерации (РФ) с благоприятными климатогеографическими условиями (Ставропольский край, Белгородская область, Республика Татарстан, Калмыкия) на 73 %. К тому же республика приравнена к территории Крайнего Севера [10]. Положение Тывы в центре Азиатского материка, удаленность от океанов и обрамленность с запада, севера и востока высокими горными хребтами

определяют ее главные климатические особенности — резкую континентальность со значительными колебаниями абсолютных и суточных температур и малое количество атмосферных осадков. Температурный режим отличается резкой контрастностью: зимой до минус 50–58, летом до плюс 32–39 °С, как и атмосферное давление, которое к тому же снижено из-за приподнятости территории над уровнем моря [3].

В свое время, Т. И. Алексеевой было отмечено, что термические условия самого жаркого и самого холодного месяцев континентальной зоны Сибири таковы, что требуют от человека более совершенной холодовой адаптации, чем Арктика [2]. Новые факты об изменчивости функций организма человека в различных экологических условиях позволяют расширить представления о возможных пределах этой изменчивости и ее направленности [15].

Для оценки резервных возможностей организма, с физиологической точки зрения, важным является изучение функционального состояния, степени активации и напряженности психофизиологических, эндокринных и метаболических процессов у практически здоровых людей [6, 18]. Биохимические же показатели крови отражают функциональное состояние некоторых органов и гуморальных систем

регуляции, учитывая, что эндокринно-метаболический гомеостаз является одним из наиболее чувствительных приспособительных механизмов к изменениям как внутренней, так и внешней окружающей среды [4, 5, 8]. Такие перестройки метаболизма связаны с изменением на тканевом уровне относительно утилизируемых субстратов. Ключевыми точками при этом служат переходные периоды года – март, октябрь. Именно в это время происходит смена приоритетов в утилизации разных классов энергоносителей [4].

Однако в имеющейся литературе практически не отражены физиологические особенности перестройки гомеостаза в переходные сезоны года. Кроме того, одной из труднейших задач является установление критериев и границ регионального варианта нормы физиологических показателей, зависящих от сезона года [5].

Цель исследования: определение особенностей метаболизма и уровня выраженности стресс-реакции в весенний и осенний сезоны года у коренных жителей Сибири.

**Методы**

В г. Кызыле были обследованы практически здоровые студенты Тувинского государственного университета коренной национальности обоих полов, средний возраст (20 ± 0,4) года. Обследование проводилось в осенний (октябрь) и весенний (март) периоды 2008 года. Всего в октябре обследовано 92 человека, из них 73 девушки и 19 юношей. В марте – 69 человек, из них 41 девушка и 28 юношей.

Обследование студентов проведено с письменного информированного согласия на проведение обследования, соответствующего этическим стандартам Хельсинкской декларации Всемирной ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» (2000) и Правилам клинической практики в РФ, утвержденным Приказом Минздрава РФ № 266 (2003). От каждого обследованного человека получено информированное согласие на использование материалов в научных обобщениях. О величине психоэмоционального стресса судили по уровню психоэмоционального напряжения (ПЭН) и другим психофизиологическим характеристикам. Для определения выраженности психоэмоционального стресса использованы психотесты Спилбергера – Ханина и Люшера. Оценку «биологического» времени проводили с использованием теста определения точности субъективного восприятия и воспроизведения временных интервалов (тест индивидуальной минуты). Степень синхронизации эндогенных и экзогенных ритмов (десинхроноз), выраженность дизадаптивных и патологических состояний определяли с помощью компьютерной программы «СКРИНМЕД» (номер гос. регистрации в РосНИИАПО – 970035 от 29.01.1997 г.). Содержание гормонов в сыворотке крови определялось радиоиммунным методом с использованием коммерческих наборов. Биохимические параметры определялись с использованием стандартизованных наборов на биохимическом анализаторе Sapphire-400. Использовались реактивы ЗАО «Вектор-Бест». Анализ проводился в лаборатории иммуноферментного анализа гормонов и онкомаркеров НИИСД ЗАО «Вектор-Бест».

Для статистической обработки использовали статистический пакет программ Statistica-10.0. Корреляционный анализ проводился по критериям Пирсона, Крускала – Уоллеса, Манна – Уитни, парному t-критерию Стьюдента для независимых выборок, достоверность устанавливалась при значении  $p < 0,05$ .

**Результаты**

Полученные данные (таблица) свидетельствуют о значимом увеличении уровня кортизола в крови юношей и девушек тувинцев в октябре – ноябре (вход в зиму) по сравнению с мартом (начало весны). При этом у юношей и девушек в октябре по сравнению с мартом были выше показатели, отражающие вместе с уровнем кортизола в крови степень выраженности стресса (психоэмоциональное напряжение на 26,3 %; уровень метеореакции на 11,5 % и на 68,7 % – степень выраженности десинхроноза).

**Сезонные изменения белкового и липидного обмена, активности аминотрансфераз, гамма-глутамилтранспептидазы и гормонов в периферической крови у тувинских юношей и девушек**

Показатель	Пол	Сезон года		Значимость различий
		Весна (март)	Осень (октябрь)	
Общий белок, г/л	Юноши	76,6±0,9	75,0±1,2	= 0,299 < 0,001
	Девушки	79,1±0,7	72,9±0,5	
Мочевина, ммоль/л	Юноши	4,9±0,1	4,4±0,2	= 0,046 = 0,013
	Девушки	3,9±0,1	4,3±0,1	
Холестерин о., ммоль/л	Юноши	4,4±0,1	4,0±0,1	= 0,013 = 0,046
	Девушки	4,5±0,1	4,2±0,1	
Триглицериды, ммоль/л	Юноши	1,21±0,09	1,02±0,09	= 0,193 = 0,245
	Девушки	1,01±0,07	0,91±0,04	
АЛТ, Ед/л×0,017	Юноши	15,6±0,9	16,0±1,6	= 0,531 = 0,046
	Девушки	10,0±0,8	12,1±0,5	
АСТ, Ед/л×0,017	Юноши	23,2±0,9	26,8±1,6	= 0,060 = 0,182
	Девушки	21,6±0,6	20,4±0,5	
ГГТ, МЕ	Юноши	20,4±0,9	22,7±2,7	= 0,374 = 0,013
	Девушки	11,1±0,9	14,1±0,5	
Кортизол, нмоль/л	Юноши	371,6±21,1	584,6±39,8	< 0,001 < 0,001
	Девушки	316,1±20,1	578,8±25,4	
Т <sub>3</sub> , нмоль/л	Юноши	1,82±0,04	1,9±0,1	= 0,371 = 0,046
	Девушки	1,84±0,05	2,1±0,1	
Т <sub>4</sub> , нмоль/л	Юноши	103,9±3,3	101,7±5,3	= 0,500 = 0,382
	Девушки	118,3±2,8	115,3±2,8	
Глюкоза, ммоль/л	Юноши	5,3±0,1	4,5±0,1	< 0,001 = 0,003
	Девушки	4,9±0,1	4,4±0,1	

По результатам анализа содержание общего белка в сыворотке крови у юношей не имело значимых различий, а у девушек в марте было больше на 7,8 % ( $p < 0,001$ ) по сравнению с октябрём.

Среднее содержание мочевины в сыворотке крови обследованных студентов в марте и октябре значимо изменялось и было ближе к минимальным значениям. По утверждению Е. Р. Бойко, содержание мочевины

в крови жителей Севера в марте, апреле и октябре понижено, что автор относит к феномену признаков, типичных для «полярного адаптивного метаболического типа» [5]. Среднее содержание общего холестерина в периферической крови значительно снижалось в октябре по сравнению с мартом, однако не превышало нормы. По данным литературы известно, что повышение температуры среды до значений, близких к 0 °С, приводит к значимому понижению содержания общего холестерина в периферической крови жителей Севера [14]. В нашем случае несколько более высокие значения данного показателя в марте можно объяснить относительно низкой температурой в марте 2008 года, когда она варьировала от -12 до -2 °С по сравнению с октябрем, когда были отмечены показания от +11 до +2 °С, что, вероятно, оказывает влияние на сроки перестройки метаболизма в организме человека в данных климатических условиях. Именно об этом переключении метаболизма на белково-жировой тип может говорить уменьшение уровня белков, холестерина, триглицеридов в сыворотке крови у обследованных студентов в октябре по сравнению с мартом.

Скорее всего, с особенностями активации белково-жирового обмена в климатических условиях Тывы связано и обнаруженное нами ранее снижение содержания глюкозы в крови коренных жителей Тывы по сравнению с жителями Новосибирска [12]. В настоящем исследовании было определено значимое снижение ( $p < 0,001$ ) на 13,5 % у юношей и на 9,6 % у девушек содержания глюкозы в октябре по сравнению с мартом. Похожее снижение уровня глюкозы в периферической крови северян ряд исследователей связывают со снижением температуры окружающей среды [11, 13]. По мнению Т. И. Кочан с соавт. [11], это явление связано с усилением интенсивности анаэробного гликолиза и повышением утилизации глюкозы в процессах, способствующих резервированию жиров. Корреляционный анализ наших данных показывает, что, если в марте зависимость уровня глюкозы в крови от концентрации кортизола была положительной ( $r = 0,24$ ;  $p = 0,041$ ), то в октябре она становится отрицательной ( $r = -0,22$ ; при  $p = 0,046$ ). Несмотря на невысокий уровень коэффициентов корреляции, этот факт говорит, скорее всего, об уменьшении роли углеводов в энергообеспечении в период перехода к зиме, а также о начинающейся сезонной перестройке организма на белково-жировой тип метаболизма. Неслучайно в октябре показатель нарастающей стресс-реакции — кортизол значимо коррелировал с уровнем потребляемого белка с пищей ( $r = 0,54$ , при  $p = 0,021$ ); степень реагирования на сезонные погодные изменения была достоверно связана с содержанием холестерина в суточном рационе ( $r = 0,42$ , при  $p = 0,039$ ); а увеличение потребления с пищей жиров в высокой степени зависело от уровня психоэмоционального стресса в данный период ( $r = 0,62$ , при  $p = 0,033$ ).

По мнению ученых, состояние активности таких ферментов, как аланинаминотрансфераза (АЛТ),

аспартатаминотрансфераза (АСТ), гамма-глутамилтранспептидаза (ГГТ), имеют диагностическое значение не только при определении патологических состояний, но и при воздействии внешних неблагоприятных климатогеографических факторов на организм человека, отражая напряжение функциональной активности печени в соответствие с требованиями усиления обменных процессов [5, 16].

Анализ содержания данных ферментов в периферической крови обследованного контингента показал, что содержание АЛТ и ГГТ было больше в октябре по сравнению с мартом, что, по мнению ряда исследователей, может быть связано с активацией перекисного окисления липидов, а также с повышением функциональной активности печени при переключении обменных процессов при перестройке организма на повышение энергетических потребностей в зимнее время [5, 16]. Причем более выражен этот процесс у девушек по сравнению с юношами. Динамика АСТ в зависимости от пола имела однонаправленный характер, так как достоверных изменений не установлено. Однако привлекает внимание высокий уровень содержания этого фермента, выше нормы независимо от рассматриваемых сезонов года, в периферической крови как юношей, так и девушек.

С позиции же перестройки интенсивности обмена веществ в зимний период особый интерес представляют материалы, касающиеся сезонных флуктуаций гормонов системы гипофиз — кора надпочечников [5]. В ранних исследованиях сложилось представление, что данная гормональная система активизируется у человека в холодный период времени года, в результате повышается уровень трийодтиронина ( $T_3$ ) и тироксина ( $T_4$ ) [19]. Кроме этого данные своих исследований на Севере Е. Р. Бойко и А. В. Ткачев [5, 7] трактуют как факт, говорящий о том, что уровни  $T_3$  и  $T_4$ , как и содержание кортизола, зависят от смены градиента светового фактора (при переходе полярной ночи в полярный день) и мало отражают воздействие температуры окружающей среды.

В наших исследованиях уровень гормонов  $T_3$  и  $T_4$  в периферической крови юношей и девушек менялся незначительно. Однако в октябре концентрация  $T_3$  увеличилась у юношей и девушек примерно на 10 % по сравнению с мартом, а вот содержание кортизола в крови значимо увеличивалось в октябре по сравнению с мартом. Хотя у юношей уровень кортизола в крови был больше, чем у девушек, как в марте, так и в октябре, однако наибольшее его увеличение наблюдалось у девушек (на 83 %) по сравнению с юношами (на 57 %).

#### Обсуждение результатов

Результаты исследований позволяют с высокой долей уверенности говорить о том, что у аборигенного населения Республики Тыва уменьшение роли углеводов в энергообеспечении в период перехода к зиме, снижение концентрации белков, холестерина,

триглицеридов в сыворотке крови, а также активация функции печени свидетельствует о начинающейся сезонной перестройке организма на белково-жировой тип метаболизма. Это, в частности, согласуется с литературными данными и объясняется реакцией организма на постепенное снижение температуры окружающей среды [5].

Содержание мочевины в крови является весьма информативным показателем, свидетельствующим об интенсивности катаболизма белков в организме. В исследованиях Е. Р. Бойко указывается на несовпадение динамики сывороточных показателей общего белка и мочевины [5], что подтверждается и в наших исследованиях. Так, содержание мочевины в периферической крови у юношей и девушек тувинской национальности имеет значимые отличия в рассматриваемые сезоны, хотя такие отличия не были зафиксированы в показателях общего белка у юношей.

На уровень общего холестерина в периферической крови обследуемых, вероятно, оказали влияние особенности температурных изменений, когда температура в марте была значительно ниже, чем в октябре. Возможно, климатические особенности и географическая широтность оказывают влияние на отличия в динамике содержания холестерина в крови у местных жителей. Выявленное снижение содержания углеводов в периферической крови у коренных жителей Тывы в октябре по сравнению с мартом также согласуется с литературными данными [13] и, по представлениям Т. И. Кочан с соавт. [11], связано с усилением интенсивности анаэробного гликолиза и повышением утилизации глюкозы с наступлением холодного сезона. Увеличение содержания АЛТ и ГГТ в пределах общепринятой нормы в октябре можно трактовать как усиление функциональной активности печени на фоне нарастающих потребностей энергообеспечения в зимние месяцы, так и повышение уровня окислительного стресса, отражающего усиление общеорганизменного стресса на молекулярно-клеточном уровне при перестройке организма на эффективное жизнеобеспечение в зимние месяцы. Об этой же нарастающей осенней стресс-реакции на предзимнее изменение метеорологических факторов указывает и высокое содержание кортизола в октябре по сравнению с мартом. Весеннее же снижение этого гормона у девушек и юношей указывает на снижение глюкокортикоидной функции надпочечников в ответ на снижение интенсивности негативного действия холодного температурного фактора среды.

Таким образом, метаболические процессы у аборигенов континентальной Сибири подтверждают наличие закономерности потребности перехода обменных процессов в осенне-зимний период на белково-жировой тип метаболизма. Выявленный процесс активации белково-жирового обмена осенью тесно связан с усилением стресс-реакции, проявляющейся в значимом повышении продукции стресс-гормона кортизола и в усиление психоэмоционального напряжения.

#### Список литературы

1. Агаджанян Н. А. Стресс и теория адаптации : монография. Оренбург : ИПК ГОУ ОГУ, 2005. 190 с.
2. Алексеева Т. И. Адаптивные процессы в популяциях человека. М. : Изд-во МГУ, 1986. 216 с.
3. Андрейчик М. Ф. Загрязнение атмосферы, почв и вод Республики Тыва. Томск : Томский государственный университет, 2005. 400 с.
4. Бичкаева Ф. А. Резервные возможности эндокринной регуляции метаболических процессов у человека на Севере : дис. ... д-ра биол. наук. Архангельск, 2006. 138 с.
5. Бойко Е. Р. Физиолого-биохимические основы жизнедеятельности человека на Севере. Екатеринбург : УрО РАН, 2005. 190 с.
6. Бойко Е. Р., Бичкаева Ф. А., Ткачев А. В., Догадин С. А. Особенности регуляции метаболических путей у разных групп аборигенного населения европейского Севера // Физиология человека. 1997. Т. 23, № 4. С. 95–97.
7. Бойко Е. Р., Ткачев А. В. Влияние продолжительности светового дня на гормональные и биохимические показатели у человека на Севере // Физиологический журнал им. И. М. Сеченова, 1995. Т. 81, № 7. С. 86.
8. Гудков А. Б., Теддер Ю. Р. Характер метаболических изменений у рабочих при экспедиционно-вахтовом режиме труда в Заполярье // Физиология человека. 1999. № 3. С. 138–142.
9. Гудков А. Б., Попова О. Н., Лукманова Н. Б. Эколого-физиологическая характеристика климатических факторов Севера // Экология человека. 2012. № 1. С. 12–17.
10. Колесникова В. В., Кайгородова Н. З., Красильникова В. А. Некоторые показатели крови студентов — лиц коренного населения Тувы в период их адаптации к новому месту жительства // Известия Алтайского государственного университета. 2012. 3/2. С. 35–38.
11. Кочан Т. И., Шадрин В. Д., Потолицина Н. Н., Есева Т. В., Кеткина О. А., Бубнова Н. С. Комплексная оценка влияния условий Севера на обмен веществ, физиологическое и психоэмоциональное состояние человека // Физиология человека. 2008. Т. 34, № 3. С. 106–113.
12. Красильникова В. А., Хаснулин В. И. Влияние особенностей климата на метаболизм коренных жителей Тывы // Экология человека. 2013. № 6. С. 11–17.
13. Панин Л. Е. Энергетические аспекты адаптации. Л. : Медицина, 1978. 192 с.
14. Попова О. Н., Глебова Н. А., Гудков А. Б. Компенсаторно-приспособительная перестройка системы внешнего дыхания у жителей Крайнего Севера // Экология человека. 2008. № 10. С. 31–33.
15. Прохоров Б. Б. Социально-экономические особенности федеральных округов России и здоровье населения // Научные труды Института народнохозяйственного прогнозирования РАН. 2008. Т. 6. С. 680–703.
16. Хаснулин В. И. Хронический гепатит и цирроз печени в Заполярье. Новосибирск : СО РАМН, 1994. 197 с.
17. Чащин В. П., Гудков А. Б., Попова О. Н., Одланд Ю. О., Ковшов А. А. Характеристика основных факторов риска нарушений здоровья населения, проживающего на территориях активного природопользования в Арктике // Экология человека. 2014. № 1. С. 3–12.
18. Hasnulina V. I., Voytik I. M., Hasnulina A. V., Ryabichenko T. I., Skosyreva G. A. Some Ethnic Features of Northern Aborigines' Psychophysiology as a Base for Survival in Extreme Natural Conditions: A Review // Open Journal of Medical Psychology, 2014. Vol. 3. N 4. P. 292–300.
19. Nagata H., Izumiyama T., Kamata K. et al. An

increase of plasma triiodothyronine concentration in man in cold environment // *J. Clin. Endocrin. Metab.* 1976. Vol. 43. P. 1153.

#### References

1. Agadzhanyan N. A. *Stress i teoriya adaptatsii* [Stress and Adaptation Theory]. Orenburg, 2005, pp. 60-94.
2. Alekseeva T. I. *Adaptivnye processy v populjacijah cheloveka* [Adaptive processes in human populations]. Moscow, Publishing House of Moscow State University, 1986, 216 p.
3. Andreichik M. F. *Zagrjaznenie atmosfery, pochv i vod Respubliki Tyva* [Pollution of the atmosphere, soil and water of the Tyva Republic]. Tomsk, Tomsk State University Publ., 2005, 400 p.
4. Bikchaeva F. A. *Rezerвные возможности эндокринной регуляции метаболических процессов у человека на Севере. Докт. diss.* [Rezervnye opportunities endocrine regulation of metabolic processes in humans in the North. Doct. Diss.] Arkhangelsk, 2006, 138 p.
5. Boyko E. R. *Fiziologo-biohimicheskie osnovy zhiznedejatel'nosti cheloveka na Severe* [Physiological and biochemical basis of human life in the North]. Yekaterinburg, Ural Branch of Russian Academy of Sciences Publ., 2005, 190 p.
6. Boyko E. R., Bichkaeva F. A., Tkachev A. V., Dogadin S. A. Features of the regulation of metabolic pathways in different groups of Aboriginal people of Northern European. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology]. 1997, 23 (4), pp. 95-97. [in Russian]
7. Boyko E. R., Tkachev A. V. Effect of daylength on the hormonal and biochemical parameters in humans in the North. *Fiziologicheskii zhurnal im. I. M. Sechenova* [Physiological Journal named after I. M. Sechenov]. 1995, 81 (7), pp. 86. [in Russian]
8. Gudkov A. B., Tedder Yu. R. Metabolic changes in workers under conditions of expedition shift work schedule beyond the polar circle. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology]. 1999, 3, pp. 138-142. [in Russian]
9. Gudkov A. B., Popova O. N., Lukmanova N. B. Eco-physiological characteristics of the climatic factors of the North. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2012, 1, pp. 12-17. [in Russian]
10. Kolesnikova V. V., Kaygorodova N. C., Krasil'nikova V. A. Some blood values of students – the indigenous people of Tuva in the period of adaptation to the new place of residence. *Izvestiya Altaiskogo gosudarstvennogo universiteta* [News of Altai State University]. 2012, 3/2, pp. 35-38. [in Russian]
11. Kochan T. I., Shadrina V. D., Potolitsina N. N., Eseva T. V., Ketkin O. A., Bubnov N. S. Integrated assessment of the impact on the environment of the North metabolism, physiological and psycho-emotional state of a person. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology]. 2008, 34 (3), pp. 106-113. [in Russian]
12. Krasil'nikova V. A., Hasnulin V. I. The influence of climate on the metabolism of the indigenous inhabitants of Tuva. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2013, 6, pp. 11-17. [in Russian]
13. Panin L. E. *Energeticheskie aspekty adaptacii* [Energy aspects of adaptation]. Leningrad, Medicine Publ., 1978, 192 p.
14. Popova O. N., Glebova N. A., Gudkov A. B. Compensatory-adaptive change of external respiration system in Far North residents. *Ekologiya cheloveka*. [Human Ecology]. 2008, 10, pp. 31-33. [in Russian]
15. Prokhorov B. B. Socio-economic features of Russia's federal districts and public health. *Nauchnye trudy Instituta narodnokhozyajstvennogo prognozirovaniya RAN* [Publications of Institute of Economic Forecasting, Russian Academy of Sciences]. 2008, 6, pp. 680-703. [in Russian]
16. Hasnulin V. I. *Hronicheskiiy gepatit i cirroz pecheni v Zapolyar'e* [Chronic hepatitis and cirrhosis in the Arctic]. Novosibirsk, Siberian Branch of RAMS Publ., 1994, 197 p.
17. Chashchin V. P., Gudkov A. B., Popova O. N., Odland J. Ö., Kovshov A. A. Description of Main Health Deterioration Risk Factors for Population Living on Territories of Active Natural Management in the Arctic. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2014, 1, pp. 3-12. [in Russian]
18. Hasnulin V. I., Voytik I. M., Hasnulina A. V., Ryabichenko T. I., Skosyreva G. A. Some Ethnic Features of Northern Aborigines' Psychophysiology as a Base for Survival in Extreme Natural Conditions: A Review. *Open Journal of Medical Psychology*. 2014, 3 (4), pp. 292-300.
19. Nagata H., Izumiyama T., Kamata K. et al. An increase of plasma triiodothyronine concentration in man in cold environment. *J. Clin. Endocrin. Metab.* 1976, 43, p. 1153.

#### Контактная информация:

Красильникова Вера Александровна – кандидат биологических наук, доцент кафедры анатомии, физиологии и безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВПО «Тувинский государственный университет» Министерства образования и науки России

Адрес: 667000, Республика Тыва, г. Кызыл, ул. Ленина, д. 36

E-mail: verakras@gmail.com