

УДК 577.124/.125(943.8)

ОСОБЕННОСТИ ЛИПИДНОГО И УГЛЕВОДНОГО МЕТАБОЛИЗМА ЧЕЛОВЕКА НА СЕВЕРЕ (ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР)

Севостьянова Е.В.

ФГБУ «Научный центр клинической и экспериментальной медицины» СО РАМН, г. Новосибирск

РЕЗЮМЕ

В обзоре изложены современные представления о некоторых клинически и патогенетически значимых особенностях липидного и углеводного обмена у коренного и пришлого населения Севера и приравненных к Северу регионов Сибири. Обсуждается физиологическое и патофизиологическое значение изменений метаболизма у человека на Севере в связи с процессами адаптации и дезадаптации организма к экстремальным климато-географическим факторам.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Север, метаболизм, липиды, адаптация, дезадаптация.

Северные территории занимают около 40% Российской Федерации и являются важным источником природных ресурсов. Вопросы сохранения здоровья человека на Севере приобретают особую медико-социальную значимость. Интенсивное освоение природных ресурсов приводит к притоку большого количества мигрантов, что определяет необходимость адаптации пришлого населения к экстремальным климатогеографическим факторам Севера. По мнению ведущих ученых в области полярной медицины [1, 13, 23, 24, 34, 36], только полноценная гормонально-метаболическая перестройка физиологических функций может обеспечить возможность полноценного существования в этих условиях. В связи с этим изучение особенностей метаболизма у коренного и пришлого населения Севера приобретает особое значение.

К настоящему времени является установленным фактом, что при адаптации человека к экстремальным природным условиям Севера происходит перестройка всех видов обмена белков, жиров, углеводов, витаминов, макро- и микроэлементов. Изменения обмена веществ в высоких широтах столь существенны, что позволило выделить особый «полярный» («северный») метаболический тип. Установлено, что при «северном» типе метаболизма организм переходит на качественно новый уровень гомеостаза, отличающийся большим использованием на энергетические нужды

жиров и белков и меньшим использованием углеводов [1, 9, 13, 23, 24, 38].

Полагают, что формирование «северного» типа метаболизма могло быть связано с переходом на новый уровень энергообеспечения, необходимый для проживания в экстремальных условиях Севера [36]. Известно, что уровень основного обмена у коренных жителей Севера повышен до 30% по сравнению с жителями умеренных широт [31, 53, 57–59]. Повышение основного обмена, как предполагают ученые [13, 38, 58], является физиологической адаптацией к «северному» стрессу, обусловленному влиянием метеорологических и гелиогеофизических факторов. Высокий уровень энергетического обмена, в свою очередь, сопровождается значительным потреблением липидов. Большое значение активации липидного обмена на Севере определяется и тем, что липиды (фосфолипиды, жирные кислоты и холестерин) играют важную регуляторную роль в адаптации к низким температурам окружающей среды путем изменения вязкости мембран клеток [14].

Анализ представленных в литературе данных указывает на необходимость отдельного рассмотрения особенностей липидного и углеводного метаболизма у коренного и пришлого населения Севера, а также у коренного населения Севера, придерживающегося традиционных образа жизни и рационов питания, и лиц, в большей степени подвергшихся влиянию урбанизации и перешедших на европеоидный тип питания.

✉ Севостьянова Евгения Викторовна, тел. 8-960-785-0557.

Особенности белково-липидного и углеводного метаболизма у коренных жителей Севера определяются биологически сформированным адаптивным типом [18], а также связаны с приверженностью к традиционному образу жизни и «азиатскому» типу питания с преобладанием доли жиров и белков в рационе [9, 40]. При этом у коренных жителей Севера значительно повышается роль белков и липидов в энергетическом обмене.

У коренных жителей Севера, придерживающихся традиционного уклада жизни и типа питания, на фоне «северного» типа метаболизма выявлены наиболее благоприятные профили липидного и углеводного обмена в отношении факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний в сравнении с пришлыми жителями Севера. При этом у коренных жителей Севера (Эвенкийского АО, Якутии, Приамурья, Ханты-Мансийского АО) отмечается снижение содержания общего холестерина и его атерогенных фракций: холестерина липопротеинов низкой и очень низкой плотности, триглицеридов и повышение содержания холестерина липопротеинов высокой плотности в сыворотке крови в сравнении с пришлыми жителями Севера. Подобные изменения липидного обмена описаны у коренных жителей Эвенкии – эвенов и эвенков [21, 39]; у этнических групп коренного населения Приамурья – нанайцев, ульчей и эвенов [29]; у коренных жителей Якутии [10]; у этнически чистых хантов – жителей Ханты-Мансийского автономного округа [11]; у эскимосов Гренландии [43]. В ряде работ также выявлено, что у коренных жителей Севера, придерживающихся традиционного образа жизни и рациона питания, в организме повышено содержание полиненасыщенных жирных кислот [43, 51].

Большое значение в повышении устойчивости организма человека к действию экстремальных климато-географических факторов Севера придается адаптивным метаболическим перестройкам мембран клеток. Получены данные о том, что гомеовязкостная адаптация мембран к холоду и гипоксии сопровождается накоплением в них липидов и перестройкой фосфолипидов, делающих мембрану более стабильной [12]. С накоплением липидов в мембранах клеток связывают высокий уровень окислительно-восстановительных процессов липопротеинов у жителей Севера [7, 17]. М.Т. Луценко [17] высказывает мнение о том, что высокий уровень перекисного окисления липидов и низкий уровень антиокислительных процессов являются патогномичным явлением для коренных народов Севера.

Подтверждена меньшая потребность коренных жителей в углеводах [6, 21, 24, 28]. Выявлено, что ко-

ренным малочисленным народам Севера (эвенкам, чукчам, эскимосам), сохраняющим традиционный белково-липидный тип питания, присущ особый, «экономный» тип метаболизма с повышением уровня кортизола на фоне снижения базального содержания инсулина в крови [23, 24]. О минимизации углеводов в энергетическом обмене у коренных жителей Севера свидетельствуют и выявленные замедление скорости гликолиза и сниженная активность ферментов, участвующих в метаболизме углеводов [6, 18, 28].

В целом обзор литературных данных свидетельствует о том, что коренным жителям Севера, придерживающимся традиционного уклада жизни и питания, присущ особый, «северный», тип метаболизма с усилением белково-липидного обмена и минимизацией углеводного обмена. Такой тип метаболизма способствует высокой степени адаптации к экстремальным климатогеографическим факторам и предотвращает развитие сердечно-сосудистых и других метаболически обусловленных заболеваний.

Однако проводимые в последние десятилетия социально-экономические преобразования, приток мигрантов и рост урбанизации изменили традиционный уклад жизни и рацион питания коренных народов, что привело к срыву адаптивных процессов с последующим развитием заболеваний. При этом у коренных жителей Севера все чаще отмечаются неблагоприятные изменения метаболизма с интенсификацией углеводного обмена и повышением содержания атерогенных липидов в крови [9, 19, 33, 46].

Изменения метаболизма у пришлых жителей Севера многообразны, и литературные данные по их динамике зачастую противоречивы. Анализ имеющейся литературы по этой проблеме позволил подойти к рассмотрению особенностей метаболизма у пришлых жителей Севера в сопряжении со стадийностью адаптационного процесса. Известно, что адаптация организма к новым условиям является сложным динамическим процессом. В ее формировании участвуют различные компенсаторно-приспособительные механизмы, непременно связанные и с изменением обмена веществ. По классификации В.П. Казначеева [13], в процессе адаптации человека на Севере выделяется фаза дестабилизации регуляторных и гомеостатических процессов (продолжительностью от 6 мес до 1 года и более), фаза стабилизации и синхронизации регуляторных и гомеостатических процессов (продолжительностью 10–15 лет) и фаза истощения резервных возможностей организма. В развитии адаптации выделяются также этапы срочной и долговременной адаптации [20] либо срыв адаптации или развитие дезадаптации [36]. Каждая из этих стадий или вариантов ха-

рактируется определенными изменениями метаболизма, происходящими под влиянием основных регуляторных систем организма.

Стадия срочной адаптации, в первую очередь, характеризуется активацией гомеостатических систем организма. На стадии срочной адаптации к стрессорному воздействию Севера происходят два противоположных процесса. С одной стороны, в результате активации симпатического отдела нервной системы происходят катаболические сдвиги, обеспечивающие организм необходимой энергией в преддверии энергетических затрат на адаптивные перестройки. С другой стороны, широкий спектр нейрогормональных факторов оказывает непосредственное влияние на метаболизм и активацию синтеза белка в различных органах и тканях организма [8, 41]. Полагают, что сформировавшийся в результате этого высокий уровень белкового синтеза занимает ключевое положение перехода срочных адаптационных реакций организма в полноценное развитие долговременной адаптации [27].

Достижение долговременной адаптации в условиях северного стресса осуществляется прежде всего перестройкой в организме энергетических обменных процессов, что опосредовано многочисленными ферментными системами. В эту фазу энергетический обмен в условиях Севера переключается с углеводного на липидный. Имеются данные о том, что при развитии долговременной адаптации у пришлых жителей Севера происходит снижение секреции инсулина и повышение продукции глюкагона [25]. Несмотря на сохраняющееся при этом повышение уровня глюкокортикоидов, катаболические процессы в этой ситуации не преобладают над анаболическими. Организм переходит на более экономный и целесообразный уровень регуляции. Энергетическое обеспечение адаптационных реакций в этот период начинает происходить преимущественно за счет липидов. При снижении концентрации инсулина в крови окисление углеводов в периферических тканях резко уменьшается, и они начинают преимущественно использовать жирные кислоты, которые транспортируются в ткани в виде свободных жирных кислот, триглицеридов и липопротеинов [25].

Таким образом, достижение стадии резистентности или долговременной адаптации у жителей Севера связано с формированием у них наиболее целесообразного и экономного метаболического фона, или «северного» метаболического типа [1, 13, 23]. Липидный обмен при «северном» метаболическом типе характеризуется сдвигом липопротеинового спектра в сторону относительного повышения липопротеинов высокой плотности. Это связано с более высокой активно-

стью липопротеиновой липазы, локализованной на поверхности эндотелия сосудов, способствующей формированию липопротеинов высокой плотности. По данным Л.Е. Панина [23], относительное содержание липопротеинов высокой плотности в крови при этом может увеличиваться до 60%. Углеводный обмен при «северном» метаболическом типе минимизируется. Содержание инсулина в крови уменьшается. Снижается порог реабсорбции в почечных канальцах для глюкозы и других низкомолекулярных соединений. Появление глюкозы в моче сочетается с низким содержанием ее в крови [23]. В результате усиления гликонеогенеза изменяется и обмен белков. Снижается потребность в ряде водорастворимых витаминов и значительно возрастает потребность в жирорастворимых витаминах [6, 28].

Особенности динамики метаболических показателей на разных этапах адаптации описаны в ряде арктических и антарктических исследований, проведенных в последнее десятилетие: на архипелаге Шпицберген (78–79-й градусы северной широты) [44]; во время антарктического путешествия на судне «Геспериды» [48]; во время 12-й экспедиции в рамках Итальянской национальной исследовательской программы Антарктики [47]; в канадско-советском трансполярном лыжном походе [56]; в трансарктическом лыжном переходе Россия – Северный полюс – Канада [22].

Таким образом, в литературе накоплено достаточно данных, свидетельствующих о том, что у пришлых жителей Севера формируются биохимические особенности, обусловленные процессами гормонально-метаболической адаптации к факторам Севера, к которым прежде всего необходимо отнести климато-метеорологические и гелиогеофизические. Об этом свидетельствуют и данные о сезонности изменений ряда биохимических параметров.

В ряде работ изучены сезонные особенности в содержании липидов в крови у жителей Севера [4, 5, 30, 49]. В исследованиях, проведенных на Севере и в странах с холодным климатом, показано преимущественное повышение уровня общего холестерина в крови в зимнее время и его связь со снижением температуры окружающего воздуха [4, 5, 30, 49, 50, 54, 61]. Изучено влияние различных фотопериодов года на Севере на содержание липидов в крови у жителей полярных регионов. Выявлено, что с удлинением светового периода суток происходит снижение уровня общего холестерина в крови [60]. Описаны сезонные колебания содержания фракций фосфолипидов у жителей Севера и Сибири: выявлено накопление в зимнее время содержания сфингомиелина [30]. Выявлена сезонность в содержании свободных жирных кислот в

сыворотке крови у жителей Севера с нарастанием их содержания у местного русского населения в зимнее время, а у ненцев в летнее время [4].

В ряде работ изучено влияние сезонности на процессы перекисного окисления липидов на Севере [4, 30]. Установлено, что фактор сезонности оказывает существенное влияние на эти процессы. Показано, что в зимнее время года активность процессов перекисного окисления липидов повышается [4]. Получены данные о том, что в период полярной ночи мембраны клеток обогащаются легкоокисляемыми липидами [30].

Сезонная зависимость отмечается и в показателях углеводного обмена [4, 15, 16]. Так, Т.И. Кочан и соавт. [15, 16] предлагают выделять две стадии адаптационных изменений углеводного обмена в холодный период года: 1) адаптацию к снижению долготы дня и температуры окружающей среды; 2) адаптацию к увеличению инсоляции и постепенно следующему за этим потеплению. В первый период, по данным Т.И. Кочан, усиливается интенсивность анаэробного гликолиза, компенсирующего недостаток образования тепла в цикле Кребса, а также повышается утилизация глюкозы в процессах, способствующих резервированию жиров. С указанными процессами связываются проявления гипогликемии в этот период. Во втором периоде основную роль в обеспечении энергетических потребностей организма начинает играть липолиз. В связи с этим использование глюкозы для синтеза жиров снижается, происходит преобладание глюконеогенеза над гликолизом [15, 16].

Сезонность показателей липидного и углеводного обменов, отчетливо прослеживаемая на Севере, подтверждает первостепенное влияние гелиогеофизических и метеорологических факторов на протекание метаболических процессов в регионах с контрастными сменами природных условий и важность адаптации к этим факторам в сохранении здоровья.

Наряду с тем что перестройки липидного и углеводного метаболизма при долговременной адаптации хорошо описаны, в последние годы все больше отмечается случаев нарушений адаптации или формирования дезадаптации. При дезадаптации или незавершенной адаптации вышеописанные адаптивные перестройки не происходят или происходят не до конца. Так, выше было указано, что при «северном» метаболическом типе происходит сдвиг липопротеинового спектра в сторону относительного увеличения липопротеинов высокой плотности. Этот сдвиг связан с более высокой активностью липопротеиновой липазы, локализованной на поверхности эндотелия сосудов и печеночной триглицеридлипазы, при переключении с

углеводного на липидный тип обмена [23]. У лиц с нарушенной адаптацией повышения содержания липопротеинов высокой плотности в крови не наблюдается, а, напротив, регистрируется дислипидемия с накоплением в крови липопротеинов низкой плотности. Исследования особенностей липидного обмена у пришлого населения Севера, проведенные в последние годы, демонстрируют частое наличие дислипидемий с повышением содержания в крови общего холестерина и атерогенных фракций липидов в сравнении с жителями средних широт [19, 37, 42, 55].

Особенное внимание в настоящее время уделяется изучению содержания в организме жителей Севера отдельных классов липидов, входящих в состав мембран клеток и участвующих в обеспечении избирательной проницаемости клеточной мембраны – фосфолипидов. В ряде исследований показано, что у пришлых жителей Севера при развитии дезадаптации содержание общего пула фосфолипидов в сыворотке крови снижается [2, 3].

У пришлых жителей Севера с дезадаптивными расстройствами описаны процессы активации перекисного окисления липидов на фоне снижения антиокислительной активности крови [35, 36, 45, 52]. В.И. Хаснулин [36] отмечает, что усиленная липидная перекисидация при истощении антиоксидантной защиты является отражением северного геофизического стресса. Свободные радикалы при снижении антиоксидантной защиты повреждают клеточные мембраны, изменяя активность ферментных систем, нарушают функционирование метаболических путей и могут приводить к преждевременной гибели клеток [36].

Отмечено, что при незавершенной адаптации или развитии дезадаптации могут происходить и нарушения адаптивной перестройки углеводного обмена с существенным повышением уровня глюкозы и инсулина в крови [26, 36, 42].

В целом анализ литературных данных позволяет сделать заключение о том, что изменения липидного и углеводного обменов при развитии дезадаптации на Севере характеризуются неблагоприятным профилем в отношении риска развития сердечно-сосудистых и других метаболически обусловленных заболеваний. Это подтверждается данными по высокой распространенности патологии сердечно-сосудистой системы на Севере, сопровождающейся более выраженными по сравнению с умеренными широтами изменениями липидного и углеводного обменов [32, 36].

Литература

1. Авцын А.П., Жаворонков А.А., Марычев А.Г., Милова-

- нов А.П. Патология человека на Севере. М.: Медицина, 1985. 415 с.
2. Бичкаева Ф.А. Обмен фосфолипидов и этерификация холестерина у жителей Европейского Севера: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Архангельск, 1999. 22 с.
 3. Бичкаева Ф.А., Жилина Л.П., Петрова Т.Б., Власова О.С. Показатели фосфолипидного профиля у работников северного водного бассейна // Экология человека. 2008. № 6. С. 46–50.
 4. Бойко Е.Р. Физиолого-биохимические основы жизнедеятельности человека на Севере. Екатеринбург: УрО РАН, 2005. 191 с.
 5. Бойко Е.Р., Ткачев А.В. Влияние сезонности на состояние метаболических процессов у лиц, проживающих на архипелаге Шпицберген // Журн. авиационной и экологической медицины. 1994. Т. 28, № 2. С. 57–59.
 6. Буганов А.А., Азбяян А.А., Ионова И.Е. Влияние фактора питания на состояние здоровья населения Крайнего Севера // Медицина труда и промышленная экология. 2003. № 4. С. 25–28.
 7. Вахнина Н.А. Содержание продуктов свободно-радикального окисления в крови жителей Европейского Севера // Вестн. Новосиб. гос. ун-та. Серия: Биология, клиническая медицина. 2011. Т. 9. С. 182–185.
 8. Виру А.А. Гормональные механизмы адаптации и тренировки. Л.: Наука, 1981. 151 с.
 9. Влоцинский П.Е. Состояние углеводного и жирового обменов, их взаимосвязь со структурой питания у жителей Крайнего Севера: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Новосибирск, 1999. 36 с.
 10. Воевода М.И., Романова А.Н., Рагино Ю.И., Семаева Е.В. Некоторые особенности факторов риска коронарного атеросклероза у жителей Якутии // Бюл. СО РАМН. 2010. Т. 30, № 3. С. 52–57.
 11. Ефимова Л.П., Кудряшова В.Е. Показатели липидного обмена у аборигенов севера Сибири // Профилактик. и клинич. медицина. 2009. № 1. С. 66–69.
 12. Зайцева О.И., Терещенко В.П., Колодяжная Т.А., Дворяшина Е.М. Адаптивные вариации фосфолипидного состава мембран эритроцитов у детей различных регионов Сибири // Сиб. мед. обозрение. 2008. Т. 51, № 3. С. 18–21.
 13. Казначеев В.П. Механизмы адаптации человека в условиях высоких широт. Л.: Медицина, 1980. 200 с.
 14. Колодийцева И.К. Липиды в гибернации и искусственном гипобозе млекопитающих (обзор) // Биохимия. 2011. Т. 76, № 12. С. 1604–1614.
 15. Кочан Т.И. Закономерности изменения показателей углеводного обмена в организме человека в зависимости от природных факторов Севера // Экология человека. 2006. № 10. С. 3–7.
 16. Кочан Т.И. Годовой мониторинг влияния условий Севера на метаболизм и функционирование сердечно-сосудистой системы человека // Успехи физиолог. наук. 2007. Т. 38, № 1. С. 55–65.
 17. Луценко М.Т. Состояние здоровья населения Дальневосточного региона и факторы, его определяющие // Бюл. физиологии и патологии дыхания. 1998. № 1. С. 1–14.
 18. Манчук В.Т., Надточий Л.А. Состояние и тенденции формирования здоровья коренного населения Севера и Сибири // Бюл. СО РАМН. 2010. Т. 30. С. 24–32.
 19. Матаев С.И., Василькова Т.Н. Метаболический синдром на Крайнем Севере. Тюмень: БИК ТюмГНГУ, 2011. 132 с.
 20. Меерсон Ф.З. Адаптация, стресс, профилактика. М.: Наука, 1981. 229 с.
 21. Ноздрачев К.Г., Догарин С.А., Манчук В.Т. Распространенность факторов риска ИБС и показатели инсулинемии у коренных и пришлых жителей Эвенкии // Сиб. мед. журн. 2005. Т. 50, № 1. С. 74–78.
 22. Панин Л.Е. Человек в экстремальных условиях Арктики // Бюл. СО РАМН. 2010. Т. 3, № 3. С. 92–98.
 23. Панин Л.Е. Гомеостаз и проблемы приполярной медицины (методологические аспекты адаптации) // Бюл. СО РАМН. 2010. Т. 3, № 3. С. 6–11.
 24. Панин Л.Е. Энергетические аспекты адаптации. Л.: Медицина, 1978. 192 с.
 25. Панин Л.Е. Нейроэндокринные механизмы при хроническом стрессе // Механизмы адаптации человека в условиях высоких широт. Л.: Медицина, 1980. С. 35–60.
 26. Петрова Т.Б., Бичкаев Я.И., Бичкаева Ф.А., Власова О.С., Третьякова Т.В., Жилина Л.П. Изменение параметров углеводного обмена у плавсостава северного водного бассейна // Экология человека. 2009. № 8. С. 12–18.
 27. Пирогов А.Б. Нейроэндокринная организация адаптации жителей Севера // Бюл. физиологии и патологии дыхания. 1998. № 1. С. 14–27.
 28. Раенгулов Б.М., Истомин А.В., Михайлов И.Г. Гигиеническая характеристика фактического питания малочисленных народов Крайнего Севера // Казанский мед. журн. 2001. Т. 82, № 3. С. 308–310.
 29. Рябова Т.И., Попова Т.В. Липидный спектр сыворотки крови у коренного (эвены, нанайцы, ульчи) и пришлого населения Приамурья // Дальневост. мед. журн. 2010. № 4. С. 106–108.
 30. Смирнова И.П. Эколого-физиологическая обусловленность в обмене холестерина и фосфолипидов структурного и метаболического фондов женского организма на Крайнем Севере: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1990. 17 с.
 31. Снодграсс Д.Д., Роув В.Р., Тарская Л.А., Климова Т.М., Федорова В.И., Балтахинова М.Е., Кривошапкин В.Г. Метаболическая адаптация якутов (САХА) // Якутский мед. журн. 2011. № 2. С. 1–14.
 32. Соломатина Л.В., Буганов А.А. Здоровье трудоспособного населения Ямало-Ненецкого автономного округа // Профилактика заболеваний и укрепление здоровья. 2007. № 5. С. 34–35.
 33. Суховой Ю.Г., Петров С.А., Бут А.А., Воробьев И.А., Чеснокова Л.В., Береснева Л.А. Современные особенности питания коренных народов Ямала. Алиментарные маркеры нарушений иммунного статуса // Урал. мед. журн. 2011. № 6. С. 16–20.
 34. Ткачев А.В., Бойко Е.Р., Губкина З.Д. и др. Эндокринная система и обмен веществ у человека на Севере. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 1992. 156 с.
 35. Фатеева Н.М., Абубакирова О.Ю. Динамика показателей системы гемостаза и реакций перекисного окисления липидов в условиях экспедиционно-вахтового труда // Вестн. Тюм. гос. ун-та. 2010. № 3. С. 78–83.
 36. Хаснулин В.И. Введение в полярную медицину. Новосибирск: СО РАМН, 1998. 337 с.
 37. Хаснулин В.И. Психонейрогуморальные взаимоотношения и артериальная гипертензия у людей, работающих на Севере вахтовым методом // Бюл. СО РАМН. 2010. Т. 30, № 3. С. 78–85.
 38. Хаснулин В.И., Хаснулина А.В. Этнопсихофизиологиче-

- ские механизмы выживания коренных жителей Севера в экстремальных климатогеографических условиях // Проблемы здравоохранения и социального развития Арктической зоны России. М.: Paulsen, 2011. С. 254–267.
39. Цуканов В.В., Ноздрачев К.Г., Тонких Ю.Л., Бронникова Е.П. Метаболические факторы защиты коренного населения Севера при ИБС и холелитиазе // Бюл. СО РАМН. 2006. № 2. С. 100–104.
 40. Чанчаева Е.А. К вопросу об адекватности питания аборигенного населения Сибири // Экология человека. № 3. С. 31–34.
 41. Шуберт Э.Е., Шуберт Е.Э. Биосоциальные аспекты стресс-реакций человека в экстремальной зоне обитания // Северо-Восточный науч. журн. 2008. № 2. С. 41–48.
 42. Юрлова Л.Л., Одинцов С.В., Хаснулин П.В., Кузьмина О.И., Панькина Т.В., Хаснулин В.И., Селятицкая В.Г. Гормональные и биохимические показатели крови у лиц вахтового труда в зависимости от стажа работы на северных газовых промыслах // Бюл. СО РАМН. 2006. № 1. С. 85–89.
 43. Bang H.O., Dyeberg J. Lipid metabolism and ischemic heart disease in Greenland Eskimos // Adv. in nutritional research. N.Y.: Plenum Press, 1980. P. 1–22.
 44. Bojko E.R., Larsen T. Changes in the serum lipid profile in man during 24 months of Arctic residence // Int. J. of Circumpolar health. 1999. V. 58, № 3. P. 170–175.
 45. Buiak M.A., Buganov A.A., Lobanov A.A., Popov A.I. Blood free radical oxidation indices in the inhabitants of the Yamal-Nenets Autonomous District // Gig. Sanit. 2010. V. 2. P. 39–42.
 46. Ebbeson S.O.E., Adler A.I., Risica P.M. et. al. Cardiovascular disease and risk factors in three Alaskan Eskimo populations: The Alaska-Siberia project // Int. J. Circumpol. Health. V. 64, № 4. P. 365–386.
 47. Farrace S., Cenni P., Tuozzi G., Casagrande M., Barbarito B., Peri A. Endocrine and psychophysiological aspects of human adaptation to the extreme // Physiol. Behav. 1999. V. 66, № 4. P. 613–620.
 48. Fernández-Riestra F.A., Garcés C., Lahoz C., Lasunción M.A., Castilla P., Viturro E., Cano B., de Oya M. Metabolic adaptation in the crew of the Hesperides on their Antarctic journey // Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis. 2006. V. 16, № 7. P. 494–499.
 49. Gordon D., Trost D., Hyde J. et. al. Seasonal cholesterol cycles: the lipid research clinics coronary primary prevention trial placebo group // Circulation, 1986. V. 76, № 6. P. 1224–1231.
 50. Gyllerup S., Lanke J., Lindholm L.H., Schersten B. Cold climate is an important factor in explaining regional differences in coronary mortality even if serum cholesterol and other established risk factors are taken into account // Scott Med J. 1993. V. 38, № 6. P. 169–172.
 51. Innis S.M., Kuhnlein H.V., Kinloch D. The composition of red cell membrane phospholipids in Canadian Inuit consuming a diet high in marine mammals // Lipids. 1988. V. 23, № 11. P. 1064–1068.
 52. Lapinskiĭ A.G., Etlis M.M. Various indicators of the lipid composition of erythrocyte membranes in healthy persons and in chronic alcoholics in the northeastern part of the USSR // Zh. Nevropatol. Psikhiatr. Im. S.S. Korsakova. 1988. V. 88, № 9. P. 121–125.
 53. Leonard W.R., Sorensen M.V., Galloway V.A., Spencer G.J., Mosher M.J., Osipova L., Spitsyn V.A. Climatic influences on basal metabolic rates among circumpolar populations // Am. J. Hum. Biol. 2002. V. 14, № 5. P. 609–620.
 54. Robinson D., Beva E.A., Hinohara S. et. al. Seasonal variation in serum cholesterol levels – evidence from the UK and Japan // Atherosclerosis. 1992. V. 95. P. 15–24.
 55. Salomaa V., Korhonen H.J., Tuomilehto J., Vartiainen E., Pietinen P., Kartovaara L., Gref C.G., Nssinen A., Puska P. Serum cholesterol distribution, measurement frequency and cholesterol awareness in three geographical areas of Finland // European Heart Journal. 1990. V. 11, № 4. P. 294.
 56. Shephard R.J. Some consequences of polar stress: data from a transpolar ski-trek // Arctic Med. Res. 1991. V. 50, № 1. P. 25–29.
 57. Snodgrass J.J., Leonard W.R., Tarskaia L.A., Alekseev V.P., Krivoschapkin V.G. Basal metabolic rate in the Yakut (Sakha) of Siberia // Am. J. Hum. Biol. 2005. V. 17, № 2. P. 155–172.
 58. Snodgrass J.J., Sorensen M.V., Tarskaia L.A., Leonard W.R. Adaptive dimensions of health research among indigenous Siberians // Am. J. Hum. Biol. 2007. V. 19, № 2. P. 165–180.
 59. Steegmann A.T. Jr. Human cold adaptation: an unfinished agenda // Am. J. Hum. Biol. 2007. V. 19, № 2. P. 218–227.
 60. Tkachev A.V., Ramenskaya E.B., Bojko J.R. Dynamics of hormone and metabolic state in polar inhabitants depend on daylight duration // Arctic Med. Res. 1991. V. 50, № 6. P. 152–155.
 61. Vuori I. The heart and the cold // Ann. Clin. Res. 1987. V. 19, № 3. P. 156–162.

Поступила в редакцию 28.04.2012 г.

Утверждена к печати 07.12.2012 г.

Севостьянова Евгения Викторовна – канд. мед. наук, ст. науч. сотрудник лаборатории механизмов дизадаптации НЦ клинической и экспериментальной медицины СО РАМН (г. Новосибирск).

✉ Тел. 8-960-785-0557.

SOME FEATURES OF HUMAN LIPID AND CARBOHYDRATE METABOLISM IN THE NORTH

Sevostyanova Ye.V.

FSBI Scientific Center of Clinical and Experimental Medicine, Academy of Medical Sciences of SB RAMS, Novosibirsk, Russian Federation

ABSTRACT

In the review the current understanding of some clinically and pathogenetically meaningful features of the lipid and carbohydrate metabolism in the indigenous and migrant population of the North and equivalent areas of Siberia are stated. Physiological and pathophysiological importance of the changes in human metabolism in the North are discussed in connection with the processes of adaptation and disadaptation to extreme climatic and geographical factors.

KEY WORDS: North, metabolism, lipids, adaptation, dysadaptation.

Bulletin of Siberian Medicine, 2013, vol. 12, no. 1, pp. 93–100

References

1. Avtsyn A.P., Zhavoronkov A.A., Marychev A.G., Milovanov A.P. *Human pathology in the North*. Moscow, Meditsina Publ., 1985. 415 p. (in Russian).
2. Bichkaeva F.A. *Exchange of phospholipids and cholesterol esterification in the residents of the European North*. PhD. biol. sci. avtoref. diss. Arkhangelsk, 1999. 22 p. (in Russian).
3. Bichkaeva F.A., Zhilina L.P., Petrova T.B., Vlasova O.S. *Ecology of the Human*, 2008, no. 6, pp. 46–50 (in Russian).
4. Boyko E.R. *Physiological and biochemical basis of human life activity in the North*. Yekaterinburg, UrO RAN Publ., 2005. 191 p. (in Russian).
5. Boyko E.R., Tkachev A.V. *J. of aviation and ecological medicine*, 1994, no. 2, pp. 57–59. (in Russian).
6. Buganov A.A., Agbalyan A.A., Ionova I.E. *Medicine of the Work and Industrial Ecology*, 2003, no 4, pp. 25–28. (in Russian).
7. Vakhnina N.A. *Vestn. of Novosibirsk State University. Set: Biology, Clinical medicine*, 2011, no. 9, pp. 182–185. (in Russian).
8. Viru A.A. *Hormonal mechanisms of adaptation and training*. Leningrad, Nauka Publ., 1981. 151 p. (in Russian).
9. Vloshchinskiy P.E. *Carbohydrate and fat metabolism, and their relationship to the structure of nutrition among residents of the Far North*. Dr. med. sci. diss. Novosibirsk, 1999. 36 p. (in Russian).
10. Voevoda M.I., Romanova A.N., Ragino Yu.I., Semaeva E.V. *Bul. of Siberian Branch of RAMS*, 2010, no. 3, pp. 52–57 (in Russian).
11. Efimova L.P., Kudryashova V.E. *Preventive and Clinical Medicine*, 2009, no. 1, pp. 66–69 (in Russian).
12. Zaytseva O.I., Tereshchenko V.P., Kolodyazhnaya T.A., Dvoryashina E.M. *Siberian Medicine Review*, 2008, no. 3, pp. 18–21 (in Russian).
13. Kaznacheev V.P. *Mechanisms of human adaptation in the high latitudes*. Leningrad, Meditsina Publ., 1980. 200 p.
14. Kolomiytseva I.K. *Biochemistry*, 2011, no. 12, pp. 1604–1614 (in Russian).
15. Kochan T.I. *Ecology of a Human*, 2006, no. 10, pp. 3–7 (in Russian).
16. Kochan T.I. *Successes of physiological sciences*, 2007, no. 1, pp. 55–65 (in Russian).
17. Lutsenko M.T. *Byul. Physiology and Pathology of Breathing*, 1998, no. 1, pp. 1–14.
18. Manchuk V.T., Nadtochiy L.A. *Bul. of Siberian Branch of RAMS*, 2010, vol. 30, pp. 24–32 (in Russian).
19. Mataev S.I., Vasil'kova T.N. *Metabolic syndrome in the Far North*. Tyumen, BIK TyumGNGU Publ., 2011. 132 p. (in Russian).
20. Meerson F.Z. *Adaptation, stress, prevention*. Moscow, Nauka Publ., 1981. 229 p. (in Russian).
21. Nozdrachev K.G., Dogadin S.A., Manchuk V.T. *Siberian Medicine L. (Irkutsk)*, 2005, no. 1, pp. 74–78 (in Russian).
22. Panin L. E. *Bul. of Siberian Branch of RAMS*, 2010, no. 3, pp. 92–98 (in Russian).
23. Panin L.E. *Bul. of Siberian Branch of RAMS*, 2010, no. 3, pp. 6–11 (in Russian).
24. Panin L.E. *Energy aspects of adaptation*. Leningrad, Meditsina Publ., 1978. 192 p. (in Russian).
25. Panin L.E. *Neuroendocrine mechanisms of chronic stress. Mechanisms of human adaptation to high latitudes*. Leningrad, Meditsina Publ., 1980, pp. 35–60 (in Russian).
26. Petrova T.B., Bichkaev Ya.I., Bichkaeva F.A., Vlasova O.S., Tret'yakova T.V., Zhilina L.P. *Ecology of a Human*, 2009, no. 8, p. 12–18 (in Russian).
27. Pirogov A.B. *Byulleten' fiziologii i patologii dykhaniya*, 1998, no. 1, pp. 14–27 (in Russian).
28. Raengulov B.M., Istomin A.V., Mikhaylov I.G. *Kazan Medical J.*, 2001, no. 3, pp. 308–310 (in Russian).
29. Ryabova T.I., Popova T.V. *Dal'nevostochnyy meditsinskiy zhurnal*, 2010, no. 4, pp. 106–108 (in Russian).
30. Smirnova I.P. *Ecological and physiological conditioning in exchange of cholesterol and phospholipids of structural and metabolic funds of the female organism in the Far North*. PhD. biol. sci. avtoref. diss. Moscow, 1990. 17 p. (in Russian).
31. Snodgrass D.D., Rouv V.R., Tarskaya L.A., Klimova T.M., Fedorova V.I., Baltakhinova M.E., Krivoshapkin V.G. *Yakutskiy meditsinskiy zhurnal*, 2011, no. 2, pp. 1–14 (in Russian).
32. Solomatina L.V., Buganov A.A. *Profilaktika zabolevaniy i*

- ukreplenie zdorov'ya*, 2007, no. 5, pp. 34–35 (in Russian).
33. Sukhovey Yu.G., Petrov S.A., But A.A., Vorob'ev I.A., Chesnokova L.V., Beresneva L.A. *Ural'skiy meditsinskiy zhurnal*, 2011, no. 6, pp. 16–20 (in Russian).
 34. Tkachev A.V., Boyko E.R., Gubkina Z.D. i dr. *The endocrine system and metabolism in man in the North*. Syktyvkar: Komi NTs UrO RAN Publ., 1992. 156 p. (in Russian).
 35. Fateeva N.M., Abubakirova O.Yu. *Vestnik Tyumenskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2010, no. 3, pp. 78–83 (in Russian).
 36. Khasnulin V.I. *Introduction to Polar Medicine*. Novosibirsk, SO RAMN Publ., 1998. 337 p. (in Russian).
 37. Khasnulin V.I. *Byulleten' Sibirskogo otdeleniya Rossiyskoy akademii meditsinskikh nauk*, 2010, no. 3, pp. 78–85 (in Russian).
 38. Khasnulin V.I., Khasnulina A.V. Etnopsihofiziologicheskie survival mechanisms of Northern natives in extreme climatic geographical conditions. *Problems of Health and Social Development of the Arctic zone of Russia*. Moscow, Paulsen Publ., 2011, pp. 254–267 (in Russian).
 39. Tsukanov V.V., Nozdrachev K.G., Tonkikh Yu.L., Bronnikova E.P. *Byulleten' Sibirskogo otdeleniya Rossiyskoy akademii meditsinskikh nauk*, 2006, no. 2, pp. 100–104 (in Russian).
 40. Chanchaeva E.A. *Ekologiya cheloveka*, no. 3, pp. 31–34 (in Russian).
 41. Shubert E.E., Shubert E.E. *Severo-Vostochnyy nauchnyy zhurnal*, 2008, no. 2, pp. 41–48 (in Russian).
 42. Yurlova L.L., Odintsov S.V., Khasnulin P.V., Kuz'minova O.I., Pan'kina T.V., Khasnulin V.I., Selyatitskaya V.G. *Byulleten' Sibirskogo otdeleniya Rossiyskoy akademii meditsinskikh nauk*, 2006, no. 1, pp. 85–89 (in Russian).
 43. Bang H.O., Dyeberg J. Lipid metabolism and ischemic heart disease in Greenland Eskimos. *Adv. in nutritional research*. N.Y.: Plenum Press, 1980, pp. 1–22.
 44. Bojko E.R., Larsen T. Changes in the serum lipid profile in man during 24 months of Arctic residence. *Int. J. of Circumpolar health*, 1999, vol. 58, no. 3, pp. 170–175.
 45. Buiak M.A., Buganov A.A., Lobanov A.A., Popov A.I. Blood free radical oxidation indices in the inhabitants of the Yamal-Nenets Autonomous District. *Gig Sanit.*, 2010, vol. 2, pp. 39–42.
 46. Ebbeson S.O.E., Adler A.I., Risica P.M. et al. Cardiovascular disease and risk factors in three Alaskan Eskimo populations: The Alaska-Siberia project. *Int. J. Circumpol. Health*, 2005, vol. 64, no. 4, pp. 365–386.
 47. Farrace S., Cenni P., Tuozzi G., Casagrande M., Barbarito B., Peri A. Endocrine and psychophysiological aspects of human adaptation to the extreme. *Physiol. Behav.*, 1999, vol. 66, no. 4, pp. 613–620.
 48. Fernández-Riestra F.A., Garcés C., Lahoz C., Lasunción M.A., Castilla P., Viturro E., Cano B., de Oya M. Metabolic adaptation in the crew of the Hesperides on their Antarctic journey. *Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis.*, 2006, vol. 16, no. 7, pp. 494–499.
 49. Gordon D., Trost D., Hyde J. et al. Seasonal cholesterol cycles: the lipid research clinics coronary primary prevention trial placebo group. *Circulation*, 1986, vol. 76, no. 6, pp. 1224–1231.
 50. Gyllerup S., Lanke J., Lindholm L.H., Schersten B. Cold climate is an important factor in explaining regional differences in coronary mortality even if serum cholesterol and other established risk factors are taken into account. *Scott Med J.*, 1993, vol. 38, no. 6, pp. 169–172.
 51. Innis S.M., Kuhnlein H.V., Kinloch D. The composition of red cell membrane phospholipids in Canadian Inuit consuming a diet high in marine mammals. *Lipids*, 1988, vol. 23, no. 11, pp. 1064–1068.
 52. Lapinskii A.G., Etlis M.M. Various indicators of the lipid composition of erythrocyte membranes in healthy persons and in chronic alcoholics in the northeastern part of the USSR. *Zh. Nevropatol Psikhiatr Im S.S. Korsakova*, 1988, vol. 88, no. 9, pp. 121–125.
 53. Leonard W.R., Sorensen M.V., Galloway V.A., Spencer G.J., Mosher M.J., Osipova L., Spitsyn V.A. Climatic influences on basal metabolic rates among circumpolar populations. *Am. J. Hum. Biol.*, 2002, vol. 14, no. 5, pp. 609–620.
 54. Robinson D., Beva E.A., Hinohara S. et al. Seasonal variation in serum cholesterol levels – evidence from the UK and Japan. *Atherosclerosis*, 1992, vol. 95, pp. 15–24.
 55. Salomaa V., Korhonen H.J., Tuomilehto J., Vartiainen E., Pietinen P., Kartovaara L., Gref C.G., Nssinen A., Puska P. Serum cholesterol distribution, measurement frequency and cholesterol awareness in three geographical areas of Finland. *European Heart Journal*, 1990, vol. 11, no. 4, pp. 294.
 56. Shephard R.J. Some consequences of polar stress: data from a transpolar ski-trek. *Arctic Med Res.*, 1991, vol. 50, no. 1, pp. 25–29.
 57. Snodgrass J.J., Leonard W.R., Tarskaia L.A., Alekseev V.P., Krivoshapkin V.G. Basal metabolic rate in the Yakut (Sakha) of Siberia. *Am J Hum Biol.*, 2005, vol. 17, no. 2, pp. 155–172.
 58. Snodgrass J.J., Sorensen M.V., Tarskaia L.A., Leonard W.R. Adaptive dimensions of health research among indigenous Siberians. *Am J Hum Biol.*, 2007, vol. 19, no. 2, pp. 165–180.
 59. Steegmann A.T. Jr. Human cold adaptation: an unfinished agenda. *Am J Hum Biol.*, 2007, vol. 19, no. 2, pp. 218–227.
 60. Tkachev A.V., Ramenskaya E.B., Bojko J.R. Dynamics of hormone and metabolic state in polar inhabitants depend on daylight duration. *Arctic Med Res.*, 1991, vol. 50, no. 6, pp. 152–155.
 61. Vuori I. The heart and the cold. *Ann Clin Res.*, 1987, vol. 19, no. 3, pp. 156–162.

Sevostyanova Ye.V., Laboratory of mechanisms of disadaptation, FSBI Scientific Center of Clinical and Experimental Medicine, Academy of Medical Sciences of SB RAMS, Novosibirsk, Russian Federation

☒ Phone: +7-960-785-0557.