

DOI 10.52727/2078-256X-2021-17-38-43

ЛИПИДНЫЙ И ЭНДОКРИННЫЙ СТАТУС УЧАСТНИКОВ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНЫХ ЛЫЖНЫХ ПЕРЕХОДОВ В АРКТИКЕ**А. А. Розуменко, Л. М. Поляков***НИИ биохимии, ФИЦ фундаментальной и трансляционной медицины
630117, г. Новосибирск, ул. Тимакова, 2*

В работе представлен липидный и эндокринный статус у спортсменов — участников двух арктических лыжных переходов. Цель исследования — изучение основных показателей липидного обмена, содержания кортизола и инсулина у спортсменов в условиях длительных лыжных переходов в Арктике. **Материал и методы.** Проведено обследование спортсменов — участников двух лыжных полярных экспедиций. **Результаты.** После лыжных переходов у спортсменов выявлено значительное снижение в сыворотке крови концентрации суммарной фракции липопротеинов низкой и очень низкой плотности, а также сдвиг липопротеинового спектра крови в сторону увеличения содержания липопротеинов высокой плотности за счет подфракции второго типа. Динамика концентрации свободных жирных кислот в крови участников лыжных переходов в условиях Арктики носила разнонаправленный характер, выражающийся в повышении уровня свободных жирных кислот по сравнению с исходным в тренировочном походе и в снижении показателя на всех этапах похода к Северному полюсу относительной недоступности. В условиях тренировочного похода обнаружено увеличение концентрации кортизола в крови, а также содержания инсулина после окончания похода. В процессе похода к Северному полюсу относительной недоступности выявлено значительное уменьшение уровня кортизола в крови по сравнению с исходным подготовительным периодом, а также отсутствие значимых изменений в содержании инсулина на всех этапах перехода.

Ключевые слова: сыворотка крови, липидный обмен, липопротеины, кортизол, инсулин, Арктика, лыжные переходы.

Адаптация человека к экстремальным экологическим условиям северных территорий РФ, состояние его здоровья и работоспособность между собой тесно связаны. Это делает необходимым развитие целого направления здравоохранения — приполярной и арктической медицины. Поэтому в центре внимания должны стоять человек и система обеспечения его жизнедеятельности в экстремальных и субэкстремальных условиях существования. В этой связи следует отметить, что Арктика

открывает уникальную возможность для изучения изменений, протекающих в организме человека, находящегося под влиянием ряда неблагоприятных климатогеографических и социальных факторов.

На человека в высоких широтах действует комплекс экстремальных факторов, включающий низкие температуры, сильные ветры, контрастный фотопериодизм, радиационные, гравитационные и геомагнитные явления, психосоциальные факторы, особенности химического состава воды,

Розуменко Александр Анатольевич — канд. биол. наук, e-mail: alexandr.rozumenko@gmail.com

Поляков Лев Михайлович* — д-р. мед. наук, проф., ORCID0000-0001-5905-8969, e-mail: plm@niibch.ru

© Розуменко А. А., Поляков Л. М., 2021

воздуха, почвы, изменения характера питания. Адаптация человека к неблагоприятным факторам сопровождается перестройкой всех видов обмена веществ: белкового, жирового, углеводного, макро- и макроэлементного. Масштаб происходящих в организме человека перестроек позволил выделить особенный метаболический тип — «полярный», или «северный», который связан с переходом на новый уровень энергообеспечения, необходимый для проживания человека в экстремальных условиях высоких широт [1–7].

Обследование групп лиц, находящихся в экстремальных условиях высоких широт, дает обширную информацию для понимания эндокринно-метаболических взаимоотношений, происходящих в организме. Несомненный интерес в этом плане представляют научные экспедиции, участники которых выполняют интенсивную физическую нагрузку. Поэтому целью настоящего исследования являлось изучение основных параметров липидного обмена, содержания в крови кортизола и инсулина у спортсменов в условиях длительных лыжных переходов в Арктике.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В настоящей работе представлены результаты двух лыжных походов в условиях Арктики.

1. Выполнено обследование участников лыжного похода в районе г. Воркуты. Период проведения похода — январь–февраль 1985 г., продолжительность — 17 дней, протяженность — 450 км; количество участников — 20, возраст — 30–35 лет. Проводилось трехкратное обследование группы: фоновое по месту сбора в г. Москве, в середине похода на 10-й день и непосредственно после окончания похода.

2. Проведено обследование 11 спортсменов в процессе лыжного перехода в период полярной ночи по следующему маршруту: дрейфующая станция «Северный полюс-26» — Северный полюс относительной недоступности — дрейфующая станция «Северный полюс-27». Период проведения похода — январь–февраль 1986 г., продолжительность — 38 дней, протяженность — 700 км. Проводилось трехкратное обследование: перед началом похода (г. Москва), в середине похода на 20-й день и в первые два дня после окончания похода на дрейфующей станции «Северный полюс-27».

Забор крови проводили из локтевой вены натощак после ночного голодания. Разделение фракций липопротеинов сыворотки крови

выполняли с использованием диск-электрофореза в полиакриламидном геле [8]. Процентное соотношение фракций липопротеинов определяли путем элюирования участков диск-электрофореграмм 0,05%-м раствором тритона X-100 с последующим спектрофотометрическим измерением оптической плотности элюатов [9]. Концентрацию суммарных фракций липопротеинов низкой (ЛПНП) и очень низкой (ЛПОНП) плотности измеряли турбидиметрическим методом [10], концентрацию свободных жирных кислот — по методу Данкомба [11]. Содержание кортизола и инсулина определяли с использованием наборов СТЕРОН-К-125-I и РИО-ИНС-ПГ-125-I.

Статистическую обработку результатов исследования проводили путем вычисления среднего арифметического значения (M), стандартной ошибки среднего значения (m) и представляли в виде $M \pm m$. Для сравнения двух групп по одному признаку использовали t -критерий Стьюдента. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В целях подготовки для запланированного длительного многокилометрового лыжного перехода в период полярной ночи к Северному полюсу относительной недоступности спортсмены провели 17-дневный лыжный тренировочный поход в районе г. Воркуты протяженностью 450 км в условиях круглосуточного воздействия темноты. Показатели липопротеинового спектра сыворотки крови, содержания свободных жирных кислот, кортизола и инсулина в динамике тренировочного лыжного похода представлены в табл. 1.

Параметры показателей липидного обмена характеризовались снижением содержания в сыворотке крови суммарной фракции ЛПНП и ЛПОНП, а также сдвигом спектра липопротеинов в сторону увеличения уровня ЛПВП за счет подфракции ЛПВП-2. Обращает на себя внимание повышение концентрации свободных жирных кислот и кортизола во время тренировочного похода, а также повышение содержания инсулина после его окончания (в 1,8 раза).

В отличие от тренировочного 17-дневного лыжного похода, поход к Северному полюсу относительной недоступности продолжался 38 дней, а его протяженность составила более 700 км. Показатели липопротеинового спектра

Таблица 1

Липопротеиновый спектр сыворотки крови, содержание свободных жирных кислот, кортизола и инсулина в динамике тренировочного лыжного похода у спортсменов в районе г. Воркуты

Показатель (содержание)	До похода 1	В походе (10-й день) 2	После похода (17-й день) 3	р
ЛПОНП, %	1,1±0,5	1,5±0,3	1,3±0,3	p>0,05
ЛПНП, %	45,8±5,9	34,2±4,3	42,7±3,2	p ₁₋₂ <0,05
ЛПВП-2, %	25,3±3,1	37,4±3,0	33,8±,6	p ₁₋₂ <0,02 p ₂₋₃ <0,02
ЛПВП-3, %	27,7±3,4	26,9±2,0	22,2±1,7	–
ЛПОНП+ЛПНП, мг/100 мл	809±79	507±32	583±29	p ₁₋₂ <0,01 p ₂₋₃ <0,01 p ₁₋₃ <0,02
СЖК, ммоль/л	0,25±0,02	0,41±0,04	0,13±0,01	p ₁₋₂ <0,01 p ₂₋₃ <0,01 p ₁₋₃ <0,01
Кортизол, нмоль/л	388,5±30,7	524,5±35,0	367,4±33,5	p ₁₋₂ <0,01 p ₂₋₃ <0,01
Инсулин, пмоль/л	66,7±4,8	74,4±5,8	118,6±16,2	p ₁₋₃ <0,01 p ₂₋₃ <0,05

Примечание: СЖК – свободные жирные кислоты.

Таблица 2

Липопротеиновый спектр сыворотки крови, содержание свободных жирных кислот, кортизола и инсулина в сыворотке крови у спортсменов в процессе лыжного перехода в период полярной ночи к Северному полюсу относительной недоступности

Показатель (содержание)	До похода 1	В походе 2	Сразу после похода 3	р
ЛПОНП, %	1,6±0,7	1,6±0,3	0,4±0,2	p ₁₋₃ <0,05
ЛПНП, %	31,8±2,6	25,4±,2,2	30,0±4,5	p ₁₋₂ <0,05 p ₂₋₃ <0,05
ЛПВП-2, %	30,5±2,1	44,9±2,5	42,0±3,1	p ₁₋₂ <0,01 p ₁₋₃ <0,05
ЛПВП-3, %	36,0±1,5	28,1±1,6	27,5±2,3	p ₁₋₂ <0,05 p ₁₋₃ <0,05
ЛПОНП+ ЛПНП, мг/100 мл	722±85	462±50	526±62	p ₁₋₂ <0,01 p ₁₋₃ <0,05
СЖК, ммоль/л	0,36±0,04	0,21±0, 01	0,23±0,04	p ₁₋₂ <0,05 p ₁₋₃ <0,05
Кортизол, нмоль/л	663,4±66,1	374,3±88,2	498,6±51,2	p ₁₋₂ <0,01
Инсулин, пмоль/л	84,88±21,68	95,91±9,31	98,16±13,34	–

сыворотки крови, содержания свободных жирных кислот, кортизола и инсулина представлены в табл. 2.

Основные показатели липидного обмена у спортсменов в условиях полярной ночи оказались несколько сходными с результатами тренировочного похода (см. табл. 1): отмечалось снижение содержания в сыворотке крови суммарной фракции ЛПНП и ЛПОНП и сдвиг спектра липопротеинов в сторону увеличения концентрации ЛПВП за счет подфракции ЛПВП-2. Однако в отличие от тренировочного похода наблюдалось уменьшение уровня СЖК на протяжении всего перехода к Северному полюсу относительной недоступности. Кроме того, следует обратить внимание на факт значительного снижения в крови концентрации кортизола в походе по сравнению с периодом подготовки до перехода, а также на отсутствие значимых изменений в содержании инсулина на всех этапах перехода.

В период перехода к Северному полюсу относительной недоступности наблюдался относительный гиперкортицизм в подготовительный предподходный период ($p < 0,01$ по сравнению с уровнем кортизола в походе). Однако статистически значимых изменений в содержании кортизола на этапах перехода и после его окончания выявлено не было. Изменений в содержании инсулина на всех трех этапах перехода также не наблюдалось.

ОБСУЖДЕНИЕ

Обследование групп лиц, находящихся в экстремальных условиях высоких широт, дает ценную информацию для понимания различных эндокринно-метаболических взаимоотношений, происходящих в организме человека. Свообразными моделями отражения таких состояний являются исследования на группах спортсменов, находящихся под длительным влиянием физических и других стрессорных факторов. Эндокринно-метаболические сдвиги, а также характер метаболических изменений могут быть различными при сочетании и степени воздействия всех этих факторов.

Выявленное снижение в сыворотке крови концентрации суммарной фракции ЛПНП и ЛПОНП, по нашему мнению, могло быть связано с активным потреблением липидов на энергетические нужды. Сдвиг липопротеинового спектра в сторону относительного повышения

доли ЛПВП-2 может быть обусловлен уменьшением интенсивности обмена нейтральных липидов между фракциями ЛПОНП и ЛПВП [12]. Следует отметить, что подобное пониженное содержание в крови холестерина в ЛПНП и ЛПОНП нами наблюдалось у представителей коренного населения Арктической зоны РФ по сравнению с представителями пришлого населения [13].

Изменение метаболизма, наблюдаемое при различных стрессорных состояниях, невозможно понять без учета состояния эндокринного фона. При обследовании спортсменов обнаружено повышение уровня кортизола во время тренировочного лыжного похода, а также увеличение в 1,8 раза содержания инсулина по его окончании (см. табл. 1). Выявленные изменения в данном случае, по-видимому, могут быть связаны с интенсивно протекающими в организме процессами восстановления.

При обследовании спортсменов, участников из этой группы, в процессе сверхсложного лыжного похода по дрейфующим льдам в период полярной ночи к Северному полюсу относительной недоступности обнаружено парадоксальное уменьшение концентрации кортизола крови (см. табл. 2). Данный феномен можно объяснить увеличением уровня гормона в подготовительном периоде, который сопровождался повышенными физическими и психоэмоциональными нагрузками. Однако это не нашло отражения в содержании инсулина как перед походом, так и после него.

ВЫВОДЫ

1. У лыжников — участников двух арктических переходов, выявлено снижение в сыворотке крови концентрации суммарной фракции ЛПНП и ЛПОНП. Одновременно с этим наблюдался сдвиг липопротеинового спектра в сторону увеличения содержания ЛПВП за счет подфракции ЛПВП-2.

2. Динамика изменения концентрации СЖК в сыворотке крови участников двух лыжных переходов носила разнонаправленный характер, выражающаяся в ее повышении по сравнению с исходным уровнем в тренировочном походе и в снижении на всех этапах похода к Северному полюсу относительной недоступности.

3. Процесс тренировочного похода характеризовался относительным гиперкортицизмом по сравнению с исходным уровнем, отсутствием

изменений со стороны инсулина и значительным повышением содержания инсулина после окончания похода.

4. У спортсменов — участников перехода к Северному полюсу относительной недоступности, выявлено значительное снижение в крови концентрации кортизола в походе по сравнению с подготовительным периодом до похода, а также отсутствие изменений в содержании инсулина на всех этапах перехода.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

Conflict of interests. Authors declare lack of the possible conflicts of interests.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают глубокую признательность П. Е. Влощинскому, А. Р. Колпакову и Л. С. Останиной за практическую помощь и дружескую поддержку во время работы в Арктике. Авторы благодарят спортсменов, добровольно согласившихся принять участие в нелегких и порой болезненных медико-биологических исследованиях. Авторы глубоко признательны бывшему директору НИИ биохимии академику РАМН Л. Е. Панину за общее руководство работой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Панин Л. Е. Нейроэндокринные механизмы при хроническом стрессе. Механизмы адаптации человека в условиях высоких широт. Л.: Медицина, 1980: 35–60 с..
2. Казначеев В. П. Механизмы адаптации человека в условиях высоких широт. Л.: Медицина, 1980. 200 с.
3. Авцын А. П., Жаворонков А. А., Марычев А. Г., Милованов А. П. Патология человека на Севере. М.: Медицина, 1985. 415 с.
4. Хаснулин В. И. Введение в полярную медицину. Новосибирск: СО РАМН, 1998. 337 с.
5. Панин Л. Е. Человек в экстремальных условиях Арктики. Бюл. СО РАМН, 2010; 30 (3): 92–98.
6. Панин Л. Е. Гомеостаз и проблемы приполярной медицины (методологические аспекты адаптации). Бюл. СО РАМН. 2010, 30 (3): 6–11.
7. Панин Л. Е. Фундаментальные проблемы приполярной и арктической медицины. Бюл. СО РАМН, 2013; 33 (6): 5–10.
8. Маграчева Е. Я. Разделение липопротеидов сыворотки крови методом дискового электрофореза в полиакриламидном геле. Вопр. мед. химии, 1973; 19 (6): 652–655.
9. Поляков Л. М., Панин Л. Е. Метод количественного определения липопротеинов сыворотки путем элюирования участков диск-электрофореграмм тритоном X-100. Лаб. дело, 1975; (2): 113.
10. Климов А. Н., Ловягина Т. Н., Баньковская Э. Б. Турбидиметрический метод определения бета-липопротеидов и хиломикронов в сыворотке крови и тканях. Лаб. дело, 1966; (5): 276–279.
11. Duncombe W. G. The colorimetric micro-determination of non-etherified fatty acids in plasma. Clin. Chim. Acta, 1964; 9: 12–25.
12. Mann C. J., Yen F. T., Graant A. M., Bihain B. E. Mechanism of plasma cholesterol ester transfer in hypertriglyceridemia. J. Clin. Invest., 1991; 88: 2059–2066.
13. Поляков Л. М., Розуменко А. А., Осипова Л. П., Куницин В. Г., Гольцова Т. В. Липидный спектр сыворотки крови у представителей коренного и пришлого населения Ямало-Ненецкого автономного округа. Сиб. науч. мед. журн., 2017; 37 (6): 66–69.

LIPID AND ENDOCRINE STATUS OF PARTICIPANTS OF LONG SKI CROSSINGS IN THE ARCTIC

A.A. Rozumenko, L.M. Polyakov

*Institute of Biochemistry of Federal Research Center for Fundamental
and Translational Medicine 630117, Novosibirsk, Timakov str., 2*

The paper presents the lipid and endocrine status of athletes — members of the two Arctic long ski crossings. The aim of the study was to study the main indicators of lipid metabolism, cortisol and insulin content in athletes during long skiing in the Arctic. **Material and methods.** A survey of sportsmen-participants of two polar long ski crossings. **Results.** A significant decrease in the concentration of the total fraction of low and very low density lipoproteins in the blood serum was revealed in male athletes — participants of two long Arctic ski crossings. At the same time, a shift in the lipoprotein spectrum of blood towards an increase in the content of high density lipoproteins due to the second type of subfraction was revealed. The dynamics of the concentration of free fatty acids in the blood of participants in ski crossings in the Arctic was of a multidirectional nature, expressed in an increase in the level of free fatty acids compared to the initial level in the training trip and in a decrease in the level of free fatty acids at all stages of the trip to the North Pole of relative inaccessibility. During the training hike an increase in the level of cortisol in the blood was revealed, as well as an increase in the insulin content after the end of the hike. During the transition to the North Pole of relative inaccessibility a significant decrease in blood cortisol concentration compared with the preparatory period was revealed, as well as the absence of significant changes in insulin content at all stages of the transition.

Keywords: blood serum, lipoproteins, cortisol, insulin, Arctic, long ski crossings.

*Статья поступила 28.01.21
Принята к печати 03.03.21*