

О СВЯЗИ ТИОЛУРОХРОМНОГО СТАТУСА ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА С КОСМОФИЗИЧЕСКИМИ ФАКТОРАМИ

В.В. Иванов¹, Э.С. Горшков¹, В.В. Соколовский²

1. Санкт-Петербургский филиал Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн РАН, Санкт-Петербург, Россия

2. Институт аналитического приборостроения РАН, Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. Проведен количественный анализ связи динамики содержания пигментов в моче с динамикой тиолов и космофизических индексов (у одного испытуемого в экстремальных условиях Антарктики за период февраль 2001 г. – январь 2002 г.) по соотношению концентраций тиолов и урохрома - C_{sn}/C_{ur} (тиолуроухромного отношения – ТУрО). Установлены общность и различия ритмов флуктуаций ТУрО с периодами вариаций целого ряда космофизических факторов. Показано, что с помощью ТУрО, характеризующего связь двух автономных, но функционально связанных друг с другом антиоксидантных систем, можно проводить оценку антиоксидантного статуса организма в любой момент времени. Получены новые свидетельства участия тиолуроухромной системы в механизмах действия космофизических факторов на антиоксидантную защиту, неспецифическую резистентность и адаптационные возможности организма.

1. Введение

Обнаружение связи динамики содержания пигментов в моче с динамикой тиолов и космофизических индексов поставило перед нами вопрос о природе этих пигментов и привело к попытке количественной характеристики данной связи по соотношению концентраций тиолов и урохрома C_{sn}/C_{ur} - тиолуроухромного отношения. Это и определило цель работы. При этом мы полагали, что физиологические колебания степени разбавления мочи должны сопровождаться пропорциональными сдвигами величин концентраций тиолов и урохрома, и, следовательно, не будут приводить к изменениям их соотношения. Это соображение было верифицировано следующим образом. Анализ взаимосвязей составляющих ТУрО (C_{sn} и C_{ur}) и объемов разовых порций мочи (V_p) показал, что ход показателя C_{sn}/C_{ur} на интервале V_p от 55 до 240 мл практически не меняется ($C_{sn}/C_{ur} = 1.46 \pm 0.2$). Резкое изменение ТУрО (связанное, как это следует из результатов сопоставления биохимических показателей, с ускоренным, по сравнению с C_{sn} , падением уровня C_{ur}) наблюдается для $V_p > 275$ мл, т.е. в случаях сильно разбавленной мочи. Таким образом, средний уровень отношения, равный 1.46 ± 0.2 , сохраняющий свою независимость от объемов исследуемых порций мочи, варьирующих в пределах от 55 до 240 мл, может быть принят за индивидуальную норму. А нарушения закономерности при выходе ТУрО за указанные пределы ($C_{sn}/C_{ur} < 1.26$ или $C_{sn}/C_{ur} > 1.66$) могут являться признаком дисфункции или влияния внешнего фактора, а не результатом разбавления мочи. При непременном соблюдении этого условия выход ТУрО за границы нормы можно воспринимать как проявление ответной реакции организма на внешнее воздействие и как признак дисбаланса функциональной активности двух важных звеньев механизма редокс регуляции.

2. Методика проведения эксперимента

В соответствии с планом выполнения задания по изучению влияния вариаций космогеофизиологических факторов на природные процессы в период 29.01.2001 г. – 26.01.2002 г. на полярной станции Восток (Антарктида) проведены мониторинговые исследования биохимического механизма адаптации человека на основе биохимического и биоритмологического анализов состояния тиолового звена антиоксидантной защиты. Методические рекомендации по проведению биохимического анализа мочи были выработаны по результатам предварительных экспериментов, выполненных в С.-Петербурге. В начальный период пребывания на станции Восток эти рекомендации были адаптированы к местным условиям. Концентрацию тиолов в моче определяли спектрофотометрическим методом Элмана [1] с использованием калибровочной кривой. Определение концентрации урохрома было основано на обнаруженной способности урохрома мочи поглощать свет с той же длиной волны, что и тионитробензойная кислота (реактив Элмана), с использованием калибровочной кривой для определения концентрации тиолов в моче. Измерение оптической плотности растворов проводилось на фотоэлектрическом микрофотокolorиметре МКМФ-1 с фиолетовым светофильтром (длина волны 425 нм). Ежедневно осуществлялся отбор и анализ всех физиологических проб мочи (в среднем 7 - 8 раз в сутки, общим числом 2834) с определением объема каждой пробы мочи, количества и концентрации тиолов - $\sum_{sn}$, C_{sn} и урохрома - $\sum_{ur}$, C_{ur} , а также отношения C_{sn}/C_{ur} - ТУрО.

3. Результаты исследований и их обсуждение

Анализ динамики ТУрО (C_{sn}/C_{ur}) за период 29.01.2001 г. – 26.01.2002 г. показал, что данное отношение изменялось в диапазоне 0.15 – 4.2. При этом 81% данных – из интервала 1.0 – 2.0. Закон распределения показателя близок к нормальному. Суточное распределение показателя носит практически монотонный характер. Результаты исследования показали, что с течением времени величина ТУрО претерпевает изменения, имеющие альтернативный характер (уменьшение или увеличение) и очевидную связь с состоянием окружающей среды. Так, динамика средних за неделю уровней отношения C_{sn}/C_{ur} (рис. 1) хорошо согласуется с такими сезонными факторами, как смена полярного дня и полярной ночи. На границе, определяющей начало полярной ночи (12-18 недели), $C_{sn}/C_{ur} \sim 1.1$ и имеет минимальное значение. С появлением Солнца над горизонтом и началом полярного дня (33-41 недели) уровень отношения достигает максимума ~ 2 . На оставшихся интервалах имеют место колебания показателя в пределах установленной нормы 1.46 ± 0.2 (в диапазоне, ограниченном горизонтальными штрихпунктирными линиями).

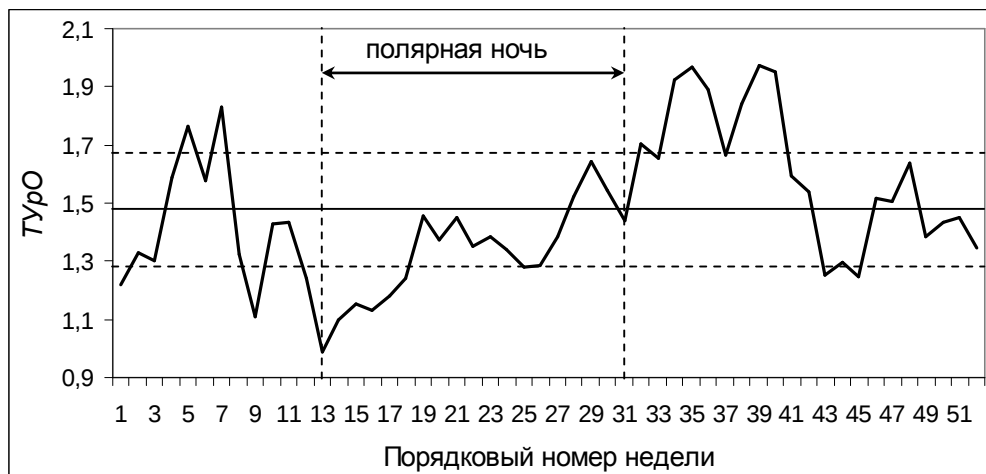


Рис. 1. Динамика средних за неделю уровней отношения C_{sn}/C_{ur}

Спектральный Фурье-анализ выявил наличие в спектре отношения основных гармоник с периодами 39.38, 42.67, 51.2, 46.55, 73.14, 34.13, 28.44 и 14.22 сут. Можно видеть, что некоторые из периодов весьма близки по своим значениям к периодам: вариаций показателей состояния солнечной и геомагнитной активности; флуктуаций отношения концентраций тиролов и урохрома; вариаций основных неравенств в геоцентрической эклиптической долготе Луны, обусловленных возмущениями от Солнца, а именно – эвекции и (в меньшей степени) вариации. В частности, наблюдаются ритмы 34.13 и 14.22 сут близкие к периоду эвекции (31.8 сут) и вариации (14.8 сут). Один из ритмов солнечной и геомагнитной активности 44.0 ± 1.0 суток является во флуктуациях C_{sn}/C_{ur} определяющим и проявляется в спектре в виде первых гармоник с периодами 39.38 и 42.67 сут. Основной период СА, представленный в спектре гармоникой с периодом 28.44 сут, проявлен слабо.

Сопоставление полиномиальных трендов ТУрО (исходного ряда показателей и флуктуаций, в которых данный тренд отсутствует) с составляющими уравнения времени (УВ) [2] показало наличие обратной корреляции с 1-й составляющей УВ ($r = -0.81$) и прямой – со второй ($r = 0.34$) (рис. 2-а, б).

При этом изменения трендов ТУрО происходят с отставанием по фазе $\sim$ на месяц от изменений как 1-й, так и 2-й составляющих УВ. При сдвиге 1-й и 2-й составляющих УВ относительно ТУрО по ходу времени на месяц коэффициенты корреляции составили, соответственно, -0.86 и 0.78. Причиной отставания по фазе данного биохимического показателя является несовпадение (примерно на месяц) времени начала исследования и начальных точек составляющих УВ, а также действие эндогенного фактора, связанного с адаптацией организма человека к экстремальным условиям. При этом амплитуды волн полиномиальных трендов показателя относительно среднего уровня оказались хорошо выраженными: 30 и 22%.

При сопоставлении ТУрО с солнечной активностью оказалось, что корреляция между ними повышалась по мере приближения и наступления полярного дня после продолжительной полярной ночи: для всего периода коэффициент корреляции составил 0.09, для интервала от середины полярной ночи до конца работы - 0.46, на этапе окончания полярной ночи (конец работы) - 0.51.

Проведено исследование влияния фаз Луны на уровень C_{sn}/C_{ur} . Получено достоверное и однозначное изменение ТУрО относительно двух солнечных и одного лунного затмений: показатель вышел за пределы как верхнего - 1.66, так и нижнего - 1.26 уровней. Рис. 3 иллюстрирует характерную для затмений динамику отношения C_{sn}/C_{ur} на интервале примерно 3-х дней, включающем солнечное затмение

(21.06.2001 г. в 18.59). Верхняя и нижняя горизонтальные штрихпунктирные линии – границы нормы. Интервал времени между взятием 9-й и 14-й пробы составляет 18 час.

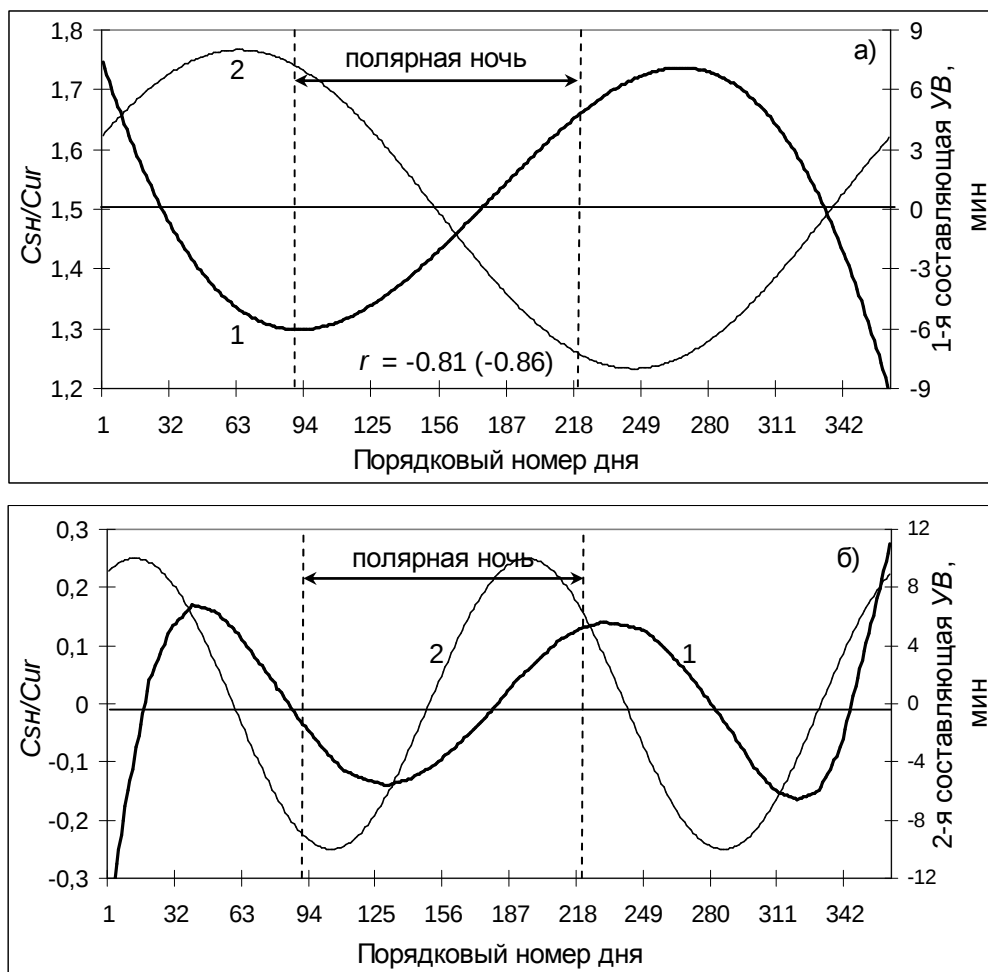


Рис. 2. Сопоставление полиномиальных трендов, полученных для среднесуточных флуктуаций C_{sn}/C_{ur} и их отклонений (кривые 1-а, 1-б) и составляющих УВ (2-а, 2-б).



Рис. 3. Динамика отношения C_{sn}/C_{ur} на интервале, включающем солнечное затмение (вертикальная штрихпунктирная линия – центр затмения).

Проанализировано изменение C_{sn}/C_{ur} в банные дни (более 40) для времени проведения “мероприятия” с 9 до 12 и с 13 до 16 час (рис. 4, вертикальная штрихпунктирная линия – “центр

мероприятия”). В первом случае (кривая 1) снижение уровня C_{sn}/C_{ur} с ~ 1.5 до минимума ~ 1.12 наступало после взятия пяти проб мочи (примерно через 8-10 час после воздействия исследуемого фактора), во втором (2) - произошел лишь кратковременный спад показателя с ~ 1.55 до минимума ~ 1.34 , а затем восстановление до исходного уровня. При этом воздействие “теплового” фактора в утренние часы оказалось более эффективным (показатель вышел за пределы нижнего уровня нормы 1.26, нижняя горизонтальная штрихпунктирная линия).

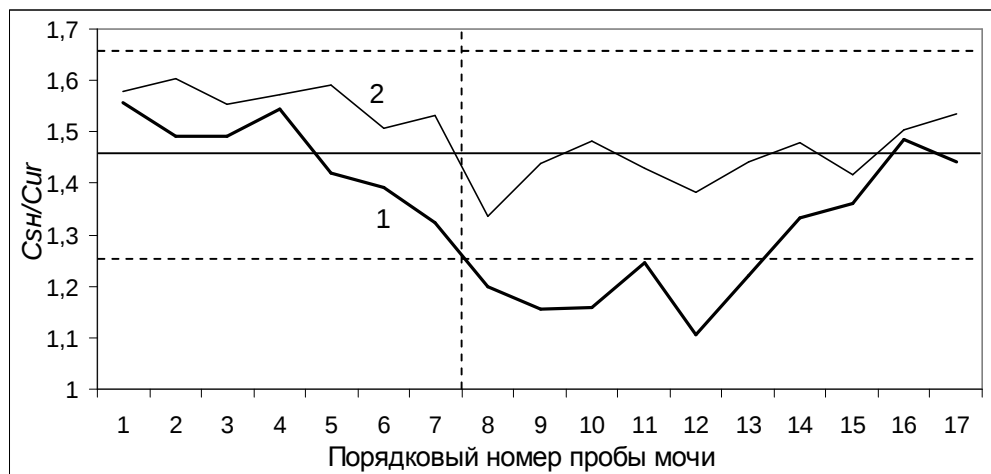


Рис. 4. Динамика отношения C_{sn}/C_{ur} в банные дни (усредненные за год данные) для времени проведения “мероприятия” с 9 до 12 (кривая 1) и с 13 до 16 (2) час.

Таким образом, отношение C_{sn}/C_{ur} свидетельствует о существовании связи показателя с влиянием окружающей среды. В частности, с вариациями гравитационного поля, с солнечно-лунными явлениями, сменой сезонов года. Появляется возможность объективного и количественного анализа реакции организма на космогеофизические факторы. Независимость ТУрО от объема разовой порции мочи создает возможность оценки реакции организма на любое внешнее воздействие с использованием небольшого числа разовых проб мочи в клинической и спортивной медицине, при разных формах патологии, в экологических исследованиях и т.д.

С помощью ТУрО, характеризующего связь двух (разных) автономных, но функционально связанных друг с другом антиоксидантных систем, можно определять антиоксидантный статус организма в любой момент времени и получать информацию о состоянии адаптационных способностей организма и его неспецифической резистентности. В свете литературных данных эти факты могут рассматриваться как свидетельство участия тиолуросхромной системы в механизмах действия космофизических факторов на антиоксидантную защиту, неспецифическую резистентность и адаптационные возможности организма.

Список литературы

1. Ellman G. Tissue sulfhydryl groups //Archives of biochemistry and biophysics. - 1959. - V. 82. - P. 70-77.
2. Иванов А.А. Курс астрономии. Л, М.: Изд. Главсевморпути. 1940. 303 с.