

ОЦЕНКА АНТРОПОЛОГИЧЕСКОГО НАПРЯЖЕНИЯ ЖЕНЩИН ПРИШЛОГО НАСЕЛЕНИЯ ПРИ ДОЛГОВРЕМЕННОЙ АДАПТАЦИИ К УСЛОВИЯМ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

В статье представлены результаты оценки уровня антропологического напряжения в динамике долговременной адаптации беременных женщин к условиям Крайнего Севера методом корреляционной адаптометрии. Определены периоды и качественные характеристики.

Ключевые слова: экология Крайнего Севера, долговременная адаптация, лимфоциты, метаболизм, корреляционная адаптометрия.

V.P. Novitskaya, S.S. Baksheeva, I.V. Shilina

THE ANTHROPOLOGICAL TENSION ASSESSMENT OF THE ALIEN POPULATION WOMEN IN THE LONG-TERM ADAPTATION TO THE FAR NORTH CONDITIONS

The assessment results of the anthropological tension level in the dynamics of the long-term adaptation of the pregnant women to the Far North conditions by the method of the correlation adaptometry are presented in the article. The periods and qualitative characteristics are defined.

Key words: Far North ecology, long-term adaptation, lymphocytes, metabolism, correlation adaptometry.

Введение. Исследование процесса долговременной адаптации человека к экологическим условиям Крайнего Севера в настоящее время сохраняет свою актуальность в связи с необходимостью миграции населения из различных регионов и со значительными антропогенными изменениями окружающей среды. Отрицательные изменения окружающей среды вызывают в популяции человека антропоэкологическое напряжение. Это своего рода стрессовая реакция на популяционном уровне, которая вызывает у членов популяции состояние, промежуточное между здоровьем и болезнью.

Напряжённое функционирование различных систем организма, направленное на сохранение гомеостаза в изменившихся условиях проживания, называют антропоэкологическим напряжением [1], которое в свою очередь может перейти в некомпенсированное состояние антропоэкологического утомления с развитием «экологически зависимых болезней».

Экстремальные условия Крайнего Севера с наличием непривычной для человека фотопериодичностью, очень низкими температурами на протяжении большей части года могут способствовать формированию антропоэкологического напряжения и утомления. Техногенные изменения окружающей среды в промышленных городах Заполярья вносят дополнительный вклад в комплекс отрицательных воздействий на человека.

Иммунная система, как одна из важнейших гомеостатических систем, является индикатором адаптационных возможностей организма [1, 2]. Клеточные элементы крови, как компоненты иммунной системы, участвуют в адаптивных реакциях, в том числе и в условиях Крайнего Севера [2, 3]. Уровень функционирования иммунной системы поддерживается механизмами нейро-эндокринной регуляции в результате изменения как внутрисистемных, так и межсистемных взаимосвязей клеток крови [4, 5]. При этом изменчивость уровня этих связей составляет важнейший резерв адаптации организма. Нами в качестве интегрального показателя оценки степени антропоэкологического напряжения выбраны корреляционные связи системы метаболических параметров лимфоцитов крови.

При сравнительном анализе популяций и групп, находящихся в различных экологических условиях, получен следующий эффект: наибольшую информацию о степени адаптированности популяции к экстремальным или просто изменившимся условиям несут корреляции между физиоло-

гическими параметрами [4, 6, 7, 8]. При увеличении адаптационной нагрузки уровень корреляций повышается, а в результате успешной адаптации снижается. Показано, что этот эффект связан с организацией системы факторов [4, 6].

Исследования механизмов долговременной адаптации женщин к неблагоприятным факторам северной среды и одновременно к состоянию беременности единичны и не отражают всю сложность формирования приспособительных реакций организма. В настоящее время проблема раннего выявления и профилактика экологически обусловленных заболеваний является одним из приоритетных направлений в медицине. Нами предпринята попытка исследования адаптационных реакций у беременных женщин с точки зрения динамики корреляционных взаимодействий в системе метаболических показателей лимфоцитов.

Цель исследований. Оценить степень антропоэкологического напряжения у беременных женщин пришлого населения при долговременной адаптации к экологическим условиям Крайнего Севера методом корреляционной адатометрии.

Объекты и методы исследований. Север занимает 64 % площади Российской Федерации. На Крайнем Севере экстремальность влияния на человеческий организм определяется в основном длительной и суровой зимой, коротким холодным летом, резким нарушением обычной для умеренного климата фотопериодичности, что неизбежно связано с явлением «светового голодания» во время полярной ночи и «светового излишества» во время полярного дня плюс пустыньность ландшафта, бедность флоры и фауны. Исследования проведены в г. Норильске. Город расположен на Таймырском полуострове (широта $69^{\circ}20'$, долгота $88^{\circ}18'$, высота над уровнем моря 60 м). Город Норильск является крупным промышленным центром, в котором расположены предприятия, связанные с производством меди и никеля.

В родильных домах г. Норильска было обследовано 80 беременных женщин первого периода родов в возрасте 20–39 лет. Беременные женщины были разделены на четыре группы по длительности жизни и работы в условиях Севера до родов: 1-я группа – до 3 лет, 2-я – от 3 до 10 лет, 3-я – свыше 10 лет, 4-я группа – женщины, родившиеся на Севере. Группы были сопоставимы по возрасту. Каждая состояла из практически здоровых женщин, не работающих на вредных производствах, не имеющих хронических заболеваний, не подвергавшихся вакцинации и не болевших чем-либо в период беременности. В лимфоцитах периферической крови женщин всех групп цитохимическим методом определялась активность ферментов – маркёров метаболических путей: цикла Кребса – сукцинатдегидрогеназа (СДГ; 1.3.99.1); глицерофосфатного шунта, соединяющего гликолиз с циклом Кребса, – глицерол-3-фосфатдегидрогеназамитохондриальная (ГФДГ; 1.1.99.5); гликолиза – лактатдегидрогеназа (ЛДГ; 1.1.1.27) и её аэробный изофермент (Н-ЛДГ; 1.1.1.27) [9] для суждения об активности аминоксидазного пути окисления моноаминов – моноаминоксидаза (МАО; Е.С. 1.4.3.4) по [10].

Для обработки результатов исследований применяли пакет программ «Statistika 6.1». Определялось количество достоверных корреляционных связей между ферментными показателями лимфоцитов по данным ранговой корреляции Спирмена в общем числе рассмотренных коэффициентов корреляции (r) и степень выраженности этих связей определяли по среднему коэффициенту корреляции (\bar{r}) и корреляционному графу (G). По методу корреляционной адатометрии оценивалась степень связности параметров с помощью веса корреляционного графа (G), рассчитываемого как сумма достоверных коэффициентов парной корреляции:

$$G = \sum |r_{ij}|, \quad |r_{ij}| \geq 0,5,$$

где r_{ij} – коэффициент корреляции между i -м и j -м показателями. Принимались во внимание только достоверные коэффициенты корреляции ($p < 0,05$ и выше) [11].

Результаты исследований и их обсуждение. Первичный анализ полученных результатов был связан с количественной оценкой средней активности ферментов лимфоцитов по группам [12]. Проведённое исследование показало, что метаболизм лимфоцитов беременных женщин

пришлого населения Севера имеет свои особенности. У женщин пришлое населения г. Норильска уровни окислительно-восстановительных ферментов лимфоцитов (СДГ, ГФДГ, ЛДГ, Н-ЛДГ) были ниже, чем у лиц, проживающих в зоне средних широт. Изучение динамики антропоэкологического напряжения у беременных женщин по весу корреляционного графа позволяет увидеть следующие закономерности (табл.).

Корреляционные связи показателей активности ферментов лимфоцитов у беременных женщин перед родами в зависимости от длительности проживания на Севере (г. Норильск, пришлое население; $p < 0,05$)

Группа	Длительность проживания матери на Севере,			
	До 3 лет			
	Показатель	r	ř	G
I	СДГ – ГФДГ	0,49	-	-
	СДГ – ЛДГ	0,74	0,61	1,22
	От 3 до 10 лет			
II	СДГ – ГФДГ	0,69	-	-
	СДГ – ЛДГ	0,88	0,78	3,12
	ГФДГ – МАО	-0,62	-	-
	ЛДГ – Н-ЛДГ	0,94	-	-
	Свыше 10 лет			
III	СДГ – ГФДГ	0,97	-	-
	СДГ – ЛДГ	0,87	-	-
	СДГ – Н-ЛДГ	0,87	0,94	5,67
	ГФДГ – ЛДГ	0,99	-	-
	ГФДГ – Н-ЛДГ	0,98	-	-
	ЛДГ – Н-ЛДГ	0,99	-	-
	С рождения			
IV	СДГ – Н-ЛДГ	0,83	-	-
	МАО – ЛДГ	-0,86	0,85	1,69

Неблагоприятное воздействие экологических условий среды на процесс адаптации начинается с более низких показателей среднего коэффициента корреляции и веса корреляционного графа ($G=1,22$) у женщин 1-й группы, живущих на Севере менее 3 лет, чем у женщин последующих групп. С увеличением северного стажа женщин антропоэкологическое напряжение растёт. Например, у женщин 2-й группы (живущих на Севере от 3 до 10 лет) скоррелированность показателей повышается ($G=3,12$), достигая максимальных значений у женщин 3-й группы, свыше 10 лет проживших на Севере ($G=5,67$). С ростом северного стажа у лиц, родившихся в Норильске, наступает состояние адаптированности – антропоэкологическое напряжение падает, вес корреляционного графа снижается ($G=1,69$). Таким образом, динамика долговременной адаптации беременных женщин к условиям Севера имеет колебательный характер с максимумом антропоэкологического напряжения у женщин 3-й группы.

У женщин 2-, 3-й групп повышенные значения веса корреляционного графа по координированности метаболических процессов в лимфоцитах крови отражают высокую степень антропоэкологического напряжения при адаптации к экологическим условиям северной среды. Существование эффекта повышения корреляций между физиологическими параметрами при увеличении адапционной нагрузки подтверждают и литературные данные [4, 7, 10, 12]. Механизмы данных соотно-

шений могут быть объяснены изменением генетико-гормональной регуляции активности ферментных систем на каждом этапе долговременной адаптации организма к экологическим условиям Севера, что доказано многими исследованиями [13, 14]. В качестве фактора, способного модифицировать активность ферментов и структуру взаимосвязей, может выступать также система гипофиз-кора надпочечников [2].

Весьма существенным и информативным в оценке адаптационных механизмов будет анализ качественного состава внутриклеточных показателей метаболизма лимфоцитов. По их характеру можно заключить, что в группе женщин, живущих менее 3 лет в Заполярье, определяются две корреляции между показателями энергетического обмена в митохондриях и цитозоле, средний коэффициент корреляции в этой группе самый низкий ($r = 0,61$). Среди этих связей определяется координированно действующая пара митохондриальных ферментов лимфоцитов СДГ – ГФДГ, такая связь обычно возникает при снижении уровня клеточной энергетики, при этом компенсаторно включается гликолиз – связь СДГ – ЛДГ.

С увеличением северного стажа во 2-й группе женщин количество корреляций и их теснота возрастают. Сохраняются две связи, выявленные в предыдущей группе, но они более тесные. Появление новых связей ГФДГ – МАО и ЛДГ – Н-ЛДГ свидетельствует, что увеличение длительности воздействия северной среды повышает антропоэкологическое напряжение у женщин 2-й группы, обусловленное, прежде всего, низким уровнем энергетических, катаболических и пластических реакций в клетках иммунной системы в этот период адаптации [7, 9].

Более неблагоприятная картина наблюдалась в иммунокомпетентных клетках крови женщин, живущих на Севере свыше 10 лет. Судя по представленным в таблице величинам, в этот период определяется максимальное количество достаточно сильных корреляционных связей, в основном положительных, свидетельствующих о высокой степени антропоэкологического напряжения организма в этот период. Сохраняются связи, отмеченные в предыдущей группе: СДГ – ГЗФДГ, СДГ – ЛДГ и ЛДГ – Н-ЛДГ, но они более тесные. Отмечалась стабильная корреляционная связь между общей активностью ЛДГ и изоферментом Н – ЛДГ, обусловленная субстратной и коферментной зависимостью, но у женщин 3-й группы эта связь была самая прочная ($r=0,99$). Связи ГФДГ – ЛДГ и ГФДГ – Н-ЛДГ отражают синхронизацию работы глицерофосфатного «челночного» шунта в лимфоцитах и гликолиза.

У женщин 4-й группы с увеличением длительности проживания на Севере (с рождения живущих на Севере) происходит формирование более экономных механизмов адаптации. В этот период в 3 раза уменьшается количество корреляционных связей относительно группы женщин, живущих на Севере свыше 10 лет. Характер выявленных связей между ферментами митохондрий и гликолиза (СДГ – Н-ЛДГ, МАО – ЛДГ) отражает повышение координации энергетических и регуляторных реакций в лимфоцитах женщин, живущих на Севере с рождения. Отрицательная связь МАО – ЛДГ свидетельствует о том, что при повышении уровня моноаминов ингибируется активность гликолиза.

Используемый в работе метод корреляционной адаптометрии позволил выявить периоды, динамику и степень антропоэкологического напряжения у беременных женщин пришлого населения Крайнего Севера, а также изменение структуры и качества корреляционных связей между показателями метаболизма лейкоцитов при долговременной адаптации к экологическим условиям северной среды. Выявленные особенности адаптационной динамики методом корреляционной адаптометрии могут служить информационным критерием к назначению иммунокорректирующей терапии в эти периоды долговременной адаптации.

Выводы

1. Показатель скоррелированности параметров метаболизма лимфоцитов может быть использован для интегральной оценки степени антропоэкологического напряжения при долговременной адаптации беременных женщин к условиям Севера.

2. Динамика долговременной адаптации беременных женщин определяется в виде колебательного процесса: повышение антропоэкологического напряжения приходится на стаж от 3 до 10 лет и свыше 10 лет жизни на Севере, а наименьшее напряжение – в период менее 3 лет жизни на Севере и с рождения.

3. Отмеченные различия в динамике антропоэкологического напряжения у беременных женщин на Севере указывают на специфичность адаптационных перестроек, характерную для каждой из групп, что обуславливает переориентирование метаболических процессов в лимфоцитах и определяет их иммунореактивность

Литература

1. *Казначеев В.П.* Учение В.И. Вернадского о биосфере и ноосфере. – М.: Либроком, 2010. – 250 с.
2. Роль иммунной системы в выборе адаптационной стратегии организма / *И.А. Волчегорский, И.И. Долгушин, О.Л. Колесников* [и др.]. – Челябинск. 1998. – 211 с.
3. *Бойко Е.Р., Козловская А.В.* Сезонные показатели новорожденных в условиях Европейского Севера // *Физиология человека.* – 2005. – № 6. – С. 49–53.
4. *Горбань А.Н., Манчук В.Т., Петушкова Е.В.* Динамика корреляций между физиологическими параметрами при адаптации и эколого-эволюционный принцип полифакториальности // *Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем.* – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – Т. 10. – С. 187–198.
5. *Булыгин Г.В., Камзалакова Н.И., Андрейчиков А.В.* Метаболические основы регуляции иммунного ответа. – Новосибирск: Изд-во СО РАМН, 1999. – 346 с.
6. *Разжевайкин В.Н., Шпитонков М.И., Герасимов А.Н.* Применение метода корреляционной адаптометрии в медико-биологических задачах. Исследование операций (модели, системы, решения). – М.: ВЦ РАН, 2002. – С. 51–55.
7. Метод корреляционной адаптометрии в оценке антропоэкологического напряжения популяций / *В.П. Кондратьева (В.П. Новицкая), Е.В. Смирнова, В.П. Терещенко* [и др.] // *Межвуз. сб. науч. тр.* – Красноярск, 1996. – С. 55–66.
8. *Полонская М.Г.* Исследование динамики корреляционных связей между физиологическими параметрами на разных стадиях патологического процесса: автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук. – Красноярск, 1992. – 18 с.
9. *Нарциссов Р.П.* Применение п-нитротетразолия фиолетового для количественного цитохимического определения дегидрогеназ лимфоцитов человека // *Архив анатомии.* – 1969. – № 5. – С. 85.
10. *Кондратьева В.П., Эренбург Б.Е.* Модификация методики цитохимического выявления моноаминоксидазы // *Лаб. дело.* – 1981. – № 3. – С. 167.
11. Корреляционная адаптометрия как метод диспансеризации населения / *К.Р. Седов, А.Н. Горбань, Е.В. Петушкова* [и др.] // *Вестн. АМН СССР.* – 1988. – № 10. – С. 69–75.
12. *Новицкая В.П.* Экологические аспекты формирования метаболизма лимфоцитов в онтогенезе жителей Крайнего Севера и Сибири: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Красноярск, 2012. – 33 с.
13. *Пирогов А.Б.* Нейроэндокринная организация механизма долговременной адаптации северо-востока России // *Физиология человека.* – 1993. – Т. 19. – № 2. – С. 149–155.
14. *Шварёва Н.В.* Гормональные механизмы долговременной адаптации человека к условиям Севера // *Физиология человека.* – 1990. – Т. 16. – № 2. – С. 90–97.

