

Базовые принципы и критерии биоиндикации воздействия факторов внешней среды

В.А. Копанев, Л.Г. Коваленко

ФГУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора, г. Новосибирск

В данной работе изложен способ оценки санэпидблагополучия населения с точки зрения соответствия функциональных возможностей организма качеству окружающей среды. В качестве биологической модели, с помощью которой проводится индикация выраженности неблагоприятного воздействия на организм факторов окружающей среды, используется сам человек, проживающий в данном регионе или работающий в тех условиях, которые предполагается оценить.

Функциональные возможности организма характеризуются его адаптационными реакциями, которые оцениваются по соотношению форменных элементов лейкоцитарной формулы с учетом лейкоцитоза на основе циклической модели смены адаптационных реакций.

В основе подхода лежат разработки Л.Х. Гаркави с соавт. Эти авторы предложили способ выявления адаптационных реакций организма по соотношению форменных элементов лейкоцитарной формулы и описали четыре основных состояния (диплом на открытие №158): **реакцию тренировки (РТ), активации (РА), острого (ОС) и хронического (ХС) стрессов.** Механизмы развития острого стресса описаны Г.Селье, остальные состояния подробно охарактеризованы авторами названного подхода. Они же показали, что эти состояния тесно связаны с резистентностью организма и неспецифичны к различным по качеству раздражителям.

Представленный подход отличается от подхода Л.Х. Гаркави с соавторами тем, что отвергнуто представление о периодической смене тетрады основных состояний, введено представление о непрерывности и последовательности изменения содержания форменных элементов в крови и, наконец, описано дополнительно 22 адаптационных реакции.

В результате создана циклическая модель смены адаптационных реакций, где переход из одного основного состояния в другое осуществляется через определенные переходные реакции. Выявлены также определенные круги функционирования организма в норме, когда сила воздействия не превышает физиологического порога, и при напряжении и патологии, когда под воздействием раздражителя, превышающего физиологический барьер, появляется различного уровня напряженность адаптационных реакций. Связь рангов напряженности с резистентностью организма обратная: чем выше ранг, тем ниже резистентность организма.

Существенно важным является то, что выявлены различия в значимости одинаковых адаптационных реакций для мужчин и женщин, что позволяет осуществлять дифференцированную по половому признаку характеристику состояния санэпидблагополучия. Установлены особенности характеристик адаптационных реакций у мальчиков и девочек в возрасте старше 7 лет, что позволило расширить область применения излагаемого способа оценки санэпидблагополучия на эту категорию населения с учетом возраста и пола.

Рекомендуемый способ оценки санэпидблагополучия населения позволяет оценить адаптационные состояния различных контингентов населения на основе определения степени напряженности адаптационных реакций и уровней неспецифической резистентности организма, и тем самым:

1. проводить оценку индивидуального и группового (популяционного) здоровья человека как в скрининговых, так и мониторинговых исследованиях;
2. использовать эти данные при проведении эпидемиологических исследований влияния внешних факторов окружающей среды на здоровье человека;

3. контролировать эффективность профилактических (первичный, вторичный и третичный уровни), лечебных и реабилитационных мероприятий.

Адаптационные реакции идентифицируются по соотношению форменных элементов лейкоцитарной формулы крови (обычным образом подсчитанной) с учетом количества лейкоцитов с помощью компьютерной программы **Hem v4.03**.

Основным критерием идентификации адаптационных реакций является соотношение процентного содержания лимфоцитов и сегментоядерных нейтрофилов. Для них заданы четыре градации: **в нижней половине зоны нормы, в верхней половине зоны нормы, выше нормы и ниже нормы**.

Количество лейкоцитов, процентное содержание палочкоядерных нейтрофилов, моноцитов и эозинофилов служит для уточнения реакции. Для этих показателей заданы три градации: **ниже нормы, в пределах нормы и выше нормы**.

Учитывается вся возможная комбинаторика и в результате идентифицируется 26 адаптационных реакций, которые объединяются в циклическую модель их смены.

Каждой реакции присвоен ранг напряженности адаптационных механизмов: от 1 до 9. Эти ранги условные, однако, верно отражают следующее: **чем выше ранг, тем напряженнее работают адаптационные механизмы**.

Однако, многие реакции имеют неоднозначную интерпретацию, т.е. в соответствии с моделью, могут изменяться в разных направлениях. Уточнение **направления движения смены реакций** осуществляется с помощью **коэффициента $K_{л/с}$** (отношение числа лимфоцитов к числу сегментоядерных нейтрофилов, выраженных в процентах), и таким образом дается окончательная характеристика адаптационных реакций, позволяющая объединять их в **адаптационные состояния** с учетом полового признака.

Связь адаптационных реакций с адаптационными состояниями через характеристики адаптационных реакций приведена в таблице 1.

Таблица 1

Адаптационные состояния	Адаптационные реакции		
	Характеристика по $K_{л/с-я н.}$	Женщины	Мужчины
Нормальное функционирование	Оптимум 1, 2, Переход N	РТ, ПР1, ПР2, ПР3, РТП	РТ, ПР1, ПР2, ПР3, РА, РТП, РАП
Риск развития патологии	Переход R, Risk Low, Risk High Risk ПС	ПР1, ПР2, РА, РАП, ПР4, ПР5, ПР6, ПР7, ПР8, РН2, РН12	ПР4, РТП, РАП, ПР5, ПР6, ПР7, ПР8, РН2, РН12
Круг сбалансированной патологии	СБП, Risk СБП, Status СБП	РН2, РН7, РН5, РН6, РН7, РН11	РН2, РН5, РН6, РН7, РН11
Круг острого стресса	ОС, Risk ОС, Status ОС	РН2, РН3, РН4, РН5, ОС	РН2, РН3, РН4, РН5, ОС
Круг хронического стресса	ХС, Risk ХС, Status ХС	РН1, РН7, РН8, РН9, РН10, РН11, ХС	РН1, РН7, РН8, РН9, РН10, РН11, ХС
Неопределенные состояния	Two Risks, Three Risks	ПР6, РН5, РН9, РН11, РН12,	ПР6, РН5, РН9, РН11, РН12,

Ниже приведена **характеристика адаптационных состояний**.

Нормальное функционирование: функциональные системы организма работают в оптимальном режиме. Окружающая среда не оказывает неблагоприятного влияния на организм. Ранги напряжения адаптационных механизмов для мужчин и мальчиков (от 7 лет и старше) лежат в пределах от 1 до 4, для женщин и девочек (от 7 лет и старше) – от 1 до 3.

Риск развития патологии: функциональные системы организма работают в режиме повышенной активности. Длительная работа в таком режиме может привести к неблагоприятным для здоровья последствиям. Параметры окружающей среды находятся на пределе физиологических возможностей организма. Ранги напряжения адаптационных механизмов для мужчин и мальчиков (от 7 лет и старше) лежат в пределах от 4 до 6, для женщин и девочек (от 7 лет и старше) – от 3 до 6.

Круг сбалансированной патологии: функциональные системы организма работают в режиме компенсации внутренней патологии или стабильного неблагоприятного влияния окружающей среды. Резервы организма тратятся достаточно эффективно и своевременно и полноценно пополняются. Параметры окружающей среды явно не соответствуют требованиям санитарно-эпидемиологического благополучия, однако эти отклонения не носят характера экологической катастрофы (*заключение о качестве окружающей среды справедливо при условии, что среднее значение рангов напряжения адаптационных механизмов в популяции выше 5*). Ранги напряжения адаптационных механизмов для мужчин и мальчиков (от 7 лет и старше), для женщин и девочек (от 7 лет и старше) лежат в пределах от 5 до 7.

Круг острого стресса: функциональные системы организма работают в аварийном режиме, затрачивая все резервы на сохранение ограниченного числа жизненно важных функций. Резервы организма тратятся с избыточной эффективностью и своевременно и полноценно не восстанавливаются. Параметры окружающей среды явно не соответствуют требованиям санитарно-эпидемиологического благополучия и эти отклонения носят характер экологической катастрофы (*заключение о качестве окружающей среды справедливо при условии, что среднее значение рангов напряжения адаптационных механизмов в популяции выше 6*). Ранги напряжения адаптационных механизмов для мужчин и мальчиков (от 7 лет и старше), для женщин и девочек (от 7 лет и старше) лежат в пределах от 6 до 8.

Круг хронического стресса: функциональные системы организма разбалансированы, наблюдаются характерные признаки декомпенсации различных функций организма. Резервы истощены, своевременно и полноценно не восстанавливаются. Параметры окружающей среды явно не соответствуют требованиям санитарно-эпидемиологического благополучия, отклонения носят характер экологической катастрофы и эта ситуация сохраняется достаточно длительное время (*заключение о качестве окружающей среды справедливо при условии, что среднее значение рангов напряжения адаптационных механизмов в популяции выше 7*). Ранги напряжения адаптационных механизмов для мужчин и мальчиков (от 7 лет и старше), для женщин и девочек (от 7 лет и старше) лежат в пределах от 7 до 9.

Неопределенные состояния: обнаружение таких состояний означает, что в данный момент никакого содержательного анализа сделать нельзя. Подобные состояния встречаются крайне редко.

При оценке санитарно-эпидемиологической ситуации в определенном регионе используется среднее значение ранга напряженности адаптационных механизмов в группе обследованных лиц. Оценка проводится отдельно для людей мужского и женского пола. Наличие контрольной группы в этом случае не обязательно. Используются изложенные ниже критерии.

Для группы наблюдений, состоящей из лиц мужского пола:

1. **Средний ранг ≤ 5** – санитарно-гигиеническая (экологическая) ситуация соответствует требованиям к качеству окружающей среды (для женщин – средний ранг ≤ 3).
2. **Средний ранг более 5, но ≤ 6** – факторы внешней среды оказывают слабо выраженное неблагоприятное влияние на здоровье населения (для женщин – средний ранг более 3, но ≤ 6).
3. **Средний ранг более 6, но ≤ 7** – факторы внешней среды длительное время оказывают выраженное неблагоприятное влияние на здоровье населения (для женщин то же).
4. **Средний ранг более 7** – факторы внешней среды оказывают очень сильное неблагоприятное влияние на здоровье населения (можно говорить об экологической катастрофе).

Помимо оценки санэпидблагополучия населения, данный подход позволяет проводить оценку эффективности профилактических и реабилитационных мероприятий. Любые мероприятия, направленные на предотвращение заболеваний, улучшение здоровья, помимо специфически критериев достижения поставленных целей, могут быть оценены с позиций излагаемого подхода. Снижение среднего ранга напряженности адаптационных механизмов, увеличение количества адекватных адаптационных состояний, смещение процентного соотношения адекватных адаптационных состояний в сторону состояния «нормального функционирования» свидетельствует об эффективности мероприятий по сохранению санэпидблагополучия населения и улучшения качества его здоровья.

По г. Новосибирску нами установлено следующее распределение состояний у практически здорового населения (выборка 478 человек мужского пола продуктивного возраста).

Нормальное функционирование – 20,3 %,
Риск развития патологии – 22,6 %,
Круг сбалансированной патологии – 36,4 %,
Круг острого стресса – 18,0 %,
Круг хронического стресса – 5,3 %

Эти данные полностью соответствуют распределению состояний адаптации, дизадаптации и предпатологии в популяции "практически здоровых" лиц (Гичев Ю.П., 1990).

При наблюдении практически здоровых детей школьного возраста (379 человек в Иркутске и 330 в Ангарске, данные Выборовой С.А.) было показано, что у детей, проживающих в районах, относящихся по гигиеническим критериям к грязным, ранги напряженности адаптационных механизмов существенно выше, чем у детей, проживающих в чистых районах (6,1 против 3,4).

Изложенный подход был апробирован при оценке санитарно-эпидемиологической ситуации на предприятиях по производству фторорганических соединений (г. Пермь, 40 человек), по производству соединений лития (г. Северск, 80 человек). В этих работах было показано, что влияние химических веществ, превышающих ПДК в 3 – 5 раз, приводит к повышению среднего ранга напряжения адаптационных реакций до величин, равных 5-6.

Опубликовано: С. 15 – 19.

Материалы научно-практической конференции «Актуальные вопросы социально-гигиенического мониторинга в Сибирском федеральном округе», посвященной 75 – летию образования ФГУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора (22-23 сентября 2005 г.). – Новосибирск, 2005. – 193 с.