

Н.А. ЧИКИНА, канд. техн. наук, НТУ "ХПИ",
И.В. АНТОНОВА, НТУ "ХПИ"

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ АДАПТАЦИИ К ВРЕДНЫМ УСЛОВИЯМ ТРУДА НА ОСНОВЕ МЕТОДА КОРРЕЛЯЦИОННОЙ АДАПТОМЕТРИИ

В статье изложены результаты исследований, направленных на изучение характера адаптационных процессов работающих к вредным условиям труда. В ходе исследований были выявлены закономерности и некоторые особенности адаптации рабочих к условиям вредного производства на примере предприятий химико-фармацевтической отрасли. Приведены результаты апробации метода корреляционной адаптометрии к оценке уровня адаптированности групп риска.

Ключевые слова: адаптация, вредное производство, корреляционная адаптометрия, группа риска.

Постановка проблемы. Существует большое разнообразие подходов к оценке адаптированности индивида к условиям окружающей среды. Большой частью в предлагаемых математических методах используются значения отдельных физиологических показателей, моделируется реакция организма на конкретный вид воздействия. При этом не менее актуальной является разработка методов оценки адаптационного напряжения популяции по совокупности физиологических показателей, вариация которой не зависела бы от вида, пути и времени воздействия на популяцию изучаемых факторов риска.

Анализ литературы. В результате обработки многолетних наблюдений [1, 2] при сравнительном анализе популяций и групп, находящихся в различных экологических условиях, был сделан вывод: **наибольшую информацию о степени адаптированности популяции к экстремальным или просто изменившимся условиям несут корреляции между физиологическими параметрами.**

В типичной ситуации при увеличении адаптационной нагрузки, т.е. при ухудшении или резкой смене условий существования, в популяциях или группах уровень корреляций между физиологическими параметрами растёт, а в результате успешной адаптации, т.е. в адаптированном состоянии, — снижается. В названии этого эффекта ("эффект группового стресса") отражается неспецифический и групповой характер этой реакции.

Существование эффекта повышения корреляций между физиологическими параметрами при увеличении адаптационной нагрузки подтверждают литературные данные [1, 2]. Математические модели, объясняющие эти явления на концептуальном уровне, были предложены в работе [3].

Обнаруженный эффект оказался очень информативным, что подтвердилось последующими исследованиями. Это дало возможность разработать в 1987 году метод сравнительной оценки популяций по степени антропоэкологического напряжения, названный **методом корреляционной адаптометрии**. Особо следует отметить, что сами физиологические параметры широко варьируют, а приспособительный эффект ярко наблюдается на системе взаимосвязей между ними. Метод корреляционной адаптометрии [4], основанный на анализе корреляций между физиологическими параметрами, позволяет оценивать воздействие на популяции и группы различных систем неблагоприятных факторов.

Метод корреляционной адаптометрии был апробирован и в тех случаях, когда увеличение адаптационной нагрузки неочевидно. Этот метод позволяет количественно оценить степень здоровья групп людей, заблаговременно прогнозировать возможные неблагоприятные изменения здоровья, связанные с перенапряжением адаптационных механизмов. С его помощью можно не только выявить необходимость проведения профилактических мероприятий еще до возникновения симптомов болезни у членов какой-либо популяции, но и оценить их эффект по снижению антропоэкологического напряжения.

В настоящее время в условиях стремительного развития химико-фармацевтического производства остро встает вопрос о профессионально обусловленных заболеваниях работников, имеющих постоянный контакт с лекарственными препаратами растительного и химического происхождения.

Исследования, проводимые в рамках научно-исследовательских работ Харьковского НИИ Дерматологии и Венерологии совместно с НТУ "ХПИ" на предприятиях химико-фармацевтической промышленности, позволили выявить значимые внешние и внутренние факторы риска развития аллергических дерматозов [5 – 7]. Однако, проведенный анализ данных не даёт возможности определить, как и какие факторы риска влияют на механизмы адаптации организма.

Целью настоящих исследований является изучение влияния факторов риска развития профессионально обусловленных заболеваний у рабочих предприятий химико-фармацевтической отрасли на характер динамики адаптационных процессов.

В ходе исследований проведена классификация обследованных по уровню состояния их здоровья с точки зрения теории неспецифических адаптационных реакций организма. Исследована взаимосвязь между типом реакции адаптации и факторами риска. Проведен анализ соответствий "группа риска – тип реакций адаптации". Выявлены закономерности развития адаптационных реакций в зависимости от пола и стажа работы рабочих химико-фармацевтических предприятий.

Традиционно в аллергологии задача ранней диагностики заболевания связана с анализом факторов риска, количество которых за последние годы

резко возросло. Наличие факторов риска и факторов предрасположенности к различным аллергическим заболеваниям, оценка уровня адаптационно-компенсаторных возможностей организма дает возможность с определенной степенью уверенности индивидуально прогнозировать возможность развития профессионально обусловленных аллергодерматозов.

В соответствии с современными представлениями о факторах риска возникновения и развития различных заболеваний всё многообразие факторов, влияющих на здоровье, можно разделить на две основные группы: внутренние (биологические) и внешние (природные и социальные).

К первой группе относятся пол, возраст, конституциональные особенности, наследственность, тип высшей нервной деятельности. Вторая группа факторов, касающихся окружающей среды обитания и образа жизни, более обширна и включает природные (географические, метеорологические, климатические, экологические и др.) и социальные (производственно-трудовые, общественно-политические, социально-культурные, связанные с бытом и медицинской активностью) факторы.

Для оценки воздействия различных систем неблагоприятных факторов применялся, в частности, метод корреляционной адаптометрии.

Сущность исследований. Изучение влияния внутренних факторов риска проводилось по данным, полученным в результате профилактических обследований рабочих и служащих химико-фармацевтических предприятий г. Харькова. В качестве объекта исследования были выбраны рабочие и служащие фармацевтической фирмы "Здоровье", фармацевтического предприятия "Эндокринное производство".

Пусть для описания множества Ω , состоящего из m объектов $\{A_1, A_2, \dots, A_i, \dots, A_m\}$, используется n признаков (предполагаемых факторов риска): $\{X_1, X_2, \dots, X_j, \dots, X_n\}$. Каждому объекту A_i ($i = \overline{1, m}$) соответствует некоторое значение целевого признака X_0 . Признаки X_j ($j = \overline{1, n}$) измерены в порядковой или номинальной шкале. Целевой признак X_0 имеет k_0 градаций, т.е. принимает k_0 различных значений: $X_0^{(1)}, X_0^{(2)}, \dots, X_0^{(l_0)}, \dots, X_0^{(k_0)}$. Тогда для решения поставленной задачи множество объектов Ω необходимо разбить на k_0 подмножеств Ω_p ($p = \overline{1, k_0}$), таких, что $\Omega_p \cap \Omega_q = \emptyset$, $\bigcup_p \Omega_p = \Omega$. Далее в каждом из подмножеств Ω_p ($p = \overline{1, k_0}$) определить частоты $n_j^{(p)}$ ($p = \overline{1, k_0}$) контролируемых признаков X_j ($j = \overline{1, n}$) или их градаций $X_j^{(l)}$ ($l = \overline{1, k_j}$).

Исследования, проведенные авторами в [7], позволили выявить факторы риска, значимо влияющие на состояние обследуемых и способствующие развитию аллергодерматозов. Из внутренних факторов риска наибольшее влияние, как выяснилось, оказывает фактор "Пол".

То, что одним из факторов риска развития аллергодерматозов у рабочих химико-фармацевтических предприятий является стаж работы, дало возможность выявить общие закономерности в динамике процесса адаптации к вредным условиям труда у различных категорий рабочих, выявить наиболее вероятные в плане возникновения различных заболеваний, в том числе профессиональных аллергодерматозов, стажные группы. Для решения этих задач авторами был апробирован метод корреляционной адаптометрии. В качестве критерия интенсивности адаптации была выбрана оценка связности анализируемых параметров при помощи веса корреляционного графа.

Степень скоррелированности показателей периферической крови оценивалась с помощью веса корреляционного графа, рассчитываемого как сумма весов его ребер (сумма соответствующих коэффициентов корреляции):

$$G = \sum_{|r_{ij}| \geq \alpha} |r_{ij}|,$$

где r_{ij} – коэффициент корреляции между i -м и j -м параметрами.

Приведём некоторые результаты исследований.

На рис. 1 представлена сравнительная динамика по стажным группам доли женщин из группы риска 1 (имеющих или имевших различные проявления профессионально обусловленных аллергодерматозов) и соответствующих им величин G – веса корреляционных графов показателей периферической крови. У обследованных женщин работа на предприятии непосредственно связана с контактами с вредными веществами.

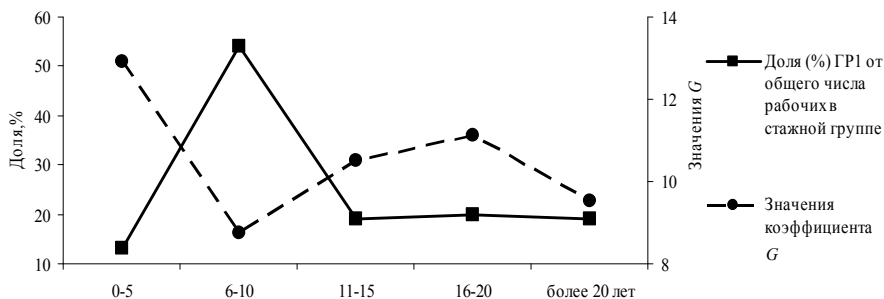


Рис. 1

Анализ кривых позволяет сделать следующие выводы: 1) мобилизация физиологического резерва, максимум компенсаторной реакции организма (эффект группового стресса) приходится на первую стажную группу (0 – 5 лет), что соответствует периоду собственно адаптации и лёгкой форме имеющихся заболеваний. Доля женщин группы риска 1 в этой стажной группе незначительна; 2) во второй стажной группе (6 – 10 лет) вес корреляционного графа соответствует состоянию перенапряжения, нарушению нормального

функционирования процесса адаптации, усилению тяжести патологических процессов. Доля женщин группы риска 1 максимальна. Следует отметить, что большинство женщин на предприятии имеют стаж работы не более 10 лет; 3) в стажных группах (11 – 15 лет), (16 – 20 лет) и (более 20 лет) динамика величины G – веса корреляционного графа указывает на выход из состояния перенапряжения в состояние адаптированности. Доля женщин группы риска 1 незначительна и практически не меняется.

На рис. 2 отражена сравнительная динамика по стажным группам доли мужчин из группы риска 1, и соответствующих им величин G . Следует отметить, что у обследованных мужчин работа не связана непосредственно с контактом с вредными, вызывающими аллергические проявления, веществами. Анализ кривых позволяет сделать следующие выводы: 1) в первой стажной группе (0 – 9 лет) не наблюдается нарушений в течении процесса адаптации. Доля мужчин группы риска 1 незначительна; 2) во второй стажной группе (10 – 19 лет) уменьшение веса корреляционного графа свидетельствует об усилении тяжести патологических процессов. Доля мужчин группы риска 1 увеличивается; 3) в следующей стажной группе (20 лет и более) вес корреляционного графа соответствует мобилизации физиологического резерва, максимуму компенсаторной реакции организма (эффект группового стресса). Доля мужчин группы риска 1 незначительно уменьшается, но остаётся достаточно высокой.

Таким образом, наибольший риск развития профессиональных аллергодерматозов у женщин приходится на стажную группу (6 – 10 лет), а у мужчин – на группу (20 лет и более).

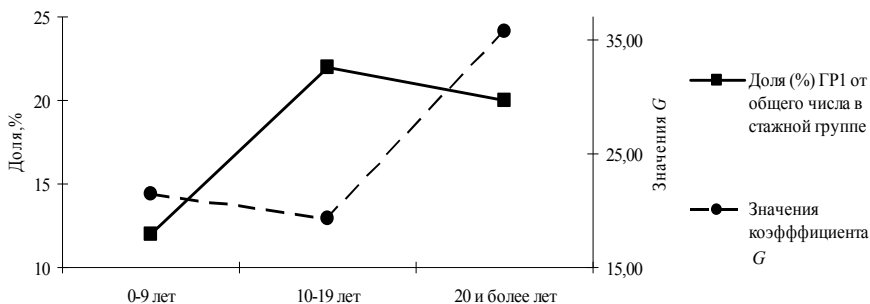


Рис. 2

Выводы. Выявлены закономерности развития адаптационных реакций в зависимости от некоторых факторов риска развития аллергодерматозов у рабочих химико-фармацевтических предприятий.

С помощью метода корреляционной адиптометрии был выявлен стажный диапазон с наибольшим по величине влиянием на состояние здоровья рабочих

кумулятивним ефектом. Тільки грамотно побудована система первичної і вторичної профілактики для робочих підприємств з шкідливими умовами праці, уключаючи особливості процесів адаптації, результати кореляційної адаптометрії – інформацію об адаптаційних перестройках, виявиться ефективною.

Список літератури: 1. Седов К.Р., Смирнова Е.В., Кулинский А.В., Полонская М.Г., Большакова Т.Д. Мониторинг состояния антропоэкологического напряжения у коренного населения Крайнего Севера // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – Т. 14. – Л.: Гидрометеиздат, 1992. – С. 78–87. 2. Седов К.Р., Горбань А.Н., Петушкова Е.В. и др. Корреляционная адаптометрия как метод диспансеризации населения // Вестн. АМН СССР. – 1988. – № 10. – С. 69–75. 3. Разжевайкин В.Н., Шпитонков М.И. Вопросы моделирования в задачах корреляционной адаптометрии. – М.: ВЦ РАН, 1995. – 38 с. 4. Сапожников А.Н., Смирнова Е.В., Булыгин Г.В., Скобелева С.Ю. Эколого-эволюционные основы корреляционной адаптометрии // Эволюционное моделирование и кинетика. – Новосибирск: Наука, 1992. – С. 220–242. 5. Солошенко Е.М., Чикина Н.А., Мануйлова А.М. Математические модели лекарственной болезни: диагностика, прогнозирование, профилактика // Кибернетика и вычислительная техника. – К.: Наукова думка, 1993. – Вып. 98. – С. 51–54. 6. Солошенко Е.М., Чикина Н.А., Доильнишина Л.П. Математическое прогнозирование заболеваемости и осложнениями лекарственной терапии // Сб. статей "Проблемы восстановления и сохранения систем биосферы". – С.-Петербург: Гидрометеостандарт, 1992. – Т.2. – С. 117–120. 7. Чикина Н.А., Антонова И.В. Изучение влияния внутренних факторов риска на развитие аллергодерматозов у рабочих химико-фармацевтических предприятий // Тр. Международной науч.-техн. конф. "MicroCAD – 2007". – Харьков: НТУ "ХПИ", 2007. – Ч.8. – С. 195–200.

УДК 614

Математичні моделі адаптації до шкідливих умов праці на основі методу кореляційної адаптометрії / Чикина Н.О., Антонова І.В. // Вісник НТУ "ХПИ". Тематичний випуск: Інформатика та моделювання. – Харків: НТУ "ХПИ". – 2008. – № 49. – С. 184 – 189.

У статті наведені результати досліджень, що вивчали характер адаптаційних процесів працюючих до шкідливих умов виробництва. Дослідження виявили закономірності і деякі особливості адаптації робітників до шкідливих умов виробництва на прикладі підприємств хіміко-фармацевтичної галузі. Наведено результати апробації методу кореляційної адаптометрії щодо оцінки рівня адаптованості груп ризику. Л.: 2. Бібліогр.: 7 назв.

Ключові слова: адаптація, шкідливе виробництво, кореляційна адаптометрия, групи ризику.

UDC 614

Mathematical models of adaptation to harmful conditions of labour on basis of correlation adaptometry method / Chikina N.A., Antonova I.V. // Herald of the National Technical University "KhPI". Subject issue: Information Science and Modeling. – Kharkov: NTU "KhPI". – 2008. – № 49. – P. 184 – 189.

The results of researches, directed on the study of character of workers' adaptation processes to harmful conditions of labour are reported in the article. During researches were indicated mechanism and some workers' adaptation features to the conditions of harmful production on the example of chemical and pharmaceutical industry enterprises. The results of approbation of cross-correlation adaptometry method to the estimation of adaptation level of risk groups are presented. Figs: 2. Refs: 7 titles.

Keywords: adaptation, harmful production, cross-correlation adaptometry, group risk.

Поступила в редакцію 10.10.2008