

Copyright © 2016 by Academic Publishing House *Researcher*



Published in the Russian Federation
European Journal of Medicine. Series B
Has been issued since 2014.
ISSN: 2409-6296
E-ISSN: 2413-7464
Vol. 5, Is. 1, pp. 12-17, 2016

DOI: 10.13187/ejm.s.b.2016.5.12
www.ejournal27.com



UDC 616-01/09

The Causes of Borderline States from the Standpoint of Reliability Theory

Leonid S. Khodasevich

Sochi state university, Russian Federation
354000 Sochi, Sovetskaya Str., 26 a
Doctor of Medical Sciences, Professor
E-mail: nic_kir@mail.ru

Abstract

The article examines the opportunity of formalizing the ideas about the causes of borderline states, due to the functional overload of various etiologies, theoretical concepts in terms of reliability theory of redundancy, redundancy and failure. The borderline states depending on the state of regulatory systems and adaptation mechanisms are characterized by: prenosological state – tension of regulatory systems and adaptation mechanisms while preserving them alone, but with a decrease in the load; premorbid – poor adaptation to the environment, while maintaining homeostasis due to a significant tension of regulatory systems or the inclusion of additional reserve capacity.

Keywords: reliability theory, borderline states, regulatory systems, adaptive mechanisms.

Введение

Одной из актуальных задач, стоящих перед медициной, является оздоровление населения – активное сохранение и восстановление здоровья практически здоровых людей, а также лиц, имеющих функциональные нарушения или преморбидные расстройства в результате неблагоприятного воздействия факторов среды и деятельности, путем повышения функциональных резервов и адаптивных возможностей организма [1]. Результаты массовых профилактических обследований показывают, что от 50 до 80 % населения находится на разных стадиях переходных состояний на границе между здоровьем и болезнью, получивших название пограничных [2].

Обсуждение и результаты

В соответствии с классификацией Р.М. Баевского [3] пограничные состояния включают донозологические и преморбидные состояния. Первые характеризуются напряжением регуляторных систем, благодаря которым поддерживается гомеостаз, и адаптационных механизмов при сохранении их в покое, но уменьшении при нагрузке; вторые – неудовлетворительной адаптацией к условиям окружающей среды при сохранении гомеостаза за счет значительного напряжения регуляторных систем, либо включением дополнительных резервных возможностей. По мнению ряда авторов [4, 5], пограничные состояния сочетают в себе сниженную работоспособность, множество субъективных жалоб и объективных психосоматических патологических реакций, которые служат главными, наиболее ранними и вполне надежными признаками.

Согласно А.А. Богданову [6], принципиальные закономерности организации и динамики перестройки систем как живой, так и неживой природы сходны. В силу этого теории, предназначенные для описания технических систем, с высокой степенью приближения могут быть применимы для биологических систем. В частности, теория надёжности даёт возможность формализовать представления о продолжительности жизни [7], становлении патологического процесса [8], тем самым, внося свой вклад в развитие общей теории патологии. Целью настоящего исследования явился анализ причин возникновения пограничных состояний с позиции теории надёжности.

Впервые концепция биологической надёжности, как свойство организма, характеризующееся оптимальным запасом функциональных возможностей, способных обеспечить устойчивость и жизнеспособность при значительных возмущающих воздействиях, была предложена А.А. Маркосяном в 1965 году [9]. По его мнению, свойство надёжности обеспечивается следующими принципами:

1. Принцип избыточности обусловлен наличием большего, чем требуется для реализации функции числа элементов, например, множества нервных клеток и связей между ними (структурная избыточность), множества каналов передачи информации, излишнего её объема (информационная избыточность) и т.п.

2. Принцип резервирования функции связан с наличием в системе элементов, способных переходить из состояния покоя к деятельности. Это происходит, например, при необходимости повысить интенсивность функционирования, для чего вовлекаются резервные элементы. Так, при спокойном дыхании функционируют (вентилируются) не все альвеолы легких, а при усилении дыхания включаются резервные; в работающей мышце открываются нефункционирующие в покое капилляры. Приведенный вариант реализации принципа резервирования ведет к увеличению числа функционирующих в системе элементов.

3. Принцип периодичности функционирования обеспечивает переменную структуру системы и в состоянии физиологического покоя. Так, в легких постоянно происходит смена вентилируемых альвеол, в почках – функционирующих нефронов, в мозге – возбуждающихся нервных клеток центра и т.д. Периодичность функционирования «дежурных» и «покоящихся» структур обеспечивает защитную роль состояния покоя для всех элементов постоянно действующей системы.

4. Принцип взаимозаменяемости и замещения функций дает возможность перестройки функциональных свойств элементов системы, что способствует сохранению функции в условиях отказа или повреждения других элементов. Для центральной нервной системы это проявляется в пластичности мозга, т.е. изменении эффективности и направленности связей между нейронами, способствующей обучению или восстановлению функции после повреждения. Примером замещения функций может являться изменение дыхания, деятельности почек при сдвигах рН крови и недостаточной эффективности буферных систем.

5. Принцип дублирования, связан с наличием в организме парных органов (легкие, почки, надпочечники). В системах регулирования этот принцип проявляется не только наличием одинаковых структурных элементов – параллельным расположением в нерве большого числа одинаковых нервных волокон, существованием многочисленных клеток или многоклеточных структур с одинаковой функцией (нейроны в мозге, нефроны в почке, тканевые капилляры). Он также обеспечивает одинаковый эффект разными путями регуляции (симпатический и парасимпатический пути регуляции функций сердца, множество сахар регулирующих гормонов и т.п.). Многоконтурность в системах регуляции физиологических параметров – один из основных способов реализации дублирования.

6. Принцип смещения в ряду сопряженных функций обеспечивает достижение приспособительного результата при нарушении одной из функций за счет активации другой. Например, при нарушении внешнего дыхания и поступления кислорода в кровь активируется образование эритроцитов, изменяются функции кровообращения, вследствие чего доставка кислорода к тканям не страдает.

7. Принцип усиления, существующий в системах регуляции, обеспечивает их энергетическую экономичность, и, в конечном счете, также способствует надёжности. Для получения мощного регуляторного эффекта совсем не обязательно посылать столь же

большое количество сигналов по информационным каналам. Так, весьма небольшое количество молекул гормона может вызвать существенное изменение функции. Изменение лишь одной аминокислоты в детерминантной группе белка может придать ей чужеродность, а для иммунного ответа необходимо очень малое количество чужеродных молекул.

Надежность определяется как вероятность безотказной работы системы в течение заданного времени, т.е. надежность – величина, обратная вероятности отказа [10]. Под отказом понимается частичная или полная утрата или видоизменение таких свойств системы, без которых существенным образом снижается работоспособность или происходит полная её потеря. С этих позиций патологический процесс может быть рассмотрен как классический вариант отказа [8].

Благодаря теории надёжности можно рассмотреть причины становления пограничных состояний, обусловленных функциональной перегрузкой механизмов сдерживания их развития при наличии факторов риска. Отказы обусловлены истощением элементов, которое может быть результатом длительного функционирования системы в напряженном режиме. Фундаментальным фактором противодействия отказам является структурная избыточность. Это означает, что безотказное функционирование обеспечивается тем, что на каждом уровне организации число структур определенного морфофункционального типа избыточно относительно числа, необходимого для нормального функционирования [8, 11].

Особое значение приобретает наличие резервных элементов при повреждении или отказе части действующих структур. При этом вовлечение резервных элементов для сохранения функции может сопровождаться коренным изменением структуры и принципов функционирования отдельных элементов и системы в целом. В организме это проявляется в наличии элементов, морфологически отличных от основных и способных перестраиваться структурно с приобретением морфологических и функциональных признаков основных элементов при нарастании нагрузки. В силу этого они являются резервными по отношению к основным элементам. Это соответствует представлению теории надёжности о том, что резервирование есть один из способов введения избыточности в систему [8].

В.И. Фёдоров ввёл представление о жёстком и гибком резерве [11]. Жесткий резерв представлен клеточными и молекулярными структурами, закладывающимися в онтогенезе позже основных элементов, а также инволюционировавшими структурами, являющимися провизорными по отношению к основным элементам. В обычных условиях они себя функционально не проявляют. Гибкий резерв представлен полифункциональными структурами, бывшими в раннем онтогенезе провизорными по отношению к основным элементам, но не инволюционирующими по мере созревания дефинитивных структур. В обычных условиях у взрослых они выполняют свои неутраченные функции. Они начинают перестраиваться при еще большей степени нагрузки, чем та, при которой идет перестройка элементов жесткого резерва.

Резервирование предохраняет основные элементы от деструкции при нарастании нагрузки на систему в целом (до определённого уровня). Благодаря структурной избыточности организм может достаточно длительное время препятствовать развитию патологического процесса при наличии факторов риска. Тем не менее, при такой, казалось бы, огромной и многоэшелонной избыточности, возникают отказы системы. Причина этого в том, что система способна противостоять росту функциональной нагрузки на отдельные элементы до тех пор, пока обеспечиваются опережающий ритм образования дополнительных элементов и качество репарационных процессов, которое зависит от продолжительности фазы репарации. Её укорочение и снижение числа элементов, находящихся в этой фазе, в связи с потребностью системы в увеличении числа активных элементов, задаваемой нагрузкой, истощение возможностей пролиферации и биосинтеза после усиленной активизации этих процессов приводят к нарушению равновесия между фазами активности и репарации, понижающему эффективность последней [8].

До тех пор, пока пластический баланс не нарушен, организм в целом и его подсистемы «практически здоровы». Длительное функционирование в условиях смещенного баланса будет способствовать ускорению процесса старения данной системы, для которого характерна утрата возможности возвращения к исходному состоянию в процессе репарации [12], тогда как умеренная стимуляция пластического обмена замедляет ее старение. Когда функциональная нагрузка на элементы достигает экстремальных значений,

вероятностный процесс отказа трансформируется в детерминированный. Вследствие отказов увеличивается нагрузка на не отказавшие элементы, что приводит к преобладанию деструктивных тенденций над репаративными, так как активность элемента неизбежно сопряжена с деструкцией его субъединиц. Например, если гиперфункция миофибрилл миокарда энергетически не обеспечена, то это приводит к расходу основного количества энергии на сократительный акт и нехватке энергии для ресинтеза разрушенных в процессе функционирования ультраструктур, в результате чего уменьшается как количество крист в митохондриях, так и общее количество последних. Прогрессирование деструкции поддерживается усилением дефицита в наличном количестве элементов, так как ресурсы образования дополнительных элементов из структур-предшественниц и подключения резервных элементов ограничены. Это, в свою очередь, способствует дальнейшему развитию процессов отказа и формированию порочного круга. Это лежит и в основе перехода из стадии компенсации в стадию декомпенсации.

В силу этого нагрузка, связанная с адаптацией к природным экстремальным факторам, проявляющейся в реализации биологической нормы реакции, требует в несколько раз меньшего напряжения структур, чем нагрузка, обусловленная патологическими процессами. Например, эритропоэз при высокогорной гипоксии увеличивается в 2-3 раза, а при анемии, обусловленной хронической почечной недостаточностью, – в 24 раза [8].

Патологические процессы, обусловленные функциональной перегрузкой, широко распространены. Перегрузки, приводящие к пограничным состояниям и различным заболеваниям, могут быть вызваны [8]:

- социальными причинами (эмоции, трудовая и спортивная деятельность, боевые действия, политическая активность и т.п.);
- физиологическими процессами на фоне сниженной нормы реакции (беременность, лактация, обучение и т.д.);
- функционированием в условиях сниженной численности структур (викарная гипертрофия);
- проживанием в неблагоприятных экологических условиях природного или антропогенного происхождения;
- ятрогенными факторами;
- экзогенными факторами биологической, физической и химической природы;
- сопротивлением факторам риска;
- дисбалансом симбиотических отношений с микрофлорой организма;
- дисбалансом физиологических регуляторов;
- нарушением структуры питания;
- старением организма.

Заключение

Таким образом, теорию надёжности можно приложить для анализа причин возникновения пограничных состояний, обусловленных функциональными перегрузками различной этиологии, оперируя теоретическими представлениями об избыточности, резервировании и отказе, при этом донологические состояния характеризуются напряжением регуляторных систем и адаптационных механизмов при сохранении их в покое, но уменьшении при нагрузке; преморбидные – неудовлетворительной адаптацией к условиям окружающей среды при сохранении гомеостаза за счет значительного напряжения регуляторных систем, либо включением дополнительных резервных возможностей.

Примечания:

1. Разумов А.Н. Концепция развития восстановительной медицины как профилактического направления медицинской науки и практического здравоохранения на 2006-2008 гг. Тезисы участников Международного конгресса «Восстановительная медицина и реабилитация – 2005». М., 2005; 112-114.

2. Григорьев А.И., Баевский Р.М. Концепция здоровья и проблема нормы в космической медицине. М.: Медицина, 2001; 96 с.

3. Баевский Р.М. Концепция физиологической нормы и критерии здоровья. Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова 2003; 4 (89): 473-487.
4. Довгуша В.В., Кудрин И.Д., Кудрин А.И. и др. Преморбидные состояния в экстремальной медицине и экстремальной психологии. СПб.: Изд-во, 2003; 282 с.
5. Быков А.Т. Восстановительная медицина и экология человека: руководство. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009; 688 с.
6. Богданов А.Л. Тектология: Всеобщая организационная наука. М.: Международный институт Александра Богданова, 2003; 493 с.
7. Гаврилов Л.А., Гаврилова Н.С. Биология продолжительности жизни. Количественные аспекты. М.: Наука, 1991; 280 с.
8. Фёдоров В.И. Становление патологического процесса с позиции теории надежности. Конференция памяти Перова Юрия Ливерьевича: Сборник научных работ /Под ред. акад. РАН и РАМН Ткачука В.А. М.: Изд-во МГУ, 2009; 70-74.
9. Маркосян А.А. Вопросы возрастной физиологии. М.: Просвещение, 1974. 224 с.
10. Гнеденко Б.В., Беляев Ю.Ж., Соловьев Л.Д. Математические методы в теории надежности. М.: Наука, 1965; 524 с.
11. Федоров В.И. Избыточность функционирующих структур – фундаментальный фактор надежности физиологических систем. // Успехи современной биологии. 1988. 105 (2): 231-251.
12. Аршавский И.А. Физиологические механизмы и закономерности индивидуального развития. М.: Наука, 1982. 270 с.

References:

1. Razumov A.N. Kontsepsiya razvitiya vosstanovitel'noi meditsiny kak profilakticheskogo napravleniya meditsinskoj nauki i prakticheskogo zdravookhraneniya na 2006-2008 gg. Tezisy uchastnikov Mezhdunarodnogo kongressa «Vosstanovitel'naya meditsina i reabilitatsiya – 2005». М., 2005; 112-114.
2. Grigor'ev A.I., Baevskii R.M. Kontsepsiya zdorov'ya i problema normy v kosmicheskoi meditsine. М.: Meditsina, 2001; 96 с.
3. Baevskii R.M. Kontsepsiya fiziologicheskoi normy i kriterii zdorov'ya. Rossiiskii fiziologicheskii zhurnal im. I.M. Sechenova 2003; 4 (89): 473-487.
4. Dovgusha V.V., Kudrin I.D., Kudrin A.I. i dr. Premorbidnye sostoyaniya v ekstremal'noi meditsine i ekstremal'noi psikhologii. SPb.: Izd-vo, 2003; 282 с.
5. Bykov A.T. Vosstanovitel'naya meditsina i ekologiya cheloveka: rukovodstvo. М.: GEOTAR-Media, 2009; 688 с.
6. Bogdanov A.L. Tektologiya: Vseobshchaya organizatsionnaya nauka. М.: Mezhdunarodnyi institut Aleksandra Bogdanova, 2003; 493 с.
7. Gavrilov L.A., Gavrilova N.S. Biologiya prodolzhitel'nosti zhizni. Kolichestvennye aspekty. М.: Nauka, 1991; 280 с.
8. Fedorov V.I. Stanovlenie patologicheskogo protsessa s pozitsii teorii nadezhnosti. Konferentsiya pamyati Perova Yuriya Liver'evicha: Sbornik nauchnykh rabot /Pod red. akad. RAN i RAMN Tkachuka V.A. М.: Izd-vo MGU, 2009; 70-74.
9. Markosyan A.A. Voprosy vozrastnoi fiziologii. М.: Prosveshchenie, 1974. 224 с.
10. Gnedenko B.V., Belyaev YuZh., Solov'ev L.D. Matematicheskie metody v teorii nadezhnosti. М.: Nauka, 1965; 524 с.
11. Fedorov V.I. Izbytochnost' funktsioniruyushchikh struktur – fundamental'nyi faktor nadezhnosti fiziologicheskikh sistem. // Uspekhi sovremennoi biologii. 1988. 105 (2): 231-251.
12. Arshavskii I.A. Fiziologicheskie mekhanizmy i zakonomernosti individual'nogo razvitiya. М.: Nauka, 1982. 270 с.

УДК 616-01/09

Причины возникновения пограничных состояний с позиции теории надёжности

Леонид Сергеевич Ходасевич

Сочинский государственный университет, Российская Федерация
354000 Краснодарский край, г. Сочи, ул. Советская 26 а
Доктор медицинских наук, профессор
E-mail: nic_kir@mail.ru

Аннотация. Рассмотрена возможность формализовать представления о причинах возникновения пограничных состояний, обусловленных функциональными перегрузками различной этиологии, оперируя теоретическими представлениями теории надёжности об избыточности, резервировании и отказе. Пограничные состояния в зависимости от состояния регуляторных систем и адаптационных механизмов характеризуются: донозологические состояния – напряжением регуляторных систем и адаптационных механизмов при сохранении их в покое, но уменьшении при нагрузке; преморбидные – неудовлетворительной адаптацией к условиям окружающей среды при сохранении гомеостаза за счет значительного напряжения регуляторных систем, либо включением дополнительных резервных возможностей.

Ключевые слова: теория надёжности, пограничные состояния, регуляторные системы, адаптационные механизмы.