

В.В. Андрианов,
д.м.н., профессор кафедры нормальной физиологии
Первого МГМУ им. И.М. Сеченова

Н.А. Васильюк,
главный специалист НИИ нормальной физиологии
им. П.К. Анохина РАМН

К.В. Судаков,
д.м.н., академик РАМН, профессор, заведующий
кафедрой нормальной физиологии Первого МГМУ
им. И.М. Сеченова

V.V. Andrianov,
MD, prof. of the chair of normal physiology
of the I.M. Sechenov First MSU

N.A. Vasilyuk,
chief specialist of the Research Institute of normal
physiology named after P.K. Anokhin of RAMS

K.V. Sudakov,
MD, academician of RAMS, prof., head of the chair
of normal physiology of the I.M. Sechenov First MSU

КУРС НОРМАЛЬНОЙ ФИЗИОЛОГИИ НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ

THE COURSE OF NORMAL PHYSIOLOGY USING THE PRINCIPLE OF THE THEORY OF FUNCTIONAL SYSTEMS

КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ:

Константин Викторович Судаков, заведующий кафедрой нормальной физиологии

Адрес: 125009, ул. Моховая, д. 11, стр. 4

Телефон: 8 (495) 692–70–45

E-mail: ksudakov@mail.ru

Статья поступила в редакцию: 11.02.2013

Статья принята к печати: 16.05.2013

Аннотация. В курсе нормальной физиологии студенты, наряду с физиологией отдельных органов, познают саморегулирующиеся функциональные системы, определяющие гомеостазис, поведение и психическую деятельность человека. Теория функциональных систем ориентирует учащихся на понимание механизмов устойчивости физиологических показателей при различных воздействиях на организм человека и, по существу, является теоретической основой здравоохранения, что имеет не меньшее значение, чем клиническая подготовка студентов.

Annotation. During learning, parallel with physiology of separate organs, the students get to know self-regulating functional systems, which determine homeostasis, behavioral and psychical activity. Theory of functional systems orientates the students understanding of mechanisms of steadiness of different physiology indices during different influences on organism. We consider that the theory of functional systems is a theoretical base of care of public health and has, to our mind, as the same significance as clinical training of the students.

Ключевые слова. Теория функциональных систем, курс нормальной физиологии, функциональные системы организма.

Keywords. The theory of functional systems, the course of normal physiology, functional systems of organism.

Вхождение российских вузов в мировое пространство связано с высоким качеством обучения и уровнем подготовки студентов к профессиональной деятельности.

При этом «Образовательные учреждения вправе самостоятельно разрабатывать основные образовательные программы, максимально учитывающие требования потребителей образовательной услуги». (Письмо Минобразования РФ от 9 мая 2000 г. № 14–52–357 ин/3 «О порядке формирования основных образовательных программ высшего учебного заведения на основе государственных образовательных стандартов»).

Основное требование подготовленности выпускников высших учебных учреждений — умение применить полученные в вузе знания для их дальнейшей профессиональной практической деятельности. При этом ведущим звеном качественного образования является подготовка таких специалистов, которые способны удовлетворять потребности граждан, общества и государства, что и выступает в качестве результата образовательного процесса.

Указанным требованиям удовлетворяет приоритетная, разработанная в нашей стране академиком П.К. Анохиным теория функциональных систем,

которая как раз и ориентирует обучение на конечные, социально значимые результаты [1, 2, 3].

Физиология — наука о жизнедеятельности. Она строит знания о динамике функций живых организмов прежде всего на основе структурно-морфологических данных. Традиционно морфологи изучают строение отдельных органов и тканей. Как неизбежное следствие этого сложилась органная физиология. Любые современные учебники по важнейшим фундаментальным медико-биологическим дисциплинам, таким, например, как анатомия, гистология, физиология и др., строятся по органному принципу. В распространенных рекомендуемых учебниках по физиологии традиционно излагаются разделы: физиология клетки, специальных тканей, сердца, легких, почек, желудка, спинного, головного мозга и т. д. Общими механизмами, связывающими деятельность органов в целом организме, являются нервная, гуморальная и иммунная регуляция.

Органый подход присущ также преподаванию медицинских специальностей. В них отдельно излагаются болезни сердца, легких, печени, почек, желудочно-кишечного тракта, нервной системы и т. д.

Врачи разделились по органным специальностям. Патогенез, диагностика и лечение непосредственно связываются с функцией конкретных органов, и профессиональный взгляд врача, как правило, в основном направлен в сторону больных органов. И это, как ни парадоксально, происходит на фоне того, что принцип целостности организма приоритетно был провозглашен выдающимися деятелями отечественной медицины С.Г. Зыбелиным, М.Я. Мудровым, Е.О. Мухиным, И.М. Сеченовым, И.П. Павловым и мн. др.

Становится совершенно ясным тот факт, что органый принцип в биологических дисциплинах не может считаться оптимальным для понимания жизнедеятельности целостного организма человека.

В последние годы в медико-биологические науки активно внедряется молекулярно-генетический подход, который, несмотря на его огромную научную значимость, еще более углубляет аналитический принцип изучения процессов жизнедеятельности и еще дальше уводит специалистов от познания интегративных функций целого организма.

Определенным продвижением в вопросе познания целостных функций организма является систематика, т. е. группирование органов по определенному функциональному назначению — системы пищеварения, кровообращения, дыхательная, выделительная, иммунная, нервная и другие морфофункциональные системы организма. Эти системы позволяют учащимся и специалистам определенным образом ориентироваться на специальные физиологические процессы, но при этом не раскрываются основные закономерности функционирования и остаются без ответа вопросы: что же

объединяет эти органы в морфофункциональные системы и как они взаимодействуют с целым организмом?

По существу, те же недостатки присущи и классическому системному подходу, постулированному Л. фон Берталанфи и его последователями. Теория функциональных систем, предложенная П.К. Анохиным, определила новые подходы к построению функций целого организма. На основе теории функциональных систем на кафедре нормальной физиологии Первого МГМУ им. И.М. Сеченова была осуществлена перестройка преподавания курса нормальной физиологии. Общие принципы построения теории функциональных систем изложены в ряде наших публикаций [3–5]. Остановимся кратко только на тех из них, которые имеют прямое отношение к вопросам образования и организации учебной деятельности в высшей школе.

Прежде всего надо иметь в виду, что теория функциональных систем принципиально отличается от общераспространенного системного подхода, предложенного Л. фон Берталанфи [6], А.А. Малиновским [7] и их последователями. Системный подход, предложенный указанными авторами, в широком смысле слова рассматривает системы как совокупность множества явлений (процессов), которые при их объединении создают новое качество, отличное от каждого входящего в систему компонента. В отличие от этого, теория функциональных систем рассматривает системные организации в динамике их построения. При этом ведущим звеном построения функциональной системы любого уровня организации является полезный для системы и образуемый ею приспособительный результат. При достижении результата деятельности его параметры запечатляются на структурах соответствующей функциональной системы в виде механизма опережающего отражения действительности [8], что в конечном счете формирует цель деятельности по достижении потребных результатов.

Результат деятельности функциональной системы любого уровня организации является, таким образом, системообразующим фактором. Именно полезные приспособительные результаты, выступая в роли системообразующих факторов, являются своеобразными «визитными карточками» любой функциональной системы.

В качестве полезных для организма приспособительных результатов, строящих многочисленные составляющие его функциональные системы, выступают результаты метаболических реакций, различные показатели внутренней среды, такие как кровяное давление, уровень газов, количество форменных элементов, температура, осмотическое давление и пр. Определенная часть полезных приспособительных результатов, удовлетворяя различным метаболическим потребностям, находится вне орга-

низма (напр., пища, вода, воздух и т. д.). Адаптивными результатами также являются обобществленные результаты групповой деятельности животных и человека. Специальную группу составляют результаты психической и социальной деятельности человека.

Каждой функциональной системе присущи следующие свойства:

- самоорганизация;
- саморегуляция;
- изоморфизм;
- избирательное объединение входящих в систему элементов;
- взаимодействие входящих в систему элементов достижению соответствующего полезного результата;
- голографические свойства;
- информационные свойства.

В функциональные системы различные органы включаются разными метаболическими процессами, обеспечивающими достижение для самой системы и для организма в целом приспособительных результатов [5].

Количество функциональных систем в природе, живых организмах, общественных объединениях, технических устройствах и т. д. столько, сколько можно выделить полезных для различных функциональных систем и адаптивных для формируемых ими целостных организаций приспособительных результатов.

Все изложенное указывает на огромное множество функциональных систем, составляющих в гармоническом взаимодействии целостные живые организмы в их неразрывной связи с окружающей средой.

Полезные приспособительные результаты являются на уровне химических и метаболических реакций. Например, полученное в результате химических реакций вещество может прекращать или, наоборот, ускорять течение этой реакции. Большое количество полезных приспособительных результатов, строящих соответствующие функциональные системы, имеется во внутренней среде живых организмов (такие как кровяное давление, уровень газовых показателей, осмотическое давление, температура и пр., формирующие постоянство внутренней среды — гомеостазис). Значительную группу составляют поведенческие полезные приспособительные результаты, определяющие удовлетворение биологических, метаболических потребностей живых существ и их групповых объединений. У человека результаты поведения и психической деятельности, помимо удовлетворения биологических потребностей, также обуславливают удовлетворение социальных и духовных потребностей: учебной, производственной, военной, технической, религиозной и общественно-политической деятельности.

Все функциональные системы работают по принципу саморегуляции. Любое отклонение результата от уровня, определяющего нормальную жизнедеятельность, является причиной для мобилизации всех составляющих функциональные системы элементов для возвращения этого результата к оптимальному для жизнедеятельности уровню. При этом ведущая роль в деятельности функциональных систем принадлежит приоритетно открытой П.К. Анохиным обратной афферентации (она же обратная связь), поступающей в центральные образования функциональной системы от параметров контролируемых результатов действия [9].

П.К. Анохиным сформулированы представления о центральной архитектонике функциональных систем, включающей последовательно развертывающиеся стадии: афферентного синтеза, принятия решения, предвидения потребного результата — акцептор результатов действия, эфферентный синтез, действие и постоянную оценку параметров достигаемых результатов с помощью обратной афферентации [1].

Одни функциональные системы своей саморегуляторной деятельностью определяют устойчивость различных показателей внутренней среды человека — гомеостазис, другие — его адаптацию к среде обитания. Одни функциональные системы генетически детерминированы, другие складываются в индивидуальной жизни в процессе взаимодействия субъектов с разнообразными факторами внутренней и внешней среды, т. е. на основе обучения.

Взаимодействие функциональных систем в целостном организме определяют следующие принципы:

- иерархическое доминирование;
- мультипараметрическое взаимодействие;
- последовательное взаимодействие [3].

В развитие теории функциональных систем нами приоритетно разработан принцип динамической организации функциональных систем — системокванты жизнедеятельности: от потребности к ее удовлетворению [10].

Теория функциональных систем заставила существенно изменить традиционные подходы к функциям целого организма. С точки зрения теории функциональных систем, в различные функциональные системы разные органы, принадлежащие к разным морфофункциональным системам, своими специфическими метаболическими процессами объединяются, как правило, избирательно.

Для удержания полезного приспособительного результата на оптимальном для жизнедеятельности уровне и его возвращения к исходному уровню в случае отклонения каждая функциональная система избирательно объединяет различные органы и ткани, комбинации нервных элементов и гуморальных влияний, а также при необходимости — специальные формы поведения. Примечательно, что в различные функциональные системы избирательно включа-

ются одни и те же органы различными метаболическими степенями свободы (принцип избирательного фракционирования органов по П.К. Анохину). В результате одни и те же органы человека, включающиеся в деятельность различных функциональных систем, приобретают особые свойства. К примеру, почки могут включаться в функциональные системы поддержания оптимального уровня газов, кровяного и осмотического давления, температуры и др.

Все это заставляет при преподавании учитывать объединение отдельных органов в разные функциональные системы. Принцип избирательного фракционирования органов в функциональные системы особенно отчетливо проявляется в деятельности головного мозга. Нейроны различных уровней мозга избирательно включаются в различные функциональные системы. При этом наблюдается избирательное вовлечение в различные функциональные системы синаптических образований и даже постсинаптических молекулярных процессов (вплоть до молекулярных процессов, разыгрывающихся в ядрах нейронов).

Следует иметь в виду, что объединяемые в функциональные системы элементы не просто взаимодействуют, а **взаимосодействуют** достижению каждой функциональной системой ее полезного приспособительного результата. Их тесное взаимодействие проявляется прежде всего в корреляционных отношениях ритмов их деятельности.

С позиций теории функциональных систем различные функции организма рассматриваются не сами по себе, а в связи с различными исходными потребностями организма и их удовлетворением — с динамическими отрезками системной деятельности — «системоквантами» [5, 11].

Так, например, мышечные сокращения осуществляются в организме не сами по себе, а в процессе поведенческой деятельности субъектов, направленной на удовлетворение их биологических или социальных потребностей.

Теория функциональных систем позволила реорганизовать на кафедре преподавание физиологии. В отличие от распространенного преподавания физиологии отдельных органов, процесс обучения студентов на кафедре не останавливается на познании функций отдельных органов, а почти в каждом разделе курс завершается построением и изучением специальной функциональной системы. После изучения общих процессов жизнедеятельности и физиологии отдельных органов студенты знакомятся с различными функциональными системами гомеостатического и поведенческого уровней. При этом ведущим становится вопрос о том, что вносят изученные студентами аналитические процессы и физиологические свойства отдельных органов в деятельность различных функциональных систем, определяющих жизнедеятельность целостного организма человека.

Завершается обучение построением системной организации целого организма человека в его неразрывных связях с внешней средой на основе принципов доминирования функциональных систем их мультипараметрического и последовательного взаимодействия.

Каждая функциональная система характеризуется изоморфизмом построения. В каждой из них имеется результат деятельности, обратная афферентация, центр и исполнительные механизмы. Кроме того, разработана схема взаимодействия внутреннего звена саморегуляции функциональных систем, определяющих тот или иной показатель гомеостаза с внешним звеном саморегуляции, обуславливающим на основе центральной архитектуры достижение потребного результата поведения или психической деятельности человека (см. рис.).

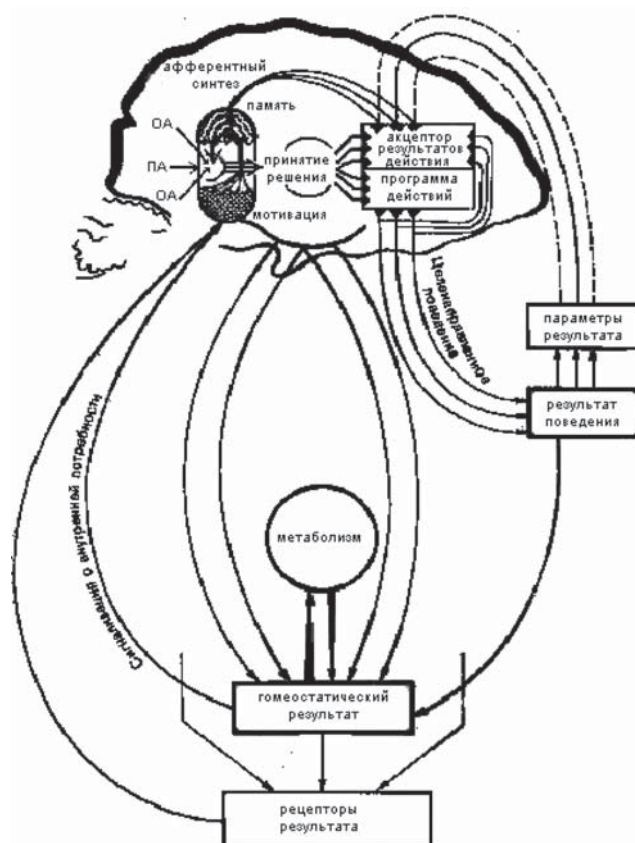


Рис. Функциональные системы гомеостатического и поведенческого уровней объединены общими нервными и гуморальными регуляциями, направленными на поддержание оптимального уровня гомеостатических и поведенческих результатов

Центральная архитектура функциональной системы включает стадии афферентного синтеза, принятия решения, предвидения потребного результата — акцептор результатов действия и афферентный синтез. Параметры действия и достигнутого поведенческого результата постоянно оцениваются акцептором результатов действия с помощью обратной афферентации. На схеме показаны два звена саморегуляции функциональной системы: внутреннее и внешнее. Примечание. ОА — обстановочная афферентация; ПА — пусковая афферентация

Системное построение функций, по отзывам студентов, значительно облегчило восприятие ими учебного материала. Изоморфизм функциональных систем выступил в роли «универсальных отмычек» от «сейфа» физиологических знаний. При сохранении унифицированной блок-схемы той или иной функциональной системы студенты в каждом случае должны только заполнить ее конкретным содержанием.

Результативная учебная деятельность студентов, построенная на принципах теории функциональных систем, формирует у студентов интерес к изучаемой дисциплине, умение ставить цели и их достижение, унифицирует подходы к различным разделам курса.

Теория функциональных систем, в отличие от западной, в основе своей аналитической, органной физиологии, ориентирует студентов на познание функций целого организма.

В процессе обучения студенты, наряду с физиологией отдельных органов, познают саморегулирующиеся функциональные системы, определяющие гомеостазис, поведение и психическую деятельность нормального, практически здорового человека.

Теория функциональных систем, ориентирующая студентов на понимание механизмов устойчивости различных физиологических показателей при разных и даже экстремальных воздействиях на организм, по существу, является теоретической основой здравоохранения, что, на наш взгляд, имеет не меньшее значение, чем клиническая подготовка студентов.

Список литературы

1. Анохин П.К. Биология и нейрофизиология условного рефлекса. — М.: Медицина, 1968. — 547 с.
Anokhin P.K. Biology and neurophysiology of the conditioned reflex. — M.: Medicina, 1968. — 547 p.
2. Судаков К.В. Рефлекс и функциональная система. — Новгород: Изд-во Новгор. ГУ им. Я. Мудрого, 1997. — 399 с.
Sudakov K.V. Reflex and functional system. — Novgorod: The publishing house of the Ya. Mudryj Novgorod State University, 1997. — 399 p.
3. Судаков К.В. Теория функциональных систем и ее применение в физиологии и медицине // Новости медико-биол. наук. — 2004. — № 4. — С. 109–133.
Sudakov K.V. The theory of functional systems and its application in physiology and medicine // Novosti mediko-biologicheskikh nauk. — 2004. — № 4. — P. 109–133.
4. Судаков К.В. Теория функциональных систем. — М.: Изд-во «Мед. музей», 1996. — 95 с.
Sudakov K.V. The theory of functional systems. — M.: The publishing house «Med. Muzej», 1996. — 95 p.
5. Судаков К.В. Функциональные системы. — М.: Изд-во РАМН, 2011.
Sudakov K.V. The functional systems. — M.: The publishing house of the RAMS, 2011.
6. Bertalanfy von L. General theory of systems application to psychology // Soc. Sc. Inform / Sc. Social. — 1967. — Vol. 6. — № 6.
7. Малиновский А.А. Тектология. Теория систем. Теоретическая биология. — М.: Эдиториал, 2000. — 448 с.
Malinovsky A.A. Tectology. Systems theory. Theoretical biology. — M.: Editorial, 2000. — 448 p.
8. Анохин П.К. Опережающее отражение действительности // Вопросы философии. — 1962. — № 7. — С. 97–111.
Anokhin P.K. Forward-looking reflection of reality // Voprosy filosofii. — 1962. — № 7. — P. 97–111.
9. Судаков К.В. Кибернетические свойства функциональных систем // Вестник новых медицинских технологий. — 1998. — Т. 5. — № 1. — С. 12–19.
Sudakov K.V. Cybernetic properties of functional systems // Vestnik novykh medicinskih tekhnologij. — 1998. — Vol. 5. — № 1. — P. 12–19.
10. Системокванты физиологических процессов / Под ред. Судакова К.В. — М., 1997.
System-quanta of the physiological processes / Ed. by Sudakov K.V. — M., 1997.
11. Андрианов В.В., Василюк Н.А. Структура и психофизиологические корреляты системоквантов учебной деятельности // Сб. по экспериментальной и прикладной физиологии. — Т. 16. — М., 2011. — С. 65–79.
Andrianov V.V., Vasilyuk N.A. The structure and physiological correlates of learning activities of system-quanta // Experimental and Applied Physiology. Collected papers. — Vol. 16. — M., 2011. — P. 65–79.