

Роль возбудимых тканей в системной организации функций организма

Ю.Е. Вагин

ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М.Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Россия

Аннотация

Функции возбудимых тканей являются базисными для жизнедеятельности органов и систем организма. Физиология возбудимых тканей не только часть молекулярно-клеточной физиологии, но и физиологии функциональных систем, способствует формированию системных знаний о процессах жизнедеятельности. Функции возбудимых тканей детерминированы наследственными факторами, формируют единую функциональную среду и способствуют системогенезу. Они являются составной частью информационных и исполнительных процессов функциональных систем и обеспечивают непрерывность функций организма.

Ключевые слова: возбудимые ткани, функции, процессы, свойства, закономерности, системность, функциональная система, системное квантование.

Для цитирования: Вагин Ю.Е. Роль возбудимых тканей в системной организации функций организма. Сеченовский вестник. 2018; 3 (33): 5–11.

КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вагин Юрий Евгеньевич, д-р мед. наук, профессор кафедры нормальной физиологии ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), ведущий научный сотрудник Научно-исследовательского института нормальной физиологии им. П.К. Анохина РАН, Москва

Адрес: 117588, г. Москва, ул. Тарусская, д. 22, корп. 1

Тел.: +7 (916) 839-24-53

Е-mail: YuVaguine@yandex.ru

Статья поступила в редакцию: 06.03.2018

Статья принята к печати: 03.09.2018

The role of excitable tissues in the systemic organization of the body functions

Yurij E. Vagin

I.M.Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia

Abstract

The functions of excitable tissues are basic for the vital functions of the organs and systems of the body. The physiology of excitable tissues is not only a part of molecular-cellular physiology, but also the physiology of functional systems, contributing to the formation of systematic knowledge of life processes. The functions of excitable tissues are determined by hereditary factors, form a single functional environment and contribute to system genesis. They are an integral part of the information and executive processes of functional systems and ensure the continuity of the body's functions.

Key words: excitable tissues, functions, processes, properties, regularities, system, functional system, system quantization.

For citation: Vagin Yu.E. The role of excitable tissues in the systemic organization of the body functions. Sechenov Medical Journal. 2018; 3 (33): 5–11.

CONTACT INFORMATION

Yur E. Vagin, MD, PhD, DSci, Full Prof., I.M.Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Prof. of the chair of normal physiology, P.K. Anokhin Research Institute of Normal Physiology

Address: 22–1, Tarusskaya str., Moscow, 117588, Russia

Tel.: +7 (916) 839-24-53

E-mail: YuVaguine@yandex.ru

The article received: March 6, 2018

The article approved for publication: September 3, 2018

Физиология не просто одна из важных теоретических дисциплин в медицине. Подобно философии по отношению к естественным наукам физиология создает базис для творческого мышления врача и особый стиль поведения в ходе его лечебной работы. Физиология представляет собой теоретическую, философскую основу медицины [1].

Французский физиолог К. Бернар считал, что «физиология – это научный стержень, на котором держатся все медицинские науки» [2]. Создатель теории функциональных систем организма П.К. Анохин подчеркивал, что «идеал, к которому мы стремимся, – это физиологически мыслящий врач, т.е. врач, который бы за симптомами больного видел физиологию процесса. Если отрешиться от механической работы врача и сделать работу врача творческой, то это всегда будет физиологическое мышление» [3].

Каждый раздел физиологии не только имеет практическое значение для определенной клинической дисциплины, но и формирует системное мышление врача, которое позволяет ему на основе фактических знаний с помощью ассоциативного мышления оценивать состояние больного и планировать адекватную для больного последовательность лечебных мероприятий. Только широта базисных знаний по всем медицинским дисциплинам и интегративная деятельность мозга позволяют врачу достигать результата, к которому он стремится всю свою профессиональную деятельность, – вылечить каждого пациента от болезни.

Базисным разделом физиологии являются функции возбудимых тканей [4–8]. Знания физиологии возбудимых тканей необходимы для понимания процессов кровообращения, дыхания, пищеварения, нервно-гормональной регуляции функций организма, работы сенсорных систем и организации целенаправленного поведения. Принято считать, что физиология возбудимых тканей является частью молекулярно-клеточной физиологии, так как она связана с биофизическими процессами в возбудимых тканях и молекулярно-клеточными механизмами мембранных процессов. Полагают, что функции возбудимых тканей не имеют прямой связи с системными процессами в организме. Однако известно, что функциональные системы используют все процессы организма для достижения полезных для него результатов [3, 9–11]. Цель статьи – проанализировать роль возбудимых тканей в системных процессах организма.

СИСТЕМНОСТЬ И ДИСКРЕТНОСТЬ ФУНКЦИЙ ОРГАНИЗМА

В организме имеется два класса явлений – системные и дискретные. Они разделяются благодаря двум признакам. Первый признак характеризует их связь или изолированность от других явлений. Вторым, не менее важный признак, характеризует их связь с событиями прошлого или будущего.

Функции клеток, органов и целого организма включают различные процессы, механизмы, свойства и закономерности. Функциональные процессы – это отдельные, не связанные друг с другом явления, происходящие в организме. Они возникают за счет внешних и внутренних раздражений или появляются спонтанно за счет автоматизма. Функциональные процессы формируются различными механизмами: генетическими, молекулярными, клеточными, гуморальными, гормональными, рефлекторными и саморегуляторными.

Функциональные свойства – это потенциальные возможности возникновения функциональных процессов определенного класса в разных органах и тканях организма. Функциональные свойства определяют взаимосвязанность, скоординированность функций организма, формируя системные взаимоотношения между тканями и органами еще до внешних и внутренних раздражений. Они лежат в основе нервно-гормональной и нервно-иммунной регуляции функций организма. Функциональные закономерности – это устойчивые связи между функциональными процессами, зависимость динамики одного процесса от изменения другого.

Молекулярно-клеточная физиология исследует функциональные процессы и их генетические, молекулярные, клеточные, гуморальные и гормональные механизмы. Рефлекторная физиология изучает процессы регуляции функций организма за счет регуляции и саморегуляции с помощью безусловных и условных рефлексов. Системная физиология анализирует свойства и закономерности динамики функций организма, совокупность взаимосвязанных и упорядоченных функциональных процессов, каждый из которых уникален и в конечном счете направлен на поддержание жизнедеятельности организма как целого явления в окружающем его мире. Системность жизнедеятельности характеризует преобладание организованности над разобщенностью функциональных процессов по их сути и механизмам. Системность проявляется в непрерывной смене прерывных функций организма, во влиянии предыдущих функциональных процессов на последующие.

Исследование функциональных процессов всегда происходит после того, как они произошли. Анализируя преимущества теории функциональных систем, К.В. Анохин отмечает, что рефлекторная физиология считает, что «поведение организмов... определяется... прошлыми событиями — стимулами внешней и внутренней среды» [12]. Анализ функциональных процессов — научное знание физиологии о прошлом в жизнедеятельности организмов.

Особенность системной физиологии заключается в том, что она описывает закономерности жизнедеятельности, которые только могут произойти. Системная физиология всегда смотрит в будущее [1, 13]. Это объясняется свойством живой материи — опережающим отражением действительности [3, 10]. Зная свойства, законы, тенденции развития процессов, мы можем предсказывать будущие события в жизнедеятельности организма.

Системная физиология создает субъективное представление об объективных законах жизнедеятельности. Важной особенностью системной физиологии является формулировка этих закономерностей и общих свойств с помощью изучения функциональных процессов. Знания об отдельных физиологических явлениях складываются в сознании ученых в понятия и суждения о внутренней обусловленности исследуемых процессов. Поэтому наши знания о функциональных процессах могут обходиться без знаний об их свойствах и закономерностях. Но системные представления о закономерностях жизнедеятельности не могут быть поняты без изучения функциональных процессов.

ГЕНЕЗИС ФУНКЦИЙ ВОЗБУДИМЫХ ТКАНЕЙ

Появление функций тканей, органов и целого организма обусловлено процессами системогенеза. Системогенез — избирательное созревание функциональных систем и их отдельных частей в процессе онтогенеза, индивидуального развития организма. Теория системогенеза была разработана П.К. Анохиным как часть теории функциональных систем [3]. Процесс системогенеза образуется в ходе эволюционного развития организмов и наследственного кодирования наиболее необходимых способов приспособления организма к внешней среде. Процессы системогенеза протекают в ходе всего онтогенеза, но зарождение его происходит в эмбриональном периоде.

В ходе внутриутробного развития организма системогенез характеризуют тремя признаками. Во-первых, происходит одновременное морфологическое развитие клеток и тканей — одни из них развиваются быстрее, а другие медленнее. Во-вторых, более быстро созревают части органов и тканей, которые способны выполнять свои функции до завершения формирования и развития органов в эмбрио-

нальном периоде развития организма. В-третьих, осуществляется объединение созревших клеток, органов и тканей для обеспечения их функций с наименьшими возможностями связей между отдельными клетками и тканями [3, 10]. Неоднородность возникновения и развитие органов, систем и частей тела организма и начало объединения клеток различных тканей для формирования функций организма обусловлены экспрессией наследственных факторов, сосредоточенных в хромосомах зиготы, после слияния женской и мужской половых клеток.

Теория системогенеза объясняет механизмы зарождения гомеостатических и поведенческих функциональных систем до рождения ребенка. В пренатальном периоде быстрее созревают функциональные системы и функции органов и тканей, которые обеспечивают выживание новорожденного сразу после рождения. Наследование основных функциональных систем и функций органов и тканей не связано с полом и происходит как в женском, так и мужском организме. При дальнейшем развитии организма количество связей и их возможности для регуляции и саморегуляции функций увеличиваются за счет внутренних и внешних раздражений.

Функции возбудимых тканей формируются вместе с функциями других тканей, органов и функциональных систем в процессе системогенеза. Становление функций возбудимых тканей — промежуточный этап на пути от наследственных факторов к функциональным системам организма. Процессы и свойства возбудимых тканей неразрывно связаны друг с другом и появляются одновременно. Однако они имеют разное значение для функционирования возбудимых тканей.

ПРОЦЕССЫ ВОЗБУДИМЫХ ТКАНЕЙ

Разница в исследовании функций организма с позиции молекулярно-клеточной, рефлекторной и системной физиологии проявляется во всех разделах физиологической науки. В частности, в физиологии возбудимых тканей молекулярно-клеточный подход заключается в изучении процессов возбуждения, проведения и сокращения. Кроме описания процессов изучают механизмы их возникновения. Исследуют появление потенциалов покоя и действия, мембранные механизмы деполяризации, реполяризации и гиперполяризации, причины непрерывного и сальтаторного способов проведения возбуждения. Анализируют виды и особенности сокращения скелетных, гладких мышц и миокарда. Изучают механизмы секреции медиаторов, особенности проведения возбуждения через синапсы и плотные контакты между клетками [4–8].

Процессы возбудимых тканей отражают дискретные свойства функций организма, информируют нервные центры об изменении его внешней и внутренней среды. Кроме того, они реализуются в

действия организма, направленные на достижение гомеостатических и поведенческих результатов.

СВОЙСТВА ВОЗБУДИМЫХ ТКАНЕЙ

Физиология возбудимых тканей исследует не только процессы и механизмы ионных мембранных процессов. Важным является изучение свойств и закономерностей процессов в возбудимых тканях. Эта часть физиологии возбудимых тканей детально исследована русскими физиологами. Свойства возбудимых тканей характеризуют единство функций организма, их взаимосвязь между разными его частями с помощью нервной системы. Свойства возбудимых тканей способствуют появлению системных процессов регуляции функций организма. Строение и свойства возбудимых тканей генетически детерминированы и сохраняются весь срок жизни возбудимых тканей. При раздражениях, вызывающих процессы в возбудимых тканях, они временно изменяются.

К свойствам возбудимых тканей относят раздражимость, возбудимость, проводимость, сократимость. Благодаря системным представлениям сформулированы законы раздражения возбудимых тканей: «все или ничего», «силы-времени», аккомодации, полярные законы. Системный подход позволяет дать характеристику супернормальной возбудимости, абсолютной и относительной рефрактерности, экзальтации и субнормальной возбудимости. Он постулирует законы проведения возбуждения в нервах: двустороннего проведения, изолированного проведения, относительной утомляемости, различной скорости проведения. Интегративная оценка состояния возбудимых тканей вводит в физиологию понятия лабильности, парабиоза, утомляемости и неутомляемости. Она описывает свойства синапсов: одностороннего проведения возбуждения, синаптической задержки, высокой химической чувствительности, низкой лабильности, высокой утомляемости. Системный анализ формулирует закон средних нагрузок. Он описывает свойства гладких мышц: длительность возбуждения, автоматизм, пластичность, высокую химическую чувствительность, неподчинение закону изолированного проведения возбуждения, низкую лабильность. Благодаря интегративной оценке состояния миокарда изучены функциональные особенности сердца: автоматизм, отсутствие суммации одиночных мышечных сокращений и тетануса, неподчинение закону изолированного проведения возбуждения, подчинение закону «все или ничего», подчинение закону Старлинга, возможность возникновения внеочередных сокращений сердца – предсердных и желудочковых экстрасистол [14–17].

Каждый научный подход к анализу процессов жизнедеятельности включает элементы другого подхода. Рассмотрение физиологии возбудимых

тканей клеточной физиологией включает описание некоторых элементов системной физиологии. Однако эти описания краткие и упор делается на ионные и молекулярные механизмы возбуждения, проведения и сокращения. Системная физиология не может обойтись без описания процессов возбуждения, но считает более важным описание свойств и общих закономерностей возбудимых тканей.

Возбудимость – свойство возбудимой ткани возбуждаться при пороговом и надпороговых раздражениях. Мерой возбудимости является порог раздражения. Порог раздражения и возбудимость находятся в обратной зависимости и зависят от разницы между уровнем заряда мембраны возбудимой клетки и критическим уровнем деполяризации.

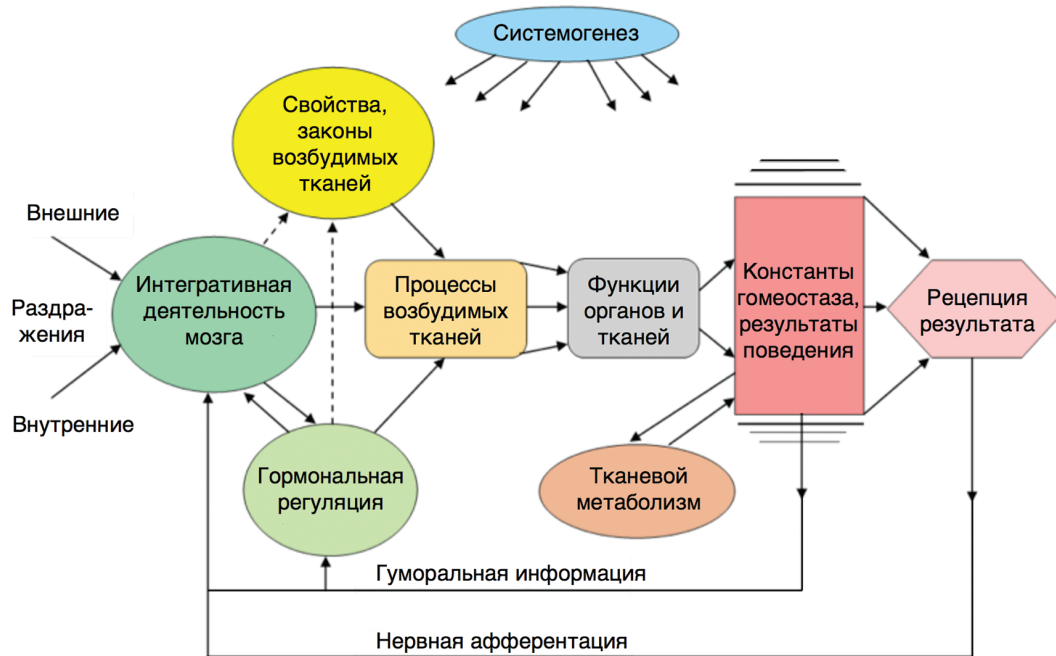
Лабильность – способность возбудимой ткани переходить из покоя в возбуждение и обратно максимальное количество раз при ритмическом раздражении. Мерой лабильности является максимальная частота ритмического раздражения, которую возбудимая ткань может воспроизвести в виде возбуждений без трансформации ритма. Лабильность и мера лабильности зависят от длительности абсолютного рефрактерного периода.

Свойства и закономерности возбудимых тканей считаются вопросами второго плана для молекулярно-клеточной физиологии. Особое непонимание вызывает явление парабиоза, обнаруженное русским физиологом Н.Е.Введенским в 1901 г. К.В.Судаков, не преуменьшая роль электрогенеза возбудимых тканей, придавал значение учению о парабиозе. Парабиоз возникает при действии на возбудимые ткани альтерирующих, повреждающих ткани факторов и «представляет особую форму “застойного” нераспространяющегося возбуждения» [15].

Парабиоз – состояние около жизни тканей, которое возникает при действии сильных повторяющихся раздражений. В физиологии возбудимых тканей парабиоз объясняет стадийность процессов перевозбуждения и торможения, которые Н.Е.Введенский считал едиными по своей природе. При ритмическом раздражении возбудимых тканей возникают три стадии парабиоза:

- 1) провизорная, уравнивательная;
- 2) парадоксальная;
- 3) тормозная.

В клинической медицине парабиоз применяется для анализа стадий наркоза, отравлений, переохлаждений и бессознательных состояний. Учение о парабиозе напоминает теорию общего адаптационного синдрома канадского эндокринолога Г. Селье, в которой описаны общие закономерности развития стресса у человека и животных [18]. При действии на организм повторяющихся неблагоприятных, повреждающих, стрессорных раздражений происходит изменение к ним устойчивости организма. Различают четыре стадии общего адаптационного синдрома:



Системная роль свойств и процессов возбудимых тканей в поддержании жизнедеятельности организма.

- 1) первичный шок;
- 2) тревога;
- 3) резистивность, повышенная сопротивляемость;
- 4) истощение.

Свойства и закономерности – это незадавшие правила функционирования организма. Они имеют динамику развития в зависимости от внешних условий и внутренних причин. Например, при возбуждении возбудимость увеличивается, уменьшается и временами исчезает.

Большая часть свойств возбудимых тканей прямо зависит от происходящих в них процессов. Фазы изменения возбудимости зависят от процессов изменения мембранного потенциала. Свойства синапсов зависят от механизмов проведения возбуждения через синапсы. Такие свойства называют первичными. Другие свойства вторичные – зависят не прямо от процессов возбудимых тканей, а опосредованы первичными свойствами. Например, мера лабильности зависит от длительности абсолютного рефрактерного периода. Чем длиннее абсолютный рефрактерный период, тем меньше мера лабильности.

РОЛЬ ВОЗБУДИМЫХ ТКАНЕЙ В СИСТЕМНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ФУНКЦИЙ ОРГАНИЗМА

Разбирая научные рукописи П.К. Анохина, его внук – физиолог, член-корреспондент РАН К.В. Анохин обнаружил запись, сделанную в 1972 г. Характеризуя нейрофизиологические исследования, П.К. Анохин записал: «Тонкие исследования сделали большой скачок... в связи с развитием электроники...

Однако... они не могут развиваться без каких-либо серьезных обобщений... Синтетический уровень требует концептуального моста..., каким и является концепция функциональной системы» [12].

Системное значение функций возбудимых тканей проявляется на всех уровнях организации процессов жизнедеятельности. Свойства возбудимых тканей и определяемые ими закономерности и процессы формируются в начале системогенеза. После этого системогенез определяет исходные функции органов и тканей, процессы гомеостаза в организме, особенности нервно-гормональной регуляции функций организма и поведения организма в окружающей среде. Системообразующими факторами процессов жизнедеятельности являются гомеостатические константы организма и результаты его целенаправленного поведения (см. рисунок). Они определяют постоянство тканевого метаболизма, с чем связана стабильность всех функций организма. Основным принципом взаимодействия звеньев функциональной системы являются саморегуляция гомеостаза и достижение результатов поведения. Отклонения гомеостатических параметров крови и тканей от нормального уровня, а также достижение или отсутствие достижения запланированных результатов поведения оцениваются в нервно-гормональных центрах регуляции функций организма. Интегративная деятельность мозга учитывает также информацию от внешних и внутренних раздражений.

Нервная регуляция функций организма осуществляется в первую очередь через появление, изменение или торможение процессов в возбудимых тканях. Одновременно возможны регуляция на-

следственных свойств и законов возбудимых тканей и их влияние на возбуждение, проведение и сокращение. Нервная регуляция дополняется гормональной. С помощью изменения функции органов и тканей в организме достигаются нормализация гомеостатических показателей и достижение запланированных результатов поведения.

В организме происходят как единичные, так и последовательные процессы возбудимых тканей. Продолжая развивать общие положения теории функциональных систем, К.В. Судаков разработал концепцию системных квантов жизнедеятельности [18, 19]. Каждый системный квант является единицей определенного функционального процесса организма, этапом жизнедеятельности индивидуума от возникновения потребности в сохранении постоянства внутренней среды организма до ее удовлетворения [20–22].

Системные кванты процессов возбудимых тканей являются одиночными возбуждениями, проведениями возбуждения и сокращениями. При этом они имеют индивидуальные характеристики, которые не связаны с предыдущими и последующими процессами. Чаще всего такие изолированные процессы изучают при одиночных раздражениях. При жизнедеятельности организма единичные процессы возбудимых тканей взаимодействуют друг с другом. Возникает последовательность процессов. Возбуждение вызывает его проведение и приводит к сокращению. В синапсах возможна суммация последовательных возбуждений, а в мышцах – суммация одиночных сокращений. При этом предыдущие процессы частично определяют параметры последующих процессов. Взаимодействия единичных процессов возбудимых тканей создают системную организацию, приводящую к достижению определенного результата: стойкой деполяризации постсинаптической мембраны, оптимальному или пессимальному сокращению скелетных мышц.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

К.В. Судаков считал, что «...отечественная физиология в отличие от аналитической физиологии Запада всегда выступала и выступает в тесном союзе с философией. Русские физиологи И.М. Сеченов, И.П. Павлов, А.А. Ухтомский, П.К. Анохин и мно-

гие другие в объяснении физиологических закономерностей всегда поднимались до философских обобщений» [9].

Теоретический анализ свойств и процессов возбудимых тканей показывает, что физиология возбудимых тканей не только дает знание базисных электрофизиологических механизмов функционирования организма, но и формирует начало системных представлений о процессах жизнедеятельности. Значение функций возбудимых тканей в системной физиологии включает три позиции. Во-первых, свойства возбудимых тканей, детерминированные наследственными факторами, формируют единую функциональную среду в этих тканях в разных частях организма. Морфогенез и свойства различных клеток и тканей создают основу для системогенеза. Свойства, законы и процессы возбудимых тканей – важная часть начала системогенеза. Во-вторых, свойства и процессы возбудимых тканей являются элементами функциональных систем организма, которые определяют его гомеостатические параметры и способствуют достижению приспособительных результатов поведения. В-третьих, большая часть единичных процессов возбудимых тканей представляет собой цепь последовательных системных квантов организма, определяющих связь между его предыдущими, настоящими и последующими функциями. Системные кванты процессов возбудимых тканей обеспечивают континуум функциональных процессов организма.

Таким образом, функции возбудимых тканей способствуют началу системогенеза. Наряду с другими тканями и органами они обеспечивают деятельность функциональных систем и участвуют в непрерывном развитии функций организма.

Для здравоохранения главным системообразующим фактором лечения больного всегда является творчески мыслящий врач. Физиология направлена на формирование системного мышления будущего врача с учетом анализа функциональных свойств и процессов организма. Физиология возбудимых тканей формирует базисные знания функциональных процессов организма, которые способствуют развитию творческих способностей врача.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Вагин Ю.Е. Физиология – теоретическая основа медицины. Сеченовский вестник. 2013; 4 (14): 18–24. / Vagin Yu.E. Physiology as the theoretical basis of medicine. Sechenov Medical Journal. 2013; 4 (14): 18–24. [in Russian]
2. Карлик Л.Н. Клод Бернар. М.: Наука, 1964; с. 173–4. / Karlik L.N. Claude Bernard. Moscow: Nauka, 1964; p. 173–4. [in Russian]
3. Анохин П.К. Очерки по физиологии функциональных систем. М.: Медицина, 1975. / Anokhin P.K. Essays on the physiology of functional systems. Moscow: Medicina, 1975. [in Russian]
4. Ganong WF. Review of medical physiology. N. Y.: McGraw-Hill Companies, 2001.
5. Boron WF, Boulpaep EL. Medical Physiology. Philadelphia: Elsevier science, 2003.

6. *Despopulos A, Silbernagl S.* Color atlas of physiology. N. Y.: Thieme, 2003.
7. *Ward JP, Clarke RW, Linden RW.* Physiology at a Glance. Oxford: Blackwell Publishing, 2008.
8. *Камкин А.Г., Киселева И.С.* Атлас по физиологии. В 2 т. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010, 2012. / *Kamkin A.G., Kiselyova I.S.* Atlas of physiology. In 2 vol. Moscow: GEOTAR-Media, 2010, 2012. [in Russian]
9. Физиология. Основы и функциональные системы. Под ред. К.В.Судакова. М.: Медицина, 2000. / *Physiology. Fundamentals and functional systems.* Ed. by K.V.Sudakov. Moscow: Medicina, 2000. [in Russian]
10. *Судаков К.В.* Избранные труды. Развитие теории функциональных систем. М.: ГУ НИИ нормальной физиологии им. П.К.Анохина РАМН, 2007; 1: 343. / *Sudakov K.V.* Selected works. Development of the theory of functional systems. Moscow: P.K.Anokhin Research Institute of normal physiology RAMS, 2007; 1: 343. [in Russian]
11. *Судаков К.В.* Функциональные системы. М.: РАМН, 2011. / *Sudakov K.V.* Functional systems. Moscow: RAMN, 2011. [in Russian]
12. *Анохин К.В.* Теория функциональных систем: теоретические и экспериментальные исследования высших функций мозга. Десятые Анохинские чтения. 24 января 2018. М.: НИИ нормальной физиологии им. П.К.Анохина РАМН. / *Anokhin K.V.* Theory of functional systems: theoretical and experimental studies of higher brain functions. Tenth Anokhin reading. January 24, 2018. Moscow: P.K.Anokhin Research Institute of normal physiology RAMS. [in Russian]
13. *Фудин Н.А., Вагин Ю.Е.* Анализ спортивной деятельности с позиции теории функциональных систем. Сеченовский вестник. 2016; 3 (25): 34–45. / *Fudin N.A., Vagin Yu.E.* Sports activity in functional system theory. Sechenov Medical Journal. 2016; 3 (25): 34–45. [in Russian]
14. Физиология функциональных систем. Под ред. К.В.Судакова. Иркутск: Ирк. университет, 1997. / *Physiology of functional systems.* Ed. by K.V.Sudakov. Irkutsk: Irk. University. 1997. [in Russian]
15. *Судаков К.В.* Нормальная физиология. М.: МИА, 2006; с. 29–32. / *Sudakov K.V.* Normal physiology. Moscow: MIA, 2006; с. 29–32. [in Russian]
16. *Судаков К.В., Андрианов В.В., Вагин Ю.Е. и др.* Нормальная физиология. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. / *Sudakov K.V., Andrianov V.V., Vagin Yu.E. et al.* Normal physiology. Moscow: GEOTAR-Media, 2012. [in Russian]
17. *Судаков К.В., Андрианов В.В., Вагин Ю.Е., Киселев И.И.* Физиология человека: атлас динамических схем. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. / *Sudakov K.V., Andrianov V.V., Vagin Yu.E., Kiselyov I.I.* Human Physiology: Atlas of dynamic circuits. Moscow: GEOTAR-Media, 2009; 416 [in Russian]
18. *Selye P.* The stress of Life. N. Y.: McGraw-Hill Companies, 1956.
19. *Судаков К.В., Вагин Ю.Е., Андрианов В.В. и др.* Кванты жизнедеятельности. М.: ММА им. И.М.Сеченова, 1993. / *Sudakov K.V., Vagin Yu.E., Andrianov V.V. et al.* Quanta of life. Moscow: I.M.Sechenov MMA, 1993. [in Russian]
20. *Судаков К.В., Агаянц Г.Ц., Вагин Ю.Е. и др.* Системокванты физиологических процессов. Под ред. К.В.Судакова. М.: Международный гуманитарный фонд арменоведения, 1997. / *Sudakov K.V., Agayants G.T., Vagin Yu.E. et al.* Quanta of physiologic processes. Moscow: International humanitarian foundation for Armenian studies, 1997. [in Russian]
21. *Вагин Ю.Е., Судаков К.В.* Колебательная модель системоквантов поведения. Известия РАН. Теория и системы управления. 2008; 47 (6): 166–76. / *Vagin Yu.E., Sudakov K.V.* Oscillatory model of behavioral system quanta. J of Computer and Systems Science International. 2008; 47 (6): 995–1004. [in Russian]
22. *Вагин Ю.Е.* Неравномерность ритма дыхания как показатель эмоционального напряжения. Сеченовский вестник. 2015; 20 (2): 13–23. / *Vagin Yu.E.* The unevenness of respiration rhythm as an indicator of emotional stress. Sechenov Medical Journal. 2015; 20 (2): 13–23. [in Russian]

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ / INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Вагин Юрий Евгеньевич, д-р мед. наук, профессор кафедры нормальной физиологии ФГБОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России, ведущий научный сотрудник НИИ нормальной физиологии им. П.К. Анохина РАН

Yuriy E. Vagin, Doctor of Medical Sciences, I.M.Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Professor of the chair of normal physiology, P.K. Anokhin Research Institute of Normal Physiology of the Academy of Sciences

