УДК 611(075.8)

О ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОРФОЛОГИИ ОРГАНИЗМА: СИСТЕМА ОПОРНЫХ И РЕГУЛЯТОРНЫХ СТРУКТУР

ABOUT FUNCTIONAL MORPHOLOGY OF ORGANISM: THE SYSTEM OF SUPPORTING AND REGULATING STRUCTURES

©Петренко В. М.
д–р мед. наук, ООО «ОЛМЕ»
г. Санкт–Петербург, Россия, deptanatomy@hotmail.com
©Petrenko V.
Dr. habil., OLR "OLME"
St. Petersburg, Russia, deptanatomy@hotmail.com

«генетика предполагает, а эпигенетика — располагает»
Питер Медавар

Аннотация. Любая индивидуальная биосистема представляет собой комплекс опорных структур разного типа, несущих блоки разных регуляторных структур на всех уровнях организации биосистемы. Организм человека можно представить следующим образом: 1) сома / опорный блок, 1.1) кости (твердый скелет) — твердость, низкий уровень метаболизма, опорная и защитная функции; 1.2) скелетные мышцы — упругость, высокий уровень метаболизма, двигательная функция; 2) регуляторные блоки, 2.1) сердечно–сосудистая система – циркуляция крови, транспорт вещества, энергии и информации, функция интеграции путем гуморальной (взаимо)связи; 2.2) нервная система — рефлексия (отражение), перенос информации, функция интеграции в форме управления (регуляции, контроля). Внутри комплекса образований этих систем (в полостях сомы) находятся внутренности, выполняющие некие промежуточные функции. Подобное можно найти также и в клетке (структурные и регуляторные белки и их комплексы).

Abstract. Any individual biosystem is the complex of supporting structures of different types which carry blocks of different regulating structures on all levels of organization of the biosystem. It may be present human organism as follows: 1) soma / bearing block, 1.1) bones (skeleton) — hardness, low level of metabolism, supporting and protective functions; 1.2) skeletal muscles — elasticity, high level of metabolism, motive function; 2) regulative blocks, 2.1) cardiovascular system — blood circulation, transport of substance, energy and information, function of integration by means of humoral (inter)connection; 2.2) nerve system — reflection, carrying of information, function of integration in form of operation (regulation, control). There are viscera within complex of formations of these systems (in cavitases of soma), which fulfill some intermediate functions. It may find similar in cell too (structural and regulative proteins and their complexes).

Ключевые слова: организм, клетка, функциональная морфология.

Keywords: organism, cell, functional morphology.

Организм, по крайней мере, у большинства биологических видов состоит из клеток ($n \geq 1$) [1–2]. В повседневной жизни мы не видим отдельные клетки и их соединения, видимые индивидуумы воспринимаем как макроскопические тела, которые состоят из

определенных частей, в т. ч. разных органов. Жизнедеятельность индивида состоит из определенного набора взаимосвязанных процессов. Какие части тела индивида и как организуют каждый из таких процессов и жизнедеятельность организма в целом (связь формы с функцией) — в этом, если быть кратким, заключается предназначение функциональной морфологии многоклеточного организма. Мы «привязываем» те или иные процессы его жизнедеятельности к определенным его органам и обозначаем так определенные функции органов. Но поскольку клетка является наименьшей частицей или «кирпичиком» (конституентом) любой индивидуальной биосистемы, где хранится и начинает воспроизводиться ее наследственная информация, мы пытаемся понять, как клетки образуют тело индивида и организуют его жизнедеятельность.

Великий ученый XVIII века Пьер Симон Лаплас заявил следующее: «Если бы человек ограничивался одним собиранием фактов, наука была бы бесплодной номенклатурой, и никогда человек не познал бы великих законов природы» [цит. по: 3]. Выдающийся российский анатом П. Ф. Лесгафт указывал: «Вскрывайте ножом, рассекайте мыслью… Определить и исследовать отношение формы и функции, значение данной формы, основную идею построения тела человека — вот истинные задачи анатомии, которые поднимают описание до науки и вливают жизнь в мертвый материал, делая его пригодным к исследованию»; чтобы понять внутреннее устройство человека, необходимо «осветить и выяснить связь между внешней формой и олицетворяемой ею деятельностью» [цит. по 4]. «Начиная с глубокой древности, ученые всегда стремились — в меру познаний своего времени — найти физиологическое обоснование структур … Невозможность отрыва анатомии от физиологии лучше всего иллюстрируется разделением анатомического материала на системы органов …» [5]. О неразрывной взаимосвязи морфологии и физиологии, формы и функции писали известные анатомы разных лет [3–9], например, австрийский анатом I. Hyrtl: «Анатом не может начать исследование, не имея за исходную точку физиологический вопрос или не наталкиваясь на него под конец» [цит. по: 3].

Цель исследования: рассмотреть принципы функциональной морфологии организма.

Молекулярные основы клеточной организации

Устройство организма человека (и не только) обычно представляется в виде вертикали: клетки (→ ткани) → органы (→ системы органов) → индивид, хотя и с разными вариациями [10]. Организм «представляет собой саморегулирующуюся и самообновляющуюся биологическую систему, состоящую из клеток и неклеточных структур, которые в процессе развития образуют ткани, органы и системы органов, объединенные в единое целое нервными и гуморальными механизмами регуляции» [2]. Клетка, ее части и соединения с другими клетками (микроокружение клетки или межклеточная среда / вещество) состоят из множества разных молекул и их соединений. Молекулярным проконституентом жизни мне представляется белок — молекула, способная к саморегуляции своей формы, начиная со вторичной структуры, изменения которой сопровождаются адекватными изменениями микроокружения белковой молекулы. Все остальные молекулы, в т. ч. нуклеиновые кислоты, используются белками в качестве инструментов для организации себя и своего окружения, оптимизации таким образом своего функционирования путем морфогенеза надмолекулярных комплексов с разным составом и строением — ультраструктур клеток и их микроокружения. Анализ [11] широко известных публикаций о механизмах развития живых существ показал различия и общность взглядов их авторов на организацию развития и позволяет утверждать, что отсутствует жесткая, прямая связь между: 1) генотипом и фенотипом; 2) структурой и функциональной активностью генома и белкового аппарата, включая биосинтез белков, 2а) а также между ними и морфогенезом. Имеющиеся сегодня сведения о генной организации индивидов очень ограничены, противоречивы и не всегда объективны. Поэтому оценивать роль генов в организации развития следует очень осторожно. Я всегда полагал, что

нуклеиновые кислоты — это пассивный материал развития живых существ, пусть очень важный, но только инструмент для белков, организующих жизнь данного индивида. Именно белки формируют клетки, их органеллы и микроокружения, межклеточные контакты. Без последних невозможна организация тканей и органов. И для этого белки используют разные вещества, в том числе и нуклеиновые кислоты. Считаю важным представление, что тканевые интегрирующие системы обеспечивают образование основных типов клеток, тогда как организменная интегрирующая система определяет становление формы, причем изменения именно организменных интегрирующих систем служат основной движущей силой морфологической эволюции. Результаты собственных исследований позволяют утверждать мне, что индивидуальная пространственная организация осуществляется именно в процессе межорганных взаимодействий, неравномерного роста органов, темпы которого обычно снижаются по мере созревания тканей. Влияние окружающей среды на развитие организмов и их органов (эпигенетический фактор) играет ключевую роль в реализации генетической информации [12–13]. Дегенерация мезонефросов служит показательной и давно известной моделью взаимоотношений генетического и эпигенетического факторов в эмбриональном органогенезе. С моей точки зрения, ключевую роль в организации каудально направленной дегенерации мезонефросов играет нарушение их кровоснабжения путем растяжения и сдавления их артерий интенсивно растущими органами — надпочечниками (интереналовыми телами прежде всего) и тазовыми почками при участии других органов. Почки «восходят» в брюшную полость млекопитающих в процессе роста. В эмбриогенезе птиц первичные почки дегенерируют позже (на сопоставимых стадиях развития), чем у млекопитающих: тазовые почки не «восходят» в брюшную полость птиц [14] и не давят на артерии их мезонефросов. И надпочечники малы. Сегодня наблюдается модернистская реставрация преформизима, в т. ч. в России. Так, например, А. К. Дондуа, явный сторонник преформизма в виде генетического индетерминизма всего или почти всего процесса развития организмов, приводит массу, по его мысли, объективных аргументов в пользу такой точки зрения, хотя и отмечает «неполноту наших современных знаний о существе процесса, требующего разностороннего анализа, включая анализ эволюции генов и генных систем, которые определяют характер и особенности индивидуального развития» [15]. Излагаемые А. К. Дондуа данные, безусловно, свидетельствуют о важной роли наследственной информации в жизнедеятельности организмов, включая развитие, но не о ее главенствующей роли. Я считаю, что нуклеиновые кислоты являются важным, но пассивным инструментом для белков, которые и организуют молекулярные основы жизни клеток и надклеточных систем организмов. К примеру, ионы железа являются ключевым элементом гемоглобина и миоглобина, ряда коферментов. Но еще пока никто не утверждал, что ионы железа или им подобные элементы белковых систем, а не белки, играют определяющую роль в организации жизни, пусть даже в небольшой части какой-либо биосистемы. Неслучайно исследователи проявляют повышенный интерес к влиянию белков-гистонов на поведение ДНК или к ее метилированию (и т. п.), которое происходит благодаря движениям белков-ферментов. А сигнальные белки Wnt–семейства и сигнальный Wnt-путь от гликопротеина с мембранным рецептором клетки–мишени до генетического аппарата, работа которого регулируется при участии опять–таки белков?

Что касается генетической запрограммированности дегенерации первичных почек и других органов, то геном, в конечном счете, содержит информацию о первичной структуре белков и порядке ее реализации. Белки участвуют в формировании клеток всех органов индивида, причем в совершенно ином состоянии (вторичная, третичная или четвертичная структуры), в связи с другими веществами. Изменения состояний белков и их соединений, а затем клеток и их соединений, тканей и органов зависят от состояния их окружения и окружения индивида в целом. Иначе говоря, гибель и пролиферация клеток могут служить механизмами развития, но не его причинами, и сами имеют свои причины [13]. Геном не программирует каждое движение белков (а на их основе — клеток и органов, индивида в

целом), а лишь возможность его в определенной для данного индивида среде развития. Другое дело, если повреждены нуклеиновые кислоты таким образом, что нарушена наследственная информация о первичной структуре белков или ее считывание.

Описано множество разных белков. Существуют разные их классификации. Вторичную структуру всех белков можно свести к двум видам:

1) β–структура – своеобразная «гармошка» с жесткими складками, характерная для некоторых структурных белков, например, для β–кератина;

2) α–структура, характерная для большинства животных белков — спираль с пластичными витками, которые совсем по-разному укладываются в третичной структуре (структурная предпосылка к многообразию форм), ее основные формы — 2а) фибриллярная (нитевидная) — структура «несущих конструкций», 2б) глобулярная (шаровидная) — структура «регуляторов» (ферментов и т. п.).

Такое различие в форме молекулярных проконституентов индивида детерминирует их качественно разную функциональную активность — морфогенез опорных и регуляторных ультраструктур в их комплексе (пример: плазмолемма). Формирование в клетках и между ними различных наборов таких белков по составу и / или количественному соотношению, распределению в разных частях клетки означает ее биохимическую дифференциацию, она детерминирует морфологическую дифференциацию клеток и надклеточных систем индивида.

Функциональная морфология тканей

Принято различать ткани 4 видов — эпителиальная, соединительная, мышечная и нервная. С учетом их строения, функций и происхождения данную классификацию тканей можно преобразовать следующим образом:

1) барьерные или пограничные ткани — эпителиальные, их особая разновидность 1а) нервные ткани — активное отражение изменений среды как особый вариант барьерной функции;

2) соединительные ткани, их особая разновидность;

2а) мышечные ткани — активное соединение путем сокращения.

Попробуем использовать предложенный выше функциональный принцип классификации белков для классификации тканей:

1. Эпителиальные ткани, в т. ч.

1.1 барьерные ткани, растут пластом, который может сворачиваться в крупную трубку, лежат на базальной мембране – опора для эпителия, к которой с другой стороны крепятся несущие конструкции (коллагеновые волокна);

1.2 железистые или секретирующие ткани, образуют сильно ветвящиеся мелкие трубки, в процессе роста они окружают крупные трубки покровных эпителиев, регулируя их форму и положение, продуцируют вещества (ферменты, гормоны), изменяющие состояние внешней и внутренней среды организма (экзо– и эндокринные железы). Как вариант, одноклеточные железы как миниблоки вкрапляются в эпителиальные пласты — регуляторные блоки;

1.3 нервная ткань — особая разновидность эпителиальных тканей, несущих конструкций (нервные проводники) и регуляторных блоков (нервные железы).

2. Соединительные ткани, в т. ч.

2.1 опорные — более или менее плотные, образующие скелет организма и отдельных органов;

2.2 регуляторные — рыхлые (специальные — кроветворные, т. п.) и жидкие (кровь, лимфа, т. п.);

2.3 мышечные ткани как особая разновидность соединительных тканей, они могут рассматриваться как часть мягкого скелета регуляторного профиля.

Функциональная морфология органов и систем органов

Органы представляют собой сочетание нескольких тканей: одна или две из этих тканей оказываются главными, определяющими характерную функцию органа, а остальные выполняют вспомогательные функции. Нередко такое подразделение тканей органа легко сводится к системе [регуляторный блок — опора], например, в железах — [паренхима — строма]. В других случаях это также возможно. Полые органы есть система эпителиальной трубки и окружающих оболочек, которые могут выполнять функции и несущих конструкций, и регуляторных блоков, однако одна из функций превалирует. Эпителий, прежде всего, регулирует, например, продвижение пищи по алиментарному тракту, причем различным образом, чему способствуют мышечные слои в стенке органа, которые, однако, при этом дополняют соединительнотканные слои как мягкий скелет органа. С другой стороны, покровный эпителий может рассматриваться как несущая конструкция для мелких эпителиальных желез в его составе и уж точно является таковой для секретов обособленных желез в их выводных протоках.

Сходные особенности функциональной морфологии можно обнаружить при рассмотрении систем органов, например: 1) «эпителиальные», регулятивные (?) системы — пищеварительная, дыхательная, мочевая, женская и мужская половые; 2) «соединительные», 2а) опорная — костная / опорная и 2б) регулятивная — мышечная / двигательная. Но и здесь не все однозначно. Так, например, пищеварительная система состоит из двух частей: 1) пищеварительный тракт — эпителиальная трубка, окруженная соединительной тканью, служит прежде всего для проведения пищи с разной скоростью, включая функцию депо ($v \to 0$), т. е. несущей конструкцией; 2) пищеварительные железы – самостоятельные органы, которые предназначены регулировать состояние пищи путем продукции пищеварительных ферментов и других веществ. Однако в составе обеих частей пищеварительной системы имеются структуры с иной функцией — железы в стенках тракта и выводные протоки желез.

Лимфатическая и лимфоидная системы (ЛтСи, ЛдСи) находятся под пристальным вниманием исследователей. Сравним их функциональную морфологию по предложенному принципу. Я рассматриваю ЛтСи и ЛдСи как специализированные отделы (подсистемы) сердечно–сосудистой системы [16], которая имеет две классические части — кровеносную и лимфатическую. Сосуды объединяют все органы, транспортируя продукты их метаболизма (гуморальная взаимосвязь), и формируют сосудистый, прежде всего артериальный скелет организма (Рисунок 1). Его основными частями служат клетки и органы, а сердечно-сосудистой системы — межклеточные щели и сосуды, кровеносные и лимфатические. В основе структурно–функциональной организации ЛтСи находится лимфатическое русло, ЛдСи – кровеносное. Сосуды имеют: 1) стенки — эндотелиальная трубка, ее непостоянно окружают базальная мембрана, слои соединительной и гладкой мышечной тканей; 2) полость с ее содержимым — кровь, красная или белая (лимфа), как специальные виды (жидкой) соединительной ткани. Лимфатическое русло осуществляет транспорт крупнодисперсных веществ, не попадающих в венозное русло, а кровеносное русло — транспорт кислорода и углекислого газа. Одна из морфологических предпосылок их различия — отсутствие базальной мембраны под тонким эндотелием лимфатических капилляров (отсюда — его повышенная проницаемость), другая — слепое начало корней ЛтСи, очень низкая скорость лимфотока в них, что способствует всасыванию крупных молекул из тканевой жидкости. В ЛтСи на первом месте находится дренажная функция, которую обеспечивает эндотелий как разновидность покровного эпителия (конструкция, несущая лимфу). Другая его функция, фильтрующая (вариант барьерной) — второстепенна, хотя очень важна, особенно в корнях ЛтСи (лимфообразование) и лимфоузлах. В последних лимфатический эндотелий утрачивает базальную мембрану, истончается и разрыхляется, но его барьерная функция значительно усиливается ретикулярной и лимфоидной тканями (регуляторный блок).

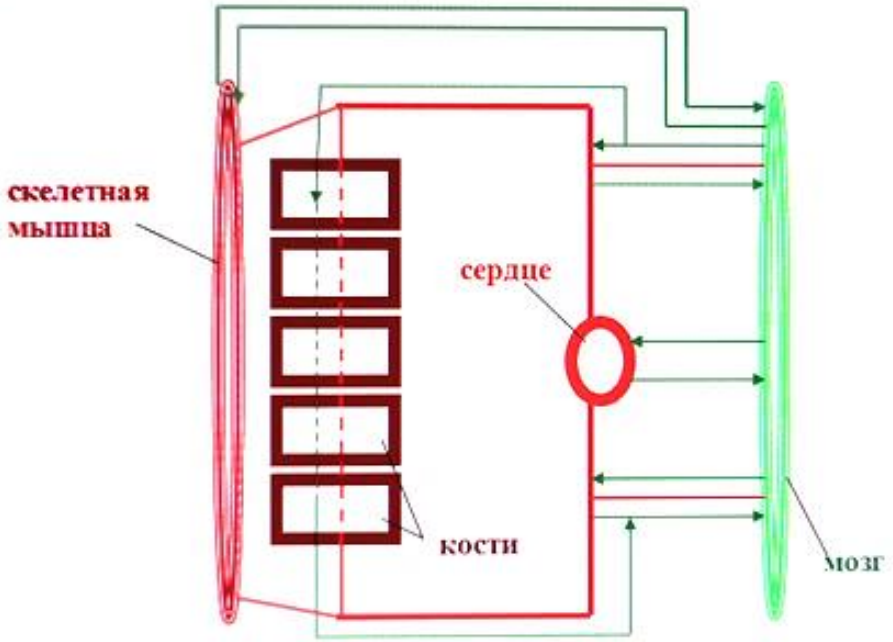

Рисунок 1. Общее устройство организма человека как системы блоков, в т. ч. опорного (сома — кости и скелетные мышцы) и регуляторных (нервная и сердечно–сосудистая системы): упрощенная схема, на которой показаны связи между опорно–двигательным аппаратом и интегративными системами человека; остальные органы, в т. ч. эндокринные железы как особая часть сердечно–сосудистой системы (регуляторные насадки на сосудистом русле), исключены для разгрузки схемы.

В ЛдСи сосуды играют вспомогательную роль (~ выводных протоков как в эндокринных железах). Прежде всего по кровеносным сосудам происходит (ре)циркуляция лимфоцитов — конституентов ЛдСи. Их локальные скопления, причем чаще всего вокруг сосудов разного типа, предшествуют морфогенезу лимфоидных образований разной сложности строения, вплоть до органов. Их главной тканью становится лимфоидная ткань как особая разновидность рыхлой соединительной ткани регуляторного типа. ЛдСи выглядит как комплекс сосудов и лимфоидных муфт — несущих конструкций и регуляторных блоков, последние обеспечивают главную функцию. В ЛтСи наблюдается их обратная пропорция.

Заключение

На Земле живет огромное множество существ с совершено разным строением, но тем не менее имеющих нечто общее в своем устройстве. В этой статье предпринята попытка показать единый принцип общей структурно–функциональной организации многоклеточных животных на всех ее уровнях. С позиций функциональной морфологии индивидуальная биосистема устроена на всех уровнях ее организации следующим образом — комплекс опор и несущих конструкций разного типа, на которых смонтированы разные регуляторные блоки. Современные концепции о конституции человека выстраиваются, так или иначе, вокруг сомы или нервной системы. Я предлагаю разместить в центре подобного устройства сердечно–сосудистую систему, причем не в качестве единоличного управляющего [7, 10, 17–19]. Поэтому для дальнейшей корректной разработки проблемы следует рассмотреть основные свойства указанных систем: 1) сома / опорный блок, 1.1) кости (твердый скелет) — твердость, низкий уровень метаболизма, опорная и защитная функции; 1.2) скелетные мышцы — упругость, высокий уровень метаболизма, двигательная функция; 2) регуляторный блок, 2.1) сердечно–сосудистая система — циркуляция крови / транспорт вещества, энергии и информации, функция интеграции путем гуморальной (взаимо)связи; 2.2) нервная система — рефлексия (отражение), высокий уровень метаболизма, перенос информации, функция интеграции в форме управления (регуляции, контроля). Внутри комплекса образований этих систем (в полостях сомы) находятся внутренности, которые

выполняют некие промежуточные функции. Подобное можно найти в клетке (структурные и регуляторные белки и их комплексы). Я не утверждаю, что данная схема абсолютно универсальна и совершенна.

Список литературы

1. Либерт Э. Основы общей биологии / пер. с нем. М.: Мир, 1982. 440 с.
2. Никитин А. Ф., Жоголев Д. Т., Гибадулин Т. В. и др. Биология. Современный курс. СПб: Спецлит, 2005. 480 с.
3. Воробьев В. П. Анатомия человека. Руководство и атлас для студентов и врачей. М.: Гос. мед. изд–во, 1932. Т. 1. 702 с.
4. Жданов Д. А. Лекции по функциональной анатомии человека (избранные труды). М.: Медицина, 1979. 316 с.
5. Лебедкин С. И., Герке П. Я. Основы теоретической анатомии человека. Рига: Изд–во АН Латвийской ССР, 1963. 356 с.
6. Иванов Г. Ф. Основы нормальной анатомии человека. М.: Медгиз, 1949. Т. 1. 795 с.
7. Привес М. Г., Лысенков Н. К., Бушкович В. И. Анатомия человека. 12-е изд-е. СПб: СПбМАПО, 2004. 720 с.
8. Сапин М. Р., Билич Г. Л. Анатомия человека. М.: ГЭОТАР–Медиа, 2008. Т. 1. 608 с.
9. Раубер А. Анатомия человека. 6-е изд-е / пер. с нем. СПб: Изд–е К. Л. Риккера, 1905. Т. 1. 984 с.
10. Петренко В. М. Устройство организма у человека и высших животных // Успехи современного естествознания. 2014. №2. С. 32–35.
11. Петренко В. М. Биология развития органов: организменная интеграция и морфогенез // Бюллетень науки и практики. Электрон. журн. 2016. №12 (13). С. 37–53. Режим доступа: http://www.bulletennauki.com/petrenko-1 (дата обращения 15.03.2017). DOI: 10.5281/zenodo.204644.
12. Петренко В. М. Механика дегенерации первичных почек в эмбриогенезе // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2017. №1–1. С. 66–70.
13. Петренко В. М. Эмбриональные основы возникновения врожденной непроходимости двенадцатиперстной кишки человека. Изд–е 2-е, испр–е и доп–е. М., Берлин: Директ–Медиа, 2017. 202 с.
14. Петренко В. М. Морфогенез задней полой вены в эмбриогенезе домашней курицы. II. Формирование ствола // Успехи современного естествознания. 2014. №9–1. С. 55–58.
15. Дондуа А. К. Онтогенез и эволюция // Элементы сравнительной эмбриологии. Биология развития (в двух томах). СПб: Изд–во СПбУ, 2004. Т. 1. С. 236–244.
16. Петренко В. М. Лимфоидно–лимфатический аппарат человека // Международная научная конференция «Образование и наука без границ — 2013»: материалы. Пшемысль: Изд–во “Nauka i studia”, 2013. Т. 36. С. 15–17.
17. Петренко В. М. Квазисегментарное устройство тела человека // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. №8–1. С. 59–62.
18. Петренко В. М. Общая конституция человека и ее типы. Вазогемальный аспект проблемы // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. №11–2. С. 291–294.
19. Петренко В. М. Общая конституция человека и ее типы. Невральный аспект проблемы // Успехи современного естествознания. 2015. №1–4. С. 584–587.

References:

1. Libert, E. (1982). Bases of general biology. Moscow, Mir, 440. (in Russian).
2. Nikitin, A. F., Zhogolev, D. T., Gibadulin, T. V., & al. (2005). Biology. Modern course. St. Petersburg, Spetslit, 480. (in Russian).

3. Vorobyov, V. P. (1932). Human anatomy. Handbook and atlas for students and doctors. Moscow, Gos. med. izd–vo, 1, 702. (in Russian).

4. Zhdanov, D. A. (1979). Lections on human functional anatomy (selected works). Moscow, Meditsina, 316. (in Russian).

5. Lebedkin, S. I., & Gerke, P. Ya. (1963). Bases of human theoretical anatomy. Riga: Izd–vo AN Latviiskoi SSR, 356. (in Russian).

6. Ivanov, G. F. (1949). Bases of human normal anatomy. Moscow, Medgiz, 1, 795. (in Russian).

7. Prives, M. G., Lysenkov, N. K., & Bushkovich, V. I. (2004). Human anatomy. 12th ed. St. Petersburg, SPbMAPE, 720. (in Russian).

8. Sapin, M. R., & Bilich, G. L. (2008). Human anatomy. Moscow, GEONAR–Media, 1, 608. (in Russian).

9. Rauber, A. (1905). Human anatomy. 6th ed. St. Petersburg, publ. K. L. Rikker, 1, 984. (in Russian).

10. Petrenko, V. M. (2014). Construction of organism in man and higher animals. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya,* (2), 32–35. (in Russian).

11. Petrenko, V. (2016). Developmental biology of organs: organism integration and morphogenesis. *Bulletin of Science and Practice,* (12), 37–53. doi:10.5281/zenodo.204644.

12. Petrenko, V. M. (2017). Mechanics of degeneration of mesonephroses in embryogenesis. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamentalnykh issledovanii,* (1–1), 66–70. (in Russian).

13. Petrenko, V. M. (2017). Embryonic bases of arising of human duodenum congenital occlusion. 2th ed., correct. a. add. Moscow, Berlin, Direct–Media, 202. (in Russian).

14. Petrenko, V. M. (2014). Morphogenesis of posterior vena cava in embryogenesis of domestic fowl. II. Formation of the stem. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya,* (9–1), 55–58. (in Russian).

15. Dondua, A. K. (2004). Ontogenesis and evolution. Elements of comparative embryology. Developmental biology (in 2 vol.). St. Petersburg, SPbU, 1, 236–244. (in Russian).

16. Petrenko, V. M. (2013). Human lymphoid–lymphatic apparatus. *Proceeding of International conference "Education and science without borders — 2013". Przemysl, Nauka i studia, 36, 15–17*. (in Russian).

17. Petrenko, V. M. (2014). Quasi–segmentary construction of human body. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamentalnykh issledovanii,* (8–1), 59–62. (in Russian).

18. Petrenko, V. M. (2014). General constitution of man and its types. Vascular–haemal aspect of the problem. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamentalnykh issledovanii,* (11–2), 291–294. (in Russian).

19. Petrenko, V. M. (2015). General constitution of man and its types. Nervuos aspect of the problem. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya,* (1–4), 584–587. (in Russian).

Работа поступила в редакцию 16.03.2017 г.

Принята к публикации 21.03.2017г.

Ссылка для цитирования:

Петренко В. М. О функциональной морфологии организма: система опорных и регуляторных структур // Бюллетень науки и практики. Электрон. журн. 2017. №4 (17). С. 76–83. Режим доступа: http://www.bulletennauki.com/petrenko-2 (дата обращения 15.04.2017).

Cite as (APA):

Petrenko, V. (2017). About functional morphology of organism: the system of suppoting and regulating structures. *Bulletin of Science and Practice,* (4), 76–83.