

«ЖИЗНЬ И ЧЕЛОВЕК»

Вступление

С первой трети XX века начала быстро развиваться кибернетика – наука об оптимальном управлении и связи в животном и машине (одно из определений Н. Винера). Разделы теоретической кибернетики «Системный анализ и общая теория систем» вызвали интерес не только у специалистов разного профиля, школ и направлений, но и у любознательных людей. Возможность говорить на одном языке, языке математики способствовала распространению системного анализа на многие области науки и обуславливала их интеграцию. Для тематики конференции, предложенной Львом Ратманским, особый интерес представлял анализ выявления особенностей и специфики функционирования живых систем с акцентом на человека.



НЕЖИВАЯ, ЖИВАЯ И РАЗУМНАЯ МАТЕРИИ¹

Лев Ратманский

«Жизнь – слишком сложная штука, чтобы о ней разговаривать серьезно.»
Оскар Уайлд

1). Поиск ответа на извечный вопрос о сущности явления жизни.

Вопрос "Что такое жизнь?" всегда составлял одну из наиболее фундаментальных тайн мироздания, издавна волновавших человечество. Во все времена люди пытались дать на него более или менее адекватный ответ, соответствующий текущему уровню развития их взглядов на природу. Сейчас эту проблему изучают многие науки, накоплено большое количество экспериментальных и теоретических данных. Такое положение вызывает дискуссии о приоритетности тех или иных признаков жизни. Это, безусловно, важно, но по-настоящему фундаментального определения жизни, с позиций которого можно было бы объяснить все указанные относительно частные её проявления, пока не существует.

Существует ряд известных определений жизни. К таковым следует отнести определение жизни, которые дали Энгельс, Дарвин и другие авторы. Все они сохраняют свою значимость, несмотря на то, что на уровне современных знаний отмечается их неполнота.

Ниже изложено то, что имеется в прежних работах и современных публикациях и представляется автору статьи наиболее убедительным.

2). Современное изучение сложных проблем – системное изучение.

В современной науке в основе представлений о строении материального мира лежит системный подход [1], согласно которому любой объект материального мира, будь то атом, планета, организм или галактика, может быть рассмотрен как сложное образование, включающее составные части, организованные в целостность, т.е. представляют собой упорядоченные, структурированные, иерархически организованные системы.

¹ Статья представлена в авторской редакции.

Свойства системы - не просто сумма свойств её элементов, а нечто новое, присущее только системе в целом. Поясним это на примере молекулы воды. Сам по себе водород (здесь два атома) горит, а кислород (здесь один атом) поддерживает горение. Система же, образовавшаяся из этих элементов, вызвала к жизни совсем иное интегративное свойство: вода гасит огонь. Наличие свойств, присущих системе в целом, но не её частям, определяется взаимодействием элементов.

Напомним, что ещё в школе мы встречались с понятием «система», а именно, мы изучали периодическую систему химических элементов Менделеева.

3). Последовательность возникновения материи: неживая материя, живая материя, разумная материя.

Подчинение систем неживой материи всем законам. Кратко о втором законе термодинамики и понятии энтропии.

Всё, что человек может вокруг себя наблюдать (ощущать, измерять и т.д.), в науке определяют словом «материя». Материю подразделяют на 3 группы: неживая (иногда используют равноценный термин - косная) материя, живая материя и разумная материя. Этот ряд располагается в порядке усложнения материи.

Теперь обратимся к важнейшим для наших дальнейших рассуждений физическим принципам.

Согласно Первому началу термодинамики, общее количество вещества и энергии во Вселенной постоянно; это значит, что любые процессы не могут ни создать вещество или энергию, ни привести к их исчезновению. Некоторое количество энергии может излучаться в пространство в виде тепла, но оно ни в коем случае не исчезает. Для совершения любого действия необходимо наличие исходной энергии и её преобразование.

Второе начало термодинамики, в свою очередь, гласит, что при преобразовании энергии побочные продукты тепла и света излучаются в пространство и уже не участвуют в совершении работы. Это значит, что при каждом потреблении энергии какая-то её часть собирается в количество, которое ученые называют «энтропией». Говоря об увеличении количества безвозвратно потерянной энергии, мы говорим о возрастании энтропии. А поскольку, согласно Первому началу термодинамики, дополнительной энергии взяться неоткуда, то рано или поздно Вселенная неизбежно достигнет равновесия. В развитие этих взглядов даже возникла теория тепловой смерти Вселенной [2].

Но мы в статье озабочены проблемой жизни. И поэтому обратим наш взор на Землю, на которой мы обитаем. Здесь неживая материя подчиняется Первому и Второму началам термодинамики *беспрекословно*, т.е. происходит разрушение материи и возрастание энтропии.

4). Система живой материи следует всем известным законам, но она бросает «вызов» второму закону термодинамики и энтропии. Появление живой материи потребовало введения понятия негэнтропии. Высокая упорядоченность живой материи.

После неживой материи на Земле появляется живая материя. Неживая материя подчиняется всем законам природы. Разумеется, что и живая материя этим законам подчиняется. Но здесь есть некие особенности в части Второго начала термодинамики, образно говоря, живая материя начинает ему *противодействовать*. Это происходит за счёт появления нового явления, недействующего в мире неживой материи, – а именно, за счёт возникновения обмена веществ. *Обмен веществ* или *метаболизм* — набор химических реакций, которые возникают в живом организме для поддержания жизни. В науке при изучении живой материи появляется новый, немыслимый по отношению к неживой материи, термин – *негэнтропия* (иными словами, отрицательная энтропия). Понятие «отрицательной энтропии» предложил в 1943 году физик Эрвин Шредингер в

своей книге «Что такое жизнь с точки зрения физики?» [3]. Позже американский физик Леон Бриллюэн в своей работе «Научная неопределённость и информация» сократил термин «отрицательная энтропия» до слова *негэнтропия*.

В упрощенном понимании *энтропия* - это хаос, саморазрушение и саморазложение. Соответственно, *негэнтропия* — это движение к упорядочиванию, к организации системы. Для того чтобы не погибнуть, живая система борется с окружающим саморазрушением путём организации и упорядочивания, создавая *негэнтропию*.

Приведём ещё одно определение понятия «жизнь», на сей раз определение Шредингера: « **Ж и з н ь** — это упорядоченное и закономерное поведение материи, основанное не только на одной тенденции переходить от упорядоченности к неупорядоченности, но и частично на существовании упорядоченности, которая поддерживается всё время ».

5). Основные характеристики систем живой материи.

Перейдем к живой материи и перечислим известные ее свойства.

5.1). Единство химического состава.

Живые существа образованы теми же химическими элементами, что и неживые объекты. Но в живых существах 90% массы приходится на долю четырех элементов: С, О, N, H, которые участвуют в образовании сложных органических молекул.

5.2). Единство структурной организации.

В самом общем смысле жизнь рассматривают как активное, идущее с затратой энергии, полученной извне, поддержание и самовоспроизведение специфических структур, состоящих из биополимеров — белков, нуклеиновых кислот и др. Ни нуклеиновые кислоты, ни белки в отдельности не являются субстратом жизни. Они становятся субстратом жизни лишь тогда, когда находятся и функционируют в клетках. **Вне клеток — это химические соединения.** Клетка является единой структурно-функциональной единицей, а также единицей развития для всех живых организмов на Земле. **Вне клетки жизни нет.**

5.3). Развитие и рост. В процессе индивидуального развития (онтогенеза) постепенно и последовательно проявляются индивидуальные свойства организма и осуществляется его рост. Кроме того, все живые системы эволюционируют в ходе исторического развития (филогенеза).

5.4). Раздражимость. Любой живой организм способен избирательно реагировать на внешние и внутренние воздействия. Только основы избирательности разные у организмов разного уровня развития.

5.5). Самовоспроизведение. Способность к самовоспроизведению является важнейшим свойством всех живых организмов. В её основе лежит информация о строении и функциях любого живого организма, заложенная в нуклеиновых кислотах и обеспечивающая специфичность структуры и жизнедеятельности живого.

Наследственность и изменчивость. Преемственность поколений обеспечивается наследственностью. Потомки не являются копиями своих родителей из-за способности наследственной информации к изменениям — изменчивости.

5.6). Обмен веществ и энергии. Все живые организмы способны к обмену веществ с окружающей средой. Обмен веществ осуществляется в результате двух взаимосвязанных процессов: синтеза органических веществ в организме (за счет внешних источников энергии — света и пищи) и процесса распада сложных органических веществ. При этом в организме выделяется энергия, которая затем расходуется организмом. Обмен веществ обеспечивает постоянство химического состава в непрерывно меняющихся условиях окружающей среды. **Открытость.** Все живые организмы представляют собой открытые

системы, т.е. системы, устойчивые лишь при условии непрерывного обмена веществ и энергии между системой и окружающей средой.

5.7). **Саморегуляция.** Любой живой организм подвергается воздействию непрерывно меняющихся условий окружающей среды. В то же время для протекания процессов жизнедеятельности в клетках необходимы определенные условия. Благодаря механизмам саморегуляции сохраняется относительное постоянство внутренней среды организма, т. е. поддерживается постоянство химического состава и интенсивность течения физиологических процессов (иными словами, поддерживается гомеостаз: одинаковое состояние). Здесь уместно привести определение жизни, которое даёт известный *биолог-теоретик* Эрвин Бауэр [4]: **«Жизнь — это следствие «устойчиво неравновесного» состояния особых молекул».** (Мы упрощенно это объясним следующей аналогией: как велосипедист упадёт с велосипеда, прекратив вращать колеса, так и жизнь прекратится с прекращением «устойчиво неравновесного» состояния или, что то же, с прекращением обмена веществ).

6) Высокая упорядоченность живой материи.

Во многом структура всех систем, к какому бы типу они ни относились: неживым, живым или разумным, схожа, поскольку все они существуют в окружающем нас мире с его законами и подчиняются этим законам, а это законы физики, механики, химии. Возникновение, дальнейшее существование и функционирование живой материи было достигнуто за счёт очень значительного усложнения её организации. Реализация многообразной информации о свойствах организма осуществляется путём синтеза, согласно генетическому коду, различных белков, которые, благодаря своему разнообразию и структурной пластичности, обуславливают развитие различных физических и химических приспособлений живых организмов. На этом фундаменте в процессе *эволюции* возникли непревзойденные по своему совершенству **управляющие системы**. Таким образом, жизнь характеризуется **высокоупорядоченными** материальными структурами, которые составляют систему живой материи, способной к самовоспроизведению. Живая материя качественно превосходит неживую материю в отношении многообразия и сложности химических компонентов и динамики протекающих в ней превращений. Живые системы характеризуются гораздо более высоким уровнем **упорядоченности**: структурной и функциональной, в пространстве и во времени.

7). Принципиальные особенности систем разумной жизни.

Системы разумной жизни подчиняются всем известным законам, которым подчиняются системы неживой и живой природы. Новый фактор для разумной жизни по сравнению с первыми двумя – это способность постановки и выбора цели.

Используя системный подход и классификацию по целевому признаку, отмечаем принципиальные различия между неживой, живой и разумной системами:

- у неживых систем отсутствует свобода выбора цели;
- у живых систем наличествует свобода выбора цели из набора существующих возможностей;
- у разумных систем, кроме этого, имеет место способность создания **качественно новой цели**.

Наука ставит к каждому изучаемому ею явлению два существеннейших вопроса - **как** происходит явление, и второй – **почему** оно происходит. Вторым вопросом ставит изучение явлений в рамки строгой причинно-следственной связи. *Необходимость и достаточность* ответов на эти вопросы казалась очевидной для наук, достигших теоретической зрелости, прежде всего – физики. Существенное отличие явлений живой

природы от неживой в их целесообразности, т.е. в соответствии определённой цели. Таким образом, в отношении живой природы возникает третий вопрос – *для чего* [5].

Классическая биология рассматривает эволюцию как процесс, в котором выживают организмы, лучше приспособившиеся к окружающей среде. Теоретические и фактические материалы, накопленные Чарлзом Дарвиным, были приведены им в систему, получившую в последующем название дарвинизма. Дарвин установил, что главными действующими факторами эволюции являются наследственная изменчивость и естественный отбор. Ценность дарвиновской системы, в основном, сохраняется и поныне. Перейдем к более поздним достижениям науки.

Современная *физиологии активности* идёт дальше и развивает позицию, согласно которой выживают организмы, лучше преодолевшие сопротивление среды в активном стремлении к достижению своих целей, к удовлетворению своих потребностей.

Поскольку это сравнительно новая позиция, остановимся на ней несколько подробнее. Н. А. Бернштейн (автор *физиологии активности*) развивает взгляды И. М. Сеченова на всеобщую значимость движений, подчеркивая, что « движение – почти единственная форма жизнедеятельности, путём которой организм не просто взаимодействует со средой, но активно воздействует на неё, изменяя или стремясь изменить её в нужном ему отношении [5]».

Вводится понятие - *«модель потребного будущего»* (Бернштейн).

При этом не нарушается важнейший принцип причинно-следственной связи. Вот принципиальный разбор понятия *«модель потребного будущего»*. «Подобно тому как мозг формирует *отражение* реального внешнего мира – фактической ситуации *настоящего* момента и пережитых, запечатлённых памятью ситуаций *прошедшего* времени, он должен обладать в какой-то форме способностью «отражать» (т.е. по сути дела, конструировать) и не ставшую еще действительностью ситуацию непосредственно *предстоящего*, которую биологические потребности побуждают его реализовать.» [6]. Обращается внимание на существенное различие между моделью прошедше-настоящего и моделью будущего. «Первая модель *однозначна и категорична*, тогда как вторая может опираться только на экстраполирование с той или иной мерой *вероятности*» [6].

«Вероятностное моделирование будущего лежит в основе активности организмов» [5]. «Для реализации потребного будущего необходимы *вероятностное прогнозирование* дальнейшего развития ситуации и *программирование* действий, которые направят развитие ситуации к достижению потребного результата. Вероятностное прогнозирование входит существенным звеном в организацию действий человека. Вероятностное прогнозирование – результат развития жизни в вероятно организованном мире, в котором мы живем. Вероятностный прогноз – своеобразная модель среды, окружающей человека. Формулу поведения можно выразить словами *«видеть, предвидеть, действовать»*: видеть реальную ситуацию, предвидеть её дальнейшее развитие, действовать для достижения поставленной цели.

В статичной, неизменной среде для получения желаемого результата необходимо было бы иметь: - образ того, что есть; - образ того, что должно стать; - образ действий, которые должны преобразовать первое во второе.

В динамичной же среде все сложнее: здесь можно выделить, по крайней мере, три уровня вероятностного прогнозирования. Низший уровень вероятностного прогнозирования можно назвать *вероятностным прогнозированием наблюдателя со стороны*.

Здесь ход событий от субъекта никак не зависит. Как пример, это прогноз погоды. Более высокий уровень вероятностного прогнозирования – это прогнозирование результатов действий, при которых прогнозирующий сам является активным участником событий. Это - *прогноз активного участника событий*.

Вероятностное прогнозирование работает и на ещё более высоком уровне, когда среда включает в себя активного субъекта, имеющего свои цели, отличные от целей нашего субъекта. В этой ситуации мы имеем дело с *вероятностным прогнозированием при «игре с активным партнером»*. Нечто подобное происходит при игре в шахматы.

Планы и прогнозы у человека и животных резко отличаются. У животных психологическая память хранит только индивидуальный опыт данного индивида; прогнозы и планы распространяются вперёд только в пределах его собственной жизни. У человека память распространяется назад далеко за пределы собственной индивидуальной жизни, включает опыт других людей, опыт предыдущих поколений. Соответственно прогнозы и планы человека распространяются вперёд далеко за пределы собственной индивидуальной жизни. На это работает (в самом высоком смысле слова) письменность, наука, литература, искусство, религия и т.д. В этом одно из существеннейших отличий человека от животного.

«Действительно, одна из особенностей скачка, наблюдаемого при сравнении человека с другими высшими млекопитающими, заключается, повидимому, в том, что последние способны лишь к предсказывающему поведению низшего порядка, тогда как человек потенциально способен к весьма высоким порядкам предсказания» [7,8].

Источники

1. Галкин С. В. Живые и разумные системы. Москва, 2013.
2. http://www.scienceandapologetics.org/text/212_6.htm
3. Schrödinger E. What is Life — the Physical Aspect of the Living Cell. Cambridge University Press, 1944. (Перевод - «Что такое жизнь с точки зрения физики?». Москва, 2009).
4. Шноль С. Э. Эрвин Бауэр и теоретическая биология. Природа, 1990, N 12.
5. Фейгенберг И. М. «Николай Бернштейн. От рефлекса к модели будущего». Москва, 2004.
6. Бернштейн Н. А. « Физиология движений и активность », Москва, 1990.
7. Розенблют А., Винер Н., Бигелов Дж. Поведение, целенаправленность и телеология»; Приложение I к [8].
8. Винер Н. Кибернетика, или управление и связь в животном и машине. Москва, 1983.

Вездесущность и многоуровневость системной организации стимулировала представление результатов анализа системы молекулярного уровня, рассмотрение логики работы генетического аппарата с выявлением общих характеристик и демонстрацией специфики функционирования данной системы, которая протекает полностью вне нашего сознания.

МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МЕХАНИЗМЫ: ДНК И РАЗНЫЕ ФУНКЦИИ РНК

Владимир Подольный

Двадцать первый век считается веком биологии. Причём молекулярной биологии, которая интегрирует в себе самые последние достижения в области физики, химии и других дисциплин. Основопологающие открытия в этих разделах науки были сделаны в середине прошлого века, и к настоящему времени такие сугубо биологические понятия

как “ген”, “хромосомы”, “наследственность” стали естественными даже в обиходной речи. Молекулярная биология - быстро развивающаяся область. Поэтому здесь кратко, почти конспективно, обрисованы некоторые из основных направлений в исследовании механизмов работы генетического аппарата.

Как было видно из предыдущего сообщения Л. Ратманского, жизнь это устойчивая неравновесная система. Такое неравновесие необходимо постоянно поддерживать притоком энергии и вещества (строительного материала). Для этого у живых организмов есть специальные системы синтеза составляющих их компонентов, их разрушения и перевода энергии окружающего мира в форму, удобную для поддержания жизни [1].

Главными рабочими инструментами для выполнения всех этих функций являются белки с разной специализацией. Например, они участвуют в переработке пищи, т.е в разрушении одних веществ и в синтезе других. Они защищают наше тело, т.к. волосы и ногти состоят из белков. Белки могут быть прочнее стали, как нить в паутине. У них много разных функций. И, разумеется, должны быть механизмы для их создания.

NONPOLAR, HYDROPHOBIC		POLAR, UNCHARGED		
	R GROUPS			
Alanine Ala A MW = 89	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{N}^+ \\ \\ \text{CH} \\ \\ \text{COO}^- \end{array}$	CH_3	Glycine Gly G MW = 75	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{CH} \\ \\ \text{COO}^- \end{array}$
Valine Val V MW = 117	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{N}^+ \\ \\ \text{CH} \\ \\ \text{COO}^- \end{array}$	$\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	Serine Ser S MW = 105	$\begin{array}{c} \text{HO}-\text{CH}_2 \\ \\ \text{CH} \\ \\ \text{COO}^- \end{array}$
Leucine Leu L MW = 131	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{N}^+ \\ \\ \text{CH} \\ \\ \text{COO}^- \end{array}$	$\text{CH}_2(\text{CH}_2\text{CH}_3)_2$	Threonine Thr T MW = 119	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}-\text{CH} \\ \quad \\ \text{OH} \quad \text{COO}^- \end{array}$
Isoleucine Ile I MW = 131	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{N}^+ \\ \\ \text{CH} \\ \\ \text{COO}^- \end{array}$	$\text{CH}(\text{CH}_3)(\text{CH}_2\text{CH}_3)$	Cysteine Cys C MW = 121	$\begin{array}{c} \text{HS}-\text{CH}_2 \\ \\ \text{CH} \\ \\ \text{COO}^- \end{array}$
Phenylalanine Phe F MW = 131	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{N}^+ \\ \\ \text{CH} \\ \\ \text{COO}^- \end{array}$	$\text{CH}_2(\text{C}_6\text{H}_5)$	Tyrosine Tyr Y MW = 181	$\begin{array}{c} \text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2 \\ \\ \text{CH} \\ \\ \text{COO}^- \end{array}$
Tryptophan Trp W MW = 204	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{N}^+ \\ \\ \text{CH} \\ \\ \text{COO}^- \end{array}$	$\text{CH}_2(\text{C}_8\text{H}_6\text{N})$	Asparagine Asn N MW = 132	$\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ \\ \text{C}=\text{CH}_2-\text{CH} \\ \quad \\ \text{O} \quad \text{COO}^- \end{array}$
Methionine Met M MW = 149	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{N}^+ \\ \\ \text{CH} \\ \\ \text{COO}^- \end{array}$	$\text{CH}_2(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{SCH}_3)$	Glutamine Gln Q MW = 146	$\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ \\ \text{C}=\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH} \\ \quad \\ \text{O} \quad \text{COO}^- \end{array}$
Proline Pro P MW = 115	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{N}^+ \\ \\ \text{CH} \\ \\ \text{COO}^- \end{array}$	$\text{CH}_2(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH})$	POLAR BASIC	
			$\begin{array}{c} \text{NH}_3^+ \\ \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2-(\text{CH}_2)_3-\text{CH} \\ \quad \\ \text{COO}^- \end{array}$	Lysine Lys K MW = 146
POLAR ACIDIC				
Aspartic acid Asp D MW = 133	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{N}^+ \\ \\ \text{CH} \\ \\ \text{COO}^- \end{array}$	$\text{CH}_2(\text{COO}^-)$	$\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ \\ \text{C}=\text{NH}-(\text{CH}_2)_3-\text{CH} \\ \quad \\ \text{N} \quad \text{COO}^- \end{array}$	Arginine Arg R MW = 174
Glutamic acid Glu E MW = 147	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{N}^+ \\ \\ \text{CH} \\ \\ \text{COO}^- \end{array}$	$\text{CH}_2(\text{CH}_2\text{COO}^-)$	$\begin{array}{c} \text{HN}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH} \\ \quad \\ \text{NH} \quad \text{COO}^- \end{array}$	Histidine His H MW = 155

Рис.1. Химические формулы аминокислот, участвующих в построении белков

Физически эти программы организованы в виде хромосом, которые могут быть видны в микроскопе, если клетки обработать специальными красками. Далее рассмотрена упрощенная схема устройства хромосомы.

Хромосомы локализованы в клеточном ядре. На рис.2 представлена одна из них.

Прежде всего обратим внимание, что белки это полимерные структуры и состоят из последовательно соединённых аминокислот. Из большого числа химических возможных аминокислот природа выбрала только 20. Они представлены на рис.1 [2].

Для выполнения разнообразных функций нужны разные комбинации одних и тех же аминокислот.

Следовательно, для каждого индивидуального белка должна быть индивидуальная программа того, в какой последовательности составлять аминокислоты. Она как раз и представлена в виде отдельного гена. В то же время в каждой клетке есть полная запись всех генов данного организма.

Физически эти программы организованы в виде

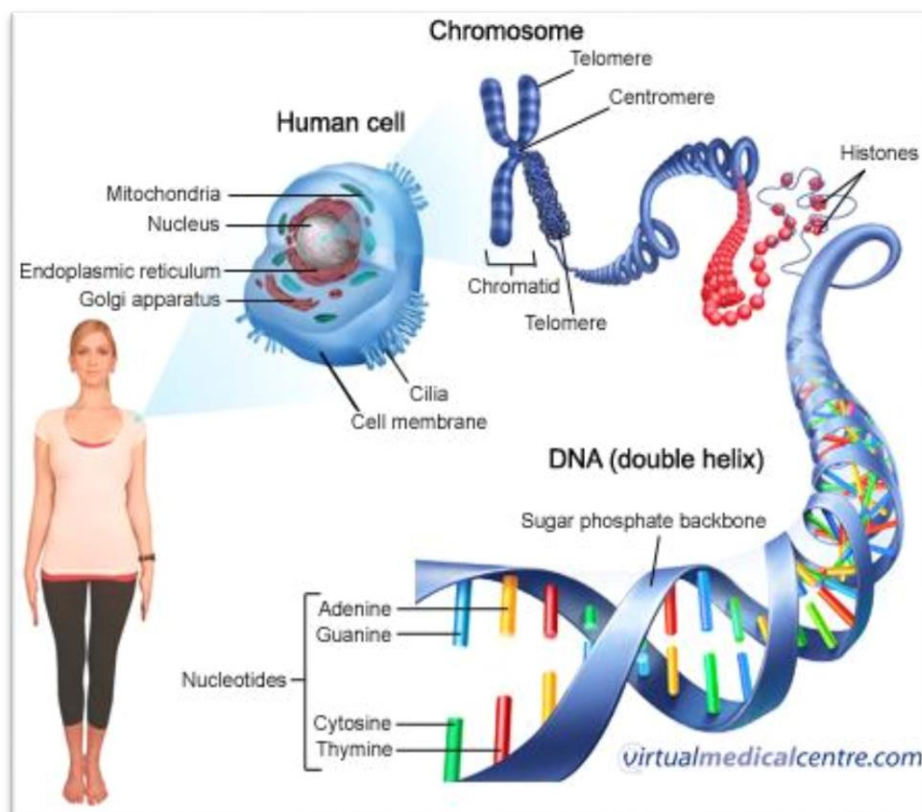


Рис.2. Схема строения хромосомы и двойной спирали ДНК [3]

Функционально её можно сравнить с жёстким диском компьютера. Так же, как и жёсткий диск, ДНК нуждается в специальных механизмах защиты, тем более что мир вокруг, живой и неживой, очень агрессивен. Поэтому рассмотрено строение ДНК с учётом необходимости защиты хранящейся в ней информации.

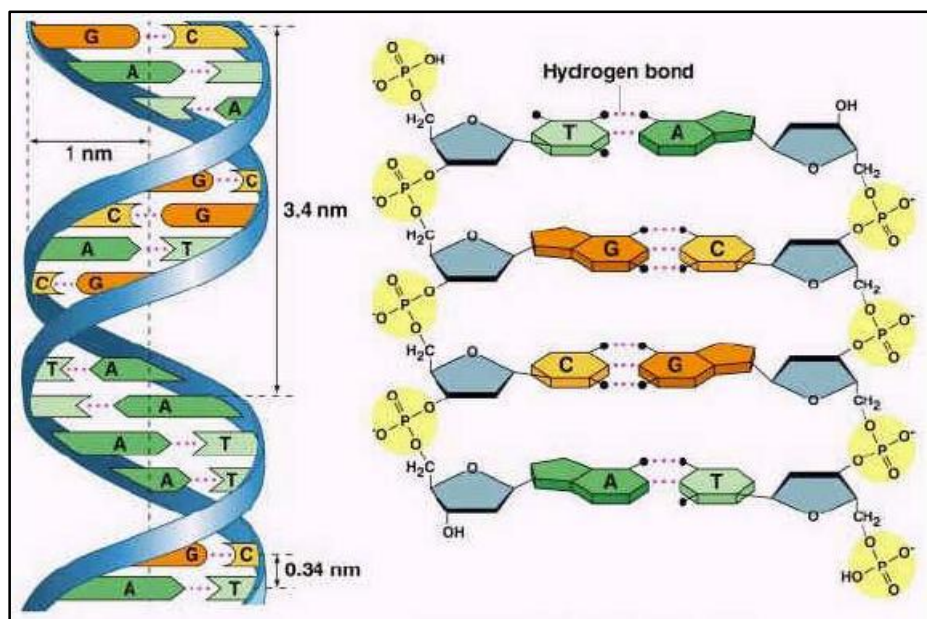


Рис. 3. Принцип комплементарности при построении двойной спирали [4]

информационная часть ДНК как бы прикрыта чем-то вроде наружного скелета. Это один из уровней защиты генетической информации. Более подробно строение этого скелета и информационной части ДНК показано на рис.3.

Это длинная двойная спирально закрученная ниточка ДНК, компактно намотанная на катушечки, состоящие из специальных белков-гистонов. Это «нукleosомы». Они являются важной частью хромосомы. Если раскручивать дальше и отделить ДНК от нукleosомы, то видно, как устроена двойная спираль.

ДНК — главный носитель всей информации организма.

Важной конструктивной частью ДНК является своего рода «позвоночник». Он представляет собой полимер, состоящий из молекул сахара деоксирибозы, соединённых через остаток фосфорной кислоты. К этому позвоночнику крепится та часть ДНК, которая несёт генетическую информацию. Таким образом,

Информационно важная часть генетической записи представлена нуклеотидными основаниями. Таких оснований четыре. Они относятся к двум типам: пуринам и пиримидинам. Пиримидиновые нуклеотиды содержат одно кольцо, а пуриновые – два.

В двойной спирали один из пуриновых нуклеотидов всегда стоит против пиримидинового нуклеотида. Так что, сами молекулы сахарного позвоночника на всём протяжении ДНК находятся на одинаковом расстоянии один от другого. Их можно сравнить с рельсами железной дороги, которые скреплены нуклеотидными шпалами. Здесь действует закон комплементарности: против аденозина (А) всегда стоит тимин (Т). А против гуанозина (G) всегда стоит цитозин (С). Эта обязательность обусловлена тем, что А и Т связаны друг с другом двойной водородной связью, а G и С связаны тройной водородной связью. Всякие другие комбинации будут неустойчивыми.

Таким образом жесткий закон комплементарности определяет и место, и взаимозависимость в расположении нуклеотидов. ДНК очень умная молекула.

Представляя собой слабую химическую связь, большое число водородных связей делает двойную спираль устойчивой даже к сильным внешним воздействиям. Всё это делает молекулы ДНК настолько устойчивыми, что её можно выделять из костей давно вымерших животных. Это ещё один уровень протекции ДНК.

Другой уровень защиты ДНК заключается в том, что двойная спираль намотана на нуклеосомы. Это позволяет плотно упаковать генетическую информацию и такую плотно упакованную ДНК в клетке мы видим в виде хромосом (рис 2). В таком законсервированном виде ДНК заперта, недоступна для внешних по отношению к ней воздействий. Чтобы добраться до ДНК, её связь с нуклеосомой надо ослабить.

В ДНК закодированы все гены организма. Однако, в каждый данный момент нужно активировать лишь определенные гены, для того чтобы реализовать какие-то конкретные функции. Для этого у природы есть механизм, аналог которого был повторен в компьютерах. Информация на жёстком диске компьютера очень ценна и её нельзя использовать для сиюминутных целей. Лучше сделать с неё временную копию, послать её в оперативную память и спокойно работать с ней. Аналогично этому, нужный ген, записанный в ДНК, переписывается на другую, временную информационную молекулу на Рибонуклеиновую кислоту – РНК.

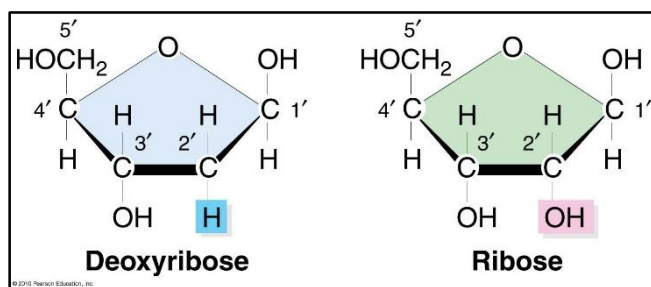


Рис.4. Различия между деоксирибозой и рибозой [5]

РНК, в отличие от ДНК, может существовать в виде одноцепочечной молекулы [6]. Этому способствует небольшое различие в сахарном позвоночнике. У ДНК это сахар Деоксирибоза у которой, в отличие от сахара Рибозы, нет одного атома кислорода. Это делает ДНК химически менее активной и более стабильной в щелочных условиях. Это также

затрудняет ферментам «атаковать» ДНК. И это ещё один способ её защиты.

Напротив, рибоза легче вступает в химические реакции, она не стабильна в щелочных условиях, легче подвергается атакам ферментов. Это очень важно. Ведь РНК, хотя и носитель информации, но она временный носитель и после выполнения своей функции она больше не нужна и должна быть уничтожена. ДНК отличается от РНК не только своим сахарным позвоночником, но и некоторыми нуклеотидами – буквами, которыми записана генетическая информация. В РНК вместо тимина (Т) находится урацил (U). Следовательно, принцип комплементарности сохраняется, он необходим для взаимодействия ДНК и РНК, но язык РНК немного отличается от языка ДНК.

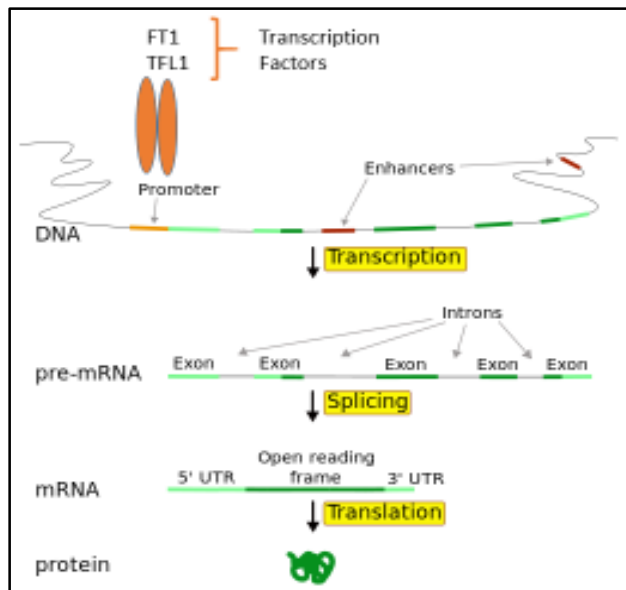


Рис.5. Строение гена [7]

данный момент генов. Чтобы понять как работает этот механизм, рассмотрим как устроен ген и как выбирается только нужный ген. В гене можно выделить две основные части (рис. 5).

Это, во-первых, - промотор, и, во-вторых, - запись гена, которая будет позднее реализована в соответствующем белке. Итак «Промотор» – это участок гена, функция которого обозначить начало считывания гена и затем принимать участие в управлении этим считыванием. Это делается с помощью специальных белков «факторов транскрипции». Они садятся на промотор и обозначают место, где на ДНК сядет ферментный комплекс «РНК полимеразы». Она затем и будет переписывать ген на вновь синтезируемую молекулу РНК. Участок ДНК, с которого переписывается ген, так и называется – «открытая рамка считывания» - "Open reading frame". Переписанный на РНК ген называется мессенджер РНК (мРНК) или его ещё называют РНК-посланник. Мы показали упрощенную схему строения гена. В действительности в нём гораздо больше функциональных элементов, как видно на рис.5. После синтеза мРНК наступает время для синтеза самого белка. мРНК становится своего рода конвейерной линией для сборки белка из аминокислот. Саму сборку ведут «рибосомы». Они садятся на мРНК и движутся вдоль неё, считывая записанную на ней информацию.

Second Position						
First Position (5' end)	U	C	A	G		
	UUU] Phe UUC] UUA] Leu UUG]	UCU] Ser UCC] UCA] UCG]	UAU] Tyr UAC] Stop UAA] UAG]	UGU] Cys UGC] Stop UGA] UGG]	U	C
	CUU] CUC] Leu CUA] CUG]	CCU] CCC] Pro CCA] CCG]	CAU] His CAC] CAA] Gln CAG]	CGU] CGC] Arg CGA] CGG]	U	C
	AUU] Ile AUC] AUA] Met AUG]	ACU] Thr ACC] ACA] ACG]	AAU] Asn AAC] AAA] Lys AAG]	AGU] Ser AGC] AGA] Arg AGG]	U	C
Third Position (3' end)	GUU] GUC] Val GUA] GUG]	GCU] Ala GCC] GCA] GCG]	GAU] Asp GAC] GAA] Glu GAG]	GGU] GGC] Gly GGA] GGG]	U	C
					A	G
					A	G
					A	G

Рис.6. Таблица генетического кода

Возможность РНК существовать в виде одной цепочки делает её более гибкой, даёт ей большую свободу и позволяет этой замечательной молекуле существовать в разных видах. У РНК гораздо больше активных функций чем у ДНК. При рассмотрении предполагается, и не без оснований, что если искать первичную молекулу, с которой могла бы начаться жизнь, то лучшим кандидатом на такую роль будет не ДНК, а РНК.

Вернёмся обратно к ДНК. В хромосоме она представлена одной гигантской молекулой и состоит из огромного числа генов. Представьте, какой будет хаос, несовместимый с жизнью, если не будет специального механизма для активации только нужных в

Однако, давайте немного отойдём от рибосомы. Её работу, механизм считывания, нельзя понять, не разобравшись в том, что такое «генетический код». В ДНК и, соответственно, в РНК каждая из 20-ти аминокислот закодирована тремя нуклеотидами. Например, в мРНК аминокислоте метионину (Met) соответствует код – AUG, а лейцин (Leu)

закодирован шестью способами: UAA, UUG, CUU, CUC, CUA, CUG. Всего таких 3-х буквенных комбинаций (кодов) будет 64. Это 4 в 3-й степени, т.е. число кодов более чем втрое превышает число аминокислот. Таким образом, большинство аминокислот закодированы несколькими способами, как показано в таблице генетического кода (рис.6). Полное название аминокислот смотрите на рис.1. Эта таблица универсальна для всех живых существ на планете Земля, от вирусов до человека [8].

Вернёмся к сборке белка и рибосомам (Рибо, потому что они на 60% состоят из РНК). Одноцепочечность РНК позволяет ей складываться так, что она принимает форму, нужную для выполнения разных функций. Примерно так, как мы в детстве любили из мягкой проволоки делать разные фигуры. Так, рибосомы могут выполнять функцию фермента. В этом качестве их называют «Рибозимы» [9]. К рибозимам относится и рибосомальная РНК [10]. Её внешний вид показан на рис.7.

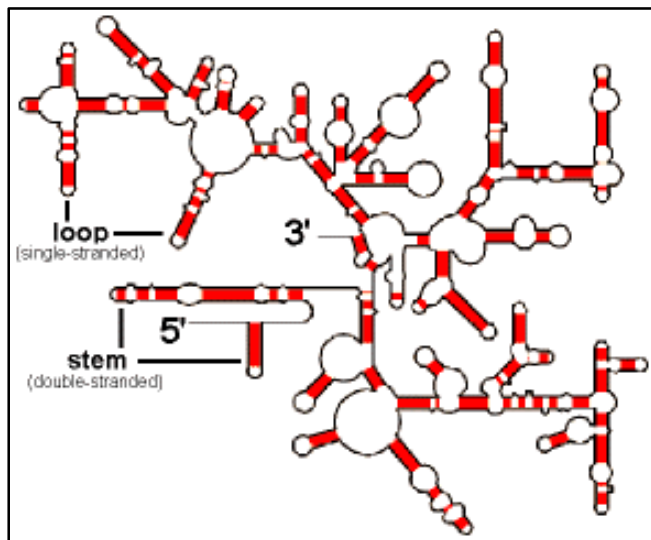


Рис.7. Рибосомальная РНК [11]

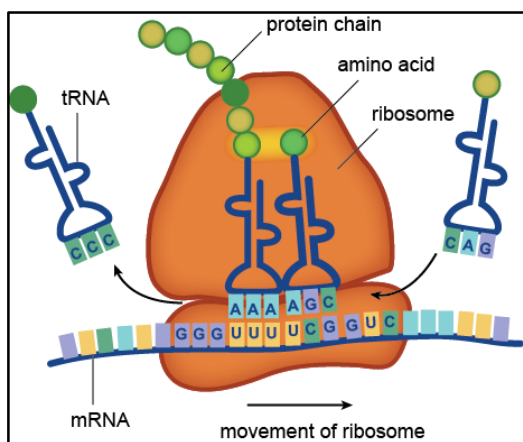


Рис.8. Рибосома и транспортная РНК [12]

Рибосомы – это как бы рабочие на конвейерной линии. Две субъединицы рибосомы, как в сэндвиче охватывают мРНК, движутся вдоль неё, считывают закодированную на ней информацию и собирают белок из соответствующих аминокислот, согласно записанному в мРНК порядку.

Аминокислоты к этой конвейерной линии подносят «транспортные РНК» (тРНК). Для каждой аминокислоты существует своя тРНК. Она состоит из нити РНК, которая складывается в структуру, напоминающую лист клевера. На одном конце она несёт соответствующую аминокислоту. Другой конец должен соответствовать трёх-буквенному коду на мРНК. Так как здесь действует принцип комплементарности, то код на мРНК должен соответствовать коду у тРНК. Это позволяет тРНК встраиваться в рибосому и здесь рРНК, действуя как фермент, присоединяет принесенную аминокислоту к строящейся белковой молекуле.

Таким образом, насколько это возможно, доступно и понятно показана работа генетической машины синтеза белков. Видно, насколько это сложенная и сложная система. Исходя из того, что представил предыдущий докладчик, это даже не система, а одна из многих подсистем сложного механизма жизни. Наука ещё очень далека от

полного понимания того, как работает этот механизм.

Источники

1. Основная информация для разных разделов данной работы взята из: Benjamin Lewin. GENES 5. 1994. Oxford University and Cell Press.
2. <http://www.bing.com/images/search?q=Amino+Acid+Protein+Chart&Form=IQFRDR>
3. <http://www.virtualmedicalcenter.com/uploads/VMC/Treatmentim>
4. <https://www.google.com/search?q=double+stranded+DNA&espv>

5. <https://thebiochemgazette.files.wordpress.com/2013/04/nucleotides-dna-rna.jpg>
6. <http://en.wikipedia.org/wiki/RNA>
7. Подольный В. Причины неспособности растений к половому размножению во время ювенильного периода. «Второе дыхание», 2014. Вып 30. с. 66-77.
8. Магид И., Подольный В. Проявления высшего разума. «Второе дыхание», 2014. Вып. 30. с.136-144.
9. <http://en.wikipedia.org/wiki/Ribozyme>
10. http://en.wikipedia.org/wiki/Ribosomal_RNA
11. <https://www.mun.ca/biology/sarr/rRNA-folding.html>
12. <https://google.com/search?q=ribosome&espv>

В терминологию, описывающую организм человека, издавна включалось слово «система». Привычная классификация: сердечно-сосудистая система, дыхательная, двигательная, эндокринная, нервная...; «разделение труда», внутрисистемные и межсистемные связи и отношения, обеспечивающие жизнь, - предмет анализа теоретиков и практиков. «Работа» этих систем замечается, правда, в большей степени при их достаточных изменениях. Закономерности нейроэндокринных процессов в организме человека, проявление влияния гормонов на поведение заслуживают внимания.

ХИМИЯ ЭМОЦИЙ. ГОРМОНЫ МОЗГА

Нина Пржиялговская

*Любовь это не настроение человека, а умение разума доставить ему удовольствие.
Альберт Эйнштейн «Уроки жизни»*

Введение

Недавно по российскому телевидению прошёл фильм Никиты Михалкова «Солнечный удар». Фильм поставлен по повести И. Бунина с таким же названием. Герои фильма Он (поручик) и Она (красивая незнакомка) случайно встречаются на волжском рейсовом пароходе, где с ними происходят с первого взгляда удивительные события. Она отдыхает на палубе. День солнечный, кругом величавая река Волга. Поручик подходит к молодой, красивой женщине, подносит её руку к своим губам и тихо говорит:

- Сойдём,
- Куда? – спросила она удивлённо.

Он промолчал, но когда пароход причалил к пристани, они неожиданно сошли на берег, взяли извозчика и остановились на одну ночь в местной гостинице и пережили сильное эмоциональное удовольствие. Утром героиня мучительно пыталась понять, как она оказалась в этой гостинице с незнакомым человеком. Что с ними произошло? Наваждение? Сумасшествие? Нет, скорее всего, она решила, что это был «солнечный удар» Поручик с ней согласился.

Сегодня можно дать научное объяснение описанному дорожному происшествию. Объяснение состоит в том, что молодые люди действительно получили удар, но не солнечный, а химический, и оружием химии были гормоны.

Гормоны – химические вещества с биологической активностью, которые вырабатываются в организме мозгом и железами внутренней секреции. Таких желез в организме много: гипофиз, поджелудочная железа, надпочечники, щитовидная железа,

половые железы и другие. Термин «гормоны» введён в медицину в 1905 году и в переводе с греческого означает «приводить в движение» и «побуждать». История гормонов началась с поиска средства омоложения или «эликсира молодости». В 1889 году французский врач Шарль Броун Секар в возрасте 70 лет с целью борьбы со старостью поставил опыт над самим собой. Он растирал семенные железы морской свинки, и их водный экстракт впрыскивал себе под кожу. После этого он сообщил, что чувствует себя помолодевшим. Этот опыт произвел в научном мире сенсацию и вызвал поток новых экспериментов по изучению деятельности желёз внутренней секреции. Учёные узнали, что жизнь и кое-что, называемое судьбой, определяются железами внутренней секреции, точнее гормонами, которые они синтезируют. Многие гормоны нам известны на слух, например, инсулин, адреналин, мелатонин, тестостерон и др.

Гормоны постоянно циркулируют в крови (гормональный фон), определяя наше психическое состояние, самочувствие, настроение и поведение. Число известных гормонов приближается к сотне, и обо всех рассказать в докладе не представляется возможным, поэтому я остановлюсь только на некоторых гормонах, которые связаны с нашими чувствами и эмоциями.

Окситоцин (гормон любви и нежности)

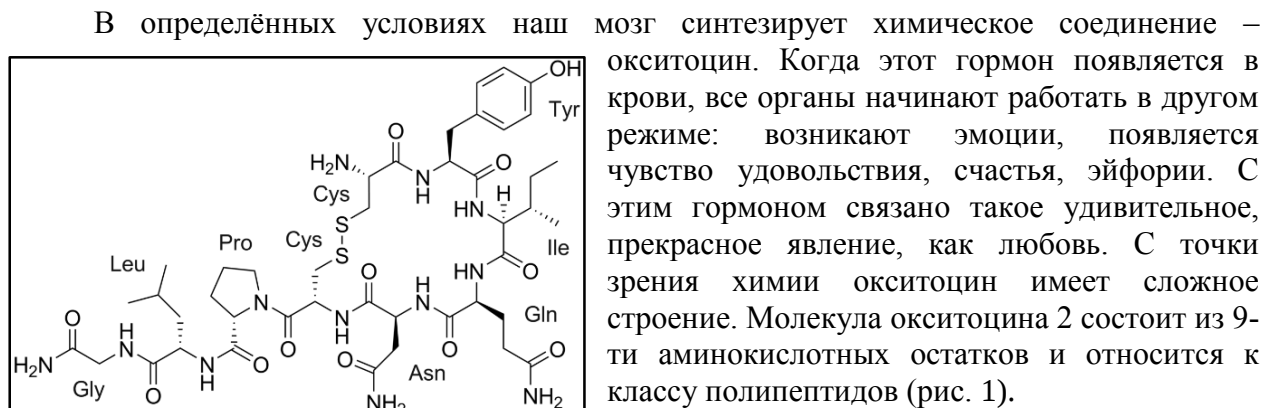


Рис. 1.

Окситоцин связан не только с любовью. Много этого гормона выделяется у женщины во время беременности. Так установлено, что он управляет родовыми схватками, способствует сокращению матки, вызывает лактацию, то есть выделение молока у женщины после родов. С этим гормоном связано также чувство материнства. Поэтому окситоцин называют не только гормоном любви, но и гормоном нежности. Окситоцин подавляет страх и уменьшает боль. Вот почему так хорошо ребёнку на руках матери. В последнее время упоминается роль окситоцина в формировании привязанностей и доверительных отношений при социальном воздействии.

Исследованием свойств гормона окситоцина занимался английский нейробиолог Генри Дейл (1875-1968), лауреат Нобелевской премии 1936 года по медицине и физиологии. Благодарность ему за его большие научные заслуги перед человечеством выражена названием одного из кратеров на Луне именем Дейла.

Серотонин (гормон хорошего настроения, гормон счастья)

Серотонин - это ещё одно химическое соединение, с помощью которого мозг создаёт хорошее настроение и наполняет нашу жизнь радостью. Синтез этого гормона в клетках начинается с аминокислоты - триптофана и протекает по схеме (рис. 2)

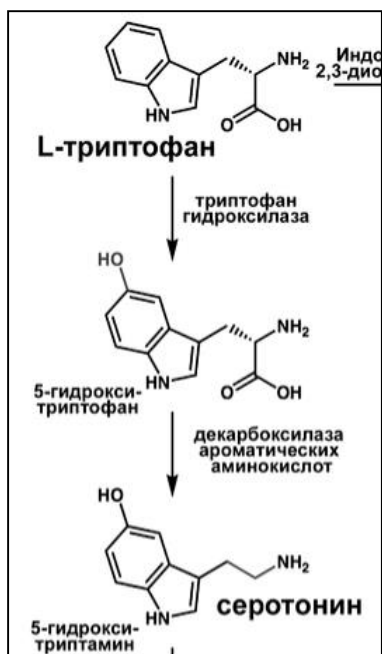


Рис. 2.

Триптофан - это незаменимая аминокислота, она в организме не образуется и поступает в организм только с пищей. В природе эту кислоту синтезируют микроорганизмы, растения и грибы. Триптофан в клетках организма в присутствии определённого фермента гидроксилируется до 5-гидрокситриптофана, а затем подвергается декарбоксилированию до 5-гидрокситриптамина, который и является серотином.

Этот гормон был выделен в 1935 году итальянским химиком и фармакологом Витторио Эрспамером (1909-1999 гг.) из слизистой оболочки желудочно-кишечного тракта. По вышеприведённой схеме этот гормон получают сегодня в промышленности, где исходный триптофан синтезируют микробиологическим путем с помощью дрожжей. Так что серотонин является легко доступным соединением.

Серотонин вызывает в организме весь спектр приятных эмоций от хорошего настроения до эйфории. Но у него есть и другие функции. Он стимулирует также познавательную деятельность, создает чувство уверенности. Когда уровень этого гормона в крови высок, человек готов «гору свернуть». Серотонин вырабатывается в организме во время хорошего, радостного настроения (секс, вкусная еда, приятная музыка и др.).

Отклонения уровня серотонина в крови от нормального приводит к психическим расстройствам. По результатам последних исследований – реакция на серотонин снижается с возрастом и в большей степени при болезни Альцгеймера, что объясняется уменьшением количества рецепторов.

Увеличить концентрацию этого гормона в крови можно такими продуктами питания, как сыр, мясо, молоко, финики, банан, орех, арахис и др., которые содержат незаменимую аминокислоту триптофан. Образованию серотонина способствует солнечное освещение. Вот почему в зимний период ухудшается настроение.

Серотонин оказывает сильное влияние на деятельность желез внутренней секреции. Так установлено, что он стимулирует выработку адреналина (гормон страха) и норадреналина (гормон ярости) надпочечниками. Назначение этих веществ заключается в подготовке организма к условиям опасности. Интересно, что у некоторых животных эти гормоны не образуются, например у кролика. Поэтому Лев – царь зверей (у него норадреналин образуется), а кролик и есть трусливый кролик. Серотонин отвечает и за качество нашего сна. В ночное время серотонин превращается в мелатонин, который называют гормоном ночи.

Дофамин (гормон удовольствия)

Дофамин - это ещё один и очень важный гормон, вырабатываемый мозгом, который по своему действию, как и серотонин, связан с чувством удовольствия и приятных ощущений. Любое занятие, от которого мы получаем радость и восторг, вызывает моментальный выброс дофамина в кровь. Появляется желание повторить удовольствие, в результате чего происходит «подсаживание» организма на этот гормон. Это свойство дофамина установили в 1954 году канадские учёные Джеймс Олдс и Питер Милнер. Они поставили такой опыт: крысе в дофаминовый участок мозга имплантировали электроды. В клетке была педаль, при её нажатии цепь замыкалась, и в мозг поступал сигнал раздражения. Крыса при этом получала сильное удовольствие, которое хотелось

повторить. Скорость нажима на педаль доходила в опыте до тысячи раз в час. Ради удовольствия крыса отказывалась от еды, от детёнышей и погибала от бессилия.

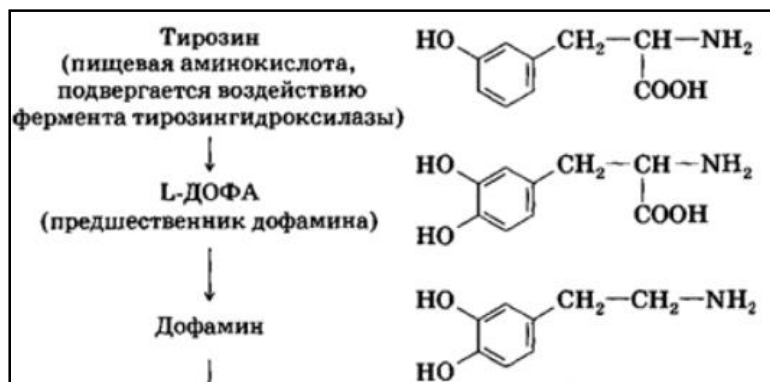


Рис. 3.

Дофамин образуется в организме из гормона L-тирозина, который синтезируется щитовидной железой. Дофамин имеет относительно простое строение. Его химическое название: диоксифенилэтиламин. Биосинтез этого гормона протекает по схеме (рис. 3).

Аминокислота тирозин подвергается

гидроксилированию, образуя диоксифенилаланин (он же ДОФА) путём декарбоксилирования превращается в дофамин.

Дофамин является гормоном очень широкого действия: помимо чувств удовольствия он оказывает влияние на артериальное давление, на сердечно-сосудистую деятельность, на работу почек. Этот гормон толкает нас на подвиг, на открытия и свершения, на получение награды. С нарушением выработки дофамина связаны такие расстройства, как депрессия, деменция, шизофрения, болезнь Паркинсона и процессы старения.

После всего сказанного подведём некоторый итог. Гормоны окситоцин, серотонин и дофамин, а также другие гормоны (их много) определяют наше психическое состояние. Их высокая концентрация в крови и совместное, одновременное действие всех органов секреции может привести к безумным поступкам, к потере контроля над своими действиями, что например и произошло с героями повести И. Бунина «Солнечный удар». В организмах героев повести под влиянием внешних очень благоприятных воздействий произошёл бурный выброс гормонов чувств в кровь, который и определил их необычное поведение. Таким образом, ясно, что любовь начинается в мозге, и любовь с первого взгляда, хотя и редкое, но вполне реальное событие. Все наши ощущения, чувства, эмоции начинаются в мозге.

Механизм возникновения эмоций

Теперь следовало бы разобраться, как мозг управляет гормональной системой и тем самым влияет на наше настроение, на состояние организма. Относительное постоянство гормонального фона и изменения содержания гормонов при воздействии внешних и внутренних факторов – управляемый, регулируемый процесс.

Гипоталамус и гипофиз

Важнейшая роль в этом процессе принадлежит структуре промежуточного мозга гипоталамусу, взаимодействующему с основной эндокринной железой – гипофизом, образуя гипоталамо – гипофизарную систему нейро-гуморальной регуляции (рис. 4, см. в конце статьи). В нейросекреторных клетках гипоталамуса синтезируются нейрогормоны, которые транспортируются в гипофиз. Под их стимулирующим или задерживающим влиянием высвобождаются в кровь гормоны гипофиза, каждый из которых адресуется соответствующей железе внутренней секреции и регулирует выделение ею собственных гормонов. Информация о количестве гормонов (обратная связь) возвращается к гипоталамусу, меняя параметры его управляющего сигнала (увеличение или уменьшение секреции). Гипоталамус является органом, связывающим центральную нервную систему с железами внутренней секреции или эндокринной системой.

Органы чувств

Как уже отмечалось выше, информация из внешнего мира поступает в наш организм через органы чувств. Учёные до сих пор не уверены, сколько таких органов у нас есть. Их насчитывают до 12. Пять из них мы знаем с детства. Это глаза, уши, нос, язык и кожа. Они отвечают за зрение, слух, обоняние, вкус и ощущения. Однако, чувств гораздо больше, чем органов. Например, ещё есть чувство времени, чувство равновесия, боли, лени и др. (около 20-ти). Независимо от числа органов чувств информация от внешнего мира поступает на рецепторы органов чувств. У каждого органа свои рецепторы и свои механизмы передачи принятого сигнала в центральную нервную систему организма. Рецепторы органов чувств полученное раздражение переводят в электрический сигнал, который и поступает в мозг.

Строение нейрона

Мозг принимает, обрабатывает полученную информацию и передаёт нервные импульсы органам с помощью нервных клеток, называемых нейронами. Таких клеток у мозга несколько миллиардов. Нейрон по своему строению отличается от обычных клеток. Он имеет тело, в котором находится цитоплазма, ядро и другие органеллы. От тела идут отростки: мелкие сильно разветвлённые – это дендриты, их назначение принимать сигналы, и один длинный отросток, называемый аксоном, по которому идёт ответный сигнал к другому нейрону (рис. 5).

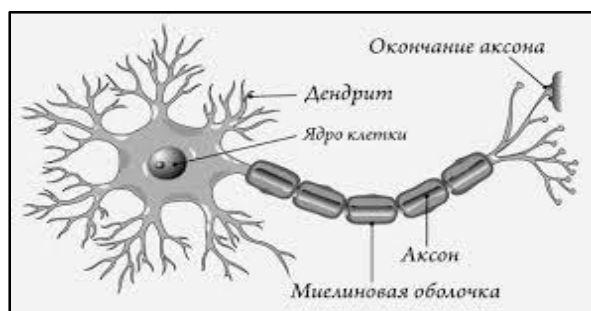


Рис. 5.

Синапс: от аксона к нейрону

Как происходит передача нервного импульса от нейрона к другому нейрону? Примерно до середины XX столетия в нейрофизиологии господствовало мнение, что все сигналы передаются электрическим путём. Однако исследования мозга убедительно показывали наличие в нейронах определённых химических веществ, которые

участвуют в передаче нервного импульса. Одним из пионеров в этой области был русский учёный, ученик И. Павлова А. Ф. Самойлов (1867-1936).

В 30-х годах прошлого столетия английский нейробиолог Генри Дейл установил, что нервный импульс передаётся от нейрона к нейрону химическим путём через синапсы с помощью нейромедиаторов (передатчиков) (рис. 6, см в конце статьи).

Надо сказать, что нейроны не касаются друг друга, их разделяет так называемая синаптическая щель. В ней находится раствор, в котором содержатся ионы натрия, калия, хлора, кальция и др. Чтобы преодолеть этот барьер, эту щель ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ сигнал, дошедший до конца аксона, преобразуется в ХИМИЧЕСКИЙ. Находящиеся в синапсе (кончик аксона) молекулы химического соединения (его называют нейромедиатором) из синаптических пузырьков выбрасываются в синаптическую щель и взаимодействуют с рецепторами нового нейрона. Функции рецептора при этом изменяются. Рецептор находится на внешней стороне мембраны и имеет белковое строение. При взаимодействии с нейромедиатором конфигурация рецептора и его функции изменяются. В мембране открываются поры, по которым ионы из щели проникают в нейрон и наоборот. В клетке возникает потенциал, порождающий новый электрический импульс. Но нейромедиаторы могут влиять на новую клетку и другими способами. Соединившись с рецептором постсинаптического нейрона, они могут вызвать новые биохимические процессы в теле этого нейрона и таким путём более тонко управлять приспособлением организма к изменяющимся условиям внешней и внутренней среды.

Нейромедиаторы и гормоны

Введение медиатора в процесс передачи нервного сигнала сильно усложнило работу мозга. Но эти эволюционные изменения были необходимы. Электрический импульс быстро теряет энергию, его надо было как-то усиливать; с другой стороны, нейроны не имеют между собой прямого контакта, между ними синаптическая щель, непреодолимая для электрического импульса. Наличие нейромедиатора в нейроне, в его синапсе, позволило природе преодолеть эти препятствия, и одновременно повысить устойчивость организма к изменяющимся условиям. Химический механизм позволил также осуществлять не только возбуждающее, но и тормозящее действие нервного импульса. Нейромедиаторы синтезируются в нейронах. Управляет этим процессом гипоталамус. В настоящее время известно около 30 нейромедиаторов. Все они являются биологически активными химическими соединениями. Каждый нейрон имеет свой нейромедиатор. Важно подчеркнуть, что рассмотренные нами ранее гормоны хорошего настроения: окситоцин, серотонин и дофамин являются также активными нейромедиаторами, что увеличивает влияние этих химических веществ на эмоциональное состояние и поведение. Аксоны дофаминэргических нейронов идут в центральные отделы мозга и к лобным областям коры, где выделение этого нейромедиатора приводит к ощущению удовольствия. Восприимчивые к серотонину нейроны расположены практически по всему мозгу. Повышение серотонинэргической активности создаёт в коре головного мозга ощущение подъёма настроения.

Вот так, путём преобразования электрического сигнала в химический и происходит передача информации в мозге. Гормоны, в отличие от нейромедиаторов, синтезируются не в нейронах, а в гипофизе или других железах внутренней секреции, откуда сразу попадают в кровь. Они, как и нейромедиаторы, связываются со своими рецепторами, которые имеются на мембранах клеток различных органов, в том числе и желез внутренней секреции. Изменяя природу рецепторов, гормоны инициируют нужные организму в данный момент биохимические процессы и создают хорошее настроение.

В 2000 году три нейрофизиолога швед Арвид Карсон, американец Пол Грингард и австралиец Эрик Кендал получили Нобелевскую премию за изучение процесса передачи нервного импульса от одного нейрона к другому с помощью химических сигналов. Надо сказать, что взаимодействия гормонов с рецепторами клеток представляют необыкновенно сложные, но очень согласованные процессы, разбираться в которых нейрофизиологи будут ещё не одно столетие. В подтверждение этой мысли скажу, что уже открыто 5 рецепторов дофамина и 14 серотонина.



Рис. 7.

Каскад взаимодействий всех органов нашего организма потрясает! Изучать работу мозга очень трудно. Сегодня нейрофизиологи работают над этой проблемой в тесной взаимосвязи с нейрохимиками. Одним из плодотворных методов современной нейрофизиологии является использование флуоресцентного микроскопа (рис. 7). Он позволяет переводить изучаемый микрообъект в окрашенное соединение, которое светится в ультрафиолетовых лучах сверхмощного микроскопа. За разработку флуоресцентной спектроскопии три нейрохимика получили Нобелевскую премию в 2014 году: американцы Эрик Бетциг (1960) и Уильям Метнер (1958) и немец Штефан Хелль (1962). Это уже сегодняшний день науки. С помощью флуоресцентного микроскопа получены новые данные о распределении нейромедиаторов в мозге.

Чтобы чувствовать себя здоровым и иметь хорошее настроение надо не мешать организму, то есть не нарушать его

сложную систему связей, и получать сильные приятные эмоции. Определённая концентрация гормонов в крови отличает счастливого человека от несчастного. Однако потребность в сильных эмоциях столь велика, что человечество давно стало искать пути искусственного получения удовольствия. Следует заметить, что у мозга есть защита от посторонних веществ, так называемый гематоэнцефалический барьер. Однако, такие соединения как никотин, алкоголь и наркотики способны преодолевать этот барьер в мозге, связываясь химически с рецепторами нервных клеток и оказывать пагубное влияние на психическое состояние человека.

Краткие сведения о природных наркотиках

Наркотики – это психотропные соединения. Они делятся на природные и синтетические. В природе есть растения, в клетках которых происходит синтез соединений, влияющих на психику человека. Все знают красивое, декоративное растение – мак. Млечный сок мака (опий) содержит наркотик морфин.

Морфин

Наркотик морфин получают из опия мака, выделяемого при надрезе ещё незрелой семенной коробочки мака. Он назван в честь бога сновидений – Морфея. Имеет сложное полициклическое строение, относится к производным фенантрена. В молекуле есть гидроксильная группа и аминогруппа. Морфин взаимодействует с рецепторами клеток мозга и вызывает эйфорию. Первоначально морфин применялся как болеутоляющее средство. Широкое распространение этот наркотик получил в XIX столетии после изобретения инъекционной иглы (1883 г.). Во время гражданской войны в Америке солдатам давали морфин для успокоения и хорошего настроения. Синтетическим путём получено большое количество препаратов, которые в организме превращаются в морфин. Морфинизм был широко распространён среди солдат. Морфин и другие наркотики, полученные на его основе, вызывают гамму приятных, пленительных эмоций, но для всех этих веществ характерно быстрое привыкание и зависимость.

Кокаин

Ещё один широко распространённый наркотик – кокаин. Его выделяют из листьев кокаинового куста, растущего в тропической зоне Южной Америки. Процесс жевания листьев коки прочно вошел в жизнь индейцев. Кокаин вызывает чувства блаженства и активизирует мозговую деятельность. Он традиционно считается великосветским и богемным наркотиком. Его употребляли такие известные люди, как Эмиль Золя, Эдгар По, Конан Дойль, королева Елизавета, Уинстон Черчилль, Буш – младший и др. К кокаину быстро наступает привыкание и возникает потребность в более сильных наркотиках.

Марихуана (конопля)

Марихуана один из самых распространённых наркотиков. Это высушенные цветы, семена и листья растения конопли. Марихуану обычно курят как табак. Человек испытывает приятные ощущения, хорошее настроение. Когда «кайф» проходит, появляется желание повторить и увеличить дозу. Гашиш и анаша – это сленговые названия марихуаны. Действие психотропных веществ, получаемых из конопли, похоже на опьянение алкоголем. Существует общественное движение по легализации марихуаны. Сторонники этого движения считают, что этот наркотик менее опасен для организма, чем алкоголь. Сегодня медицинское употребление марихуаны разрешено в 35 штатах США.

Наркотик ЛСД

ЛСД – это диэтиламид лизергиновой кислоты. Она содержится в спорынье. Впервые ЛСД был получен швейцарским химиком Альбертом Хофманом, он же открыл его

галлюциногенное действие. На первых порах это психотропное вещество испытывалось для лечения психических расстройств, но вышло из-под контроля и получило широкое распространение в молодёжной среде. Активная доза очень мала: тысячные доли грамма. В 70-х годах XX столетия этот наркотик продавался на рынке в виде «марок» - кусочков бумаги пропитанной ЛСД. Биологический механизм действия ЛСД сложен и не выяснен до конца. Известно, что он блокирует дофаминовые и серотониновые рецепторы, что ведёт к сильным психологическим расстройствам. Альберт Хофман, «отец» ЛСД, прожил 102 года, умер в 2008 году. Написал книгу «ЛСД – мой ребёнок».

Заключение

Организм человека представляет очень сложную и тонко устроенную систему. Все клетки центральной нервной системы связаны между собой. Эта связь обеспечивает взаимодействие человека с окружающей средой. Руководит работой организма мозг. С помощью гормонов мозг управляет нашими чувствами, среди которых есть чувства удовольствия, эмоции блаженства, делающие жизнь человека радостной и приятной. Тонкие регуляционные механизмы обеспечивают чрезвычайную гибкость реакций организма на различные изменения внутреннего и внешнего мира. Нейроны очень чувствительны, но их активность легко нарушить. Наркотики, введённые в организм извне, имея химическое сходство с гормонами, связываются с белками - рецепторами клеточных мембран. Результатом этих взаимодействий является нарушение нормальных биохимических процессов клетки с опасными последствиями для организма. Сила, которая может справиться с наркоманией, это научные знания о действии наркотиков на организм человека. Исследования в этой области продолжаются и идут сегодня широким фронтом во всём мире. Нас ждут новые, волнующие открытия о работе мозга. Наука об эмоциях и гормонах на страже нашего здоровья и благополучия. Берегите себя и данное природой радостное мироощущение.

Ниже приведены рисунки к тексту статьи.



Рис. 4.

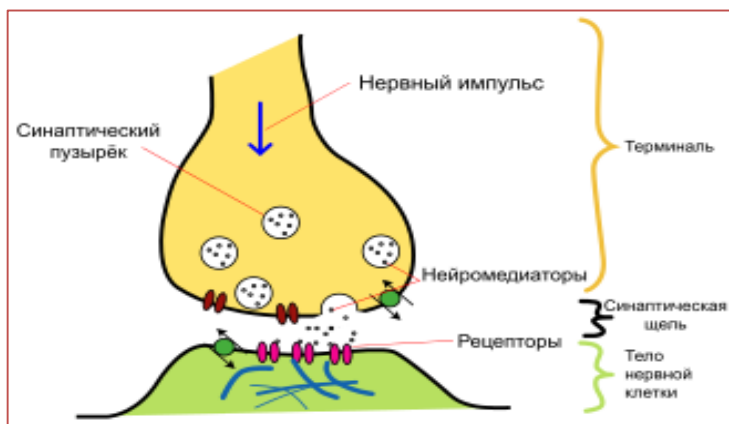


Рис. 6.

Источники

1. Гриневич. В. Гормоны головного мозга. 2005. <http://www.nkj.ru/archive/articles/574/>
2. Корниенко С. Химия эмоций. 2015. <http://ethology.ru/library/?id=287>
3. Хьюбел Д. Химия мозга. М., Мир. 1982.
4. Хьюбел Д. Глаз, мозг, зрение. М., Мир. 1990.
5. Айзек Азимов. Человеческий мозг. От аксона до нейрона М., 2003.
6. Гормоны любви. 2014. <http://fitseven.ru/zdorovie/otnosheniya/hormony-lyubvi>

7. Механизм возникновения и передачи нервного импульса.
8. Нобелевские премии по физиологии 2000 года.
9. Природные наркотики, их влияние на организм.
10. Нобелевские премии по химии 2014 года.

Информация, содержащаяся в трёх предыдущих сообщениях, позволила, не повторяя общих закономерностей, сконцентрироваться на существенных особенностях системного функционирования мозга человека.

РАБОТА МОЗГА КАК СИСТЕМЫ. ВЫХОД НА ПОВЕДЕНИЕ

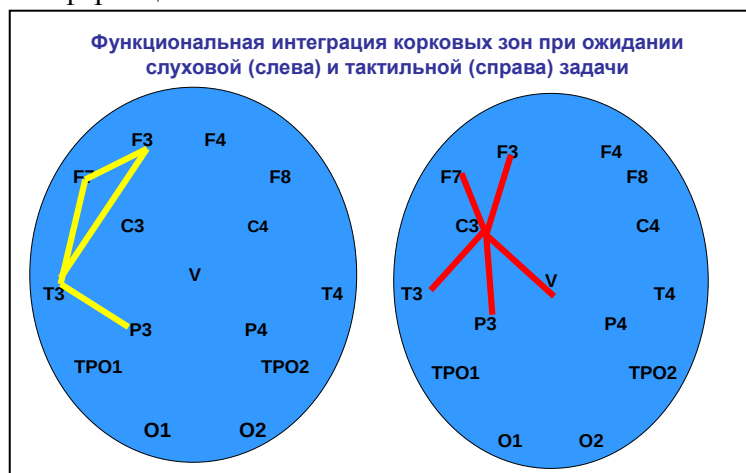
Наталия Дубровинская

Резюме доклада

Исследование нейрофизиологических основ психической деятельности (её «мозгового обеспечения») традиционно проводилось и проводится в рамках системного подхода. Данные, на которых базируется доклад, представлены в списке литературы.

Основные позиции нейроморфологов - Г. И. Полякова (упорядоченность структурной организации нейронов); психофизиологов - А. Р. Лурии (динамичность функционирования мозга, не структурные, а функциональные блоки); Н. А. Бернштейна (коррекции, обратные связи, прогнозирование и модель будущего действия); Е. Н. Соколова («нервная модель стимула»); нейрофизиолога П. К. Анохина («Функциональная система» - блок-схема необходимых операций при осуществлении деятельности) – всё это существенные характеристики активности живой системы и основа для проведения исследований в нейрофизиологии.

В формировании представлений о работе мозга как системы огромную роль сыграл онтогенетический метод исследования, результаты которого показывают направленность изменений компонентов системы и особенностей их интеграции с возрастом, что способствует правильности интерпретации наблюдаемых системных характеристик. Важнейшим критерием эффективности работы мозга является сопоставление мозговой организации, складывающейся при выполнении задания, с его успешностью (оценка нейрофизиологических коррелятов правильного ответа). Результаты следования этим положениям будут проиллюстрированы с комментариями, связанными с тематикой конференции.



Для визуализации систем, формирующихся при разных видах деятельности, используется регистрация электроэнцефалограммы (ЭЭГ). Информативным индикатором формирования систем в коре мозга является оценка когерентности (лат. coherent – «находящийся в связи») ритмов ЭЭГ. Достоверный рост значений когерентности ЭЭГ сопоставляемых пар корковых

областей свидетельствует о формировании их взаимосвязи и об их объединении в рабочую систему.

Результаты изучения топографии когерентных связей при ожидании задачи классификации коротких звуковых и тактильных сигналов по интенсивности (условно на «сильный» и «слабый») показаны на рисунке-схеме.

Незначительность различий (вероятность правильной классификации – 0.7-0.8) обусловила трудность выполнения задания и требовала постоянного поддержания внимания. На рисунке видны фокусы взаимосвязанной активности корковых зон, объединённых в систему в период до предъявления сигналов, обеспечивающие правильную классификацию. Фокусы («модель ожидаемого сигнала») локальны и специфичны для задания: только необходимые компоненты системы - корковое представительство слуха (Тз, слева) и прикосновения (Сз, справа) и в обоих случаях лобные и теменные отделы регуляции внимания (F, P) определяют её успешность. Отсутствие изменений когерентности в остальных областях коры свидетельствует о сходстве организации ЭЭГ перед правильным решением и ошибкой, что ещё больше подчёркивает избирательность «модели». Локальность функциональных объединений и их адекватность выполняемой деятельности характеризуют экономичность и селективность складывающихся систем у взрослых испытуемых. Онтогенетические данные повышают значимость такой организации. У детей 7 лет задача тоже решается, но другим путём - с избыточным, дополнительно к локальным фокусам, вовлечением соседних структур. Характеристики описанной модели свидетельствуют об эффекте регуляции со стороны лобных отделов мозга. Инструмент реализации регулирующих влияний – управляемая активация, лежащая в основе процесса внимания, направляемая в нужное место в необходимый момент времени.

Возникает законный вопрос о побуждающей силе, запускающей всю сложноорганизованную систему функционирования мозга. Демонстрация возможности прогнозирования в работе мозга отсылает нас к «модели потребного будущего» Н. А Бернштейна и значимости упоминания потребности. Любая деятельность запускается и поддерживается как цель той или иной актуализированной потребностью (мотивация, драйв) до достижения результата – удовлетворения этой потребности. Для настоящего рассмотрения важно упомянуть «духовные» потребности человека – в новизне, в информации, в преодолении. Неопределённость вызывает психологическое ощущение дискомфорта и активизацию познавательной деятельности, направленной на ликвидацию неопределённости и снижение энтропии. Духовные потребности не насыщаемы, и в этом залог саморазвития человеческой личности.

Источники

1. Анохин П. К. Очерки по физиологии функциональных систем. М., 1975.
2. Бернштейн Н. А. Очерки по физиологии движений и физиологии активности. М., 1966.
3. Горбачёв В. В. Концепции современного естествознания. Ч. II, гл. 10 и 11. М., 2005.
4. Дубровинская Н. В. Нейрофизиологические механизмы внимания. Гл. 1 и 5. Л., 1985.
5. Лурия А. Р. Основы нейропсихологии. М., 1973.
6. Мозговые механизмы формирования познавательной деятельности в дошкольном и младшем школьном возрасте, гл. 6 и 7. Москва-Воронеж, 2014.
7. Общая теория систем – критический обзор//Исследования по общей теории систем: Сб. переводов. М., 1969, с. 43.
8. http://www.spkurdyumov.ru;_нелинейность

9. Симонов П. В. Потребностно-информационная организация деятельности мозга. ЖВНД, 1979, **6**, (9), 1403-12.
10. Структурно-функциональная организация развивающегося мозга. Л., 1990.
11. Эшби У. Р. Конструкция мозга. Происхождение адаптивного поведения. М., 1962.
12. Nobel Conference XXVI; Chaos: the new science. Introduction. Minnesota, 1993.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На протяжении двух дней конференции слово «система» неоднократно адресовалось аудитории. За рассмотрением общих свойств живых систем последовало изложение материалов исследований на разных уровнях системной организации – молекулярном, структурном и организменном. На всех уровнях обнаруживались названные или не названные специфические проявления системного функционирования – его динамический характер, сочетание жёстких стабильных и гибких пластичных взаимосвязей, нелинейность, селективность, экономизация и регуляция – «по возмущению», как в случае гомеостаза, и опережающая, на основе вероятностного прогнозирования при работе мозга. Все эти существенные свойства обеспечивают развитие и совершенствование организма человека как живой открытой системы.