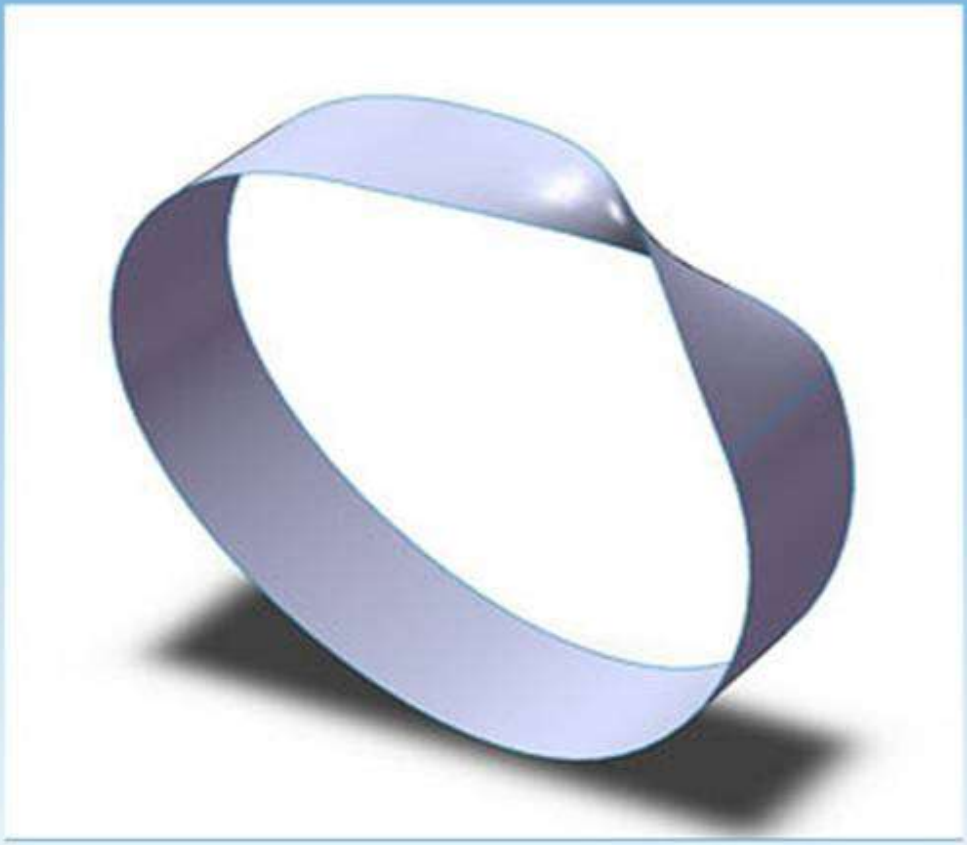
ISSN 1999-6489

АСИММЕТРИЯ

Journal of asymmetry

ТОМ 15 №1 2021



рецензирумый научно-практический журнал

ИФ
РИНЦ

ISSN 1999-6489

Журнал
Федерального государственного бюджетного научного учреждения
«Научный центр неврологии»

АСИММЕТРИЯ

Journal of asymmetry

(выпускается с 2007 года)

Том 15 **№1 март 2021**

Научно-практический рецензируемый журнал

«Асимметрия»
Journal of asymmetry
(выпускается с 2007 года)

Учредитель:
Федеральное государственное бюджетное учереждение «Научный центр неврологии»
(ОГРН 1027739766812)
Контактный адрес: Россия, Москва, 125367
Волоколамское ш. д.80
Телефон: +7 (495) 9178007
E-mail: cerebral-asymmetry@yandex.ru

«Asymmetry» Journal of asymmetry
(issue from 2007 year)

Publisher:

Research Center of Neurology
Address: Russian Federation, 125367,
Moscow, Volokolamskoe road. 80
Tel: +7 (495) 9178007
E-mail: cerebral-asymmetry@yandex.ru
Св-во о рег. СМИ: Эл № ФС 77-74762 от 29.12.2018
ISSN 1999-6489
УДК 612.82:611.8
URL: www.cerebral-asymmetry.ru

Главный редактор – В.Ф. Фокин

Редакционный совет:

Айдаркин Е.К. (Россия)
Аршавский В.В. (Латвия)
Боголепова И.Н. (Россия)
Визель Т.Г. (Россия)
Вольф Н.В. (Россия)
Гутник Б. (Новая Зеландия)
Иллариошкин С.Н. (Россия)
Кроль В.М. (Россия)
Михеев В.В. (Россия)
Пономарева Н.В. (Россия)
Полонский В.М. (Россия)
Разумникова О.М. (Россия)
Ротенберг В.С. (Израиль)
Русалова М.Н.(Россия),
Стоянов З. (Болгария)
Твердислов В.А. (Россия)

Секретарь редакции: Павлов С.Ф.

Выпускается на сайтах:
www.cerebral-asymmetry.ru
www.laterality.biz

От главного редактора (4) **From editor-in-chief (4)**

Оригинальные статьи

Пойдашева А.Г., Бакулин И.С., Синицын Д.О., Легостаева Л.А., Медынцев А.А., Лагода Д.Ю., Кремнева Е.И., Супонева Н.А., Пирадов М.А.
«Морфометрические корреляты инсайтного решения анаграмм» (5)

A.G. Poydasheva, I.S. Bakulin, D.O. Sinitsyn, L.A. Legostaeva, A.A. Medyntsev, D.Y. Lagoda, E.I. Kremneva, N.A. Suponeva, M.A. Piradov
« Morphometric correlatesof the insight anagram solutions» (5)

В.М. Полонский
«Словарь результатов научных исследований» (19)

V. M. Polonsky
«Dictionary of scientific research results» (19)

В.Ф. Фокин, Н.В. Пономарева, Р.Б. Медведев, О.В. Лагода, М.М.Танашян
«Влияние ретроактивной интерференции на вербальную память больных хронической ишемии мозга» (24)

V.F. Fokin, N.V. Ponomareva, R.B. Medvedev, O. V. Lagoda, M.M. Tanashyan
«Effect of retroactive interference on verbal memory in patients with chronic cerebral ischemia» (24)

Научное наследие *В.А. Геодакяна*
Составитель и редактор: *С.В. Геодакян* (33)

The scientific heritage of *V.A. Geodakyan*
Compiled and edited by: *S.V. Geodakyan* (33)

Геодакян В.А.
«Бинарно-сопряженные системы. происхождение, природа и эволюция» (36)

Geodakyan V.A.
«Binary-conjugated systems. origin, nature and evolution» (36)

Уважаемые читатели журнала!

Перед вами новый выпуск журнала «Асимметрия». В номере представлены статьи по различным аспектам функциональной асимметрии и другим актуальным направлениям изучения функциональной организации мозга. На мой взгляд, интересной особенностью этого выпуска журнала является обращение к нашему научному наследию, а именно к работам В.А. Геодакяна. Сын Вигена Артаваздовича – Сергей Вигенович подготовил собрание сочинений своего отца и любезно предоставил возможность опубликовать работы В.А. Геодакяна в нашем журнале. Почему это важно. Дело в том, что происхождение асимметрии до сих пор неясно. Существует несколько научных идей о природе асимметрии, в частности представления о генетическом происхождении асимметрии, роли эволюции и т.п. Работы В.А. находятся в рамках эволюционной теории. Но в отличии от многих других авторов работам В.А. присущи две особенности. Это опора на обширный естественно-научный фундамент и безупречная логика. Эта последняя особенность делает работы ВА особенно привлекательными. Мы планируем опубликовать в нескольких номерах работы В.А. Геодакяна. Думаю, что это будет интересно как новым читателям журнала, так и тем, кто прочитает эти работы повторно, поскольку нужно определенное время чтобы воспринять новые идеи и подходы.

Другой интересной и необычной для нашего журнала публикацией является работа В.М. Полонского, посвященная созданию словаря знаний,содержащегорезультаты научных и прикладных исследований. В.М. Полонский автор многочисленных словарей, член-корреспондент РАО. Знакомство с теми принципами, которые положены в построения данного типа словаря, на мой взгляд, будут полезны читателям нашего журнала при подготовке собственных научных работ.

Главный редактор журнала «Асимметрия»,
профессор В.Ф. Фокин

Пойдашева А.Г.[1], Бакулин И.С.[1], Синицын Д.О.[1], Легостаева Л.А.[1], Медынцев А.А.[2], Лагода Д.Ю.[1], Кремнева Е.И.[1], Супонева Н.А.[1], Пирадов М.А.[1]*

МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ КОРРЕЛЯТЫ ИНСАЙТНОГО РЕШЕНИЯ АНАГРАММ

[1] ФГБНУ «Научный центр неврологии», Москва, Россия

[2] ФГБУН «Институт психологии РАН», Москва, Россия

*alexandra.poydasheva@gmail.com

10.25692/ASY.2021.15.1.001

Инсайт (решение озарением) представляет собой внезапное и непредсказуемое решение задачи. В последние годы активно изучаются нейрональные основы возникновения инсайта в исследованиях с применением нейрофизиологических и нейровизуализационных методов. В большинстве случаев для изучения инсайта используется функциональная МРТ покоя или нейрофизиологические методы, в то время как работы, направленные на изучения структурных особенностей мозга, связанных с инсайтом, немногочисленны.

Целью настоящего исследования стало изучение с помощью воксель ориентированной морфометрии (ВОМ) структурных особенностей головного мозга, ассоциированных с частотой инсайтных решений анаграмм.

Материалы и методы. В исследование было включено 32 предварительно отобранных здоровых добровольца. Каждому добровольцу предлагалось решение 5 блоков, каждый из которых содержал 10 анаграмм. Нейровизуализационное обследование включало МРТ головного мозга в режиме T1-MPR (multi planar reconstruction). Анализировалась связь между объемом серого вещества (ОСВ) в зонах мозга и долей правильно решенных анаграмм, а также долей инсайтов среди решений.

Статистически значимой связи доли правильно решенных анаграмм (без учета стратегии решения) и доли инсайтов среди правильных решений с ОСВ выявлено не было (pFDR>0,05). При анализе нескорректированных данных показана возможная положительная корреляционная связь доли правильно решенных анаграмм с ОСВ в области клина справа и надкалькариновой областью слева, а также отрицательная корреляционная связь с ОСВ с областями червя и правого полушария мозжечка. Для доли инсайтных решений показана возможная положительная корреляционная связь с ОСВ в правой и левой нижних височных извилинах.

Нами были выделены зоны мозга, для которых имеется наибольший шанс на наличие корреляций ОСВ с частотой правильных и инсайтных решений. Установление фактического наличия указанных эффектов требует проверки на независимых выборках испытуемых в дальнейших исследованиях.

Ключевые слова: инсайт, анаграммы, креативность, нейровизуализация, воксель-ориентированная морфометрия.

MORPHOMETRIC CORRELATESOF THE INSIGHT ANAGRAM SOLUTIONS

A.G. Poydasheva[1], I.S. Bakulin[1], D.O. Sinitsyn[1], L.A. Legostaeva[1],A.A. Medyntsev[2], D.Y. Lagoda[1], E.I. Kremneva[1], N.A. Suponeva[1], M.A. Piradov[1]

[1]Research Center of Neurology, Moscow, [2]Institute of Psychology RAS, Moscow, Russia

Insight consists in a sudden and unpredictable solution to a problem. Neuronal underpinnings of the insight phenomena is widely studied in recent years using novel neurophysiological and neuroimaging methods. In most cases functional MRI or neurophysiological methods are used to study insight, while studying the structural changes of the brain associated with insight are few.

Our study aimed to investigate the changes of the brain structure correlated with the individual frequency of insight anagram solutions by voxel based morphometry.
Materials and methods. 32 pre-selected healthy volunteers participated in the study. Each subject was presented with 50 anagrams divided into 5 blocks. Structural images were obtained using a 3D-T1-gradient echo sequence (T1-MPR).We analyzed the correlations between the gray matter volume and the fraction of correctly solved anagrams, as well as the fraction of the anagrams obtained by insight.
No significant correlation between the fraction of correctly solved anagrams (regardless of the solution strategy) and the the fraction of the anagrams obtained by insight among correct solutions with the brain gray matter volume was detected (pFDR> 0.05). The analysis of uncorrected data showed a possible positive correlation between the fraction of correctly solved anagrams with the gray matter volume in the right cuneus and the left supracalcarine area, as well as a negative correlation with vermis and the right cerebellar hemisphere. Also a possible positive correlation between the fraction of the anagrams obtained by insight with the gray matter volume in the right and left inferior temporal gyri was found.
The identified areas of the brain has the greatest chance for the presence of correlations between the gray matter volume and the frequency of correct and insight anagram solutions. Determination of the actual presence of these effects requires verification on independent samples of subjects in further studies.
Key words: insight, anagrams, creativity, neuroimaging, voxel based morphometry.

Введение

Инсайт (решение озарением) – один из интенсивно изучаемых в настоящее время феноменов, связанных с творческим мышлением и креативностью [1-4]. Наряду с аналитическим решением и извлечением из памяти, инсайт является одним из способов решения различных задач [4,5]. Инсайт может быть определен на основании следующих основных характеристик: 1) инсайт возникает как внезапное и непредсказуемое («Ага!»-момент или «Эврика!») и при этом правильное решение задачи; 2) решатель не может объяснить, как именно он пришел к решению задачи; 3) инсайту часто предшествует длительные непродуктивные попытки решения задачи; 4) инсайт часто сопровождается эмоциональными переживаниями различной степени выраженности [4,6]. В отличие от инсайта, аналитическое решение задачи является полностью осознанным, при этом решатель может четко поэтапно объяснить, как именно он пришел к решению [4].

В последние годы наблюдается значительный рост интереса к изучению нейрональных основ возникновения инсайта с применением современных нейрофизиологических и нейровизуализационных методов, таких как электроэнцефалография (ЭЭГ), вызванные потенциалы (ВП), функциональная МРТ (фМРТ), методы неинвазивной стимуляции мозга и другие [1-4,7]. В большинстве случаев в исследованиях с применением этих методов невозможно использование классических инсайтных задач (например, задачи со свечой или

задачи 9 точек), которые предполагают длительное размышление над одной проблемой. В связи с этим в большинстве современных работ по изучению нейрональных основ инсайта используются специально разработанные задачи, позволяющие разработать практически неограниченное количество однотипных и сходных по сложности заданий, каждое из которых может быть решено инсайтным или аналитическим способом за относительно короткий промежуток времени [4]. Примером таких задач могут являться загадки (riddles), арифметические головоломки со спичками, китайские логогрифы, триады слов из теста отдаленных ассоциаций Медника (Remote Associates Task, RAT), тест CRA (от англ. – Compound Remote Associations), анаграммы и другие [4,6,8].

В проведенных к настоящему времени исследованиях получены противоречивые данные о роли различных структур головного мозга в возникновении инсайта. По данным некоторых работ, ключевое значение в возникновении инсайта может иметь активация некоторых структур правого полушария, в частности, правой верхней височной извилины, которая может обеспечивать интеграцию информации и формирование новых ассоциаций [3, 9, 10]. Тем не менее в большинстве исследований показано, что инсайт ассоциирован с билатеральной активностью различных структур головного мозга, которые могут играть самую разную роль в процессе решения задачи и быть связанными с различными когнитивными процессами [4,7]. По данным проведенных исследований, важную роль в возникновении инсайта могут иметь передняя поясная кора, средняя височная извилина, правая префронтальная кора, островок, левая ограда и другие [7]. В метаанализе 13 исследований с применением фМРТ обнаружено 11 зон, активация которых связана с возникновением инсайта, среди которых левая премоторная/дополнительная моторная кора, левые средняя височная извилина и предклинье, правая верхняя лобная извилина, левая ограда, правый и левые островки и другие [4].

Важнейшим ограничением исследований с применением фМРТ является низкое временное разрешение этого метода, которое может иметь особо большое значение в контексте изучения такого феномена как инсайт. Такие нейрофизиологические методы, как ЭЭГ и ВП, хоть и обладают достаточным временным разрешением, имеют низкое пространственное разрешение. Перспективным направлением

является определение базовых особенностей структурно-функциональной организации головного мозга, ассоциированных с инсайтом и креативностью в целом. Примером использования такого подхода может являться несколько исследований с применением ЭЭГ и фМРТ покоя, в которых показана связь между определенными особенностями активности головного мозга в покое и частотой инсайтных решений [11-16].

Одним из перспективных методов изучения структурных особенностей головного мозга, связанных с инсайтом и креативностью, является воксель-ориентированная морфометрия (ВОМ), с помощью которой возможно определение объёма серого вещества (ОСВ) и кортикальной толщины в различных структурах головного мозга [17]. В настоящее время ВОМ широко используется в нейронауке, в том числе, при изучении различных аспектов творчества и креативности (см., например, [18-24]). В то же время изучению с помощью ВОМ структурных особенностей, ассоциированных с инсайтом, посвящены лишь единичные работы. В исследовании, проведенном D. Bendetowicz и соавт. (2017), показано, что инсайтное решение теста RAT ассоциировано с ОСВ в левой префронтальной и теменной коре [25]. По данным другого исследования, проведенного T. Ogawa и соавт. (2018), суммарный балл по батарее тестов для выявления инсайта (Insight test Battery, ITB) положительно коррелируем с ОСВ в правом островке и правой поясной коре/предклинье и отрицательно коррелирует с ОСВ в правой дополнительной моторной коре и левой верхней полулунной дольке мозжечка [12].

Основной целью настоящего исследования явилось изучение с помощью ВОМ структурных особенностей головного мозга, ассоциированных с частотой инсайтных решений анаграмм.

Материалы и методы

Проведение исследования было одобрено локальным этическим комитетом ФГБНУ «Научный центр неврологии» (номер протокола 2-4/10 от 20.02.2019) и соответствовало принципам Хельсинкской декларации 1964 г. Все участники исследования подписывали добровольное информированное согласие.

Критериями включения в исследования являлись:

•возраст от 18 до 55 лет;

•нормальная острота или скорректированное до нормальной остроты зрения.

Критериями исключения из исследования являлись:

•противопоказания к проведению МРТ, например, наличие имплантированного водителя ритма,

клаустрофобии, беременности и другие;

•прием препаратов центрального действия (например, препараты группы антидепрессантов или антиконвульсантов);

•наличие неврологических или психических заболеваний в анамнезе;

•тяжелые соматические заболевания.

Здоровые добровольцы отбирались для участия в исследовании по результатам предварительного тестирования, в котором в качестве задания также использовалось решение анаграмм (подробно парадигма будет описана ниже). Для включения в исследование было необходимо выполнение следующих условий: 1) количество решенных анаграмм составляло не менее половины от всех представленных анаграмм; 2) количество инсайтных решений составляло не меньше 40% от всех правильных решений.

Мы использовали анаграммы с известной средней скоростью решения [26]. Анаграммы состояли из 5-8 букв, степень разрешимости варьировалась от 40% до 60%, а среднее время решения составляло 8 секунд. Всего участникам предъявлялось 40 анаграммам, разделенными на серии по 10 анаграмм в каждой. Пятьдесят здоровых добровольцев приняли участие в предварительный тест, и 32 из них были отобраны для основного исследования (20 женщин, медиана возраста- 20,5 лет, верхний и нижний квартили - 19,0 и 24,5).

В ходе основного эксперимента участникам предъявлялось 5 блоков из 10 анаграмм, с интервалом 1 минута между двумя соседними блоками. Перед началом эксперимента испытуемые получали следующую инструкцию для самостоятельного определения стратегии решения (инсайтной или аналитической): «При инсайте решение возникает внезапно, при этом невозможно поэтапно описать, как именно решение было получено. Если Вы можете описать шаг за шагом, как было получено решение, то оно не является инсайтом. В сомнительных случаях отвечайте «не инсайт». Анаграммы состояли из 5-8 букв и предъявлялись на экране монитора. В эксперимент была включена одна тренировочная сессия из 5 анаграмм, которая в дальнейшем не входила в анализ. Анаграмма предъявлялась трижды в течение 4, 8 и 8 секунд соответственно. Между демонстрацией анаграммы испытуемый должен был ответить на вопрос о субъективном ощущении близости решения («близок»/«далек»/«очень далек»). Если испытуемый решал анаграмму, то последовательно предъявлялось три вопроса: 1) было ли решение инсайтным («да»/«нет»); 2) первая буква ответа (A/B/C); 3) последняя буква ответа (A/B/C). Затем

демонстрировалось правильное решение, и испытуемый переходил к решению следующей анаграммы. Если испытуемый за 20 секунд не решал анаграмму, ему демонстрировалось правильное решение, после чего предъявлялась новая анаграмма.

Для исследования связи между решением анаграмм и ОСВ в анализ включались следующие параметры: доля правильно решенных анаграмм и доля инсайтных решений (согласно самостоятельному ответу испытуемого) среди всех успешно решенных анаграмм.

Нейровизуализационное обследование проводилось на магнитно-резонансном томографе Siemens Magnetom Verio (Erlangen, Siemens) с величиной магнитной индукции 3Тл. В протокол сканирования был включен режим T1-взвешенных изображений с изотропным вокселом для получения анатомических данных высокого разрешения с возможностью последующей реконструкции изображений в любых проекциях (MPR), объемной реконструкции вещества головного мозга и наложения на них функциональных данных (TR 1900 мсек, TE 2.47 мсек, толщина среза 1 мм, кол-во срезов 176, время сканирования 4 мин 18 сек). В дальнейшем полученные дзвизуализационные данные были использованы для подсчета ВОМ.

Предобработка структурных изображений проводилась с использованием программного пакета SPM 12 (Functional Imaging Laboratory, Wellcome Department of Imaging Neuroscience, Institute of Neurology, London, UK) по методу Dartel для воксель ориентированной морфометрии и включала следующие шаги:

- сегментация изображений на компоненты, соответствующие различным тканям;
- создание общего шаблона для группы испытуемых и определение нелинейных преобразований, приводящих изображения в соответствие с шаблоном, с помощью алгоритма Dartel;
- нормализация к шаблону MNI с модуляцией, сохраняющей количество, и сглаживание с гауссовским ядром (FWHM = 10 мм).

Статистический анализ полученных изображений проводился с помощью пакета SPM 12. Анализировалась связь между ОСВ в зонах мозга и долей правильно решенных анаграмм, а также долей инсайтов среди решений. В качестве областей интереса (ROIs – regions of interest) использовалось два набора зон. Первый набор состоял из зон стандартного атласа CONN, 91 регион для поверхности коры больших полушарий, 15 регионов для подкорковых образований из FSL Harvard-Oxford Atlas, а также 26

зон, локализованных в мозжечке из атласа AAL. Второй набор включал в себя 11 регионов из метаанализа фМРТ исследований инсайта [4]. Для определения связи между объемом серого вещества головного мозга и вышеописанными параметрами вычислялся коэффициент корреляции Спирмена. Эффект множественных сравнений корректировался с помощью контроля средней доли ложных отклонений (FDR) отдельно для каждого теста.

Результаты

Средняя доля успешно решенных анаграмм среди всех испытуемых составила 60%. Среди них частота инсайтных решений составила, в свою очередь, 66%. Среднее время решения анаграмм при использовании инсайтной стратегии была статистически значимо меньше, чем при использовании аналитической стратегии (критерий Вилкоксона, $p<0,001$).

Анализ с использованием набора зон из атласа CONN

При исследовании связи между долей правильно решенных анаграмм (без учета стратегии решения) и ОСВ в различных зонах мозга значимых корреляций выявлено не было ($pFDR>0,05$). При анализе нескорректированных данных выявлена возможная положительная корреляционная связь с ОСВ клина правого полушария и надкалькариновой области левого полушария (табл. 1). Получена возможная негативная корреляционная связь доли правильно решенных анаграмм с ОСВ червя и правого полушария мозжечка (рис. 1).

Таблица 1. Корреляции между долей правильно решенных анаграмм и объемом серого вещества головного мозга

Область	Коэффициент корреляции Спирмена	p(unc)	qFDR
Клин правого полушария	0,44	0,01	0,8
Червь мозжечка, зона 1	-0,44	0,01	0,8
Правое полушарие мозжечка, зона 1	-0,4	0,02	0,85
Надкалькариновая область левого полушария	0,36	0,04	0,85
Правое полушарие мозжечка, зона 2	-0,36	0,04	0,85
Червь мозжечка, зона 2	-0,35	0,048	0,85

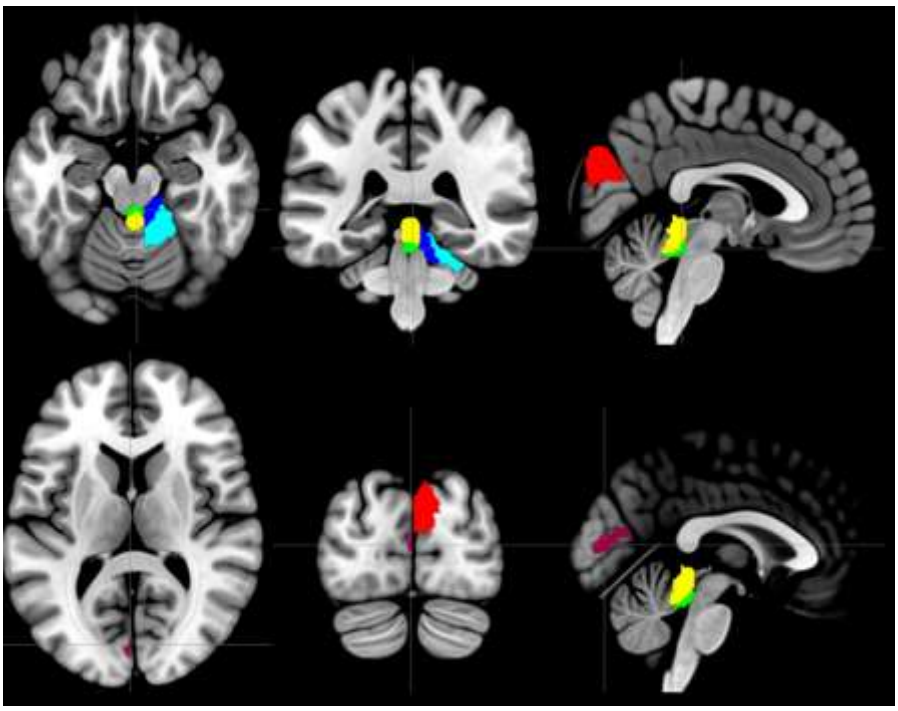


Рисунок 1. Области мозга, ОСВ которых коррелирует с долей правильно решенных анаграмм (p(unc)<0,05). Цветами обозначены отдельные области мозга. Бордовый - надкалькариновая область, красный - клин, желтый - червь мозжечка, зона 1, зеленый - червь мозжечка, зона 2, голубой - правое полушарие мозжечка, зона 1, синий - правое полушарие мозжечка, зона 2.

При анализе инсайтных решений анаграмм значимых корреляций с морфометрическими данными выявлено не было (pFDR>0,05). При анализе нескорректированных данных выявлена возможная положительная корреляционная связь между долей инсайтов среди всех правильно решенных анаграмм и ОСВ правой и левой нижних височных извилин (табл. 2, рис. 2).

Таблица 2. Корреляция между долей инсайтных решений (среди всех решенных анаграмм) и объемом серого вещества головного мозга

Область	Коэффициент корреляции Спирмена	p(unc)	qFDR
Левая нижняя височная извилина	0,41	0,02	0,9
Правая нижняя височная извилина	0,35	0,047	9

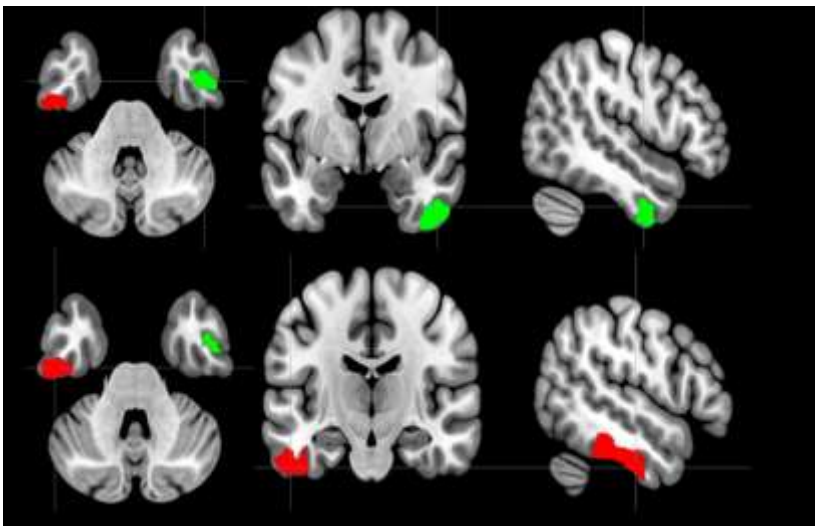


Рисунок 2. Области мозга, ОСВ которых коррелирует с долей инсайтных решений(p(unc)<0,05). Красным отмечена правая нижняя височная извилина, зеленым - левая нижняя височная извилина.

Анализ с использованием набора зон из метаанализа фМРТ исследований [4]

Анализ корреляций между успешностью решения анаграмм и частотой инсайтных решений и нормализованными объемами серого вещества в 11 областях, связанных с инсайтами, выявленных в метаанализе [4], не выявил статистически значимых ассоциаций при p(unc) <0,05.

Обсуждение

В рамках настоящего исследования при проведении анализа с поправкой на множественные сравнения корреляционной связи доли правильно решенных анаграмм и доли инсайтных решений с ОСВ в различных структурах головного мозга по данным ВОМ выявлено не было. При анализе без поправки на множественные сравнения выявлен ряд возможных корреляционных связей, которые обсуждаются ниже.

Среди находок настоящего исследования необходимо отметить выявленную возможную корреляционную связь (p (unc) <0,05) доли инсайтных решений анаграмм с ОСВ в левой и правой нижних височных извилинах. В некоторых ранее проведенных работах была выявлена активация левой нижней височной извилины при инсайтном решении различных заданий [27-29]. В исследовании, проведенном Q. Zhao и соавт. (2013), левая нижняя височная извилина была выявлена наряду со многими другими регионами коры головного мозга в качестве зоны, активирующейся больше при инсайтном, чем при аналитическом решении [27]. Также необходимо отметить, что в ряде исследований и мета анализе [4] показана статистически значимая активация при инсайте средней височной извилины с двух сторон. Средняя височная извилина может

играть важную роль в семантической обработке, интеграции и реструктуризации информации [7].

Необходимо отметить, что полученные нами данные не согласуются с результатами некоторых ранее проведенных исследований с применением ВОМ [12,25], что может объясняться различными факторами, прежде всего, различиями в использованных тестах для выявления инсайта и разными экспериментальными дизайнами. В нашем исследования для выявления инсайта использовались анаграммы, в то время как в работе T. Ogawa и соавт. (2018) - батарея тестов для выявления инсайта [12], а в работе D. Bendetowicz и соавт. (2017) - тест RTA [25].

Среди выявленных нами возможных (p(unc)<0,05) корреляционных связей успешности решения анаграмм (вне зависимости от способа решения) необходимо выделить четыре негативных связи с ОСВ в различных участках мозжечка. В одном из ранее проведенных исследований было показано, что суммарный балл по батарее тестов для выявления инсайта (Insight test Battery, ITB) отрицательно коррелирует с ОСВ левой верхней полулунной дольке мозжечка [12]. С другой стороны, в целом ряде исследований показано, что определенные структуры мозжечка могут играть важную роль в креативности и дивергентном мышлении (см., например, [30,31]). Для уточнения роли мозжечка в возникновении инсайтных решений необходимы дополнительные исследования.

Одной из обнаруженных нами областей, ОСВ которой позитивно коррелирует с долей правильно решенных анаграмм, является правый клин. В некоторых ранее проведенных исследованиях была выявлена связь клина с креативностью и творческими способностями [32,33]. В частности, по данным K. Erhard и соавт. (2014), активация правого клина коррелирует с индексом вербальной креативности [32]. В исследовании A. Finki соавт. (2014) показано, что плотность серого вещества в области правых клина и предклинья позитивно коррелирует с вербальной креативностью [33]. В контексте решения анаграмм важным может быть участие клина в чтении про себя [32].

Среди ограничений настоящего исследования необходимо отметить прежде всего субъективность определения испытуемыми способа решения анаграмм (инсайтное или аналитическое решение). После разгадывания каждой анаграммы испытуемый самостоятельно определял использованный способ решения на основании предварительно данной инструкции. При этом в качестве основного

критерия инсайтного решения нами учитывалась внезапность появления ответа и невозможность испытуемым описать, как именно он был получен. Использование другого подхода, например, определения субъективной близости к решению (чувство «теплоты») крайне затруднено краткосрочностью процесса решения каждой анаграммы. Возможным подтверждением различия инсайтных и аналитических решений на поведенческом уровне является статистически значимо меньшее время, затрачиваемое испытуемыми на инсайтное решение. Кроме того, по данным E. Laukkonen и J.M. Tangen (2018), метод, основанный на самоотчете испытуемых, остается до настоящего времени предпочтительным для определения инсайта [34]. Другим важным ограничением настоящего исследования является небольшой объем выборки пациентов. Кроме того, для определения частоты инсайтных решений нами был использован только один тип заданий (разгадывание анаграмм). В будущих исследованиях, вероятно, для определения структурных особенностей мозга, ассоциированных с инсайтом, целесообразно использование нескольких вариантов заданий.

При обсуждении результатов настоящего исследования необходимо учитывать, что все эффекты были выявлены нами без коррекции на множественные сравнения. Таким образом, нами были выделены зоны мозга, в которых имеется наибольший шанс на наличие корреляций ОСВ с частотой правильных и инсайтных решений. Установление фактического наличия указанных эффектов требует проверки на независимых выборках испытуемых в дальнейших исследованиях.

Финансирование. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-00-01100(18-00-01078).

Литература

1 Bowden E., Jung-Beeman M. Methods for investigating the neural components of insight. Methods 2007; 42 (1): 87–99.

2 Dietrich A., Kanso R. A review of EEG, ERP, and neuroimaging studies of creativity and insight. Psychol Bull 2010; 136 (5): 822–848.

3 Kounios J., Beeman M. The cognitive neuroscience of insight. Annu Rev Psychol 2014; 65: 71-93.

4 Sprugnoli G., Rossi S., Emmendorfer A. et al. Neural correlates of Eureka moment. Intelligence 2017; 62: 99-118.

5 Novick L.R., Sherman S.J. On the nature of insight solutions: Evidence from skill differences in anagram solution. The Quarterly Journal of Experimental Psychology 2003; 56 (2): 351–382.

6 Bowden E.M., Jung-Beeman M., Fleck J. et al. New approaches to

demystifying insight. Trends Cogn Sci 2005; 9: 322–328.

7 Бакулин И.С., Пойдашева А.Г., Медынцев А.А. и др. Нейробиологические основы инсайта (решения задач озарением). Успехи физиологических наук 2020; 51 (1): 72-86.

8 Webb M.E., Little D.R., Cropper S.J. Once more with feeling: Normative data for the aha experience in insight and noninsight problems. Behav Res Methods 2018; 50 (5): 2035-2056.

9 Jung Beeman M., Bowden E.M., Haberman J. et al. Neural activity when people solve verbal problems with insight. PLoS Biol 2004; 2 (4): E 97.

10 Zhang M., Tian F., Wu X. et al. The neural correlates of insight in Chinese verbal problems: an event related potential study. Brain Res Bull 2011; 84 (3): 210–214.

11 Lin J., Cui X., Dai X. et al. Neural correlates of creative insight: Amplitude of low frequency fluctuation of resting state brain activity predicts creative insight. PLoS One 2018; 13 (8): e0203071.

12 Ogawa T., Aihara T., Shimokawa T. et al. Large scale brain network associated with creative insight: combined voxel based morphometry and resting state functional connectivity analyses. Sci Rep 2018; 8 (1): 6477.

13 Sinitsyn D.O., Bakulin I.S., Poydasheva A.G. et al. Brain Activations and Functional Connectivity Patterns Associated with Insight Based and Analytical Anagram Solving. Behav Sci (Basel) 2020; 10 (11): 170.

14 Kounios J., Fleck J.I., Green D.L. et al. The origins of insight in resting state brain activity. Neuropsychologia 2008; 46 (1): 281–91.

15 Wu Y.C., Jung M., Lock D. et al. Resting state and task related brain dynamics supporting insight. Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc 2014; 2014: 5454-7.

16 Erickson B., Truelove Hill M., Oh Y. et al. Resting state brain oscillations predict trait like cognitive styles. Neuropsychologia 2018; 120: 1-8.

17 Whitwell J.L. Voxel based morphometry: an automated technique for assessing structural changes in the brain. J. Neurosci 2009; 29 (31): 9661–4.

18 Li W., Li G., Ji B. et al. Neuroanatomical Correlates of Creativity: Evidence From Voxel-Based Morphometry. Front Psychol 2019; 10: 155.

19 Chrysikou E.G., Wertz C., Yaden D.B. et al. Differences in brain morphometry associated with creative performance in high and average creative achievers. Neuroimage 2020; 218: 116921.

20 Zhu W., Chen Q., Tang C. Et al. Brain structure links everyday creativity to creative achievement. Brain Cogn 2016; 103: 70-6.

21 Jauk E., Neubauer A.C., Dunst B. Et al. Gray matter correlates of creative potential: a latent variable voxel based

morphometry study. Neuroimage 2015; 111: 312-20.
22 Chen Q., Yang W., Li W. et al. Association of creative achievement with cognitive flexibility by a combined voxel based morphometry and resting state functional connectivity study. Neuroimage 2014; 102 Pt 2: 474-83.
23 Zhu F., Zhang Q., Qiu J. Relating inter individual differences in verbal creative thinking to cerebral structures: an optimal voxel based morphometry study. PLoS One 2013; 8 (11): e79272.
24 Gansler D.A., Moore D.W., Susmaras T.M. et al. Cortical morphology of visual creativity. Neuropsychologia 2011; 49 (9): 2527-32.
25 Bendetowicz D., Urbanski M., Aichelburg C. et al. Brain morphometry predicts individual creative potential and the ability to combine remote ideas. Cortex 2017; 86: 216-229.
26 Лаптева Е.М., Бондаренко Я.А., Ушаков Д.В. Теории сознания и решение анаграмм. Петербургский психологический журнал 2016; (17): 48-68.
27 Zhao Q., Zhou Z., Xu H. et al. Dynamic neural network of insight: a functional magnetic resonance imaging study on solving Chinese 'chengyu' riddles. PLoS One 2013; 8 (3): e59351.
28 Luo J., Niki, K. Function of hippocampus in “insight” of problem solving. Hippocampus 2003; 13: 316–323.
29 Luo J., Niki K., Phillips S. Neural correlates of the 'Aha! Reaction'. Neuroreport 2004; 15 (13): 2013–2017.
30 Gao Z., Liu X., Zhang D. et al. The indispensable role of the cerebellum in visual divergent thinking. Sci Rep 2020; 10 (1):16552.
31 Cogdell-Brooke L.S., Sowden P.T., Violante I.R., Thompson H.E. A meta analysis of functional magnetic resonance imaging studies of divergent thinking using activation likelihood estimation. Hum Brain Mapp 2020; 41 (17): 5057-5077.
32 Erhard K., Kessler F., Neumann N. et al. Professional training in creative writing is associated with enhanced fronto striatal activity in a literary text continuation task. Neuroimage 2014; 100: 15-23.
33 Fink A., Koschutnig K., Hutterer L. et al. Gray matter density in relation to different facets of verbal creativity. Brain Struct Funct 2014; 219(4): 1263-9.
34 Laukkonen R.E., Tangen J.M. How to Detect Insight Moments in Problem Solving Experiments. Front Psychol 2018; 9: 282.

Информация об авторах

1.Пойдашева Александра Георгиевна, младший научный сотрудник, врач-невролог отделения нейрореабилитации и физиотерапии ФГБНУ НЦН; e-mail: alexandra.poydasheva@gmail.com
2.Бакулин Илья Сергеевич, к.м.н., научный сотрудник отделения

нейрореабилитации и физиотерапии ФГБНУ НЦН
3.Синицын Дмитрий Олегович, к.ф-м.н., научный сотрудник отделения нейрореабилитации и физиотерапии ФГБНУ НЦН
4.Легостаева Людмила Александровна, к.м.н., младший научный сотрудник, врач-невролог отделения нейрореабилитации и физиотерапии ФГБНУ НЦН
5.Медынцев Алексей Алексеевич, к.п.н., научный сотрудник лаборатории психологии и психофизиологии творчества ФГБУН ИП РАН
6.Лагода Дмитрий Юрьевич, лаборант-исследователь отделения нейрореабилитации и физиотерапии ФГБНУ НЦН
7.Кремнева Елена Игоревна, к.м.н., старший научный сотрудник отделения лучевой диагностики ФГБНУ НЦН
9.Супонева Наталья Александрвна, д.м.н., член-корреспондент РАН, ведущий научный сотрудник отделения нейрореабилитации и физиотерапии ФГБНУ НЦН
10.Пирадов Михаил Александрович, д.м.н., академик РАН, директор ФГБНУ НЦН

В.М. Полонский

СЛОВАРЬ РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Российская академия образования (РАО)
e-mail polon7@yandex.ru

10.25692/ASY.2021.15.1.002

В настоящее время существуют различных виды словарей, каждый из которых выполняет соответствующие функции. Вместе с тем нет словаря, содержащего результаты научных и прикладных исследований. Для разработки такого словаря предлагается объектно-компонентный метод, позволяющий описывать результаты работ с единых методологических позиций. Это даст возможность систематизировать имеющиеся знания, включить их в общенаучный фонд, сформировать эффективную систему управления сферой исследования, повысить релевантность и пертинентность поиска информации, формировать банки и базы данных.
Ключевые слова: результаты научных исследований, объектно-компонентный метод, объектный компонент, преобразующий компонент, конкретизирующий компонент, классификатор результатов исследований.

V. M. Polonsky DICTIONARY OF SCIENTIFIC RESEARCH RESULTS.
Currently, there are different types of dictionaries, each of which performs the corresponding functions. However, there is no dictionary containing the results of scientific and applied research. For the development of such a dictionary, an object-component method is proposed that allows describing the results of work from a single methodological position. This will make it possible to systematize existing knowledge, include it in the general scientific fund, form an effective management system for the field of research, increase the relevance and pertinence of information search, form banks of data and databases.
Keywords: results of scientific research, object-component method, object component, transforming component, specifying component, classifier of research results.

В настоящее время опубликовано астрономическое число исследований в области гуманитарных и естественных наук. Среди множества работ, повторяющих известные теоретические и практические результаты, трудно отыскать ценные наработки. Слабо развита система научных коммуникаций с функцией обобщения. По этой причине результаты исследований не систематизируются, не могут быть включены в общенаучный фонд. Предлагается новый тип словаря, содержащего внесубъектное знание, сознательно объективируемое разработчиком для его последующего использования другими людьми. Разработка словаря нового типа возможна при условии описания результатов исследований с единых методологических позиций.

Следует отметить, что в настоящее время результаты НИР описываются по-разному, в зависимости от понимания авторами результатов собственного исследования. То, что

один автор называет концепцией, другой назовёт принципом, доктриной, методом. То, что один автор называет условием, другой обозначит фактом, корреляцией, ассоциацией. Отсутствует понятийно-терминологическое единство. Разработка словаря потребовала формализованного стандартизированного описания, унификации знаний. Для упорядочения описаний результатов научных исследований мы предлагаем использовать, разработанный нами, объектно-компонентный метод [3;4].

Объектно-компонентный метод включает три взаимосвязанных компонента: объектный, преобразующий и конкретизирующий. Объектный компонент характеризует продукт исследования и предметно-категориально показывает какой результат получен в итоге исследования: алгоритм, классификация, концепция, корреляция, метод, методика, принцип, рекомендация, условие, фактор и др. Спектр результатов крайне разнообразный и определяется проблемами, которые решают научные и практические работники. Недостаточно просто назвать результат исследования, важно раскрыть его структуру. При описании, например, классификации, необходимо указать: объект и основание классификации, метод классификации, глубину классификации.

Общенаучные результаты, раскрывающие объектный компонент, имеют виды и подвиды. Например, модель (графическая, информационная, математическая, материальная; условия (организационные, педагогические, психологические, социальные, экономические, физические, оказывающие прямое и косвенное влияние на обучение и воспитание, лечение или развитие болезни).

Анализ результатов исследований, опубликованных в научно-практическом журнале Асимметрия за 2019- 2020 годы показал, что в объектный компонент входят: идеи, связанные с учениями о строении мозга человека; классические или квантовые модели, воспроизводящие асимметрии головного мозга; нейрофизиологические показатели функционального состояния при норме и патологии; возрастные изменения толщины коры и слоев различных отделов мозга взрослых и детей; латерализованные характеристики процессов воспроизведения и узнавания зрительных образов и др. Во многих работах представлены новые факты, корреляции, ассоциации, полученные в результате изучения асимметрии различных отделов мозга, методики и процедуры получения данных. Реже встречаются классификации, модели, новые понятия, обобщения

исследований разных сторон работы мозга [1;2;5;6;7.].

Приведем типичные примеры описания результатов исследований.

Описание корреляции

«У больных ХИМ, правшей, наблюдается отрицательная корреляция между кистевой силой правой и левой рук с возрастом, снижение кистевой силы протекает с большей скоростью в правой руке у мужчин, чем у женщин.

У мужчин сила правой, но не левой, кисти коррелирует с разностью этих показателей в правой и левой руках, у женщин сила правой и левой рук примерно одинаково связана с их разностью». Наблюдается связь между разностью кистевой силой и вегетативными показателями [6].

Описание тенденции

Установлена тенденция взаимосвязи «чистых» холериков с высокой личной тревожностью, что позволяет предположить наличие у них тенденции воспринимать широкий круг ситуаций как угрожающие его Я с развитием повышенной эмоциональной напряженности. Анализ школьной тревожности подтверждает данное положение. Согласно средним групповым показателям, балльные оценки почти по всем составляющим школьной тревожности выше допустимых значений и указывают на повышенную тревожность, связанную с различными формами включения в жизнь школы». Установлено, что в изучаемой выборке подростков данная черта статистически достоверно анализируется в ситуации проверки знаний (фактор 5), т.е. в ситуации касающейся оценки компетенции и престижа [2].

Описание факта, взаимосвязи между различными показателями

У школьников 11 лет уровень постоянного потенциала головного мозга достоверно снижается по сравнению со школьниками 10 лет. Обобщенная оценка уровня знаний зависит от одновременного влияния двух базовых характеристик уровня постоянного потенциала: среднего УПП и межполушарного профиля УПП. Наибольший балл по результатам всех когнитивных заданий установлен у испытуемых с левым профилем и высокими значениями среднего УПП, а также у испытуемых с правым профилем асимметрии и низкими значениями среднего УПП.» [1].

Преобразующий компонент объектно-компонентного метода характеризует полученный итог исследования, как определенный вид движения научной мысли, показывает, что было совершено с его объектной частью: уточнение, описание. определение, дополнение, разработка, внедрение (методики, программы, классификации, модели, факта). Преобразующий компонент

представлен одним десятком лексических единиц (включая синонимы), в то время как объектный компонент значительно большим их числом. В ряде случаев объектный и преобразующий компоненты могут совпадать.

В первом примере речь шла об установлении связи между двумя показателями кистевой силой рук и возрастом. В данном случае конкретизированы знания между различными показателями.

Второй пример с точки зрения преобразующего компонента обнаруживает взаимосвязь между «чистыми» холериками и высокой личной тревожностью. Преобразующий компонент уточняет и дополняет связи между темпераментом и некоторым эмоциональным состоянием.

Третий пример показывает, что обнаружена взаимосвязь и факты, характеризующие взаимосвязь между школьной успеваемостью и значениями УПП у лиц с различной асимметрией. Дополнены знания по вопросам связи успеваемости и УПП.

Конкретизирующий компонент объектно-компонентного метода уточняет различные условия, в которых проводилось исследование, возрастные и индивидуальные характеристики объектов. Конкретизация может идти по времени, месту, направленности, содержанию, условиям, сочетанию различных факторов. В конкретных областях естественных и гуманитарных наук общенаучное знание преобразуется в зависимости от проблематики и области исследования.

Научный результат имеет две стороны: содержательную (онтологическую) и внутренне с ней связанную ценностную (аксиологическую). Содержательную сторону результата характеризует критерий новизны. Ценностную сторону - теоретическая и практическая значимость. Теоретическая и практическая значимость характеризует реальную ценность полученных результатов. Актуальность характеризует реальную и потенциальную значимость результатов исследования, которая может быть выявлена после завершения работы, внедрения результатов исследований в практику, как сейчас модно говорить, в результате инноваций. В конечном итоге в словаре должна быть обобщенная информация, отражающая итоги исследований, адаптированная с учетом специфики области: алгоритм, анализ, аргументация, артефакт, аспект, атрибут и далее по алфавиту полученных и описанных результатов.

Выводы

Новый тип словаря дает возможность паспортизировать результаты научных исследований с

единых методологических позиций. Принципиально изменится процедура поиска информации. Поисковый образ документа (ПОД) и запроса (ПОЗ) будет строиться на основе ключевых слов словаря. Появляется новый навигатор, позволяющий найти релевантный и пертинентный документ среди множества работ. Решается проблема утилизации знаний, избыток которых в некоторых областях очевиден. Актуализируются работы, касающиеся связи моно и междисциплинарных исследований, дистанционного и смешанного обучения в различных режимах. Информация словаря будет полезна для разработки баз и банков данных. Систематизированные по типам и видам результаты научных исследований могут быть позитивно использованы для разработки отдельных словарей по предметам и темам. Наконец словарь окажется значимым для организации научных исследований и разработок, предупреждения дублирования и параллелизма в планировании, сосредоточения сил и средств на решающих направлениях развития фундаментальной и прикладной науки.

Литература

1. Боравова А.И., Городенский Н.Г., Шармина С.Л. Уровень постоянного потенциала головного мозга подростков с разным состоянием школьных знаний**.** Асимметрия Т.14. №2 2020.

2. Боравова А.И., Фокин В.Ф. Корреляционный анализ взаимосвязей уровня постоянного потенциала мозга и показателей темперамента у школьников младшего подросткового возраста. Т.14. №4 2020.

3. Полонский, В. М. Оценка качества научно-педагогических исследований учебное пособие / В. М. Полонский. М.: ИНФРА-М, 2019. – 220 с. – (Высшее образование: Магистратура) ISBN 978-5-16-012472-8. – Текст: непосредственный.

4. Полонский, В. М. Большой тематический словарь по образованию и педагогике / В. М. Полонский. – Москва :Народное образование, 2017. – 840 с. – ISBN 978-5-87953-4368. – Текст : непосредственный.

5. Русалова М.Н. .Динамика асимметрии ЭЭГ при прослушивании речевых отрывков импульсивными и самоконтрольными лицами. Т.14. №4 2020.

6**.** Фокин В.Ф., Пономарева Н.В., Медведев Р.Б., Лагода О.В., Танашян М.М. Асимметрия кистевой силы и ее связь с когнитивными и вегетативными процессами у больных хронической ишемией мозга. .14. №3 2020.

7. Хохлов Н.А., Юдина Е.А., Балашова М.В. Применение графомоторной пробы («забор») для оценки мануальной асимметрии у детей 4-17 лет.. Асимметрия Т.14.№1.2020.

В.Ф. Фокин, Н.В. Пономарева, Р.Б. Медведев, О.В. Лагода, М.М.Танашян

ВЛИЯНИЕ РЕТРОАКТИВНОЙ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ НА ВЕРБАЛЬНУЮ ПАМЯТЬ БОЛЬНЫХ ХРОНИЧЕСКОЙ ИШЕМИИ МОЗГА

ФГБНУ Научный центр неврологии, Москва, Россия
fvf@mail.ru

10.25692/ASY.2021.15.1.003

Интерференция занимает значительное место в концепции забывания. В последние годы в связи с увеличением продолжительности жизни большое внимание уделяется сохранению когнитивных функций, при этом ухудшение памяти наблюдается как при нормальном старении, так и при неврологических и сосудистых заболеваниях головного мозга, включая хроническую ишемию головного мозга (ХИМ). Ретроактивная интерференция изучалась на 140 больных ХИМ обоего пола. У большинства больных интерференция вызывала забывание слов в среднем 2,4+/-0,25 (n=63) при вербальной и 1,7+/-0,63 (n=139) при невербальной интерференции. Интенсивность интерференции зависела от состояния кровоснабжения мозга: линейной скорости кровотока по внутренней сонной артерии, а также реактивности систолического артериального давления, которая могла быть связана с симпатоадреналовой активацией. Примерно треть больных ХИМ была устойчива к невербальной интерференции, эти пациенты отличались наивысшими показателями воспроизведения слов в исследуемой группе.

Ключевые слова: ретроактивная интерференция, вербальная память, хроническая ишемия мозга, внутренняя сонная артерия, линейная скорость кровотока, артериальное давление

EFFECT OF RETROACTIVE INTERFERENCE ON VERBAL MEMORY IN PATIENTS WITH CHRONIC CEREBRAL ISCHEMIA

V.F. Fokin, N.V. Ponomareva, R.B. Medvedev, O. V. Lagoda, M.M. Tanashyan
FGBNU Scientific Center of Neurology, Moscow, Russia fvf@mail.ru

Interference plays a significant role in the concept of forgetting. In recent years, due to the increase in life expectancy, great attention has been paid to the preservation of cognitive functions, while memory impairment is observed both in normal aging and in neurological and vascular diseases of the brain, including chronic cerebral ischemia (CCI). Retroactive interference was studied in 140 patients with CCI of both sexes. In the majority of patients, the interference caused the forgetting of words on average 2,4 +/- 0,25 (n = 63) for verbal and 1,7 +/- 0,63 (n = 139) for non-verbal interference. The intensity of the interference depended on the state of the blood supply to the brain: the linear velocity of blood flow through the internal carotid artery, as well as the reactivity of systolic blood pressure, which could be associated with sympathoadrenal activation. Approximately one third of CCI patients were resistant to non-verbal interference; these patients had the highest word reproduction rates in the study group.

Key words: retroactive interference, verbal memory, chronic cerebral ischemia, internal carotid artery, linear blood flow velocity, blood pressure

В теории забывания представления об интерференции играют значительную роль. Забывание определяется [1] как неспособность вспомнить что-то в настоящем, что можно было бы вспомнить в предыдущий момент. Интерференция, говоря в общем, - феномен памяти, при котором дополнительная работа с новой информацией мешает извлечению из памяти другой информации. Теория интерференции предполагает, что части информации конкурируют друг с другом, перекрываются в системах памяти [2,3]. Информационная конкуренция может относиться либо к прошлым (проактивная итерференция), либо последующим (ретроактивная интерференция) изученным элементам. Этот феномен чрезвычайно разнообразен, большую роль играет природа интерференции. Например, показано, что при запоминании слов вербальная интерференция может быть более эффективной по сравнению с невербальной. Значительную роль играет и время, когда выполняется процедура интерференции [4]. Если перейти от психологических представлений к нейрофизиологическим, то торможение информации происходит при вмешательстве в процесс посттетанической потенциации (ПТП), вызванный интерферирующей информацией. Влияние интерференции на стадии посттетанической потенциации и реверберации импульсов широко исследуемый процесс на клеточном, системном и психологическом уровнях [3].

Запоминание новой информации в значительной мере зависит от процессов кровоснабжения мозга: забывание является постоянным спутником атеросклеротических процессов. Показано, что церебральная гипоперфузия тормозит ПТП в экспериментальных условиях [5]. Это понятно, если учесть, что электрогенез и сопутствующие запоминанию процессы транскрипции и трансляции достаточно энергоемкие процессы. Известно, что при старении и ХИМ происходит нарушение, в первую очередь, памяти на недавние события, поэтому представляет интерес рассмотреть влияние интерференции на формирование памятного следа на его раннем этапе. Целью работы – является рассмотрение влияния интерференции на память в контексте особенностей кровоснабжения мозга у больных ХИМ.

Пациенты и методы

В исследовании участвовали 44 мужчин и 96 женщины с ХИМ в возрасте от 42 до 85 лет (средний возраст 66,9± 0,7 года, второе значение — стандартная ошибка). Патоморфологической основой

когнитивных нарушений при ХИМ являются диффузные и множественные лакунарные очаговые изменения в подкорковом белом веществе и коре головного мозга, причем наиболее часто подкорковые нарушения в большей мере связаны либо с атеросклеротическим поражением мозговых сосудов, либо с липогиалинозом мелких пенетрирующих артерий, кровоснабжающих глубинные отделы мозга. Основные этиологические причины ХИМ: атеросклероз, артериальная гипертензия (включая гипертоническую болезнь), венозная недостаточность, диабетическая ангиопатия, а также васкулиты различной этиологии, заболевания крови и т. д. При этом заболевании наблюдаются нарушения когнитивных функций, больные различались, в основном, по количественным характеристикам нарушения памяти, работоспособности, раздражительности, проявлений стволовой симптоматики и т. д. Критерии включения пациентов в исследование: соответствие I и II стадии дисциркуляторной энцефалопатии (стадии начальных проявлений и субкомпенсации по критериям О. С. Левина [6,7]); праворукость; оценка по шкале MoCa 26 и более баллов (при оценке менее 26 баллов для дальнейшей работы отбирали пациентов, не нуждающихся повседневно в постоянной опеке со стороны окружающих, т. е. недементных). Критерии исключения: деменция выраженностью 1 балл и более по клинически рейтинговой шкале деменции (Clinical Dementia Rating Scale); наличие в анамнезе острых нарушений мозгового кровообращения; черепно-мозговая травма; тяжелая кардиальная, метаболическая (сахарный диабет 2-го типа) патология; почечная недостаточность; некомпенсированные нарушения функций щитовидной железы.

Проводили оценку вербальной памяти, по А. Р. Лурия, после интерференции в двух вариантах. Вариант1:испытуемым предлагали запомнить 10 слов при пятикратном повторении. Затем испытуемые выполняли арифметический тест: вычитание из 100 по 7, после которого снова воспроизводили запомненные слова. Подсчитывалось число непосредственно и отсрочено воспроизведенных слов, а также разности между ними. Здоровые испытуемые запоминали 9–10 слов, безошибочно выполняли тест на вычитание, при отсроченном воспроизведении запоминали 8–10 слов. Вариант 2 аналогичен Варианту 1, только в качестве интерферирующего агента испытуемых просили произнести

слова наоборот (5-10 слов возрастающей сложности).

До и после выполнения когнитивных тестов оценивалась линейная скорость систолического и диастолического кровотока во внутренней сонной (ВСА) и средней мозговой артерии. Цветовое дуплексное сканирование артерий проводили на приборе Toshiba Viamo (Япония)

.

Статистическую обработку полученных данных осуществляли с помощью пакета прикладных программ Statistica-12 (Dell; США). Оценивали нормальность распределения по критерию Колмогорова–Смирнова. Вычисляли средние арифметические, стандартные отклонения, стандартные ошибки и дисперсию, проводили однофакторный дисперсионный (ANOVA) и корреляционный анализ.

Результаты исследования

Рассмотрим феномен интерференции, связанный с вербальной и невербальной информацией как это происходит в известном тесте Лурия (см. Методику). Для этого из количества слов в 5-том повторении вычтем количество слов, воспроизведенных пациентом после невербальной или вербальной интерференции. Эта разность статистически значимо отличается от нуля. При вербальной интерференции больные вспомнили на 2,4+/-0,25 (n=63) слов меньше, чем до интерференции, а после невербальной интерференции на 1,7+/-0,63 (n=139) слов меньше. Разница между этими видами интерференции статистически достоверна p=0,01. Гистограмма распределения разности между последним количеством запомненных слов и воспроизведенных после невербальной интерференции приведена на Рис.1.

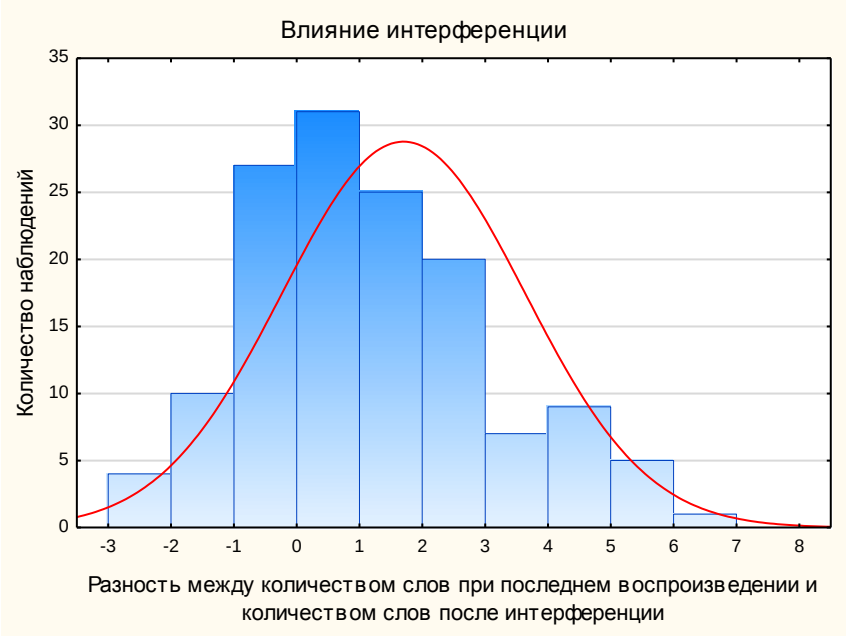
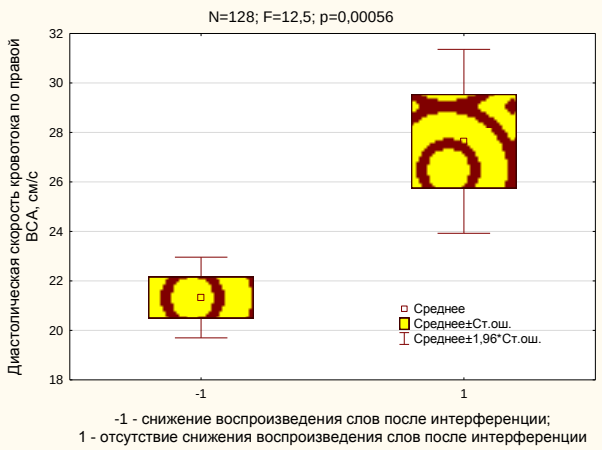


Рис.1. Гистограмма распределения разности количества воспроизведенных слов в последнем из 5-ти воспроизведений и после невербальной интерференции (вычитание из 100 по 7)

Обращает на себя внимание, что, несмотря на то что в большинстве случаев имеет место снижение воспроизведения слов в 40 случаях количество слов не изменилось или даже было больше, чем без интерференции. В этой группе воспроизведение после интерференции было значимо выше 7,9+/-0,2 слов, чем в остальной группе 5,2+/-0,2 слов (p=0,00000000003). При невербальной интерференции эта доля составила 29%, а при вербальной интерференции была меньше и составила 16%.

В группе больных, укоторых после невербальной интерференции не наблюдалось снижение воспроизведения слов диастолическая скорость кровотока была статистически значимо выше в правой и левой ВСА, по сравнению со случаями торможения воспроизведения, Рис.2.



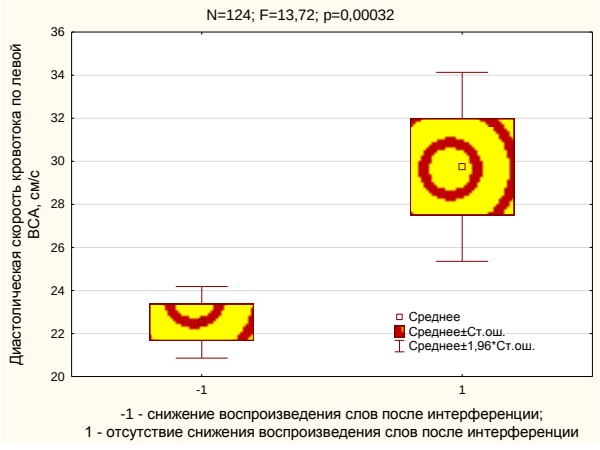


Рис.2. Диастолическая скорость кровотока в правой и левой ВСА при наличии и отсутствии снижения воспроизведения слов при невербальной интерференции

Подписинад рисунками: N – количество больных; F – коэффициент Фишера; p – уровень значимости. Остальные объяснения в тексте.

Статистические данные диастолической скорости кровотока по правой и левой ВСА у больных с эффектом торможения воспроизведения и при его отсутствии его приведены в Табл.

Таблица. Статистические характеристики средней диастолической скорости кровотока в группе с торможением воспроизведения(1) и в группе без торможения воспроизведения (2)

	Среднее (1), см/с	Стандартная ошибка (1)	Среднее (2), см/с	Стандартная ошибка (2)
Правая ВСА	21,3 (n=93)	0,83	27,6 (n=35)	1,9
Левая ВСА	22,5 (n=92)	0,85	29,7 (n=32)	2,2

n – количество больных. Остальные объяснения в тексте.

Аналогичные расчеты при вербальной интерференции не проводились из-за малого числа случаев с отсутствием тормозного действия интерференции.

Одним из источников тормозных влияний может быть также стресс или симпатоадреналовая активация при интерференции. Для оценки возможной роли стресса измерялось артериальное давление во время выполнения интерференции. Оказалось, что в группе больных ХИБ, у которых уровень воспроизведения слов не менялся динамика артериального (систолического) давления была значимо меньше, чем при заметном тормозном характере интерференции. Рис. 3

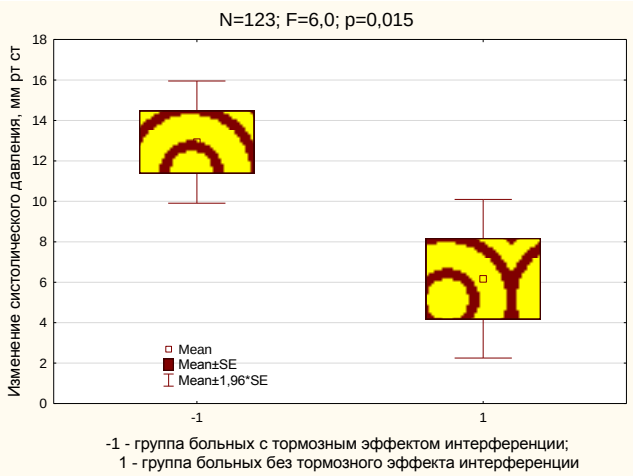


Рис.3. Изменение систолического давления в группах больных с выраженным (-1) и непроявленным (1) эффектом интерференции. Обозначения те же, что и на Рис.2.

Таким образом, симпатоадреналовый эффект повышения артериального давления после интерференции сопряжен с торможением вербальной памяти.

В целом, пациенты относящиеся к разным группам отличаются друг от друга по воспроизведению слов после невербальной интерференции с очень высоким уровнем значимости, что указывает на то, что нечувствительность к интерференции является важным условием сохранности памяти.

Обсуждение

Интерференция феномен, который возникает, когда новая информация затрудняет припоминание некоторого прошлого материала. При этом, характер стимулов, которые используются для интерференции, также играет существенную роль. Торможение тем больше, чем ближе по своим характеристикам интерференционный стимул к тестовому. В работе получены факты, указывающие на то, что от вида интерферирующего агента зависит большее или меньшее забывание. Полученные результаты ставят вопрос о природе интерференции. Классические представления о помехах в процессе запоминания предполагают, что забывание наибольшее, если мешающая информация максимальна приближена к первоначальной [4,8]. Поэтому, в наших опытах обратное называние слов обладало большим тормозным действием, чем обратный счет. Однако это не единственный фактор забывания. Другим фактором является недостаточный уровень церебрального кровоснабжения как необходимое энергетическое звено процесса запоминания. У пациентов с более низкой скоростью линейного кровотока запоминание после интерференции тоже было низким. Это согласуется с общими представлениями о необходимости определенного уровня кровоснабжения для нормального запоминания. Другим фактором, который редко рассматривается в подобном контексте является общий адаптационный синдром. Когда пациент получает задание, требующее концентрации внимания это сопровождается, как минимум, симпатоадреналовой активацией или легким стрессом. Об этом можно судить по повышению артериального давления, ЧСС и изменению других показателей. Вместе с тем известно, что при старении, нормальном и патологическом, наблюдается повышения чувствительности к стрессу. То же самое возникает при недостатке кровоснабжения. Известно, что при стрессе происходит образование глюкокортикоидов, которые при взаимодействии с гиппокампом тормозят мнестические процессы. Разделить интерференцию от влияния неспецифических факторов;

симпатоадреналовой активации, стресса не во всех случаях легко. Полученные данные, однако, указывают, что достаточно часто имеют место оба процесса. Повышение артериального давления при заучивании слов приводит к сужению сосудов коры, что ухудшает процесс запоминания. Кроме того, обращает на себя внимание более низкая линейная скорость кровотока по обеим ВСА у лиц с плохой вербальной памятью. Показано, что ухудшение памяти связано как с нарушением кровотока по магистральным мозговым артериям, так и со снижением локального мозгового кровотока [9]. Однако, новый и достаточно интересный феномен связан с тем, что у части пациентов интерференция не только не вызвала торможения, а даже наоборот улучшила воспоминание (см. Рис.1). Вероятно, это можно понять, с точки зрения, устойчивости ПТП к интерференции. Этот феномен нуждается в дополнительном изучении.

Заключение

Ретроактивная интерференция изучалась на 140 больных ХИМ обоего пола. У большинства больных интерференция вызывала забывание слов в среднем 2,4+/-0,25 (n=63) при вербальной и 1,7+/-0,63 (n=139) при невербальной интерференции. Интенсивность интерференции зависела от состояния кровоснабжения мозга: линейной скорости кровотока по ВСА, а также реактивности систолического артериального давления, которая могла быть связана с симпатоадреналовой активацией. Небольшая доля больных ХИМ была устойчива к интерференции, эти пациенты отличались наивысшими показателями вербальной памяти в исследуемой группе.

Литература

1.Tulving, E. Cue dependent forgetting. American Scientist.1974; *62*(1):74-82.

2.Dudai, Y. The Neurobiology of Consolidation, or, how stable is the engram? Annual Review of Psychology. 2004; 55:51-86. doi: 10.1146/annurev.psych.55.090902.142050.

3.Wixted, J. T. The Psychology and Neuroscience of forgetting Annual Review of Psychology.2004; 55,235-269. doi: 10.1146/annurev.psych.55.090902.141555.

4.Alves, Marcus Vinicius Costa, & Bueno, Orlando Francisco Amodeo. (2017). Retroactive Interference: Forgetting as an Interruption of Memory Consolidation. Trends in Psychology, *25*(3), 1043-1054.ISSN 2358-1883.https://doi.org/10.9788/tp2017.3-07pt.

5.Sekhon LH, Spence I, Morgan MK, Weber NC. Chronic cerebral

hypoperfusion inhibits calcium induced long term potentiation in rats. Stroke. 1997 May;28(5):1043-7; discussion 1047-8. doi: 10.1161/01.str.28.5.1043. PMID: 9158648.

6.Левин О. С. Дисциркуляторная энцефалопатия: современные представления о механизмах развития и лечении. Consiliummedicum. 2007; 8: 72–79.

7.Танашян М. М., Максимова М. Ю., Домашенко М. А. Дисциркуляторная энцефалопатия. Путеводитель врачебных назначений. Терапевтический справочник. 2015; 2: 1–25.

8.Cowan N. What are the differences between long-term, short-term, and working memory? Prog Brain Res. 2008; 169:323-338. doi:10.1016/S0079-6123(07)00020-9.

9.Watanabe J, Ogata T, Tsuboi Y, Inoue T. Impact of cerebral large-artery disease and blood flow in the posterior cerebral artery territory on cognitive function. J Neurol Sci. 2019 Jul 15; 402:7-11. doi: 10.1016/j.jns.2019.04.037. Epub 2019 Apr 30. PMID: 31085361.

Научное наследие В.А. Геодакяна

Составитель и редактор: канд. мед. наук С.В. Геодакян
sgeod@yahoo.com

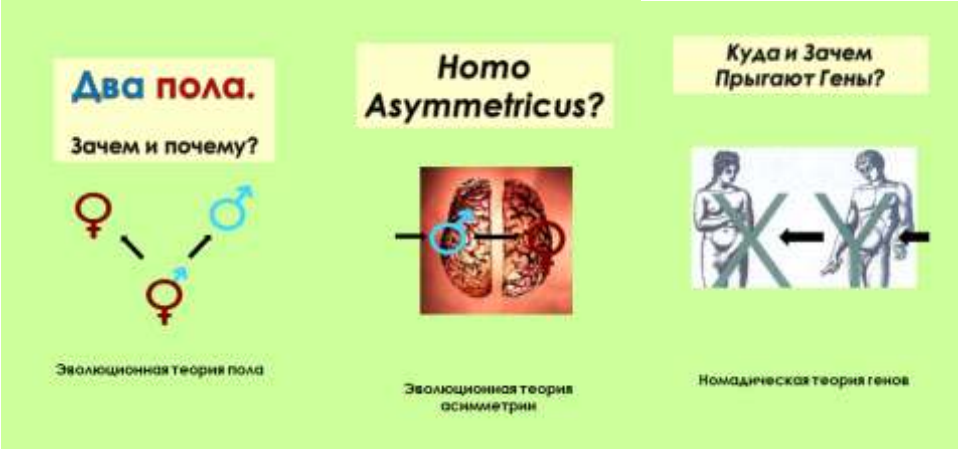
10.25692/ASY.2021.15.1.005

Цикл книг.

Два пола. Зачем и почему? Эволюционная теория пола В.А. Геодакяна. – М.:, 2012. – X + 260 с. ISBN: 978-0-9856620-0-4 (электронное издание)

Homo asymmetricus? Эволюционная теория асимметрии В.А. Геодакяна. – М., 2014. – X + 156 с. ISBN: 978-0-9856620-5-9 (электронное издание)

Куда и зачем прыгают гены? Номадическая теория генов. –М., 2018. – X + 156 с. ISBN: 978-0-9856620-7-3 (электронное издание)



В серии из 3-х книг последовательно изложены эволюционныетеории д. б. н. В.А. Геодакяна, основанные на принципе сопряженных подсистем, которые эволюционируют асинхронно. Основной задачей серии было последовательно изложить современное состояние теорийпола, асимметрии и генов максимально сохранив при этом стиль статей В. А. Геодакяна. Добавлены также новые данные научных исследований, проведенных с использованием теорий, а также накопленные к настоящему времени данные литературы.

Теории отвечают многие вопросы, в частности:

Для чего возникли и существуют два пола? Каков эволюционный смысл этого явления? Какова природа различий между полами? Что такое половой диморфизм, что он дает и о чем говорит? Связан ли он с другими явлениями жизни и как?

Что дает латерализация? Какая логика, какой принцип лежит в её основе? Почему полушария мозга управляют противоположной стороной тела? Что означает видовая праворукость и индивидуальная леворукость человека? Почему все это так тесно связано с полом? Каковы биологические предпосылки терроризма?

Какова эволюционная роль половых хромосом? Куда и зачем “прыгают” гены? Какие гены локализованы в аутосомах, какие в X-хромосоме, какие в Y? Как можно объяснить особенности конъюгации, кроссинговера, транслокации или конденсации половых хромосом?

Все три теории изоморфны и тесно взаимосвязаны, подтверждение одной из них можно с полным основанием считать подтверждением других. Аналогия пол–асимметрия дала возможность по-новому взглянуть на многие важные загадки латерализации: эволюционный смысл и механизмы асимметрии, природу доминантности, роль мозолистого тела, контра и ипси связей. Установлена связь асимметрии мозга, рук и других парных органов с полом, онтогенезом и филогенезом. Появилась возможность успешно объяснять многие известные и предсказывать новые факты.

Попытки внедрения идеи равноправия зачастую основываются на представлении об одинаковости и взаимозаменяемости полов. Совместное обучение мальчиков и девочек, переучивание левшей, роли супругов в семье, выбор профессий без учета половых различий, служба женщин в армии, гендерная ориентация, тестирование лекарств (до недавнего времени) только на мужчинах и предложение открыть сеть мужских консультаций - лишь немногие примеры, рациональность и нужность которых вызывает многочисленные споры. Знание биологических основ позволит нам ответственнее отнестись к определению социальных ролей мужчин и женщин. Нужно отказаться от идеи социальной одинаковости полов, и в противоположность ей развивать идею их различия и взаимной дополнительности. Не тождественность, но равноправие, не конкуренция, а коалиция и разумный выбор социальной ниши. Причем эту идеологию необходимо осуществлять на всех уровнях общественной жизни. На государственном уровне, при прогнозировании будущего нужно учитывать тот факт, что лишение мужской части общества возможности исполнять свою поисковую, новаторскую, предпринимательскую миссию такое общество обрекает его на застой. На уровне семьи правильное понимание партнерами природы различий между полами может снять многие конфликты, обеспечив нормальное развитие семейной жизни.

Книги рекомендованы ученым, преподавателям, студентам и другим специалистам, работающим в области биологии, медицины, психологии, социологии, антропологии и многих других смежных областях.

Скачать книги можно с сайта теории http://www.geodakian.com/ или с сайта функциональной межполушарной асимметрии http://www.cerebral-asymmetry.ru/Book.htm

Поскольку вопросы пола и смежных областей, асимметрии мозга и леворукости интересуют практически каждого, ознакомиться с популярным изложением теории можно по многочисленным публикациям в газетах и журналах, которые можно найти на официальном сайте теории.

Редактор и составитель книг

Геодакян Сергей Вигенович, к.м.н., выпускник Медико-Биологического факультетата Московской Медицинской Академии им. И.М. Сеченова (врач-биофизик). Участвовал в теоретической проверке правила отрицательной обратной связи - одного из положений эволюционной теории пола. Соавтор обзора: “Существует ли отрицательная обратная связь в определении пола?” и серии статей по полу в Энциклопедическом словаре юного биолога. (1986).
С 2005 г. Поддерживает вебсайт теории
http://www.geodakian.com

Информация об авторе теорий
Геодакян Виген Артаваздович
(25 Января 1925 г. – 9 Декабря 2012 г.).

Биолог теоретик. Работал в Московских институтах в системе Академии наук СССР и РФ.Автор эволюционных теорий пола, полового диморфизма, гоносом и ”номадических” генов, асимметрии организмов, функциональной асимметрии мозга, парных органов, цис-транс левшества.

Геодакян В.А.

БИНАРНО-СОПРЯЖЕННЫЕ СИСТЕМЫ. ПРОИСХОЖДЕНИЕ, ПРИРОДА И ЭВОЛЮЦИЯ

10.25692/ASY.2021.15.1.004

Рассмотрены принципы структурной и функциональной организации адаптивных систем, их возникновение из унитарных мономодальных систем (УС) и особенности эволюции. Разделение УС на консервативно (КП)-оперативную (ОП) сопряжённую пару (бинарная сопряженная дифференциация (БСД)), повышает её устойчивость (Принцип сопряжённых подсистем). Эволюция УС в БСД превращает мономодальную популяцию в бимодальную, непосредственную "экологию": среда ↔ УС – в опосредованную: среда ↔ ОП ↔ КП (где ↔ потоки информации) и синхронную эволюцию – в дихронную: сначала ОП, затем КП.

Рассмотрены 4 стадии эволюции признаков, характерные для всех БСД. В стабильных стадиях (нет эволюции) как отсутствия так и наличия признаков наблюдается симметрия подсистем по данному признаку. Асимметрия (диморфизм) подсистем по какому-либо признаку свидетельствует о его эволюции (признак появляется или исчезает). Приведены примеры как живых, так и неживых БСД на многих иерархических уровнях организации. Идея дихронной эволюции и аналогии между БСД позволили создать изоморфные теории пола, функциональной асимметрии мозга и половых хромосом.

Ключевые слова: Геодакян, эволюция, система, асимметрия, диморфизм, принцип сопряжённых подсистем.

Geodakyan V.A. BINARY-CONJUGATED SYSTEMS. ORIGIN, NATURE AND EVOLUTION. Moscow, Russia.

The principles of the structural and functional organization of adaptive systems, their emergence from unitary mono modal systems (US) and the features of their evolution are considered. Dividing the US into a conservative (CS) -operative (OS) conjugated subsystems (binary conjugated differentiation (BCD)) increases its stability (Principle of conjugated subsystems). The US evolution into BSD transforms a mono modal population into a bimodal, direct "ecology": environment ↔ US - into mediated: environment ↔ OS ↔ CS (where ↔ is the flow of information) and synchronous evolution - into asynchronous: first OS, then CS.

All BCDs go through 4 stages of trait's evolution. In stable stages (no evolution), both in the absence and the presence of a character, there is a symmetry of subsystems for this character. Asymmetry (dimorphism) of subsystems by any trait indicates its evolution (a character is appearing or disappearing). Examples of both living and non-living BSDs are given for many hierarchical levels of the organization. The idea of dichronous evolution and the analogy between BSDs allowed the creation of isomorphic theories of dioecy (The Evolutionary Theory of Sex), functional asymmetry of the brain (The Evolutionary Theory of Asymmetry) and sex chromosomes (The Evolutionary Theory of Nomadic Genes).

Keywords: Geodakyan, evolution, system, asymmetry, dimorphism, principle of conjugated subsystems.

"Познание – поиск аналогий"
Людвиг Больцман

Термины и понятия

Унитарная (мономодальная) система—система, состоящая из относительно однородных

элементов, например бесполая популяция или симметричный организм. Для описания УС нужно знать численность (N) её элементов, средние значения их признаков и распределение (дисперсию) σ по каждому признаку.

Бинарная (бимодальная) система имеет две подсистемы (или формы), например раздельнополая популяция. Каждая из подсистем будет иметь свои характеристики (численность, моду и дисперсию).

Популяционные системы состоят из большого числа однотипных, взаимозаменяемых элементов, слабо связанных между собой. В систему их объединяет одинаковое отношение к среде. Поэтому между элементами таких систем действуют больше конкурентные отношения и закон отбора (Дарвина). При элиминации слабых элементов идет отбор сильных и система выживает.

Организменные системы состоят из относительно небольшого числа разнотипных и поэтому не взаимозаменяемых элементов, с сильными связями между ними, объединяющими их в систему. Между элементами такой системы преобладают коалиционные взаимоотношения (дополнительности). Организменные системы подчиняются закону слабого звена (Либиха) при разрушении слабого звена выходит из строя вся система.

Эти два крайних типа систем в основном совпадают с дискретным (корпускулярным) и жестким типами, выделенными А.А. Малиновским [1].

Бинарная сопряженная дифференциация (БСД) или Сопряженная диада (СД) – комбинация, состоящая из консервативной (КП) и оперативной (ОП) подсистем.

Сопряженная триада (СТ) - Унитарная система (УС) и производные от неё КП и ОП.

Обобщенные заряды (E) или факторы экстенсивности. К ним относятся: масса, объем, энтропия, электрический заряд и др. Обобщенные заряды зависят от размеров системы, поэтому при объединении двух систем заряды ведут себя аддитивно, складываются: $E = E_1 + E_2$.

Обобщенные потенциалы (P) или факторы интенсивности**,** это те силы, которые вызывают перенос соответствующих зарядов и производят полезную работу. При объединении систем потенциалы усредняются:

$P = (P_1E1 + P_2E_2) / (E_1 + E_2)$.

Обобщенная работа (A) Произведение обобщенного потенциала на изменение обобщенного заряда ($P * dE = dA$).

1. Взаимоотношение системы со средой

С выделением любой материальной системы автоматически появляется соответствующая среда, в которой существует эта система. Все ниже приведенные рассуждения относятся к популяционным системам. Адаптация к изменениям среды диктует изменения системы, то есть среда выступает как некий экологический потенциал, заставляющий систему эволюционировать. Поскольку среда всегда больше системы, то эволюция системы диктуется изменениями среды.

Идея эволюции подразумевает два главных и, в известном смысле, альтернативных аспекта: сохранения (С) и изменения (И). Для лучшей реализации только первого аспекта сохранения (количества элементов) системе выгоднее быть устойчивой, стабильной, неизменяемой, то есть быть по возможности “дальше” (не в геометрическом смысле, а в информационном) от разрушающих факторов среды (Рис. 1).

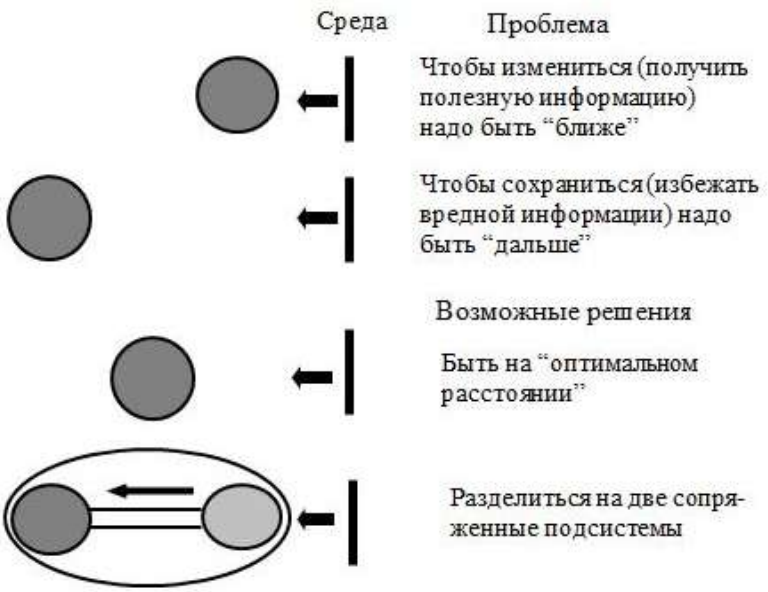


Рисунок 1. Взаимоотношение системы со средой

Однако эти же факторы одновременно несут и полезную информацию об изменениях среды. И если системе необходимо приспособиться к ним, то она должна быть чувствительной, лабильной и изменчивой, то есть быть по возможности “ближе” (в информационном смысле) к вредным факторам среды. Получение информации (нового качества) осуществляется путем отбора

неприспособленных элементов, поэтому для изменения качества всегда требуется определенная “жертва” количества и чем “ближе” система к среде, тем больше потери. Следовательно, имеет место конфликтная ситуация, когда системе с одной стороны надо быть “подальше” от среды (чтобы сохранить численность), а с другой “поближе” (чтобы иметь возможность изменений).

2. Возможные варианты решений

Первое возможное решение: всей системе целиком быть на некотором оптимальном “расстоянии” от среды конфликт не решает. За получение нового качества системе приходится “платить” жертвой количества.

Второе решение: дифференцироваться на две подсистемы.

Простая модель эволюции унитарной системы – источник тока (среда) и лампочка (система). С появлением второй лампочки, возможны две схемы их соединения: параллельная и последовательная. Первая схема – симметричная– бинарная несопряженная система (БНС) – ничего нового не дает, это тип популяционной системы Ч. Дарвина, в которой действует отбор сильных звеньев (скажем, в гирлянде лампочек, одни перегорают, другие продолжают гореть).

Сопряженная дифференциация. Вторая схема последовательного соединения создает принципиально новую (асимметричную) структуру. Это организменная система слабого звена Либиха (если выходит из строя любая лампочка, гаснут все). (рис. 1). Подсистема, находящаяся “дальше” от среды (консервативная (КП)), берет на себя функцию сохранения, а подсистема, контактирующая со средой (оперативная (ОП)), – функцию изменения. Такое разделение ролей снимает конфликт и повышает устойчивость системы в целом. Поэтому, структуры, состоящие из двух сопряженных подсистем, должны встречаться довольно часто среди эволюционирующих, адаптивных систем.

3. Принцип сопряжённых подсистем

Этот вывод был сформулирован в 1967 г. в виде обобщенного принципа бинарных сопряжённых дифференциаций (БСД). “Любая эволюционирующая система, на любом уровне организации, делясь на консервативно-оперативную сопряжённую пару, повышает свою устойчивость” [2,3].

Консервативный и оперативный аспекты эволюции – два её главных и необходимых условия. Если одно из них отсутствует, то нет эволюции: система либо исчезает, либо стабильна. Отношение И / С

характеризует эволюционную пластичность системы. Эти условия альтернативны: чем больше И, тем меньше С и, наоборот, так как они дополняют друг друга до единицы: С + И = 1. Поэтому, без специализации подсистем, системе приходится выбирать некий компромиссный оптимум И / С, в то время, как при их специализации можно максимизировать одновременно и то и другое.

Поскольку сохранение системы часто важнее, чем изменение (так как отсутствие последнего грозит застоем, а первого – исчезновением), то дочерние подсистемы неравнозначны: КП важнее и ценнее чем ОП. Она сохраняет за собой некоторые черты и функции материнской, унитарной системы, тогда как ОП, приобретает новые.

4. Появление БСД из УС в филогенезе

Унитарные системы мономодальны и главный управляющий эволюцией поток информации идет непосредственно от среды к системе: среда → УС. Энтропийный рост дисперсии элементов по любому признаку рано или поздно превращает мономодальную популяцию в бимодальную. При этом новая подсистема ОП, как правило, образуется как информационный “буфер” между УС и средой, то есть среда → УС превращается в среда → ОП → УС. Поэтому новая подсистема всегда является оперативной и возникает между консервативной подсистемой и средой. Дальше они эволюционируют уже как БСД: сначала ОП как авангард, потом КП как арьергард. Такая дихронная эволюция сопряженной диады (СД) более экономна и стабильна, чем одновременная (синхронная) эволюция всей унитарной системы.

Если мы имеем бинарную сопряженную пару, то экстраполяция в прошлое приводит к унитарной системе, от которой произошла эта пара: УС → (КП + ОП). Вместе они составляют сопряженную триаду (СТ). Следовательно: всегда эволюционный возраст УС больше чем ОП и КП. Это может служить одним из критериев правильности выбора КП и ОП. Кроме того сопряженные диады и триады можно использовать для эволюционных исследований, так как не всегда ясны их филогенетический возраст и связи.

Рассмотрим сопряженную триаду в системе координат Y = филогенетическое время (эволюционная ось), X = генотип (или фенотип) любого адаптивного признака, или, связанный с ним фактор среды (например, густота шерсти - температура) (морфо-экологическая ось). Если выбрать определенное соотношение масштабов осей, то сопряженная триада будет равносторонним

треугольником, обращенным основанием в будущее, а вершиной (УС) в прошлое. Все БСД это эко-эволюционные “компасы”, показывающие направление ‘система → среда’ и ‘прошлое → будущее’. А триады, в принципе, могут служить еще и “спидометром”, показывающим не только скорость эволюции, но и “километраж” (пройденный эволюционный путь) (Рис. 2) [4].

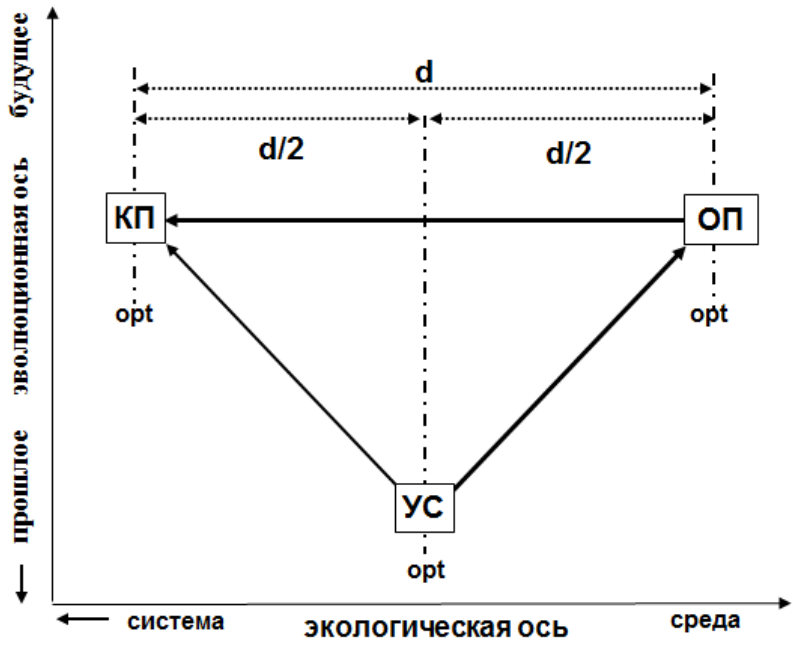


Рисунок 2. Сопряженная триада. По факторам среды у УС один оптимум, а у БСД – два: для КП и ОП на расстоянии диморфизма (d). Ось абсцисс—значение признака Ось ординат— филогенетическое время.

Критерии проверки выделения БСД. Конечно, не любая пара является бинарной сопряженной, а только, возникшая из общей унитарной системы. Поэтому можно предложить несколько критериев проверки. 1. Экстраполяция бинарной сопряженной дифференциации в прошлое приводит к исходной УС ⇐ [КП + ОП] и позволяет определить её (поскольку не всегда они очевидны, например, РНК ⇐ [ДНК-белки]). 2. Главные подсистемы – КП, по определению, ближе к унитарной системе, чем ОП, поэтому как аналоги обобщенных зарядов, при объединении двух систем ведут себя аддитивно (складываются), тогда как ОП, аналоги обобщенных потенциалов, при этом усредняются. 3. Они устойчивее, чем УС, поэтому возникают спонтанно.

5. Структура БСД

Потоки информации от среды. Чтобы обеспечить более тесный информационный контакт элементов ОП со средой, необходимо, чтобы они обладали большей дисперсией признаков, по сравнению с элементами КП, то есть первые должны быть разнообразнее вторых (Рис. 3). Тогда действию отбора будут подвергаться в основном элементы ОП и информация от среды, о происшедших в ней изменениях, попадет сначала во внешние подсистемы, а потом уже во внутренние.

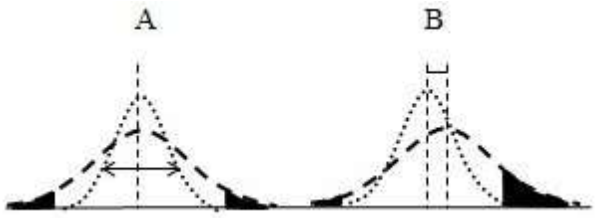


Рисунок 3. Дисперсия элементов КП (. . .) и ОП (- - -).
Действию отбора подвергаются элементы ОП.
В стабильной среде (А) модальные значения признаков не меняются.
В движущей среде (В) отбор приводит к сдвигу модальных значений за счет гибели элементов ОП с одного крыла.
Другое крыло получает экологическую информацию.
Ось абсцисс—значение признака
Ось ординат— частота встречаемости признака.

Осуществление преимущественного контакта среды с оперативной памятью за счет сдвига средних значений признаков, а не дисперсий признаков, не решает задачу, так как в этом случае возникают затруднения с альтернативными признаками [5].

Характеристики БСД. Если для описания УС нужно знать численность (N) и дисперсию (σ) её элементов, то для БСД они нужны для каждой подсистемы. Соотношение $N_{ОП} / N_{КП}$, как уже говорилось, характеризует эволюционную пластичность системы, а сдвиг среднего значения признака ($\Delta\bar{x}$) за единицу времени (например, для популяции, за одно поколение) – скорость эволюции. Эти характеристики составляют конститутивно-факультативный эволюционный ряд ($N > \sigma > \Delta\bar{x}$), то есть без N, не может быть σ, а без σ, – $\Delta\bar{x}$. При этом, численность определяет КП, сдвиг среднего генотипа - ОП, а дисперсию, они оба: КП её сохранение, а ОП – изменение.

“Сечение канала” связи между подсистемами. Для эффективной передачи информации между подсистемами (ОП → КП), элементы

оперативной подсистемы также должны иметь более широкое “сечение канала” связи, чем элементы консервативной.

“Постоянная” и “оперативная” память системы. В терминах кибернетики КП это “постоянная память” системы, в то время как ОП – “оперативная память” [1]. Осуществление преимущественного контакта среды с оперативной памятью создает структуру “стабильного ядра” и “лабильной оболочки” в информационных взаимоотношениях системы со средой (Рис. 4). В зависимости от строения систем КП и ОП могут занимать разное положение: так для линейных систем это, соответственно, низ - верх, зад - перед, левое - правое [6], для плоскостных – центр - периферия, а для объемных - стабильное ядро - лабильная оболочка.

Рисунок 4. По оси “система-среда” система разделяется на “стабильное ядро” и “лабильную оболочку”

Если рассматривать потоки, передающие генетическую информацию от поколения к поколению, то емкости постоянной памяти образуют осевую (генетическую) линию, тогда как емкости оперативной памяти составляют боковую (экологическую) линию, “вынос” информации навстречу факторам среды.

Совершенство и прогрессивность. Переработка новой информации в оперативной памяти, до того как она сможет попасть в постоянную, делает постоянную память системы инерционной. Инерционность постоянной памяти, её отставание от оперативной в получении новой информации от среды придает её элементам черты совершенства. Напротив, элементы оперативной памяти приобретают черты прогрессивности. С сосредоточением проб в оперативной памяти там же локализуются и ошибки и находки. Это дает возможность системе пробовать различные варианты решения эволюционных задач без риска закрепления неудачных решений.

“Авангард” - “арьергард”. Рассматривая эволюцию системы во временно́м аспекте, можно сказать, что оперативная подсистема содержит новые признаки, которые в будущем перейдут в консервативную. Поэтому оперативную подсистему можно считать эволюционным “авангардом” системы (Рис. 5). Можно сказать, что подсистемы представляют собой не только две формы (в пространстве), но и две фазы (во времени).

Рисунок 5. По оси времени оперативную подсистему можно рассматривать как “авангард” по сравнению с консервативной.

При этом за эволюцию платят в основном ОП, а КП эволюционируют “бесплатно”, минуя отбор. Значит дихронная эволюция экономнее синхронной. В этом эволюционная роль, адаптивный смысл бинарных сопряженных дифференциаций.

6. Аналогия между живыми и неживыми системами в контактах со средой

Для количественного описания состояния системы и идущих в ней процессов, в термодинамике применяются специальные физические параметры, которые называются обобщенными зарядами и потенциалами (табл. 1) [4, 7]. Каждому виду заряда соответствует свой, сопряженный с ним потенциал.

Таблица 1. Структура термодинамических рабочих систем [4, 7].

Работа (A)	**заряд (E)**	**потенциал (P)**	**Уравнение**
Гидравлическая	масса воды, m	разность уровней	A = H * dm
Расширения газа	объем газа, v	давление газа, P	A = P *· dv
Тепловая	энтропия, S	температура, T	A = T * dS
Электрическая	электрич. заряд, q	электрический потенциал, U	A = U *· dq
Химическая	масса, m	химический потенциал, μ	A = μ * dm
Информационная (организации)	информационный заряд, I_E	информационный потенциал, I_P	A = I_P * I_E

Существует определенная аналогия между параметрами экстенсивности (зарядами) физико-химических рабочих систем и внутренними подсистемами живых систем (КП), с одной стороны, и между параметрами интенсивности (потенциалы) и внешними подсистемами (ОП) с другой (табл. 2) [1, 4]. При объединении двух живых систем (например два стада крупного рогатого скота) число телят, пропорциональное числу коров (женский пол - КП), складывается, а их качество, определяемое быком (мужской пол - ОП), если в одном стаде бык элитный, а в другом нет, усреднится.

Таблица 2. Характеристики консервативных и оперативных подсистем. [23]

Характеристика	Консервативная подсистема	Оперативная подсистема	Применимы к системам	
Термодинамически более	равновесная	неравновесная	Всем	Живым
Фактор	экстенсивности	интенсивности		
Играет роль обобщенного	“заряда”	“потенциала”		
По координате времени	старая (“арьергард”)	новая (“авангард”)		
По координате “система–среда”	внутренняя (“ядро”)	внешняя (“оболочка”)		
По главным потокам информации	генетическая	экологическая		
Дисперсия внутри- и межпопуляционная	меньше	больше		
Реализует	отбор и закрепление	поиск и пробы		
Более	совершенная	прогрессивная		
Более	универсальная	специализированная		
Норма реакции	шире	уже		
Пластичность в онтогенезе	больше	меньше		
Пластичность в филогенезе	меньше	больше		
Характер аномалий	“атавистический”	“футуристический”		
Воспринимает частоты колебаний среды	малые	большие		
Мутации, аномалии, рак, инсульт	реже	чаще		

Так же как каждой форме контакта физико-химических рабочих систем со средой соответствует пара сопряженных параметров, в живых системах на каждом уровне структурной организации мы находим аналогичным образом сопряженную друг с другом пару подсистем. Внешние подсистемы, реализуя непосредственную связь со средой, играют роль информационных потенциалов, движущих сил инициирующих процессы. Внутренние подсистемы, отделенные от среды внешними, представляют собой информационные ёмкости, инерцию, консервативность системы.

6. Стадии эволюции признаков БСД

Природа, “экология” и эволюция БСД имеют много сходных черт [6-11]. Во всех случаях симметричные формы стабильны и мономодальны, а асимметричные – эволюционируют и бимодальны в пространстве и времени. Поэтому можно упростить картину их строения и эволюции. По каждому признаку (функции) их филогенез состоит из четырёх стадий, в одной и той же последовательности (рис. 6).

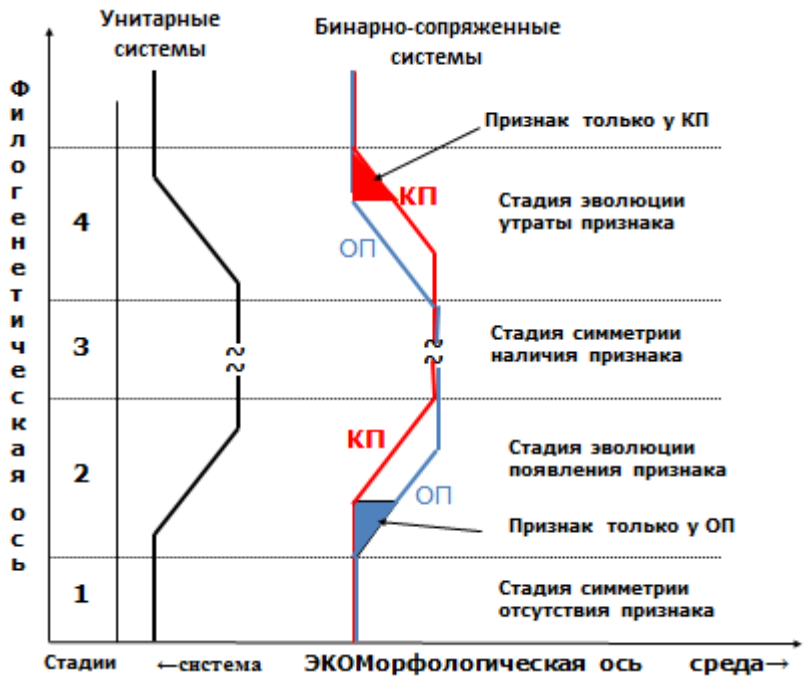


Рисунок 6. Четыре стадии эволюции признаков унитарных и бинарных сопряженных систем

Возьмем, отсутствующий у человека признак – например, хвост. Ни у мужчин (ОП), ни у женщин (КП) его нет. Это первая стадия – стабильности симметричного отсутствия хвоста (0-0). Если завтра человеку понадобится хвост, начнётся вторая стадия: эволюции появления хвоста (0-0 → 1-1). Эта стадия асимметричная для мужчин и женщин и состоит из трех фаз: (а) дивергентной – эволюционирует только мужской пол (поэтому появляется половой диморфизм (ПД) по хвосту, и он растет). (б) параллельной – оба пола эволюционируют с одинаковой скоростью (ПД = const, но хвосты у мужчин, в среднем, длиннее, чем у женщин). (в) конвергентной – эволюционирует только женский пол (поэтому половой диморфизм по хвосту уменьшается и исчезает). Конец 2-й стадии – у людей появился хвост и его эволюция закончилась (ПД = 0). Третья стадия – стабильности симметричного наличия хвоста (1-1). Четвёртая стадия – эволюции асимметричной утраты хвоста (1-1 → 0-0). Она состоит из тех же трех фаз: (а) дивергентной – эволюционируют только мужчины (хвосты у мужчин начинают укорачиваться, поэтому появляется и растет половой диморфизм по хвосту). В (б) параллельной мужчины и женщины эволюционируют с одинаковой скоростью (ПД = const, но хвосты у мужчин, в среднем, короче, чем у женщин). В (в) конвергентной эволюционируют только женщины (поэтому половой диморфизм по хвосту уменьшается и исчезает. Конец 4-й стадии – люди утратили хвост (ПД = 0).

В результате асинхронной эволюции возникает “дистанция” между подсистемами по морфологической оси (диморфизм – две формы признака). “Дистанция” между подсистемами существует также и по хронологической оси (дихронизм), так как в будущем признаки ОП перейдут к КП. Поэтому их можно считать также фазами развития подсистем (рис. 6) [4, 7].

7. Примеры бинарных сопряженных систем

Дифференциацию на сопряженные подсистемы можно увидеть на многих иерархических уровнях организации систем как живых, так и неживых (табл. 3) [4, 7]. Она имеет место не только в самовоспроизводящихся структурах, но также во многих биологических рабочих системах и вообще во всех эволюционирующих, следящих системах.

Таблица 3. Бинарные сопряженные дифференциации (БСД) – аналоги термодинамических зарядов – потенциалов [4, 7].

Унитарная система (предковая)	Бинарная сопряженная дифференциация (работа)	Консервативная подсистема (заряд)	Оперативная подсистема (потенциал)
РНК, полимеры	Нуклеопротеид, ген	ДНК	Белки
РНК - вирусы	Эволюция	Филогенез	Онтогенез
	Ген (в организме)	Доминантный (А)	Рецессивный (а)
	Ген (в популяции)	Гетерозигота (Аа)	Гомозиготы (АА, аа)
Одноклеточные	Многоклеточные	Гаметы	Сома
Изогонады, орган	Анизогонады	Яичники	Семенники
Геном без гоносом	Геном	Аутосомы	Гоносомы
Прокариоты, клетка	Эукариоты (клетка)	Ядро	Цитоплазма
Изогамия, клетка	Анизогамия	Яйцектетки	Сперматозоиды
Геном без гоносом	Гаметность	Гомо (XX)	Гетеро (XY)
Фенотип = Генотип	Наследственность, особь	Генотип	Фенотип
Гермафродитная особь	Раздельнополые	Женские	Мужские
Гермафродитная популяция	**Раздельнополая популяция**	**Женский пол**	**Мужской пол**
Моногамия популяция	Панмиксия	Полигиния	Полиандрия
Потомки гермафродитов	Потомки раздельно-полых	Отцовские полусибсы	Материнские полусибсы
Андростендиол	Организм, физиология	Эстрогены	Андрогены
Билат. симметр. организмы	Триаксиально асимм. организм, морфол.	Левая сторона тела	Правая сторона тела
Мозг без дифференциации	Мозг асимметрия. Низ – верх	Подкорка	Кора
Мозг без дифференциации	Мозг асимметрия. Зад – перед	Затылочный отдел	Лобный отдел
Симметричный мозг, опоссум	Мозг асимметрия. Правое-левое	Правое полушарие	Левое полушарие
Популяция, симметр. органы	Общество, асимм. органы	Транс особи, правши	Цис особи, левши
	Интеллект	знания	сознание
	Речь (язык)	письменная	устная

	Этнос	генофонд	культура

У всех сопряженных пар изоморфная природа и эволюция. Поэтому, вскрыв эволюционную логику одной из них, по аналогии можно объяснить и другие. Консервативные подсистемы - основные, чаще более древние, удаленные от среды и защищенные. Оперативные подсистемы – пробные, более молодые, теснее связанные со средой. Дифференциация на КП и ОП – не абсолютно, а относительно. Могут быть последовательные ряды подсистем: α, β, γ,…..ω, где самое конститутивное (фундаментальное, консервативное) звено α, а самое факультативное (оперативное) – ω. А внутри ряда, в каждой паре, слева – КП, справа – ОП (как ряд напряжений металлов в электрохимии) [11].

Сопряженные пары подсистем не исчерпываются структурами, приведенными в табл. 3. По такой схеме можно трактовать широкий класс БСД (систем и понятий), представляющих становой хребет дивергентной эволюции: [пурины – пиримидины], [рибоза – фосфат] нуклеиновых кислот, [NH_2 - COOH] группы аминокислот.

Корни бинарных сопряженных дифференциаций уходят в неживую формацию: факторы экстенсивности-интенсивности (обобщенные заряды-потенциалы) всех рабочих систем (механических, электрических, химических, тепловых, информационных). Они прослеживаются и в других сферах: социальной, игровой, технической: государство - правительство, Центробанк (ЦБ) - коммерческие банки (КБ), производство - наука, больница - поликлиника (п/к); защита - обвинение (в суде), защита - нападение (в спорте); киль - руль корабля, стабилизаторы - рули ракеты и др.

Это – адаптивные системы, имеющие экономный контакт со средой среда → ОП → КП (где → информация от среды, превращенная в левом полушарии в центр функций и переданная через мозолистое тело в правое полушарие, в последовательно включенных лампочках – электроны, от мужского пола → женскому – гены, гормоны; от (КБ) → ЦБ – деньги, от п/к → больнице – больные, в звездах материя красного гиганта, в виде тонкого диска, переходящая на поверхность белого карлика (недавнее открытие астрономов, в двойной системе, удаленной от нас на 6.000 световых лет) (рис. 7).

Рисунок 7. Бинарно-сопряженные дифференциации на разных уровнях организации живых и неживых систем.

Идея дихронной эволюции БСД оказалась очень плодотворной и привела к созданию изоморфных теорий пола [12] и половых хромосом [13], а взгляд на асимметрию, как следствие происходящих эволюционных процессов, – теории функциональной асимметрии мозга и тела [14]. Принцип сопряженных подсистем применяется для системного анализа проблем биологии [15], эволюции [16], генетики [17], социологии [18], управления [19] и культуры [20, 21].

Принцип Геодакяна принят в теоретической биологии, теории систем, в экологии Методологическое значение принципа и понятия ‘бинарных сопряжѐнных дифференциаций’ выходит за рамки системной, эволюционной, экологической и других доктрин, составляя один из компонентов современного естественного научного мировоззрения. Формирование такого мировоззрения, абстрактного мышления и общесистемных представлений у студентов физических специальностей составляет один из приоритетов физического образования[22].

Литература

1. Геодакян В. А. Организация систем живых и неживых. В сб.: Системные исследования, М., Наука, 1970, с. 49–62.

2. Геодакян В.А. Дифференциация на постоянную и оперативную память в генетических системах. Структурные уровни биосистем (Материалы конференции). М. 1967. С. 211-225. (267 с.)

3. Геодакян В.А. О структуре эволюционирующих систем. Пробл. кибернетики. 1972. Вып. 25. С. 81-91.

4. Геодакян В.А. Дихронная эволюция живых систем (энтропия и информация, двухфазные молекулы и метилирование). Асимметрия, 2009, Том 3, № 2, с. 3-31.

5. Геодакян В.А.. Проблемы передачи информация, 1965, Т. 1, № 1, стр. 105.

6. Геодакян В.А. Homo sapiens на пути к асимметризации (Теория асинхронной эволюции полушарий и цис транс трактовка левшества). Антропология на пороге Ш Тысячелетия. Москва 2003, т. 1, с. 170–201.

7. Геодакян В.А. Конвергентная эволюция фенотипа, асимметрии и сексуальности к культуре. Сексология и сексопатология. 2003. № 6. с. 2-8.

8. Геодакян В. А. Асинхронная асимметрия. Журн. высш. нерв. деятельности. 1993, т. 43, № 3, с. 543–561.

9. Геодакян В.А. Эволюционные хромосомы и эволюционный половой диморфизм. Известия Академии Наук, Серия Биологическая, 2000, № 2, с. 133-148.

10. Геодакян В.А. Доминирование полушарий и его транслокации в филогенезе. Материалы конференции "Актуальные вопросы межполушарной асимметрии мозга". 13-14 дек. 2001 г. М. С.62-63.

11. Геодакян В.А. 2005. Эволюционные теории асимметризации организмов, мозга и тела. Успехи физиологических наук. Т.36. № 1. С.24-53.

12. Геодакян С.В. Два пола. Зачем и почему? Эволюционная теория пола В.А. Геодакяна. – М., 2012. – 260 с. ISBN:978-0-9856620-0-4(электронное издание)

13. Геодакян С.В. Куда и зачем прыгают гены? Номадическая теория генов. –М., 2018. -156 с. ISBN: 978-0-9856620-7-3 (электронное издание)

14. Геодакян С.В. Homo Asymmetricus? Эволюционная теория асимметрии В.А. Геодакяна. – М., 2014. – 156 с. ISBN: 978-0-9856620-5-9 (электронное издание)

15. Алексахин И. В., Ткаченко А. В. (1977) Принцип двухканального управления. Системные исследования. Ежегодник. Институт истории естествознания и техники. АН СССР, М., Наука, с. 171-182.

16. Белкин А. И. Третий пол. Судьбы пасынков Природы. - М.: Олимп. - 2000. - 432 с.

17. Голубовский М. Д. (2000) Век генетики: эволюция идей и понятий: СПб., Борей Арт, 262 с., с. 143. ISBN 5-7187-0304-3.

18. Гилинский Я. И. Девиантология: социология преступности, наркотизма, проституции, самоубийств и других «отклонений». 2-е изд., испр. и доп. СПб: Юрид. центр Пресс, 2007.
19. Лазуткин А. П. (2011) Постгосударственная парадигма управления акционерным капиталом. Красноярск, Сиб. ГТУ, 242 с. - ISBN 978-5-8173-0485-5.
20. Тишкина Е. И. (2010) Бинарные сопряженные дифференциации культуры: элитарность и массовость. Известия Уральского гос. ун-та., № 2 (76), с. 23-30.
21. Пойзнер Б.Н. (2020) Парные сопряженные дифференциации как методологические очки культуролога. Актуальные проблемы гуманитарных и экономических наук. Сб. материалов XX Межрегиональной научно-практической конф., Киров, 23 апреля, с. 10-30.
22. Аникин В.М., Измайлов И.В., Пойзнер Б.Н. (2020) Принцип Геодакяна – компонент теоретико-системной подготовки студента-физика. Физика и физическое образование: развитие, проблемы, достижения. Сб. научных трудов. Саратовский национальный исследовательский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского. Саратов, Саратовский источник, с. 26-33. [https://www.elibrary.ru/item.asp?id=4417274
23. Геодакян В. А. Онтогенетическое правило полового диморфизма. ДАН СССР, 1983, т. 269, № 2, с. 477–481.