

Нейрохимия, симбиотическая микрофлора и питание (биополитический подход)

А.В. Олескин

МГУ (биологический факультет, каф. физиологии микроорганизмов, сектор биосоциальных проблем), e-mail: AOleskin@rambler.ru

В статье рассмотрены нейрофизиологические и микробиологические аспекты биополитики – междисциплинарной области исследований, посвященной взаимодействиям современной биологии и политики. Особо подчеркивается взаимосвязь психики и социального поведения человека (в том числе в политических ситуациях) с функциями архаичных структур (модулей) мозга, в частности, эволюционно-древних нейромедиаторов – серотонина, дофамина, норадреналина, гистамина и др. Все эти вещества, помимо своей роли в нервной системе и в организме человека в целом, оказывают также воздействие на населяющую организм микрофлору. Она чутко реагирует на состояние здоровья и психики человека и, в свою очередь, вырабатывает биологически активные вещества, в том числе нейромедиаторы, влияющие на здоровье, психический и эмоциональный статус, социальное поведение и политическую деятельность человека. В частности, обсуждается вопрос о способности симбиотической микрофлоры (на примере кишечной палочки) снабжать организм катехоламинами при дефиците тирозина и фенилаланина в пище.

В последние годы сенсационные открытия в биологии стали предметом интереса не только самих биологов, но и многих гуманитариев. Возникли новые междисциплинарные области науки, в том числе биофилософия, биоюриспруденция, биоэкономика, биосемиотика и предмет данной статьи – *биополитика*. Эта область посвящена взаимодействию биологии с политической наукой, политической философией и практической политикой. Она была в целом охарактеризована в ряде предшествующих книг и статей [1–3]. Специфика настоящей статьи в анализе *нейрофизиологического* направления биополитики.

Предварительно подчеркнем, что одной из основных задач биополитики в целом является объяснение (и прогнозирование) политического поведения человека исходя из эволюционно-биологических факторов, по аналогии с поведением высших животных, особенно приматов. Причем большинство биополитиков, рассматривая человека как продукт биологической эволюции, а человечество – как часть биологического разнообразия Земли, в то же время не отрицает и уникальные черты человека: разум, членораздельную речь, развитую культуру (по крайней мере, способность ее творить [4]), технологию и др. Одним из отправных пунктов в этой статье является то, что средоточие интеллекта – мозг человека – рассматривается как структурно сходный с мозгом шимпанзе, но существенно более сложный.

Однако и эти уникальные черты анализируются в рамках биополитики и родственных ей направлений (этологии человека, эволюционной психологии и др.) не в отрыве от эволюционно-древних характеристик, а в комбинации с ними. В предшествующих работах мы уже указывали на биополитически важные результаты сравнительного анализа поведения животных и человека, в том числе:

- как человек, так и многие животные формируют иерархии доминирования-подчинения; специфически «человеческим» вариантом доминирования является рассматриваемый в политологии феномен *власти*, в том числе и институционализированный в рамках политической системы;

- в то же время и в человеческом обществе, и в сообществах животных возможны и неиерархические формы организации, связанные с уравниванием социальных рангов (эгалитаризмом) и расщепленным лидерством и воплощенные в современном социуме в сетевых структурах [5, 6];

- для большинства социальных (ведущих групповой образ жизни) животных, как и для человека, характерно про-

тивопоставление «своих» и «чужих»: лояльное отношение к членам своей группы (семьи, клана и др.) при избегании или даже агрессивном поведении по отношению к тем, кто не входит в эту группу.

Структура мозга: роль эволюционно-древних модулей

Список сопоставимых тенденций социального поведения у людей и животных можно было бы продолжить. Однако в данной статье мы сосредоточим внимание на центральном регуляторе всякого поведения – головном мозге. Сама его структура отражает нашу эволюционную предысторию; погружение в глубь мозга напоминает археологические раскопки. Специальная область науки – *эволюционная психология* – посвящена взаимосвязи эволюции поведения предков и человека и развитию структур их мозга. Мозг, по метафоре Л. Космидес и Дж. Туби [7], подобен набору швейцарских ножей, где каждое лезвие выполняет свою функцию. Аналогично, архаические структуры (модули) мозга человека до сих пор специализированы на выполнении функций, которые были жизненно важны для людей эпохи плейстоцена (несколько сотен тысяч лет назад), включая поиск брачного партнера, взаимопомощь, формирование коалиций, охоту и собирательство, способность различать родственников и «чужих», заботиться о потомстве, разоблачать обманщиков и тунеядцев и др.

В целом, до сих пор сохраняется актуальность ставшая классической концепция «триединого мозга» П. МакЛина [8]. МакЛин показал, что в черепе человека сосуществуют три частично автономных «мозга» (три крупнейших модуля), возникшие на разных стадиях эволюции.

1. *Рептильный модуль*. К нему относят функционирующие у рептилий, а также птиц и млекопитающих эволюционно-консервативные структуры переднего мозга, в том числе хвостатое и чечевицеобразное ядро (состоящее из бледного шара и скорлупы). Некоторые другие ганглии, также представленные в рептильном модуле, связаны с обонятельными отделами мозга. Рептильный мозг регулирует пищевое, сексуальное и примитивные формы социального поведения, включая агрессивное поведение (в том числе угрожающие демонстрации), охрану территории и ресурсов от конкурентов, доминантное и, наоборот, подчинительное поведение [8].

2. *Лимбический модуль (лимбическая система)* включает в себя комплекс различных мозговых структур, например: миндалину, гиппокамп, перегородку, обонятельные луковицы и булгорки, некоторые участки таламуса и гипоталамуса, поясную

извилину. Этот модуль мозга получает существенное развитие у млекопитающих. Как подчеркивал МакЛин, для лимбического модуля мозга все в мире «или приятно, или неприятно», т.е. лимбическая система связана с аффективным, эмоциональным восприятием мира. Лимбический модуль обеспечивает не только агрессивное, но и лояльное, дружеское поведение, избирательно направленное на товарищей по группе, в противоположность «чужакам». Такое разделение других индивидов на «своих» и «чужих», конечно, свойственно и человеку; на политической арене это способствует опасным в наши дни этническим и региональным конфликтам.

3. *Неокортексный модуль (новая кора больших полушарий мозга)* достигает существенного развития лишь у человекообразных обезьян и, в особенности, у человека, у которого она отвечает за владение языком, абстрактное (логическое) и образное мышление, планирование, сознание. К этому неполному списку способностей неокортексного модуля добавим биополитически значимую *социально-когнитивную функцию*. Речь идет о способности понимать социальные нормы поведения и соблюдать их, адекватно отвечать на поступки других, понимать их намерения и эмоциональное состояние, осознавать, что может и чего не может знать другой. Социально-когнитивная функция обуславливает наличие не только у людей, но и у других высших приматов (шимпанзе, бонобо, гориллы) элементов «Маккиавелевского интеллекта», т.е. способности манипулировать другими, обманывать их, блефовать, что в человеческом социуме часто входит в «репертуар» поведения политических лидеров.

Мозг в целом представляется гетерохронной (разновременной) структурой, и его древние модули продолжают взаимодействовать с новой корой и вносить свой вклад в наше поведение. На уровне *индивидуального поведения* особый интерес представляет агрессивное и, в частности, криминальное поведение людей. Многие из серийных убийц, например, отличаются примитивным типом личности, слабо развитыми высшими психическими функциями (включая СКФ). На те или иные стимулы извне они реагируют эмоционально скорее, чем рационально, т.е. опираются в поведении больше на лимбическую систему, чем на новую кору мозга. Решение «убить!» может быть результатом своего рода «короткого замыкания» в глубинных, архаичных структурах мозга. Сильный отрицательный фактор вызывает автоматический ответ по принципу «инстинкта защиты в наступательной форме» и сводится к нередко неосознаваемому стремлению уничтожить этот фактор любой ценой, в том числе и преступным путем.

На уровне *группового поведения* биополитический интерес представляет поведение толп людей в состоянии массовой паники или истерии, которое управляется во многом иррациональными стимулами, действующими на нижние «этажи» мозга, порой поведение толпы уподобляется поведению стаи рыб, как подчеркивал Конрад Лоренц [9].

Нейрохимические факторы: биополитические аспекты

Последующая часть статьи посвящена нейрохимической регуляции социального (в частности, политического) поведения человека и собственным и литературным данным о влиянии микроорганизмов на эти процессы. Центральную роль мы отведем *нейромедиаторам* – веществам нервной системы, которые осуществляют передачу импульсов между клетками или регулируют эти процессы [10].

Из их числа наибольший биополитический интерес представляют биогенные амины: серотонин, катехоламины (дофамин, норадреналин), ацетилхолин, гистамин, аминокислоты: гамма-аминомасляная кислота (ГАМК), глутаминовая и аспарагиновая кислоты, глицин, таурин, а также нейропепти-

ды (эндорфины, энкефалины, динорфины, холецистокинин и др.). Эти нейромедиаторы выполняют важнейшие функции в организме человека, в первую очередь, в его центральной нервной системе, где они регулируют состояние сна – бодрствования, уровень голода – насыщения, тонус и настроение, болевую чувствительность, внимание, концентрацию, память, половое влечение, влияют на способность принятия решений, разные аспекты социального поведения и связаны с важными в плане биополитики темами, некоторые из которых рассмотрены ниже.

Подчеркнем, что весьма важную роль в социальном поведении животных и человека кроме нейромедиаторов играют также *гормоны* – регулирующие вещества, вырабатываемые в клетках организма, транспортируемые с током крови и влияющие на их работу. Нередко одно и то же вещество участвует в передаче нервных импульсов, одновременно распространяясь с током крови как гормон. Норадреналин, например, являясь мозговым нейромедиатором, служит и гормоном надпочечников, который наряду с адреналином активно вырабатывается в условиях стресса.

1. Формирование иерархий доминирования-подчинения.

Социальность. Как уже отмечалось, эта тематика имеет прямое отношение к феномену политической власти в человеческом обществе как стержневой проблеме политической науки и политической философии. Одним из предполагаемых нейрохимических факторов является *серотонин*. У беспозвоночных животных (сверчков, омаров) в поединках чаще побеждает та особь, у которой больше серотонина в гемолимфе (жидкости, аналогичной по функциям крови) [11]. Что касается наших эволюционных родичей – приматов, то, например, у зеленых африканских маргитшек (верветок) индивид с наиболее высоким социальным рангом (доминант) имеет более высокую концентрацию серотонина в сыворотке крови, чем подчиненные особи; в спинномозговой жидкости доминанта также содержится больше продукта окисления серотонина – 5-гидроксииндолуксусной кислоты (5-ГИУК), чем у других маргитшек в той же группе [12]. Однако выяснено, что у некоторых других обезьян (яванских макак и крошечных маргитшек) доминант в группе отличается не повышенным, а напротив, пониженным уровнем активности серотониновой системы мозга [13].

В то же время у ряда приматов показана роль другого важнейшего нейромедиатора – *дофамина* – в определении высокого или низкого социального ранга. Например, доминант обнаруживает более высокую активность рецепторов D₂ [14] (одного из типов дофаминовых рецепторов, т.е. участков нервных клеток, реагирующих на дофамин). Можно предположить, что разный характер связи между уровнями нейромедиаторов и социальным рангом обусловлен различным типом иерархических структур у сравниваемых видов обезьян. Иерархии подразделяются на [15]: а) *агонистические*, в которых доминирование одних индивидов над другими устанавливается в результате агрессии, демонстрации силы и б) *гедонистические*, где доминирует самый интересный, интеллигентный, общительный индивид. Есть основания полагать, что именно в гедонистических иерархиях доминант и подчиненный отличаются по уровню дофамина (или по степени активности соответствующей дофаминовой системы в мозгу), который способствует социальной активности, коммуникабельности. Низкие уровни активности рецептора D₂ к дофамину характерны для людей, испытывающих тревогу в процессе общения с другими; маниакальное состояние, при котором наблюдается избыточная общительность (гиперсоциальность), а также гиперсексуальность, связано с повышенной активностью дофаминовой системы мозга и прекращается при подавлении этой системы со-

ответствующими препаратами [10]. Характерная для высоких уровней дофамина в мозгу социабельность (общительность) сочетается с активным бодрствованием и поиском интересных занятий и удовольствий (гедонистическим поведением; одним из симптомов дефицита дофамина в функциональных зонах мозга является ангедония – неспособность наслаждаться удовольствиями).

Известно, что гедонистические иерархии уступают место агонистическим (в основе которых – грубая сила) в экстремальных ситуациях (скученность, изоляция) – в тюрьмах, казармах. Не связано ли это, наряду с другими факторами, с возможным в подобных условиях дефицитом дофамина, вызванным недостаточным или неправильным питанием?

В этом контексте кратко остановимся на других биополитических последствиях нехватки или полного отсутствия пищи (*голодания*). В детальных исследованиях голодания как биополитической проблемы (работы Дж. Шуберта) была показана двухстадийность голодания [16]. Короткие эпизоды голодания вызывают эфемерный всплеск политической активности: акции протеста, акты насилия, беспорядки, бунты, революции. Однако более продолжительные периоды дефицита пищи означают прекращение поступления в организм человека аминокислоты тирозина (предшественника катехоламинов) и, что еще более важно, незаменимой аминокислоты фенилаланина, из которой организм синтезирует тирозин. Это ведет к снижению уровней самих этих нейромедиаторов, обездвиживанию организма (адинамии) и депрессии. Нарастают аномия и апатия, что делает невозможной какую-либо социальную (политическую) активность. Революционная ситуация имеет больше шансов сложиться тогда, когда продовольственный кризис уже преодолен, но массы людей еще помнят о некомпетентности или коррупции правительства, проявленной в период кризиса.

Политические диктаторы могут использовать лишение населения пищи как метод подавления политического протеста. Вполне возможно, что Гитлер имел в виду этот жестокий метод, когда распорядился прекратить доставку продовольствия в Нидерланды в 1944 г.

Затронутая нами чуть выше тема нейрохимической регуляции социабельности имеет биополитическое значение не только в связи с созданием иерархий. Такие качества, как социабельность, коммуникабельность, готовность понимать других и адекватно помогать им (то, что выше было обозначено как социально-когнитивная функция) весьма важны и при построении *неиерархических объединений* людей. Таковыми являются распространяющиеся в наши дни во всем мире *сетевые структуры*, в которых нет централизованного управления, и организация включает столько временных частичных лидеров, сколько есть конкретных направлений работы [6]. Помимо дофамина, серотонина и других биогенных аминов, для социального поведения важны и медиаторы иных типов, например, нейропептиды. Так, продуцируемые вилочковой железой (тимусом) тимозины «усиливают положительные эмоции, повышают у обезьян дружелюбие и число зоосоциальных контактов» [10, с. 361].

2. Агрессия, криминальное поведение, политический конфликт. Конфликтные (агонистические) отношения с неизбежностью возникают и в сообществах животных, и в человеческом обществе. Наиболее разрушительная форма агонистических взаимодействий в человеческом обществе – войны как организованные межгрупповые конфликты (аналоги есть и в сообществах других приматов). Непрекращающиеся конфликты между государствами, между партиями и «группами давления», между разными эшелонами и ветвями власти, между отдельными политическими деятелями, просто между гражданами

той или иной страны наполняют политическую жизнь и в относительно мирное время. Поэтому актуальность биополитического направления, исследующего нейрохимические факторы агрессии, представляется очевидной. Данная проблематика весьма многоаспектна, агрессивное поведение включает множество разных форм и вариантов, и их реализации так или иначе способствуют или, наоборот, препятствуют разнообразные нейромедиаторы, в том числе серотонин, дофамин, нордреналин, а также нейропептиды (фрагменты холецистокинина, кортиколиберин и др.). Мы ограничимся несколькими биополитически важными примерами взаимосвязи нейрохимических систем мозга и агрессии в человеческом обществе.

С психологической точки зрения различают а) *аверсивную (враждебную)* агрессию, которая сопровождается картиной сильного *стресса* и часто провоцируется тем или иным угрожающим (нападение или опасность такового) или весьма неприятным стимулом извне (жара, духота и иные виды стресса, фрустрация, в человеческом обществе всякого рода оскорбления и т.д.) и б) *инструментальную* агрессию, которая направлена на достижение конкретной цели (скажем, приобретение определенных ресурсов путем изъятия их у конкурента), в меньшей мере связана со стрессом, часто является хладнокровной и даже может сопровождаться положительными эмоциями.

Оба типа агрессии, в свою очередь, распадаются на множество конкретных вариантов, каждый из которых характеризуется своей нейрохимической картиной. Среди вариантов аверсивной агрессии биополитический интерес представляет, например, агрессивное поведение, нередко наступающее в состоянии *депрессии*. Депрессия является для развитых стран мира проблемой, почти столь же важной, как сердечнососудистые заболевания и злокачественные опухоли. Это психологическое расстройство, вероятно, связано с действием многих разных факторов, однако несомненным представляется вклад нейрохимических причин. Для многих страдающих депрессией людей характерны пониженные концентрации дофамина, нордреналина и серотонина в мозгу. Соответственно, лечение депрессии осуществляется с применением препаратов, повышающих действующие концентрации этих нейромедиаторов в синапсах (точках контактов между нервными клетками). Это достигается, например, блокированием обратного поглощения медиаторов выделившей их нервной клеткой. Так, борьба с охватившей значительную часть американского общества депрессией осуществлялась в 90-е годы прошлого века с помощью прозака (флуоксетина). Прозак блокирует обратный захват серотонина нейронами мозга, и неслучайно американская нация именовалась The Prozac Nation.

Серотонин играет важную роль во взаимодействии между неокортексом и более эволюционно-древними модулями мозга, которые при его дефиците берут «в свои руки» контроль над поведением человека [17]. Как мы уже указывали, такая примитивизация поведения с возвратом к эволюционно-древней стадии доминирования подкорковых структур чревата актами насилия. Поэтому депрессия, связанная с дефицитом серотонина, часто сопровождается импульсивным поведением, включая акты неконтролируемой агрессии (в том числе нанесение телесных повреждений, поджоги, убийства), что имеет криминогенное значение. Агрессия может быть направлена и на самого страдающего депрессией человека – речь идет о самоубийстве. Действительно, есть данные о сниженной активности серотониновой системы в мозгу самоубийц.

В отношении преступлений, импульсивно совершенных в состоянии депрессии, нередко возникает биополитическая дилемма: наказывать или лечить (считая преступника в той или иной мере невменяемым)? Низкий уровень серотонина наблюдается у пациенток с предменструальным синдромом,

некоторые из них отличаются дурным настроением и агрессивностью, вплоть до преступных действий. В Великобритании раздавались голоса с требованием считать преступниц с предменструальным синдромом невменяемыми, т.е. подвергать их не наказанию, а лишь принудительному лечению и реабилитации.

Помимо депрессивной агрессии, немаловажной с биополитической точки зрения представляется и другой вариант агрессии, который, напротив, связан с высоким уровнем катехоламинов в мозгу. Речь идет о так называемом «опыте успешной агрессии», который часто приобретает еще в детском возрасте. Победитель в серии драк, например, в детском саду, в дальнейшем «входит во вкус» и применяет агрессию для решения тех или иных проблем (например, чтобы отобрать полюбившуюся игрушку у другого). «Опыт успешной агрессии» закрепляется в памяти (происходит импринтинг).

Здесь речь идет скорее об инструментальной, чем аверсивной агрессии, и для нее характерна другая перестройка нейрoхимии мозга, чем для депрессивной агрессии. На модельных животных (мышах) показано, что успех «в первом бою» влечет за собой перестройку нейромедиаторных систем, в дальнейшем закрепляющих готовность к последующим поединкам и формирующих устойчивую потребность в актах агрессии, причем возрастает активность дофаминовой и норадреналиновой систем мозга [18], которые участвуют в успешном преодолении стрессов. В человеческом социуме серия успехов в агрессивных стычках способствует формированию профессиональных психических особенностей солдат-наемников, боевиков, террористов.

При ферментативном расщеплении пептида *холецистокинина* (стимулятора функций желчного пузыря) образуются короткие фрагменты (СС-8 и СС-4), вызывающие у людей страх и тревогу. Вырабатываемый гипоталамусом *кортиколиберин*, наряду с гормональным воздействием на гипофиз (стимуляция синтеза адренокортикотропного гормона), воздействует и на мозг, повышая тревожность, эмоциональность, двигательную активность. Подобные пептиды и их синтезируемые аналоги могут быть использованы для преднамеренной *модификации поведения людей* в тех или иных целях. Такая модификация поведения, если она предпринята со злым умыслом, вполне может быть рассмотрена как новый вид преступлений, в том числе и совершаемых с политическими (и даже военными) целями.

Симбиотическая микрофлора человека: нейрохимические аспекты

Нейрохимия мозга, как становится все более очевидным, зависит не только от самого организма человека, но и от микроорганизмов (симбиотической микрофлоры, или микробиоты), занимающих разные экологические ниши организма – поверхность и толщу кожи, слизистую носа и носоглотки, конъюнктиву глаз, мочеполовую систему, желудочно-кишечный тракт (ЖКТ). Особенно интенсивные исследования последних десятилетий посвящены микробному «населению» ЖКТ. По словам американского ученого Мелинды Веннер, «нарушая кишечную микрофлору, мы в серьезной мере нарушаем химию мозга» [19, Р. 92].

Микрофлора ЖКТ, особенно толстой кишки, включает представителей более 50 родов и 400–600 видов микроорганизмов. В целом мы содержим около 10^{14} микробных клеток в ЖКТ, что на порядок больше числа собственных клеток нашего тела. В норме микрофлора выполняет ряд важных функций: она участвует в переваривании пищи, регулирует моторику кишечника, поддерживает в нормальных пределах его кислотность (рН), температуру и газовый состав, вносит вклад в барьерную роль

слизистой кишечника на пути опасных веществ и болезнетворных микроорганизмов и вирусов, стимулирует деятельность иммунной системы, снабжает организм полезными соединениями типа витаминов (например, группы В), короткоцепочечных жирных кислот, а также нейромедиаторов, о чем подробнее поговорим ниже. В целом микрофлору полости и пристеночной биопленки кишечника рассматривают как особый «микробный орган», напоминающий печень по своей массе (в среднем 1–1,5 кг) и многообразию функций [20–23].

В то же время прозорливыми оказались слова Нобелевского лауреата, великого русского микробиолога и иммунолога И.И. Мечникова о том, что наша кишечная микрофлора не оптимальна. Она подвержена нарушениям (дисбактериозам), когда меняется ее количественный и качественный состав – снижаются концентрации полезных бактерий (бифидобактерий, лактобацилл, бактероидов, непатогенных штаммов кишечной палочки и др.) и часто возрастают концентрации потенциально опасных (условно патогенных) видов микроорганизмов, включая возбудителя смертельно опасного псевдомембранозного колита *Clostridium difficile*, болезнетворные дрожжи *Candida albicans*, гноеродную и гнилостную флору. В наши дни нарастание частоты дисбактериозов, безусловно, связано с частым применением антибиотиков и гормональных препаратов, ухудшением состояния окружающей среды и, в частности, накоплением в ней разнообразных поллютантов и особенно радиоактивных веществ, неполноценным и неправильным питанием, а также стрессами.

В литературе накоплено немало данных о серьезных заболеваниях, связанных с дисбактериозами, включая не только болезни самого кишечника (синдром раздраженной толстой кишки, болезнь Крона, язвенный колит, рак кишечника), но и жировую дистрофию печени, ревматоидный артрит, спондилез, одновременный отказ нескольких внутренних органов, а также нервно-психические расстройства (аутизм, болезнь Туретта, синдром дефицита внимания с гиперподвижностью – ADHD). Логично предположить, что связь между состоянием микрофлоры и этими недугами опосредуется химическими агентами, включая нейромедиаторы. Прежде чем непосредственно рассмотреть это предположение, остановимся в общей форме на биополитическом значении симбиотической микрофлоры человека.

Основной предмет этой статьи – нейрофизиологическое направление биополитики – включает изучение двух взаимосвязанных вопросов, изложенных в работах биополитиков А. Соинта и С. Петерсона [24, 25]:

1) изучение вопроса о том, как *социально-психологические и поведенческие характеристики человека* (агрессивность, социабельность, доминантность, тревожность, экстраверсия/интроверсия), *его политическая деятельность и взгляды* (например, консервативные, реформаторские, революционные) *отражаются на физиологических параметрах*, таких как скорость сердечных сокращений, частота мигания глаз, кровяное давление, уровень мочевой кислоты в крови, степень гальванического сопротивления кожи, отражающая уровень стресса, и др.;

2) *исследование физиологических (соматических, «телесных») факторов*, таких как состояние здоровья, уровень стресса, возраст, раса, пол («гендер»), биоритмы, диета, недо- или передозирование, употребление лекарств, алкоголя, никотина, наркотиков и др., *влияющих на социальное поведение и политическую деятельность*.

Представляется очевидным, что роль симбиотической микробиоты человека связана с обоими этими аспектами нейрофизиологического направления в рамках современной биополитики. Мы рассмотрим каждый из аспектов в отдельном разделе данной статьи.

Помимо этого, исследование симбиотической микробиоты человека помогает нам пролить свет на еще одну биополитическую тему – вопрос об эволюционной предистории человеческого общества с его политическими системами. Изучение микроорганизмов, включая анализ их ДНК, позволяет получить новые данные об этапах эволюции человеческого социума. Например, микроорганизмы, которые путешествуют на человеческом теле или внутри него, могут помочь ученым обосновать свои идеи о доисторических миграциях людей. К примеру, ДНК *Helicobacter pylori*, возбудителя язвенной болезни, свидетельствует о том, что эта бактерия покинула Африку около 55 тысяч лет назад вместе со своими хозяевами – людьми [26].

Состояние симбиотической микрофлоры как критерий оценки биополитически важных характеристик человека: роль «хозяйских» нейромедиаторов

Микрофлора человека как чуткий камертон отзывается на изменения в физиологическом и даже психологическом состоянии ее хозяина. Так, эмоции гнева или страха влекут за собой повышение относительного количества клеток *Bacteroides fragilis* subsp. *theaiotaomicron* среди бактериального «населения» фекалий [23]. В фекалиях детей с поздней формой аутизма (психической болезни, затрудняющей контакт с большим и нарушающей его социальное поведение) накапливаются характерные бактериальные виды – *Anaerofustis stercorohominis*, *Anaerotruncus colihominis*, *Clostridium bolteae*, *Cetobacterium someria*. Болезнь Альцгеймера, биополитически интересная с той точки зрения, что ей были подвержены некоторые важные политики, включая Рональда Рейгана, приводит к появлению в коре головного мозга и его подкорке (варолиев мост, гиппокамп), а также в ганглиях тройничного нерва антигенов бактерий *Treponema socranskii* и *T. pectinovorum* [22, 23]. Были получены интересные данные по влиянию стресса на состояние симбиотической микрофлоры.

Здесь необходимо отметить, что стресс рассматривается как одна из стрессовых тем в рамках всего нейрофизиологического направления биополитики. Был разработан прибор для регистрации физиологического стресса по модуляциям голоса у политиков, например, президентов Дж. Кеннеди и Л. Джонсона во время различных политических кризисов (речь о Берлинской стене, о кризисе в Тонкинском заливе и др.). Метод анализа голоса далее усовершенствован Дж. Шубертом на базе соединенного с компьютером прибора. Стресс регистрировали также по изменению электропроводности кожи, что связано с усиленным потоотделением. Ладони и стопы потеют у человека только под воздействием стресса и не реагируют на изменения температуры. В период Карибского кризиса в начале 60-х годов угроза ядерной войны вызывала усиленное потоотделение кожи ладоней у масс людей в США [27]. Известны и другие методы регистрации стресса, в том числе и в политических ситуациях.

В связи с этим особый интерес представляют данные о влиянии стресса на количественный и качественный состав симбиотической микрофлоры. В эксперименте стресс, вызванный изоляцией двадцати 6–9-месячных детенышей макаков от матерей, привел к достоверному снижению числа лактобацилл в их экскрементах, начиная со второго дня изоляции. Это сопровождалось относительным повышением доли патогенных бактерий (родов *Shigella*, *Campylobacter*) [23]. Накопление потенциально вирулентной микрофлоры со снижением числа полезных бифидобактерий и лактобацилл наблюдается у космонавтов после длительного полета, что связывают с социальным стрессом в результате продолжительного пребывания в «слишком тесной компании» [22, 23] (хотя свою роль могла сыграть и диета космонавтов, в которой было недостаточно грубых волокон).

Микрофлора, реагируя на изменения состояния организма человека, в свою очередь, влияет на хозяина. В частности, она может облегчить стресс, и в этом состоит функция многих полезных микроорганизмов, например, бифидобактерий, лактобацилл. Они издавна используются человеком в составе кисломолочных продуктов, а ныне входят в состав специальных лекарственных препаратов (*пробиотиков*), призванных улучшить здоровье и психику пациентов путем преодоления дисбактериоза и заселения кишечника нормальной микробиотой.

В то же время еще раз сошлемся на положение Мечникова о «неоптимальности» микробиоты человека. Ее компоненты могут и усугубить стресс, вызвав инфекционное заболевание. Так, бактерия *Helicobacter pylori* активируется в условиях стресса, вызывая язвенную болезнь [28]. В экспериментах с мышами продемонстрировано, что социальный стресс влияет на поведение многих симбиотических микроорганизмов: микробы кишечника и кожи начинают мигрировать в лимфатические узлы [29].

Для биополитики важно то, что стресс и другие психофизиологические изменения, влияющие на микрофлору, могут порождаться политическими факторами. Это актуально для нашего времени обострения политических конфликтов, международной напряженности, которая может переживаться людьми как угроза войны. Перемены в поведении симбиотических микроорганизмов, вплоть до агрессии по отношению к хозяину – инфекции – могут рассматриваться как биополитически важные индикаторы, отражающие политическую ситуацию, политическое поведение людей.

В литературе предложено несколько объяснений влияния стресса на микрофлору человека [23]:

- стресс влечет за собой повышение рН (снижение кислотности) желудочного содержимого, нарушение кишечной моторики, увеличение концентрации бикарбоната в двенадцатиперстной кишке. Все это ухудшает условия для нормальной микрофлоры типа лактобацилл, и освободившиеся ниши заполняются менее желательными микроорганизмами;
- стресс ведет к снижению содержания иммуноглобулина А (IgA) в организме человека, что ослабляет иммунную защиту против потенциально болезнетворной микрофлоры;
- стресс вызывает выброс в кровяное русло катехоламинов – норадреналина, адреналина и, в меньшей мере, дофамина, которые воздействуют на симбиотическую микрофлору; этот пункт наиболее интересен в контексте данной статьи.

Указанные катехоламины являются гормонами, а норадреналин и дофамин – также нейромедиаторами (см. выше). В опытах с мышами показано, что выброс норадреналина в кровяное русло, вызванный повреждением содержащих его нервных клеток с помощью нейротоксина, резко увеличивал количество бактериальных клеток в полости и стенке слепой кишки, причем доминировала кишечная палочка *Escherichia coli* [30]. Влияние норадреналина и других катехоламинов на микрофлору может быть косвенным, ибо катехоламины, активируя симпатическую нервную систему, подавляют синтез или выделение в кровь иммуноглобулина А. Катехоламины также стимулируют кишечную перистальтику и приток в кишечник желчи, которая способствует росту таких бактерий, как, например, *Bacteroides* (что может служить объяснением приводимых выше данных о повышенном содержании *Bacteroides* в фекалиях рассерженных или напуганных индивидов).

Катехоламины и другие нейромедиаторные амины оказывают также непосредственное стимулирующее влияние на рост микрофлоры, в частности, болезнетворной, включая возбудителя кишечных инфекций *Yersinia enterocolitica*, патогенные штаммы *E. coli* (вызывающие как заболевания кишечника, так и другие инфекции – вплоть до сепсиса), синегнойную палочку

ку *Pseudomonas aeruginosa*. Наиболее эффективным стимулятором роста этих бактерий оказался норадреналин. У патогенной кишечной палочки норадреналин также вызывал усиленное образование факторов вирулентности – токсинов (белковых), напоминающих дизентерийные (Шига-подобные токсины I и II) и адгезина K99, который помогает прикреплению паразита к клеткам кишечной стенки [31, 32]. Эти данные логично интерпретировать в рамках предположения, что активная патогенная микрофлора адаптирована к жизни в ЖКТ в состоянии инфекционного стресса и потому предпочитает основной компонент ответа организма на стресс – норадреналин. Другие испытанные в опытах агенты – адреналин, дофамин и ДОФА (диоксифенилаланин, из которого в клетке синтезируются дофамин и далее норадреналин и адреналин) не стимулируют рост испытанных патогенных бактерий или, по крайней мере, менее эффективны, действуя лишь в высоких концентрациях. Так, норадреналин и дофамин в концентрации 3 и 100 мкмоль/л соответственно, стимулировали рост культуры патогенного штамма *E. coli* JPN10 (O44:H18) в жидкой среде SAPI с кровяной сывороткой [33]. Отметим, что серотонин почти не влиял на рост энтеробактерий, слегка стимулируя рост кишечного патогена *Aeromonas hydrophila* лишь в концентрации 1 мкмоль/л [34].

Симбиотические (непатогенные) штаммы кишечной палочки, в норме обитающие в кишечнике, предпочитают несколько иной нейромедиаторный «ландшафт». Эти данные получены в нашей лаборатории в секторе биосоциальных проблем на кафедре физиологии микроорганизмов биологического факультета МГУ [35–37] со штаммом *E. coli* K-12 MC4100. Серотонин, в норме содержащийся в хромаффинных гранулах клеток слизистой оболочки ЖКТ, оказался не менее эффективным стимулятором роста кишечной палочки, чем норадреналин. Дофамин, менее характерный для ответа организма-хозяина на инфекционный стресс, стимулировал рост и накопление бактериальной биомассы эффективнее основного компонента инфекционного ответа – норадреналина. Самым эффективным из испытанных нейромедиаторов, действующим в наиболее низких концентрациях, оказался гистамин – характерный агент местного воспалительного процесса, при котором образуются также дополнительные количества серотонина.

Можно предположить, что непатогенный штамм *E. coli*, в отличие от патогенных штаммов, эволюционно адаптирован к ответу не на серьезную инфекцию, а лишь на легкий местный воспалительный процесс, для которого характерны синтез и высвобождение гистамина и серотонина и, в меньшей мере, катехоламинов, попадающих в просвет кишечника из поврежденных при воспалении нервных окончаний. Такое местное легкое воспаление слизистой кишечника может объясняться его микротравмированием, например, грубой пищей.

Каков механизм воздействия нейромедиаторных моноаминов на бактерии? Американские медицинские микробиологи Марк Лайт и др. [33, 38] объясняют их влияние на микроорганизмы облегчением транспорта ионов железа в клетку посредством их связывания (хелатирования) катехольным кольцом. Соответственно, эффект должны проявлять лишь амины, имеющие катехольную структуру, т.е. дофамин и норадреналин, но не серотонин и гистамин. Однако, согласно приведенным выше данным, наибольший стимулирующий эффект вызывает лишенный катехольного кольца гистамин, статистически достоверный эффект характерен и для серотонина.

По данным работ Страховской и др. [39], серотонин стимулирует рост еще одной обитающей в кишечнике бактерии – *Enterococcus faecalis*, а также дрожжей *Candida guilliermondii*. Биомасса дрожжей этого вида используется как кормовая добавка для скота, но другой представитель того же рода – *Candida*

albicans – известен как возбудитель кандидомикоза (молочницы); его содержание в ЖКТ нередко нарастает по мере применения антибиотиков, убивающих нормальную бактериальную флору кишечника, но не дрожжевые грибы.

Здесь важно подчеркнуть, что нейромедиаторные амины не только ускоряют рост бактерий, но и меняют микроструктуру их популяций. Популяция кишечной палочки, растущая на плотной питательной среде на поверхности чашки Петри, состоит из 1) одиночных клеток и 2) компактных клеточных групп (микроколоний). Добавленные нейромедиаторы изменяют соотношение между числом одиночных клеток и клеточных групп. Дофамин повышает долю одиночных клеток, тогда как норадреналин, серотонин и гистамин увеличивают долю клеточных групп [37].

По полученным нами данным, серотонин и дофамин (но не норадреналин) стимулируют также дыхание клеток кишечной палочки [36].

Таким образом, наблюдаемые при действии нейромедиаторных аминов эффекты не обязательно связаны с наличием катехольной структуры. В силу различия наблюдаемого влияния на формирование групп клеток очень сходных соединений – дофамина и отличающегося от него наличием дополнительной ОН-группы в боковой цепи норадреналина – можно предположить, что эти эффекты отчасти носят специфический характер, связанный с наличием на бактериальной клетке рецепторов, индивидуально «узнающих» тот или иной компонент. В порядке аналогии отметим, что клетки животных и человека связывают дофамин и норадреналин с помощью разных групп мембранных рецепторов: D-рецепторы (D₁, D₂, D₃ и др.) специфически связывают дофамин, α-адренорецепторы (и, в меньшей мере, β-адренорецепторы) специфичны для норадреналина. Адренорецепторы связывают и дофамин, но с меньшим сродством.

Отметим, что для патогенных энтеробактерий (*E. coli* O157:H7, *Salmonella enterica*, *Yersinia enterocolitica*) [40] продемонстрировано, что стимулирующее действие норадреналина на рост предотвращается α-адреноблокаторами, а дофамина – его антагонистом в животных клетках.

Итак, выделяемые хозяином вещества, как показано на примере нейромедиаторов, оказывают существенное влияние на ростовые и структурные характеристики микроорганизмов. Поскольку изменения физиологического и психологического состояния человека (в частности, стрессе) отражаются на уровнях нейромедиаторов в его организме, то становится понятным, почему наша симбиотическая микрофлора чутко реагирует на все, что происходит с нами.

Можно поставить вопрос, оказывает ли микрофлора, в свою очередь, существенное влияние на состояние хозяина и опосредуется ли это влияние нейромедиаторами?

Микрофлора как биополитически важный фактор, действующий на здоровье, психику, социальное поведение (и политическую активность): вклад микробных нейромедиаторов

Микроорганизмы снабжают наш организм ценными химическими веществами, включая аминокислоты, белки (в том числе ферменты), витамины (в частности, группы B), карбоновые кислоты, циклические нуклеотиды (цАМФ, цГМФ) и др. Микробные продукты обеспечивают кишечные клетки энергией, повышают местный иммунитет, активируя, в частности, работу иммунных клеток крови – фагоцитов, а также принимают участие в регуляции работы кишечника [20–23].

Среди подобных регуляторов фигурируют и производимые микроорганизмами *нейромедиаторы*. В частности, выделяемая кишечными симбиотическими микроорганизмами гамма-

аминомасляная кислота (ГАМК) необходима для нормализации болевой чувствительности кишечника, и дисбактериоз, приводя к снижению микробного синтеза ГАМК, обуславливает развитие синдрома раздраженной толстой кишки [41] и, вероятно, также ее воспалительных заболеваний (язвенного колита, болезни Крона). Симбиотическая микрофлора выделяет также являющиеся нейромедиаторами β -аланин и глутаминовую кислоту [41], имеются данные об образовании ею нейромедиаторных аминов серотонина и гистамина [21].

Что касается основной «героини» предыдущего раздела *E. coli* K-12, то в ее клетках содержится порядка 10^{-6} – 10^{-7} моль/кг биомассы норадреналина, дофамина и серотонина [42]. Эти данные получены в нашей лаборатории в сотрудничестве с В.С. Кудриным из Института фармакологии РАМН методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) с электродетектированием. Количественно преобладает норадреналин, максимальные концентрации нейромедиаторов соответствуют начальным стадиям развития культуры (лаг-фаза). Важно отметить, что эти количества нейромедиаторных аминов были обнаружены нами в клетках кишечной палочки, культивируемой на синтетической среде М-9, которая заведомо сама по себе не содержит нейромедиаторов и их предшественников. Поэтому можно заключить, что нейромедиаторные амины синтезируются внутри бактериальных клеток, а не захватываются ими из среды.

Мы также выяснили, что на поздних стадиях роста культуры *E. coli* на синтетической среде норадреналин, дофамин и серотонин выделяются в культуральную жидкость и содержатся там в концентрациях порядка 10^{-8} – 10^{-7} моль/л. Хотя эти концентрации внеклеточных нейромедиаторов низки, они вполне достаточны для воздействия на клетки человеческого организма, несущие соответствующие рецепторы, например, D-рецепторы к дофамину или α -адренорецепторы, взаимодействующие с норадреналином. Подобные концентрации нейромедиаторных аминов характерны для внутренних сред животного организма. Например, в крови крыс содержится $0,1$ – $0,3 \cdot 10^{-9}$ М катехоламинов [43]. Все это указывает на возможные физиологические эффекты аминов, вырабатываемых кишечным симбионтом *E. coli* (вероятен и вклад других представителей кишечной микробиоты). Необходимо отметить, что плотность клеток кишечной палочки в наших опытах была примерно $5 \cdot 10^8$ клеток/мл. Это вполне сопоставимо с той плотностью, которая характерна для толстой кишки человека (где содержится до 10^8 колониобразующих единиц *E. coli* в 1 мл [20–22]).

Помимо самих нейромедиаторов, в биомассе и культуральной жидкости *E. coli* содержались также их предшественники и продукты утилизации. Особенно примечателен установленный факт накопления более одного микромоля ДОФА, предшественника катехоламинов, не только в биомассе, но и в культуральной жидкости на поздних стадиях развития культуры *E. coli* (следует отметить, что в культуральной жидкости кишечной палочки нами не обнаружен предшественник серотонина 5-гидрокситриптофан, который подобно ДОФА проходит гематоэнцефалический барьер и превращается в мозгу в серотонин). Высвобождение столь значительных количеств ДОФА в среду симбионтом *E. coli* ставит вопрос о возможности его существенного воздействия на весь организм хозяина и в особенности на его нервную систему. ДОФА проходит барьер между кишкой и кровяным руслом, между кровяным руслом и мозгом (гематоэнцефалический барьер). В мозгу ДОФА превращается в дофамин и далее норадреналин, которые мы рассматривали в предшествующих разделах статьи в связи с биополитическим значением нейрхимии мозга.

Еще раз подчеркнем, что дофамин и норадреналин регулируют мозговые процессы, связанные с поддержанием общего

уровня двигательной активности, эмоциональными реакциями на окружающий мир, социабельностью (коммуникативностью), лидерскими качествами, степенью агрессивности и др. Таким образом, выделение *E. coli* микромолярных количеств ДОФА из клеток в среду – предпосылка ее существенного влияния на психику и поведение человека, включая и его политическую активность в различных ролях и ситуациях.

Исследования методом ВЭЖХ говорят о существенном распространении нейромедиаторных аминов в микробном мире. Бактерия *Bacillus subtilis* (сенная палочка), часто обнаруживаемая в составе микрофлоры кожи человека, содержит дофамин и норадреналин, опасный патоген *Staphylococcus aureus* (золотистый стафилококк) – дофамин и серотонин [44].

Данные о выделяемых микроорганизмами катехоламинах и особенно об их предшественнике ДОФА, проникающем через гематоэнцефалический барьер, заставляют нас поставить вопрос о модификации схемы двухфазного влияния голода на политическую активность (см. раздел «Нейрохимические факторы: биополитические аспекты»). Тот факт, что ДОФА выделяется *кишечной палочкой* в микромолярных концентрациях на синтетической среде М-9, где единственным органическим соединением была глюкоза (3 г/л), позволяет предположить, что мозг человека может в известной мере снабжаться катехоламинами даже при отсутствии в пище аминокислоты тирозина и, главное, ее предшественника фенилаланина, если только жива сама эта симбиотическая бактерия.

Фенилаланин содержится в мясе (особенно свинине), птице, яйцах, икре, рыбе и морепродуктах, сое и других бобовых, твердых сырах, брынзе, твороге, семенах подсолнечника, орехах. Получается, что длительное лишение людей этих продуктов питания все же *совместимо с активной политической деятельностью*, если только не наступает полное голодание. Однако известно, что даже длительный дефицит продовольствия не у всего страдающего населения означает полный голод: многие пытаются выжить, питаются травой, древесной корой и другими лиственными фенилаланина «альтернативными» продуктами питания. Можно предположить, что бактерия *E. coli* и другие обитатели кишечника дают этим неправильно и недостаточно питающимся людям шанс на политическую активность, включая организованный протест и даже вооруженное восстание. Итак, ставшие классическими взгляды биополитика Дж. Шуберта [16], возможно, нуждаются в модификации в свете данных о нейрохимических продуктах, выделяемых симбиотической микрофлорой.

Некоторые исторические события можно было бы проанализировать с этой нетрадиционной ретроспективы. Во время Первой русской революции 1905–1907 гг. пролетариат и крестьянство, существенная часть которых испытывала серьезную нехватку продовольствия и, соответственно, дефицит фенилаланина и тирозина, тем не менее оказались способными на политическую активность. Ярким примером может служить демонстрация 9 января 1905 г. с петицией царю (расстрел этой демонстрации – Кровавое воскресенье – положил начало революции). В то же время еще более серьезный голод, возникший в начале 1930-х годов в связи с коллективизацией, привел к апатии, анонии и политической пассивности голодающих крестьян. Различие между этими двумя историческими периодами может быть в том, что в начале тридцатых годов (но не в 1905–1907 гг.) люди вообще практически не имели никакой пищи. Поэтому их кишечные бактерии погибали и, соответственно, не могли снабжать своим хозяев катехоламинами.

Вырабатываемые бактериями нейромедиаторы, их предшественники и продукты, а также другие биологически активные вещества могут оказывать локальное и генерализованное воздействие на человеческий организм. Помимо нейрохимических

агентов, важную роль в современной литературе отводят витаминам, иммуностимуляторам, а также короткоцепочечным жирным кислотам как продуктам симбиотической микробиоты, регулирующим многие процессы в кишечнике и организме человека в целом. Нет сомнения, что микробные вещества влияют не только на состояние здоровья, но и на психику и социальное поведение людей. В этом состоит важное биополитическое значение проведенных исследований.

В рамках настоящей статьи нельзя не указать и на биополитические аспекты функций, выполняемых кожной микрофлорой человека. Достаточно отметить, что именно эти микроорганизмы вносят немаловажный вклад в индивидуальный аромат тела человека. Хотя кожная микрофлора включает типовые виды бактерий (например, *Streptococcus epidermidis*, *Propionibacterium acnes*, *Micrococcus luteus*), все же ее качественный и количественный состав подвержен индивидуальным вариациям. Эта вариативность отчасти объясняется социальными и экологическими условиями, а также стрессами. Так, наблюдается «большая микробная обсемененность кожи, менее разнообразный видовой состав и больший удельный вес кокковой группы микроорганизмов у детей, проживающих в районах города с неблагоприятной экологической обстановкой» [45, с. 78]. В то же время существенное значение имеют и наследственные факторы – гены, влияющие на эффективность работы иммунной системы. Они определяют относительно постоянный у каждого индивида компонент кожного аромата, который подсознательно воспринимается другими индивидами. Более того, степень сходства или различия между ароматами двух индивидов, вероятно, влияет на их деловые или личные взаимоотношения, в том числе и в политических ситуациях (например, в ходе непосредственных контактов политических лидеров с их сторонниками – во время «купания лидера в массах»), хотя этот биополитически значимый вопрос остается дискуссионным. Есть, например, данные, что как люди, так и мыши, по-видимому, предпочитают половых партнеров, чей аромат в умеренной степени отличается от их собственного [17].

Интересно, что и мужские, и женские феромоны (летучие вещества, привлекающие представителей противоположного пола) синтезируются человеческим организмом в сотрудничестве с микроорганизмами. Мужской организм производит лишь предшественник феромона, который превращается населяющими подмышечную впадину бактериями в готовый феромон. Сходным образом предшественники феромонов, содержащиеся в вагинальном отделяемом, трансформируются специфической микрофлорой в женские феромоны (копулины), которые в эксперименте заставляют испытуемых мужского пола считать дурнушек красавицами [46].

Таким образом, в настоящей статье рассмотрено одно из наиболее динамично развивающихся направлений биополитических исследований. Это исследовательское направление обобщает данные биологических наук о влиянии эволюционно-древних мозговых структур, нейрохимических факторов и симбиотической микробиоты на психику и социальное поведение, в частности, на социабельность, лидерские качества, агрессивность и другие важные для бурной политической жизни нашего времени индивидуальные характеристики. Все эти аспекты представляют интерес с точки зрения как научных исследований, так и практического использования. Например, учитывая важность микробного «населения» человека для его социального поведения, можно предложить новые рецепты диет для политических лидеров, новые микробные препараты (пробиотики) для оптимизации их нейрохимии, стимуляции творческой деятельности и усиления лидерских качеств.

Отметим, что проблематика взаимосвязи нейрохимии, микрофлоры человека и его телесного и душевного здоровья находится в компетенции созданной в 2007 г. на базе МГУ новой российской сетевой организации – *Сетевой ассоциации независимых исследователей, педагогов и экспертов по биополитике (САНИПЭБ)*. Одна из ее задач формулируется следующим образом [47]: «Оздоровление социального поведения и психики человека с помощью симбиотической микробиоты: подход с позиций популяционно-коммуникативной парадигмы в микробиологии». Разумеется, роль микрофлоры необходимо рассматривать в более широком контексте взаимодействия биологии человека и его социальной и политической активности, что и является одной из основных задач современной биополитики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Олескин А.В. Биополитика: политический потенциал современной биологии. – М.: Научный мир, 2007.
2. Олескин А.В. Биополитика. Курс лекций. – М.: Научный мир, 2007.
3. Олескин А.В. Перспективы биополитики // Гос. строительство. – 2008. – № 3. – С. 88–95.
4. Flohr H., Tönnemann W. Selbstverständnis und Grundlagen der Biopolitics // Politik und Biologie. Beiträge zur Life-Science-Orientierung der Sozialwissenschaften / Hrsg. A. Somit, R. Slagter. – Berlin, Hamburg: Verlag Paul Parey, 1983. – S. 11–31.
5. Бутовская М.Л. Биосоциальные предпосылки социально-политической альтернативности // Цивилизационные модели политогенеза / Под ред. Д.М. Бондаренко, А.П. Коротева. – М.: Центр цивилизационных и региональных исследований, 2002. – С. 35–57.
6. Олескин А.В. Сетевые структуры как биополитический проект // Вестн. Росс. акад. наук. – 2007. – № 12. – С. 1084–1088.
7. Cosmides L., Tooby J. Evolutionary psychology and the generation of culture. Part II. A computational theory of social exchange // Ethology and Sociobiology. – 1989. – Vol. 10. – P. 51–97.
8. MacLean P.D. A triangular brief on the evolution of brain and law // Law, Biology and Culture. Gruter Institute. – Dartmouth: McGraw-Hill, 1996. – P. 314–328.
9. Лоренц К.З. Агрессия (так называемое зло). – М.: Прогресс, 1994.
10. Дубынин В.А., Каменский А.А., Санин М.Р. и др. Регуляторные системы организма человека. – М.: Дрофа, 2003.
11. Masters R.D. Why study serotonin, social behavior and the law? // The Neurotransmitter Revolution. Serotonin, Social Behavior and the Law / Ed. R.D. Masters, M.T. McGuire Southern Illinois University Press. Carbondale and Edwardsville: Southern Illinois University Press, 1994. – P. 3–16.
12. McGuire M.T. Social dominance relationships in male vervet monkeys. A possible model for the study of dominance relationships in human political systems // The Biology of Politics. Intern. Polit. Sci. Review. – 1982. – Vol. 3, No. 1. – P. 11–32.
13. Kaplan J.R., Manuck S.B., Fotenot M.B. et al. Central nervous system monoamine correlates of social dominance in cynomolgus monkeys (*Macaca fascicularis*) // Neuropsychopharmacology. – 2002. – Vol. 26, No. 4. – P. 431–443.
14. Morgan D. et al. Social dominance in monkeys: dopamine D₂ receptors and cocaine self-administration // Nature Neuroscience. – 2002. – Vol. 5. – P. 169–174.
15. Chance M. Attention structure as the basis of primate rank orders // Man. – 1967. – Vol. 2, No. 2. – P. 503–518.
16. Schubert J.N. Hungersnot als politisches Problem // Politik und Biologie. Beiträge zur Life-Science-Orientierung der Sozialwissenschaften / Hrsg. A. Somit, R. Slagter. – Berlin, Hamburg: Verlag Paul Parey, 1983. – S. 174–184.
17. Clark W.R., Grunstein M. Are we hardwired? The role of genes in human behavior. – Oxford, N.Y., Athens, etc.: Oxford University Press, 2000.

18. Кудрявцева Н.Н., Филипенко М.Л., Бакитановская И.В. и др. Изменение экспрессии моноаминергических генов под влиянием повторного опыта агонистических взаимодействий: от поведения к гену // Генетика. – 2004. – Т. 40, № 6. – С. 732–748.
19. Wenner M. Going with his gut bacteria // Sci. Amer. – 2008. – July. – P. 90–92.
20. Шендеров Б.А. Медицинская микробная экология и функциональное питание. Т. 3. Пробиотики и функциональное питание. – М.: Грантъ, 2001. – 288 с.
21. Лаздин О.А., Червинец В.М., Табаков Т.Д. Микробиоценоз кишечника и его коррекция. – Тверь: Тверская ГМА, 1999. – 60 с.
22. Вальшев А.В., Гильмутдинова Ф.Г. Микробная экология пищеварительного тракта человека // Экология микроорганизмов человека / Под ред. О.В. Бухарина. – Екатеринбург: Институт клеточного и внутриклеточного симбиоза, 2006. – С. 169–290.
23. Nawrelak J.A. The causes of intestinal dysbiosis: a review // <http://findarticles.com>.
24. Somit A. Biopolitics // British J. Polit. Sci. – 1972. – Vol. 2. – P. 209–238.
25. Somit A., Peterson S.A. Biopolitics after three decades: a balance sheet // Brit. J. Polit. Sci. – 1998. – Vol. 28, Pt. 3. – P. 555–571.
26. G. Stix. Traces of a distant past // Sci. Amer. – 2008. – July. – P. 56–96.
27. Моррис Д. Голая обезьяна. Человек с точки зрения зоолога. – СПб.: Амфора, 2001.
28. Murrison R. Is there a role for psychology in ulcer disease? // Integrative Psychological and Behavioral Science. – 2001. – Vol. 36, No. 1. – P. 75–83.
29. Bailey M., Engler H., Sheridan J. Stress induces the translocation of cutaneous and gastrointestinal microflora to secondary lymphoid organs of C57BL/6 mice // Journal of Neuroimmunology. – 2008. – Vol. 171, No. 1–2. – P. 29–37.
30. Lyte M., Bailey M.T. Neuroendocrine-behavior interactions in a neurotoxin-induced model of trauma // Journal of Surgical Research. – 1997. – Vol. 70. – P. 195–201.
31. Lyte M., Ernst S. Alpha and beta adrenergic receptor involvement in catecholamine-induced growth of gram-negative bacteria // Biochem. Biophys. Res. Commun. – 1993. – Vol. 190, No. 2. – P. 447–452.
32. Lyte M., Auralananden B., Nguyen K. et al. Norepinephrine-induced growth and expression of virulence-associated factors in enterotoxigenic and enterohemorrhagic strains of Escherichia coli // Mechanisms in the Pathogenesis of Enteric Diseases / P.S. Paul et al., eds. / – N.Y.: L. Plenum Press. – 1996. – P. 16–44.
33. Burton C.L., Chhabra S.R., Swift S. et al. The growth response of Escherichia coli to neurotransmitters and related catecholamine drugs requires a functional enterobactin biosynthesis and uptake system // Infect. Immunol. – 2002. – Vol. 70, No. 11. – P. 5913–5923.
34. Kinney K.S., Austin C.E., Morton D.S. et al. Catecholamine enhancement of Aeromonas hydrophila growth // Microbial Pathogenesis. – 1999. – Vol. 25. – P. 85–91.
35. Олескин А.В., Кировская Т.А., Ботвинко И.В. и др. Действие серотонина (5-окситриптамина) на рост и дифференциацию микроорганизмов // Микробиология. – 1998. – Т. 67, № 3. – С. 305–312.
36. Кагарлицкий Г.О., Кировская Т.А., Олескин А.В. Действие нейромедиаторных аминов на рост и дыхание микроорганизмов // Биополитика. Открытый междисциплинарный семинар на Биологическом факультете Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова. – М.: Биологический факультет МГУ, 2003. – С. 13–17.
37. Анучин А.М., Чуваев Д.И., Кировская Т.А. и др. Действие нейромедиаторных моноаминов на ростовые характеристики Escherichia coli K-12 // Микробиология. – 2008. – Т. 77, № 6. – С. 1–8.
38. Freestone P.P.E., Haigh R.D., Lyte M. Specificity of catecholamine-induced growth in Escherichia coli O157:H7, Salmonella enterica and Yersinia enterocolitica // FEMS Microbiol. Lett. – 2007. – Vol. 269. – P. 221–228.
39. Страховская М.Г., Иванова Е.В., Фрайкин Г.Я. Стимулирующее влияние серотонина на рост дрожжей Candida guilliermondii и бактерий Streptococcus faecalis // Микробиология. – 1993. – Т. 62. – С. 46–49.
40. Freestone P.P.E., Haigh R.D., Lyte M. Blockade of catecholamine-induced growth by adrenergic and dopaminergic receptor antagonists in Escherichia coli O157:H7, Salmonella enterica and Yersinia enterocolitica // BMC Microbiol. – 2007. – Vol. 7. – P. 8.
41. Бабин В.Н., Домарадский И.В., Дубинин А.В. и др. Биохимические и молекулярные аспекты симбиоза человека и его микрофлоры // Российск. хим. журн. – 1994. – Т. 38. – С. 66–78.
42. Шишов В.В., Кировская Т.А., Кудрин В.С. и др. Нейромедиаторные амины, их предшественники и продукты окисления в биомассе и культуральной жидкости на разных стадиях развития культуры Escherichia coli K-12 // Прикладная биохимия и микробиология. – 2009. В печати.
43. Сейдахметова З.Ж., Ташенова Г.К. Влияние иммобилизационного стресса на реактивность симпато-адреналовой системы и резистентность эритроцитов у крыс в периоды маммо- и лактогенеза // Бюллетень СО РАМН. – 2005. – Т. 118, № 4. – С. 93–95.
44. Цавкелова Е.А., Ботвинко И.Б., Кудрин В.С. и др. Детекция нейромедиаторных аминов у микроорганизмов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии // Докл. АН. – 2000. – Т. 372. – С. 840–842.
45. Карташова О.Л., Усвятцов Б.Я. Микрофлора кожи человека // Экология микроорганизмов человека / Под ред. О.В. Бухарина. – Екатеринбург: Институт клеточного и внутриклеточного симбиоза. – 2006. – С. 61–102.
46. Jutte A. Human pheromones – social and sexual cues // Evolution, Behaviour and Society: Human Ethology / Ed. M. Butovskaya, F. Salt-er. – Moscow: Russian State University for Humanities. – 2001. – P. 51.
47. Сайт по биополитике, раздел «Новости» // <http://biopolitika.ru>.