

СИСТЕМА ПОВЕДЕНЧЕСКОГО ДОМИНИРОВАНИЯ: ОБЗОР ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ И НЕЙРОБИОЛОГИЧЕСКИХ МАРКЕРОВ

*Е.П. Муртазина** ORCID: [0000-0002-4243-8727](https://orcid.org/0000-0002-4243-8727)

*И.С. Матюлько** ORCID: [0000-0001-9105-3172](https://orcid.org/0000-0001-9105-3172)

*Б.В. Журавлев** ORCID: [0000-0002-6954-6891](https://orcid.org/0000-0002-6954-6891)

*Научно-исследовательский институт нормальной физиологии имени П.К. Анохина
(Москва)

Представлен обзор литературных данных о взаимосвязях характеристик личности, относящихся к системе поведенческого доминирования, с психофизиологическими, гормональными и нейробиологическими показателями. Описаны социальные и поведенческие особенности, сопровождающие проявления доминирования и подчинения. Рассмотрены исследования, в которых выявлены взаимосвязи показателей доминантного или субординантного поведения с индивидуальными адаптационными способностями к стрессорным воздействиям, а также с уровнями личностной и ситуативной тревожности субъектов в различных социальных контекстах. Обсуждаются ключевые гормональные механизмы, лежащие в основе социального доминирования. На примере исследований, демонстрирующих коррелирующие динамики изменений содержания гормонов адренкортикоидной и половой систем, а также их взаимозависимого влияния на установление доминантного статуса индивидов, рассматривается теория двухкомпонентной гормональной регуляции доминантности в условиях социального стресса. Показано, что индивидуальные особенности, характеризующие соотношение систем поведенческой активации (стремление к вознаграждению) или торможения (мотивация избегания неудач), играют важную роль в достижении доминирования и формировании представлений о собственном социальном статусе. Рассмотрены нейрофизиологические и нейрохимические механизмы, участвующие в регуляции социальных иерархических взаимодействий. Описаны особенности активации различных структур головного мозга в процессе социальных взаимоотношений, включая доминирование и субординацию, а также контекст-зависимое восприятие собственного социального статуса и ранга оппонента. Предложено рассмотрение системы поведенческого доминирования с точки зрения теории функциональных систем, ее архитектоники и ведущих принципов (взаимосодействие компонентов, афферентный синтез, принятие решения, программа действий и акцептор параметров результата действий). На основе системных представлений социальные факторы можно рассматривать в

Ответственный за переписку: Муртазина Елена Павловна, *адрес:* 125315, Москва, ул. Балтийская, д. 8; *e-mail:* e.murtazina@nphys.ru

Для цитирования: Муртазина Е.П., Матюлько И.С., Журавлев Б.В. Система поведенческого доминирования: обзор психофизиологических особенностей и нейробиологических маркеров // Журн. мед.-биол. исследований. 2020. Т. 8, № 4. С. 427–441. DOI: 10.37482/2687-1491-Z036

качестве ведущих обстановочных и пусковых стимулов, влияющих на процессы афферентного синтеза, а также способных модулировать программу действий и менять оценку результатов, достигаемых субъектами в процессе социальных взаимоотношений.

Ключевые слова: система поведенческого доминирования, социальные взаимоотношения, стресс, тревожность, адренокортикоидные гормоны, половые гормоны, скорость принятия решений, нейробиологические маркеры.

Иерархическая организация групп и популяций широко распространена у социальных видов животных [1]. Хотя индивидуальные ранги в социальной иерархии могут меняться в связи с изменением обстановки [2], есть кардинальные различия в предрасположенности отдельных субъектов к стремлению достичь доминирования [3]. Систему поведенческого доминирования (Dominance Behavioral System, DBS) характеризуют как систему, основывающуюся на биологических и физиологических механизмах, которая направляет мотивацию доминирования и определяет доминантное или подчиненное поведение. Она также ответственна за восприятие собственного и чужого статуса, властного или подчиненного состояний. Существование такой системы признано у всех млекопитающих, и определена конечная цель, которой она служит, – контроль над социальными и материальными ресурсами, имеющими решающее значение для выживания и репродукции. Авторы по-разному называют DBS: домены социальных рангов [4], иерархические домены [5] или система силы [6]. DBS включает в себя ряд психологических, поведенческих и биологических компонентов. Эта система способна модулировать направленность сенсорной обработки, а также обеспечивает эффективное и быстрое исследовательское поведение, которое увеличивает вероятность достижения результатов деятельности.

Цель данной работы заключалась в анализе результатов современных научных исследований, посвященных изучению социальных, поведенческих, психофизиологических и нейробиологических механизмов системы поведенческого доминирования.

DBS у людей и ее компоненты эволюционировали в различных социальных контекстах: как в конкуренции, так и при кооперации, удовлетворяющей потребности в мирной групповой жизни. Эволюция группового обитания не исключала соревновательного элемента и конкуренции в социальных взаимодействиях между субъектами и группами, включая агрессивное поведение [7]. Доминантное и подчиненное поведение служат для урегулирования агрессии и конфликтов, при этом гарантируя, что доминантные особи обычно первыми получают доступ к ресурсам, которые могут обеспечивать и наибольший репродуктивный успех [8].

У социально доминантных личностей выявляется стабильно высокий уровень мотивации и поведения, направленных на управление другими субъектами [9]. В общении с другими доминантные люди больше говорят [10], чаще перебивают других [11], они в большей степени иницируют социальные взаимодействия, при этом такое поведение наблюдается у доминирующих детей уже с раннего возраста [12]. Хотя люди используют и другие стратегии (например, престиж), чтобы повысить свой социальный иерархический статус [13], степень доминирования является одним из точных прогностических критериев внешней оценки компетентности, даже в тех случаях, когда на самом деле ее уровень может быть недостаточным [14–16]. Доминирование также является одной из черт личности, по которой можно прогнозировать лидерские качества человека в группе [17], даже в большей степени, чем интеллектуальные способности [18].

Показано, что люди с высокими баллами по шкале доминирования часто пытаются контролировать свое окружение и других людей [19], являются решительными, авторитетными и властными [15]. Они также оцениваются сверстниками как более способные к лидерству [20]. Остается недостаточно изученным вопрос о влиянии на доминантность индивидуальных качеств личности. Возможно, доминирующие люди имеют исходные специфические психофизиологические черты, не обязательно зависящие от социальных контекстов, в которых они проявляются, но помогающие этим индивидуумам добиться большего социального влияния.

Среди ключевых факторов, влияющих на конкурентный успех субъекта и установление социальных иерархических взаимоотношений, выделяют адаптационные способности к стрессу. Показатели уровней личностной и ситуативной тревожности, которые отражают восприимчивость к стрессу, являются важными характеристиками, определяющими конкурентоспособность индивидуумов. В ряде работ выявлены различия в уровнях тревожности и стресс-чувствительности доминантных и подчиненных особей при зоосоциальном конкурентном поведении у животных [21, 22], которые при этом были взаимосвязаны с показателями энергетического метаболизма головного мозга, в частности с уровнем митохондриальной активности в прилежащем ядре.

В работе L. Goette et al. [23] показано, что уверенность человека в своей конкурентоспособности не зависит от уровня тревожности в обычных спокойных условиях, в то время как воздействие модельного социального стресс-теста приводит к разделению поведения индивидуумов: люди с низкой тревожностью проявляют чрезмерную уверенность, а люди с высокой тревожностью становятся менее уверенными. При этом обнаружено, что концентрация кортизола в слюне испытуемых, как индикатор их стресс-реактивности, коррелирует с уверенностью, направление изменений которой четко зависит от исходного уровня тревожности. Ав-

торы [23] считают, что стресс может быть одним из факторов, приводящих к социальному и экономическому неравенству, таким образом являясь не только следствием неравенства, но и его причиной через воздействие на конкурентоспособную уверенность человека в принятии решений в финансово-значимых ситуациях.

Доминирование способствует репродуктивному успеху индивидов, вследствие чего большую роль в системе контроля доминантного поведения играют центрально-периферические нейрогормональные механизмы. Наибольшее количество исследований в области социо-нейроэндокринологии посвящено половым гормонам, в частности взаимосвязям уровней андрогенов и эстрогенов с особенностями потребительского поведения, принятия социально-экономических решений и конкурентоспособностью человека в достижении долгосрочных целей, которые могут привести к приобретению материальных ресурсов, обеспечению брачного успеха и высокого социального статуса [24]. В исследовании, проведенном на членах команды по регби с четкой иерархической структурой [25], показана взаимосвязь между уровнем тестостерона и доминантностью, которая свидетельствует об усилении этим гормоном доминантного поведения у лиц с высоким социальным статусом, в то время как у индивидуумов с более низким статусом он индуцирует субординантное поведение. Обнаружено, что экзогенный тестостерон может быстро (в течение часа) потенцировать агрессивное поведение, вызванное социальной провокацией, но только среди мужчин с доминирующим или импульсивным типами личности [26]. В другой работе установлено, что у женщин с более высоким доминантным статусом наблюдается повышенный уровень тестостерона в сыворотке крови [27].

Согласно теории двухкомпонентной гормональной регуляции [28], влияние тестостерона на доминантность зависит от кортизола – глюкокортикоидного гормона, участвующего в регуляции ответа на стресс и пове-

дения социального избегания. Р.Н. Mehta и R.A. Josephs в своей работе [28] продемонстрировали, что тестостерон определяет высокий доминантный статус только при условии низкого уровня кортизола, в то время как при высоком уровне кортизола повышенный тестостерон может привести к снижению социального статуса и доминантности. Показано [29], что у мальчиков с высоким уровнем тревожности в процессе выполнения задания в стрессовой обстановке сопряженное действие кортизола и тестостерона выше, чем у мальчиков с низким базальным уровнем тестостерона и/или высокой доминантностью, при этом изменения содержания кортизола и тестостерона демонстрировали высокую степень корреляции: их уровни повышались и снижались практически синхронно. Авторы [29] предполагают, что роль кортизола при конкуренции состоит в высвобождении и использовании энергетических ресурсов, в то время как высокий уровень тестостерона способствует повышению эффективности соревновательной деятельности. Показано также, что у людей кортизол способен снижать воздействие тестостерона на доминантность, агрессию и рискованность [30]. Кроме синергетического взаимодействия тестостерона и кортизола, были выявлены взаимосвязи эффектов эстрогена и глюкокортикоидов. Обнаружено [31], что у подростков повышенный уровень эстрогена на фоне низкой концентрации кортизола ассоциирован с высоким риском возникновения проблем экстернализации, включающих в себя отклонения в социальном поведении, эмоциональную нестабильность, гиперактивность и нарушение внимания, которые могут привести к патологиям развития личности.

Многочисленные данные свидетельствуют о тесных взаимосвязях поведенческих проявлений доминантности, агрессии и импульсивности/самоконтроля с гормональным статусом, который, в свою очередь, зависит от эмоционального состояния индивидов, контролируемого лимбическими структурами головного мозга. Активность лимбической системы, в

частности миндалины, находится под регуляторным контролем различных фронтальных зон коры головного мозга. Эти сложные взаимосвязи подтверждаются исследованием [32], в котором показано, что, когда людям необходимо осуществлять контроль над своим эмоциональным состоянием в социуме, индивиды с потенциально более высокими уровнями агрессии и доминирования, но с успешным самоконтролем над эмоциональными действиями характеризуются усиленным регуляторным влиянием передней префронтальной коры на активность миндалины. При этом повышенный базальный уровень тестостерона в слюне у испытуемых коррелирует с низкими показателями регуляторного контроля передней префронтальной коры над миндалиной.

Показано влияние гендерных факторов на распознавание и оценку доминантности [33, 34]. Обнаружено, что мужественность/женственность и пол нецелевых лиц на фотографиях при визуальном предъявлении в одном ряду с фотографией целевого субъекта влияют на оценку его рейтинга доминирования. «Мускулированность» фоновых лиц уменьшала воспринимаемую доминантность по сравнению с женственностью, а показ мужского фонового лица уменьшал воспринимаемую доминантность целевого изображения мужчин в большей степени, чем женщин [35]. В исследовании [36] женщины, которые по фотографиям были оценены другими людьми как более доминантные, имели более низкие уровни кортизола в слюне. И наоборот: женщины с низким уровнем кортизола были восприняты по их фотографиям как более доминантные, чем женщины с высоким уровнем кортизола, который отражал степень их стресса.

Показано, что в конкурентных условиях высокодоминантные индивиды быстрее принимают решения в сложных перцептуальных и сенсомоторных тестах по сравнению с низкодоминантными [37–39]. Можно предположить, что высокая скорость действий у доминирующих особей является качеством их общего когнитивного стиля. Способность быстрее

других взять под контроль ресурсы и оценить угрозы выживанию в окружающей среде может обеспечить эволюционное преимущество и упрочение доминантного поведения у таких представителей популяции. В соответствии с правилом принятия решения «следовать за тем, кто движется первым» [40], у субъекта, способного быстрее принимать решение и действовать раньше других в различных социальных контекстах, увеличивается вероятность стать доминирующим и достичь лидерства [12, 41, 42]. Установлено, что у людей с высоким уровнем по шкале доминирования меньше не только простая скорость сенсомоторных реакций, но и скорость принятия решений в ситуациях выбора, независимо от социального контекста [43]. Выявлено, что люди с высоким доминантным статусом быстрее принимают решения как в условиях конкуренции, так и вне ее, что позволяет предположить существование общих когнитивных качеств, связанных с доминированием [37, 38, 43]. Более быстрая когнитивная обработка информации у доминирующих индивидов без ущерба ни скорости, ни точности может помочь в руководстве и принятии групповых решений, не ставя под угрозу результативность совместной деятельности.

Показано, что при искусственном манипулировании социальным статусом участников в условиях конкуренции у испытуемых, чей социальный статус заранее был завышен, скорость зрительно-моторной реакции была выше без увеличения частоты ошибок независимо от уровня сложности задачи, чем у испытуемых с искусственно заниженным статусом [37]. В частности, наблюдалось сильное влияние социальной иерархии на ответы участников при решении перцептивной задачи: участники были быстрее, когда они выполняли задачу в присутствии «вышестоящего» игрока, при этом уровень точности не снижался. Можно предположить, что обследуемые оценивали свои показатели результативности в испытаниях, сыгранных в присутствии «сильного» игрока, как более значимые и поэтому ощущали большее социальное вознаграждение. Это согласуется с

результатами исследования, в котором выявлена повышенная активация системы вознаграждения при просмотре испытуемыми фотографий вышестоящих лиц [44].

Обнаружено, что для достижения результатов в условиях социальной конкуренции большое значение имеют личностные показатели, характеризующие соотношение между поведенческими системами активации (BAS – Behavioral Activation System) и торможения (BIS – Behavioral Inhibition System) [39, 45]. Считается, что преобладание BAS отражает направленность индивида на получение вознаграждения, а BIS характеризует мотивацию избегания неудач или наказания. Установлено, что лица с высокими показателями BAS достигали лучших результатов в ходе межличностной конкурентной борьбы и имели более высокие баллы по шкалам доминирования [46–48] и иерархического статуса [49–52]. В этих исследованиях также показано, что люди с более высокими показателями по шкале BIS были в большей степени склонны к формированию негативного представления о своем собственном социальном статусе. Таким образом, можно полагать, что то, как люди оценивают свое социальное положение, зависит от баланса между восприимчивостью к победе или к проигрышу. Эти эмоциональные и мотивационные компоненты представляются весьма значимыми при самовосприятии иерархического статуса в различных социальных контекстах. Можно считать, что мотивация, направленная на вознаграждение, побуждает субъекта к активному поведению и позитивному подходу к оценке межличностных отношений, что позволяет достигать доминирующего положения в окружающей социальной среде.

В исследованиях на животных показано, что у особей с короткими латентными периодами достижения подкреплений после условных сигналов в дальнейшем наблюдается более высокий иерархический статус по сравнению с особями с длинными латентными периодами [53]. При этом у первой группы обнаружен достоверно более высокий уровень дофамина в структурах мезолим-

бической системы. В этом же исследовании продемонстрировано, что оптическая стимуляция дофаминергических нейронов во время индивидуальных тренировок и во время теста на выявление доминантности приводила к улучшению результативности, проявляющемуся в увеличении числа и длительности эпизодов доступа к подкреплению в условиях социальной конкуренции.

Известно, что мотивационные состояния и поведение, направленные на получение вознаграждения, связаны с активностью дофаминергической системы мозга, в частности с дофаминовыми проекциями от вентральной тегментальной области к прилежащему ядру [54–57]. Показано, что хемогенетическая активация дофаминергических нейронов в вентральной тегментальной области приводит к более частой инициации поведенческих действий, направленных на получение вознаграждения [58]. С помощью оптогенетических методов выявлены связи фазовой активации нейронов вентральной тегментальной области (проецирующихся на нейронах прилежащего ядра) и специфических паттернов дофаминергической активности с различными формами социального поведения, направленного на получение вознаграждения [59, 60].

Показано, что экспрессия генов дофаминергической системы у человека [61] и приматов [62, 63] взаимосвязана с социальным доминированием. У доминантных обезьян выявлено более высокое содержание метаболитов дофамина в образцах спинномозговой жидкости, чем у подчиненных [64]. Предполагается, что в основе нейробиологического механизма, с помощью которого анксиолитические препараты повышают иерархический статус в тесте социального доминирования, лежит активация дофаминергических проекций от вентральной тегментальной области к прилежащему ядру с последующим высвобождением дофамина [65].

Наиболее актуальны исследования нейрофизиологических механизмов, которые могут участвовать в обеспечении социальных взаимоотношений, включая доминирование и под-

чинение. T.F. Farrow et al. [49] изучали, какие области мозга участвуют в оценке иерархических отношений двух или более внешних социальных агентов. В этом фМРТ-исследовании продемонстрирована активация левых областей вентролатеральной префронтальной и орбитофронтальной коры, левой дорсальной лобной и веретенообразной извилин при оценке испытуемыми социальных взаимоотношений между парами изображенных лиц.

Исследование нейронных механизмов, лежащих в основе восприятия социального доминирования по сигналам от выражения лица оппонента (гнев, агрессия или страх) и позным сигналам головы (направление взгляда и наклон), было проведено J.Y. Chiao et al. с помощью фМРТ и анализа характеристик вызванных потенциалов (ВП) головного мозга [66]. Выявлено, что восприятие доминирования по эмоциональному компоненту лиц происходит раньше (около 120 мс по ВП), чем восприятие социального доминирования по позным характеристикам головы (200–240 мс). Результаты фМРТ-визуализации показали, что активность в веретенообразной, верхней височной и лингвальной извилинах была связана с восприятием социального доминирования по позным характеристикам головы, а величина нейронной реакции по ВП в этих областях различалась в зависимости от воспринимаемого доминирования и подчиненности представленных лиц.

В работе H. Santamaría-García et al. [38] на примере задачи визуальной дискриминации исследованы взаимосвязи между электрофизиологическими реакциями зон коры головного мозга на изображения оппонентов, обладающих большим или меньшим иерархическим статусом по сравнению с испытуемым, и морфологическими характеристиками различных мозговых структур. Анализ ВП выявил достоверные изменения амплитуды компонента N170, который, как считается, отражает активацию процессов раннего распознавания и обработки лиц, знакомых объектов, слов и форм изображений. Показаны более высокие значения амплитуды N170 в испытаниях, прой-

денных с иерархически вышестоящим противником, чем в состязаниях с нижестоящим субъектом. Величина эффекта (прирост амплитуды компонента N170) у испытуемых коррелировала с морфологическими показателями некоторых структур головного мозга, а именно с толщиной и площадью задней поясной коры, верхней височной извилины, островка и веретенообразной извилины, а также пространственной формой хвостатого ядра. Авторы [38] делают заключение о том, что процессы раннего распознавания иерархического статуса могут определяться структурно-функциональными свойствами нейросети, участвующей в организации межсубъектных доминантных взаимодействий с взаимным определением социальной идентичности.

В исследовании С.Ф. Zink et al. [44] показано, что активность ряда структур головного мозга (затылочная и теменная кора, вентральный стриатум и парагиппокампальная область, дорсолатеральная и медиальная зоны префронтальной коры) значительно выше при просмотре изображений людей более высокого иерархического статуса, чем при просмотре изображений лиц, обладающих более низким рангом. Увеличение активности в затылочных областях коры и вентральном стриатуме указывает на усиление внимания и перцептивной обработки при просмотре человеком изображений лиц людей, превосходящих его иерархически. Парагиппокампальная область коры играет центральную роль в контекстуальной ассоциативной обработке [67], и повышение ее активности свидетельствует об активации контекстного распознавания при сравнении иерархических рангов субъектов. Ведущая роль и специфические особенности участия различных областей префронтальной коры в нейрофизиологических процессах, обеспечивающих социальное поведение животных и человека, в т. ч. их значение в развитии психопатологических состояний, показаны в многочисленных исследованиях и обзорах [68–70].

Результаты исследований позволяют полагать, что в основе системы поведенческого

доминирования лежат принципы теории функциональных систем академика П.К. Анохина и она имеет те же компоненты, которые являются ключевыми звеньями функциональных систем достижения индивидуальных результатов деятельности [71]. Это касается центральных нейрофизиологических механизмов регуляции мотивационных состояний, процессов селективного внимания и памяти, формирования эфферентных программ действий и акцепции их результатов за счет обратной связи, включая эмоционально окрашенную оценку. Приведенные исследования иллюстрируют, что индивидуальные особенности психофизиологических и нейробиологических характеристик субъектов играют ведущую роль в обеспечении социального поведения, в проявлении стиля доминирования, определяющего возможности достижения успеха в социуме.

Согласно системному подходу П.К. Анохина, можно рассматривать систему поведенческого доминирования/подчинения иерархически выше организованной на основе субсистем, обеспечивающих индивидуальные целенаправленные поведенческие акты, как для отдельного субъекта при достижении им личных результатов в составе группы, так и для популяции в целом, где ее субъекты взаимодействуют и в конкурентном контексте, и при взаимодействии для достижения интегрального результата группы, обеспечивающего ее эволюционный успех. С точки зрения теории функциональных систем, при целенаправленной деятельности отдельной личности в социуме должны происходить: реорганизация процессов афферентного синтеза за счет необходимости оценки значимых социальных обстановочных и пусковых стимулов; извлечение из памяти более сложных способов и программ удовлетворения собственных мотиваций и достижения результатов в присутствии, с участием или даже при противодействии других субъектов. В дальнейшем, в соответствии с выбранной поведенческой программой или стилем (в контексте системы поведенческого доминирования), должен перестраиваться акцептор ожидаемых результатов

действий, с учетом ценностной оценки, как индивидуальной, так и внешней (со стороны социального окружения).

В заключение необходимо отметить, что в большинстве исследований авторы проводят изолированный анализ нейрофизиологических процессов, участвующих в обеспечении функционирования отдельных компонентов системы поведенческого доминирования. Представляется важным рассмотрение доминантного поведения с системных позиций, а именно сопоставление динамических изменений нейрофизиологической активности структур головного мозга испытуемых в процессе достижения результатов в определенной социальной среде. В частности, был бы полезен кросскорреляционный анализ изменений между различными областями мозга, которые сначала обеспечивают процессы селективного социального внимания на основе специфики и уровней мотива-

ционных состояний, а затем отражают оценку вознаграждений в социальной ситуации. Кроме того, перспективными при изучении нейрофизиологических механизмов системы поведенческого доминирования представляются исследования, направленные на выявление индивидуальных личностных психофизиологических маркеров, включая соматовегетативные и нейробиологические, которые могли бы служить прогностическими критериями (предиктами) статуса доминантности отдельных субъектов для последующего командообразования. В связи с этим, вероятно, заслуживает большего внимания изучение пластичности доминантного поведения и ее нейрофизиологических коррелятов при изменениях межсубъектных взаимоотношений и манипуляциях ими в одних и тех же группах индивидуумов.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. *van der Kooij M.A., Sandi C.* The Genetics of Social Hierarchies // *Curr. Opin. Behav. Sci.* 2015. Vol. 2. P. 52–57.
2. *Knebel J.-F., Murray M.M.* Towards a Resolution of Conflicting Models of Illusory Contour Processing in Humans // *Neuroimage*. 2012. Vol. 59, № 3. P. 2808–2817.
3. *Ellyson S.L., Dovidio J.F.* Power, Dominance, and Nonverbal Behavior: Basic Concepts and Issues // *Power, Dominance, and Nonverbal Behavior* / ed. by S.L. Ellyson, J.F. Dovidio. New York, 1985. P. 1–27.
4. *Zuroff D.C., Fournier M.A., Patall E.A., Leybman M.J.* Steps Toward an Evolutionary Personality Psychology: Individual Differences in the Social Rank Domain // *Can. Psychol.* 2010. Vol. 51, № 1. P. 58–66.
5. *Bugental D.B.* Acquisition of the Algorithms of Social Life: A Domain-Based Approach // *Psychol. Bull.* 2000. Vol. 126, № 2. P. 187–219.
6. *Shaver P.R., Segev M.A., Mikulincer M.* A Behavioral Systems Perspective on Power and Aggression // *Human Aggression and Violence: Causes, Manifestations, and Consequences* / ed. by P.R. Shaver, M. Mikulincer. Washington, DC: American Psychological Association, 2011. P. 71–87.
7. *Archer J., Webb I.A.* The Relation Between Scores on the Buss–Perry Aggression Questionnaire and Aggressive Acts, Impulsiveness, Competitiveness, Dominance, and Sexual Jealousy // *Aggress. Behav.* 2006. Vol. 32, № 5. P. 464–473.
8. *Fournier M.A., Moskowitz D.S., Zuroff D.C.* Social Rank Strategies in Hierarchical Relationships // *J. Pers. Soc. Psychol.* 2002. Vol. 83, № 2. P. 425–433.
9. *Hall J.A., Coats E.J., LeBeau L.S.* Nonverbal Behavior and the Vertical Dimension of Social Relations: A Meta-Analysis // *Psychol. Bull.* 2005. Vol. 131, № 6. P. 898–924.
10. *Schmid M.M.* Dominance as Expressed and Inferred Through Speaking Time // *Hum. Commun. Res.* 2002. Vol. 28, № 3. P. 420–450.
11. *Ferguson N.* Simultaneous Speech, Interruptions and Dominance // *Br. J. Soc. Clin. Psychol.* 1977. Vol. 16, № 4. P. 295–302.
12. *Johnson S.L., Leedom L.J., Muhtadie L.* The Dominance Behavioral System and Psychopathology: Evidence from Self-Report, Observational, and Biological Studies // *Psychol. Bull.* 2012. Vol. 138, № 4. P. 692–743.

13. *Maner J.K., Case C.R.* Dominance and Prestige: Dual Strategies for Navigating Social Hierarchies // *Advances in Experimental Social Psychology*. Vol. 54 / ed. by J.M. Olson, M.P. Zanna. Cambridge: Elsevier Academic Press, 2016. P. 129–180.
14. *Wiggins J.S.* A Psychological Taxonomy of Trait-Descriptive Terms: The Interpersonal Domain // *J. Pers. Soc. Psychol.* 1979. Vol. 37, № 3. P. 395–412.
15. *Buss D.M., Craik K.H.* The Frequency Concept of Disposition: Dominance and Prototypically Dominant Acts // *J. Pers.* 1980. Vol. 48, № 3. P. 379–392.
16. *Anderson C., Kilduff G.J.* Why Do Dominant Personalities Attain Influence in Face-to-Face Groups? The Competence-Signaling Effects of Trait Dominance // *J. Pers. Soc. Psychol.* 2009. Vol. 96, № 2. P. 491–503.
17. *Guinote A.* How Power Affects People: Activating, Wanting, and Goal Seeking // *Annu. Rev. Psychol.* 2017. Vol. 68. P. 353–381.
18. *Judge T.A., Bono J.E., Ilies R., Gerhardt M.W.* Personality and Leadership: A Qualitative and Quantitative Review // *J. Appl. Psychol.* 2002. Vol. 87, № 4. P. 765–780.
19. *Jackson D.N.* Personality Research Form Manual. New York: Research Psychologists Press, 1974.
20. *Bateman T.S., Crant J.M.* The Proactive Component of Organizational Behavior: A Measure and Correlates // *J. Organ. Behav.* 1993. Vol. 14, № 2. P. 103–118.
21. *Hollis F., van der Kooij M.A., Zanoletti O., Lozano L., Cantó C., Sandi C.* Mitochondrial Function in the Brain Links Anxiety with Social Subordination // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2015. Vol. 112, № 50. P. 15486–15491.
22. *Larrieu T., Cherix A., Duque A., Rodrigues J., Lei H., Gruetter R., Sandi C.* Hierarchical Status Predicts Behavioral Vulnerability and Nucleus Accumbens Metabolic Profile Following Chronic Social Defeat Stress // *Curr. Biol.* 2017. Vol. 27, № 14. P. 2202–2210.
23. *Goette L., Bendahan S., Thoresen J., Hollis F., Sandi C.* Stress Pulls Us Apart: Anxiety Leads to Differences in Competitive Confidence Under Stress // *Psychoneuroendocrinology*. 2015. Vol. 54. P. 115–123.
24. *Stanton S.J.* The Role of Testosterone and Estrogen in Consumer Behavior and Social & Economic Decision Making: A Review // *Horm. Behav.* 2017. Vol. 92. P. 155–163.
25. *Inoue Y., Takahashi T., Burriss R.P., Arai S., Hasegawa T., Yamagishi T., Kiyonari T.* Testosterone Promotes Either Dominance or Submissiveness in the Ultimatum Game Depending on Players' Social Rank // *Sci. Rep.* 2017. Vol. 7, № 1. Art. № 5335.
26. *Carré J.M., Geniole S.N., Ortiz T.L., Bird B.M., Videto A., Bonin P.L.* Exogenous Testosterone Rapidly Increases Aggressive Behavior in Dominant and Impulsive Men // *Biol. Psychiatry*. 2017. Vol. 82, № 4. P. 249–256.
27. *Grant V.J., France J.T.* Dominance and Testosterone in Women // *Biol. Psychol.* 2001. Vol. 58, № 1. P. 41–47.
28. *Mehta P.H., Josephs R.A.* Testosterone and Cortisol Jointly Regulate Dominance: Evidence for a Dual-Hormone Hypothesis // *Horm. Behav.* 2010. Vol. 58, № 5. P. 898–906.
29. *Turan B., Tackett J.L., Lechtreck M.T., Browning W.R.* Coordination of the Cortisol and Testosterone Responses: A Dual Axis Approach to Understanding the Response to Social Status Threats // *Psychoneuroendocrinology*. 2015. Vol. 62. P. 59–68.
30. *Grebe N.M., Del Giudice M., Emery Thompson M., Nickels N., Ponzi D., Zilioli S., Maestripieri D., Gangestad S.W.* Testosterone, Cortisol, and Status-Striving Personality Features: A Review and Empirical Evaluation of the Dual Hormone Hypothesis // *Horm. Behav.* 2019. Vol. 109. P. 25–37.
31. *Tackett J.L., Reardon K.W., Herzhoff K., Page-Gould E., Harden K.P., Josephs R.A.* Estradiol and Cortisol Interactions in Youth Externalizing Psychopathology // *Psychoneuroendocrinology*. 2015. Vol. 55. P. 146–153.
32. *Kaldewaj R., Koch S.B.J., Zhang W., Hashemi M.M., Klumpers F., Roelofs K.* High Endogenous Testosterone Levels Are Associated with Diminished Neural Emotional Control in Aggressive Police Recruits // *Psychol. Sci.* 2019. Vol. 30, № 8. P. 1161–1173.
33. *Helgeson V.S., Fritz H.L.* Unmitigated Agency and Unmitigated Communion: Distinctions from Agency and Communion // *J. Res. Pers.* 1999. Vol. 33, № 2. P. 131–158.
34. *Dykiert D., Der G., Starr J.M., Deary I.J.* Sex Differences in Reaction Time Mean and Intraindividual Variability Across the Life Span // *Dev. Psychol.* 2012. Vol. 48, № 5. P. 1262–1276.
35. *Re D.E., Lefevre C.E., DeBruine L.M., Jones B.C., Perrett D.I.* Impressions of Dominance Are Made Relative to Others in the Visual Environment // *Evol. Psychol.* 2014. Vol. 12, № 1. P. 251–263.
36. *Gonzalez-Santoyo I., Wheatley J.R., Welling L.L.M., Cárdenas R.A., Jimenez-Trejo F., Dawood K., Puts D.A.* The Face of Female Dominance: Women with Dominant Faces Have Lower Cortisol // *Horm. Behav.* 2015. Vol. 71. P. 16–21.

37. *Santamaría-García H., Pannunzi M., Ayneto A., Deco G., Sebastián-Gallés N.* 'If You Are Good, I Get Better': The Role of Social Hierarchy in Perceptual Decision-Making // *Soc. Cogn. Affect. Neurosci.* 2014. Vol. 9, № 10. P. 1489–1497.
38. *Santamaría-García H., Burgaleta M., Sebastián-Gallés N.* Neuroanatomical Markers of Social Hierarchy Recognition in Humans: A Combined ERP/fMRI Study // *J. Neurosci.* 2015. Vol. 35, № 30. P. 10843–10850.
39. *Balconi M., Vanutelli M.E.* Competition in the Brain. The Contribution of EEG and fNIRS Modulation and Personality Effects in Social Ranking // *Front. Psychol.* 2016. Vol. 7. Art. № 1587.
40. *Van Vugt M., Hogan R., Kaiser R.B.* Leadership, Followership, and Evolution: Some Lessons from the Past // *Am. Psychol.* 2008. Vol. 63, № 3. P. 182–196.
41. *Rands S.A., Cowlshaw G., Pettifor R.A., Rowcliffe J.M., Johnstone R.A.* The Emergence of Leaders and Followers in Foraging Pairs When the Qualities of Individuals Differ // *BMC Evol. Biol.* 2008. Vol. 8. Art. № 51.
42. *King A.J., Cowlshaw G.* Leaders, Followers and Group Decision-Making // *Commun. Integr. Biol.* 2009. Vol. 2, № 2. P. 147–150.
43. *da Cruz J., Rodrigues J., Thoresen J.C., Chicherov V., Figueiredo P., Herzog M.H., Sandi C.* Dominant Men Are Faster in Decision-Making Situations and Exhibit a Distinct Neural Signal for Promptness // *Cereb. Cortex.* 2018. Vol. 28, № 10. P. 3740–3751.
44. *Zink C.F., Tong Y., Chen Q., Bassett D.S., Stein J.L., Meyer-Lindenberg A.* Know Your Place: Neural Processing of Social Hierarchy in Humans // *Neuron.* 2008. Vol. 58. P. 273–283.
45. *Carver C.S., White T.L.* Behavioral Inhibition, Behavioral Activation and Affective Responses to Impending Reward and Punishment: The BIS/BAS Scales // *J. Pers. Soc. Psychol.* 1994. Vol. 67, № 2. P. 319–333.
46. *Gray J.A.* Framework for a Taxonomy of Psychiatric Disorder // *Emotions: Essays on Emotion Theory* / ed. by S.H.M. Van Goozen, N.E. Van de Poll, J.A. Sergeant. Hillsdale: L. Erlbaum, 1994. P. 29–59.
47. *Gable S.L., Reis H.T., Elliot A.J.* Behavioral Activation and Inhibition in Everyday Life // *J. Pers. Soc. Psychol.* 2000. Vol. 78, № 6. P. 1135–1149.
48. *Marsh A.A., Blair K.S., Jones M.M., Soliman N., Blair R.J.* Dominance and Submission: The Ventrolateral Prefrontal Cortex and Responses to Status Cues // *J. Cogn. Neurosci.* 2009. Vol. 21, № 4. P. 713–724.
49. *Farrow T.F., Jones S.C., Kaylor-Hughes C.J., Wilkinson I.D., Woodruff P.W.R., Hunter M.D., Spence S.A.* Higher or Lower? The Functional Anatomy of Perceived Allocentric Social Hierarchies // *Neuroimage.* 2001. Vol. 57, № 4. P. 1552–1560.
50. *Demaree H.A., Robinson J.L., Everhart D.E., Youngstrom E.A.* Behavioral Inhibition System (BIS) Strength and Trait Dominance Are Associated with Affective Response and Perspective Taking When Viewing Dyadic Interactions // *Int. J. Neurosci.* 2005. Vol. 115, № 11. P. 1579–1593.
51. *Balconi M., Pagani S.* Personality Correlates (BAS-BIS), Self-Perception of Social Ranking, and Cortical (Alpha Frequency Band) Modulation in Peer-Group Comparison // *Physiol. Behav.* 2014. Vol. 133. P. 207–215.
52. *Balconi M., Pagani S.* Social Hierarchies and Emotions: Cortical Prefrontal Activity, Facial Feedback (EMG), and Cognitive Performance in a Dynamic Interaction // *Soc. Neurosci.* 2015. Vol. 10, № 2. P. 166–178.
53. *Lozano-Montes L., Astori S., Abad S., Guillot de Suduiraut I., Sandi C., Zalachoras I.* Latency to Reward Predicts Social Dominance in Rats: A Causal Role for the Dopaminergic Mesolimbic System // *Front. Behav. Neurosci.* 2019. Vol. 13. Art. № 69.
54. *Alcaro A., Huber R., Panksepp J.* Behavioral Functions of the Mesolimbic Dopaminergic System: An Affective Neuroethological Perspective // *Brain Res. Rev.* 2007. Vol. 56, № 2. P. 283–321.
55. *Arias-Carrión O., Stamelou M., Murillo-Rodríguez E., Menéndez-González M., Pöppel E.* Dopaminergic Reward System: A Short Integrative Review // *Int. Arch. Med.* 2010. Vol. 3. Art. № 24.
56. *Luciana M., Wahlstrom D., Porter J.N., Collins P.F.* Dopaminergic Modulation of Incentive Motivation in Adolescence: Age-Related Changes in Signaling, Individual Differences and Implications for the Development of Self-Regulation // *Dev. Psychol.* 2012. Vol. 48, № 3. P. 844–861.
57. *Ichinose T., Tanimoto H., Yamagata N.* Behavioral Modulation by Spontaneous Activity of Dopamine Neurons // *Front. Syst. Neurosci.* 2017. Vol. 11. Art. № 88.
58. *Boekhoudt L., Wijbrans E.C., Man J.H.K., Luijendijk M.C.M., de Jong J.W., van der Plasse G., Vanderschuren L.J.M.J., Adan R.A.H.* Enhancing Excitability of Dopamine Neurons Promotes Motivational Behaviour Through Increased Action Initiation // *Eur. Neuropsychopharmacol.* 2018. Vol. 28, № 1. P. 171–184.

59. Adamantidis A.R., Tsai H.-C., Boutrel B., Zhang F., Stuber G.D., Budygin E.A., Touriño C., Bonci A., Deisseroth K., de Lecea L. Optogenetic Interrogation of Dopaminergic Modulation of the Multiple Phases of Reward-Seeking Behavior // *J. Neurosci.* 2011. Vol. 31, № 30. P. 10829–10835.

60. Gunaydin L.A., Grosenick L., Finkelstein J.C., Kauvar I.V., Fenno L.E., Adhikari A., Lammel S., Mirzabekov J.J., Airan R.D., Zalocusky K.A., Tye K.M., Anikeeva P., Malenka R.C., Deisseroth K. Natural Neural Projection Dynamics Underlying Social Behavior // *Cell.* 2014. Vol. 157, № 7. P. 1535–1551. DOI: 10.1016/j.cell.2014.05.017

61. Martinez D., Orlowska D., Narendran R., Slifstein M., Liu F., Kumar D., Broft A., Van Heertum R., Kleber H.D. Dopamine Type 2/3 Receptor Availability in the Striatum and Social Status in Human Volunteers // *Biol. Psychiatry.* 2010. Vol. 67, № 3. P. 275–278.

62. Miller-Butterworth C.M., Kaplan J.R., Shaffer J., Devlin B., Manuck S.B., Ferrell R.E. Sequence Variation in the Primate Dopamine Transporter Gene and Its Relationship to Social Dominance // *Mol. Biol. Evol.* 2008. Vol. 25, № 1. P. 18–28. DOI: 10.1093/molbev/msm219

63. Nader M.A., Nader S.H., Czoty P.W., Riddick N.V., Gage H.D., Gould R.W., Blaylock B.L., Kaplan J.R., Garg P.K., Davies H.M., Morton D., Garg S., Reboassin B.A. Social Dominance in Female Monkeys: Dopamine Receptor Function and Cocaine Reinforcement // *Biol. Psychiatry.* 2012. Vol. 72, № 5. P. 414–421.

64. Kaplan J.R., Manuck S.B., Fontenot M.B., Mann J.J. Central Nervous System Monoamine Correlates of Social Dominance in Cynomolgus Monkeys (*Macaca fascicularis*) // *Neuropsychopharmacology.* 2002. Vol. 26, № 4. P. 431–443.

65. van der Kooij M.A., Hollis F., Lozano L., Zalachoras I., Abad S., Zanoletti O., Grosse J., Guillot de Suduiraut I., Canto C., Sandi C. Diazepam Actions in the VTA Enhance Social Dominance and Mitochondrial Function in the Nucleus Accumbens by Activation of Dopamine D1 Receptors // *Mol. Psychiatry.* 2018. Vol. 23, № 3. P. 569–578.

66. Chiao J.Y., Adams R.B., Tse P.U., Lowenthal L., Richeson J.A., Ambady N. Knowing Who's Boss: fMRI and ERP Investigations of Social Dominance Perception // *Group Process Intergroup Relat.* 2008. Vol. 11, № 2. P. 201–214. DOI: 10.1177/1368430207088038

67. Aminoff E., Gronau N., Bar M. The Parahippocampal Cortex Mediates Spatial and Nonspatial Associations // *Cereb. Cortex.* 2007. Vol. 17, № 7. P. 1493–1503.

68. Lieberman M.D., Straccia M.A., Meyer M.L., Du M., Tan K.M. Social, Self, (Situational), and Affective Processes in Medial Prefrontal Cortex (MPFC): Causal, Multivariate, and Reverse Inference Evidence // *Neurosci. Biobehav. Rev.* 2019. Vol. 99. P. 311–328.

69. Hiser J., Koenigs M. The Multifaceted Role of the Ventromedial Prefrontal Cortex in Emotion, Decision Making, Social Cognition, and Psychopathology // *Biol. Psychiatry.* 2018. Vol. 83, № 8. P. 638–647.

70. Муртазина Е.П. Взаимосвязи характеристик системы поведенческого доминирования и психопатологических состояний человека // *Соврем. проблемы науки и образования.* 2018. № 6. DOI: 10.17513/spno.28328

71. Анохин П.К. Узловые вопросы теории функциональной системы. М.: Наука, 1980. 196 с.

References

1. van der Kooij M.A., Sandi C. The Genetics of Social Hierarchies. *Curr. Opin. Behav. Sci.*, 2015, vol. 2, pp. 52–57.

2. Knebel J.-F., Murray M.M. Towards a Resolution of Conflicting Models of Illusory Contour Processing in Humans. *Neuroimage*, 2012, vol. 59, no. 3, pp. 2808–2817.

3. Ellyson S.L., Dovidio J.F. Power, Dominance, and Nonverbal Behavior: Basic Concepts and Issues. Ellyson S.L., Dovidio J.F. (eds.). *Power, Dominance, and Nonverbal Behavior*. New York, 1985, pp. 1–27.

4. Zuroff D.C., Fournier M.A., Patall E.A., Leybman M.J. Steps Toward an Evolutionary Personality Psychology: Individual Differences in the Social Rank Domain. *Can. Psychol.*, 2010, vol. 51, no. 1, pp. 58–66.

5. Bugental D.B. Acquisition of the Algorithms of Social Life: A Domain-Based Approach. *Psychol. Bull.*, 2000, vol. 126, no. 2, pp. 187–219.

6. Shaver P.R., Segev M.A., Mikulincer M. A Behavioral Systems Perspective on Power and Aggression. Shaver P.R., Mikulincer M. (eds.). *Human Aggression and Violence: Causes, Manifestations, and Consequences*. Washington, DC, 2011, pp. 71–87.

7. Archer J., Webb I.A. The Relation Between Scores on the Buss–Perry Aggression Questionnaire and Aggressive Acts, Impulsiveness, Competitiveness, Dominance, and Sexual Jealousy. *Aggress. Behav.*, 2006, vol. 32, no. 5, pp. 464–473.
8. Fournier M.A., Moskowitz D.S., Zuroff D.C. Social Rank Strategies in Hierarchical Relationships. *J. Pers. Soc. Psychol.*, 2002, vol. 83, no. 2, pp. 425–433.
9. Hall J.A., Coats E.J., LeBeau L.S. Nonverbal Behavior and the Vertical Dimension of Social Relations: A Meta-Analysis. *Psychol. Bull.*, 2005, vol. 131, no. 6, pp. 898–924.
10. Schmid M.M. Dominance as Expressed and Inferred Through Speaking Time. *Hum. Commun. Res.*, 2002, vol. 28, no. 3, pp. 420–450.
11. Ferguson N. Simultaneous Speech, Interruptions and Dominance. *Br. J. Soc. Clin. Psychol.*, 1977, vol. 16, no. 4, pp. 295–302.
12. Johnson S.L., Leedom L.J., Muhtadie L. The Dominance Behavioral System and Psychopathology: Evidence from Self-Report, Observational, and Biological Studies. *Psychol. Bull.*, 2012, vol. 138, no. 4, pp. 692–743.
13. Maner J.K., Case C.R. Dominance and Prestige: Dual Strategies for Navigating Social Hierarchies. Olson J.M., Zanna M.P. (eds.). *Advances in Experimental Social Psychology*. Vol. 54. Cambridge, 2016, pp. 129–180.
14. Wiggins J.S. A Psychological Taxonomy of Trait-Descriptive Terms: The Interpersonal Domain. *J. Pers. Soc. Psychol.*, 1979, vol. 37, no. 3, pp. 395–412.
15. Buss D.M., Craik K.H. The Frequency Concept of Disposition: Dominance and Prototypically Dominant Acts. *J. Pers.*, 1980, vol. 48, no. 3, pp. 379–392.
16. Anderson C., Kilduff G.J. Why Do Dominant Personalities Attain Influence in Face-to-Face Groups? The Competence-Signaling Effects of Trait Dominance. *J. Pers. Soc. Psychol.*, 2009, vol. 96, no. 2, pp. 491–503.
17. Guinote A. How Power Affects People: Activating, Wanting, and Goal Seeking. *Annu. Rev. Psychol.*, 2017, vol. 68, pp. 353–381.
18. Judge T.A., Bono J.E., Ilies R., Gerhardt M.W. Personality and Leadership: A Qualitative and Quantitative Review. *J. Appl. Psychol.*, 2002, vol. 87, no. 4, pp. 765–780.
19. Jackson D.N. *Personality Research Form Manual*. New York, 1974.
20. Bateman T.S., Crant J.M. The Proactive Component of Organizational Behavior: A Measure and Correlates. *J. Organ. Behav.*, 1993, vol. 14, no. 2, pp. 103–118.
21. Hollis F., van der Kooij M.A., Zanoletti O., Lozano L., Cantó C., Sandi C. Mitochondrial Function in the Brain Links Anxiety with Social Subordination. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 2015, vol. 112, no. 50, pp. 15486–15491.
22. Larrieu T., Cherix A., Duque A., Rodrigues J., Lei H., Gruetter R., Sandi C. Hierarchical Status Predicts Behavioral Vulnerability and Nucleus Accumbens Metabolic Profile Following Chronic Social Defeat Stress. *Curr. Biol.*, 2017, vol. 27, no. 14, pp. 2202–2210.
23. Goette L., Bendahan S., Thoresen J., Hollis F., Sandi C. Stress Pulls Us Apart: Anxiety Leads to Differences in Competitive Confidence Under Stress. *Psychoneuroendocrinology*, 2015, vol. 54, pp. 115–123.
24. Stanton S.J. The Role of Testosterone and Estrogen in Consumer Behavior and Social & Economic Decision Making: A Review. *Horm. Behav.*, 2017, vol. 92, pp. 155–163.
25. Inoue Y., Takahashi T., Burriss R.P., Arai S., Hasegawa T., Yamagishi T., Kiyonari T. Testosterone Promotes Either Dominance or Submissiveness in the Ultimatum Game Depending on Players' Social Rank. *Sci. Rep.*, 2017, vol. 7, no. 1. Art. no. 5335.
26. Carré J.M., Geniole S.N., Ortiz T.L., Bird B.M., Videto A., Bonin P.L. Exogenous Testosterone Rapidly Increases Aggressive Behavior in Dominant and Impulsive Men. *Biol. Psychiatry*, 2017, vol. 82, no. 4, pp. 249–256.
27. Grant V.J., France J.T. Dominance and Testosterone in Women. *Biol. Psychol.*, 2001, vol. 58, no. 1, pp. 41–47.
28. Mehta P.H., Josephs R.A. Testosterone and Cortisol Jointly Regulate Dominance: Evidence for a Dual-Hormone Hypothesis. *Horm. Behav.*, 2010, vol. 58, no. 5, pp. 898–906.
29. Turan B., Tackett J.L., Lehtreck M.T., Browning W.R. Coordination of the Cortisol and Testosterone Responses: A Dual Axis Approach to Understanding the Response to Social Status Threats. *Psychoneuroendocrinology*, 2015, vol. 62, pp. 59–68.
30. Grebe N.M., Del Giudice M., Emery Thompson M., Nickels N., Ponzi D., Zilioli S., Maestripieri D., Gangestad S.W. Testosterone, Cortisol, and Status-Striving Personality Features: A Review and Empirical Evaluation of the Dual Hormone Hypothesis. *Horm. Behav.*, 2019, vol. 109, pp. 25–37.
31. Tackett J.L., Reardon K.W., Herzhoff K., Page-Gould E., Harden K.P., Josephs R.A. Estradiol and Cortisol Interactions in Youth Externalizing Psychopathology. *Psychoneuroendocrinology*, 2015, vol. 55, pp. 146–153.

32. Kaldewaij R., Koch S.B.J., Zhang W., Hashemi M.M., Klumpers F., Roelofs K. High Endogenous Testosterone Levels Are Associated with Diminished Neural Emotional Control in Aggressive Police Recruits. *Psychol. Sci.*, 2019, vol. 30, no. 8, pp. 1161–1173.
33. Helgeson V.S., Fritz H.L. Unmitigated Agency and Unmitigated Communion: Distinctions from Agency and Communion. *J. Res. Pers.*, 1999, vol. 33, no. 2, pp. 131–158.
34. Dykiert D., Der G., Starr J.M., Deary I.J. Sex Differences in Reaction Time Mean and Intraindividual Variability Across the Life Span. *Dev. Psychol.*, 2012, vol. 48, no. 5, pp. 1262–1276.
35. Re D.E., Lefevre C.E., DeBruine L.M., Jones B.C., Perrett D.I. Impressions of Dominance Are Made Relative to Others in the Visual Environment. *Evol. Psychol.*, 2014, vol. 12, no. 1, pp. 251–263.
36. Gonzalez-Santoyo I., Wheatley J.R., Welling L.L.M., Cárdenas R.A., Jimenez-Trejo F., Dawood K., Puts D.A. The Face of Female Dominance: Women with Dominant Faces Have Lower Cortisol. *Horm. Behav.*, 2015, vol. 71, pp. 16–21.
37. Santamaría-García H., Pannunzi M., Ayneto A., Deco G., Sebastián-Gallés N. ‘If You Are Good, I Get Better’: The Role of Social Hierarchy in Perceptual Decision-Making. *Soc. Cogn. Affect. Neurosci.*, 2014, vol. 9, no. 10, pp. 1489–1497.
38. Santamaría-García H., Burgaleta M., Sebastián-Gallés N. Neuroanatomical Markers of Social Hierarchy Recognition in Humans: A Combined ERP/MRI Study. *J. Neurosci.*, 2015, vol. 35, no. 30, pp. 10843–10850.
39. Balconi M., Vanutelli M.E. Competition in the Brain. The Contribution of EEG and fNIRS Modulation and Personality Effects in Social Ranking. *Front. Psychol.*, 2016, vol. 7, Art. no. 1587.
40. Van Vugt M., Hogan R., Kaiser R.B. Leadership, Followership, and Evolution: Some Lessons from the Past. *Am. Psychol.*, 2008, vol. 63, no. 3, pp. 182–196.
41. Rands S.A., Cowlshaw G., Pettifor R.A., Rowcliffe J.M., Johnstone R.A. The Emergence of Leaders and Followers in Foraging Pairs When the Qualities of Individuals Differ. *BMC Evol. Biol.*, 2008, vol. 8, Art. no. 51.
42. King A.J., Cowlshaw G. Leaders, Followers and Group Decision-Making. *Commun. Integr. Biol.*, 2009, vol. 2, no. 2, pp. 147–150.
43. da Cruz J., Rodrigues J., Thoresen J.C., Chicherov V., Figueiredo P., Herzog M.H., Sandi C. Dominant Men Are Faster in Decision-Making Situations and Exhibit a Distinct Neural Signal for Promptness. *Cereb. Cortex*, 2018, vol. 28, no. 10, pp. 3740–3751.
44. Zink C.F., Tong Y., Chen Q., Bassett D.S., Stein J.L., Meyer-Lindenberg A. Know Your Place: Neural Processing of Social Hierarchy in Humans. *Neuron*, 2008, vol. 58, no. 2, pp. 273–283.
45. Carver C.S., White T.L. Behavioral Inhibition, Behavioral Activation and Affective Responses to Impending Reward and Punishment: The BIS/BAS Scales. *J. Pers. Soc. Psychol.*, 1994, vol. 67, no. 2, pp. 319–333.
46. Gray J.A. Framework for a Taxonomy of Psychiatric Disorder. Van Goozen S.H.M., Van De Poll N.E., Sergeant J.A. (eds.). *Emotions: Essays on Emotion Theory*. Hillsdale, 1994, pp. 29–59.
47. Gable S.L., Reis H.T., Elliot A.J. Behavioral Activation and Inhibition in Everyday Life. *J. Pers. Soc. Psychol.*, 2000, vol. 78, no. 6, pp. 1135–1149.
48. Marsh A.A., Blair K.S., Jones M.M., Soliman N., Blair R.J. Dominance and Submission: The Ventrolateral Prefrontal Cortex and Responses to Status Cues. *J. Cogn. Neurosci.*, 2009, vol. 21, no. 4, pp. 713–724.
49. Farrow T.F.D., Jones S.C., Kaylor-Hughes C.J., Wilkinson I.D., Woodruff P.W.R., Hunter M.D., Spence S.A. Higher or Lower? The Functional Anatomy of Perceived Allocentric Social Hierarchies. *Neuroimage*, 2001, vol. 57, no. 4, pp. 1552–1560.
50. Demaree H.A., Robinson J.L., Everhart D.E., Youngstrom E.A. Behavioral Inhibition System (BIS) Strength and Trait Dominance Are Associated with Affective Response and Perspective Taking When Viewing Dyadic Interactions. *Int. J. Neurosci.*, 2005, vol. 115, no. 11, pp. 1579–1593.
51. Balconi M., Pagani S. Personality Correlates (BAS-BIS), Self-Perception of Social Ranking, and Cortical (Alpha Frequency Band) Modulation in Peer-Group Comparison. *Physiol. Behav.*, 2014, vol. 133, pp. 207–215.
52. Balconi M., Pagani S. Social Hierarchies and Emotions: Cortical Prefrontal Activity, Facial Feedback (EMG), and Cognitive Performance in a Dynamic Interaction. *Soc. Neurosci.*, 2015, vol. 10, no. 2, pp. 166–178.
53. Lozano-Montes L., Astori S., Abad S., Guillot de Suduiraut I., Sandi C., Zalachoras I. Latency to Reward Predicts Social Dominance in Rats: A Causal Role for the Dopaminergic Mesolimbic System. *Front. Behav. Neurosci.*, 2019, vol. 13, Art. no. 69.
54. Alcaro A., Huber R., Panksepp J. Behavioral Functions of the Mesolimbic Dopaminergic System: An Affective Neuroethological Perspective. *Brain Res. Rev.*, 2007, vol. 56, no. 2, pp. 283–321.

55. Arias-Carrión O., Stamelou M., Murillo-Rodríguez E., Menéndez-González M., Pöppel E. Dopaminergic Reward System: A Short Integrative Review. *Int. Arch. Med.*, 2010, vol. 3. Art. no. 24.
56. Luciana M., Wahlstrom D., Porter J.N., Collins P.F. Dopaminergic Modulation of Incentive Motivation in Adolescence: Age-Related Changes in Signaling, Individual Differences, and Implications for the Development of Self-Regulation. *Dev. Psychol.*, 2012, vol. 48, no. 3, pp. 844–861.
57. Ichinose T., Tanimoto H., Yamagata N. Behavioral Modulation by Spontaneous Activity of Dopamine Neurons. *Front. Syst. Neurosci.*, 2017, vol. 11. Art. no. 88.
58. Boekhoudt L., Wijbrans E.C., Man J.H.K., Luijendijk M.C.M., de Jong J.W., van der Plasse G., Vanderschuren L.J.M.J., Adan R.A.H. Enhancing Excitability of Dopamine Neurons Promotes Motivational Behaviour Through Increased Action Initiation. *Eur. Neuropsychopharmacol.*, 2018, vol. 28, no. 1, pp. 171–184.
59. Adamantidis A.R., Tsai H.-C., Boutrel B., Zhang F., Stuber G.D., Budygin E.A., Touriño C., Bonci A., Deisseroth K., de Lecea L. Optogenetic Interrogation of Dopaminergic Modulation of the Multiple Phases of Reward-Seeking Behavior. *J. Neurosci.*, 2011, vol. 31, no. 30, pp. 10829–10835.
60. Gunaydin L.A., Grosenick L., Finkelstein J.C., Kauvar I.V., Fenno L.E., Adhikari A., Lammel S., Mirzabekov J.J., Airan R.D., Zalocusky K.A., Tye K.M., Anikeeva P., Malenka R.C., Deisseroth K. Natural Neural Projection Dynamics Underlying Social Behavior. *Cell*, 2014, vol. 157, no. 7, pp. 1535–1551. DOI: 10.1016/j.cell.2014.05.017
61. Martinez D., Orlowska D., Narendran R., Slifstein M., Liu F., Kumar D., Broft A., Van Heertum R., Kleber H.D. Dopamine Type 2/3 Receptor Availability in the Striatum and Social Status in Human Volunteers. *Biol. Psychiatry*, 2010, vol. 67, no. 3, pp. 275–278.
62. Miller-Butterworth C.M., Kaplan J.R., Shaffer J., Devlin B., Manuck S.B., Ferrell R.E. Sequence Variation in the Primate Dopamine Transporter Gene and Its Relationship to Social Dominance. *Mol. Biol. Evol.*, 2008, vol. 25, no. 1, pp. 18–28. DOI: 10.1093/molbev/msm219
63. Nader M.A., Nader S.H., Czoty P.W., Riddick N.V., Gage H.D., Gould R.W., Blaylock B.L., Kaplan J.R., Garg P.K., Davies H.M., Morton D., Garg S., Reboussin B.A. Social Dominance in Female Monkeys: Dopamine Receptor Function and Cocaine Reinforcement. *Biol. Psychiatry*, 2012, vol. 72, no. 5, pp. 414–421.
64. Kaplan J.R., Manuck S.B., Fontenot M.B., Mann J.J. Central Nervous System Monoamine Correlates of Social Dominance in Cynomolgus Monkeys (*Macaca fascicularis*). *Neuropsychopharmacology*, 2002, vol. 26, no. 4, pp. 431–443.
65. van der Kooij M.A., Hollis F., Lozano L., Zalachoras I., Abad S., Zanoletti O., Grosse J., Guillot de Suduiraut I., Canto C., Sandi C. Diazepam Actions in the VTA Enhance Social Dominance and Mitochondrial Function in the Nucleus Accumbens by Activation of Dopamine D1 Receptors. *Mol. Psychiatry*, 2018, vol. 23, no. 3, pp. 569–578.
66. Chiao J.Y., Adams R.B., Tse P.U., Lowenthal L., Richeson J.A., Ambady N. Knowing Who's Boss: fMRI and ERP Investigations of Social Dominance Perception. *Group Process Intergroup Relat.*, 2008, vol. 11, no. 2, pp. 201–214. DOI: 10.1177/1368430207088038
67. Aminoff E., Gronau N., Bar M. The Parahippocampal Cortex Mediates Spatial and Nonspatial Associations. *Cereb. Cortex*, 2007, vol. 17, no. 7, pp. 1493–1503.
68. Lieberman M.D., Straccia M.A., Meyer M.L., Du M., Tan K.M. Social, Self, (Situational), and Affective Processes in Medial Prefrontal Cortex (MPFC): Causal, Multivariate, and Reverse Inference Evidence. *Neurosci. Biobehav. Rev.*, 2019, vol. 99, pp. 311–328.
69. Hiser J., Koenigs M. The Multifaceted Role of the Ventromedial Prefrontal Cortex in Emotion, Decision Making, Social Cognition, and Psychopathology. *Biol. Psychiatry*, 2018, vol. 83, no. 8, pp. 638–647.
70. Murtaзина Е.П. Vzaimosvyazi kharakteristik sistemy povedencheskogo dominirovaniya i psikhopatologicheskikh sostoyaniy cheloveka [Relationship Between Characteristics of the Dominance Behavioral System and Human Psychopathology]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, 2018, no. 6. DOI: 10.17513/spno.28328
71. Anokhin P.K. *Uzlovye voprosy teorii funktsional'noy sistemy* [Central Issues of the Theory of Functional Systems]. Moscow, 1980. 196 p.

DOI: 10.37482/2687-1491-Z036

*Elena P. Murtazina** ORCID: [0000-0002-4243-8727](https://orcid.org/0000-0002-4243-8727)

*Irina S. Matyul'ko** ORCID: [0000-0001-9105-3172](https://orcid.org/0000-0001-9105-3172)

*Boris V. Zhuravlev** ORCID: [0000-0002-6954-6891](https://orcid.org/0000-0002-6954-6891)

*P.K. Anokhin Research Institute of Normal Physiology
(Moscow, Russian Federation)

THE DOMINANCE BEHAVIOURAL SYSTEM: A REVIEW OF PSYCHOPHYSIOLOGICAL FEATURES AND NEUROBIOLOGICAL MARKERS

This article provides a review of the literature data on the association between personal characteristics belonging to the behavioural dominance system and various psychophysiological, hormonal, and neurobiological indices. Social and behavioural features characteristic of dominance and subordination are described. The review discusses the studies showing the relationship between the indices of dominant or subordinate behaviours and adaptive capacity as well as levels of trait and state anxiety of individuals in different social contexts. Further, the key hormonal mechanisms underlying social dominance are reviewed. The dual-hormone hypothesis of dominance regulation under social stress is illustrated through studies showing the correlation between the changes in adrenocortical and sex hormone levels and their joint effect on the regulation of hierarchical status. Individual characteristics of prevalence or balance between the behavioural activation (motivation of gaining reward) and inhibition (motivation of avoiding failure) systems were found to play a crucial role in achieving higher dominance and the formation of ideas about one's own social status. In addition, the neurophysiological and neurochemical mechanisms involved in the regulation of social hierarchical relationships are discussed. The review describes the features of brain activation during social interaction, including dominance and subordination, as well as context-dependent perception of one's own social status and that of the opponent. The behavioural dominance system is proposed to be considered in the framework of the theory of functional systems, its architectonics, and central principles (interaction between its components, afferent synthesis, decision making, action program, and action result acceptor). Based on the systemic principles, social factors can be viewed as major environmental and triggering stimuli which affect the afferent synthesis, modulate the action program, and change the appraisal of results achieved by individuals during social interactions.

Keywords: *dominance behavioural system, social relationships, stress, anxiety, adrenocortical hormones, sex hormones, speed of decision making, neurobiological markers.*

Поступила 10.04.2020

Принята 20.09.2020

Received 10 April 2020

Accepted 20 September 2020

Corresponding author: Elena Murtazina, *address:* ul. Baltiyskaya 8, Moscow, 125315, Russian Federation; *e-mail:* e.murtazina@nphys.ru

For citation: Murtazina E.P., Matyul'ko I.S., Zhuravlev B.V. The Dominance Behavioural System: A Review of Psychophysiological Features and Neurobiological Markers. *Journal of Medical and Biological Research*, 2020, vol. 8, no. 4, pp. 427–441. DOI: 10.37482/2687-1491-Z036