

ПРИРОДА

12 15



Асимметрия социального поведения: левый глаз — правое полушарие

К.А.Каренина, А.Н.Гилёв

Один из основных принципов функционирования мозга позвоночных животных — принцип асимметрии. Вклад левого и правого полушарий головного мозга в осуществление различных функций неравнозначен [1]. Подобными предложениями начинается большинство современных научных публикаций, посвященных вопросам асимметрии мозга и поведения. В англоязычной научной литературе такое «введение в тему» носит скорее формальный характер, ведь даже у биологов очень отдаленных специальностей общеизвестность и справедливость подобных утверждений не вызывает сомнений. Однако такое отношение к межполушарной асимметрии сложилось сравнительно недавно. Вплоть до начала XXI в. широко распространено было мнение, что функциональная асимметрия мозга характерна исключительно для человека и, по-видимому, имеет отношение к высокому уровню развития человеческого интеллекта [2].

Первые исследования, доказывающие существование асимметрии в функционировании мозга других видов, помимо человека, относятся к 70—80-м годам XX в. В.Л.Бианки выявил основные особенности работы левого и правого полушарий, а так-



Карина Андреевна Каренина, младший научный сотрудник кафедры зоологии позвоночных Санкт-Петербургского государственного университета. Занимается изучением социального поведения животных, асимметрии восприятия сенсорной информации, поиском проявлений межполушарной асимметрии в поведении животных в природе.



Андрей Николаевич Гилёв, кандидат биологических наук, младший научный сотрудник той же кафедры. Область научных интересов — поведенческая экология, когнитивные способности животных, асимметрия мозга и поведения, эволюция асимметрии в использовании конечностей.

же сделал вывод, что функциональная специализация полушария не абсолютна, т.е. в зависимости от выполняемого процесса доминировать может то одно, то другое полушарие [1, 3]. Было обнаружено, к примеру, что левое полушарие мозга преимущественно контролирует пение у канареек [4] и распознавание пищевых объектов у курей [5], а правое полушарие доминирует в процессах, обеспечивающих ориентацию в пространстве у крыс [6].

Несмотря на убедительную доказательную базу, первые свидетельства существования межполушарной асимметрии у животных зачастую резко критиковались или даже игнорировались научным миром [2, 7], вероятно, еще неготовым отвергнуть идею об уникальности принципиальных основ функционирования человеческого мозга. Но время расставило все по своим местам. На сегодняшний момент существование асимметрии функционирования нервной системы доказано как экспериментально, так и наблюдениями

в природе, на разнообразнейших объектах животного мира — без преувеличения, от мухи до слона. Накопление в течение последних трех десятилетий массива информации о неравноценности функций левой и правой половин мозга наконец-то привело к тому, что фундаментальность и древнее происхождение функциональной асимметрии мозга были признаны широкой научной общественностью. Важно отметить, однако, что в основе современных представлений об асимметрии мозга лежит понимание основного свойства парного мозга — его двусторонней симметричности. Общий план строения мозга подчиняется принципу билатеральной симметрии, согласно которому одна половина зеркально повторяет другую. Однако детальное рассмотрение выявляет относительность принципа симметрии как в строении, так и в функционировании мозга. На основе парных, относительно симметричных структур возникает выраженная функциональная асимметрия полушарий мозга [1, 3, 6].

«Правый» и «левый» мир

Базовые различия между полушариями мозга, возникшие, как предполагают, на ранних этапах эволюции позвоночных [8], могут проявляться в поведении животных по-разному. К примеру, для многих видов позвоночных животных характерна моторная латерализация — неравное участие правой и левой половин тела в движении, связанное с асимметрией функционирования нервной системы [9]. Такая латерализация может выражаться в асимметрии поворотов тела и в асимметричном использовании парных конечностей. Другое распространенное проявление межполушарной асимметрии — сенсорная латерализация, т.е. неодинаковая восприимчивость органов чувств на левой и правой сторонах тела к определенным стимулам. Асимметрия восприятия сенсорных стимулов обусловлена специализацией левого и правого полушарий на обработке информации разного типа [10]. В поведении животных сенсорная латерализация может проявляться в виде предпочтения воспринимать определенный стимул левым или правым органом чувств (например, поворачиваться к стимулу одним ухом), а также в более высокой скорости и выраженности реакции на стимул при восприятии его одним из парных органов [11].

Наиболее детально на сегодняшний день изучена латерализация зрительного восприятия. Несмотря на значительные различия в организации зрительной системы, представители разных групп позвоночных по-разному воспринимают и обрабатывают информацию, поступающую от левого и правого глаза. Это явление описано для костных рыб, амфибий, рептилий, птиц и млекопитающих. Зрительная латерализация может проявляться при

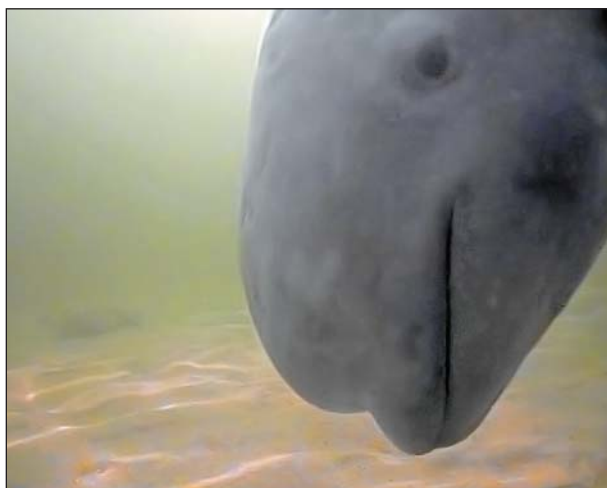
восприятию различных типов стимулов, например социальных партнеров, пищевых объектов, опасности, пространственных ориентиров [2]. Серия экспериментов на цыплятах домашней курицы служит одним из классических примеров исследований зрительной латерализации. Цыплят выпускали на экспериментальную площадку, по которой были рассыпаны зерна вперемешку с мелкими камешками. В разных вариантах эксперимента цыплята имели возможность использовать оба глаза либо только левый или правый глаз — другой был закрыт непрозрачным колпачком. Оказалось, что, если цыплята могли видеть обоими глазами или только правым, они практически не совершали ошибок, выбирая зерна среди камешков. В то же время, когда цыплята использовали только левый глаз, они с одинаковой частотой клевали зерна и камешки. Так как зрительная информация из правого глаза цыпленка преимущественно поступает в левое полушарие мозга, результаты описанных экспериментов указывают на доминирующую роль левого полушария в распознавании пищевых объектов [12]. Подобная латерализация при восприятии пищи была обнаружена и у представителей других групп позвоночных [13]. Например, костные рыбы и хвостатые амфибии преимущественно реагируют на пищевой стимул, находящийся в поле зрения правого глаза.

Модельными для изучения зрительной латерализации стали животные, у которых глаза расположены на голове латерально, т.е. по бокам. Человек, например, к таким видам не относится, ведь у нашего вида глаза расположены фронтально, т.е. спереди и в одной плоскости. У животных с латеральным расположением глаз поля зрения левого и правого глаза перекрываются лишь незначительно и из-за полного (или практически полного) перекреста зрительных нервов информация из одного глаза поступает преимущественно в про-



Кулики ходулочники. Во время брачного танца самцы опускают клюв в воду и интенсивно трясут им. В период ухаживания они чаще всего начинают «танцевать», когда самка находится в поле зрения их левого глаза.

Здесь и далее фото авторов



Кит белуха перед видеокамерой, которую рассматривает левым глазом.

тивоположное полушарие мозга [14]. У видов с подобным устройством зрительного анализатора мы можем исследовать межполушарную функциональную асимметрию без применения инвазивных методик, просто анализируя поведение животных. Само по себе латеральное расположение глаз не определяет проявление латерализации. Однако многочисленные исследования подтверждают, что предпочтение держать определенные

объекты в поле зрения одного из глаз у видов с латерально расположенными глазами обычно отражает доминирующую роль противоположного полушария в обработке информации об объектах такого типа. Предполагается, что части пространства, видимые левым и правым глазом, воспринимаются мозгом неодинаково и во взаимодействии животного с окружающей средой участвуют две разные, но взаимосвязанные системы: «левый глаз — правое полушарие» и «правый глаз — левое полушарие» [15].

Социальное полушарие

Одним из наиболее активно развивающихся направлений в исследованиях асимметрии мозга и поведения стало изучение «социальной латерализации» — асимметричного восприятия особей своего вида. Регулирование социального поведения — одна из наиболее сложных и многокомпонентных функций, которые осуществляет мозг позвоночных животных. В различные аспекты социального поведения могут быть вовлечены процессы, осуществляемые как левым, так и правым полушариями. Однако именно правое полушарие в научной литературе оправданно называют «социальным», ведь оно играет доминирующую роль в контроле большинства социальных реакций у различных видов позвоночных, включая челове-



Поединок жеребцов одичавшей лошади. Во время агрессивных взаимодействий каждый из них предпочитает смотреть на противника левым глазом.

ка [16]. В зрительном узнавании знакомых особей своего вида, к примеру, участвует преимущественно правое полушарие мозга, причем такая асимметрия выявлена как у млекопитающих, так и у птиц [17]. Преимущественная роль правого полушария в проявлении агрессивных реакций, направленных на особей своего вида, известна у амфибий, рептилий, птиц и млекопитающих. Социальная латерализация находит отражение в поведении животных — как в эксперименте, так и в природе. Если малька рыбы поместить в аквариум с зеркальной стенкой, то осматривать «другую особь», т.е. собственное отражение, он будет преимущественно левым глазом (направляющим информацию в правое полушарие). Сходным образом, жеребцы одичавшей домашней лошади во время поединков предпочитают держать противника в поле зрения левого глаза [18].

Асимметрия материнско-детских отношений

Одно из наиболее ярких проявлений асимметрии в социальном поведении человека — предпочтение держать ребенка с левой стороны от себя. Впервые научное описание этого феномена было опубликовано американским психологом Ли Солком в 1960 г. [19]. Он выяснил, что большинство женщин предпочитает держать своего ребенка левой рукой на левой стороне тела. Впоследствии было обнаружено, что такое левостороннее предпочтение существует в различных культурах и проявляется в различных ситуациях: когда ребенка держат на руках его мать или отец, нерожавшая женщина или подросток, а также в случаях, когда вместо живого ребенка женщина держит игрушку, имитирующую младенца. Однако подобная латерализация не уникальна для человека. Так, большинство самок горилл (*Gorilla gorilla*) и шимпанзе (*Pan troglodytes*) предпочитают держать детенышей с левой стороны тела [20].

Научные публикации, в которых говорится, что асимметрия в расположении ребенка на руках — не просто любопытный феномен, но и важный критерий физиологического состояния матери, вызвали волну интереса исследователей к этому вопросу в течение последнего десятилетия. Было обнаружено достоверное влияние эмоционального состояния матери на асимметричное расположение ребенка. Более того, оказалось,

что женщины, страдающие послеродовой депрессией, не проявляют левостороннего предпочтения [21]. Несмотря на то что асимметрия расположения ребенка относительно матери была обнаружена более полувека назад, механизмы возникновения данного феномена и факторы, определяющие его проявление, остаются не до конца понятными. Существует две основные гипотезы, объясняющие возникновение пространственной асимметрии между матерью и ребенком [19, 21]. Первая связывает данный феномен с моторными предпочтениями, проявляющимися в повседневной жизни человека. Можно предположить, что женщина держит ребенка левой рукой, так как правая должна оставаться свободной для выполнения какой-либо работы. Однако такое предположение не подтверждается данными о практически одинаковом числе матерей, предпочитающих держать ребенка левой рукой, среди правшей и левшей [19]. Вторая гипотеза объясняет асимметрию во взаимном расположении матери и ребенка с точки зрения асимметрии сенсорного восприятия. Предполагается, что левостороннее преобладание возникло из-за предпочтения держать ребенка в периферическом поле зрения левого глаза и, таким образом, направлять поток зрительной информации о нем в первую очередь в правое полушарие мозга [21]. Именно такое положение предположительно обеспечивает наиболее точное и быстрое осознание родителем эмоционального состояния ребенка, так как правое полушарие играет ведущую роль в подобных процессах восприятия социальной информации. Асимметричное расположение относительно родителя может иметь большое значение и для самого ребенка. Было показано, что, когда мать дер-



Самка тибетского макака.



Мадонна Грандука (Рафаэль, 1504 г.).

жит ребенка левой рукой, ему лучше видна левая половина лица матери, на которой более интенсивно отражаются эмоции. К тому же наблюдать мать в таком положении ребенок может преимущественно левым глазом, что способствует более эффективному восприятию социальной информации, исходящей от матери. Преимущественное расположение с определенной от нее стороны может оказывать влияние на формирование социальной латерализации. Так, дети, чьи матери держали их правой рукой, во взрослом возрасте проявляют пониженную нормальную межполушарную асимметрию в процессе восприятия лиц [22].

Смотрю левым глазом на себе подобных

У приматов использование передних конечностей — неотъемлемый компонент родительно-детских взаимоотношений, поэтому отдельно оценить вклад моторной и сенсорной латерализаций в возникновение асимметричного расположения особей крайне сложно. Изучение видов, у которых конечности напрямую не задействованы в поддержании близости между матерью и детенышем (мать не удерживает детеныша, а детеныш не держится за мать), позволит с точностью определить, может ли возникнуть асимметрия расположения детеныша лишь под воздействием латерализованного сенсорного восприятия особями друг друга. Это и стало целью нашего исследования. В качестве объектов были выбраны два вида парнокопытных, обитающих на территории России: сайгак (*Saiga tatarica tatarica*) и северный олень (*Rangifer tarandus tarandus*). Животные

обоих видов обитают на открытых пространствах, имеют хорошо развитое зрение, а их глаза расположены на голове латерально. Кроме того, детеныши выбранных видов с раннего возраста самостоятельно следуют за своими матерями. Перечисленные особенности делают сайгака и северного оленя подходящими объектами для изучения природы асимметрии в расположении матери и детеныша у млекопитающих.

Мы решили исследовать естественное поведение животных в природе, поэтому для полевых работ были организованы экспедиции. Наблюдения за дикими северными оленями проводились в Красноярском крае, в низовьях р.Хеты, а за сайгаками — в Астраханской области, на территории государственного природного заказника «Степной». Используя специальные замаскированные укрытия и маскировочные костюмы, мы проводили фото- и видеосъемку поведения самок с детенышами. При последующем анализе полученного материала мы оценили зрительную латерализацию во время социальных взаимодействий животных.

Перемещаясь вместе с матерью, основную часть времени детеныш проводит от нее сбоку. Объекты нашего исследования относятся к видам с латеральным расположением глаз, поэтому, находясь сбоку от матери, детеныш видит ее преимущественно левым или правым глазом. В ходе наблюдений мы отмечали, какое положение выбирает детеныш, приближаясь к матери сзади. Мы анализировали ситуации, в которых именно он был инициатором объединения пары и выбирал свое положение в пространстве относительно матери. У видов с латерально расположенными глазами предпочтение поворачиваться определенной

стороной тела к социальному объекту — свидетельство сенсорной, а не моторной латерализации [14, 17]. Поэтому односторонние предпочтения детенышей при выборе положения относительно матери мы интерпретировали как проявление латерализованного зрительного восприятия.

Результаты нашего исследования показали, что детеныши сайгака и северного оленя предпочитают располагаться в пространстве таким образом, чтобы мать находилась в поле зрения левого глаза. В результате, когда самка с детенышем перемещались совместно, в большинстве случаев он находился справа от нее. Такие предпочтения детеныши проявляли в различных типах активности, например во время отдыха, пастбы и бегства при опасности. Зрительная ла-



Самка сайгака с детенышем на водопое в заказнике «Степной».

терализация была обнаружена у детенышей разного возраста, от новорожденных до подростков двух-трех месяцев от роду. Наши наблюдения показали, что как у сайгаков, так и у северных оленей в основном детеныши поддерживали пространственную близость с матерью, а не наоборот. Очевидно, что при перемещении пары мать—детеныш основная задача детеныша следовать за матерью, не теряя ее из виду. Мать в первую очередь занята выбором направления движения, контролем за безопасностью, взаимодействиями с другими особями своего вида, т.е. ее внимание обращено скорее на окружающую обстановку, чем на детеныша. Несмотря на это, в определенных ситуациях именно мать инициирует сближение и контакт с детенышем. Латерализация в ситуациях, когда мать подходит к своему детенышу и выбирает определенное положение относительно него, — предмет будущих исследований.

Сопоставляя полученные результаты с данными исследований на приматах, можно проследить существование двух вариантов асимметрии в расположении матери и детеныша у млекопитающих. У приматов мать держит детеныша на руках и таким образом определяет его положение в пространстве. Сенсорная латерализация матери приводит к тому, что детеныш преимущественно находится слева от матери. В то же время у исследованных копытных детеныш сам определяет свое положение в пространстве, и его латерализованное поведение приводит к тому, что в большинстве случаев он располагается от матери справа. Несмотря на разное результирующее положение, оба варианта асимметрии между матерями и их детенышами, по всей видимости, обусловлены одной и той же социальной латерализацией, а именно предпочтением воспринимать социальную информацию с помощью системы «левый глаз — правое полушарие» [23]. Когда детеныш сайгака или северного оленя находится справа от матери и держит ее в поле зрения левого глаза, социальная информация от матери поступает



Ведется наблюдение за дикими северными оленями с берега р. Хеты.

преимущественно в его правое полушарие. Это подтверждают исследования организации зрительной системы копытных — около 90% нервных волокон от каждого глаза идут в противоположное полушарие мозга [18]. Таким образом, асимметричное расположение детеныша относительно матери — одно из проявлений правополушарного доминирования в регулировании социального поведения. В отличие от приматов, у исследованных видов передние конечности не участвуют напрямую во взаимном расположении матери и детеныша, поэтому мы можем исключить влия-



Самка северного оленя с детенышем. Во время осенней миграции они преодолевают даже крупные реки.



Детеныши сайгака.

ние моторной латерализации [24]. Наши результаты позволили понять, что асимметрия расположения матери относительно детеныша у млекопитающих может возникать вследствие асимметрии зрительного восприятия детенышем матери.

Наблюдая за поведением сайгаков в природе, помимо материнско-детских контактов, мы регистрировали латерализацию в отношениях между двумя детенышами, а также между взрослыми особями. Оказалось, что предпочтение смотреть на особь своего вида левым глазом проявляется и в этих типах социальных взаимодействий. Играя друг с другом, детеныши одного возраста часто объединяются в пары. Мы обнаружили, что при приближении к другому детенышу сайгачата предпочитают смотреть на потенциального партнера по играм левым глазом.

Наблюдения за молодыми самцами показали, что во время «тренировочных» турниров самцы предпочитают поворачивать голову таким образом, чтобы противник находился в поле зрения левого глаза. Так же самцы располагаются в пространстве во время погони за своим противником после турнира. Эти результаты демонстрируют, что зрительная латерализация, проявляющаяся в поведении детенышей при контактах с матерью, не специфическая особенность материнско-детских взаимоотношений. Предпочтение восприни-



Самцы сайгака. Во время «тренировочных» турниров они предпочитают поворачивать голову таким образом, чтобы противник находился в поле зрения левого глаза.

мать информацию о себе подобным левым глазом (правым полушарием) детеныши проявляют по отношению к разным социальным объектам, и такую же латерализацию демонстрируют взрослые

особи. Результаты нашей работы еще раз доказывают, что асимметрия мозга и поведения не уникальна для человека, это общая черта позвоночных животных [14]. ■

Авторы благодарят сотрудников заказника «Степной» и его директора В.Г.Калмыкова, а также Л.А.Колпащикова («Объединенная дирекция заповедников Таймыра») за помощь в организации исследования.

Исследования, проведенные на северном олене, выполнены при поддержке Российского научного фонда (проект 14-14-00284), на сайгаке – при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 14-04-31390).

Литература

1. Буанки В.Л. Механизмы парного мозга. Л., 1989.
2. Vallortigara G., Chiandetti C., Sovrano V.A. Brain asymmetry (animal) // WIREs Cogn. Sci. 2011. V.2. P.146–157.
3. Буанки В.Л. Асимметрия мозга животных. Л., 1985.
4. Nottebohm F., Stikes T.M., Leonard C.M. Central control of song in the canary, *Serinus canarius* // J. Comp. Neurol. 1976. V.165. P.457–486.
5. Rogers L.J., Anson J.M. Lateralization of function in the chicken forebrain // Pharmacol. Biochem. Behav. 1979. V.10. P.679–686.
6. Denenberg V.H. Hemispheric laterality in animals and the effects of early experience // Behav. Brain Sci. 1981. V.4. P.1–49. doi:10.1017/S0140525X00007330
7. MacNeilage P.F. Implications of primate functional asymmetries for the evolution of cerebral hemispheric specializations // Primate laterality: current behavioral evidence of primate asymmetries / Eds J.P.Ward, W.D.Hopkins. N.Y., 1993. P.319–341.
8. MacNeilage P.F., Rogers L.J., Vallortigara G. Origins of the left and right brain // Sci. Amer. 2009. V.301. P.60–67.
9. Ströckens F., Güntürkün O., Ocklenburg S. Limb preferences in non-human vertebrates // Laterality. 2013. V.18. P.536–575. doi:10.1080/1357650X.2012.723008
10. Deng C., Rogers L.J. Prehatching visual experience and lateralisation in the visual Wulst of the chick // Behav. Brain Res. 2002. V.134. P.375–385.
11. Rogers L.J. Lateralization in vertebrates: its early evolution, general pattern and development // Advances in the study of behavior / Eds P.J.B.Slater, J.Rosenblatt, C.Snowdon, T.Roper. San Diego, 2002. P.107–162.
12. Rogers L.J. Early experiential effects on laterality: research on chicks has relevance to other species // Laterality. 1997. V.2. P.199–219. doi:10.1080/713754277
13. Giljov A.N., Karenina K.A., Malasbichev Y.B. An eye for a worm: Lateralisation of feeding behaviour in aquatic anamniotes // Laterality. 2009. V.14. P.273–286. doi:10.1080/13576500802379665
14. Vallortigara G., Rogers L.J. Survival with an asymmetrical brain: advantages and disadvantages of cerebral lateralization // Behav. Brain Sci. 2005. V.28. P.575–589. doi:10.1017/S0140525X05370105
15. Bisazza A., Brown C. Lateralization of cognitive functions in fish // Fish cognition and behavior / Eds C.Brown, K.Laland, J.Krause. Oxford, 2011. P.298–324.
16. Brancucci A., Lucci G., Mazzatenta A., Tommasi L. Asymmetries of the human social brain in the visual, auditory and chemical modalities // Phil. Trans. R. Soc B: Biol. Sci. 2009. V.364. P.895–914. doi:10.1098/rstb.2008.0279
17. Rosa-Salva O., Regolin L., Mascalonzi E. et al. Cerebral and behavioural asymmetries in animal social recognition // Comp. Cogn. & Behav. Rev. 2012. V.7. P.110–138.
18. Austin N.P., Rogers L.J. Limb preferences and lateralization of aggression, reactivity and vigilance in feral horses, *Equus caballus* // Anim. Behav. 2012. V.83. P.239–247.
19. Harris L.J. Side biases for holding and carrying infants: reports from the past and possible lessons for today // Laterality. 2010. V.15. P.56–135.
20. Manning J.T., Heaton R., Chamberlain A.T. Left-side cradling: similarities and differences between apes and humans // J. Human Evol. 1994. V.26. P.77–83.
21. Sieratzki J.S., Woll B. Neuropsychological and neuropsychiatric perspectives on maternal cradling preferences // Epidem. Psychiatr. Soc. 2002. V.11. P.170–176.
22. Vervloed M.P., Hendriks A.W., Eijnde E. van den. The effects of mothers' past infant-holding preferences on their adult children's face processing lateralisation // Brain Cogn. 2011. V.75. P.248–254.
23. Каренина К.А., Гилёв А.Н. Мать и дитя: Поведенческая асимметрия в природе // Наука из первых рук. 2013. Т.5/6. С.110–123.
24. Каренина К.А., Гилёв А.Н., Малашичев Е.Б. Асимметрия пространственного взаиморасположения матери и детеныша у сайгака (*Saiga tatarica*) // Материалы 3-й научной конференции «Поведение и поведенческая экология млекопитающих». Черноголовка, 14–18 апреля 2014. М., 2014. С.47.