

УДК 591.186+599.537

ФИЗИОЛОГИЯ

Л. М. МУХАМЕТОВ, А. Я. СУПИН, И. Г. СТРОКОВА

МЕЖПОЛУШАРНАЯ АСИММЕТРИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ МОЗГА ВО ВРЕМЯ СНА У ДЕЛЬФИНОВ

(Представлено академиком В. Е. Соколовым 16 IV 1976)

В настоящем сообщении описано явление, обнаруженное при электрофизиологическом исследовании цикла бодрствование — сон у дельфинов и неизвестное ранее у других животных и у человека. Оно состоит в том, что два полушария мозга дельфина, судя по электрической активности их коры, могут продолжительное время находиться в существенно различных функциональных состояниях: в одном полушарии регистрируется четкая синхронизация электрокортикограммы, соответствующая медленному сну, а в другом — десинхронизация, характерная для бодрствования или парадоксального сна.

Исследования были проведены на 9 взрослых свободноподвижных черноморских афалинах (*Tursiops truncatus*) обоего пола с хронически вживленными электродами для регистрации электрокортикограммы (э.к.г.), электромиограммы шейных и глазодвигательных мышц, электрокардиограммы, пневмограммы. Методика вживления электродов описана в предыдущем сообщении (¹). Во время опытов животные свободно плавали в бассейне площадью 5×5 м² и глубиной 1,2 м. Электроды были соединены со входом электроэнцефалографа специальным антивибрационным кабелем. Непрерывная регистрация различных физиологических показателей производилась длительное время — в течение нескольких недель после операции при продолжительности сеансов непрерывной регистрации до 3 суток.

В э.к.г. дельфинов можно выделить типичные для всех млекопитающих картины десинхронизации (низкоамплитудная высокочастотная активность — рис. 1, стадия 1) и синхронизация (высокоамплитудная медленная ритмика). Легко дифференцировать по крайней мере два уровня синхронизации э.к.г.: преобладающие сонные веретена на фоне волн тета-и дельта-диапазонов, характерные для начальных стадий медленного сна (рис. 1, стадия 2) и доминирующие дельта-волны максимальной амплитуды, типичные для глубокого медленного сна (рис. 1, стадия 3).

В состоянии бодрствования и неглубокого медленного сна можно наблюдать обычную для всех млекопитающих билатеральную симметрию картин э.к.г., когда в обоих полушариях мозга она десинхронизирована (бодрствование) или синхронизирована (медленный сон). Не наблюдали случаев билатеральной предельно глубокой дельта-синхронизации э.к.г. Парадоксальный сон не был идентифицирован, но окончательное решение вопроса о том, существует ли парадоксальный сон у дельфинов или нет, требует дальнейших исследований.

Помимо обычных билатерально симметричных картин электрической активности мозга, у дельфинов возможна межполушарная асимметрия э.к.г. В то время как в одном полушарии развивается четкая синхронизация э.к.г., которая может соответствовать как поверхностному, так и глубокому медленному сну, в другом полушарии имеет место десинхронизиро-

ванная активность (рис. 2, 3). Явная межполушарная асимметрия э.к.г. свидетельствует о том, что два полушария мозга дельфина находятся в этот период в резко различных функциональных состояниях.

Односторонняя синхронизация э.к.г. возникает попеременно то в одном, то в другом полушарии. Асимметричное состояние уровней активации полушарий может сохраняться десятки минут. Наблюдения за животными не позволили обнаружить каких-либо поведенческих различий между состоянием медленного сна с билатеральной синхронизацией э.к.г.

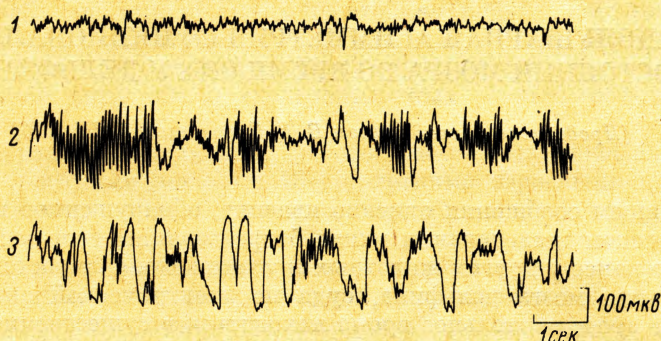


Рис. 1. Три основных рисунка э.к.г. теменной коры дельфина, зарегистрированные одним и тем же электродом. Здесь и на рис. 3: 1 — стадия десинхронизации, 2 — стадия доминирующих сонных веретен, 3 — стадия доминирующих дельта-волн

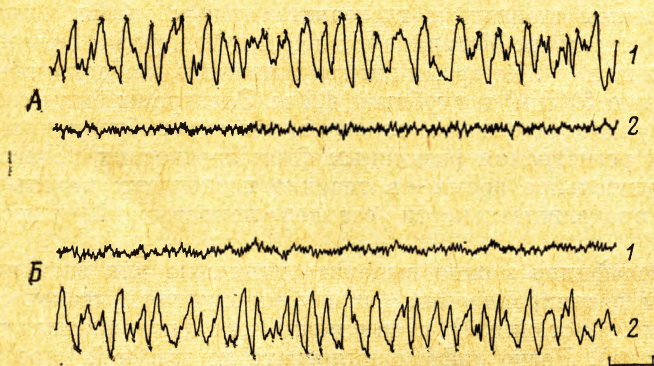


Рис. 2. Асимметричные картины десинхронизации и синхронизации э.к.г. в теменной области правого (1) и левого (2) полушарий мозга дельфина. Электрограммы Б записаны через 70 мин. после электрограмм А с тех же электродов. На электрограммах 2 мм по вертикали соответствуют 100 мкв; калибровка времени 1 сек.

и состоянием межполушарной асимметрии э.к.г. Межполушарная асимметрия синхронизации и десинхронизации э.к.г. наблюдалась у всех дельфинов (6 из 9), у которых были проведены систематические длительные сеансы регистрации.

Чтобы проверить, в какой степени обнаруженные различия в картинах э.к.г. характеризуют различия в состояниях полушарий мозга, а не локальные различия между отдельными точками коры, были проведены специальные эксперименты. В кору каждого полушария вживляли несколько электродов (до 4), охватывающих достаточно обширную область коры. Многоканальные отведения э.к.г. в этих экспериментах показали, что не-

смотря на некоторые локальные различия в картинах э.к.г., не вызывает сомнения возможность развития синхронизации во всех отведениях одного полушария при десинхронизации во всех отведениях другого полушария.

Имеющийся в настоящее время экспериментальный материал не позволяет дать какое-либо обоснованное объяснение нейрофизиологических механизмов чередующейся межполушарной асимметрии. Известно, что у обычных лабораторных животных рассечение всех комиссур переднего мозга не ведет к латерализации бодрствования и сна, но такая латерализация появляется после продольного рассечения ствола мозга ⁽²⁾, т. е. обычная симметрия бодрствования и сна в мозге определяется на стволовом уровне. Поэтому можно предположить, что обнаруженная у дельфина

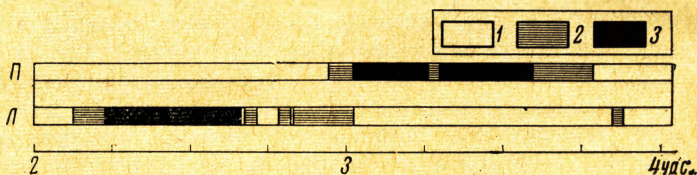


Рис. 3. График электрокортикографических стадий правого (П) и левого (Л) полушарий дельфина на протяжении двух ночных часов (2–4 часа)

межполушарная асимметрия обусловлена функциональной разобщенностью двух половин каких-либо активирующих или деактивирующих систем ствола мозга.

Пока не ясен также функциональный смысл чередующейся межполушарной асимметрии. В настоящее время, учитывая типичность картин э.к.г., можно с уверенностью говорить лишь о том, что одностороннее синхронизированное полушарие находится в состоянии медленного сна. Что же касается другого, односторонне десинхронизированного полушария, то пока трудно сказать, находится ли оно в состоянии, соответствующем бодрствованию или парадоксальному сну. Как известно, оба этих состояния мозга характеризуются электрокорковой десинхронизацией, а с другой стороны, нам пока не удалось обнаружить у дельфинов парадоксальный сон в типичном для наземных млекопитающих виде. Хотя парадоксальный сон односторонне десинхронизированного полушария маловероятен, тем не менее, отбросить эту возможность пока нельзя.

Если односторонне десинхронизированное полушарие является бодрствующим, то логично предположить выполнение им каких-то сторожевых функций которые, возможно, необходимы дельфинам во время сна из-за особенностей их водного образа жизни. К тому же известно, что один глаз у дельфинов во время сна может быть открыт ^(1, 3). Однако проверка этого предположения требует дальнейших экспериментов.

Наконец, обращает на себя внимание тот факт, что у дельфинов не было обнаружено состояние с билатеральным возникновением максимально развитых дельта-волн. Дельта-ритм максимальной амплитуды регистрировался только односторонне. Билатеральный дельта-ритм наблюдался во время барбитуровой наркотизации дельфинов. Но при этом оказалось, что самостоятельное дыхание на таком фоне прекращалось. Это позволяет предположить, что дыхательные акты дельфина, которые, как известно, представляют собой цепь хорошо координированных движений, несовместимы с глубоким медленным сном двух полушарий. Может быть, для нормального существования сложных дыхательных рефлексов во время сна и требуется поочередное бодрствование одного из полушарий.

Высказанные предположения о функциональном значении способности двух полушарий находиться поочередно на резко различных уровнях активации являются лишь рабочими гипотезами для дальнейшего экспериментального изучения этого свойства мозга дельфинов.

Институт эволюционной морфологии и
экологии животных им. А. Н. Северцова
Академии наук СССР
Москва

Поступило
5 IV 1976

ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Л. М. Мухаметов, А. Я. Супин, Журн. высш. нервн. деят., т. 25, 2, 369 (1975).
² F. Michel, In: Cerebral Interhemispheric Mechanisms, 1972, p. 83. ³ J. C. Lilly, In:
Handbook of Physiology, Section 4: Adaptation to the Environment, 1964, p. 741.