

СЕРДЕЧНЫЙ РИТМ КАК ИНДИКАТОР ЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЛОСЕЙ

Е.М.Богомоллова, Ю.А.Курочкин, А.Н.Минаев
НИИ Нормальной физиологии им. П.К.Анохина РАМН
Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н.Северцова РАН

Введение

Сохранение жизни животных — одна из важнейших задач, стоящих перед сотрудниками зоопарков. В неволе, в новой обстановке одним из наиболее губительных факторов является стресс. Воздействие многих привычных для человека (и поэтому им не замечаемых) раздражителей может вызывать затяжные ориентировочные, оборонительные реакции и впоследствии стресс у животных, которые не могут найти себе подходящего безопасного — с их точки зрения — убежища. Поэтому при содержании в неволе необходимо выяснить, какие из элементов окружающей среды — звуки, запахи, присутствие других животных и т.п. вызывают у животных какую-либо эмоциональную реакцию и, соответственно, оказываются значимыми.

Поэтому желательно в течение какого-то времени проводить постоянный мониторинг состояния животных, особенно отловленных в природе, после их переездов или переводов как показатель их адаптации. Биохимический анализ позволяет надежно выявлять стресс, но взятие проб само по себе вызывает у животных стрессовую реакцию. Поведенческие индикаторы не всегда помогают на ранних стадиях развития стресса. Альтернативой может служить анализ сердечного ритма животного. Параметры сердечного ритма многих животных зависят не только и не столько от их активности и уровня метаболизма, сколько от их эмоционального состояния (Пастухов, Вихриева, 1968, Богомоллова Е.М., 1992, Богомоллова Е.М., Курочкин Ю.А., 1997, Roshchevsky et.al., 1997). Частота сердечных сокращений у лосей при эмоциональном напряжении может возрастать в два раза (М.П.Рощевский, 1967). Диагностировать стрессовые состояния позволяют также индексы вариационной пульсометрии (Баевский и др., 1984).

Материал и методика

Параметры сердечного ритма свободно перемещающихся (не «привязанных» к стационарному электрокардиографу проводами) животных могут быть измерены при помощи радиотелеметрической аппаратуры. Дальность действия даже простейших передатчиков составляет километры и сотни метров в условиях городских помех, что достаточно даже для больших вольеров. Был разработан и изготовлен комплект радиотелеметрической аппаратуры

«Лось-3» (Минаев, 1987), предназначенный для передачи электрокардиограммы (ЭКГ), частоты дыхания и электроэнцефалограммы (ЭЭГ). Длительность работы передатчика без смены батарей на удалении от 1 до 8 км — свыше 40 суток при массе 330 г или 2 суток при массе 60 г, а если удаление не превышает 100 метров, срок действия передатчика массой 60 г может быть продлен до 1-2 недель.

Исследования проводились на Костромской лосеферме. Исследования на лосеферме обладают всеми преимуществами работы в зоопарках, вольерных хозяйствах и в других местах, где животные содержатся в неволе; вместе с тем, лоси фермы находятся практически круглый год на вольном выпасе в среде обитания, максимально приближенной к естественной.

Основная методика исследований состояла в регистрации поведенческих реакций животных с одновременной записью ЭКГ, частоты дыхания (ЧД) и комментария наблюдателя по параллельным радиоканалам. Запись вели на приемно-пеленгационном пункте при помощи многоканального регистратора Н338-6 или магнитофона. По динамике вегетативных показателей оценивали эмоциональную реакцию животных на значимые для них раздражители.

В некоторых случаях при анализе телеметрической записи можно было по изменениям физиологических показателей во времени определить состояние животного (лежание, стояние, ходьба и бег, жвачка, пастьба) и в общих чертах определить ритм активности животных даже в отсутствие визуальных наблюдений.

Однако поскольку присутствие знакомого человека практически не беспокоит прирученных лосей, предпочтительнее были непосредственные наблюдения, дающие максимум информации о звере. Наблюдатель с большой точностью картировал маршрут и вел протокол, а во время записи физиологических показателей комментировал поведение животного по рации; при этом оператор приемно-пеленгационного пункта записывал комментарий на магнитофон и делал отметки на ленте самописца.

При многосуточных визуальных наблюдениях с одновременной телеметрической записью фиксировались периоды спокойного и парадоксального сна, пастьбы на траве, поедания веток деревьев и кустарников, ориентировочные реакции, игровая и комфортная активности, различные взаимодействия между животными, в том числе между лосихой и лосятами.

В ряде экспериментов искусственно моделировали ситуации потенциальной опасности — хруст ветки в лесу. Первый участник эксперимента — наблюдатель, сопровождающий лося — сообщал по рации точное его местоположение, а также (с учетом направления ветра и характера местности) наиболее удобную точку, где нужно сломать ветку. Второй экспериментатор выходил на намеченное место предельно скрытно, пользуясь рацией с головными телефонами, а затем по команде первого ломал ветку, одновременно передавая по рации сигнал для отметки события на ленте самописца (регистратора).

В другой серии опытов моделировали ситуацию неожиданного появления небольшого движущегося предмета. Мимо лежащего или спокойно стоящего животного протягивали тонкую капроновую нить, к концу которой привязывали пугающий предмет: 10-литровую полиэтиленовую канистру, кусок фанеры, надувную игрушку, деревянный ящик или пустой мешок. Предмет маскировали таким образом, чтобы лось не видел его до начала движения. В момент, когда животное было спокойно, начинали медленно тянуть нить, при этом предмет с шорохом «выползал» из укрытия и двигался к животному со стороны, противоположной наблюдателю.

Телеметрические данные обрабатывали на специализированной микро-ЭВМ, имеющей устройства ввода с бумажной и магнитной лент, интерфейсы для непосредственного подключения к телеметрической аппаратуре, автономное питание. За период исследований проведено свыше 1000 часов записи телеметрической информации.

Результаты и обсуждение

Слух для лесных животных имеет особую значимость как канал получения информации о возможной опасности. Мы знаем, что ориентировочные реакции лося на звуки проявляются практически постоянно — от едва заметного поворота уха в сторону раздражителя до резкого подъема на ноги с поворотом всего тела в сторону источника беспокойства. Однако продолжительность ориентировочной реакции и дальнейшее поведение зверя зависят от характера звука. Наиболее сильная и продолжительная реакция регистрируется на треск сучка. При его повторении лось иногда убегает, даже не исследуя источник беспокойства, особенно в тех случаях, когда он не может его увидеть или почувствовать запах.

Изменение физиологических показателей (ЧСС и ЧД) также сильно зависят от характера звука и степени его привычности. Лоси фермы проявляют очень слабую ориентировочную реакцию на включение на ферме громкоговорителя, с помощью которого лосих зовут на дойку, и воспроизведение привычной магнитофонной записи голосов доярок, хотя звуки эти очень громкие и слышны на расстоянии до 5 км. Не являясь особо значимыми для безопасности животного, они вызывают быстрое привыкание, и эмоциональная реакция на них невелика. Смоделировать потенциально опасную ситуацию в эксперименте удавалось, ломая ветку (см. выше).

Если до начала эксперимента лось не обнаруживал и не идентифицировал экспериментатора, то во время ориентировочной реакции на производимый им треск происходило увеличение ЧСС и снижение ЧД, причем реакция была сильнее, чем в случае неожиданных, но идентифицируемых раздражителей: пролета птицы, прохода

разговаривающих грибников (рис.1). В ответ на значимые раздражители ЧСС увеличивалась приблизительно в 2 раза.

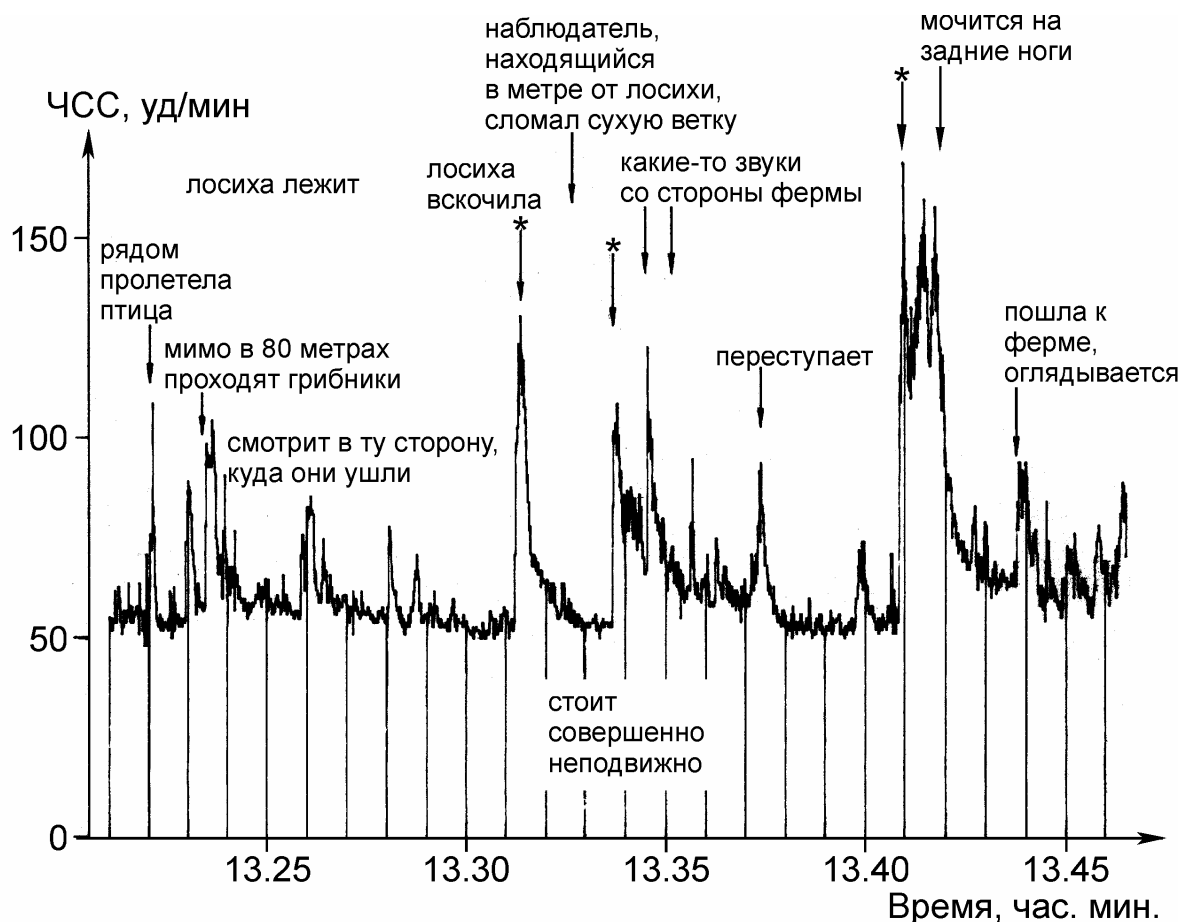


Рис. 1. Динамика ЧСС лосихи при ориентировочной реакции и оборонительном поведении. Звездочкой (*) обозначены моменты, когда невидимый для лосихи экспериментатор ломал сухую ветку.

Как правило, при первом треске сучка внешне не наблюдалось никаких движений животного, кроме поворота ушей в сторону звука, но в тех случаях, когда лось незадолго до эксперимента проявлял сильную ориентировочную реакцию и мог оставаться в возбужденном состоянии, его реакция на «неопознанный» треск могла быть более заметной. Если после «неопознанного» треска наблюдатель (тот, которого лось видел) ломал ветку, то реакция отсутствовала, но когда ветку снова ломал невидимый для лося экспериментатор, то есть при повторе «неопознанного» треска — она снова проявлялась. Следовательно, треск сухой ветки является значимым раздражителем только в том случае, если лось не может идентифицировать его причину.

При многократном повторении «неопознанного» треска лоси не пытались приблизиться к его источнику, за исключением одного случая, когда лосиха после прекращения треска и

ухода экспериментатора через несколько минут направилась к тому месту, где он стоял, прислушиваясь и принюхиваясь (возможно, она узнала экспериментатора по запаху). Если треск не прекращался, а лоси не могли определить его источник, то возбуждение у них нарастало, и пассивно-оборонительная реакция (неподвижность) обычно переходила в активную (уход, бегство). Кроме того, в данном эксперименте после первой реакции на треск было обнаружено снижение порога реакции на случайные шумы (на рис. 1 — звуки с расстояния около 400 м со стороны фермы, где вели ремонт оборудования). Реакция на треск (хотя и с менее выраженным ростом ЧСС) проявляется даже у лосей, отдыхающих в доильном сарае, несмотря на то, что там они, казалось бы, должны себя чувствовать в полной безопасности.

Чтобы оценить значение идентификации раздражителя, была поставлена серия экспериментов, в которых после того, как возбуждение животного, вызванное повторяющимся треском, достигало максимума, ему давали возможность идентифицировать источник беспокойства: второй экспериментатор выходил из укрытия и подавал голос. График (рис. 2) иллюстрирует резкий спад эмоционального напряжения лосихи, приводящий к снижению ЧСС до фоновых значений в момент узнавания человека.

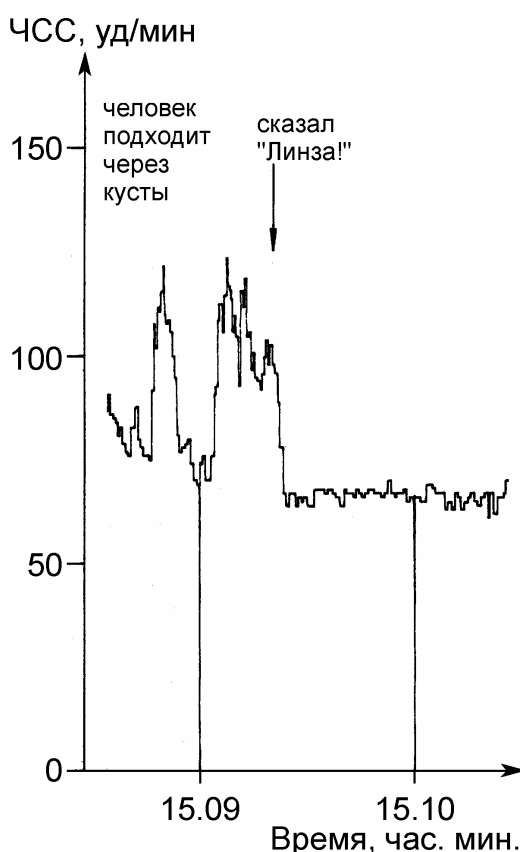


Рис. 2. Динамика ЧСС лосихи (по кличке Линза) при распознавании неопасной ситуации.

Таким образом, тихий треск сучка в лесу при условии невозможности идентификации его источника является сильным раздражителем даже для прирученных лосей, хотя у этих животных фактически нет врагов, и они не подвержены опасностям в той мере, в какой подвержены дикие. Видимо, этот звук может служить ярким примером биологически адекватного раздражителя для данного вида.

Шорох травы также вызывает сильную ориентировочную реакцию, почти такую же, как и треск, но все же лоси с меньшим страхом исследуют источник шороха и приближаются к нему. Скорее всего, они связывают шорох с небольшим, менее опасным объектом.

Проводя длительные наблюдения поведения лосей в естественных условиях с регистрацией физиологической информации, мы убедились, что ситуации, в которых их эмоциональное напряжение достигает максимума, встречаются сравнительно редко. Рис. 3 иллюстрирует изменение ЧСС лосихи в одной из таких «естественных» ситуаций.



Рис. 3. Динамика ЧСС лосихи при ориентировочной реакции на приближение стада кабанов.

Оператор с приемно-пеленгационного пункта сообщил по радиации наблюдателю о резком увеличении ЧСС лосихи, но лишь через полторы минуты наблюдатель смог понять причину ориентировочной реакции, рассмотрев в прибор ночного видения приближающееся стадо кабанов. Без телеметрической регистрации ЧСС эта ориентировочная реакция осталась бы

незамеченной, т.к. лоси сохраняли полную неподвижность, пока кабаны не приблизились вплотную.

Другим примером реакции на биологически значимый раздражитель является реакция на небольшой движущийся предмет, который, по-видимому, напоминает им хищника.

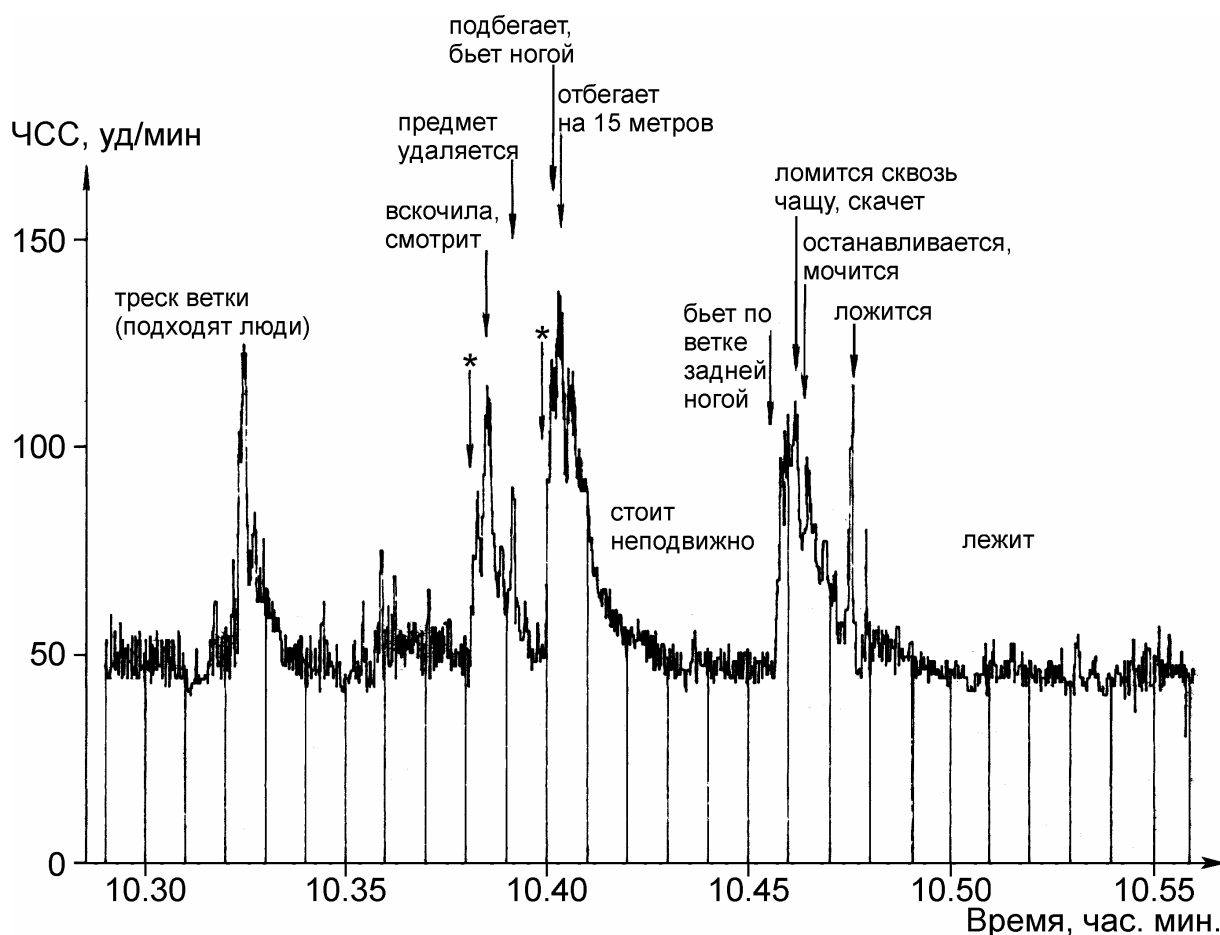


Рис. 4. Динамика ЧСС лосихи в эксперименте по исследованию реакции на небольшой движущийся предмет. Звездочкой (*) отмечены моменты, когда предмет начинал двигаться в сторону лосихи.

Лосихи в ходе экспериментов почти всегда нападали на «ползущий» предмет и несколько раз ударяли его, при этом ЧСС резко возрастала (рис. 4) и проявлялись другие признаки сильного возбуждения и испуга: мочеиспускание, бег кругами, прыжки. Порог оборонительных реакций после этого остается сниженным еще довольно длительное время. В представленном на рис. 4 случае лосиха через 5 минут после того, как она перестала видеть предмет, неожиданно начала лягаться и бегать по лесу, и столь же неожиданно легла в лесу — может быть, «спряталась». Интересно, что индекс напряжения регуляторных систем организма (Баевский и др., 1984) изменялся при этом с 13,8 до начала эксперимента (время: 10.29) до 22,2 после нападения на предмет (10.43) и еще возрос до 23,9-25,6 после «пробежки» по лесу (10.50

и 10.49), что указывает на нахождение лосихи в состоянии стресса при внешне спокойном состоянии (лосиха лежит) после эксперимента.

Заключение

Таким образом, внешние поведенческие признаки не всегда указывают на нахождение животного в состоянии стресса или эмоционального возбуждения. Человек также не всегда способен правильно оценить значимость для животных различных внешних раздражителей. В частности, человек реагирует на визуальные раздражители сильнее, чем на звуковые. Например, неожиданная фотовспышка, вызывающая у человека по меньшей мере явно выраженную ориентировочную реакцию, лосихами полностью игнорируется. Соответственно, человек, для которого какой-то звук не является значимым или даже слышимым, может не предвидеть появления стрессовой ситуации для животного, запертого в клетке. В этих случаях мониторинг сердечного ритма может помочь вовремя диагностировать стрессовые ситуации и сохранить жизнь многим животным, содержащимся в неволе.

Постоянная миниатюризация аппаратуры позволяет в современных условиях изготовить аппаратуру для небольших животных. На малых расстояниях можно обойтись маломощными передающими устройствами (в том числе на сравнительно крупных животных — имплантируемыми под кожу в область сердца), а обработку данных проводить в реальном режиме времени при помощи ЭВМ, что даст возможность в случае возникновения опасной ситуации принять экстренные меры.

Список литературы

Баевский Р.М., Кириллов О.И., Клецкин С.З. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе — М: Наука, 1984 — 221с.

Богомолова Е.М. Доминанта в естественном поведении животных //Успехи физиологических наук. — 1992. — Т.23. — N2. — С. 3-27.

Богомолова Е.М., Курочкин Ю.А. Системогенез поведенческих актов // Теория системогенеза. М., 1997. С. 277-453.

Минаев А.Н. Радиотехнические средства, используемые при доместикации животных//Проблемы доместикации животных М.: Наука, 1987 - с.103-111.

Пастухов Р.И., Вихриева М.П. Изменения сердечной деятельности при высоком эмоциональном напряжении (по данным радиотелеметрии)//Биол. экспер. в биол. и мед. — 1968 — N8 — с.14-16

Рощевский М.П. Электрокардиографическое исследование сердечной деятельности лосей//Труды Печоро-Илычского Гос. запов. — Сыктывкар: Коми книжное издательство, 1967 — вып.12 — с.35-48

Roshchevsky M.P., Chermnykh N.A.,Azarov J.E. Cardiac reactions in the behaviour of young moose.//Moose as a component of Ecosystems: 4th International moose symposium, 33rd North American moose conference, University of Alaska, 1997, p.57

Summary

E.M.Bogomolova, Yu.A.Kurochkin, A.N.Minaev. Heart rate as an indicator of moose emotional condition To monitor stress condition in zoo animals the telemetry methods are available. The real situations of stress diagnostic in moose of Kostroma Moose Farm are described. Heart rate can be recorded and permanently monitored to find out dangerous situations for animals in captivity.