

УДК 612. 171

© Л.Н. Богданова

## ОСБЕННОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА И ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ У ЧЕРНОМОРСКИХ АЗОВОК (PHOCAENA PHOCAENA) В НОРМЕ, ПРИ ВДЫХАНИИ ГИПОКСИЧЕСКИХ СМЕСЕЙ И КИСЛОРОДА

**Л.Н. Богданова***Научно-исследовательский центр Вооруженных Сил Украины «Государственный океанариум» (директор А.А. Горбачев), г. Севастополь.*

### CHARACTERISTICS OF CARDIAC RATE AND ELECTROCARDIOGRAM IN THE BLACK SEA COMMON PORPOISE (PHOCAENA PHOCAENA) AT HYPOXIC MIXTURES AND OXYGEN INHALATION

L.N. Bogdanova

#### SUMMARY

It's proved that arrhythmia that is typical of common porpoise, disappears at gas mixtures inhalation. The lower oxygen content in inhaled mixtures the slower cardiac rate in common porpoises. Positive effect of hypoxic mixtures on common porpoise's vitality was revealed.

### ОСОБЛИВОСТІ СЕРЦЕВОГО РИТМУ ТА ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАМИ У ЧОРНОМОРСЬКИХ АЗОВОК (PHOCAENA PHOCAENA) У НОРМІ ПІД ЧАС ВДИХАННЯ ГИПОКСИЧНИХ СУМИШЕЙ І КИСНЮ

Л.М. Богданова

#### РЕЗЮМЕ

Показано, що аритмія, характерна для азовок у нормі, під час вдихання гіпоксичних сумішей і кисню зникає. Чим нижче відсоток кисню у суміші, що вдихається, тим більш виражене уповільнення серцевого ритму. Виявлено позитивний вплив гіпоксичних сумішей на життєздатність азовок.

**Ключевые слова:** азовки, электрокардиограмма, гипоксические смеси, оздоровление.

Анализ литературы показал, что адаптационно-физиологические особенности функции сердца у дельфинов до сих пор во многом остаются неясными. Имеются единичные работы, касающиеся некоторых вопросов физиологии сердечнососудистой системы дельфинов [1-4]. Работ, посвященных оценке воздействия гипоксических газовых смесей и кислорода на сердечный ритм и электрокардиограмму азовок, нам не встретилось. Учитывая то, что в последние десятилетия дельфины содержатся в неволе важно иметь сведения по особенностям сердечной деятельности этих животных, что нужно как для понимания механизмов адаптации их к водному образу жизни, так и для оценки их функционального состояния при содержании в неволе.

Азовки, как известно, длительно в условиях неволи не живут, так как особенности их поведения не позволяют выявить признаки нарушения здоровья на ранних стадиях заболевания.

Поэтому было целесообразно выяснить возможность использования гипоксических газовых смесей для их оздоровления и продления жизни. В связи с этим, представляло интерес исследовать реакцию сердечнососудистой системы азовок на недостаток кислорода при вдыхании гипоксических газовых смесей, а также чистого кислорода.

#### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Сердечный ритм и электрокардиограмма дельфинов исследовалась у 10-ти здоровых азовок (6 самок и 4 самцов) и одной больной. Азовок отлавливали из отсека вольера, погружали в ванну, наполненную водой, закрепляли на теле плоские металлические электроды, смонтированные в резиновые присоски.

Первый и второй электроды устанавливались на грудной части тела у основания левого и правого плавников, третий и четвертый – на средней части хвостового стебля справа и слева. ЭКГ регистрировали на электрокардиографе «Малыш» в норме и при вдыхании газовых смесей. Азовки вдыхали газовые смеси с 12%, 10% и 8% содержанием кислорода в азоте и чистый кислород в течение 5 минут. Кратковременное вдыхание газовых смесей и кислорода в условиях нормоксии чередовалось с дыханием атмосферным воздухом. Подачу газовых смесей проводили с использованием дыхательной маски разработанной нами совместно с А.З. Колчинской и А.Г. Мисурой. Дыхательная маска, в которую был смонтирован датчик дыхания, закреплялась с помощью резиновых присосок над дыхалом азовки. Маска имела два патрубка. Из одного патрубка отбирались пробы выдыхаемого и альвеолярного воздуха в резино-

вые мешки для газоанализа, а через другой – азовки могли дышать атмосферным воздухом и периодически подаваемой им газовой смесью. Пробы крови для оценки состояния здоровья отбирали пункцией вен или артерий хвостового плавника. Клинические показатели крови определяли по общепринятым методикам [5].

#### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исследования показали, что в отличие от наземных животных и человека, у которых частота сердечных сокращений (ЧСС) и частота дыхания (ЧД) при тех или иных условиях стабильны, у азовок обе эти величины носят аperiodичный характер. Между сердечным ритмом и дыханием имеется определенная зависимость. Лабильность сердечного ритма у азовок - одна из наиболее характерных особенностей их сердечной деятельности. Частота сердечных сокращений азовок колеблется в пределах 110-140 ударов в минуту и зависит от размеров животного. Чем крупнее азовка, тем меньше ЧСС. После акта выдоха - вдоха ЧСС повышается, а перед очередным выдохом - снижается, то есть наблюдается брадикардия сердечного ритма к концу дыхательного цикла. Сердечный ритм и частота дыхания изменяются под воздействием ряда внешних и внутренних факторов, важнейшим из которых является фактор погружения. Так, при свободном плавании дельфина в отсеке вольтера сразу после погружения под воду после вдоха, наблюдается постепенное замедление сердечного ритма, сглаживание зубца Р и повышение амплитуды зубца Т.

Особенностью ЭКГ азовок является и то, что зубец Т отрицательный, в отличие от такового у наземных животных и человека, у которых зубец Т положительный. Зубец Р в норме у азовок может быть положительным, двухфазным с начальной положительной или отрицательной фазой. Амплитуда зубца Р может изменяться на протяжении дыхательного

цикла в пределах 0,1-0,2 R. В период ныряния зубец Р у азовок может исчезать. Зубец Q более выражен в III стандартном отведении. Амплитуда его в стандартных отведениях колеблется от 0 до 0,2 R. Зубец R, как и у наземных животных, на ЭКГ самый высокий. Его амплитуда колеблется от 5 до 15 мВ. На протяжении дыхательного цикла амплитуда зубца R изменяется. В начале дыхательного цикла, сразу после дыхательного акта, зубец R значительно меньше, чем в середине дыхательного цикла. Соотношение между амплитудами зубца R в стандартных и усиленных отведениях находится в зависимости от позиции сердца. Зубец S хорошо выражен на протяжении дыхательного цикла, он изменяется в пределах 0,2 R. Амплитуда зубца T в стандартных отведениях составляет 0,2-0,25 R, а в грудных отведениях может увеличиваться до 1/2 R. Во время ныряния, уже в первом сердечном цикле, регистрируется отрицательный, остроконечный, высокий зубец T, что может свидетельствовать о реакции миокарда на задержку дыхания и временный дефицит кислорода.

Интервал S-T у здоровых животных либо находится на изолинии, либо при редком сердечном ритме приподнят над ней на 0,05-0,2 мм. При частом сердечном ритме интервал S-T может приобретать выпуклую форму (выпуклость обращена вниз). Длительность комплекса QRS у дельфинов меньше, чем у наземных животных. Интервалы P - Q и Q - T по длительности близки к таковым наземных животных и человека.

Систолический показатель у азовок меньше, чем у человека и наземных животных, что может свидетельствовать о более экономичной работе сердца.

При вдыхании азовками гипоксических газовых смесей наблюдаются изменения сердечного ритма и электрокардиограммы. Так при вдыхании 12% гипоксической смеси ритм сердечных сокращений азовок на 5-ой минуте замедляется (рис. 1).

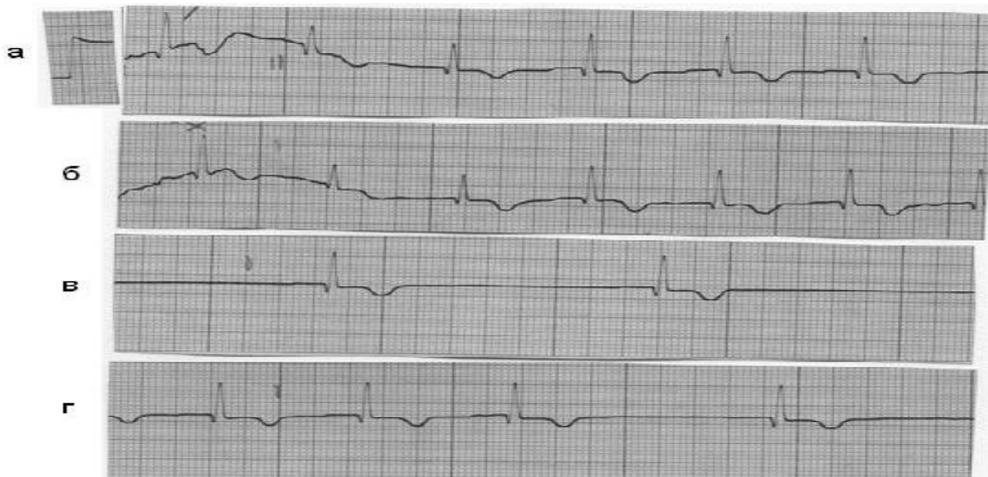


Рис. 1. Электрокардиограмма азовки в I отведении: а) - в норме; б) - на 1-ой минуте вдыхания 12% гипоксической смеси; в) - на 5-ой минуте вдыхания 12% гипоксической смеси; г) - на 10-ой минуте восстановления.

Дыхательная аритмия, характерная для этих животных в норме, при вдыхании 12% смеси с 5-ой минуты отсутствует. После вдоха не наблюдается повышения частоты сердечных сокращений, регистрируется монотонный замедленный ритм. На 10-ой минуте ритм сердечных сокращений восстанавливается. Изменений элементов кардиоцикла при вдыхании 12% гипоксической смеси не выявлено. У азовок с легочной патологией (ЧД > 4 дых/мин, СОЭ > 15 мм/час, лейкоциты >  $15 \times 10^3/\text{мм}^3$ ) до вдыхания 10% гипоксической смеси регистрировался высокий положительный зубец Т, по амплитуде равный 2/3 R. На 3-ей

минуте после вдыхания газовой смеси наблюдалась брадикардия, зубец Т становился изоэлектричным. На 10-15 минутах частота сердечных сокращений восстанавливалась, зубец Т вновь становился положительным, равным 1/2R. При последующем вдыхании чистого кислорода наблюдалось резкое замедление сердечного ритма, зубец Т становился отрицательным, как у здоровых азовок. Через 20-25 минут на электрокардиограмме вновь регистрировался положительный зубец Т, причем более высокой амплитуды, чем до вдыхания гипоксической смеси (рис. 2).



Рис. 2. Электрокардиограмма азовки во втором отведении: а) - в норме, б) - при вдыхании 10 % гипоксической смеси; в) - на 10-ой минуте восстановления; г) - на 15 минуте восстановления; д) - при вдыхании кислорода; е) - на 15 минуте восстановления, ж) - на 25 минуте восстановления.

Вдыхание азовками более жесткой гипоксической смеси (8% кислорода в азоте) с 1-ой минуты вызывало еще более выраженное замедление сердечного ритма. Ритм сердечных сокращений по сравне-

нию с нормой замедлялся более чем в 3 раза. Наблюдались также изменения электрокардиограммы: характерный для дельфинов: отрицательный зубец Т становился изоэлектричным, а зубец Р сглаживался (рис. 3).



Рис. 3. Электрокардиограмма азовки в I отведении при вдыхания 8% гипоксической газовой смеси: а) - на 1-ой минуте; б) - на 5-ой минуте; в) - на 10 минуте.

Таким образом показано, что вдыхание азовками гипоксических смесей и кислорода вызывает выраженную брадикардию.

Проведенные исследования, кроме того, показали, что азовки, которые в течение 24 дней вдыхали гипоксические газовые смеси, прожили в два раза дольше, чем остальные азовки, отловленные одновременно, то есть выявлено положительное воздействие гипоксических газовых смесей на их жизнеспособность

#### ВЫВОДЫ

1. У азовок, в отличие от человека, лабильный сердечный ритм, брадикардия к концу дыхательного цикла и отрицательный зубец Т.
2. При вдыхании гипоксических газовых смесей сердечный ритм азовок замедляется и тем больше, чем ниже процент кислорода в газовой смеси.
3. У азовок с легочной патологией вдыхание гипоксической смеси вызывает менее выраженное замедление сердечного ритма, чем у здоровых животных, зубец Т становится изоэлектричным. При вдыхании чистого кислорода регистрируется брадикардия и временное изменение полярности зубца Т.

4. Продолжительность жизни азовок, вдыхавших гипоксические смеси в 2 раза дольше, чем остальных, отловленных одновременно.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Богданова Л.Н. Особенности биоэлектрической активности сердца морских млекопитающих в норме и при заболеваниях /Л.Н. Богданова //– Морські біотехнічні системи МО України, НАНУ, НИЦ ЗСУ «Державний океанаріум». – Севастополь, 2002. – С.129-144.
2. Богданова Л.Н. Матишева С.К. Использование гипоксических газовых смесей для оценки функционального состояния и оздоровления дельфинов азовок (*Phocaena phocaena*) /Л.Н. Богданова, С.К. Матишева // Таврический медико-биологический вестник. – Симферополь, 2012. – Т. 15. – ч. 1. – (59). – С. 42-45.
3. Галанцев В.П. Эволюция адаптаций ныряющих животных /В.П. Галанцев //– Л.: Наука, 1977. – 191 с.
4. Колчин С.П., Белькович В.М. Некоторые особенности функции сердца у дельфинов / С.П. Колчин, В.М. Белькович //Журн. эволюц. биохим и физиол. – 1975. – Вып. 4. – С.411-417.
5. Лабораторные методы в клинике. – М.: Медицина, 1987. – 385 с.