

**ЕЛЕКТРОКАРДИОГРАМА У ЗДОРОВИХ, ХВОРИХ І ВАГІТНИХ САМОК  
ЧОРНОМОРСЬКИХ ДЕЛЬФІНІВ АФАЛІН (TURSIONS TRUNCATUS)  
ПІД ЧАС УТРИМАННЯ І РОЗМНОЖЕННЯ В ОКЕАНАРІУМІ.**

**Л. М. БОГДАНОВА, С. К. МАТІШЕВА, кандидати біологічних наук**

**Науково-дослідний центр Збройних  
Сил України «Державний океанаріум»**

Розроблено методи реєстрації і досліджено особливості електрокардіограми здорових, хворих та вагітних самок чорноморських афалін. Визначено відхилення, характерні для хворих самок і старих самок на останніх місяцях вагітності, до яких належать: порушення ритму, зміна спрямованості зубців та їх полярності, наявність екстрасистол, зміна систолічного показника.

***Ключові слова: Дельфіни афаліни, електрокардіограма, здорові, хворі, вагітні, самки, утримання, розмноження***

Дослідження діяльності серця дельфінів методами електрокардіографії виконувались і раніше [1, 4-8]. У більшості з них здійснювалась реєстрація електрокардіограми (ЕКГ) при вивченні еколого-фізіологічних відмінностей їх поведінки в різних умовах. Використання методу електрокардіографії як засобу отримання діагностичної інформації про стан здоров'я чи патологію серцевої діяльності дельфінів не ставилось за мету як за відсутності потреби, так і за відсутності достовірних типових даних щодо характеристик поверхневих електрокардіопотенціалів та їх зміни у дельфінів, життя яких проходить у провідниковій морській воді. Не надавалось належного значення і узгодженості щодо типових схем встановлення електродів та відведення електрокардіопотенціалів, їх реєстрації і трактування. В останні десятиліття набуває поширення утримання морських ссавців в океанаріумах, де вони беруть участь в шоу-виставах, а також хворіють і розмножуються в умовах неволі та

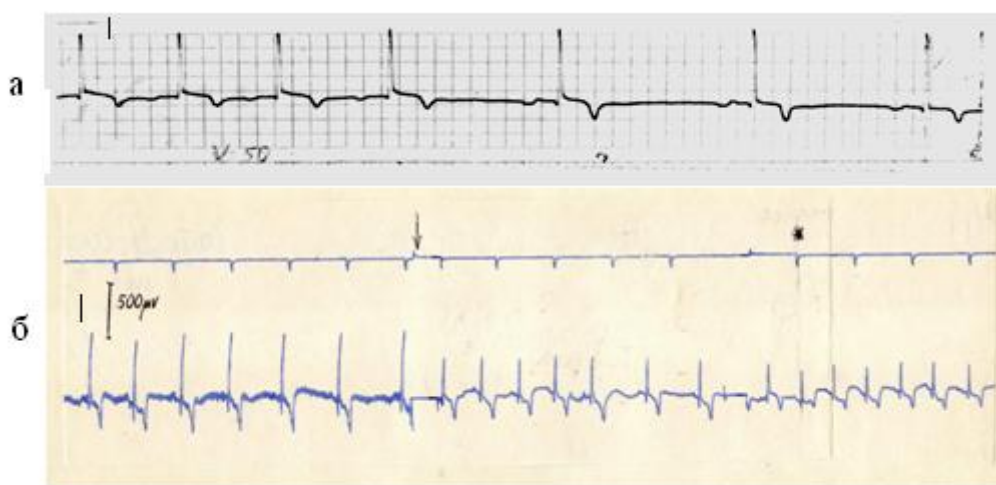
потребують пошуку методів і засобів діагностування і лікування. Тому разом з методами клінічного і біохімічного дослідження крові у дельфінів [2,3] та іншими методами електрокардіографія може знайти застосування для ранньої діагностики захворювань і своєчасного лікування порушень діяльності серця. Інформація про типові показники ЕКГ, встановлені на основі систематизованого аналізу ЕКГ, зареєстрованих в однотипних умовах не у одного дельфіна, а у великої кількості чорноморських дельфінів-афалін, з урахуванням як виду тварин та їх функціонального стану, так і патології, нечисленна, а в період вагітності самок - взагалі відсутня. **Метою наших досліджень** було вивчення можливостей відведення поверхневого електрокардіопотенціалу і реєстрації ЕКГ та її структурних комплексів у відносно великій кількості здорових, хворих і вагітних самок-дельфінів у періоди проявів у них ряду захворювань, у тому числі в періоди їх вагітності.

**Матеріали і методи дослідження.** Об'єктом досліджень були адаптовані до умов неволі статевозрілі самки чорноморських дельфінів афалін у віці від 10 до 35 років, масою 180 - 250 кг. Всього обстежено 65 тварин, із них 30 здорових самок, 25 хворих і 10 вагітних. У перших двох групах було по 3 самки віком понад 25 років і у третій 4 вагітних самки. Реєстрацію серцевого ритму і ЕКГ проводили на електрокардіографі «Малиш» і на електроенцефалографі «Альвар». Обстеження тварин здійснювали під час підйому їх із води на місток вольєра, при знаходженні у ванні, наповненій морською водою і в період вільного плавання у його відсіку. Реєстрацію ЕКГ проводили після того, як самка заспокоювалась і у неї відновлювався первинний ритм дихання. У період обстежень дельфінів у них брали кров з вени хвостового плавника для визначення клінічних показників і оцінки функціонального стану. Наявність вагітності у самок афалін визначали радіоімунним методом за рівнем прогестерону в сироватці крові. При підвищеному рівні прогестерону (понад 5 нмоль/л) самка вважалася вагітною, що пізніше підтверджувалося народженням дитинчати.

**Результати дослідження та обговорення.** Розроблено методи і технічні пристрої, які дозволяють реєструвати ЕКГ у дельфінів, визначено місця їх локалізації. Електроди на тілі дельфінів встановлювалися у таких точках: два електроди закріплювали на грудній частині тіла біля основи лівого і правого грудних плавців, два інших - на середній частині хвостового стебла справа і зліва. Використовувалися електроди круглої форми, виготовлені із нержавіючої сталі, вбудовані в гумові еластичні присоски. Електроди кріпили всередині присосків на спеціальних металевих пружинках, що забезпечувало добрий контакт їх із тілом дельфіна та ізоляцію від водного середовища. При реєстрації ЕКГ у дельфінів в умовах вільного плавання використовували електроди аналогічної конструкції, з довгими відвідними провідниками, які приєднувалися до електрокардіографа «Малиш» і не заважали вільному пересуванню тварин у відсіку утримання. Для реєстрації ЕКГ у дельфінів при вільному плаванні у відсіку вольєра їх заздалегідь привчали підпливати до містка для закріплення електродів на тілі та для подальшого їх зняття тренером. У здорових дельфінів спостерігали особливості серцевого ритму і ЕКГ порівняно з хворими і вагітними, а також із людиною. Ритм серцевих скорочень у них, як і у людини у здоровому стані синусів (норма). Незважаючи на те, що середня частота серцевих скорочень у дельфінів в умовній нормі становила 50-70 ударів за одну хвилину, у здорових тварин відзначали лабільність серцевого ритму протягом дихального циклу. Різко виражена дихальна аритмія і частий ритм на початку дихальної паузи змінювався сповільненим ритмом в її кінці (рис. 1). У різні фази дихального циклу частота серцевих скорочень змінювалася в широких межах: від 150 до 100 скорочень за хвилину відразу після вдиху до 70-40 скорочень за хвилину перед черговим видихом-вдихом. Тобто відзначали дихальну аритмію з вираженою брадикардією в кінці дихального циклу. Після вдиху через 1-2 с серцевий ритм підвищувався більш ніж у два рази. Брадикардія, яка наставала безпосередньо після вдиху, тривала протягом 0,6- 0,9 с. Її змінювала тахікардія, впродовж 9-12 с, що становило 32% від тривалості дихального циклу, і знову наставала брадикардія, яка

тривала більшу частину дихального циклу (65% дихальної паузи). Перехід від тахікардії до брадикардії відбувався протягом 0,6-0,9 с. Частий ритм становив всього 25-28 % від загального числа серцевих скорочень за дихальний цикл.

При подібних формах і тривалості кардіоінтервалів на ЕКГ амплітуда зубців у здорових дельфінів, яких піднімали з води на сухий місток, була значно вищою, ніж у цих самих тварин, коли їх обстежували у ванні, наповненій водою, а також при реєстрації безпосередньо під час вільного плавання в акваторії вольєра (рис 1).



**Рис. 1. а) ЕКГ здорової самки афаліни. Ритм синусовий, характерна дихальна аритмія (брадикардія наприкінці дихальної паузи); б) ЕКГ здорової самки афаліни: у ванні без води, далі - у ванні, заповненій морською водою, стрілкою позначений момент занурення дельфіна у воду.**

На ЕКГ у здорових дельфінів, як і у людини, реєструється п'ять зубців: Р, Q, R, S і Т. Зубці мали різну амплітуду відносно ізоелектричної лінії. Особливістю ЕКГ дельфінів є те, що в нормі у них зубець Т у типових, названих стандартними, відведеннях негативний, на відміну від такого у людини, у якої зубець Т позитивний. У стандартних відведеннях, амплітуда зубця Т становила 0,2-0,25 амплітуди зубця R. Амплітуда зубця Р може змінюватися впродовж дихального циклу в межах 0,1-0,2 R. Зубець Q вираженіший у III стандартному відведенні, амплітуда якого реєструється від 0 до 0,2 R. Зубець R на ЕКГ

найвищий, як і у наземних тварин і людини. Його амплітуда коливається від 5 до 15 мВ. У старих тварин реєструється низьковольтна ЕКГ, зубець R може бути меншим 5 мВ. У період стресових ситуацій і при підвищеному тиску амплітуда зубця R може збільшуватися до 13-15 мВ. Впродовж дихального циклу його амплітуда змінювалася: відразу після дихального акту, він значно менший, ніж в середині дихального циклу, що, ймовірно, може бути пов'язано зі зміною ударного об'єму крові, який знижувався внаслідок зменшення венозного повернення перед видихом [8]. Зубець S був добре вираженим впродовж дихального циклу і змінювався в межах 0,2-2R. Інтервал S-T у здорових тварин або знаходився на ізолінії, або при рідкому серцевому ритмі, піднятий над нею на відстань 0,05-0,2 мм. При частому ритмі серцевих скорочень інтервал S-T може набувати випуклої форми (опуклість обернена вниз). Тривалість зубців та інтервалів ЕКГ дельфінів також має особливості. Тривалість інтервалів R-R у афаліни змінювалася в межах 0,5-1,5 с, тоді як у людини – від 0,85 до 0,95 с, комплексу QRS була у нормі меншою, ніж у людини і коливалася в межах 0,02-0,06 с, а зубця P у здорових дельфінів - від 0,02 до 0,1 с. Інтервал P-Q варіював в межах 0,14 - 0,20 с S-T за тривалістю був меншим, ніж у людини. При частоті серцевих скорочень 120 за хвилину S-T становив  $0,16 \pm 0,02$  с. Тривалість електричної систоли у афалін коливалася в межах 0,18-0,24 с. Вона зменшувалась при тахікардії до 0,12-0,16 с і збільшувалась при брадикардії до 0,24-0,26 с. Систолічний показник у дельфінів – величина непостійна, залежить від тривалості серцевого циклу, який в свою чергу змінюється впродовж дихального циклу. Систолічний показник у здорових дельфінів менший, ніж у людини. Так, при пульсі 45-50 ударів за хвилину він становив 15% від усього серцевого циклу, при 60-90 ударів - у межах 30%, а при тахікардії (ЧСС від 120 до 130 ударів за хвилину) підвищувався до 35-37%. Тобто, кожній частоті серцевих скорочень відповідав свій систолічний показник (таблиця.).

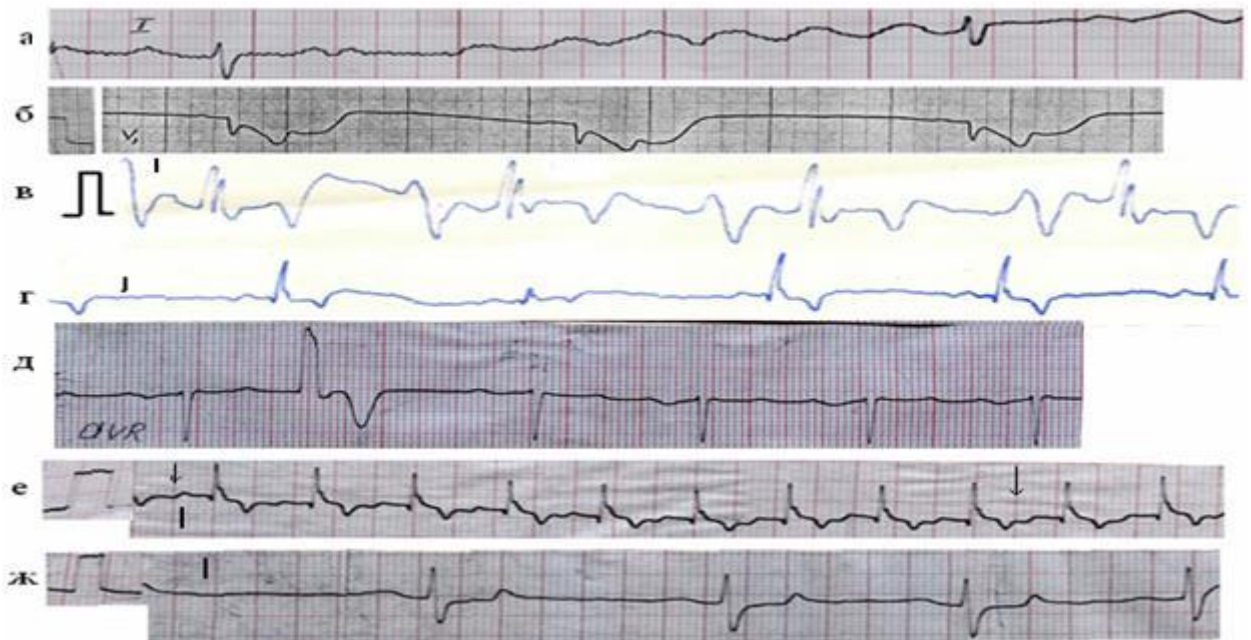
**Середні значення інтервалів ЕКГ у здорових афалін (у період захворювань та вагітності) та у людини, с**

Фізіологічний стан афалін	R-R	P	P-Q	QRS	Q-T	S-T	Систолічний показник, %
Здорові	0,90 ±0,40	0,05 ±0,01	0,16 ±0,02	0,04 ±0,01	0,24 ±0,02	0,20 ±0,02	29,6±4,6 (15-40)
Хворі	0,70 ±0,20	0,08 ±0,03	0,20 ±0,01	0,06 ±0,02	0,28± 0,02	0,22 ±0,01	39,9±8,8 ( 30-55)
Вагітні	0,75 ±0,25	0,07 ±0,02	0,17 ±0,01	0,06± 0,02	0,27 ±0,02	0,21 ±0,01	37, 9±7,0 (30-45)
Людина	0,89 ±0,06	0,07 ±0,02	0,16 ±0,04	0,08 ±0,02	0,36 ±0,04	0,27 ±0,01	45,0±12 (30-60)

Тривалість одного серцевого циклу у здорових чорноморських афалін у середньому становила  $0,85 \pm 0,15$  с, що більше, ніж у людини. При частоті серцевих скорочень 65-70 за хвилину апное у дельфінів дорівнювало 54 - 55% від часу всього серцевого циклу, тоді як у людини - 45%. Наведені дані свідчать про економнішу роботу серця у здорових дельфінів афалін порівняно з людиною.

Метод електрокардіографії є необхідним для оцінки стану здоров'я і встановлення правильного діагнозу серцево-судинної системи, насамперед з врахуванням складності виявлення її патології у дельфінів за зовнішніми ознаками. На відміну, наприклад, від легеневої патології, коли зростає частота дихання спостерігається чхання і виділення мокроти, відсутність тривалих дихальних пауз, періодичні «зависання» тварини на поверхні води. При виразковій хворобі шлунка спостерігали почервоніння глотки, слизу у ротовій порожнині перед годівлею, зниження кількості спожитого корму, «зависання» на поверхні води з підтягнутим до низу хвостовим стеблом.

У хворих дельфінів з серцевою патологією реєстрували ряд змін електрокардіограми порівняно із здоровими дельфінами (див. рис. 2).



**Рис. 2. ЕКГ хворих афалін: а) синусовий ритм, Т-двофазний,  $P_{\pm}$ , тремтіння передсердь; б) вузловий ритм, QRS розширений, S-T куполоподібний, піднятий над ізолінією, злився із зубцем R, утворюючи опуклий вгору комплекс RST; в) розширений і розщеплений QRS,  $P_{\pm}=R$ ,  $T=1/2R$ ; г) альтернація ритму не зв'язана с ритмом дихання; д) екстрасистоли; е) дихальна аритмія відсутня, стрілкою показані вдиhi; ж)  $T+$ .**

На ЕКГ амплітуда зубця Т змінювалася, він ставав загостреним, іноді двофазним, міг бути ізоелектричним або становить 1/2 амплітуди зубця R, а у тяжких випадках - рівним амплітуді R чи багатогорбим, з високою амплітудою, що за аналогією медичною практикою визначається як тремтіння передсердя (див. рис. 2, а).

При тривалій серцевій патології на ЕКГ зубець Р може мати високу амплітуду і становити 1/3 - 1/2 амплітуди зубця R, а зубець Т може бути позитивним, що за

аналогією з медичною практикою може свідчити про наявність гіпоксії міокарда.

Траплялись випадки, коли при тривалій серцевій патології зубець Р був дво-чи багатогорбим, маючи високу амплітуду, що за аналогією з медичною практикою, визначається як тремтіння передсердя (див. рис. 2, а). У деяких хворих дельфінів на ЕКГ зубець S ставав двофазним, а комплекс RST-розтягнутим і опуклим. Інколи у тяжко хворих тварин на ЕКГ інтервал S-T зливався із зубцем R, утворюючи опуклий вгору комплекс RST, що за аналогією з медичною практикою, визначається як інфаркт міокарда (див. рис. 2, б). У хворих дельфінів на ЕКГ тривалість зубців Р, R, Т, інтервалів Р-Q, Q-T, Т-Р і систолічний показник збільшуються. У важко хворих тварин спостерігали екстрасистолію, альтернацію ритму, зміну полярності зубців.

У хворих невагітних і вагітних самок на ЕКГ відзначали порушення серцевого ритму, чіткості чергування тахікардії і брадикардії в різні фази дихального циклу, перехід до монотонності серцевих скорочень збільшеної частоти. Інколи впродовж всього дихального циклу спостерігали аритмію, не пов'язану з ритмом дихання, або реєстрували повільний вузловий ритм (30-40 за хвилину (рис. 2б). Ці фактори давали підстави визначати такий стан дельфіна (за аналогією з медичною практикою) як стан серцево-судинної недостатності. Електрокардіограма у молодих, здорових вагітних самок практично протягом всього терміну вагітності залишається в нормі (рис. 3, а).

Тільки на останніх строках вагітності (11-му - 12-му місяцях) у самок відзначали підвищення ритму серцевих скорочень і частоти дихання. Окрім того, у деяких старих самок (віком понад 25-30 років) на останніх місяцях вагітності на ЕКГ реєстрували екстрасистолію, альтернацію ритму, зміщення інтервалів ЕКГ, підвищення тривалості зубців і інтервалів (рис. 3, б, в, г).





**Рис. 3. ЕКГ здорової вагітної самки: а) вік 11 років, вагітність 12 місяців, ритм синусовий, дихальна аритмія.**

**ЕКГ хворих вагітних самок: б) вік 26 років, ритм синусовий, вагітність 12 місяців, Р- двофазний, розширений, R- розщеплений, альтернація ритму, Т+, ±, перед черговим вдихом Т > R; в) вік 27 років, вагітність 11,5 місяців, ритм синусовий Т+; г) вік 35 років, вагітність 10,5 місяців, ритм синусовий, екстрасистолія, альтернація ритму.**

Характерними ознаками захворювання дельфінів за показниками електрокардіограми були: підвищення середньої частоти серцевих скорочень за хвилину і за дихальний цикл (або зниження частоти серцевих скорочень при вузловому ритмі), зменшення амплітуди зубців Р, R, S і Т, збільшення тривалості інтервалів P-Q, QRS і S-T. Відзначали також виражену альтернацію ритму, не пов'язану з ритмом дихання, підвищення або зниження амплітуди окремих зубців порівняно з їх нормою у здорових самок.

У важких випадках спостерігали зміну полярності зубців. Зазвичай такі відхилення поєднувалися з відхиленнями від норми показників дихання, коли знижується тривалість дихального циклу, дихального об'єму, змінювалася вентиляція і споживання кисню. У деяких дельфінів реєстрували вузловий ритм, коли на ЕКГ відсутній зубець Р, а ритм серцевих скорочень різко знижується до 40-50 ударів за хвилину і реєструється високий негативний зубець Т рівний за амплітудою зубцю R (див. рис. 2,б). Такі зміни є свідченням серцевої патології.

Розроблені методи і одержані експериментальні дані про особливості показників електрокардіограми здорових, хворих і вагітних самок дельфінів афалін можна використовувати під час здійснення контролю функціонального стану серцево-судинної системи дельфінів при їх утриманні і розмноженні в умовах неволі.

### **Висновки**

1. Розроблені методи і технічні пристрої дозволяють реєструвати ЕКГ у дельфінів при обстеженні їх піднятими з води на сушу, знаходженні у ванні, наповненій водою, і в умовах вільного плавання у вольєрі, а наведені показники електрокардіограми використовувати їх для діагностування змін діяльності серця дельфінів та їх функціонального стану.
2. Інформативними ознаками змін у діяльності серця дельфінів, характерних для хворих тварин, є: порушення ритму серцевих скорочень, наявність екстрасистол, певна зміна форми і амплітудно-частотної структури кардіокомплексів на електрокардіограмі, а також зміна розрахункових показників серцевої діяльності.
3. У хворих самок і самок пізніх строків вагітності разом зі змінами рухової активності і ритму дихання, підвищенням частоти серцевих скорочень, порушенням серцевого ритму спостерігаються, певні зміни на ЕКГ форми і амплітудно-часової структури кардіокомплексів, наявність екстрасистол, що є прямою ознакою патологічних змін діяльності серця та підставою для

використання в діагностуванні стану здоров'я і серцевої діяльності у морських ссавців.

### Список літератури

1. Богданова Л. Н. Особенности биоэлектрической активности сердца морских млекопитающих в норме и при заболеваниях. /Л.Н.Богданова // Морські біотехнічні системи. - Севастополь, НВЦ «ЕКОСІ-Гідрофізика», 2002. - Вип. 2. - С. 129 - 144.
2. Богданова Л. Н. Некоторые клинические показатели крови черноморских дельфинов. / Л.Н. Богданова, В.Г. Лебедев //Морфология и экология морских млекопитающих (дельфины). - М.: Наука, 1971, - С. 126 – 129
3. Богданова Л. Н. Динамика изменений клинических и биохимических показателей крови у отловленных черноморских афалин (*Tursiops truncatus ponticus*) на разных сроках адаптации к условиям неволи. / Л.Н. Богданова, Н.В. Каганова, М.О. Сергиевская // Морские биотехнические системы. Биологические и технические аспекты. Тез. докл. международной научно-практической конференции. – Ростов-на-Дону, ЮНЦ РАН, 2008, – С. 13 –16.
4. Исследование особенностей биоэлектрической активности сердца дельфина афалины *Tursiops truncatus*. / В.П. Галанцев, А.Г.Купин, В.А. Протасов, В.П. Шерешков // Журн. эволюц. биохимии и физиологии. – 1983. – Т. 19, № 6. – С. 560 – 564.
5. Галанцев В. П., Сравнительная характеристика сердечного ритма у китообразных. / Д. А. Кузьмин, А. Г Купин, В. И Шенрешков // Журн. эволюц. биохимии и физиологии. – 1994. – Т. 30, №3. – С. 358 – -365.
6. Колчин С. П. Некоторые особенности функции сердца у дельфинов. / С.П. Колчин, В. М. Белькович // Журн. эволюц. биохим. и физиологии. – 1970. – Т. 19, № 4. – С. 414 – 417.
7. Колчинская А. З. Дыхание и кислородные режимы организма дельфинов. / А. З. Колчинская, И. Н. Маньковская, А. Г Мисюра // К.: Наукова думка, 1980. – 332 с.

**ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММА У ЗДОРОВЫХ, БОЛЬНЫХ И  
БЕРЕМЕННЫХ САМОК ЧЕРНОМОРСКИХ ДЕЛЬФИНОВ АФАЛИН  
(TURSIOHS TRUNCATUS) ПРИ СОДЕРЖАНИИ И РАЗМНОЖЕНИИ В  
ОКЕАНАРИУМЕ.**

**Л.М. БОГДАНОВА, С.К. МАТИШЕВА**

Разработаны методы регистрации и исследованы особенности электрокардиограммы здоровых, больных и беременных самок черноморских афалин. Определены отклонения характерные для больных самок и для старых самок последних месяцев беременности, к числу которых относятся: нарушение ритма, изменение направленности зубцов и их полярности, наличие экстрасистол, а также изменение систолического показателя.

*Ключевые слова: дельфины афалины, электрокардиограмма, здоровые, больные, беременные самки, содержание, размножение*

**ELECTROCARDIOGRAM IN HEALTHY, SICK, PREGNANT BLACK SEA  
DOLPHINS (TURSIOHS TRUNCATUS) KEPT AND BEAD IN  
OCEANARIUM**

Methods and technical devices to record ECG are developed. There've been studied ECG traits in sexually mature Black sea bottlenose dolphin females kept in captivity. It's been shown that sick dolphins and some females in late pregnancy period have tachycardia, heart rate disturbance, change in directivity of waves and their polarity and extrasystoles.

*Key words: bottlenose dolphin, electrocardiogram, healthy, sick, pregnant, females, breeding, keeping*