

REVISIÓ DE LES JUSTIFICACIONS CIENTÍFIQUES DEL MANTENIMENT DE CETACIS EN CAPTIVITAT

Per Sue Mayer, BSc BVSc PhD MRCVS

**Informe de la Whale and Dolphin Conservation Society (WDCS)
Febrer 1998**

Traducció: Anna Gallés. Proyecto Attentio-DEPANA

SUMARI

1. Cada cop més, els zoos i parcs marins argumenten que la recerca és una part important de la seva tasca i que el coneixement que adquirim a través d'ella és essencial per a la conservació dels cetacis silvestres. Aquest informe és una revisió de la recerca que s'ha dut a terme amb dofins i balenes en captivitat. Documentem la informació recopilada en hematologia i química de la sang; patologies; fisiologia; psicologia experimental i cognició; conducta, reproducció, cria en captivitat i protecció de l'ambient. L'informe qüestiona la rellevància d'aquests estudis per als dofins i balenes lliures, la seva conservació i la justificació dels experiments en animals captius.
2. S'han establert els valors normals sanguinis per a les espècies més habitualment mantingudes en captivitat. Així com aquestes dades són útils per al seguiment de l'estat de salut dels animals captius, la seva rellevància per als animals lliures és limitada, per que la captivitat condueix a alteracions en l'hematologia i bioquímica de la sang. A més a més, existeix una tal variació considerable entre individus que fa necessari l'establiment de línies de base individuals, cosa inviable amb espècimens salvatges.
3. Existeixen semblances entre els tipus de patologies que afecten els cetacis lliures i els captius. La pneumònia bacteriana és una causa important de mortalitat en ambdues categories. Tanmateix, hi ha importants diferències que fan dels animals captius una mala referència per analitzar les patologies de les poblacions salvatges. Per exemple, els animals captius no pateixen càrrega parasitària en ser tractats rutinàriament amb antihelmíntics. En canvi, les patologies parasitàries són ubiqües en cetacis salvatges. A més a més, el coneixement obtingut en estudis fets en animals captius ha donat una visió insuficient sobre alguns esclats recents de malalties morbillivíriques i les mortandats a gran escala d'algunes espècies de dofins.
4. La fisiologia dels cetacis ha estat estudiada utilitzant animals entrenats per desenvolupar tasques en una piscina o per acompanyar vaixells al mar. Així com això ha subministrat un interessant coneixement de fisiologia comparada, han estat condicionats per les dimensions físiques de les piscines junt amb l'estil de vida relativament sedentari i la dieta anormal dels animals captius. Aquestes dades no haurien d'emprar-se de forma acrítica per part dels programes de gestió.
5. La psicologia experimental i la cognició han dominat l'agenda de recerca sobre cetacis captius. Els subjectes principals d'aquests estudis han estat els dofins mulars, a causa del seu tamany relativament petit i de la facilitat amb que poden

ser entrenats. La recerca sobre els sistemes visual, auditiu i d'ecolocació ha estat conduïda en gran part per l'interès de la U.S.Navy en l'aplicació d'aquest coneixement a la millora dels sistemes submarins de detecció. Aquests estudis han revelat que els dofins tenen habilitats cognitives extensives i sistemes sensorials sofisticats per a l'exploració del seu entorn. Tanmateix, l'extrapolació d'aquesta informació a aspectes relacionats amb la conservació (com l'enredada en xarxes) es veu condicionada per l'entorn de la captivitat, visual i acústicament nu. Aquest fet es veu accentuat per l'important rol en l'aprenentatge que té l'ús d'aquests sentits. L'aprenentatge en la captivitat pot donar una falsa impressió de les habilitats d'aquests animals en el seu medi.

6. L'organització social dels animals en captivitat és controlada per jerarquies de dominació. En canvi, la situació en ambients naturals és més dinàmica i les conductes agressives menys habituals. El confinament també dona com a resultat conductes estereotipades, com el nedar constantment en cercles a la piscina. Els estudis en el comportament d'espècimens lliures s'ha utilitzat per a millorar les condicions dels animals mantinguts en captivitat, per mitjà de l'adequació del tamany del grup i la seva composició sexual. Tanmateix, els estudis sobre el comportament en captivitat no semblen tenir la capacitat de millorar la conservació de cetacis salvatges, doncs són massa artificials.
7. Els zoos i parcs marins han millorat les taxes de supervivència i reproducció d'algunes espècies com l'orca i el dofí mular. Altres espècies, com els dofins de riu, tenen taxes de supervivència en captivitat extremadament baixes. Per algunes espècies s'han obtingut dades bàsiques reproductives sobre els intervals de cria i l'edat de la maduresa sexual. Però seria perillós aplicar aquesta informació directament a la conservació i gestió de poblacions silvestres doncs podria sobreestimar les seves capacitats reproductives. L'alimentació té un efecte important sobre aquests paràmetres i la composició no natural i la naturalesa idealitzada de les dietes zoològiques provoquen una possible acceleració del creixement dels animals i una reproducció més precoç i freqüent que al seu medi natural.
8. Les poblacions criades en captivitat que existeixen a dia d'avui no poden ser considerades poblacions autosuficients. No existeixen plans científics per a conservar la diversitat genètica. Si s'hagués de dissenyar un pla que fos capaç de mantenir el 90% de la diversitat genètica de la població originària al llarg de 200 anys, s'haurien de mantenir milers d'individus captius. Més aviat, els programes de cria han, conscient i inconscientment, anat seleccionant una població adaptada a la captivitat, que aviat podria ser definida com "domèstica".
9. S'ha suggerit que el coneixement obtingut sobre espècies que es reproduïxen bé en captivitat es podria aplicar en el desenvolupament de programes de cria en captivitat d'espècies en perill com el baiji. Tanmateix, les espècies es comporten de forma molt diferent i el que convé per una pot no fer-ho per altres. Comparar el dofí mular, relativament robust, amb el tímid baiji pot ser contraproduent. La comprensió de l'ecologia i la conducta d'una espècie al seu medi, amb l'objectiu de conformar els esforços de conservació, ens pot subministrar dades molt més rellevants.
10. S'han conduït estudis en el camp de la contaminació per hidrocarburs i l'enredada en xarxes de pesca. Els efectes dels vessaments de petroli s'han estudiat en dofins mulars captius, i mostren poca evidència física de perjudici, però que els animals intenten evitar les taques de petroli. Això s'ha interpretat com que els vessaments de petroli podrien ser poc significatius per als dofins.

Tanmateix, aquesta informació no hauria de ser massa útil per al legislador, que hauria de conèixer el dany considerable dels vessaments per a la resta de fauna.

11. S'han fet experiments per provar de disminuir les enredades en xarxes de pesca. S'ha investigat el mecanisme de les marsopes per detectar xarxes de diferents gruixos i fins a quin punt poden ser detinguts amb l'ús de soroll o reflectors. El soroll sembla ser més prometedor. El mateix tipus d'experiments s'han conduït al medi natural, i són més realistes, detectant efectes també a les preses, la qual cosa no s'havia identificat als estudis de laboratori.

12. L'informe conclou que les condicions físicament restrictives de la captivitat, juntament amb les conductes apreses en un ambient anti natural, el baix nombre d'animals entrenats i la canviant base genètica de la població de cetacis captius significa que el rol dels animals captius com a models d'animals salvatges té una base científica cada cop més posada en dubte. La sofisticació, cada cop més gran, dels estudis sobre animals lliures i la major rellevància de les dades que se n'obtenen posa en dubte la justificació de la recerca sobre animals captius.

INTRODUCCIÓ

Els cetacis s'han mantingut en captivitat des dels 1860's (Defran & Pryor, 1980) i des d'aquells temps s'han tingut diverses espècies amb diferents graus d'èxit. Les cinc espècies més habituals són les citades a la Taula 1.1. El dofí mular (*Tursiops truncatus*) ha estat de llarg l'espècie més tinguda en captivitat, principalment per que combina entrenabilitat i una relativa habilitat per a tolerar la captivitat. En contrast, algunes espècies com el dofí de l'Amazones o boto (*Inia geoffrensis*) i el baiji (*Lipotes vexillifer*) toleren malament la captivitat i no realitzen actes aeris atractius per als visitants, amb la qual cosa pocs individus d'aquestes espècies són mantinguts en captivitat. Altres com el dofí de flancs blancs del Pacífic (*Lagenorhynchus obliquidens*) ha estat difícil de mantenir en captivitat, però la seva espectacular activitat aèria ha animat als zoos a continuar tenint-los. La espècie més gran que es manté en captivitat és l'orca (*Orcinus orca*), llur tamany, coloració i entrenabilitat fan d'ella un animal acrobàtic ideal per a la indústria de la captivitat.

Mentres que la entrenabilitat, l'aparença i la tolerància a la captivitat han clarament dirigit el desenvolupament de la indústria dels zoos en aquest camp, l'entreteniment voyeuristic ha esdevingut una justificació de la captivitat menys acceptable des dels 90, en augmentar la consciència mediambiental i pel benestar dels animals. De més a més, per tant, els zoos i parcs marins han argumentat que la recerca és una part important de la seva tasca i que justifica el manteniment de cetacis en captivitat i la realització d'experiments sobre ells. Afirmen que la recerca ens ajudarà a comprendre millor els cetacis i en conseqüència a protegir-los al seu ambient natural.

Per exemple, Pryor & Norris (1991) han dit:

“Els animals captius ens ofereixen una comprensió que no pot ser adquirida a distància, i aquesta comprensió és fonamental en la cura dels cetacis”.

Aquest informe revisa la recerca que ha estat desenvolupada sobre cetacis captius i qüestiona la utilitat de les dades així obtingudes en la seva aplicació a la conservació dels dofins i balenes salvatges.

Hi ha una gran quantitat de recerca publicada relacionada només amb la gestió d'animals en captivitat. Per exemple, la seva captura (Dudok van Heel, 1986), entrenament (Abel, 1986; Defran & Pryor, 1980) i els requeriments en la qualitat de l'aigua (Manton, 1986). Aquesta recerca no ha estat considerada en aquest informe per que no té cap valor en la conservació ni pot argumentar-se'n. Aquest informe considera les àrees fonamentals de recerca, que inclouen la fisiologia bàsica, patologia, psicologia i reproducció juntament amb treballs relacionats amb la conservació per definició (com la pesca).

Taula 1.1. Espècies de cetacis més habitualment mantingudes en captivitat (Defran & Pryor, 1980)

Dofí mular	<i>Tursiops truncatus</i>
Orca	<i>Orcinus orca</i>
Beluga	<i>Delphinapterus leucas</i>
Falsa orca	<i>Pseudorca crassicans</i>
Dofí de flacs blancs del Pacífic	<i>Lagenorhynchus obliquidens</i>
Dofí comú	<i>Delphinus delphis</i>
Balena pilot	<i>Globicephala sp</i>
Dofí de Hawaii	<i>Stenella longirostris</i>
Dofí de dents rugosos	<i>Steno bredanensis</i>
Boto	<i>Inia geoffrensis</i>

Hematologia i Química de la Sang

L'establiment dels paràmetres normals en l'hematologia i hemografia dels cetacis ha sigut un objectiu clàssic en la recerca sobre animals captius. Al llarg dels anys la justificació d'aquesta recerca s'ha extès des de la determinació de nivells de base per determinar la salut dels animals captius a l'habilitat de "diagnosticar problemes patològics de les poblacions salvatges" (Cornell *et al.*, 1988). Malgrat tot, la rellevància i l'aplicació de les dades d'hematologia i química sanguínia recolectades en animals captius per a animals salvatges és qüestionable. Entre altres coses, existeix una considerable variació entre individus (Bossart & Dierauf, 1990) i s'han detectat diferències entre animals salvatges i captius de la mateixa espècie. (ex Asper *et al.*, 1990; St Aubin & Geraci, 1989).

Un altre objectiu dels estudis hemològics ha estat trobar una mesura quantitativa del estrès als cetacis (Dierauf, 1990). Molts animals han estat posats en severes condicions de estrès per a aquest tipus de recerca i alguns experiments van resultar en la mort d'almenys dos dofins mulars (Thomson & Geraci 1986) i la perda d'un 10-25% del pes de diverses belugues. Si aquests estudis contribueixen a la conservació dels cetacis salvatges es considera més avall.

L'hematologia i química de la sang comparades han estat utilitzades també per avaluar canvis adaptatius als cetacis. Per exemple, per entendre com els cetacis poden fer capbussades freqüents i prolongades a grans fondàries i sobreviure a l'ambient hiperosmòtic del mar.

Hematologia

El perfil hematològic mesura el nº de glòbuls vermells i blancs i les seves característiques físiques. La taula 2.1 dona els principals paràmetres mesurats i la informació corresponent. Bossart & Dierauf (1990) han analitzat la literatura sobre hematologia dels cetacis. S'han publicat els nivells d'hematologia per les principals espècies, incloent l'orca (Cornell, 1983), la beluga (Cornell, 1988), la marsopa (Kastelein et al, 1997) i el dofí mular (Asper et al, 1990). També s'han obtingut valors per als dofins de riu en captivitat (Ridgeway et al 1989) però la informació és insuficient per a establir rigorosament uns nivells de base.

Malgrat que s'hagin establert els nivells per algunes espècies cal ser cautelós per dos motius. De primer, s'ha enregistrat una variació significativa entre individus en la beluga (Cornell et al, 1988) la marsopa (Kastelein) i l'orca (Cornell, 1983), la qual cosa ha conduït a Bossart & Dierauf a concloure que:

“Les línies de base s'han de fixar per a cada espècimen de forma individual abans de considerar els valors anormals. Als hemogrames de delfínids els índexs de glòbuls blancs (GB) poden variar entre animals de la mateixa espècie. Un recompte de glòbuls blancs que sembla entrar dins els límits normals per aquella espècie, per a un individu pot indicar una leucocitosi significativa en funció dels seus hemogrames previs.”

Per tant, hi ha limitacions per a l'ús de les dades hematologies en la investigació de malalties en animals salvatges, per la necessitat de saber el què és normal per a l'individu en concret. Abans d'extreure conclusions fermes, caldria obtenir mostres repetides de l'individu o població per a tenir idees sobre els valors normals. Cap d'aquestes estratègies serien pràctiques al camp.

En segon lloc, la poca quantitat de dades disponibles mostren que la captivitat mateixa té un efecte en l'hematologia. Els dofins salvatges tenen un recompte de GB significativament més alt, un menor percentatge de neutròfils i un major percentatge d'eosinòfils que els dofins captius (Asper et al, 1990). Les balenes beluga van mostrar una progressiva disminució del volum de cèl·lules sanguínies i d'hemoglobina durant un període de captivitat de 10 setmanes. Això va ser atribuït a una reducció de la demanda d'oxígen, resultat de la inactivitat imposada (St Aubin & Geraci, 1989). Les balenes també van patir una reducció i un posterior augment de GB, associats inicialment amb una caiguda dels nombres d'eosinòfils i limfòcits, seguida per un augment dels neutròfils. Els baixos nivells de GB enregistrats en animals captius s'associen a la exposició més reduïda a la infecció i al parasitisme en particular (Asper et al, 1990). Tanmateix, la reducció dels nivells d'eosinòfils també s'associen amb l'estrés i això podria justificar les seves reduccions immediatament posteriors a la captura (St Aubin & Geraci, 1989a).

Els estudis en hematologia comparada han mostrat una evolució considerable dels eritròcits per a facilitar la immersió. Els eritròcits són molt més grossos als cetacis que als mamífers terrestres, per incrementar la capacitat de transport d'oxígen, i el volum total de cèl·lules també és major (Bossart & Dierauf, 1990). L'hemoglobina, volum total

de cèl·lules i de glòbuls vermells és major als dofins mulars oceànics que als que viuen prop del litoral (Duffield, 1990), la qual cosa pot reflectir diferents demandes fisiològiques.

Química de la Sang

Aquests estudis mesuren els components químics del sèrum o plasma, la part acel·lular de la sang. Inclou una ampla varietat d'electròlits, enzims i hormones. Les hormones reproductives es consideren a la secció 7. La taula 2,2 mostra els paràmetres més habituals i la seva significació clínica. Tanmateix, aquesta significació és molt menys coneguda que les mesures d'hematologia.

Bossart & Dierauf (1990) han revisat la literatura sobre la química del plasma als cetacis i la seva interpretació. S'han conduït mesures a totes les espècies més comunes en captivitat, incloent l'orca (Cornell, 1983), la beluga (Cornell et al, 1988), la marsopa (Andersen, 1968) i el dofí mular (Asper et al, 1990). Dades menys detallades s'han obtingut dels dofins de riu (Ridgeway et al, 1989).

L'extrapolació dels valor "normals" de dofins captius a lliures no és del tot adient, malgrat la importància de les diferències és difícil de valorar a causa dels pocs estudis realitzats en animals lliures. Tanmateix, les dietes artificials dels animals captius clarament afecten alguns aspectes de la bioquímica de la sang. Els nivells de nitrògen en urea en sang (BUN) es relacionen amb el contingut proteic de la dieta i els nivells de colesterol i triglicèrids es relacionen pel contingut en greixos (Asper et al, 1990). Els nivells de triglicèrids es van alçar i el de colesterol va fluctuar en el cas de les balenes beluga mantingudes en captivitat durant 10 setmanes, on van ser alimentades amb arengades (riques en oli) en comptes de la seva dieta normal de crustacis decàpodes (St Aubin & Geraci, 1989).

Una altra diferència entre animals captius i salvatges s'ha detectat en els nivells circulants d'hormones tiroidees; la tiroxina (T3) i la triiodotironina (T4). A les belugues lliures, hi ha variacions estacionals de T3 i T4, amb nivells significativament més alts a l'estiu que a l'hivern (St Aubin & Geraci, 1989). Aquesta variació no apareix a les balenes captives, cosa que s'ha atribuït a l'entorn relativament constant. A les foques comuns, s'han enregistrat variacions similars en T3 i T4, associades a la preservació de la capa de greix en aigües fredes (Renouf & Noseworthy, 1991), doncs les hormones tiroidees són importants en la regulació de l'activitat metabòlica. St Aubin et al (1996b) no van detectar variacions estacionals de T3 i T4 als dofins mulars salvatges, però van trobar que els nivells de T4 total i lliure i T3 lliure eren més elevats a les femelles salvatges que a les "semi-domèstiques" (mantingudes en tancats d'aigua de mar als laboratoris de Comandament Naval, Control i Seguiment). Els autors van pensar que la diferència es podria deure als efectes de la reproducció i lactància.

En orques captives, Cornell (1983) ha detectat diferències individuals en la química clínica en funció del lloc d'origen. Les orques del Pacífic tenen una activitat més baixa de la dehidrogenasa làctica (LDH) que les de l'Atlàntic. Alguns mascles adults tenen un nivell BUN i de creatinina més alts que altres i les orques joves tenen un nivell més alt de glucosa i més baix de proteïnes que els animals madurs. De nou, es conclou que l'establiment d'un perfil individual normal és important per a una correcta interpretació.

L'estrès, analitzat a la secció següent, pot tenir un efecte dramàtic en alguns components del plasma, afegint dificultats a la interpretació per que tant els animals lliures com els captius poden patir estrès durant l'extracció de sang.

Taula 2.1: Paràmetres hematològics mesurats més habitualment i la seva significació clínica

PARÀMETRE	SIGNIFICACIÓ CLÍNICA
Recompte total d'hematies	Baix en l'anèmia i mala nutrició Elevat en la deshidratació
Hematòcrit o volum total de cèl·lules	Baix en l'anèmia i mala nutrició Elevat en la deshidratació
Concentració d'hemoglobina	Baix en anèmia i mala absorció
Volum corpuscular mig	Pot ser baix o alt en diferents tipus d'anèmia
Concentració corpuscular	
Mitjana d'hemoglobina	Pot ser baix o alt en diferents tipus d'anèmia
Recompte total de glòbuls blancs	Elevat per l'estrès i infecció bacteriana
Neutròfils	Elevat per l'estrès i infecció bacteriana Baix per grans infeccions i toxemia
Limfòcits	Elevat en infeccions víriques Baix per l'estrès
Monòcits	Elevat per condicions d'inflamació crònica
Eosinòfils	Elevat en infeccions parasitàries Baix per l'estrès
Neutròfils immadurs	Elevat per infeccions

Taula 2.2. Paràmetres més habituals de la bioquímica de la sang

PARÀMETRE	SIGNIFICACIÓ CLÍNICA
Enzims hepàtics	
Aspartat Aminotransferasa	Elevat en danys hepàtics i musculars
Alanin Aminotransferasa	Elevat en danys hepàtics i musculars
Gama glutamil transpeptidasa	Elevat en malalties hepàtiques
Fosfatasa alcalina	Elevat en patologies hepàtiques i durant el creixement
Bilirrubina:	
Directa	Elevada en patologies hepàtiques obstructives
Indirecta	Elevada en hemòlisi i malaltia pre-hepàtica
Creatinin quinasa	Elevada en danys del múscul esquelètic o cardíac
Nitrògen en urea en sang	Elevat en patologies del ronyó, pot ser reduïda en danys hepàtics
Creatinina	Elevada en patologies renals
Dehidrogenasa làctica	Elevada en danys cel·lulars generals
Glucosa	Elevada a l'estrès i diabetes mellitus
Colesterol	Elevat en hipotiroidisme i diabetes mellitus Baix en la desnutrició i mala absorció
Proteïna total	Elevada en la deshidratació Baixa en malnutrició i patologies renals i

Els efectes de l'estrès en l'hematologia i química de la sang

La resposta dels científics a les demandes sobre el benestar dels animals en captivitat ha estat la recerca de mesures "objectives" de l'estrès. "Aconseguir la definició i la mesura de l'estrès dels mamífers marins té importància per assegurar el benestar de l'animal" (Dierauf, 1990). L'assumpció subjacent és que l'estrès pot provocar canvis mesurables en paràmetres fisiològics i que, si no existeixen canvis mesurables, l'animal no pateix estrès.

Els cetacis captius han estat posats en situacions inqüestionablement estressants a través d'estudis experimentals. Els principals canvis identificats han estat en el cortisol del plasma, l'hormona tiroidea, l'aldosterona i els eosinòfils. La dosificació a un dofí mular de tetraclorur de carboni i mantenir-lo en moviment durant 72 hores sense menjar fins que va esdevenir "visiblement irritat i inusualment agressiu" va causar petits canvis en la creatinin quinasa, la glucosa i el potassi (Geraci & Medway, 1973).

Tres dofins mulars van ser perseguits durant tres hores abans de ser capturats per a una extracció de sang (Thompson & Geraci, 1986). Els nivells de cortisol i aldosterona van ser elevats i els nombres d'eosinòfils reduïts. Fins i tot els animals habituats a patir extraccions de sang van mostrar una resposta d'estrès en forma de cortisol i aldosterona elevats. La conclusió fou que els nombres d'eosinòfils són la millor mesura de l'estrès. Dos dofins utilitzats en l'estudi van morir 2-5 dies després de ser administrats amb l'hormona adrenocorticotròpica (ACTH) per imitar l'estrès natural.

Un altre estudi va implica sis balenes beluga salvatges, col·locant-les en dues piscines de 8,2m de diàmetre durant 10 setmanes, en que quatre d'elles van perdre del 15 al 25% del seu pes corporal (St Aubin & Geraci, 1988). Els nivells de T3 i T4 en plasma es van reduir i van restar baixos durant el període. Hi va haver breus reduccions (d'una setmana) dels nombres d'eosinòfils i limfòcits i alts nivells de cortisol, aldosterona, glucosa, ferro, potassi, creatinin quinasa, aspartat amino transferasa i gama glutamil transpeptidasa.

S'han desenvolupat molts altres estudis similars, revisats per Dierauf (1990). Malgrat aquests estudis poden ser útils per tractar clínicament cetacis en captivitat i possiblement animals varats, és difícil visualitzar la seva rellevància per a la comprensió de la biologia de les poblacions salvatges.

Conclusions

Els estudis d'hematologia i química sanguínia són indubtablement útils per vigilar i tractar animals mantinguts en captivitat, en subministrar informació essencial sobre l'organisme. Els valors "normals" d'hematologia i alguns components del plasma són relativament ben coneguts per algunes espècies. Tanmateix, com existeixen diferències entre individus, la captivitat comporta canvis mentre l'animal s'adapta al seu nou medi. Les subpoblacions d'algunes espècies poden tenir diferents nivells d'alguns components. Per tot això, el valor d'aquesta informació en termes de conservació és menys clara.

“ Els estudis en espècimens salvatges capturats han proporcionat dades que no sempre correlacionen amb les dades d'animals captius. La captivitat demana ajustos fisiològics que es poden reflectir en els valors de la sang” (Medway & Geraci, 1986)

Un problema addicional és que usualment és poc pràctica l'extracció de mostres d'animals silvestres. Els animals varats es poden analitzar i el resultat utilitzat per avaluar la probabilitat de la seva supervivència, però per altres això no és el cas. Malgrat alguns grups de dofins mulars lliures són rutinàriament capturats i examinats (p.ex. Asper et al, 1990) això només ens dona dades d'algunes poques i petites poblacions – la majoria no poden ser mostrejades d'aquesta manera.

Malgrat la comprensió de l'estrès sembla un objectiu potencialment útil, la confusió entre l'estrès de la captura i altres tipus d'estrès semblen difícils de distingir. En el seu estudi dels dofins mulars i l'estrès, Thompson & Geraci (1986) van averiguar una màxima resposta d'estrès mesurada en els nivells de cortisol circulant no superats si el període d'estrès experimental perdurava. Potser el problema rau en que la recerca d'una mesura quantitativa de l'estrès és equívoca, especialment en ser l'estrès un concepte tan divers, difícil de definir químicament. L'estrès agut i crònic, per exemple, pot produir efectes diferents, i malgrat l'obtenció d'una resposta fisiològica de l'estrès pot ser productiva en determinades situacions (Dierauf, 1990), pot ser difícil distingir entre els efectes d'un lleu estrès a llarg termini.

3. Malalties

La documentació sobre patologies dels cetacis originada a partir d'espècimens captius, és en gran part una sèrie d'informes de casos concrets i revisions de les malalties ocorregudes. És difícil saber com n'és de representativa una malaltia d'animals captius aplicada als animals lliures. Les dades sobre patologies de cetacis salvatges procedeixen principalment d'individus varats, molts dels quals ja eren morts, i el no està clar fins quin punt els animals varats vius poden representar l'espectre sencer de malalties.

Tanmateix, apareixen importants diferències entre les malalties vistes en animals captius i lliures, malgrat hi ha algunes semblances. Quan han succeït epidèmies entre els cetacis salvatges la literatura sobre patologia en els animals captius no ha estat massa

útil en la investigació. Aquesta secció vol revisar breument les diferències entre les malalties de cetacis lliures i captius i considerar fins a quin punt el coneixement obtingut a partir d'animals captius ha contribuït a solventar problemes patològics entre les poblacions salvatges.

Malalties infeccioses

Entre els espècimens captius, la pneumònia bacteriana és considerada la causa de mort més comuna entre els dofins (Sweeney, 1986) i les orques (Greenwood & Taylor, 1985). La pneumònia és també una de les causes més habituals de mort entre els animals salvatges varats. Als dofins d'aigües britàniques, la pneumònia bacteriana es troba amb freqüència (Baker, 1992). A les marsopes, els paràsits són una causa més freqüent de broncopneumònia que els bacteris malgrat la bacteriana és una de les causes més comuns de mort (Baker & Martin, 1992). Per tant, la pneumònia bacteriana sembla ser un problema comú tant pels cetacis captius com pels lliures.

S'han enregistrat infeccions micòtiques sistèmiques tant en espècimens captius com salvatges, implicant organismes com *Nocardia*, *Candida*, *Aspergillus* encara que són menys freqüents que les bacterianes. Tanmateix, la candidiasi sembla ser un problema particular per als cetacis captius i ha estat la causa de malaltia o mort per a una varietat d'espècies que inclou el dofí mular, la beluga, la marsopa (Dunn, 1982) i l'orca (Greenwood & Taylor, 1985). Es creu que les condicions de captivitat posen els cetacis en situació d'especial risc de contagi d'infeccions per *Candidia* (Greenwood & Taylor, 1982) i que altres malalties o l'estrès podrien predisposar els animals a desenvolupar patologies (Dunn, 1982). La dermatitis micòtica de *Fusarium* s'ha donat entre espècimens captius en que podrien existir com a factors predisposants les teràpies prolongades amb antibiòtics, o altres situacions que podrien comprometre la funció immunitària (Frasca et al., 1996).

Les infeccions de la pell s'han descrit tant en espècimens captius com lliures (Sweeney, 1986). Infeccions víriques com sífilis i herpes són comunes entre els animals varats en aigües britàniques (Baker, 1992). També s'han descrit, en cetacis captius, infeccions d'*Erysipelothrix rhusopathiae*, associades amb lesions de la pell i septicèmia (Calle et al, 1993).

Malalties parasitàries

Una de les diferències més obvies entre les malalties que afecten a cetacis captius o lliures és la incidència i importància dels paràsits. Les càrregues parasitàries són ubíquies als animals lliures i quan els animals són capturats per a l'exhibició, inevitablement porten un ampli assortiment d'endo- i ectoparàsits (Dailey, 1986). Tanmateix, els individus mantinguts en captivitat són tractats amb antihelmíntics i les càrregues parasitàries declinen ràpidament. Fins i tot sense tractament, els nivells de paràsits disminueixen, la qual cosa s'ha associat al canvi de dieta i a la més baixa exposició (Dailey, 1986).

Encara que les infeccions parasitàries en els cetacis lliures no els causen forçosament una malaltia, probablement contribueixen a la morbiditat i mortalitat. Això està força ben descrit (ex. Baker & Martin, 1992). Per tant, és improbable que els estudis realitzats

amb animals captius puguin contribuir a comprendre la dimensió d'aquest tipus de patologies entre els cetacis salvatges.

Altres malalties

La ulceració gàstrica és una afecció comunament enregistrada entre cetacis tant captius com lliures (Sweeney, 1986b). Als cetacis captius, és habitual el tractament amb antiàcids i cimetidina (Sweeney, 1986b; Stoskopf, 1990). Malgrat que la ulceració gàstrica té una clara importància clínica entre els animals captius, tenim menys evidència sobre la seva significació per als animals lliures.

Epizootica a les poblacions salvatges

Està ben documentat l'esclat recent de malalties epizòtiques, causades per morbillivirus, que ha provocat mortalitats a gran escala entre dofins llistats al Mediterrani i dofins mulars a la costa est dels Estats Units (ex Duigan et al, 1996; Simmonds & Mayer, 1997). Els estudis previs amb balenes i dofins captius no havia avisat sobre aquesta possibilitat ni va contribuir de forma significativa a comprendre els fets. La principal preocupació dels científics en relació amb les poblacions captives és el risc per als espècimens captius si s'introdueixen individus infectats i els riscos de la reintroducció de cetacis captius al medi (Bill & Freidl, 1993; St Aubin et al, 1996a).

Conclusions

Les dades sobre la incidència de malalties entre els cetacis captius són òbviament molt importants per a la seva cura i tractament. És molt menor la certesa de com aquesta informació ens podria ajudar a comprendre les patologies en els animals lliures. Els paràsits no són un factor de patologies entre els animals infectats a causa dels tractaments rutinaris. Algunes patologies, com la candidiasi i la ulceració gàstrica, semblen més prevalents o de major importància en captivitat que entre els animals lliures.

Particularment, els estudis sobre malalties fets amb animals captius no ens han ajudat a entendre algunes de les més visibles mortandats recents de mamífers marins. En conseqüència, des d'una perspectiva conservacionista, sembla que no haguem guanyat gaire amb els estudis sobre malalties dels cetacis captius.

4. Fisiologia

Els estudis fisiològics pretenen entendre el funcionament físic d'un animal. La majoria dels estudis fisiològics realitzats en cetacis captius s'han fet amb dofins mulars a causa del seu tamany relativament petit i de la facilitat amb que es poden ensinistrar. A través d'aquests estudis, els dofins són entrenats per a desenvolupar determinades tasques (com, en el cas d'estudis de natació, empènyer una càrrega) i conductes útils com la presentació de la cua per a una extracció de sang o el fet d'orinar a partir d'una ordre.

Molts estudis fisiològics s'han conduït al Centre Naval de Sistemes Oceànics (NOSC) de Hawaii (Williams et al, 1992; Pabst, 1995) la qual cosa reflecteix el tradicional interès pels dofins de la US Navy . La Navy està particularment interessada en les habilitats acústiques i d'ecolocació, un saber que pensen es podria aplicar per millorar

els sistemes de detecció submarina (veure la Secció 5). També s'han interessat en la hidrodinàmica dels dofins i en el fet de si posseeixen adaptacions especials que els fan més eficients a l'aigua, i que podrien ser utilitzats per a millorar la tecnologia naval (Ridgeway & Carder, 1990).

Nedar i bussejar

En el NOSC, els dofins mulars són mantinguts en tancats flotants a mar obert, i són ensinistrats per a acompanyar vaixells en sessions de natació a mar obert. En altres centres de recerca, els dofins són entrenats a nedar a velocitats determinades en els seus tancats normals (Ex. Fish, 1993).

Els estudis en dofins mulars han mostrat que tenen perfils energètics similars als dels mamífers terrestres sedentaris però que tenen una menor despesa d'energia en nedar que altres mamífers aquàtics (Williams et al, 1993). També s'ha demostrat que els dofins mulars poden conservar l'energia durant els desplaçaments per mitjà del cavalcament de les ones i de l'estela de vaixells (Williams et al, 1992), confirmant estudis de conducta realitzats en animals lliures (Shane et al, 1986). També s'han realitzat experiments fisiològics en marsopes al Harderwijk Parc de Mamífers Marins d'Holanda, utilitzant individus d'un programa de rehabilitació (Kastelein et al, 1997b; 1997e). Ridgeway & Carder (1990) han identificat un plec de pell sensible a la pressió a través d'estudis amb electroencefalogrames i electromiogrames en dofins, utilitzant microvibracions a la pell. Es va pensar que aquest plec accentuava el potencial natatori dels dofins en relació a altres espècies. No obstant, altres estudis sobre l'energia gastada en proves de natació en captivitat han mostrat que malgrat els dofins mulars "estan ben adaptats per a una eficient natació d'alt rendiment, no mostren un rendiment hidrodinàmic inusual" (Fish, 1993).

Els estudis a la NOSC també han demostrat que els dofins mulars posseeixen un mecanisme d'intercanvi de calor de contra corrent que manté la temperatura dels testicles dels mascles, encara que estiguin localitzats entre els dos principals músculs locomotors (Pabst et al, 1995).

Òbviament, el busseig és una dimensió important de les adaptacions fisiològiques dels cetacis a l'ambient marí. Tanmateix, no hi ha gaires estudis sobre aquest aspecte, principalment a causa de les limitacions físiques imposades per la captivitat, i són estudis realitzats ara fa més de 25 anys (ex Ridgeway et al, 1969, Ridgeway & Howard, 1979). No obstant, amb el desenvolupament de sistemes miniaturitzats de radio i audio telemetria i les grabadores de profunditat, en l'actualitat els estudis sobre el busseig s'estan realitzant amb cetacis lliures com les marsopes (Westgate et al, 1995), i estan revelant les profunditats i la freqüència de les capbussades.

La recerca sobre la fisiologia respiratòria d'espècies diferents del dofí mular en captivitat ha estat molt menys sofisticada. Per exemple, en marsopes, les mesures del rati i volum del flux d'inspiració s'han fet amb animals fora de l'aigua (Kastelein et al, 1997). S'ha vist una considerable variació entre individus i els autors han reconegut que les condicions experimentals no podien considerar-se representatives de l'ambient natural.

Energètica i nutrició

Posseir informació sobre energètica i nutrició és important per a l'alimentació dels cetacis en captivitat. La literatura ha estat extensivament revisada per Worthy (1990). Les dades sobre cetacis captius no són abundants i gran part de la recerca va ser realitzada als anys 70, i actualment tampoc sembla ser un motiu promotor d'esforç de recerca, malgrat recentment s'hagin desenvolupat alguns estudis de nutrició i creixement (Kastelein et al, 1997b) i el temps de passada del menjar (Kastelein et al, 1997c) ambdós en marsopes. No obstant, els ritmes de creixement en els animals captius podrien diferir d'aquells individus salvatges que poden trobar temporals restriccions en la disponibilitat de menjar.

El coneixement dels requeriments d'energia en els cetacis es pot utilitzar per a calcular la quantitat de menjar consumida al seu medi. Al seu lloc, això es pot emprar per a desenvolupar models de l'ambient marí amb una pluralitat d'espècies. No sembla que s'hagin utilitzat d'aquesta manera les dades obtingudes en estudis en captivitat. Per exemple, els noruecs, que estan desenvolupant models del mar de Barents, han utilitzat les dades procedents de balenes minke matades en la indústria balenera comercial i científica (Bogstad et al, 1995).

Conclusió

Els estudis sobre fisiologia poden aportar una visió interessant sobre la forma en que els cetacis estan adaptats a la seva existència marina. Aquest coneixement enriqueix la nostra comprensió d'aquests animals i subministra dades comparatives interessants. No obstant, no sembla que hi hagi gaire aplicació pràctica aparent per a la conservació dels animals al medi. En particular, els estudis sobre nutrició i energètica apareixen com a pobres previsors del rendiment dels espècimens salvatges a causa de l'estil de vida sedentari dels animals captius i la seva conseqüent manca de forma física i la seva dieta anormal.

5. Psicologia i cognició experimentals

L'esforç en la investigació de les habilitats visuals, auditives i d'ecolocació dels cetacis ha estat enorme i constant. La major part dels treballs han tingut lloc als Estats Units i a Rússia. El sistema del sonar ha provocat una especial fascinació entre els investigadors, endegada, en gran part, per l'interès de la US Navy en la seva potencial aplicació a la millora dels sistemes de detecció submarina. Un cop més, els dofins mulars han estat els animals d'experimentació triats, i han après complicades tècniques que permeten als investigadors determinar, per exemple, si els dofins poden detectar formes diferents i amb quines dimensions. Aquests experiments usualment es recolzen en el condicionament de que la resposta correcta serà premiada amb menjar, que és utilitzat en la seva forma més simple per a ensinistrar conductes. Aquestes adaptacions inclouen la tècnica del "ves-hi, no hi vagis". Per exemple, en els experiments sobre el gust el dofí és ensenyat a posar la seva boca damunt un plat justa a sobre l'aigua. Es vessen a la seva boca dues solucions que poden ser iguals (ex. Aigua seguida d'aigua) o diferents (ex aigua seguida d'una solució amb sucre). Quan són iguals, l'animal ha de restar en el

plat, si són diferents ha de retornar a l'aigua. Una altra versió consisteix en ensenyar al dofí a pressionar un dels dos plats depenent en si dos objectes són diferents o iguals (veure Moore, 1991). Utilitzant aquestes tècniques, els investigadors han investigat les habilitats cognitives dels dofins.

Tots aquests estudis utilitzen animals que han sofert un entrenament considerable i per tant el nombre d'animals utilitzats en cada experiment és usualment baix. Només es poden extreure conclusions generals a partir del comportament d'animals individuals.

L'audició i el processament de la informació auditiva

Les sensibilitats auditives de moltes espècies de cetacis han estat definides a través d'estudis experimentals amb dofins captius, i s'han identificat les deficiències individuals (Ridgeway & Carder, 1997). S'han emprat tant audiogrames conductuals com electrofisiològics per a investigar l'audició amb els dofins mulars i les orques. Aquests estudis han mostrat que la majoria dels cetacis tenen una bona oïda en el rang 60-120kHz amb una oïda d'alta freqüència particularment aguda. Algunes espècies, com la marsopa i el dofí de riu de l'Indus, tenen rangs auditius que arriben a 130kHz, diferència atribuïda als ambients de baixa visibilitat que habiten (Wood & Evans, 1980). La Taula 5.1 en dona els rangs auditius i d'ecolocació de les principals espècies mantingudes en captivitat.

El 1991, Louis Herman (Herman, 1991) va revisar els treballs sobre l'audició de dofins fets pel seu grup al NOSC de Hawaii i altres centres. Aquells estudis han demostrat que els dofins tenen una excel·lent memòria auditiva i una habilitat per a imitar sons. Els dofins també poden entendre frases fetes en un "llenguatge simple, artificial i acústic" (Herman, 1991). Per exemple, els dofins poden diferenciar entre instruccions auditives com "porta la taula de surf a la frisbee" i "porta la frisbee a la taula de surf". Com a resultat, les habilitats de processament d'informació en aquest sistema sensorial es van considerar equivalents a les habilitats de processament visuals dels primats no humans

Table 5.1 The hearing sensitivities and echolocation properties of some of the main species kept in captivity (after Richardson *et al.*, 1995; Wood & Evans, 1980).

Species	Echolocation		Hearing	
	Pulse type	Peak frequency (kHz)	Range (kHz)	Peak sensitivity (kHz)
Bottlenose dolphin	pulse: 10-200 μ sec	110-130	75-150	20-80
Killer whale	pulse: 0.5-1.5msec	12-25	0.5-31	15
Harbour porpoise	pulse: 40-200 μ sec	110-150	1-150	8, 32, 64
Beluga	pulse: 20-100 μ sec	40-60; 100-120	1-123	60-65

Ecolocació

Les habilitats d'ecolocació dels cetacis són impressionants. S'espera que la comprensió del sistema del sonar dels dofins pugui ajudar a desenvolupar millors formes d'estudiar els oceans, millorar les eines de navegació i reduir l'enredada de cetacis a les xarxes pesqueres (Moore, 1991).

A la seva revisió de la recerca en ecolocació, Moore (1991) ha descrit el coneixement sobre la freqüència i amplitud dels senyals d'ecolocació, i com s'ha demostrat que els dofins poden exercitar un control voluntari sobre ells. Hi ha diferències entre espècies quant a la freqüència i les característiques d'emissió d'energia dels seus senyals d'ecolocació (veure la taula 5.1). Algunes espècies com la marsopa comú i la marsopa de Dall produeixen senyals de molt alta freqüència comparats amb altres espècies (Hatakeyama & Soeda, 1990) malgrat no és clara la significació ecològica d'aquestes diferències. Els senyals emesos per les marsopes comuns han estat descrits amb detall al llarg d'estudis fets amb animals en una unitat de rehabilitació (Verboom & Kastelein, 1995 ; 1997; Goodson et al, 1995; Kastelein et al, 1995).

Ja estudis primerencs van establir que gran part del comportament d'ecolocació és après. Quan algunes espècies com el dofí comú i el llistat, habituats a nedar en aigües clares, són situats en aigües tèrboles, topen amb les parets del tanc fins que no aprenen a dependre menys de la visió i més de l'ecolocació, passats uns dies (Wood & Evans, 1980).

Els dofins poden usar l'ecolocació per a discriminar objectes en funció de la seva mida, forma, composició material i combinacions d'aquests factors. Estudis amb dofins amb els ulls tapats han mostrat que poden usar informació d'eco per a derivar-ne informació complexa sobre formes malgrat tenen dificultat en encertar objectius depenents de l'aspecte (com cubs o piràmides) en orientacions diferents (Pack & Herman, 1995; Helwg et al, 1996). Els estudis han demostrat també que els dofins tenen un reconeixement intersensorial gairebé perfecte d'objectes complexes en 3 dimensions, la qual cosa suggereix que "el que un dofí "veu" amb ecolocació és funcionalment similar al que veu a través de la visió" (Pack & Herman, 1995). Altres estudis han confirmat aquestes troballes i mostren que la informació visual i d'eco es pot combinar per incrementar la precisió (Harley et al, 1996).

Les condicions oceàniques poden afectar el rendiment de la detecció d'objectes per part de les falses orques (Turl & Thomas, 1992) la qual cosa indica la probable influència de l'ambient en les habilitats d'ecolocació. Els estudis amb marsopes de Kastelein van mostrar que també podien distingir objectius enterrats fins a 7 cm a la sorra, el que suggereix que l'ecolocació podria ser emprada per a identificar la posició de preses bentòniques.

Com les habilitats dels dofins són molt superiors als sistemes convencionals de sonar, els investigadors estan desenvolupant i avaluant xarxes neurals artificials, en un esforç per a imitar les habilitats dels dofins (ex Au, 1994). Malgrat aquests sistemes es van millorant gradualment, encara no han estat provats en situacions complexes. Els dofins també han estat utilitzats per a determinar la seva pròpia reflectivitat acústica en l'ajut dels sistemes de sonar (Au, 1996). Les habilitats d'ecolocació d'altres espècies mantingudes en captivitat com la balena beluga (Au et al, 1987) i la falsa orca (Au et al 1995) també s'han investigat però amb menys intensitat.

La Visió

Durant un llarg període, es va creure que la visió era relativament poc important per als dofins, en particular a partir dels estudis inicials que mostraven una certa dificultat per a diferenciar formes visualment. Més tard es va veure que s'havia generat informacions equivocades a causa de problemes metodològics i que els dofins tenen una bona visió en l'aire i l'aigua (Herman, 1991). Les dificultats d'alguns individus adaptats a aigües clares en ser posats en aigües tèrboles també confirmen la importància funcional de la visió (Wood & Evans, 1980).

Els dofins mulars tenen aparentment, sofisticats sistemes per al processament de la informació visual. Poden entendre preguntes visuals i informar sobre si un objecte és present o absent en un tanc i rebre senyals a partir de gestos dels entrenadors. També poden integrar la informació visual amb la informació d'altres sentits com l'ecoica i la propioceptiva (Herman, 1991).

Comunicació

Al mateix temps que els "clicks" d'ecolocació, els cetacis també produeixen xiulets i altres sons per a comunicar-se, que es consideren importants en el manteniment de relacions socials. Els dofins mulars captius són una altra vegada els principals protagonistes de la recerca però també s'han conduït estudis amb orques i marsopes.

La majoria dels estudis impliquen la descripció dels sons emesos i la seva freqüència, amb un menor èmfasi en la seva relació amb la conducta. Els estudis dels xiulets dels dofins mulars han mostrat que tendeixen a tenir un repertori individual de xiulets, que poden imitar els xiulets d'altres i que es dona l'aprenentatge vocal (Caldwell, 1990; Tyack, 1991; McCown & Reiss, 1995). Els cetacis són uns dels pocs mamífers no humans en que l'aprenentatge vocal s'ha descrit (McCown & Reiss, 1995).

Estudis primerencs van mostrar que els dofins mulars tenien un "xiulet personal" que emetien el 90% del temps i que identificaven un dofí entre els altres. Això es discuteix actualment, es creu que les evidències d'allò eren gravacions obtingudes d'animals isolats fora de l'aigua (Tyack, 1990). Els animals mantinguts en grups socials tenen una major diversitat de producció de xiulets, incloent la imitació de xiulets d'altres membres del grup. Això suggereix que els xiulets juguen un rol en la comunicació social més complex que la simple identificació d'un individu (Tyack, 1990; McCown & Reiss, 1995).

Avui en dia es reconeix que les condicions artificials i de captivitat poden produir canvis en els sons produïts pels cetacis. El repertori de xiulets produïts per un dofí mular mantingut amb un altre individu que després va morir va ser molt diferent després de dos anys d'isolament (Tyack, 1990). Un dofí mantingut isolat durant 7 anys va perdre el seu xiulet personal i produïa tot un rang de xiulets que semblaven imitacions dels sons que se li feien arribar en els experiments en que se l'implicava. Els autors (Caldwell et al, 1990) van concloure que "Aquesta observació ens alerta sobre les potencials diferències entre el xiulet d'un dofí captiu a llarg termini subjecte a molts sons versus aquells en un ambient acústic relativament normal".

També s'han descrit diferències entre els sons produïts per orques captives i els d'orques lliures (Morton et al, 1986). Un jove de balena de Bryde captiu va produir sons diferents que les parelles lliures de la mateixa espècie (Edds et al, 1993).

Les diferències entre els animals captius i lliures quant als sons que emeten, els efectes de la captivitat i especialment l'isolament social, posen en qüestió la utilitat i la rellevància dels estudis en producció de sons per part de cetacis captius.

Consciència

Als laboratoris Earthtrust de Hawaii, s'han dut a terme una sèrie d'experiments amb dofins mulars, amb una perspectiva força diferent. S'està investigant si els dofins posseeixen un sentit de "consciència pròpia" (Marten & Psarakos, 1995). En aquests estudis es comparen les reaccions dels dofins a grabacions a temps real de si mateixos, amb les reaccions a dofins estranys en tancats veïns. Els resultats suggereixen que els dofins es poden reconèixer a si mateixos en un mirall, i no només com un altre membre de l'espècie – un test psicològic de consciència pròpia.

Al Dolphin Research Center de Marathon, Florida, s'ha dut a terme més recerca sobre el tema (Smith et al 1995), implicant estudis comparatius de les reaccions dels dofins i dels humans front situacions incertes. En aquests estudis hi havia evidència conductual que l'animal era conscient de la seva pròpia incertesa en algunes de les tasques difícils que se li van presentar. Aquestes troballes són importants a l'hora de confirmar fins quin punt es creu que aquests animals tenen consciència d'ells mateixos i com ens poden ensenyar sobre la consciència pròpia dels humans.

Conclusions

La major part dels estudis de psicologia experimental han construït les tècniques d'entrenament emprades per a les exhibicions. Han construït una imatge del dofí mular en particular, com un animal amb habilitats cognitives extensives i un sistema sensorial sofisticat per a l'exploració del seu ambient. Tanmateix, hi ha restriccions a l'utilitat d'aquestes dades procedents de captivitat. Alguns dels problemes inclouen la naturalesa nua, acústica i visualment, de la majoria d'ambients de captivitat, i el qüestionament de la rellevància d'estudis amb uns pocs individus altament entrenats.

Les dades sobre audició, ecolocació i visió podrien ajudar a reduir l'enredada en xarxes de pesca, la qual cosa es considera a la secció 8. Però el comportament de pasturatge, per exemple, té lloc en un ambient complex i canviant. Les condicions de la mar i la naturalesa física del fons marí són dos dels factors que podrien influenciar l'audició, l'ecolocació i la visió. L'èmfasi dels estudis sensorials no ha estat en aquesta dimensió si no que s'ha centrat en la comprensió de l'habilitat ecoica dels cetacis per a aplicar-lo en el desenvolupament de sistemes de sonar humans.

Els estudis sobre l'autoreconeixement podrien ajudar-nos a entendre els cetacis amb relació a l'home i possiblement augmentar el nostre respecte cap a ells, desenvolupar la nostra voluntat de protegir-los i al seu ambient. No obstant, les tècniques utilitzades probablement només esgarrapen la superfície de la comprensió i els problemes de comunicació i interpretació són enormes. El trobar proves de si els animals s'auto-reconeixen o no són tan o més un exercici de com de bé entrenem un animal per a

entendre el que volem d'ell, que no pas aprendre sobre els seus processos de consciència.

Per molt fascinants que semblin les dades sobre cognició i auto consciència obtingudes en captivitat, podrien satisfer les necessitats humanes més que no pas la dels mateixos animals implicats. Si això justifica la imposició de la captivitat i la experimentació resta en qüestió.

6. Conducta

Una gran part dels treballs sobre la conducta desenvolupats a dolfinaris ha tingut a veure amb la forma d'entrenar els cetacis per a fer determinades tasques (ex Defran & Pryor, 1980). Majoritàriament han estat amb el propòsit de l'exhibició però també de la gestió, com per exemple per a l'obtenció de mostres de sang o orina. Les tècniques d'entrenament es recolzen en el fet operatiu de la recompensa al comportament correcte i la no recompensa al comportament incorrecte. Això no té cap rellevància obvia per al comportament de cetacis al seu habitat natural i no serà considerat amb detall aquí.

No obstant, hi ha hagut estudis sobre el comportament "normal" dels animals en captivitat quan interactuen entre ells en comptes dels entrenadors. L'objectiu d'aquesta secció serà dilucidar quina ha estat la informació obtinguda i com es pot relacionar amb els estudis realitzats amb individus salvatges. Les més recents proclames d'aquest tipus de recerca es basen en el desenvolupament de tècniques quantitatives que han estat absents o difícils d'aplicar en els seus ambients naturals (Östman, 1991; Samuels & Gifford, 1997). Per tant, es tractarà el saber fins a quin punt aquesta quantificació depèn dels estudis en captivitat i fins a quin grau la recerca en les poblacions lliures manca d'aquesta quantificació.

Estructura social

Shane et al (1986) han revisat i comparat la estructura social de dofins mulars lliures i captius. Un dels problemes en aquest camp és que la composició grupal dels espècimens captius vé imposada per les condicions de captivitat. El petit tamany dels grups mantinguts i les limitacions de mida de les piscines signifiquen que l'establiment de sub-grups, per exemple, es vegi fortament limitat. En captivitat, l'organització social dels dofins mulars és controlada per la dominància del mascle. En comparació, la situació en els ambients naturals és molt més dinàmica, on mascles adults formen petits grups basats en l'edat i sexe. Els mascles adults i subadults rarament són vistos junts, i les femelles formen grups on hi ha una associació prolongada, d'uns 3 a 6 anys, de les femelles amb les seves cries (Shane et al, 1986).

El comportament agressiu, com les persecucions, les amenaces i els cops, vistos en dofins mulars captius per a l'establiment de dominàncies (Samuels & Gifford, 1997) és molt menys descriptiu del comportament dels animals lliures. Poden haver, per suposat, jerarquies basades en la dominància dins els sub-grups, que canvien amb el temps com ho fan en captivitat (Östman, 1991; Samuels & Gifford, 1997).

Samuels & Gifford (1997) suggereixen que les observacions passades fetes en dofins lliures poden ser equívokes per que els estudis no quantitius poden haver destacat el comportament clarament agressiu dels mascles i descartat el comportament més

subtilment defensiu, responsable del manteniment de les jerarquies als grups de femelles. Proposen que els estudis quantitativs basats en la captivitat podrien millorar la comprensió de les poblacions salvatges. Tanmateix, la quantificació del comportament al medi amb conductes preseleccionades prèviament identificades en captivitat pot imposar una predisposició igualment equívoca.

Patrons d'activitat

Els estudis sobre l'activitat d'un rang d'espècies en captivitat s'han centrat en la descripció d'alguns tipus de conducta que inclouen la sexual, naixement i cria (ex. Shane et al 1986; Cockcroft & Ross, 1990; McCown & Reiss, 1991; Reccia & Tyack, 1991); l'agressió, i els nivells generals d'activitat (Shane et al 1986). A causa de la naturalesa restringida de la captivitat hi ha una manca d'informació sobre el comportament de pasturatge i la resposta als predadors.

La quantitat de comportament locomotor que els dofins captius poden desenvolupar ve òbviament determinat pel tamany de la piscina. La mida dels tancs ha demostrat que influencia l'agressió, incrementada quan els dofins mulars són confinats més estretament i quan el temps dedicat al moviment es veu reduït (Bassos & Wells, 1986). Quan els mateixos dofins utilitzats en aquest estudi foren alliberats van destinar molt més temps al moviment que quan estaven captius (Bassos, 1993). Les marsopes naden molt més ràpidament i es capbussen amb més freqüència als tancats flotants grossos al mar que quan són confinades en tancs petits (Kastelein & Staal, 1997). Els dofins mulars i marsopes mantinguts en tancs tendeixen a nedar en cercles unidireccionalment especialment si són mantinguts isolats (Kastelein & Staal, 1997). El contacte social redueix les conductes estereotipades però els animals poden de vegades circular la piscina junts.

Estudis realitzats en femelles i vedells han proporcionat informació en la freqüència de la lactància i els ratis de creixement (ex Cheal & Gales, 1991, Cockcroft & Ross, 1990; Josephk 1987) i el comportament maternal incloent la disciplina (Cockcroft & Ross, 1990; McCown & Reiss, 1991).

Existeixen dades sobre les interaccions entre humans i dofins als programes de "neda amb els dofins" en captivitat comparats amb aquells fets amb animals lliures (Frohoff & Packard, 1995). El comportament dels dofins va ser molt diferent en ambdues situacions. El dels captius va ser principalment dirigit i reforçat per humans mentre que el dels dofins lliures va consistir principalment en interaccions dels dofins entre sí i va ser iniciat i controlat per ells.

Conclusions

Les condicions imposades per la captivitat clarament tenen un efecte en la estructura social (imposada) i el comportament general. El tamany del tanc és un dels factors més importants que influencien l'expressió de la conducta. Aquestes restriccions suposen que la rellevància dels estudis comportamentals seguits en animals captius per als animals salvatges resta dubtosa.

De fet hi ha un camp on els estudis fets amb espècimens salvatges és útil per a l'establiment de requeriments bàsics per a animals captius, i no vice versa. Bassos &

Wells (1997) han apuntat la rellevància dels seus estudis de llarga durada sobre els dofins mulars per a la millora de les condicions dels individus captius. Gyax (1997) fins i tot ha suggerit que la recerca conductual en individus lliures és més important que la feta en individus captius. Els que treballen amb animals captius també reconeixen la importància de la comprensió de la estructura social i el comportament dels individus lliures per a millorar les condicions (Laule & Desmond, 1991).

7. Reproducció i Cria en captivitat

El temps de supervivència i els èxits en els ratis de reproducció a les institucions que tenen cetacis ha centrat sovint el debat concernent a l'acceptabilitat de la captivitat. L'èxit de la reproducció ha estat assimilat, en alguns cercles, a una adequada tinença i cura dels animals (Ames 1991). El manteniment de poblacions que s'autoperpetuen va esdevenint una justificació en si mateixa, com una estratègia de conservació de les poblacions, així com una forma de reduir la necessitat de la captura d'animals salvatges.

Per exemple s'argumenta que a través de la cria i recerca en captivitat...

“...és possible establir els períodes normals de gestació, els intervals de cria, els ritmes de creixement infantil i els canvis de coloració amb l'edat, tots els quals són aplicables a la història natural i a la seva gestió... però són difícils de documentar al medi. Aquests naixements demostren que és possible propagar una espècie amb èxit si el coneixement obtingut d'una altra espècie s'utilitza com a punt de partença. Finalment, aquests naixements demostren que els zos i els parcs marins zoològics ja no són mers consumidors d'animals salvatges, però que són capaços d'establir poblacions auto sostenibles per a l'estudi i, en alguns casos, l'eventual reintroducció al medi.” (Joseph et al, 1987)

La recerca sobre la supervivència i la reproducció està, per tant, esdevenint més intensiva a causa del rol polític que juga en la justificació de la captivitat. Només la recerca sobre els problemes mediambientals amb què s'enfronten els cetacis lliures (veure secció 8) es pot usar amb la mateixa força moral aparent pels defensors de la captivitat. Aquesta secció revisa la recerca que s'ha dut a terme sobre la reproducció i la supervivència i l'argumentació que s'ha donat de la captivitat com a mitjà d'assegurar la supervivència d'algunes espècies.

La supervivència en captivitat

La supervivència de les principals espècies mantingudes en captivitat ha millorat a la passada dècada (Small & Master 1995). Tanmateix, no sembla haver un inventari mundial dels cetacis captius, de la seva supervivència i de l'èxit de la reproducció, però estudis de llarga durada han començat a ser publicats usant dades procedents de l'Inventari de Mamífers Marins (MMIR) i altres cens (Duffield & Wells, 1991). El temps d'aclimatació dels dofins mulars en captivitat s'ha estimat en 35 dies, doncs els ratis de mortalitat són més alts abans d'aquesta data que després (Small & Master, 1995), aquest període s'ha exclòs d'alguns estudis.

Com que hi ha massa poques cries d'algunes espècies en capt, com les belugues, és impossible determinar diferències en funció d'edat per a la supervivència de totes les espècies (Small & Master 1996). Les diferències en la distribució d'edat de poblacions captives i salvatges també interfereix amb les comparacions doncs la mitjana d'edat en

captivitat és més baixa que al medi. La tendència a algunes institucions de mantenir grups de solters de dofins mulars redueix els nombres de naixements en captivitat i també afecta les estadístiques de reproducció /Duffield, 1991).

No obstant, s'han extret algunes conclusions dels estudis realitzats fins a la data. Smalland Demaster van trobar que la mortalitat de les cries de dofins mulars captius i orques era significativament més alta que d'aquells lliures. També hi havia diferències significatives segons els parcs marins en els temps de supervivència de dofins i cries. Duffield & Wells van comparar les dades censals del EEUU i Canadà amb les dades d'un estudi de llarga durada fet amb dofins mulars lliures a Sarasota. Van trobar una longevitat màxima similar en ambdues poblacions, però un rati brut de naixements més alt, un rati de fecunditat i de mortalitat més alts al grup captiu.

Malgrat les estadístiques de supervivència per algunes espècies com el dofí mular semblen bones això no és cert per a totes les espècies. Algunes espècies semblen particularment susceptibles a l'estrès de la captivitat. Això inclou el dofí de l'Amazones, llur longevitat mitjana en captivitat als EEUU s'ha estimat en 32,6 mesos (Caldwell 1989). Aquest temps de vida tan curt va ser atribuït, en part, a l'agressivitat de l'Inia quan és mantingut en grups en captivitat i a les malalties associades a l'estrès del transport i captivitat. El dofí del Yangtze, el baiji, tampoc ha funcionat bé en captivitat i només un exemplar adult mascle es manté en un aquari a Xina. Dos altres baiji capturats més tard van morir (Kaiya & Xingduan, 1991). El baiji sembla ser un animal tímid i menys capaç d'adaptar-se a la captivitat que el dofí mular. Quan una femella baiji va ser traslladada a una reserva semi natural va morir en qüestió de mesos (Anon, 1997).

Cria en captivitat

Els ratis exitosos de la cria d'algunes espècies de cetacis en captivitat han augmentat la passada dècada reduint la necessitat de capturar animals del medi, malgrat això encara té lloc. Cent vint-i-dos cries de dofí mular van néixer en captivitat entre 1983 i 1990 (Ames, 1993) i 11 cries d'orca han nascut en captivitat a Nordamèrica fins el 1993. Els objectius dels programes de cria no són sempre clars, encara que un institut de recerca, el Centre Naval de Sistemes Oceànics (NOSC) declara:

“... criar “a casa” ... dofins, assegurant animals sans amb característiques desitjables, que inclouen l'entrenabilitat, l'adaptabilitat a la captivitat, i un llinatge de cria conegut”. (Schroeder, 1990)

Malgrat els dofins mulars en particular semblen reproduir-se bé en captivitat, el 1991 no es creia que haguessin arribat al status d'autosostenibilitat però ara es creu que es manté un nombre suficient d'individus (cap a 336 a EEUU i Canadà el 1992) per establir una població zoològica autosostenible. El 29% de dofins mulars en captivitat als EEUU i Canadà eren nascuts en captivitat el 1992. Els requisits per a una població auto sostenible es consideren més avall.

Altres espècies que s'han reproduït en captivitat inclouen les orques (Duffield & Miller, 1988), dofins llistats (Hudson & Ramírez, 1996), les balenes beluga (Russel 1992) i el dofí de Commerson (Joseph 1987).

Els estudis sobre el cicle reproductiu s'han emprat per estimar l'edat de la maduresa sexual i l'interval de cria de les orques i dofins mulars. La nutrició està probablement relacionada a l'edat de la maduresa sexual i a l'interval de cria, com en altres espècies, la qual cosa limita l'aplicació d'aquests valors als contextos de conservació i gestió.

Les tecnologies reproductives avançades (TRA) (Robuck et al 1994) van ser aplicades als dofins mulars. Inclou tècniques com la sincronització i la inducció de la ovulació i la inseminació artificial amb semen congelat. La justificació donada per a l'ús d'aquestes tècniques és doble (Robuck 1997). En primer lloc, el desenvolupament de tècniques per a l'aplicació en la gestió d'espècies amenaçades. En segon lloc, el facilitar el flux genètic entre animals a institucions isolades a través de l'inseminació artificial.

Els nivells d'hormones circulants han estat mesurats per a descriure l'estre als dofins mulars i orques. Els nivells de progesterona a la sang han estat usats com a indicadors d'embaràs al dofí mular (Cornell et al 1987, Schroeder, 1990) i a l'orca (Duffield, 1995). Els nivells d'hormones ovàriques i els seus metabòlits a l'orina han estat utilitzats per a fer el seguiment de l'estre a les orques (Duffield, 1995). Les mesures dels nivells de testosterona als mascles de dofins mulars s'han emprat per a seguir l'aparició de la maduresa sexual i per identificar els períodes més fèrtils (Schroeder 1990).

Al NOSC s'ha intentat, en cinc ocasions, l'inseminació artificial després d'una inducció a l'ovulació. Dos animals van concebre però van avortar espontàniament (Schroeder & Keller, 1990). Tanmateix, la fecundació natural després d'inducció a l'ovulació, utilitzant gonadotropines d'una femella prenyada seguit de gonadotropina coriònica humana, va resultar en naixements (Schroeder, 1990). La transferència d'embrions no sembla haver estat utilitzada als cetacis al dia d'avui (Robuck 1994). El clonatge és una altra tècnica proposada com a eina de conservació d'espècies amenaçades (Ryder & Benirschke, 1997). Es podria tenir en compte per a cetacis però encara no s'ha aplicat.

Malgrat s'han descrit subpoblacions de dofins mulars i orques que mostren evidències d'aïllament genètic, aparentment no s'han mantingut separades als programes de cria en captivitat. Per exemple, els anàlisi d'ADN mitocondrial mostren diferències distintives entre les formes atlàntica i pacífica, la qual cosa suggereix una divergència resultant d'una separació de poblacions després d'esdeveniments biogeogràfics (Dowling & Brown, 1993). Hi ha diferències hematològiques, genètiques i físiques entre les formes pelàgica i litoral dels dofins mulars que semblen ser d'origen genètic. No obstant, les formes atlàntica i pacífica de dofins mulars s'han vist incloses en els mateixos programes de cria en captivitat (Cornell et al 1987). Per a les orques, existeixen diferències en l'ADN mitocondrial entre les de l'Atlàntic i Pacífic Nord i també entre les anomenades "transients" i les dels grups residents a les aigües de Vancouver Island (Hoelzel, 1991). De nou, els animals del Pacífic i de l'Atlàntic s'han aparellat en programes de cria en captivitat (Duffield & Miller, 1988).

Conclusions – La cria en captivitat coma eina de conservació?

Tota la recerca feta sobre reproducció utilitzant animals captius és clarament rellevant per a l'èxit de la cria d'animals en captivitat. És important entendre els ritmes de creixement, i el comportament normal dels vedells, a l'hora de vigilar la salut dels nous nats. Conèixer els períodes més fèrtils ens pot ajudar a determinar el moment d'introducció dels mascles a les femelles amb les màximes possibilitats d'èxit. No obstant, l'ambient tant controlat de l'aquari és lluny del de l'oceà. La disponibilitat de

menjar, la presència de parella adequada en el moment adequat, i la salut general són tan sols tres dels molts factors que poden influir els intervals de cria, per exemple. Els valors establerts en captivitat haurien de ser curosament examinats en el medi si haguessin de ser aplicats als programes de gestió, altrament es podrien cometre errades a les prediccions sobre la forma en que una població podria créixer en tamany després, per exemple, d'una epidèmia.

Es reivindiquen tres beneficis dels programes de cria en captivitat:

1. En augmentar les poblacions captives, esdevindran autosostenibles i evitaran la necessitat de capturar animals salvatges
2. podem aplicar la informació obtinguda de cetacis criats en captivitat per a ajudar altres espècies més amenaçades
3. Les poblacions criades en captivitat poden ser necessàries per a preservar espècies amenaçades

Al temps que aquests beneficis sonen vàlids i lloables, no ho són de forma totalment inequívoca:

Poblacions autosostenibles

Els zoos i parcs marins promouen la cria en captivitat com una forma de reduir i finalment eliminar la necessitat de capturar animals salvatges. Malgrat hi ha hagut una reducció en el nombre d'animals capturats, per a mantenir la salut genètica de la població captiva això pot requerir la introducció de material genètic nou. I això pot resultar costós i perillós, a causa de que els cetacis són mantinguts en grups aïllats. Es considera inevitable un cert grau de depressió endogàmica en les poblacions captives (Arnold 1996).

El fet de saber quin nombre d'animals s'han de mantenir per a una població en captivitat és difícil de calcular i depèn dels objectius del programa. Quan es treballa amb nombres petits, la necessitat de mantenir la salut genètica de la població és un d'aquests objectius. Una meta típica de la cria en captivitat és assegurar el 90% de la variació genètica de la població salvatge original al llarg d'un període de 200 anys (Soulé et al, 1986). La intenció d'aquest objectiu és assegurar que una suficient variació resta en una població per a que pugui respondre als habitats gradualment canviant. Tota població captiva de cetacis mai podrà ser massa gran a causa dels problemes físics que comporta del manteniment d'una població grossa.

La diversitat genètica (GD) s'ha emprat com a mesura de variació genètica, que disminuirà amb el temps en una població reclosa si no s'hi introdueixen noves variacions per mutació o per nous individus (Lacy, 1995). Ne és el terme usat per descriure el tamany efectiu d'una població a l'hora de dissenyar programes de cria en captivitat. Ne és la mida d'una població ideal, que té la mateixa variació intergeneracional de GD que la població salvatge. Tanmateix, el nombre Ne no equival al nombre total d'una població, usualment és menor que aquell nombre per que l'aparellament real en una població no és atzarosa ni els ratis sexuals són iguals (Lacy, 1985). Per tant, la mida total d'una població s'haurà de mantenir més gran que el Ne calculat per a arribar a la meta del manteniment del 90% de la variació genètica original durant 200 anys. Es pot avaluar com de més gran hauria de ser la població. Tanmateix el Ne podria només ser d'un 10-25% de la mida total de la població. Per tant, fins i tot per a una espècie amb un temps generacional relativament llarg, com els cetacis, i amb un Ne tan baix com 500 (com s'ha recomanat per al rhino Asiàtic) podria requerir una població captiva d'entre 2,500 a 5,000. Fins i tot quan el manteniment d'una

subpoblació definida amb un N_e de 10, caldria una població total de 25-100 de cada grup. Com els aquaris estan ampliament espaiats i la co operació completa entre instituts seria difícil d'obtenir, el nombre total requerit per a una població de cetacis serà més gran que a les situacions on el moviment i la cria són fàcils. S'estan explorant tècniques reproductives avançades per a usar amb dofins mulars per evita la depressió endogàmica i la creació de poblacions autosostenibles. No obstant, el seu ús en altres espècies es veu severament restringit per que el requisit més important és un grup d'animals que ja crii fàcilment en captivitat (Robuck et al, 1994). Les tècniques com l'inseminació artificial encara no han donat lloc a cap cetaci captiu.

No obstant, per aquelles espècies que han estat criades en captivitat al dia d'avui, potser la qüestió més pertinent és "quina població es podria sostenir?". La barreja considerable de dofins mulars de diferents orígens, en termes tan regionals com locals, vol dir que una població híbrida ja s'ha establert. La posició es podria assolir quan no calguessin noves introduccions d'animals per a mantenir la diversitat genètica però en termes de recerca això significaria una població semi domèstica d'animals d'exhibició de rellevància qüestionable per a les poblacions salvatges.

No sembla haver-hi plans coordinats ni científicament definits (en termes del manteniment de la GD) per a la cria en captivitat de dofins mulars i orques. Per tant la defensa científica de la cria en captivitat en termes d'assegurar una població autosuficient sembla força fràgil.

La preservació d'espècies amenaçades

Una de les aspiracions més emergents de la recerca amb cetacis captius és la possibilitat de desenvolupar tècniques per al manteniment d'espècies amenaçades en captivitat. La espècie per a la qual això es promou més és per al dofí del Yangtse o el baiji. El nombre d'aquest dofí sembla haver declinat a menys de 300 a resultes de la destrucció de l'habitat, les molèsties i la polució (Perrin & Brownell, 1989). L'experiència amb aquesta espècie en captivitat ha estat poc exitosa, però s'espera que el coneixement adquirit sobre espècies com el dofí mular es pugui aplicar al baiji.

A les poblacions salvatges no amenaçades amb l'extinció, els factors ecològics i demogràfics són considerats més importants que els factors genètics. Tanmateix, per a petites poblacions al límit de l'extinció els factors genètics esdevenen molt més importants (Lande, 1995). Ralls (1989) considerà que un programa de cria en captivitat exitosa per al baiji requeriria un N_e de 20 a 25 animals i que de 200 a 300 animals serien necessaris per a obtenir el tamany final de població després de 200 anys. No és clar quina població de fundació total en captivitat o semi captivitat hauria d'establir aquesta població efectiva però podria oscil·lar entre 80 i 250 a partir d'un N_e que fos d'un 10-25% de la població total.

Nogensmenys, només un exemplar de baiji mascle sobreviu a la Xina, tots els altres individus van morir en qüestió de mesos. Per tant el marc és assolir la "fase 1" del programa de Ralls (1989) – "Aconseguir una cria rutinària en semi-captivitat". Com no hi ha hagut progressos en aquest front, des de la publicació d'aquest article, i probablement la població de baiji ha disminuït encara més, el panorama sembla força negre. Donada la pobra supervivència del baiji en captivitat fins la data, el capturar-ne més animals possiblement acceleraria la seva reducció. Els esforços s'haurien de destinar en conservar millor el seu habitat i incrementar el coneixement de la seva

ecologia. Les tecnologies avançades de reproducció no donen cap esperança sense una població de cria en captivitat ben establerta.

Els problemes amb què es troba el baiji també es podrien reproduir amb altres espècies. Donats els requeriments espacials per al manteniment de cetacis, és realista considerar la cria en captivitat com una estratègia eficaç de conservació? Els recursos necessaris serien enormes. El manteniment de tres o quatre animals en captivitat per a la cria no és justificable científicament si no s'estableixen els objectius de conservació genètica a llarg termini i que puguin ser viables. No s'ha fet massa anàlisi sobre el tema. Al mateix temps, la darrera motivació per a preservar una espècie en perill seria una eventual reintroducció d'espècimens al medi. Considerant les dificultats, les mesures pràctiques de conservació al medi haurien de ser les estratègies recomanades per a les espècies amenaçades.

No hi ha cap justificació per a mantenir en captivitat dofins mulars o orques amb aquesta motivació doncs les poblacions salvatges d'aquestes espècies no es troben en un declini dramàtic.

Aprenent d'altres espècies

Quina rellevància tenen els estudis sobre cetacis captius que crien bé en captivitat per a la cria de cetacis en perill? Això s'ha proposat com una important justificació per a la cria de dofins mulars, per exemple. Ridgeway et al (1989) han tingut en compte les lliçons de criar dofins mulars per aplicar-les al baiji. Moltes d'aquestes estan relacionades amb el manteniment bàsic i fan èmfasi en la necessitat d'entendre l'ecologia específica del baiji. Com els dofins de riu en particular són molt menys fàcils de mantenir en captivitat que altres espècies de cetacis, la informació sobre dofins mulars només pot ser marginal i podria resultar equívoca.

Conclusions

Quan considerem els programes de cria en captivitat que han tingut lloc a zoos o parcs marins, és difícil trobar cap conclusió altra que les justificacions basades en la preservació no són més que excuses *post hoc* pel que ha estat, en realitat, un procés *ad hoc*. No hi ha hagut objectius aconseguits en termes de la preservació de la diversitat genètica, i la seva definició d'una població autosostenible. La barreja de poblacions genèticament diferents significa que la estratègia seguida al dia d'avui ha estat fora de lloc i deixa fora la possibilitat de reintroducció. Una selecció conscient i inconscient haurà resultat en un grup d'animals criats que pot ser exitosa en captivitat però que no constitueixen bons models per a les poblacions salvatges.

El disseny d'estratègies de conservació basades en el manteniment dels hàbitats té el potencial d'evitar aquestes trampes. La diversitat genètica conservada amb aquest tipus d'apropament pot equipar millor les poblacions animals per a adaptar-se a les condicions canviants.

8. Protecció Mediambiental

Una altra raó que es dona per al desenvolupament de recerca sobre els cetacis captius és que podria ajudar a desenvolupar metodologies o polítiques per protegir el dany medi ambiental causat pels humans. Les àrees on s'hi ha dedicat més investigació són la contaminació per petroli i l'enredada en xarxes de pesca. En menor grau, els efectes del soroll i els efectes damunt el sistema immunitari relacionats amb la pol·lució. El tema d'aquesta secció és veure quina recerca s'ha desenvolupat sobre les qüestions de la contaminació de petroli i l'enredada en xarxes de pesca i fins quin punt aquests estudis han estat rellevants per a les poblacions salvatges.

Vessaments de petroli

La pol·lució per petroli és potser la forma més visible de degradació de l'ambient marí. Els vessaments de petrolino s'han associat amb mortalitats de cetacis en la mateixa manera en que ho són amb les aus i llúdrigues marines, cosa que ha conduït a la conclusió que “no hi ha una evidència plausible de que la contaminació per petroli hagi estat responsable de la mort de cap cetaci” (Geraci, 1990). D'una banda, algunes balenes i dofins han estat vistos nedant i alimentant-se en mareas negres, i d'altra banda, altres evidències mostraven que els animals evitaven el petroli. A causa d'això, es van dissenyar experiments per provar si els dofins mulars podien detectar el petroli i evitar-lo.

Aquests estudis van mostrar que els dofins poden detectar pel·lícules d'oli depenent del seu gruix i de si estan barrejades amb aigua (la qual cosa millora la detecció). Es va concloure que els dofins poden ser capaços de detectar capes gruixudes properes a l'origen del vessament però no capes fines més llunyanes (Geraci et al, 1983). Més estudis van mostrar que els dofins activament eviten un vessament controlat de petroli i que mostraven desconcert quan nedaven sobre aquell (Smith et al 1983). Durant la realització d'experiments nocturns es va poder demostrar que els animals utilitzen bàsicament claus visuals per a detectar el petroli però la seva resposta es recolza en el seu sentit del tacte (St Aubin et al, 1985).

El mateix grup d'investigadors va provar la sensibilitat de les pells del dofí a l'aplicació de cru. Es va demostrar que eren relativament resistents, molt més que la pell humana, i van concloure que “a la vida real el contacte amb petroli seria menys perjudicial del que s'havia previst” (Geraci, 1990). A través de la recerca posterior en dofins mulars captius l'opinió sembla ser que, malgrat els dofins clarament mostren desgrat pel cru, que no els afecta massa. No és clar el per què el desgrat i el desconcert no constitueixen una evidència de dany, però això probablement reflecteix una preferència dels investigadors en la seva tria de les mesures del dany cap aquelles expressades com efectes físics quantificables.

Enredada en xarxes

L'enredada i l'ofec en material de pesca es considera una de les més importants causes de mortandat de cetacis associades amb les activitats humanes. Les marsopes han estat particularment afectades, amb una espècie, la vaquita (*Phocoena sinus*) essent amenaçada d'extinció com a resultat (Jefferson & Curry, 1994). Aquestes pèrdues han conduït a qüestions sobre el per què els cetacis no són capaços de detectar les xarxes i si canvis en aquest material podrien fer-los més fàcilment detectables. Molts experiments

s'han fet per a investigar aquests temes, amb animals en captivitat. L'ecolocació i altres estudis sensorials (veure secció 5) ha estat també rellevant en aquest tema doncs han revelat les formes en que els cetacis exploren el seu ambient.

Basat en estudis de visió i ecolocació s'ha demostrat que les xarxes verticals són de poca visibilitat i que la seva baixa força acústica provoca que sigui difícil de detectar pels sistemes de sonar dels animals (Au & Jones 1991). Les xarxes pelàgiques d'arrossegament haurien de ser visualment detectables (Kastelein et al 1997) però els animals encara s'hi enganxen. També hi ha diferències entre espècies en la forma que detecten les xarxes. Estudis japonesos (Hatakeyama et al 1986) han demostrat que les belugues podien detectar les xarxes verticals a una distància de 5,5 metres el 50% de les vegades. Per a les marsopes, en el 50% la distància era només de 1 a 2 m.

S'ha investigat molt sobre aquest camp al Parc de Mamífers Marins Harderwijk a Holanda, amb marsopes comuns. Han estudiat les respostes a cordes de marsopes rehabilitades (Kastelein et al 1995) mostrant que les cordes de 13mm de diàmetre poden ser detectades i evitades però que en la presència de peix viu les cordes no eren evitades tan fàcilment. Usant malles de nylon de diferents espessors, han pogut demostrar que les marsopes poden aprendre a detectar i evitar les xarxes suspeses a la piscina (Kastelein et al, 1995). La seva habilitat per a detectar les xarxes era molt millor amb claror que amb fosc. Tanmateix, en la varietat de situacions provades almenys un dels animals quedava enredat.

Altres estudis amb marsopes al Japó (Hatakeyama & Soeda, 1990) han suggerit que la forma ondulatòria dels clicks d'ecolocació de la marsopa els pot fer menys capaços de detectar xarxes verticals que altres espècies, com la marsopa de Dall. Aquests estudis podrien ser usats per a dissenyar reflectors que fessin les xarxes més visibles per als cetacis.

Els esforços per a prevenir les enredades també han implicat la generació de sorolls per a aturar els animals, que han emprat coneixement sobre la tria dels cetacis per alguns sons que cauen entre el seu rang auditiu. Investigadors holandesos han estudiat la resposta de les marsopes a diversos sorolls. Rastreigs d'ampla banda eren el més efectiu per canviar la conducta de la marsopa i eren efectius en encoratjar a la marsopa a nedar a través de malles a través de les quals no passaria normalment. Això es va fer per investigar si el tal soroll podria animar l'animal a escapar dels límits d'una xarxa d'arrossegament. Els "pingers" a les xarxes van provocar a dofins de Commerson (*Cephalorhynchus comersonii*) a mostrar temptatives dramàtiques d'evitament (malgrat eren incapaços de fer-ho en estar confinats en un tanc) que incloïen salts fora de l'aigua i actes agressius entre ells (Anderson et al, 1998).

Aquests estudis en captivitat ens poden donar alguna pauta per a seguir els treballs amb animals salvatges. No obstant, la naturalesa acústica i visual de l'ambient de la captivitat significa que només s'en poden extreure conclusions limitades. Per exemple, l'alt grau de reverberació de les parets dels tancs; els nivell de so ambiental és més baix que al mar; les distraccions de peixos i altres cetacis hi són absents. La qüestió important és el que funciona a la pràctica.

Conclusions

Malgrat la recerca sobre animals captius en relació a les amenaces ambientals pot donar pistes per a posteriors treballs, el seu valor pot ser limitat. Per exemple, la forma en que s'ha recollit i presentat l'evidència dels efectes de les taques de petroli en dofins mulars captius pot tenir efectes subtils però significatius en la protecció mediambiental que pugui no beneficiar a la fauna. En primer lloc, la importància dels vessaments de petroli podria veure's reduïda als ulls dels gestors pel fet que els dofins mulars no mostrin massa dany. En segon lloc, són indubtables els efectes perjudicials en moltes altres espècies d'animals, la qual cosa fa difícils de justificar els experiments en animals captius.

En el cas de l'enredada, la concentració en els esforços tècnics per a fer que les balenes i els dofins evitin les xarxes pot distreure l'atenció d'altres qüestions. Dofins de Commerson en captivitat van mostrar una agressivitat extrema i reaccions a "pingers" situats a les xarxes. Si totes les xarxes verticals i d'arrossegament portessin aquest material, quin efecte tindria això en la disponibilitat d'aliment si grans àrees marines productives apareixen coma àrees on "no s'hi pot anar"? També hi ha la qüestió si apuntar a accions productives poden ser les més efectives en el complex ambient marí, doncs s'en pot haver sonat una visió de falsa efectivitat. S'han conduït estudis amb marsopes en el medi, que han demostrat que és quelcom factible, i la seva pot ser una millor contribució a la solució d'aquest problema.

9. Discussió i conclusions

L'assumpte més important contemplat en aquest informe és el punt fins al qual els animals captius són un model adequat de la població salvatge. Un altre tema important que s'identifica és si aquest coneixement, malgrat sigui interessant pels humans, és una finalitat que justifica la captivitat i l'experimentació.

Els factors que afecten les respostes a aquestes qüestions, a través de tots els camps de recerca, inclouen l'impacte de les condicions físiques de la captivitat, la naturalesa de la població captiva i la disponibilitat de mètodes alternatius per a la recollida de dades.

Les Condicions físiques de la captivitat

El fet físic del confinament té profunds efectes en molts aspectes de la fisiologia i ecologia dels cetacis. Els paràmetres d'hematologia bàsica i bioquímica es veuen alterats per diversos motius que inclouen l'estrès de la captivitat, la medicació rutinària com el desparasitament i la dieta. Els tancs poc profunds i les àrees restringides per al moviment signifiquen que es poden perdre els canvis adaptatius associats amb els requeriments fisiològics del busseig i el pasturatge.

El comportament es veu també profundament afectat per la captivitat. L'organització social vé determinada per les institucions. Les conductes estereotipades són comunes, evidenciades principalment per les pautes natatòries circulars unidireccionals. Les jerarquies basades en la dominància esdevenen la norma més que el més fluid esquema d'organització social vist als animals salvatges. Els animals en captivitat sovint són

entrenats intensivament i molt del seu comportament vé dirigit. No han de cercar aliment, més aviat l'alimentació exitosa vé associada amb l'habilitat per aprendre els trucs apropiats o el protocol experimental.

Molta de la conducta social i habilitats comunicatives són apreses, com també ho són altres tècniques com l'ecolocació. Els animals en captivitat aprendran un rang de conductes i habilitats necessaris per a sobreviure als parcs marins, i aquestes poden ser molt diferents d'aquelles necessàries per a l'èxit en el medi natural. Això serà probablement cada cop més problemàtic per als investigadors que utilitzin animals nascuts captius.

El medi de la captivitat és també molt estàtic, no afectat per les condicions canviants meteorològiques i la disponibilitat de preses. La investigació al bla ambient del tanc serà molt diferent del complex ambient oceànic. Les condicions experimentals tendeixen a ser controlades encara més, canviant un paràmetre cada vegada per a trobar relacions de causa – efecte que puguin amagar o negligir la possibilitat de complexes cadenes de causa – efecte. Fins i tot les dades bàsiques reproductives sobre els intervals de cria i fecunditat poden no ser rellevants per a les poblacions salvatges per que les condicions canviants de l'ambient i la disponibilitat d'aliment poden afectar el potencial reproductiu.

Per tant, la naturalesa física de l'ambient de la captivitat tindrà una influència profunda en la qualitat i rellevància de les observacions que pot subministrar la recerca. Irònicament, només realitzant estudis en espècimens salvatges i fent avaluacions comparatives es poden confirmar els valors dels estudis en captivitat. Inevitablement això aixeca la pregunta de si els estudis no podrien desenvolupar-se, més apropiadament, al medi natural.

Quina població representa la població captiva?

No només la naturalesa física de la població captiva els distancia dels seus contraposats lliures però també hi contribueix la seva constitució genètica. Les poblacions captives són bàsicament una col·lecció *ad-hoc* d'animals. Les formes atlàntica i pacífica de dofins mulars i orques han estat barrejades i aparellades. S'han tret individus de diferents sub – poblacions amb diferents rangs i comportaments. Aquesta barreja ara forma la base de la població reproductora amb l'esperança d'esdevenir auto sostenible.

Això posa la qüestió de què representa exactament la població captiva en relació amb la població salvatge? Al medi marí, on hi cabria la descendència del programa de cria? La diversitat genètica bruta dels animals captius, creuats amb altres de grups diferents pot haver-se incrementat però quin valor conservacionista té? La resposta podria ser “molt poc” en augmentar la domesticació i el parentiu mixte dels animals captius. La conscient selecció per a l'èxit en captivitat s'afegeix als problemes.

Així, un reconegut investigador (Pryor, 1991) ha comentat:

“El dofí, bàsicament el dofí mular, podria ben bé ser l'animal gran més recent en acceptar la domesticació”.

No obstant, la domesticació del dofí mular redueix la seva justificació científica com a un model de la població salvatge.

A més, a dins d'aquest relativament selecte grup d'animals en captivitat, només certs individus participen en experiments, per que han d'estar intensament entrenats per a fer-ho, i per que la inversió en temps i diners suposa una limitació del nombre d'animals implicats. Molts dels estudis cognitius impliquen només un o dos espècimens i el mateix es pot aplicar a altres àrees de recerca. Només un animal va ser utilitzat als estudis holandesos de la marsopa per a determinar els efectes dels sorolls i les respostes a les xarxes (Kastelein et al 1997). Només dos animals van ser usats en els seus estudis d'enredada (Kastelein et al 1995), ambdós eren joves quan van ser portats a la captivitat i als quals els podria mancar encara molt aprenentatge sobre l'ecolocació. Per tant, és molt qüestionable si les dades procedeixen d'una mostra representativa.

Una altra qüestió relacionada és si el representant d'una espècie de cetacis pot ser usat coma model per a altres. Malgrat les condicions bàsiques de cura com aquelles relatives als nivells de qualitat de l'aigua poden ser rellevants per a moltes espècies, hi ha molta informació que és específica per a una espècie. Les espècies es comporten molt diferentment en captivitat (Defran & Pryor, 1980), en formes relacionades a la seva biologia i ecologia particulars. Per tant, l'extrapolació d'una espècie a una altra només s'hauria d'aplicar amb gran cautela, entenent que pot ser equívoca i potencialment perjudicial.

Disponibilitat de les Dades en Poblacions Salvatges

La nostra habilitat per a desenvolupar recerca sobre les poblacions salvatges va augmentant ràpidament. Algunes resulten invasives en alguns aspectes, com l'ús de radiotransmissors per satèl·lit i les gravadores de temps i profunditat, però no imposen les mateixes restriccions que la captivitat. Estudis de llarga durada sobre el comportament de diferents poblacions de cetacis ens subministren dades que aporten una visió important sobre la organització social i l'activitat. A través d'aquesta mena de comprensió les condicions en captivitat han millorat.

Alguns estudis al medi natural han llençat qüestions que no haguessin aparegut a estudis en captivitat. Per exemple, als seus estudis sobre l'ús d'alarmes acústiques per a reduir la captura incidental de marsopes (Kraus et al, 1997), no només es va reduir l'enredada per l'ús de les alarmes, però els tipus de presa a les xarxes també va canviar. El soroll de l'alarma podria estar afectant al peix més que a la marsopa, reduint la captura incidental d'aquesta forma, o pot haver estat una combinació dels efectes. Una alarma que atura el peix així com als cetacis probablement no tindrà el favor dels pescadors.

Les tècniques en ús al medi natural han esdevingut cada cop més sofisticades. El sonar visual, el seguiment per radio i satèl·lit van esdevenint rutinaris, permetent recopilar més informació del que era possible al passat. A causa de les complexitats de l'ambient natural aquesta recerca podria ser més directament rellevant per a la conservació de les espècies salvatges.

Coneixement útil?

Les insuficiències del ambient de captivitat, la naturalesa antinatural de la població captiva, la manca de mostres representatives i la nostra millora en l'habilitat per a l'estudi dels cetacis al seu ambient natural afebleixen l'argument de la recerca en

animals captius com a directament rellevant per a la conservació de les poblacions silvestres.

No obstant, no és possible argumentar que la recerca en animals captius no ens hagi ensenyat res. Els estudis sobre els sistemes sensorials dels cetacis han revelat molt sobre la naturalesa física dels senyals d'ecolocalització, d'audició i visió, i la cognició de l'animal. S'han identificat algunes de les formes en que aquests poden ajudar en la comunicació social dels cetacis i com copsen el món (Herman 1991). Però la interpretació de dades de laboratori s'ha recolzat ampliament en estudis fets en animals lliures. La utilitat dels estudis experimentals per a la conservació pot haver estat limitada per què rarament posseeixen una perspectiva ecològica des del començament. Els estudis s'han centrat bàsicament en les habilitats dels animals per a discriminar formes i materials com les esferes i els triangles i el ferro i acer. Aquests podrien ser els estudis ideals si un busca millorar el sistema submarins de sonar requerits per a identificar vaixells, però quan es tracta d'entendre la tècnica de pasturatge i l'enredada en xarxes de pesca són d'una rellevància menys òbvia.

Els proposants de la recerca en captivitat sovint suggereixen que la seva crítica es basa en respostes sentimentals cap a la captivitat dels animals. Però aquest informe ha justificat, amb base científica, que es pot debatre aquesta justificació. És interessant que malgrat els investigadors denigren les crítiques en base a l'antropomorfisme, sovint s'involucren en el mateix tipus de discurs. Un ha parlat sobre un animal que ha treballat dur per entendre complicades rutines d'entrenament i el que va ser requerit d'ell com a "professional autèntic" que aparentment "gaudeix del treball" (Moore 1991). Els dofins mulars han estat descrits com "voluntariosos, fins i tot col·laboradors dedicats en les extremadament complexes tasques de recerca" (Pryor 1991). S'ha argumentat que els dofins prefereixen la captivitat als oceans (Kirtland & Songer, 1995; Pryor, 1991) sense pensar en si la captivitat ha equipat els animals sense cap altra causa real. Per tant, els investigadors, com els seus crítics, tenen relacions amb balenes i dofins que influeixen les seves opinions, i la seva ciència no està aïllada de les seves reaccions emocionals i socials.

En el millor dels casos, un judici sobre la rellevància de la recerca amb cetacis captius per a la conservació d'animals salvatges ha de ser altament qualificada. Aquesta recerca ens pot donar pistes per a la situació al medi però irònicament ens caldrà la seva confirmació a partir de recerca en animals lliures. La proclamada justificació de la captivitat com a eina de recerca per entendre i per tant conservar les balenes i dofins silvestres, no és més que una resposta política oportunista per a manipular l'opinió pública sobre els parcs marins i zoos. Quan es mesura el coneixement guanyat contra el seu valor en la conservació es veuen les mancances. Defensar la captivitat en la base de la recerca científica és, en conseqüència, dubtós.

10. References

- Abel, R.S. Husbandry and training of captive dolphins. In "Research on Dolphins" M.M. Bryden & R. Harrison (eds). Clarendon Press: Oxford. pp 183-188.
- Ames, M.H. (1991) Saving some cetaceans may require breeding in captivity. *BioScience* 41: 746-749.
- Anon (1997) Sonar, 16 April 1997, p 13
- Andersen, S. (1968) Physiological ranges of biochemical blood parameters in captive harbour porpoise, *Phocoena phocoena* (L). *Nord. Vet-Med.* 20: 267-278.
- Anderson, R.C., Bowles, A.E., Wolski, L.F. & Stinson, H.L. (1998) Behavioural responses and habituation of captive harbour seals (*Phoca vitulina*), California sea lions (*Zalophus californianus*) and Commerson's dolphins (*Cephalorhynchus comersonii*) to nets with and

- without a pinger. In “*Abstracts of the World Marine Mammal Conference*” Monaco 20-24 January 1998 p4.
- Arnold, S. J. (1995) Monitoring quantitative genetic variation and evolution in captive populations. In “*Population management for survival and recovery. Analytical methods and strategies in small population conservation*” J.D. Ballou, M.Gilpin, T.J. Foose (eds) Columbia University Press: New York. pp 295-317.
- Asper, E.D., Cornell, L.H., Duffield, D.A., Odell, D.K., Joseph, B.E., Stark, B.I. & Perry, C.A. (1990) Haematology and serum chemistry values in bottlenose dolphins. In ‘*The Bottlenose Dolphin*’ ed S. Leatherwood & R.R. Reeves. Academic Press: San Diego. pp 479-485.
- Au, W.W.L. (1994) Comparison of sonar discrimination: Dolphin and an artificial neural network. *The Journal of the Acoustical Society of America* 95: 2728-2735.
- Au, W.W.L. (1996) Acoustic reflectivity of a dolphin. *The Journal of the Acoustical Society of America* 99: 3844-3848.
- Au, W.W.L. & Jones, L. (1991) Acoustic reflectivity of nets: implications concerning incidental take of dolphins. *Marine Mammal Science* 7: 258-273.
- Au, W.W.L., Penner, R.H. & Turl, C.W. (1987) Propagation of Beluga echolocation signals. *The Journal of the Acoustical Society of America* 82: 807-813.
- Au, W.W.L., Andersen, L.N., Rasmussen, R., Roitblatt, H.L. & Natchigall, P.E. (1995a) Neural network modelling of a dolphin’s sonar discrimination capabilities. *The Journal of the Acoustical Society of America* 98: 43-50.
- 36
- Au, W.W.L., Pawloski, J.L., Nachigall, P.E., Blonz, M. & Gisner, R.C. (1995b) Echolocation signals and transmission beam patterns of a false killer whale (*Pseudorca crassidens*) *The Journal of the Acoustical Society of America* 98: 51-59.
- Bain, D.E. (1986) Acoustic behaviour of *Orcinus*: sequences, periodicity, behavioural correlates and an automated technique for call classification. In “*Behavioral Biology of Killer Whales*” B.C. Kirkeveld & J.S. Lockard (eds) Alan R Liss: New York. pp 335-371
- Baker, J.R. (1992a) Causes of mortality and parasites and incidental lesions in dolphins and whales from British waters. *Veterinary Record* 130: 569-572.
- Baker, J.R. (1992b) Skin disease in wild cetaceans from British waters. *Aquatic Mammals* 18: 27-32.
- Baker, J.R. & Martin, A.R. (1992) Causes of mortality and parasites and incidental lesions in harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) from British waters. *Veterinary Record* 130: 554-558
- Bassos, M.K. & Wells, R.S. (1996) Effect of pool features on the behaviour of two bottlenose dolphins. *Marine Mammal Science*. 12: 321-324.
- Bassos, M.K. & Wells, R.S. (1997) Effect of pool features on the behaviour of captive dolphins. *Marine Mammal Science*. 13: 533-534.
- Bogstad, B., Hiis Hauge, H. and Ulltang, O. 1995. Results of simulation studies using a multispecies model for the Barents Sea (MULTSPEC). Paper SC/47/NA1 presented to the Scientific Committee 1995 (unpublished).
- Bossart, G.D. & Dierauf, L.A. (1990) Marine mammal clinical laboratory medicine. In ‘*CRC Handbook of Marine Mammal Medicine: Health Disease and Rehabilitation*’ ed L.A. Dierauf. CRC Press: Boca Raton. pp 1-30.
- Brill, R.L. & Friedl, W.A. (1993) Reintroduction to the wild as an option for managing navy marine mammals. Technical Report 1549. Naval Command, Control and Ocean Surveillance Center (NCCOSC), RDT&E Division: San Diego, CA.
- Caldwell, M.C., Caldwell, D.K. & Brill, R.L. (1989) *Inia goeffrensis* in captivity in the United States. In “*Biology and conservation of the river dolphins*”. W.F. Perrin, R.C. Brownell, Kaiya, Z. & Kang, L.J. IUCN Species Survival Commission, Occasional Paper No 5 pp 35-41.
- Caldwell, M.C., Caldwell, D.K. & Tyack, P.L. (1990) Review of the signature-whistle hypothesis for the Atlantic bottlenose dolphin. In “*The Bottlenose Dolphin*” S Leatherwood and R.R. Reeves (eds) Academic Press: San Diego, CA. pp 199-234.
- Calle, P.P., Kenny, D.E. & Cook, R.A. (1993) Successful treatment of suspected erysipelas septicaemia in a beluga whale (*Delphinapterus leucas*). *Zoo Biology* 12: 483-490.
- Cheal, A.J. & Gales, N.J. (1991) Body mass and food intake in captive, breeding bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*. *Zoo Biology* 10: 451-456.
- Cockcroft, V.G. & Ross, G.J.B. Observations on the early development of a captive bottlenose dolphin calf. In “*The Bottlenose Dolphin*” S Leatherwood and R.R. Reeves (eds) Academic Press: San Diego, CA. pp 461-478.
- Cornell, L.H. (1983) Haematology and clinical chemistry values in the killer whale, *Orcinus orca* L. *Journal of Wildlife Diseases* 19: 259-264.

- Cornell, L.H., Asper, E.D., Antrim, J.E., Searles, S.S., Young, W.G. & Goff, T. (1987) Progress Report: Results of a long-range captive breeding program for the bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus* and *Tursiops truncatus gilli*. *Zoo Biology* 6: 41-53.
- 37
- Cornell, L.H., Duffield, D.S., Joseph, B.E. & Stark, B. (1988) Haematology and serum chemistry values in the beluga (*Delphinapterus leucas*). *Journal of Wildlife Diseases* 24: 220-224.
- Curry, B.E., LeDuc, R.G. & Dizon, A.E. (1998) MTDNA sequence variation and phylogenetics of bottlenose dolphins (Genus *Tursiops*) in a worldwide context. In "Abstracts of the World Marine Mammal Conference" Monaco 20-24 January 1998 p31.
- Dailey, M. (1986) Parasitology - basic considerations. In "Zoo and Wildlife Medicine - Marine Mammals (Cetacea, Pinnipedia and Sirenia). M. E. Fowler (ed) pp 781-784.
- Defran, R.H. & Pryor, K. (1980) The behaviour and training of cetaceans in captivity. In "Cetacean Behaviour: mechanisms and function" L.M. Herman (ed) John Wiley: New York.
- DeMaster, D.P. & Drevenak, J.K. (1988) Survivorship patterns in three species of captive cetacean. *Marine Mammal Science* 4: 297-311.
- Dierauf, L.A. (1990) Stress in marine mammals. In 'CRC Handbook of Marine Mammal Medicine: Health Disease and Rehabilitation' ed L.A. Dierauf. CRC Press: Boca Raton. pp 295-301.
- Dowling, T.E. & Brown, W.M. (1993) Population structure of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) as determined by restriction endonuclease analysis of mitochondrial DNA. *Marine Mammal Science* 9: 138-155.
- Dudok van Heel (1986) From the ocean to the pool. In "Research on Dolphins" M.M. Bryden & R. Harrison (eds). Clarendon Press: Oxford. pp 163-182.
- Duffield, D.A (1990) Genetic and physiological research applications in marine mammal medicine. In 'CRC Handbook of Marine Mammal Medicine: Health Disease and Rehabilitation' ed L.A. Dierauf. CRC Press: Boca Raton. pp 371-380
- Duffield, D.A. & Miller, K.W. (1988) Demographic features of killer whales in oceanaria in the United States and Canada, 1965-1987. *Rit Fiskideildar* 11: 297-306.
- Duffield, D.A. & Wells, R.S. (1991) Bottlenose dolphins: comparison of census data from bottlenose dolphins in captivity with a wild population. *IMATA Soundings Spring 1991* pp 11- 15.
- Duffield, D.A., Odell, D.K., McBain, J.F. & Andrews, B. (1995) Killer whale (*Orcinus orca*) reproduction at Sea World. *Zoo Biology* 14: 417-430.
- Duigan, P.J., House, C., Odell, D.K., Wells, R.S., Hansen, L.J., Walsh, M.T., St. Aubin, D.J., Rima, B.K. & Geraci, J.R. (1996) Morbillivirus infection in bottlenose dolphins: evidence for recurrent epizootics in the western Atlantic and Gulf of Mexico, 1996. *Marine Mammal Science* 12: 499-515.
- Dunn, J.L. (1982) Candidiasis in captive cetaceans. *Journal of the American Veterinary Association* 181: 1316-1321.
- Dunn, J.L. (1990) Bacterial and mycotic diseases of cetaceans and pinipeds. In 'CRC Handbook of Marine Mammal Medicine: Health Disease and Rehabilitation' ed L.A. Dierauf. CRC Press: Boca Raton. pp 73-87.
- Edds, P.L., Odell, D.K. & Tershy, B.R. (1993) Vocalisations of a captive juvenile and free-ranging adult-calf pairs of Bryde's whales, *Baleanoptera edeni*. *Marine Mammal Science* 9: 269-284.
- Fish, F.E. (1993) Power output and propulsive efficiency of swimming bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). *Journal of Experimental Biology* 185: 179-193.
- Foose, T.J., de Boer, L., Seal, U.S. & Lande, R. (1995) Conservation management strategies based on viable populations. In "Population Management for Survival and Recovery. Analytical Methods and Strategies in Small Population Conservation". J.D. Ballou., M.Gilpin, & T.J. Foose (eds) Columbia University Press: New York. pp 273-294.
- Frasca, S., Dunn, J.L., Cooke, J.C. & Buck, J.D. (1996) Mycotic dermatitis in an Atlantic white-sided dolphin, a pygmy sperm whale, and two harbour seals. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 208: 727-729.
- Frohoff, T.G. & Packard, J.M. (1996) Human interactions with free-ranging and captive bottlenose dolphins. *Anthrozoös VIII*: 44-53.
- Geraci, J.R. (1990) Physiologic and toxic effect on cetaceans. In "Sea Mammals and Oil: Confronting the Risks" J.R. Geraci & D.J. St. Aubin (eds) Academic Press: San Diego.
- Geraci, J.R. & Medway, W. (1973) Simulated field blood studies in the bottlenose dolphin *Tursiops truncatus*. 2. Effects of stress on some haematologic and plasma chemical parameters. *Journal of Wildlife Diseases* 9: 29-33.
- Geraci, J.R., St. Aubin, D.J. & Reisman, R.J. (1983) Bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, can

- detect oil. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 40: 1516-1522.
- Goodson, A.D., Kastelein, R.A. & Sturtivant, C.R. (1995) Source levels and echolocation signal characteristics of juvenile Harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) in a pool. In "*Harbour porpoises - laboratory studies to reduce bycatch*" P.E. Natchigall., J. Lien., Au, W.W.L. & Read, A.J. (eds) De Spil: Woerden, The Netherlands. pp 41-54.
- Greenwood, A.G. & Taylor, D.C. (1985) Captive killer whales in Europe. *Aquatic Mammals* 1: 10-12
- Gygax, L. (1997) Space and behaviour in captive dolphins. *Marine Mammal Science* 13: 531-533.
- Harley, H.E., Roitblatt, H.L. & Natchigall, P.E. (1996) Object representation in the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*): Integration of visual and echoic information. *Journal of Experimental Psychology* 22:164-174.
- Hatakayama, Y. & Soeda, H. (1990) Studies on echolocation of porpoises taken in salmon gillnet fisheries. In "*Sensory Abilities of Cetaceans*" J. Thomas & R. Kastelein (eds) pp 269-281.
- Helweg., D.A., Au.W.W.L., Roitblatt, H.L. & Natchigall, P.E. (1996a) Acoustic basis for recognition of aspect-dependent three-dimensional targets by an echolocating bottlenose dolphin. *The Journal of the Acoustical Society of America* 99: 2409-2420.
- Helweg., D.A., Au.W.W.L., Roitblatt, H.L., Natchigall, P.E. & Hautus, M.J. (1996b) Recognition of aspect-dependent three-dimensional objects by an echolocating Atlantic bottlenose dolphin. *Journal of Experimental Psychology* 22: 19-31.
- Herman, L.M. (1991) What the dolphin knows. In "*Dolphin societies. Discoveries and puzzles*" K.Pryor & K.S. Norris (eds) University of California Press: Berkley. pp 349-363.
- Hoelzel, A.R. (1991) Analysis of mitochondrial DNA variation in the killer whale: implications for conservation. In "*Genetic ecology of whales and dolphins*" A.R. Hoelzel (ed) Special Issue 13. International Whaling Commission: Cambridge.
- Hohn, A.A., Potter, C.W. & Mead, J.G. (1998) Stock differences in length of inshore and offshore bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, in the western north Atlantic. In "*Abstracts of the World Marine Mammal Conference*" Monaco 20-24 January 1998 p65.
- Hudson, M. & Ramirez, K. (1996) The Pacific white-sided dolphin (*Lagenorhynchus obliquidens*). *Soundings* 21(4): 22-23 & 34.
- Jefferson, T.A. & Curry, B.E. (1994) A global review of porpoise mortality (*Cetacea: phocoenidae*) mortality in gillnets. *Biological Conservation* 67: 167-183.
- 39
- Joseph, B.E., Antrim, J.E. & Cornell, L.H. (1987) Commerson's dolphin (*Cephalorhynchus commersonii*): A discussion of the first live birth within a marine zoological park. *Zoo Biology* 6: 69-77.
- Kaiya, Z. & Xingduan, Z. (1991) The Yangtze river dolphin and other endangered animals of China. Stone Wall Press: New York.
- Kastelein, R.A. & Staal, C. (1997) Swimming behaviour of harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) under different conditions in human care. In "*The Biology of the Harbour Porpoise*" A.J. Read, P.R. Wiepkema & Natchigall, P.E. (eds) De Spil: Woerden, The Netherlands. pp 235-253.
- Kastelein, R.A., Baaker, M.J. & Dokter, T. (1990) The medical treatment of 3 stranded Harbour porpoises (*Phocoena phocoena*). *Aquatic Mammals* 16: 48-52.
- Kastelein, R.A., de Haan, D. & Staal, C. (1995a) Behaviour of harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) in response to ropes. In "*Harbour porpoises - laboratory studies to reduce bycatch*" P.E. Natchigall., J. Lien., Au, W.W.L. & Read, A.J. (eds) De Spil: Woerden, The Netherlands. pp 69-90.
- Kastelein, R.A., de Haan, D., Staal, C., Nieuwstraten, S.H. & Verboom, W.C. (1995b) Entanglement of harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) in fishing nets. In "*Harbour porpoises - laboratory studies to reduce bycatch*" P.E. Natchigall., J. Lien., Au, W.W.L. & Read, A.J. (eds) De Spil: Woerden, The Netherlands. pp 91-156.
- Kastelein, R.A., Nieuwstraten, S.H. & Verboom, W.C. (1995c) Echolocation signals of harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) in the light and complete darkness. In "*Harbour porpoises - laboratory studies to reduce bycatch*" P.E. Natchigall., J. Lien., Au, W.W.L. & Read, A.J. (eds) De Spil: Woerden, The Netherlands. pp 55-68.
- Kastelein, R.A., Bakker, M.J. & Staal, C. (1997a) The rehabilitation and release of stranded harbour porpoises (*Phocoena phocoena*). In "*The Biology of the Harbour Porpoise*" A.J. Read, P.R. Wiepkema & Natchigall, P.E. (eds) De Spil: Woerden, The Netherlands. pp 9-61.
- Kastelein, R.A., Hardeman, J. & Boer, H. (1997b) Food consumption and body weight in harbour porpoises (*Phocoena phocoena*). In "*The Biology of the Harbour Porpoise*" A.J. Read, P.R. Wiepkema & Natchigall, P.E. (eds) De Spil: Woerden, The Netherlands. pp 217-233.

- Kastelein, R.A., Nieuwstraten S.H. & Verstegen, M.W.A. (1997c) Passage time of carmine red dye through the digestive tract of harbour porpoises (*Phocoena phocoena*). In "The Biology of the Harbour Porpoise" A.J. Read, P.R. Wiepkema & Natchigall, P.E. (eds) De Spil: Woerden, The Netherlands. pp 265-275.
- Kastelein, R.A., Schooneman, N.M., Au, W.W.L., Verboom, W.C. & Vaughan, N. (1997d) The ability of harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) to discriminate between objects buried in sand. In "The Biology of the Harbour Porpoise" A.J. Read, P.R. Wiepkema & Natchigall, P.E. (eds) De Spil: Woerden, The Netherlands. pp 329-342.
- Kastelein, R.A., Vaughan, N., Groenenberg, H.J., Boekholt, H.A. & Schreurs, V.V.A.M. (1997e) Respiration in harbour porpoises (*Phocoena phocoena*). In "The Biology of the Harbour Porpoise" A.J. Read, P.R. Wiepkema & Natchigall, P.E. (eds) De Spil: Woerden, The Netherlands. pp 203-215.
- Kastelein, R.A., de Haan, D., Goodson, A.D., Staal, C. & Vaughan, N. (1997f) The effects of various sounds on a harbour porpoise (*Phocoena phocoena*). In "The Biology of the Harbour Porpoise" A.J. Read, P.R. Wiepkema & Natchigall, P.E. (eds) De Spil: Woerden, The Netherlands. pp 367-383.
- 40
- Kastelein, R.A., de Haan, D., Staal, C. & Goodson, A.D. (1997g) The response of a harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) to nets of various mesh sizes, with and without deterring sound. In "The Biology of the Harbour Porpoise" A.J. Read, P.R. Wiepkema & Natchigall, P.E. (eds) De Spil: Woerden, The Netherlands. pp 385-409.
- Kirtland, J. & Stringer, S. (1995) Ocean or zoological habitat: the dolphins' choice. *Soundings* 20: 5-6, 19-20.
- Koopman, H.N., Westgate, A.J., Read, A.J. & Gaskin, D.E. (1995) Blood chemistry of wild harbour porpoises *Phocoena phocoena* (L.). *Marine Mammal Science* 11: 123-135.
- Kraus, S.D., Read, A.J., Solow, A., Baldwin, K., Spradlin, T., Anderson, E. & Williamson, J. (1997) Acoustic alarms reduce porpoise mortality. *Nature* 388: 525.
- Lacey, R.C. (1995) Clarification of genetic terms and their use in the management of captive populations. *Zoo Biology* 14: 565-578.
- Lande, R. (1995) Breeding plans for small populations based on the dynamics of quantitative genetic variance. In "Population Management for Survival and Recovery. Analytical Methods and Strategies in Small Population Conservation". J.D. Ballou., M.Gilpin, & T.J. Foote (eds) Columbia University Press: New York. pp 318-340.
- Laule, G. & Desmond, T. (1991) Meeting behavioural objectives while maintaining social behaviour and dominance - a delicate balance. In "Proceedings of the International Marine Animal Trainers Association Conference, 1991" November 4-5, Vallejo, California. pp 19-25.
- Lynch, M. (1995) A quantitative-genetic perspective on conservation issues. In "Conservation genetics. Case histories from nature" J.C. Avise & J.L. Hamrick (eds). Chapman & Hall: New York.
- Manton, V.J.A. (1986) Water management. In "Research on Dolphins" M.M. Bryden & R. Harrison (eds). Clarendon Press: Oxford. pp 191-196.
- Marten, K. & Psarakos, S. (1995) Using self-view television to distinguish between self-examination and social behaviour in the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*). *Consciousness and Cognition* 4: 205-224.
- Medway, W. & Geraci, J.R. (1986) Clinical pathology of marine mammals. In "Zoo and Wildlife Medicine - Marine Mammals (Cetacea, Pinnipedia and Sirenia). M.E. Fowler (ed) pp 791-797.
- McCowan, B. & Reiss, D. (1991) Maternal disciplinary behaviour toward captive-born infant bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*): harsh low frequency signals during mother-infant interactions. Abstracts of the Ninth Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Dec 5-9 1991, Chicago, Illinois. p 46.
- McCowan, B. & Reiss, D. (1995) Whistle contour development in captive-born infant bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*): Role of learning. *Journal of Comparative Psychology* 109: 242-260.
- McMaster, D.P. & Drevenak, J.K. (1988) Survivorship patterns in three species of captive cetaceans. *Marine Mammal Science* 4: 297-311.
- Moore, W.W.B. (1991) Dolphin psychophysics. In "Dolphin societies. Discoveries and puzzles" K.Pryor & K.S. Norris (eds) University of California Press: Berkeley. pp 365 -382.
- Morton, A.B., Gale, J.C. & Prince, R.C. (1986) Sound and behavioural correlations in captive *Orcinus orca*. In "Behavioural Biology of Killer Whales" B.C. Kirkevold & J.S. Lockard (eds) Alan

R Liss: New York. pp 303-333.

41

- Östman, J. (1991) Changes in aggressive and sexual behaviour between two male bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in a captive colony. In "Dolphin Societies. Discoveries and Puzzles" K. Pryor & K.S. Norris (eds) University of California Press: Berkley.
- Pabst, D.A., Rommel, S.A., McLennan, W.A., Williams, T.M. & Rowles, T.K. (1995) Thermoregulation of the intra-abdominal testes of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) during exercise. The Journal of Experimental Biology 198: 221-226.
- Pack, A.A. & Herman, L.M. (1995) Sensory integration in the bottlenosed dolphin: Immediate recognition of complex shapes across the senses of echolocation and vision. The Journal of the Acoustical Society of America 98: 722-733
- Perrin, W.F. & Brownell, R.L. (1989) Report of the Workshop. In "Biology and Conservation of the River Dolphins" W.F. Perrin, R.L. Brownell, Z. Kaiya, & L. Jiankang (eds). Occasional Papers of the IUCN Species Survival Commission No 3. pp 1-12.
- Pryor, K. & Norris, K.S. (1991) Introduction. In "Dolphin Societies. Discoveries and Puzzles". K. Pryor & K.S. Norris (eds) University of California Press: Berkley. pp 1-3.
- Ralls, K. (1989) Semi-captive breeding program for the baiji, *Lipotes vexillifer*: genetic and demographic considerations. In "Biology and Conservation of the River Dolphins" W.F. Perrin, R.L. Brownell, Z. Kaiya, & L. Jiankang (eds). Occasional Papers of the IUCN Species Survival Commission No 3. pp 150-156.
- Reccia, C.A. & Tyack, P.L. (1991) Births and early behaviour of two captive beluga whale calves (*Delphinapterus leucas*). Abstracts of the Ninth Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Dec 5-9 1991, Chicago, Illinois. p 56.
- Renouf, D. & Noseworthy, E. (1991) Changes in food intake, mass, and fat accumulation in association with variations in thyroid hormone levels of harbour seals (*Phoca vitulina*). Canadian Journal of Zoology. 69: 2470-2479.
- Richardson, W.J., Greene, C.R., Malme, C.I. & Thomson, D.H. (1995) "Marine Mammals and Noise". Academic Press: San Diego.
- Ridgeway, S.H. & Carder, D.A. (1990) Tactile sensitivity, somatosensory responses, skin vibrations, and the skin surface ridges of the bottle nose dolphin, *Tursiops truncatus*. In "Sensory Abilities of Cetaceans". J. Thomas & R. Kastelein (eds) Plenum Press: New York. pp 163-179.
- Ridgeway, S.H. & Carder, D.A. (1997) Hearing deficits measured in some *Tursiops truncatus*, and discovery of a deaf/mute dolphin. Journal of the Acoustical Society of America 101: 590-594.
- Ridgeway, S.H. & Howard, R. (1979) Dolphin lung collapse and intramuscular circulation during free diving: evidence from nitrogen washout. Science 206: 1182-1183.
- Ridgeway, S.H., Sronse, B.L. & Kanwisher, J. (1969) Respiration and deep diving in the bottlenose porpoise. Science 166: 1651-1654.
- Ridgeway, S.H., Norris, K.S. & Cornell, L.H. (1989) Some considerations for those wishing to propagate platanistoid dolphins. In "Biology and Conservation of the River Dolphins". W.F. Perrin, R.L. Brownell, R. Kaiya & L. Jiankang (eds) Occasional Paper of the IUCN Survival Commission No. 3 pp 159- 167.
- Robeck, T.R., Curry, B.E., McBain, J.F. & Kraemer, D.C. (1994) Reproductive biology of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) and the potential application of advanced reproductive technologies. Journal of Zoo and Wildlife Medicine 25: 321-336.
- 42
- Russel, J.M., Siminoff, J.S. & Nightingale, J. (1997) Nursing behaviour of beluga whales (*Delphinapterus leucas*) born in captivity. Zoo Biology 16: 247-262.
- Ryder, O.A. & Benirschke, K. (1997) The potential use of "cloning" in the conservation effort. Zoo Biology 16: 295-300.
- Ryman, N., Utter, F. & Hindar, K. (1995) Introgression, supportive breeding and genetic conservation. In pp339-365
- Samuels, A. & Gifford, T. (1997) A quantitative assessment of dominance relations among bottlenose dolphins. Marine Mammal Science 13: 70-99.
- Schroeder, J.P. (1990a) Breeding Bottlenose dolphins in captivity. In "The Bottlenose Dolphin" S Leatherwood and R.R. Reeves (eds) Academic Press: San Diego, CA. pp 435-446
- Schroeder, J.P. (1990b) Reproductive aspects of marine mammals. In. 'CRC Handbook of Marine Mammal Medicine: Health Disease and Rehabilitation' ed L.A. Dierauf. CRC Press: Boca Raton. pp 353-369.

- Schroeder, J.P. & Keller, K.V. (1990) Artificial insemination of bottlenose dolphins. In *"The Bottlenose Dolphin"* S Leatherwood and R.R. Reeves (eds) Academic Press: San Diego, CA. pp 447-460
- Shane, S.H., Wells, R.S. & Würsig, B. (1986) Ecology, behaviour and social organisation of the bottlenose dolphin: a review. *Marine Mammal Science* 2: 34-63.
- Simmonds, M.P. & Mayer, S.J. (1997) An evaluation of environmental and other factors in some recent marine mammal mortalities in Europe: implications for management. *Environmental Reviews* 5: 89-98.
- Small, R.J. & DeMaster, D.P. (1995a) Survival of five species of captive marine mammals. *Marine Mammal Science* 11: 209-226.
- Small, R.J. & DeMaster, D.P. (1995b) Acclimation to captivity: a quantitative estimate based on survival of bottlenose dolphins and California sea lions. *Marine Mammal Science* 11: 510-519.
- Smith, J.D., Schull, J., Strote, J., McGee, K., Egnor, R. & Erb, L. (1995) The uncertain response in the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*). *Journal of Experimental Psychology: General* 124: 391-408.
- Smith, T.G., Geraci, J.R. & St. Aubin, D.J. (1983) Reaction of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, to a controlled oil spill. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 40: 1522-1525.
- Sobel, N., Supin, A. Ya. & Myslobodsky, M.S. (1994) Rotational swimming tendencies in the dolphin (*Tursiops truncatus*) *Behavioural Brain Research* 65: 41-45.
- Soulé, M., Gilpin, M., Conway, W. & Foose, T. (1986) The millennium ark: how long a voyage, how many staterooms, how many passengers? *Zoo Biology* 5: 101-113.
- St. Aubin, D.J. & Geraci, J.R. (1988) Capture and handling stress suppresses circulating levels of thyroxine (T4) and triiodothyronine (T3) in beluga whales *Delphinapterus leucas*. *Physiological Zoology* 6: 170-175.
- St. Aubin, D.J. & Geraci, J.R. (1989a) Adaptive changes in haematologic and plasma chemical constituents in captive beluga whales, *Delphinapterus leucas*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 46: 796-803.
- St. Aubin, D.J. & Geraci, J.R. (1989b) Seasonal variation in thyroid morphology and secretion in the white whale *Delphinapterus leucas*. *Canadian Journal of Zoology* 67: 263-267.
- 43
- St. Aubin, D.J., Geraci, J.R., Smith, T.G. & Friesen, T.G. (1985) How do bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, react to oil films under different light conditions? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 42: 430-436.
- St. Aubin, D.J., Geraci, J.R. & Lounsbury, V.J. (eds) (1996a) Rescue, rehabilitation, and release of marine mammals: an analysis of current views and practices. Proceedings of a workshop held in Des Plaines, Illinois, 3-5 December 1991. NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-8
- St. Aubin, D.J., Ridgway, S.H., Wells, R.S. & Rhinehart, H. (1996b) Dolphin thyroid and adrenal hormones: circulating levels in wild and semidomesticated *Tursiops truncatus*, and influence of sex, age and season. *Marine Mammal Science* 12: 1-13.
- Stoskopf, M.K. (1990) Marine mammal pharmacology. In *"CRC Handbook of Marine Mammal Medicine: Health Disease and Rehabilitation"* ed L.A. Dierauf. CRC Press: Boca Raton. pp139-161.
- Sweeney, J. (1986a) Infectious diseases. In *"Zoo and Wildlife Medicine - Marine Mammals (Cetacea, Pinnipedia and Sirenia)*. M.E. Fowler (ed) pp 777-781.
- Sweeney, J. (1986b) Clinical consideration of parasitic and noninfectious diseases. In *"Zoo and Wildlife Medicine - Marine Mammals (Cetacea, Pinnipedia and Sirenia)*. Fowler (ed) pp 785-789.
- Thompson, C.A. & Geraci, J.R. (1986) Cortisol, aldosterone, and leucocytes in the stress response of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 43: 1010-1016.
- Turl, C.W. & Thomas, J.A. (1992) Possible relationship between oceanographic conditions and longrange target detection by a false killer whale. In *"Marine Mammal Sensory Systems"* J. Thomas, (ed) Plenum Press: New York.
- Tyack, P. (1990) Use of a telemetry device to identify which dolphin produces a sound. In *"Dolphin societies. Discoveries and puzzles"* K.Pryor & K.S. Norris (eds) University of California Press: Berkeley. pp319-344.
- Verboom, W.C. & Kastelein, R.A. (1995) Acoustic signals by harbour porpoises (*Phocoena phocoena*). In *"Harbour porpoises - laboratory studies to reduce bycatch"* P.E. Natchigall., J. Lien., Au, W.W.L. & Read, A.J. (eds) De Spil: Woerden, The Netherlands. pp 1-40.

- Verboom, W.C. & Kastelein, R.A. (1997) Structure of harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) click train signals. In “*The Biology of the Harbour Porpoise*” A.J. Read, P.R. Wiepkema & Natchigall, P.E. (eds) De Spil: Woerden, The Netherlands. pp 343-363.
- Westgate, A.J., Read, A.J., Berggren, P., Koopman, H.N. & Gaskin, D.E. (1995) Diving behaviour of harbour porpoises, *Phocoena phocoena*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 52: 1064-1073.
- Williams, T.M., Freidl, W.A., Fong, M.L., Yamada, R.M., Sedivy, P. & Haun, J.E. (1992) Travel at low energetic cost by swimming and wave-riding bottlenose dolphins. *Nature* 355: 821-823.
- Williams, T.M., Freidl, W.A. & Haun, J.E. (1993) The physiology of bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*): heart rate, metabolic rate and plasma lactate concentrations during exercise. *Journal of Experimental Biology* 179: 31-46.
- Wood, F.G. & Evans, W.E. (1980) Adaptiveness and ecology of echolocation in toothed whales. In “*Animal Sonar Systems*” R.G. Busnel & J.F. Fish (eds) Plenum Press: New York. pp 381-419.
- 44
- Worthy, G.A.J. (1990) Nutritional energetics of marine mammals. In ‘*CRC Handbook of Marine Mammal Medicine: Health Disease and Rehabilitation*’ ed L.A. Dierauf. CRC Press: Boca Raton. pp 489-520.
- Zhimei, G. & Daoquan, C. (1989) Haematology of the baiji, *Lipotes vexillifer*. In “*Biology and Conservation of the River Dolphins*”. W.F. Perrin, R.L. Brownell, R. Kaiya & L. Jingkang (eds) Occasional Paper of the IUCN Survival Commission No. 3. pp 114-118.