

Letizia Marsili¹, Luca Marini²,
Carolina Casini³ & Silvano Focardi¹

Stenella striata (*Stenella coeruleoalba*) del Mar Mediterraneo: studi morfologici e tossicologici

Riassunto - Questo studio si basa sui dati ricavati da 62 esemplari di stenella striata (*Stenella coeruleoalba*) trovati spiaggiati lungo le coste italiane tra il 1988 ed il 1994. L'età di ciascun delfino è stata determinata contando al microscopio ottico le bande annuali di accrescimento (GLG) della dentina nel dente decalcificato, sezionato finemente. È stata così plottata una curva di crescita per la stenella striata del Mediterraneo nella quale si teneva conto oltre che dell'età anche della lunghezza degli esemplari. I contaminanti organoclorurati (HCB, DDTs e PCBs) sono stati analizzati nel grasso, fegato, cervello e muscolo di 25 di questi delfini. In tutti gli esemplari ed in tutti i tessuti analizzati, le concentrazioni di HCB (ng/g peso secco) erano le più basse mentre quelle di PCBs le più elevate, fatta eccezione per un campione di grasso in cui il contaminante presente in maggiore quantità era rappresentato dal totale dei DDTs. Scopo del lavoro è quello di vedere se esistono correlazioni fra le concentrazioni di organoclorurati nei vari organi e tessuti e l'età degli esemplari, il loro sesso, la causa di morte, la località e l'anno di spiaggiamento.

Abstract - The Mediterranean striped dolphin (*Stenella coeruleoalba*): morphological and toxicological studies.

This study is based on the data of 62 striped dolphins (*Stenella coeruleoalba*) found stranded along the Italian coasts between 1988 and 1994. The age of the dolphins was determined by counting the annual growth lines. This enabled a growth curve (age vs length) to be plotted for Mediterranean striped dolphins. Organochlorine contaminants (HCB, DDTs and PCBs) were analysed in fat, liver, brain and muscle of 25 of the dolphins. In all dolphins and all tissues, HCB concentrations were the lowest (ng/g dry weight) and PCBs the highest, except in one fat sample in which the most abundant contaminant was total DDTs. The aim of the study is to investigate the existence of correlations between concentrations of organochlorines in various tissues and dolphin age, sex, cause of death, and locality and year of stranding.

Key-words: cetaceans, *Stenella coeruleoalba*, Mediterranean Sea, growth curve, organochlorine contaminants.

Introduzione

Molte specie di cetacei, fra cui la *Stenella coeruleoalba*, sono collocati nella parte più alta della catena alimentare e, come tali, accumulano nei loro organi e

Dipartimento di Scienze Ambientali, Università di Siena, Via Mattioli 4, 53100 Siena, Italia.
Accademia del Leviatano, Via dell'Astronomia 19, I-00154 Roma, Italia.
Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo, Università la Sapienza, Viale dell'Università 32, 00185 Roma, Italia.

tessuti elevati livelli di composti lipoaffini, quali gli organoclorurati (OCs) (Tanabe *et al.*, 1981a, Borrell, 1993; Marcovecchio *et al.*, 1994; Marsili & Focardi, 1997). Il rischio ecotossicologico di alcune specie di Cetacei è inoltre legato alla loro "vulnerabilità biochimica" agli xenobiotici lipofili; infatti questi animali hanno una capacità detossificante inferiore a quella dei Mammiferi terrestri (Tanabe *et al.*, 1988; Duinker *et al.*, 1989; Watanabe *et al.*, 1989; Fossi *et al.*, 1992). Numerosi riferimenti bibliografici ci segnalano la possibilità di utilizzare questi mammiferi come bioindicatori di contaminazione ambientale di un'area relativamente piccola (O'Shea *et al.*, 1980; Martineau *et al.*, 1987; Geraci, 1989). Particolarmente preoccupanti risultano i dati ottenuti per il Mar Mediterraneo (Alzieu & Duguy, 1979; Aguilar & Borrell, 1994a; Marsili & Focardi, 1996; Marsili & Focardi, 1997). Considerando gli effetti che questi xenobiotici hanno su popolazioni di pinnipedi quali le anomalie riproduttive (Le Boeuf & Bonnell, 1971; Helle *et al.*, 1976a; Olsson, 1978, Addison, 1989), la formazione di tumori nell'utero (Helle *et al.*, 1976b; Baker, 1989), le alterazioni nello sviluppo dello scheletro (Bergman *et al.*, 1986; Zakharov & Yablokov, 1990), si può comprendere quali siano i rischi che i cetacei corrono in quanto, pur essendo tassonomicamente distanti dai pinnipedi, hanno uno stile di vita, specialmente per quel che riguarda l'alimentazione, molto simile. In base a tutto ciò risulta di primaria necessità stabilire la dinamica dei contaminanti organoclorurati in questi mammiferi marini. Infatti tra gli esemplari di una stessa popolazione di cetacei esiste una grande variabilità nei livelli dei contaminanti organoclorurati. L'età, il sesso, lo stato di salute, lo stato nutrizionale ed altre caratteristiche biologiche sono fondamentali nella dinamica di queste sostanze. Per questi motivi, uno degli scopi di questo lavoro è quello di stabilire come questi contaminanti si comportano in funzione di molti di questi parametri ed in particolare dell'età dell'animale, del suo sesso, del suo stato di salute e del luogo di spiaggiamento.

Materiali e metodi

Su 62 esemplari di *Stenella coeruleoalba*, tutti di lunghezza nota e 60 dei quali di sesso noto, è stata effettuata la determinazione dell'età mediante lo studio dell'accrescimento dei denti. In 25 di questi esemplari, di cui erano disponibili organi e tessuti, sono state effettuate anche le determinazioni dei residui organoclorurati. Tutti i campionamenti in campo sono stati eseguiti da membri del Centro Studi Cetacei.

Preparazione dei denti e determinazione dell'età

L'età degli esemplari di *Stenella coeruleoalba* è stata determinata contando al microscopio ottico le bande annuali di accrescimento della dentina nel dente decalcificato, sezionato finemente (Marsili *et al.*, 1997). Gli strati di crescita di dentina (GLG) sono stati usati come indicatori dell'età nella *Stenella coeruleoalba* per la prima volta nel 1953 (Nishiwaki & Yagi, 1953). Un GLG, che corrisponde ad un anno, è formato da 2 strati fini traslucidi e da 2 strati scuri più spessi a livello della dentina; mentre a livello del cemento è formato da 1 strato traslucido e da 1 più scuro. Talvolta però a livello del cemento vi sono 2 o 3 GLG per anno, per cui l'età, se contata a questo livello, potrebbe essere sovrastimata. I denti sono stati preparati seguendo tecniche standardizzate per la determinazione dell'età in piccoli odontoceti (Myrick *et al.*, 1983). I denti, privati del tessuto soffice e conservati in formalina al 4%,

sono stati suddivisi in base alla grandezza e alla polpa presente, in giovani, medi e vecchi. I denti offerti dal Museo dei Fisiocritici di Siena, e quindi che si trovavano a secco, sono stati lasciati per una nottata in acqua per permettere la loro reidratazione. L'RDO è stato utilizzato come agente decalcificante. Dopo il trattamento con RDO il dente veniva lavato in acqua corrente, dopodiché si poteva procedere alla fase di sezionamento che è stata effettuata con un microtomo *sledge-type freezing*. Per ogni dente sono state effettuate circa 100 sezioni di 24 μ le quali venivano colorate con ematossilina Mayer. Le migliori sezioni, cioè quelle più centrali in cui era ben visibile la punta del dente e la cavità polpale ed in cui la coda del dente era divisa in due parti distinte, venivano montate in un vetrino, per potere essere fotografate (macchina fotografica Pentax P30N con Pentax-A Zoom 28-80 mm, montata su microscopio ottico). La lettura delle fotografie è stata effettuata da 3 operatori diversi (L.M., L.M., C.C.); l'età degli esemplari è stata determinata dopo il confronto delle letture. La lettura era considerata valida se la variabilità nella stima dell'età tra i 3 operatori era di ± 2 anni.

Tecniche analitiche

Dopo il campionamento, piccole parti dei diversi organi e tessuti sono state conservate in un congelatore a -20°C fino alle analisi di laboratorio. Gli organi e tessuti analizzati per effettuare la correlazione degli organoclorurati con l'età degli esemplari presi in esame erano: adipe, fegato, muscolo e cervello, che sono risultati quelli più frequentemente campionati ed anche quelli più rappresentativi per un raffronto con il materiale bibliografico. Le analisi degli organoclorurati (OCs) sono state fatte secondo la metodica descritta per i cetacei in Marsili & Focardi (1997). L'analisi gascromatografica ha permesso di rilevare nei tessuti ed organi degli esemplari analizzati esaclorobenzene (HCB), DDT con i suoi metaboliti e 30 congeneri dei policlorobifenili (PCBs). Gli OCs sono espressi in ng/g o $\mu\text{g/g}$ peso secco (p.s.). La Materia Organica Estratta (MOE) è espressa in % ed utilizzata per dare i risultati in base lipica (b.l.).

Analisi statistiche

Le analisi statistiche sono state effettuate con un PC IBM 350-P60 utilizzando Statgraphics software (Statistical Graphics Corporation). Le significatività è stata data per $p < 0,05$. Il parametro r della curva di crescita era calcolato con una procedura iterativa chiamata NLIN della SAS software package (SAS/STAT, Release 6.04 Edition, SAS Institute Inc.).

Risultati e discussione

Curva di crescita

Conoscendo la lunghezza degli esemplari di cui è stata stimata l'età, è stato possibile ipotizzare una curva di crescita per la *Stenella coeruleoalba* del Mar Mediterraneo. Le assunzioni che stanno alla base della formulazione dell'equazione che correla la lunghezza con l'età sono:

- 1) lunghezza media al momento della nascita pari a 90 cm (Notarbartolo di Sciara & Demma, 1994);

2) lunghezza media degli adulti (>9anni), senza considerare il piccolo dimorfismo sessuale (10 cm a favore del maschio), pari a 200 cm (Notarbartolo di Sciara & Demma, 1994).

L'Equazione di Lavoro da cui si è partiti è:

$$\frac{dL}{dt} = r L \times \frac{K-L}{K}$$

dove L = Lunghezza (cm); K = lunghezza media in età adulta (cm); r = costante di velocità di crescita (t-1); t = tempo in anni (età).

Integrando si ottiene:

$$L(t) = \frac{K}{1 + e(a-rt)}$$

dove a = costante di integrazione = $\ln [(K-L)/L]$ per t = 0.

Considerando che alla nascita, cioè a t = 0, un delfino striato è circa 90 cm, a è: $\ln [(200-90)/90] = 0,201$.

Se Y è la lunghezza in cm e X l'età in anni otteniamo:

$$Y = 200 / [1 + e(0,201 - rX)]$$

Il parametro r (r = 0,5115) è stato calcolato con un'analisi di regressione non lineare usando il metodo dei "least squares". L'errore standard asintotico di r era molto basso (0,0355) cosicché il parametro e la relazione risultavano significative. Quindi l'equazione finale era:

$$Y = 200 / [1 + e(0,201 - 0,5115X)]$$

La curva risultante è rappresentata nella Fig. 1.

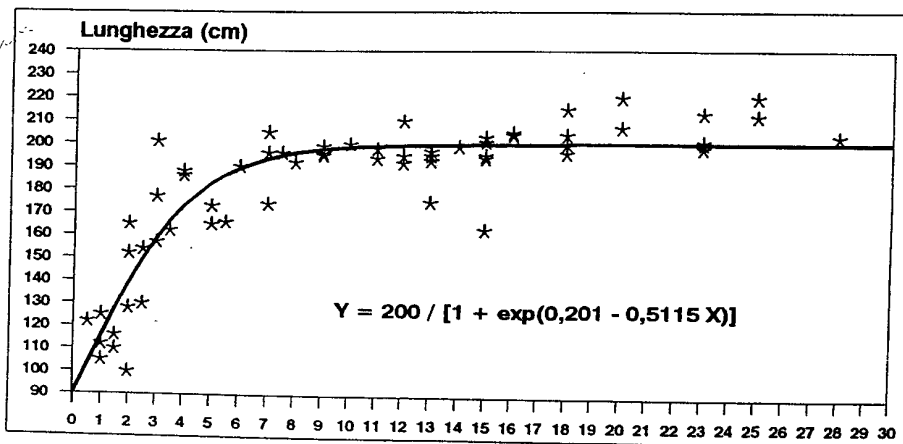


Fig. 1 - Curva di crescita della Stenella coeruleoalba del Mar Mediterraneo. Y = Lunghezza; X = Età.

Kasuya (1972) ha formulato la prima curva di crescita per la *Stenella coeruleoalba* su 218 femmine e 191 maschi. Avendo un così elevato numero di dati ha potuto distinguere la crescita dei maschi da quella delle femmine, soprattutto in virtù del fatto che la media della lunghezza dei maschi era superiore a quella delle femmine di circa 15 cm. La lunghezza media alla nascita era stimata 99,8 cm. Ad un anno era già 164 cm; i primi segni del dimorfismo sessuale comparivano a 2 anni per diventare ben evidenti dopo i 6 anni. La velocità di crescita delle femmine aumentava tra 7 ed 8 anni, in questo periodo la loro lunghezza era leggermente superiore a quella dei maschi, dopodiché esse continuavano a crescere molto lentamente raggiungendo la lunghezza asintotica di 225,3 cm a circa 17 anni. Nei maschi dopo i 10 anni la crescita tendeva a diminuire la sua velocità e raggiungeva la lunghezza asintotica di 236 cm a circa 21 anni (Kasuya, 1976). Anche Bryden (1986) parla di una rapida crescita all'età di 7-8 anni nelle femmine (della durata di un anno) e all'età di 11-13 anni nei maschi (della durata di due anni). Dalla curva di crescita della figura 1 per la *Stenella coeruleoalba* del Mar Mediterraneo che bagna le coste dell'Italia, che per la scarsità dei dati non risulta distinta per i maschi e per le femmine, si evince che: nel primo anno di vita gli individui di stenella striata crescono molto lentamente, dopodiché si ha un aumento di dimensioni molto celere fino al raggiungimento di un *plateau*, che corrisponde alla maturità fisica, e che sembra corrispondere ad un'età di circa 8 anni.

La curva di crescita ottenuta per gli esemplari mediterranei è molto simile a quella ottenuta per gli esemplari oceanici (Kasuya, 1972; 1976); ciò che non coincide sono i tempi necessari per raggiungere la maturità fisica. Una probabile spiegazione può essere che la *Stenella coeruleoalba* vivente negli oceani, essendo di dimensioni superiori a quella mediterranea, necessita di un periodo più lungo per raggiungere la sua lunghezza definitiva.

Organoclorurati ed età

Nelle Tabelle I A e B sono riportate le concentrazioni degli xenobiotici clorurati rilevati nell'adipe, fegato, cervello e muscolo degli esemplari di cui è stata determinata l'età. In tutti gli esemplari i livelli più bassi sono quelli dell'HCB, i più elevati quelli dei PCBs ad eccezione di un campione di adipe (rif. stenella N° PO2) dove il totale di DDT è superiore a quello di PCBs. L'organo principale di accumulo risulta essere l'adipe (Tab. I A e B). Solamente 2 esemplari (rif. sigla N° 20/89 e N° 9/89) hanno i livelli più elevati di DDTs (il primo) e di PCBs (entrambi) nel cervello, ed altri 3 (rif. sigla N° 19/92, N° 65/93 e N° 66/93) di DDTs (gli ultimi due) e di PCBs (tutti) nel fegato. Dopo aver riportato tutti i valori in base lipidica, si è sommato il DDT totale con i PCB totali dei 4 campioni biologici analizzati per avere un'idea del carico totale di questi contaminanti nell'animale. Plottando la somma DDTs+PCBs in funzione dell'età si nota che i maschi mediamente sono situati nella parte più alta del grafico, e le loro concentrazioni di xenobiotici aumentano all'aumentare dell'età, anche se gli esemplari fra i 6 ed i 12 anni hanno livelli medi più bassi di quelli nella fascia di età 0-6 anni (media = 431 µg/g b.l.; D.S. = 506 µg/g b.l. per n=4 per i primi; media = 664 µg/g b.l.; D.S. = 326 µg/g b.l. per n=5 per i secondi). Gli esemplari che hanno più di 12 anni presentano i livelli più alti con una media di 2068 µg/g b.l. (D.S. = 1845 µg/g b.l.; n = 6). Le femmine con età inferiore ai 7 anni sono 5 ed hanno un valore medio di PCBs+DDTs pari a 220 µg/g b.l. (D.S. = 114 µg/g b.l.; n = 5). Vi è solo una femmina nella fascia di età intermedia con un livello di organoclorurati uguale a 182 µg/g b.l. Stranamente

le due femmine che si trovano nell'ultima fascia di età presentano concentrazioni di questi organoclorurati nei loro tessuti ed organi molto elevate (media = 1735 µg/g b.l.; D.S. = 201µg/g b.l.), superiori a quelle di tutte le altre femmine e non significativamente inferiori a quelle dei maschi della stessa classe di età. Quello che invece era atteso erano bassi livelli di organoclorurati nelle due femmine adulte, in virtù di un loro possibile scarico di tossici con gravidanze ed allattamenti (Tanabe *et al.*, 1981b; 1982). In media una femmina ha un piccolo una volta ogni 3 anni per cui una delle due, di 12 anni, potrebbe aver partorito al massimo due volte e l'altra, di 18, 5 volte. Del primo esemplare sappiamo che al momento della morte era gravida, con un feto di 40 cm, ma non si è potuto stabilire se questa fosse la sua prima maternità o la seconda. Considerando gli alti livelli di OCs rilevati nell'animale, è presupponibile che sia stata alla prima gravidanza, mentre per la seconda si potrebbe ipotizzare la sterilità. In entrambi i casi il loro comportamento fisiologico fino a quel momento sarebbe stato uguale a quello dei maschi della stessa fascia di età.

Nel discutere questi risultati bisogna tener conto di diversi fattori:

- 1) mancanza di informazioni relative alla "storia" di questi animali;
- 2) luogo dello spiaggiamento;
- 3) periodo di spiaggiamento.

Sigla	Adipe (ng/g p.s.)				Fegato (ng/g p.s.)			
	MOE%	HCB	DDTs	PCBs	MOE%	HCB	DDTs	PCBs
28/90	88	307	72206	157734	8	50	7528	27261
14/91	91	407	138116	214238	56	199	36755	46038
93/93	92	1874	24469	46461	17	96	3401	9669
10/91	95	10091	33384	69499	48	52	13962	21161
19/92	98	3896	165189	183817	29	119	82110	246702
20/89	80	16	5725	9204	18	21	623	1432
65/93	94	189	23665	87836	15	260	27988	126560
13/88	80	59	4905	23993	-	-	-	-
1/88	80	186	8507	16564	18	106	4861	8603
4/94	98	1146	44928	91729	-	-	-	-
9/89	80	294	22071	34607	18	62	6167	13756
92/93	100	7916	54726	82918	27	108	4633	13352
3/94	96	545	35797	52833	13	27	1464	3476
66/93	95	698	32277	104379	66	798	46865	300993
12/91	100	1663	26373	42508	-	-	-	-
7/92	100	341	34209	77616	11	187	1678	7059
S08	79	192	14961	26695	-	-	-	-
P15	-	-	-	-	16	21	2598	4045
A5	49	2283	122310	261244	13	79	2116	6744
A13	79	2301	349964	469513	11	735	53317	136354
S06	78	459	63515	78107	-	-	-	-
P01	58	271	61409	85806	-	-	-	-
P04	61	296	14790	46388	12	1329	2216	4824
27/90	36	911	207821	573262	10	98	58611	172940
P02	72	491	260041	185704	12	830	42281	49735

Tabella 1A e B -
Concentrazioni
degli
organoclorurati
nei vari organi
degli esemplari
di Stenella
coeruleoalba di
età conosciuta.

Tab. 1A

Sigla	Cervello (ng/g p.s.)				Muscolo (ng/g p.s.)			
	MOE%	HCB	DDTs	PCBs	MOE%	HCB	DDTs	PCBs
28/90	32	25	3197	5670	6	5	658	2393
14/91	41	18	1320	2839	11	13	582	2070
93/93	35	38	1130	3201	8	48	2495	7941
10/91	47	111	3853	9020	12	160	3051	12190
19/92	47	295	13452	29254	4	10	3293	8562
20/89	44	105	13540	40115	16	18	234	741
65/93	51	33	3251	11084	10	122	3129	38439
13/88	43	79	767	2137	20	9	654	5331
1/88	45	27	756	1512	16	7	367	971
4/94	48	607	1760	3211	6	24	1097	3224
9/89	39	370	18860	42700	16	7	1128	1801
92/93	52	29	2880	4582	7	51	972	2993
3/94	38	42	1768	6795	7	114	877	2511
66/93	47	33	969	4107	12	156	3280	26712
12/91	52	171	1934	8622	14	69	4775	2386
7/92	38	74	961	4399	18	51	2341	6840
S08	-	-	-	-	-	-	-	-
P15	-	-	-	-	10	5	666	2091
A5	-	-	-	-	11	111	1043	4970
A13	-	-	-	-	6	12	2060	4008
S06	-	-	-	-	-	-	-	-
P01	-	-	-	-	-	-	-	-
P04	-	-	-	-	-	-	-	-
27/90	42	32	761	37629	3	9	3023	16599
P02	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 1B

- 1) Dalla nascita al momento dello spiaggiamento l'esemplare su cui si devono compiere le varie indagini risulta essere un perfetto sconosciuto. Quali mari ha frequentato? Quando ha raggiunto la sua maturità fisica? E quella sessuale? Se è una femmina quante volte ha partorito? È forse sterile? Queste e tante altre domande rimangono spesso senza una risposta.
- 2) Non tutte le zone costiere del Mar Mediterraneo sono ugualmente antropizzate. In genere possiamo dire che esiste una correlazione diretta tra lo sfruttamento da parte dell'uomo della costa marina o fluviale e la contaminazione delle acque da xenobiotici. In Italia le acque maggiormente interessate dalla presenza di inquinanti antropici sono quelle del Mar Ligure e dell'Alto Adriatico.
- 3) Lungo le coste mediterranee, comprese quelle italiane, vi sono stati in determinati periodi fenomeni di spiaggiamenti di massa probabilmente dovuti ad agenti infettanti contagiosi, che sono passati da esemplare ad esemplare e da zona a zona.

Premesso ciò, si può leggere in chiave critica i dati ottenuti. Per prima cosa abbiamo separato i 5 esemplari morti per incidenti marittimi (2 per dissanguamento dovuto al taglio della pinna caudale, 1 per frattura del cranio, 1 per assenza di alimentazione a causa del palato ferito da amo da altura,

l per un sacchetto di plastica che ostruiva il lume stomacale) perché spiaggiatisi non per motivi di salute. I 4/5 di questi hanno livelli di organoclorurati molto vicini alla media degli esemplari appartenenti alla stessa fascia di età, per cui non sembra esserci una correlazione tra le concentrazioni di xenobiotici presenti ed il motivo dello spiaggiamento. Tale ipotesi viene supportata dal fatto che il delfino tra i 25 totali che presenta le concentrazioni di xenobiotici clorurati più elevate è uno dei 5.

Considerando poi il luogo di spiaggiamento in funzione del mare che lo bagna si ha che quasi tutti gli esemplari spiaggiatisi transitavano nel Mar Tirreno, e fra questi troviamo quello con i livelli di PCBs+DDTs più bassi e quello con i più alti. Anche in questo caso sembra non esistere una correlazione tra la quantità di organoclorurati ed il luogo di spiaggiamento. Gli altri provenivano dal Mar Ionio e dall'Adriatico sud. L'ultima cosa da considerare è l'anno dello spiaggiamento. Dato che fra il 1990 ed il 1991 abbiamo avuto morie di Cetacei (Bortolotto *et al.*, 1992; Aguilar & Raga, 1993; Van Bressen *et al.*, 1993) dovute, presumibilmente, ad infezioni virali quali il *Morbillivirus* (Domingo *et al.*, 1991), si è ritenuto opportuno separare i risultati degli animali precedenti al 1990 da quelli compresi tra il 1990 ed il 1991 e da quelli dopo il 1991 (Tab. II A, B, C). Poiché i PCBs hanno un ruolo importante nella immunodepressione ed hanno un'alta tossicità a livello epatico (Loose *et al.*, 1977; Brouwer *et al.*, 1989; Vos & Luster, 1989) sono fra le sostanze maggiormente messe sotto accusa nel favorire tale malattia. Separando organo per organo e i 3 organoclorurati, ed utilizzando il test statistico del *T-student* che correla media aritmetica, deviazione standard e numero dei campioni si è ottenuto i seguenti risultati: in tutti gli organi analizzati e per tutti gli xenobiotici rilevati i campioni raccolti dal 1990 al 1991 hanno concentrazioni significativamente superiori a quelli precedenti al 1990 ad eccezione per l'HCB nel cervello (adipe HCB $p<0,01$, DDTs e PCBs $p<0,001$; fegato tutti $p<0,01$; muscolo HCB e PCBs $p<0,01$, DDTs $p<0,001$; cervello HCB N.S., DDTs $p<0,01$, PCBs $p<0,05$). Invece tra quelli compresi tra il 1990 ed il 1991 e quelli posteriori al 1991 sono risultate significative solamente le differenze tra le concentrazioni di HCB nel fegato ($p<0,01$) e di PCB nel muscolo ($p<0,05$). Il fatto che negli anni successivi al 1991 le concentrazioni di organoclorurati non risultino marcatamente inferiori a quelle degli anni 1990-1991 potrebbe indicare il proseguimento della malattia virale anche in un periodo successivo.

A conferma di ciò bisogna dire che Aguilar & Borrell (1994a) hanno trovato in esemplari di *Stenella coeruleoalba*, risultati affetti da *Morbillivirus* al momento del decesso, livelli anomali di contaminanti organoclorurati, addirittura 3 volte superiori a quelli ritrovati in esemplari sottoposti a biopsia, e quindi in buono stato di salute (o almeno presunto tale) (Aguilar & Borrell, 1994b).

Sigla	Adipe MOE%=80; D.S.=0			Fegato MOE%=80; D.S.=0			Muscolo MOE%=17; D.S.=2			Cervello MOE%=43; D.S.=3		
	HCb	DDTs	PCBs	HCb	DDTs	PCBs	HCb	DDTs	PCBs	HCb	DDTs	PCBs
Numero di campioni	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4
Media aritmetica	139	10302	21121	63	3884	6067	10	596	2207	145	1192	2983
Mediana	123	7116	20279	62	4861	6452	8	511	1378	92	1061	3075
Moda	16	4905	9319	21	623	1432	7	233	1617	27	760	1512
Media geometrica	85	8521	18921	52	2653	4568	9	501	741	95	1105	2728
Deviazione standard	126	7996	10804	43	2898	4455	5	396	2131	153	540	1366
Minimo	16	4905	9319	21	623	1432	7	233	741	27	760	1512
Massimo	294	22071	34607	106	6167	10317	18	1128	5331	370	1886	4270

Tabella II A, B e C - Concentrazioni degli organoclorurati in esemplari di *Stenella coeruleoalba* in funzione del periodo di campionamento.

Tab. A - Esemplari di *Stenella coeruleoalba* campionati prima del 1990 (Tutti i risultati sono in ng/g peso secco).

Sigla	Adipe MOE%=74; D.S.=19			Fegato MOE%=21; D.S.=19			Muscolo MOE%=9; D.S.=4			Cervello MOE%=43; D.S.=7		
	HCb	DDTs	PCBs	HCb	DDTs	PCBs	HCb	DDTs	PCBs	HCb	DDTs	PCBs
Numero di campioni	12	12	12	8	8	8	7	7	7	5	5	5
Media aritmetica	1639	113741	184225	422	27223	58132	54	1829	6712	71	3633	12756
Mediana	475	67861	121770	149	25359	36650	13	2060	4757	32	3197	8622
Moda	407	61409	78107	79	7528	21161	12	1043	4008	25	1934	5670
Media geometrica	756	71392	121950	206	14916	31675	26	1512	5141	49	3010	8602
Deviazione standard	2773	107597	175365	483	23404	62471	61	1067	5510	67	2567	14127
Minimo	192	14790	26695	50	2116	4824	5	582	2070	18	1320	2839
Massimo	10091	349964	573262	1329	58611	172940	160	3051	16599	171	7861	37629

Tab. B -
Esemplari di
Stenella
coeruleoalba
campionati tra il
1990 e il 1991.
(Tutti i risultati
sono in ng/g
peso secco).

Sigla	Adipe MOE%=97; S.D.=3			Fegato MOE%=24; D.S.=18			Muscolo MOE%=9; D.S.=4			Cervello MOE%=45; D.S.=7		
	HCb	DDTs	PCBs	HCb	DDTs	PCBs	HCb	DDTs	PCBs	HCb	DDTs	PCBs
Numero di campioni	8	8	8	8	8	8	9	9	9	8	8	8
Media aritmetica	2076	51908	90949	202	21342	88982	65	2017	11035	144	3271	8328
Mediana	922	35003	85377	114	4017	11511	51	2341	6840	40	1764	4491
Moda	545	32277	77616	96	2598	7059	51	1097	3224	33	1130	4107
Media geometrica	1062	41787	83844	113	7574	24271	41	1707	6613	71	2123	6083
Deviazione standard	2649	46901	42240	253	29575	122173	54	1110	12789	208	4201	8842
Minimo	189	23665	46461	21	1464	3476	5	666	2091	29	961	3201
Massimo	7916	165189	183817	798	82110	300993	156	3293	38439	607	13452	29245

Tab. C -
Esemplari di
Stenella
coeruleoalba
campionati dopo
il 1991. (Tutti i
risultati sono in
ng/g peso).

Conclusioni

Le principali conclusioni che si possono trarre da questa ricerca sono:

- la curva di crescita per la *Stenella coeruleoalba* del Mar Mediterraneo, stimata su 62 esemplari spiaggiatisi lungo le coste italiane tra il 1988 ed il 1994, è rappresentata dall'equazione:
 $Y = 200/[1 + e(0,201-0,5115 X)]$ dove Y è la lunghezza del corpo in cm ed X è l'età in anni;
- l'accumulo di contaminanti OCs nei mammiferi marini sembra dipendere da molti parametri, quali sesso, età, stato nutrizionale ed stato di salute. È stata trovata un'alta correlazione tra i livelli di contaminanti organoclorurati nei 25 delfini di cui sono stati analizzati cervello, fegato, adipe e muscolo, ed il periodo di spiaggiamento. I livelli di OCs erano particolarmente elevati negli anni 1990-1991, i quali coincidevano con un'epidemia da *Morbillivirus* nel Mar Mediterraneo. Non è stato stabilito se tale malattia era una causa o l'effetto degli alti livelli di xenobiotici lipoaffini rilevati in questi esemplari (Aguilar & Borrell, 1994a).

Bibliografia

- Aguilar A. & Raga J.A., 1993 - The striped dolphin epizootic in the Mediterranean Sea. *Ambio*, 22 (8): 524-528.
- Aguilar A. & Borrell A., 1994a - Abnormally high polychlorinated biphenyl levels in striped dolphins (*Stenella coeruleoalba*) affected by the 1990-1992 Mediterranean epizootic. *Sci. Total Environ.*, 154: 237-247.
- Aguilar A. & Borrell A., 1994b - Assessment of organochlorine pollutants in cetaceans by means of skin and hypodermic biopsies. In: Fossi M.C., Leonzio C. (eds). Nondestructive biomarkers in vertebrates. *Lewis Publishers*, Florida: 245-267.
- Alzieu C. & Duguy R., 1979 - Teneurs en composés organochlorés chez les Cétacés et Pinnipèdes fréquentant les côtes françaises. *Oceanol Acta*, 2 (1): 107-120.
- Baker J.R., 1989 - Pollution-associated uterine lesions in grey seals from the Liverpool Bay area and the Irish Sea. *Vet. Rec.*, 125: 303.
- Bergman A., Olsson M. & Reiland S., 1986 - High frequency of skeletal deformities in skulls of the Baltic grey seal. *Int. Coun. Explor. Sea doc CM/1986/N*:15.
- Borrell A., 1993 - Dinamica dels contaminants organoclorats en la balena d'aleta, el cap d'olla d'aleta llarga i el dofí llistat d'aigües atlàntiques i mediterrànies. Tesi de Doctoral, Departament de Biologia Animal, Facultat de Biologia, Universitat de Barcelona: 1- 398.
- Bortolotto A., Casini L. & Stanzani L., 1992 - Dolphins mortality along the southern Italian coast (June-September 1991). *Aquat. Mamm.*, 18 (2): 56-60.
- Bryden M.M., 1986 - Age and growth. In: Bryden M.M., Harrison R. (eds). Research on dolphins. *Clarendon Press*, Oxford: 211-224.
- Brouwer A., Reijnders P.J.H. & Koeman J.H., 1989 - Polychlorinated biphenyl (PCB) - contaminated fish induces vitamin A and thyroid hormone deficiency in the common seal (*Phoca vitulina*). *Aquat. Toxicol.*, 15: 99-106.
- Domingo M., Pumarola M., Visa J., Marco A., Ferrer L., Plana J. & Kennedy S., 1991 - Morbillivirus infection in striped dolphins (*Stenella coeruleoalba*) in the Mediterranean sea. *European Research on Cetaceans*, 5: 97.
- Duinker J.C., Hillebrand M.T.J., Zeinstra T. & Boon J.P., 1989 - Individual chlorinated biphenyls and pesticides in tissues of some cetacean species from the North Sea and the Atlantic Ocean; tissue distribution and biotransformation. *Aquat. Mamm.*, 15 (3): 95-124.
- Fossi M.C., Marsili L., Leonzio C., Notarbartolo di Sciara G., Zanardelli M. & Focardi S. 1992 - The use of non-destructive biomarker in Mediterranean cetaceans: preliminary data on MFO activity in skin biopsy. *Mar. Poll. Bull.*, 24 (9): 459-461.
- Geraci J.R., 1989 - Clinical investigation of the 1987-88 mass mortality of bottlenose dolphins along the US central and South Atlantic coasts. *Final report to (US) NMFS, US Navy and the Marine Mammal Commission*.
- Helle E., Olsson M. & Jensen S., 1976a - DDT and PCB levels and reproduction in ringed seal from the Bothnian Bay. *Ambio*, 5: 188-189.
- Helle E., Olsson M. & Jensen S., 1976b - PCB levels correlated with pathological changes in seal uteri. *Ambio*, 5: 261-263.
- Kasuya T., 1972 - Growth and reproduction of *Stenella coeruleoalba* based on the age determination by means of dentinal growth layers. *Sci. Rep. Whales Res. Inst.*, 24: 57-79.
- Kasuya T., 1976 - Reconsideration of life history parameters of the spotted and striped dolphins based on cemental layers. *Sci. Rep. Whales Res. Inst.*, 28: 73-106.

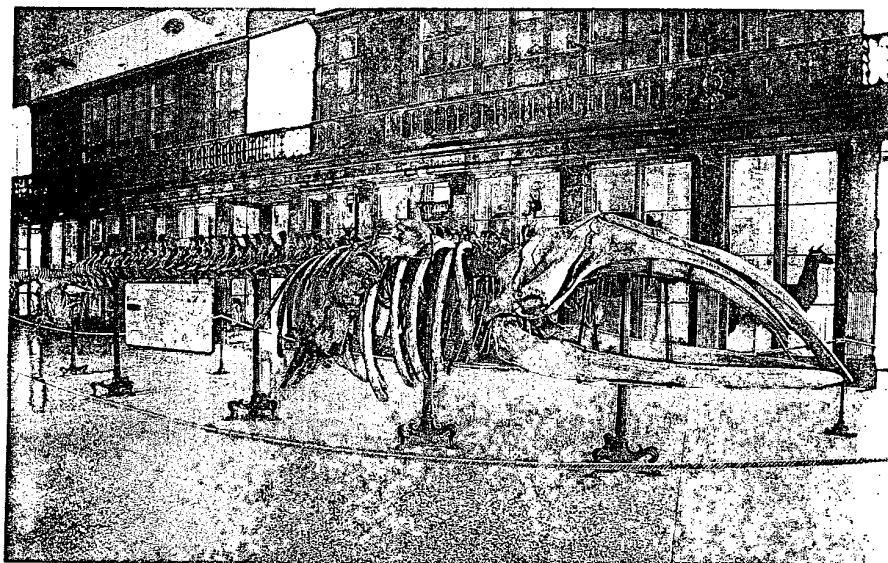
- Le Boeuf B.J. & Bonnell M.K., 1971 - DDT in California sea lions. *Nature*, 234: 108-110.
- Loose L.D., Pitman K.A., Bentitz K.F. & Silkworth J.B., 1977 - Polychlorinated biphenyl and hexachlorobenzene induced humoral immunosuppression. *J. Reticuloendo Soc.*, 22: 253-271.
- Marcovecchio J.E., Gerpe M.S., Bastida R.O., Rodriguez D.H. & Morón S.G., 1994 - Environmental contamination and marine mammals in coastal waters from Argentina: an overview. *Sci. Total. Envir.*, 154: 141-151.
- Marsili L. & Focardi S., 1996 - Organochlorine levels in subcutaneous blubber biopsies of fin whales (*Balaenoptera physalus*) and striped dolphins (*Stenella coeruleoalba*) from the Mediterranean Sea. *Envir. Poll.*, 91 (1): 1-9.
- Marsili L. & Focardi S., 1997 - Chlorinated hydrocarbon (HCB, DDTs and PCBs) levels in cetaceans stranded along the Italian coasts: an overview. *Environ. Monit. Assess.*, 45: 129-180.
- Marsili L., Casini C., Marini L., Regoli A. & Focardi S., 1997 - Age, growth and organochlorine (HCB, DDTs and PCBs) in Mediterranean striped dolphins (*Stenella coeruleoalba*) stranded in 1988-1994 along the coasts of Italy. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 151: 273-282.
- Martineau D., Beland P., Desjardins C. & Lagacé A., 1987 - Levels of organochlorine chemicals in tissues of beluga whales (*Delphinapterus leucas*) from the St Lawrence Estuary, Quebec, Canada. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 16: 137-147.
- Myrick A.C. Jr., Hohn A.A., Sloan P.A., Kimura M. & Stanley D.D., 1983 - Estimating age of spotted and spinner dolphins (*Stenella attenuata* and *Stenella longirostris*) from teeth. *NOAA Technical Memorandum NMFS-SWFC*, 30: 17.
- Nishiwaki M. & Yagi T., 1953 - On the age and growth of the teeth in a dolphin (*Prodolphinus caeruleoalbus*). *Sci. Rep. Whales Res. Inst.*, 13: 135-155.
- Notarbartolo di Sciarra G. & Demma M., 1994 - Guida dei Mammiferi marini del Mediterraneo. *Franco Muzzio Editore*, Padova, Italy.
- O'Shea T.J., Brownell R.L., Clark D.R., Walker W.A., Gay M.L. & Lamont T.G., 1980 - Organochlorine pollutants in small cetaceans from the Pacific and South Atlantic Oceans, November 1968 - June 1976. *Pest. Mon. J.*, 14: 35-46.
- Olsson M., 1978 - PCB and reproduction among Baltic seals. *Finn. Game Res.*, 37: 40-45.
- Tanabe S., Tatsukawa R., Tanaka H., Maruyama K., Miyazaki N. & Fujiyama T., 1981a - Distribution and total burdens of chlorinated hydrocarbons in bodies of striped dolphins (*Stenella coeruleoalba*). *Agric. Biol. Chem.*, 45 (11): 2569-2578.
- Tanabe S., Tanaka H., Maruyama K. & Tatsukawa R., 1981b - Ecology and bioaccumulation of *Stenella coeruleoalba*. Elimination of chlorinated hydrocarbons from mother striped dolphins (*Stenella coeruleoalba*) through parturition and lactation. In: Fujiyama T. (ed). *Studies on the levels of organochlorine compounds and heavy metals in the marine organisms. University of the Ryukyus*, Okinawa: 115-121.
- Tanabe S., Tatsukawa R., Maruyama K. & Miyazaki N. 1982 - Transplacental transfer of PCBs and chlorinated hydrocarbon pesticides from the pregnant striped dolphin (*Stenella coeruleoalba*) to her fetus. *Agric. Biol. Chem.*, 46: 1249-1254.
- Tanabe S., Watanabe S., Kan H. & Tatsukawa R., 1988 - Capacity and mode of PCB metabolism in small cetaceans. *Mar. Mamm. Sci.*, 4: 103-124.

- Van Bressen M.F., Visser I.K.G., De Swart R.L., Örvell C., Stanzani L., Androukaki E. & Siakavara K., 1993 - Dolphin morbillivirus infection in different parts of the Mediterranean Sea. *Arch. Virol.*, 129: 235-242.
- Vos J.G. & Luster M.I., 1989 - Immune alterations. In: Kimbrough R.D., Jensen A.A. (eds). Halogenated biphenyls, terphenyls, naphthalenes, dibenzodioxins and related products. *Elsevier*, Amsterdam: 295-232.
- Watanabe S., Shimada T., Nakamura S., Nishiyama N., Yamashita N., Tanabe S. & Tatsukawa R., 1989 - Specific profile of liver microsomal cytochrome P-450 in dolphin and whales. *Mar. Environm. Res.*, 27: 51-65.
- Zakharov V.M. & Yablokov A.V. 1990 - Skull asymmetry in the Baltic grey seal: effects of environmental pollution. *Ambio*, 19 (5): 266-269.

Atti del 3° Convegno
Nazionale sui Cetacei

Napoli 5-6 dicembre 1997

a cura di Marco Borri, Luigi Cagnolaro,
Michela Podestà & Tommaso Renieri



Spedizione in abbonamento postale, art. 2 comma 20/c legge 662/96 - Filiale di Milano

Milano Luglio 2001 - Volume 90 - Fascicolo 2

Società Italiana di Scienze Naturali
Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Civico Planetario "Ulrico Hoepli"
Acquario Civico di Milano