

B. CANAVESE, M. COLITTI, L. COLLETTA, P. DURIO

L'OS OPTICUS NEGLI UCCELLI: ASPETTI MORFO-STRUTTURALI
E CONSIDERAZIONI SULLA SUA DISTRIBUZIONE
ALL'INTERNO DELLA CLASSE

OS OPTICUS MORPHO-STRUCTURAL ASPECTS AND CONSIDERATIONS
ABOUT ITS DISTRIBUTION IN BIRDS

Riassunto breve - Si presentano dati relativi alla presenza, alla morfologia ed alla struttura istologica dell'*os opticus* dell'occhio in 77 specie di uccelli. Viene inoltre presentata una rassegna tassonomica della presenza di questa struttura anatomica in diversi ordini degli uccelli.

Parole chiave: Occhio, Anatomia comparata, Uccelli, *Os opticus*.

Abstract - The *os opticus* morphology and structure of the eyes of 77 birds species was studied. Taxonomic list on the presence of this anatomical formation was shown in various orders of birds.

Key words: Avian eye, Comparative anatomy, Birds, *Os opticus*.

Introduzione

L'osso ottico (*os opticus*) è una formazione anatomica caratteristica dell'occhio di numerose specie di uccelli. GEMMINGER (1853) e LEYDIG (1855) lo osservarono per primi in poche specie; TIEMEIER (1939) ne diede, poi, una descrizione completa. Nell'occhio degli uccelli gli ossicini sclerali (o.s.) sono sempre presenti; l'*os opticus*, invece, è un elemento incostante. I primi si dispongono a costituire una corona di 14-15 placchette ossee di forma trapezoidale o rettangolare attorno al margine corneale (CURTIS & MILLER, 1938; NELSON, 1942; COULOMBRE et al., 1962; CANAVESE, 1987), il secondo, con rare eccezioni, si configura come formazione anatomica unica, variabile da specie a specie, situata nello spessore della parete postero-mediale del globo oculare a circondare tutto o in parte il nervo ottico. Gli o.s. sono ossa di membrana che, nell'embrione di pollo ad esempio, si sviluppano per ossificazione diretta in seno al mesenchima pericorneale (che deriva dalle creste neurali) a partire dal 12° giorno di incubazione e sono tutti evidenti al 13°-14° giorno; la loro comparsa è preceduta da un numero uguale di formazioni epiteliali transitorie, le papille sclerali, la cui interazione col mesenchima scheletogeno è essenziale per indurre la formazione degli ossicini (AMBROSI et al.,

1973; COULOMBRE & COULOMBRE, 1973; HALL, 1981; PINTO & HALL, 1991; HALL & MIYAKE, 1992). L'*os opticus* è di natura diversa perché si formerebbe per ossificazione indiretta iniziando a svilupparsi quando la maggior parte delle altre ossa sono già formate, la sua struttura è in determinati casi quella tipica dell'osso spugnoso con piccole e grandi cavità midollari. Quest'osso sarebbe, inoltre, soggetto al rimaneggiamento tipico delle ossa lunghe (TIEMEIER, 1947; 1950). Gli o.s. negli uccelli raggiungono un elevato grado di elaborazione morfo-strutturale e funzionale. L'osso ottico, per la presenza incostante e la forma variabile, è stato ritenuto una struttura vestigiale. L'ipotesi, tuttavia, è scarsamente credibile, anche perché l'osso ottico degli uccelli non trova formazioni corrispondenti negli altri vertebrati. Gli o.s., invece, sono presenti con forme diverse in altri vertebrati ed, ad esempio, nei pesci condrostei si dispongono in placche dupplici di forma

na ed osservate al microscopio ottico. Ciascun *os opticus* era inoltre disegnato dopo proiezione con microscopio Leitz Neo-Promar. Nella successiva analisi, relativa alla distribuzione tassonomica dell'*os opticus*, abbiamo tenuto conto anche delle specie già studiate da GEMMINGER (1853), LEYDIG (1855) e TIEMEIER (1939, 1947, 1950). Quest'ultimo autore aveva stabilito, per un totale di 568 specie, che l'*os opticus* era presente in 30 famiglie, occasionalmente presente in 5 e assente in altre 34.

Risultati e conclusioni

A. Forma dell'*os opticus*

L'osso ottico assume, nelle varie specie, aspetti morfologici anche molto diversi rispetto alla forma-base già descritta da Tiemeier. L'autore aveva sintetizzato in questo modo le principali caratteristiche dell'*os opticus* tipo: forma paragonabile ad una U, o ad un ferro di cavallo con apertura rivolta in alto; componenti essenziali due braccia laterali, di cui quella nasale anteriore al nervo ottico e quella temporale posteriore; tratto trasversale o base ventrale di collegamento tra le due braccia; proiezioni occasionali che si staccano dalla base in direzione ventrale. Tiemeier aveva aggiunto, pur sottolineando di aver incontrato variazioni di forma intra e interspecifiche, che la forma-tipo da lui descritta si poteva in primis adattare a molte specie; successivamente, però, aveva denunciato un notevole grado di incertezza nella definizione delle forme; incertezza imputabile, anche a suo dire, al metodo di isolamento dell'*os opticus*, praticato ad opera del *Dermestes vulpinus*. La colorazione in toto con rosso di alizarina da noi impiegata, ha fornito sicuramente dei migliori contorni della formazione in oggetto. Possiamo dire, con buona certezza, dopo aver messo a confronto tutte le forme osservate, che le varianti rispetto alla forma-tipo sono riconducibili ad alcune figure fondamentali: stiletto con disposizione trasversale rispetto al nervo ottico; ferro di cavallo incompleto in una o in entrambe le braccia laterali; placchetta perforata al centro (figg.1-6).

Seguendo tale falsariga, abbiamo osservato che le forme a placca sono presenti nel gheppio (Falconiformi), nel picchio verde (Piciformi), nel regolo (Passeriformi); le forme a ferro di cavallo completo sono numerose e ben rappresentate in capinera, fringuello, verdone, merlo, corvo, allodola e altri (Passeriformi); quelle incomplete fanno la loro comparsa in pettirosso, canarino (Passeriformi), in falco pellegrino, sparviero (Falconiformi), nel martin pescatore e nell'upupa (Coraciiformi) e nel rondone (Apodiformi). Infine, le forme particolarmente ridotte sono state osservate nel colino della Virginia e nella starna (Galliformi) (tab. I).

B. Struttura dell'*os opticus*

Le osservazioni al microscopio ottico hanno stabilito che quando l'*os opticus* è assente, nell'area da questo abitualmente occupata si trova la sclera cartilaginea che s'interrompe soltanto per il passaggio del nervo ottico. Quando invece ne viene evidenziata l'esistenza dopo la colorazione in toto con l'alizarina, esso appare costituito istologicamente da cartilagine calcificata oppure da tessuto osseo, in associazione a cartilagine avente le caratteristiche proprie di quella c.d. di sostituzione (figg. 7,8,10,11,12). La calcificazione indica, in determinati casi, un fatto definitivo che, nell'area interessata, è in grado di esprimere la presenza e la forma dell'*os opticus* al momento della colorazione con alizarina, in altri casi, essa evidenzia una componente del processo di ossificazione indiretta ancora in atto. Sarebbe stato di grande utilità, a tal fine, aver potuto disporre di individui di età nota e diversa.

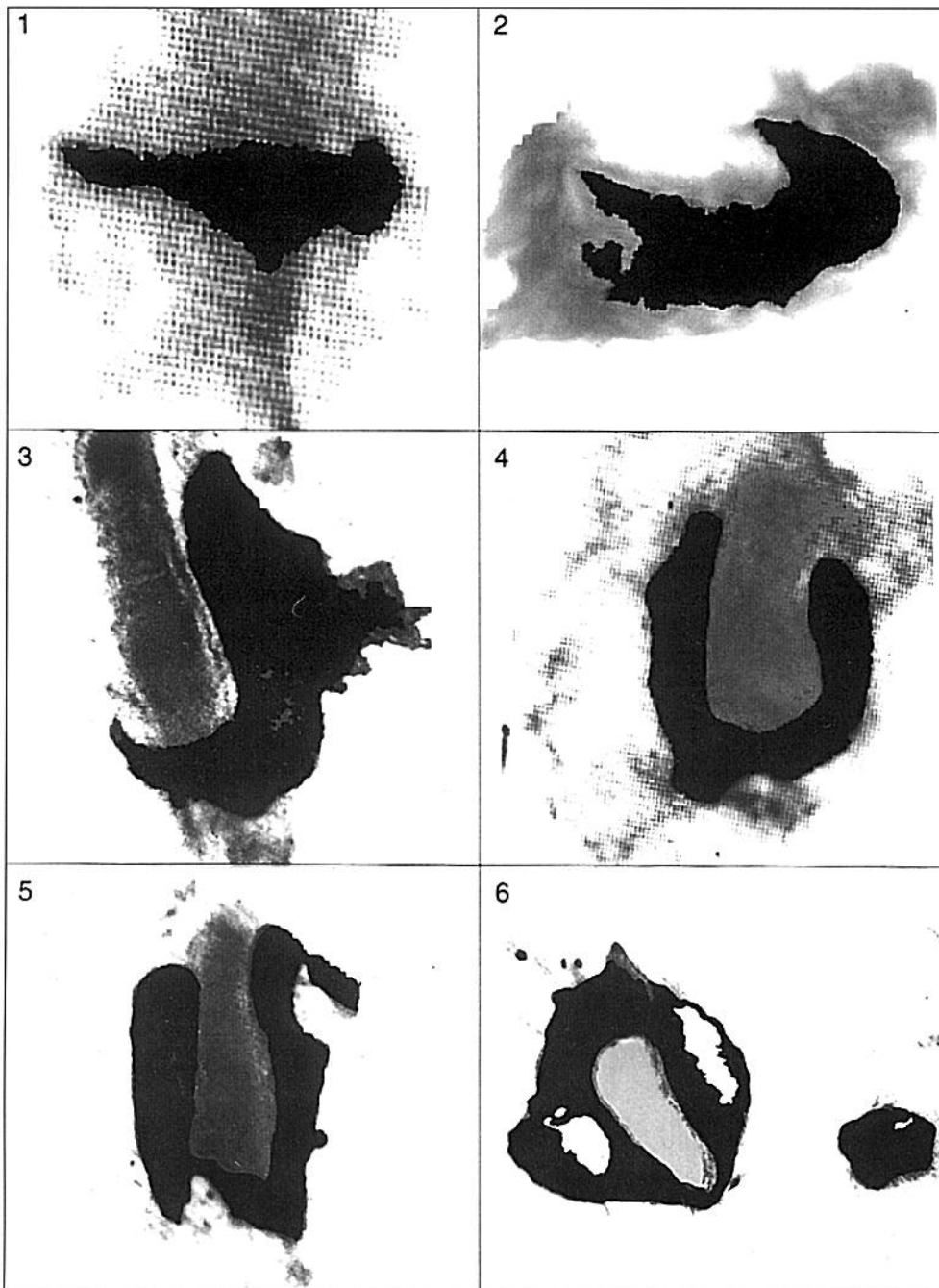
C. Distribuzione tassonomica dell'*os opticus*

Riassumiamo in tab. II le attuali conoscenze circa la presenza dell'*os opticus* negli ordini e nelle famiglie studiati finora.

L'osso ottico manca in Struzioniformi, Procellariiformi, Podicipediformi, Ciconiiformi, Gaviiformi, Pelecaniformi (secondo ROCHON-DUVIGNEAUD, 1943, 1956 in *Sula bassana* l'*os opticus* è presente e raggiunge un notevole sviluppo), Anseriformi, Cuculiformi, Caprimulgiformi, Strigiformi, Caradriiformi; è occasionalmente presente in Falconiformi, Psittaciformi, Columbiformi, Galliformi, Coraciiformi; è sempre presente in Apodiformi, Piciformi e Passeriformi. Mancano le informazioni per Reiformi, Sfenisciformi, Tinamiformi, Apterigiformi, Coliiformi. Pur nell'incompletezza della documentazione attualmente disponibile, riteniamo di poter affermare che la distribuzione dell'*os opticus* all'interno della classe degli Uccelli non è casuale. In particolare, ci sembra degna di attenzione l'assenza di questa struttura in molti gruppi primitivi e, in particolare, negli unici Ratiti per i quali sono disponibili informazioni (Struzioniformi).

Fig. 1-6 - Forme differenti di *os opticus* in alcune specie di uccelli. Colorazione in toto con rosso di alizarina-solfato. 1. Colino della Virginia (*Colinus virginianus*) 41x. 2. Rondone (*Apus apus*) 14x. 3. Sparviero (*Accipiter nisus*) 12x. 4. Canarino asiatico (*Serinus canarius*) 19x. 5. Merlo acquaiolo (*Cinclus cinclus*) 12x. 6. Picchio verde (*Picus viridis*) 6x.

- Different forms in some bird's species *os opticus*. Staining in toto with alizarin red sulphate. 1. Virginia quail (*Colinus virginianus*) x41. 2. Swift (*Apus apus*) x14. 3. Sparrow hawk (*Accipiter nisus*) x12. 4. Canary (*Serinus canarius*) x19. 5. Dipper (*Cinclus cinclus*) x12. 6. Green woodpecker (*Picus viridis*) x6.

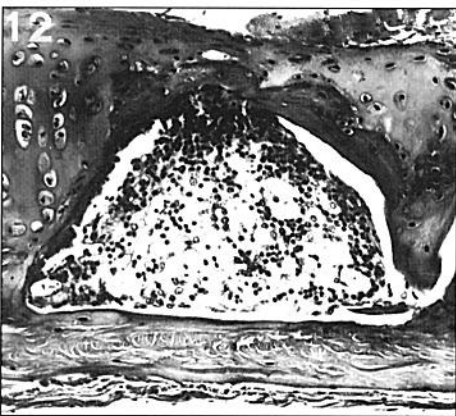
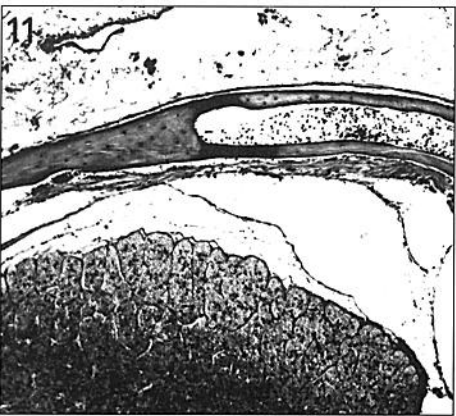
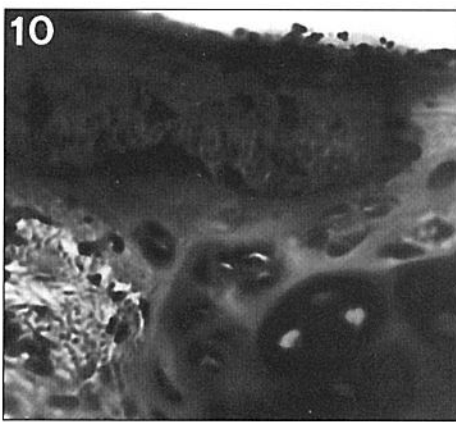
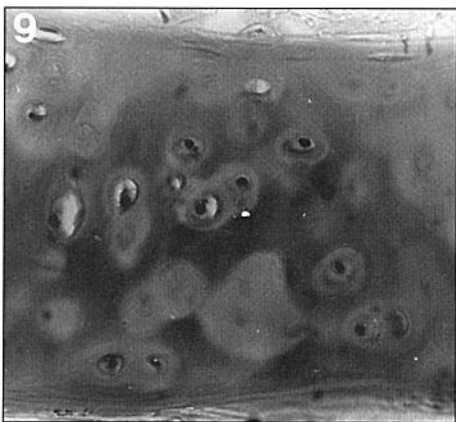
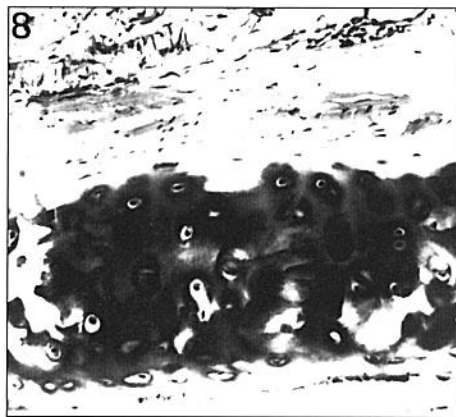
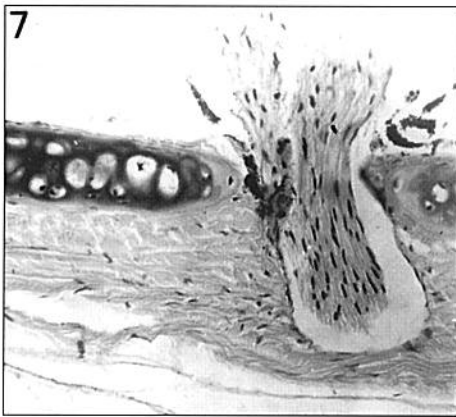


Restringendo ora la nostra attenzione alle 34 specie nelle quali abbiamo constatato la presenza dell'*os opticus*, possiamo procedere ad una disamina della loro distribuzione all'interno delle categorie formali (a,b,c,d) e strutturali (1,2,3,4) che abbiamo potuto riconoscere (tab. I). Il numero esiguo delle specie considerate non impedisce il tentativo di lettura della matrice. Le forme di osso ottico definite incomplete (a e b) si riscontrano negli ordini Apodiformi, Coraciiformi, Falconiformi, Galliformi e Psittaciformi, ordini che generalmente occupano posizioni medio-basse nelle ricostruzioni della filogenesi degli Uccelli, mentre quelle complete (c) e a placca perforata (d) sono proprie degli ordini più avanzati (Passeriformi e Piciformi).

Al microscopio ottico, nelle specie nelle quali risulta assente l'osso ottico (tipo 1 in tab. I), non si osservano mai aree sparse di cartilagine sclerale calcificata in prossimità del nervo ottico. Questa precisazione non è marginale, perché può qualificare uno "status" della cartilagine sclerale collegato all'assenza dell'*os opticus*. È infatti noto che la cartilagine ha la tendenza a calcificare nel corso della vita e pertanto non sarebbero da escludere a priori "isole" di calcificazione in un'area considerata "predisponente". A tal proposito, fenomeni regressivi a carico della cartilagine anche abbastanza estesi, ma ininfluenti nell'evidenziarne la forma, sono descritti eccezionalmente in poiana, astore, pavone, fagiano e grifone (fig. 9). La presenza di solo materiale calcificato della cartilagine, determinante tuttavia ai fini della manifestazione della forma (tipo 2 in tab. I), è documentato in gheppio (Falconiformi), capinera (Passeriformi) e martin pescatore (Coraciiformi) (fig. 8).

Figg. 7-12 - 7. Cartilagine sclerale in specie priva di *os opticus* interrotta dal passaggio del nervo ottico. Quaglia (*Coturnix coturnix japonica*) 80x. 8. Presenza dell'osso ottico dovuta alla calcificazione della cartilagine sclerale. Gheppio (*Falco tinnunculus*) 65x. 9. Fatti regressivi della cartilagine sclerale ("ombre cellulari") in specie priva di osso ottico. Poiana (*Buteo buteo*) 144x. 10. Zona di contiguità tra osso ottico e cartilagine sclerale. Gheppio (*Falco tinnunculus*) 168x. 11. *Os opticus* a ridosso del nervo ottico e trabecole di tessuto osseo attorno a una cavità midollare. Cornacchia (*Corvus corone*) 22x. 12. Particolare del processo di ossificazione indiretta in *os opticus*. Cornacchia (*Corvus corone*) 55x.

- 7. Scleral cartilage in specie lacking of *os opticus*. Note optic nerve crossing. Quail (*Coturnix coturnix japonica*) x80. 8. *Os opticus* presence causing of scleral cartilage calcification. Kestrel (*Falco tinnunculus*) x65. 9. Regressive aspects of scleral cartilage ("cellular shade") in specie lacking of *os opticus*. Buzzard (*Buteo buteo*) x144. 10. Adjacent area between *os opticus* and scleral cartilage. Kestrel (*Falco tinnunculus*) x168. 11. *Os opticus* close to optic nerve and bone tissue around medulla cavity. Crow (*Corvus corone*) x22. 12. Particular of indirect ossification in *os opticus*. Crow (*Corvus corone*) x55.



Tab. I - Tabella di codifica delle caratteristiche morfo-strutturali dell'*os opticus* di 77 specie di uccelli. Gli ordini e, all'interno di ciascun ordine, le specie sono elencate in ordine alfabetico.
 - *Codify list of os opticus morpho-structural characteristics in 77 bird's species. Orders and species are listed in alphabetic order.*

SPECIE	N. ESEMPLARI ESAMINATI	PRESENZA ⁽¹⁾	FORMA ⁽²⁾	ISTOLOGIA ⁽³⁾
ANSERIFORMI				
Anatra	11	-		1
Cigno reale	1	-		1
Marzaiola	1	-		1
Oca canadese	2	-		1
APODIFORMI				
Rondone	1	+	b	?
CAPRIMULGIFORMI				
Succiacapre	1	-		1
CARADRIIFORMI				
Beccaccia	12	-		1
Beccaccino	8	-		1
Gabbiano	1	-		1
Occhione	1	-		1
Pavoncella	4	-		1
Voltolino	4	-		1
CICONIFORMI				
Airone cenerino	1	-		1
COLUMBIFORMI				
Colombo selvatico	1	-		1
Tortora dal collare or.	1	-		1
CORACIIFORMI				
Martin pescatore	1	+	b	2
Upupa	7	+	b	3

(1) + = Presenza *os opticus*
 - = Assenza *os opticus*

(2) a = Stiletto
 b = Ferro di cavallo incompleto
 c = Ferro di cavallo completo
 d = Placca perforata

(3) 1 = Assenza nuclei sparsi di calcificazione
 2 = Calcificazione
 3 = Calcificazione e trasformazione della cartilagine calcificata
 4 = Tessuto osseo di sostituzione
 ? = Non è stato possibile compiere una lettura

FALCONIFORMI

Astore	1	-		1
Falco pecchiaiolo	10	-		1
Falco pellegrino	1	+	b	3
Gheppio	5	+	d	2
Grifone	1	-		1
Nibbio bruno	1	-		1
Poiana	9	-		1
Sparviero	2	+	b	3

GALLIFORMI

Colino della Virginia	1	+	a	3
Cotorno	2	-		1
Fagiano	21	-		1
Fagiano Mongolia ibr.	4	-		1
Fagiano orecchiuto	1	-		1
Fagiano tenebroso	4	-		1
Gallo	30	-		1
Gallo forcello	3	-		1
Pavone	3	-		1
Pernice bianca	2	-		1
Pernice sarda	3	-		1
Quaglia	25	-		1
Starna	2	+	a	3
Tacchino	20	-		1

GRUIFORMI

Folaga	2	-		1
--------	---	---	--	---

PASSERIFORMI

Allodola	23	+	c	3
Canarino	6	+	b	?
Capinera	3	+	c	2
Cesena	4	+	c	?
Cincia mora	1	+	c	?
Cinciallegra	1	+	c	3
Cornacchia	100	+	c	4
Corvo comune	60	+	c	4
Corvo imperiale	4	+	c	3
Fringuello	6	+	c	3
Fringuello alpino	1	+	c	3
Frosone	1	+	c	3
Ghiandaia	4	+	c	3
Lui piccolo	1	-		1
Merlo acquaiolo	2	+	c	3
Merlo comune	5	+	c	?
Passero	13	+		
Pettiroso	3	+	b	3
Pigliamosche	1	+		3
Regolo	3	+	d	3

Scricciolo	1	-		1
Storno	2	+	c	3
Tordo bottaccio	4	+	c	3
Tottavilla	1	+	c	?
Verdone	4	+	c	3
Zigolo giallo	1	+	c	3
PELECANIFORMI				
Cormorano	4	-		1
PICIFORMI				
Picchio verde	1	+	d	
PODICIPEDIFORMI				
Svasso	1	-		1
PSITTACIFORMI				
Cacatua ciuffo giallo	1	-		1
Pappagallo cenerino	1	+	b	3
Rossella comune	3	-		1
STRIGIFORMI				
Allocco	1	-		1
Barbagianni	10	-		1
Civetta	3	-		1
Gufo	14	-		1
Gufo reale	1	-		1

Tab. II - Distribuzione tassonomica dell'*os opticus*. Sono indicati solo gli ordini e le famiglie per i quali sono disponibili informazioni: + presente, - assente, \pm presenza occasionale.
- *Os opticus taxonomic distribution. Only orders and families for which information are available are shown: + presence, - absence, \pm occasional presence.*

ORDINI	FAMIGLIE
STRUZIONIFORMI:	Struzionidi (-)
PODICIPEDIFORMI:	Podicipitidi (-)
GAVIIFORMI:	Gaviidi (-)
PROCELLARIIFORMI:	Idrobatidi (-)
PELECANIFORMI:	Pelecanidi (-), Falacrocoracidi (-), Sulidi (-), Fregatidi (-)
ANSERIFORMI:	Animidi (-), Anatidi (-)
CICONIIFORMI:	Ardeidi (-), Treschiornitidi (-)
FENICOTTERIFORMI:	Fenicotteridi (-)
FALCONIFORMI:	Catartidi (-), Accipitridi (\pm), Falconidi (\pm)
GALLIFORMI:	Megapodiidi (-), Fasianidi (\pm), Tetraonidi (-)
GRUIFORMI:	Rallidi (-), Gruidi (-)
CARADRIIFORMI:	Scolopacidi (-), Recurvirostridi (-), Caradriidi (-), Ematopodidi (-), Laridi (-)

COLUMBIFORMI:	Columbidi (±)
PSITTACIFORMI:	Psittacidi (±)
CUCULIFORMI:	Cuculidi (-)
STRIGIFORMI:	Titonidi (-), Strigidi (-)
CAPRIMULGIFORMI:	Caprimulgidi (-)
APODIFORMI:	Apodidi (+), Trochilidi (+)
CORACIFORMI:	Alcedinidi (+), Upupidi (+), Bucerotidi (-)
PICIFORMI:	Ranfastidi (+), Picidi (+)
PASSERIFORMI:	Tirannidi (+), Pipridi (+), Irundinidi (+), Motacillidi (+), Laniidi (+), Bombicillidi (+), Cinclidi (+), Trogloditidi (+), Muscicapidi (+), Paridi (+), Sittidi (+), Certiidi (+), Emberizidi (+), Iteridi (+), Fringillidi (±), Ploceidi (+), Estrildidi (+), Sturnidi (+), Corvidi (+), Silviidi (+), Turdidi (±), Mimidi (+), Vireonidi (+), Zosteropidi (+), Tanagridi (+)

Le specie con *os opticus* costituito in modo piuttosto confuso all'esterno da tessuto osseo, organizzato in trabecole, e all'interno da abbondante materiale calcificato addossato alle medesime (tipo 3 in tab. I), sono le più numerose e ne sono esempi il verdone, il regolo, il pigliamosche e lo zigolo giallo (Passeriformi). Un quadro di tessuto osseo compatto, e più perfezionato rispetto al precedente, di aspetto quasi simil-lamellare e con manifesti accenni al processo di ossificazione indiretta avvenuta o in atto (tipo 4 in tab. I) è stato descritto in corvo e cornacchia (Passeriformi).

In conclusione la distribuzione dell'osso ottico, che emerge dai dati che sono stati raccolti, appare interessante e degna di approfondimento, anche in chiave propriamente filogenetica.

Manoscritto pervenuto il 02.IX.1993.

Ringraziamenti

Siamo grati al personale del Museo Friulano di Storia Naturale e al Comitato Provinciale della Caccia di Udine per il prezioso contributo dato ai fini della raccolta dei campioni. Ringraziamo vivamente il prof. A. Minelli dell'Università degli Studi di Padova per i suoi puntuali suggerimenti critici.

Bibliografia

- AMBROSI G., CAMOSSO M.E. & RONCALI L., 1973 - Dati morfologici sulle papille congiuntivali e sugli ossicini sclerali nell'embrione di pollo. *Boll. Soc. Ital. Biol. Sper.*, 49 (73): 135-140.
- CANAVESE B., 1987 - Variabilità e corrispondenza numerica degli ossicini sclerali negli occhi di tacchino, pollo e quaglia. *Summa*, 4: 27-31.
- COULOMBRE A.J., COULOMBRE J.L. & METHA H., 1962 - The skeleton of the eye I. Conjunctival papillae and scleral ossicles. *Develop. Biol.*, 5: 382-401.

- COULOMBRE A.J. & COULOMBRE J.L., 1973 - The skeleton of the eye II. Overlap of the scleral ossicles of the domestic fowl. *Develop. Biol.*, 33: 257-267.
- CURTIS E.L. & MILLER R.C., 1938 - The sclerotic ring in north american birds. *Auk.*, 55: 225-243.
- DAWSON A., 1926 - A note on the staining of skeleton of cleared specimens with alizarin red. *Stain Technol.*, 1: 123-124.
- GEMMINGER M., 1853 - Über eine Knochenplatte im hintern Sklerotikalsegment des Auges einiger Vögel. *Zeit. Wiss. Zool.*, 4: 215-220, Leipzig.
- HALL B.K., 1981 - Specificity in the differentiation and morphogenesis of neural crest-derived scleral ossicles and of epithelial scleral papillae in the eye of the embryonic chick. *J. Embryol. Exp. Morph.*, 66: 175-190.
- HALL B.K. & MIYAKE T., 1992 - The membranous skeleton: the role of cell condensations in vertebrate skeletogenesis. *Anat. Embryol.*, 186: 107-124.
- LEYDIG F., 1855 - Der hintere Sclerotikalring im Auge der Vögel. *Müller's Archives Anat. Physiol.*: 40-46.
- LORKE D., 1977 - Evaluation of the skeleton. In: NEUBERT, MERKER & KWASIGROCH (eds) - Methods in prenatal toxicology. *Georg Thieme Publishers*, Stuttgart.
- NELSON N., 1942 - The sclerotic plates of the White Leghorn chicken. *Anat. Rec.*, 84: 295-306.
- PINTO C.B. & HALL B.K., 1991 - Toward an understanding of the epithelial requirement for osteogenesis in scleral mesenchyme of the embryonic chick. *J. Exper. Zool.*, 259: 92-108.
- ROCHON-DUVIGNEAUD A., 1943 - Les yeux et la vision des Vertébrés. *Masson*, Paris.
- ROCHON-DUVIGNEAUD A., 1954 - L'oeil des vertébrés. In: GRASSÉ P.P. (Ed.) - *Traité de Zoologie: anatomie, systématique, biologie*, t. 12: 333-343, *Masson*, Paris.
- ROCHON-DUVIGNEAUD A., 1958 - L'oeil et la vision. In: GRASSÉ P.P. (Ed.) - *Traité de Zoologie: anatomie, systématique, biologie*, t. 13: 1099-1142, *Masson*, Paris.
- TIEMEIER O.W., 1939 - A preliminary report on the *os opticus* of the bird's eye. *Zoologica, New York Zool. Soc.*, 24 (3): 333-338.
- TIEMEIER O.W., 1947 - The *os opticus* of birds with particular reference to its development in english sparrow *Passer domesticus* (Linnaeus). An abstract of a thesis, University of Illinois.
- TIEMEIER O.W., 1950 - The *os opticus* of birds. *J. Morphol.*, 86 (1): 25-46.
- WALLS G.L., 1942 - The vertebrate eye and its adaptative radiation. *Bull. Cranbrook Inst. Sci.*, 19, pp. 785.

Indirizzi degli Autori - Authors' addresses:

- Prof. Bartolomeo CANAVESE

- Dr. Monica COLITTI

- Dr. Luana COLLETTA

Dipartimento di Scienze della Produzione Animale

Facoltà di Agraria

Via S. Mauro 2, I-33010 PAGNACCO UD

- Prof. Paolo DURIO

Dipartimento Produzioni Animali, Epidemiologia ed Ecologia

Facoltà di Medicina Veterinaria

Via Nizza 52, I-10126 TORINO