

Alma Mater Studiorum – Università di Bologna

DOTTORATO DI RICERCA IN
SCIENZE VETERINARIE

Ciclo XXVII

Settore Concorsuale di afferenza: 07/H1

Settore Scientifico disciplinare: VET 01

**STUDIO ANATOMICO DEI MUSCOLI DELLA
SPALLA E DEL BRACCIO IN *PERNIS APIVORUS*,
ACCIPITER GENTILIS ED *ACCIPITER NISUS***

Presentata da: Dott. MARCO CANOVA

Coordinatore Dottorato

Prof. Carlo Tamanini

Relatore

Prof.ssa Annamaria Grandis

Esame finale anno 2015

Indice

Introduzione	pag. 1
---------------------------	--------

PARTE PRIMA

1. Anatomia macroscopica dell'articolazione della spalla

degli Uccelli	pag. 5
1.1. Ossa.....	pag. 5
1.2. Superfici articolari.....	pag. 12
1.2.1. Sinfisi coracoscapolare.....	pag. 12
1.2.2. Sindesmosi acrocoracoclavicolare – Canale triosseo	pag. 13
1.2.3. Articolazione coraco-scapolo-omerale.....	pag. 14
1.3. Mezzi d'unione.....	pag. 14
1.3.1. Sinfisi coracoscapolare.....	pag. 14
1.3.2. Sindesmosi acrocoracoclavicolare.....	pag. 15
1.3.3. Articolazione coraco-scapolo-omerale.....	pag. 16
1.3.3.1. Capsula articolare.....	pag. 16
1.3.3.2. Legamenti.....	pag. 16
1.3.4. Muscoli periarticolari.....	pag. 17
1.3.4.1. Muscolo romboide superficiale.....	pag. 18
1.3.4.2. Muscolo romboide profondo.....	pag. 21
1.3.4.3. Muscolo dentato superficiale.....	pag. 24
1.3.4.4. Muscolo dentato profondo.....	pag. 29
1.3.4.5. Muscolo scapolo-omerale craniale.....	pag. 32
1.3.4.6. Muscolo scapolo-omerale caudale.....	pag. 36
1.3.4.7. Muscoli sottocoracoscapolari.....	pag. 38
1.3.4.7.1. Muscolo sottoscapolare.....	pag. 39
1.3.4.7.2. Muscolo sottocoracoideo.....	pag. 41
1.3.4.8. Muscolo coracobrachiale craniale.....	pag. 45
1.3.4.9. Muscolo coracobrachiale caudale.....	pag. 47
1.3.4.10. Muscolo pettorale.....	pag. 50
1.3.4.11. Muscolo sopracoracoideo.....	pag. 59
1.3.4.12. Muscolo grande dorsale.....	pag. 64
1.3.4.13. Muscolo deltoide.....	pag. 74
1.3.4.14. Muscolo tricipite brachiale.....	pag. 91
1.3.4.15. Muscolo bicipite brachiale.....	pag. 100
1.3.4.16. Muscolo espansore delle secondarie.....	pag. 106
1.3.4.17. Muscolo brachiale.....	pag. 111
1.4. Vasi e nervi.....	pag. 113
1.4.1. Arterie.....	pag. 113
1.4.2. Vene.....	pag. 115

1.4.3. Nervi.....	pag. 117
1.5. Movimenti.....	pag. 120
1.5.1. Estensione dell'ala.....	pag. 120
1.5.2. Protrazione dell'ala.....	pag. 121
1.6. Stabilizzazione della spalla.....	pag. 122
2. Specie oggetto di studio.....	pag. 123
2.1. Falco pecchiaiolo (<i>Pernis apivorus</i>).....	pag. 123
2.2. Astore comune (<i>Accipiter gentilis</i>).....	pag. 126
2.3. Sparviero eurasiatico (<i>Accipiter nisus</i>).....	pag. 129
3. Cenni sul volo degli Uccelli.....	pag. 133

PARTE SECONDA

4. Materiali e metodi.....	pag. 139
5. Risultati.....	pag. 143
5.1. Falco pecchiaiolo (<i>Pernis apivorus</i>).....	pag. 143
5.1.1. Muscolo romboide superficiale.....	pag. 143
5.1.2. Muscolo romboide profondo.....	pag. 143
5.1.3. Muscolo dentato superficiale.....	pag. 144
5.1.4. Muscolo dentato profondo.....	pag. 144
5.1.5. Muscolo scapolo-omerale craniale.....	pag. 145
5.1.6. Muscolo scapolo-omerale caudale.....	pag. 145
5.1.7. Muscoli sottocoracoscapolari.....	pag. 145
5.1.7.1. Muscolo sottoscapolare.....	pag. 146
5.1.7.2. Muscolo sottocoracoideo.....	pag. 146
5.1.8. Muscolo coracobrachiale craniale.....	pag. 147
5.1.9. Muscolo coracobrachiale caudale.....	pag. 147
5.1.10. Muscolo pettorale.....	pag. 147
5.1.11. Muscolo sopracoracoideo.....	pag. 149
5.1.12. Muscolo grande dorsale.....	pag. 150
5.1.13. Muscolo deltoide.....	pag. 150
5.1.14. Muscolo tricipite brachiale.....	pag. 152
5.1.15. Muscolo bicipite brachiale.....	pag. 153
5.1.16. Muscolo espansore delle secondarie.....	pag. 154
5.1.17. Muscolo brachiale.....	pag. 154
5.2. Astore comune (<i>Accipiter gentilis</i>).....	pag. 155
5.2.1. Muscolo romboide superficiale.....	pag. 155
5.2.2. Muscolo romboide profondo.....	pag. 155
5.2.3. Muscolo dentato superficiale.....	pag. 156

5.2.4. Muscolo dentato profondo.....	pag. 156
5.2.5. Muscolo scapolo-omerale craniale.....	pag. 157
5.2.6. Muscolo scapolo-omerale caudale.....	pag. 157
5.2.7. Muscoli sottocoracoscapolari.....	pag. 158
5.2.7.1. Muscolo sottoscapolare.....	pag. 158
5.2.7.2. Muscolo sottocoracoideo.....	pag. 158
5.2.8. Muscolo coracobrachiale craniale.....	pag. 159
5.2.9. Muscolo coracobrachiale caudale.....	pag. 159
5.2.10. Muscolo pettorale.....	pag. 160
5.2.11. Muscolo sopracoracoideo.....	pag. 162
5.2.12. Muscolo grande dorsale.....	pag. 162
5.2.13. Muscolo deltoide.....	pag. 163
5.2.14. Muscolo tricipite brachiale.....	pag. 165
5.2.15. Muscolo bicipite brachiale.....	pag. 167
5.2.16. Muscolo espansore delle secondarie.....	pag. 167
5.2.17. Muscolo brachiale.....	pag. 168
5.3. Sparviero eurasiatico (<i>Accipiter nisus</i>).....	pag. 169
5.3.1. Muscolo romboide superficiale.....	pag. 169
5.3.2. Muscolo romboide profondo.....	pag. 169
5.3.3. Muscolo dentato superficiale.....	pag. 170
5.3.4. Muscolo dentato profondo.....	pag. 170
5.3.5. Muscolo scapolo-omerale craniale.....	pag. 171
5.3.6. Muscolo scapolo-omerale caudale.....	pag. 171
5.3.7. Muscoli sottocoracoscapolari.....	pag. 171
5.3.7.1. Muscolo sottoscapolare.....	pag. 172
5.3.7.2. Muscolo sottocoracoideo.....	pag. 172
5.3.8. Muscolo coracobrachiale craniale.....	pag. 172
5.3.9. Muscolo coracobrachiale caudale.....	pag. 173
5.3.10. Muscolo pettorale.....	pag. 173
5.3.11. Muscolo sopracoracoideo.....	pag. 176
5.3.12. Muscolo grande dorsale.....	pag. 176
5.3.13. Muscolo deltoide.....	pag. 177
5.3.14. Muscolo tricipite brachiale.....	pag. 179
5.3.15. Muscolo bicipite brachiale.....	pag. 181
5.3.16. Muscolo espansore delle secondarie.....	pag. 181
5.3.17. Muscolo brachiale.....	pag. 182
6. Discussione.....	pag. 171
6.1. Comparazione dei dati tra risultati e letteratura.....	pag. 175
6.1.1. Muscolo romboide superficiale.....	pag. 175
6.1.2. Muscolo romboide profondo.....	pag. 177
6.1.3. Muscolo dentato superficiale.....	pag. 178
6.1.4. Muscolo dentato profondo.....	pag. 182

6.1.5. Muscolo scapolo-omerale craniale.....	pag. 183
6.1.6. Muscolo scapolo-omerale caudale.....	pag. 184
6.1.7. Muscoli sottocoracoscapolari.....	pag. 184
6.1.7.1. Muscolo sottoscapolare.....	pag. 184
6.1.7.2. Muscolo sottocoracoideo.....	pag. 186
6.1.8. Muscolo coracobrachiale craniale.....	pag. 183
6.1.9. Muscolo coracobrachiale caudale.....	pag. 183
6.1.10. Muscolo pettorale.....	pag. 185
6.1.11. Muscolo sopracoracoideo.....	pag. 183
6.1.12. Muscolo grande dorsale.....	pag. 184
6.1.13. Muscolo deltoide.....	pag. 185
6.1.14. Muscolo tricipite brachiale.....	pag. 191
6.1.15. Muscolo bicipite brachiale.....	pag. 196
6.1.16. Muscolo espansore delle secondarie.....	pag. 198
6.1.17. Muscolo brachiale.....	pag. 199
6.2. Interpretazione delle differenze evidenziate ed eventuali ipotesi funzionali.....	pag. 201
6.2.1. Muscoli che concorrono a stabilizzare l'ala rispetto al tronco e che assorbono le forze generate durante il volo.....	pag. 203
6.2.2. Muscoli con possibile ruolo nel controllo della rotazione dell'omero.....	pag. 206
6.2.3. Muscoli con possibile funzione propriocettiva.....	pag. 209
7. Conclusioni.....	pag. 213
Bibliografia.....	pag. 215
Figure	

Introduzione

Fino alla seconda parte del secolo scorso, la miologia aviaria è stata oggetto di profondi studi al fine di comprendere le relazioni tassonomiche esistenti tra i vari taxa (Swinebroad, 1954; Hudson and Lanzillotti, 1955; Berger, 1956; George e Berger, 1966; Vanden Berge 1970; Jollie 1977). A seguito dell'avvento di un approccio tassonomico più moderno, influenzato anche dall'avvento del DNA, lo studio della miologia aviaria si è notevolmente ridotto e le ricerche si sono reindirizzate verso un'interpretazione funzionale dell'apparato muscolare. Per quanto riguarda l'anatomia dell'ala dei rapaci già Nair (1954) iniziò a formulare delle ipotesi di correlazione tra la conformazione dei muscoli ed il loro stile di volo. Ad ogni modo, i lavori più meticolosi e completi sono senza dubbio quelli di Meyers (1992a, 1992b, 1996).

Recentemente, vari ricercatori si sono concentrati sulle proprietà funzionali dei muscoli, sulla meccanica e sulla cinematica legata al volo (Corvidae et al. 2006; Pennyquick 2008; Peters and Dobbins 2012), ma senza la possibilità di consultare un'adeguata letteratura poiché assente o incompleta. Si è quindi ritenuto utile studiare la miologia della regione della spalla e del braccio di specie non in precedenza esaminate e che mostrassero differenti stili di volo, al fine di creare una base di informazioni per futuri studi funzionali. Tutte le specie prese in esame sono membri della famiglia degli *Accipitridae* (Clements et al., 2013) e nello specifico si sono selezionati: il Falco pecchiaiolo (*Pernis apivorus* Linnaeus, 1758), l'Astore comune (*Accipiter gentilis* Linnaeus, 1758) e lo Sparviero eurasiatico (*Accipiter nisus* Linnaeus, 1758).

Il Falco pecchiaiolo è un migratore invernale. In volo attivo le sue battute d'ala sono più lente ed ampie rispetto al altri rapaci simili, come ad esempio la Poiana eurasiatica (*Buteo buteo* Linnaeus, 1758). Le ali non presentano il tipico angolo a livello del polso e le primarie più esterne non flettono verso l'alto come avviene solitamente nel genere *Buteo* che, da un punto di vista morfologico, più di altri presenta similitudini con questa

specie. Il volo attivo presenta invece varie similitudini con l'Aquila minore (*Hieraaetus pennatus* Gmelin, 1788). Inoltre, si libra in volo mantenendo le ali orizzontali. Queste ultime possono a volte essere mantenute leggermente sollevate ma, viste frontalmente, mantengono un profilo pianeggiante. Durante la planata le ali vengono mantenute leggermente arcuate fondendosi armoniosamente con la regione della spalla (Brichetti e Fracasso, 2003; Forsman, 2003).

L'Astore comune è un rapace dispersivo e nidificante in Italia. Attua un volo attivo, normalmente poco al di sopra delle chiome, caratterizzato da lente e potenti battute intervallate a scivolate, anche prolungate ed allo stesso livello. Questa specie mostra notevole agilità quando insegue la preda. Quando rotea tiene le ali piatte e, a differenza di *Accipiter nisus*, assume una forma più a croce che a T, per la minore differenza tra le lunghezze del capo e della coda (Brichetti e Fracasso, 2003).

Lo Sparviero eurasiatico è sedentario e nidificante in Italia. Attua un volo attivo, caratterizzato da poche e rapide battute con traiettoria ascendente, intervallate a scivolate in leggera discesa. Quando rotea tiene le ali piatte e leggermente spinte in avanti, assumendo una forma più simile ad una T che ad una croce (a differenza dell'Astore comune) grazie alla coda lunga ed al capo poco sporgente. L'apice dell'ala è arrotondato (sei "dita" piuttosto corte) ma appare più appuntito in planata o in volo accelerato (Brichetti e Fracasso, 2003).

Questi animali attuano vari stili di volo e sono stati pertanto selezionati per capire se differenti performance di volo potessero indurre una differenziazione dell'apparato muscolare.

Parte prima

1. Anatomia macroscopica dell'articolazione della spalla degli Uccelli

1.1 Ossa

L'articolazione della spalla negli Uccelli è formata dalla compartecipazione di clavicola (*Clavicula*), scapola (*Scapula*), coracoide (*Coracoideum*) e omero (*Humerus*).

La clavicola negli Uccelli è un osso pari, ovvero posseggono due clavicole, quella destra e quella sinistra. Più in generale si parla di forcula (*Furcula*) riferendosi alla struttura derivante dall'anchilosi ventrale (*Synostosis interclavicularis*) delle due clavicole. Baumel *et al.* (1993) riportano che quando le due clavicole non risultano fuse ventralmente, si può riscontrare una connessione cartilaginea o fibrosa (ad es. molti pappagalli, gufi, *Buceros*, *Alcedo*) come riportato da Newton. Glenny e Friedman discussero circa la riduzione o l'assenza della clavicola in molte specie di Uccelli (Baumel *et al.*, 1993).

Per maggiore chiarezza durante la trattazione si preferirà il termine di forcula o forcilla per quanto concerne i casi in cui ci si riferisce alla clavicola come risultante della fusione delle stesse (*Furcula*) e si prediligerà l'uso del termine clavicola per i casi riferiti alla clavicola come osso pari (*Clavicula*).

La clavicola presenta un'estremità sternale, un corpo ed una estremità acromiale. L'estremità sternale in alcuni Uccelli prende rapporto con l'apice della carena (*Apex carinae*) mediante una struttura denominata ipocleido (*Hypocleideum* o *Apophysis furcule*) che rappresenta un prolungamento mediano della forcula. Il corpo della clavicola (*Corpus claviculae*) presenta un andamento non rettilineo assumendo un profilo che da cranio-caudale si incurva in direzione del piano mediano.

L'estremità acromiale (*Extremitas omalis clavicularae*), detta anche epicleido (*Epicleidum*) è la parte dorsale dell'osso e risulta espansa nei suoi diametri trasversi, a sostenere le strutture responsabili dell'articolazione di ciascuna clavicola con la spalla ovvero il processo acromiale (*Processus acromialis*) sul quale è possibile rilevare la faccia articolare acromiale (*Facies articularis acromialis*) ed il processo acrocoracoideo (*Processus acrocoracoideus*) sul quale possiamo rilevare la faccia articolare

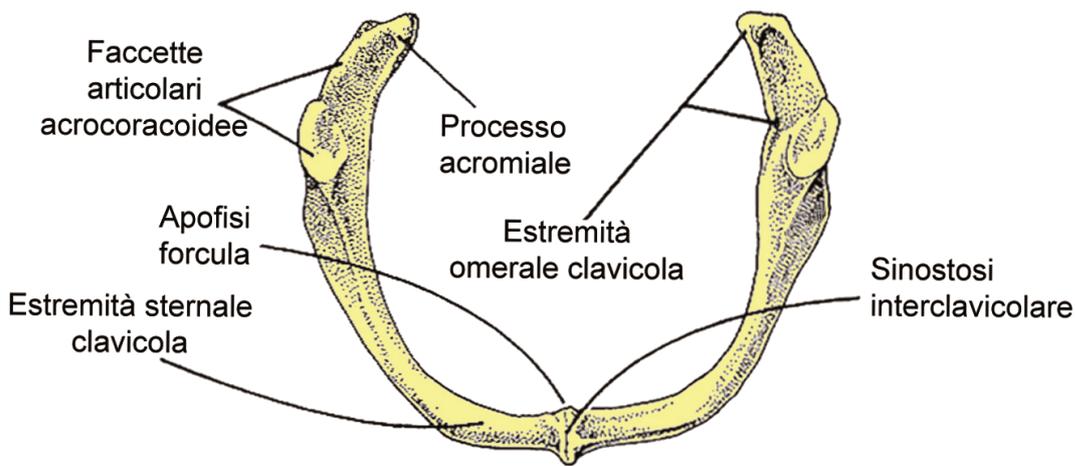


Immagine 1.1 Forcula di Aquila reale (*Aquila chrysaetos*). Veduta caudale (Modificato da Baumel *et al.*, 1993).

acrocoracoidea (*Facies articularis acrocoracoidea*). Queste strutture sono alla base della articolazione della clavicola con la scapola ed il coracoide e concorrono alla formazione del Canale triosseo (*Canalis triosseus [supracoracoideus]*) (si veda oltre).

La scapola è un osso piatto, pari, che presenta una faccia laterale (dorsolaterale) ed una faccia costale (ventromediale) separate da due margini, uno dorsale (vertebrale) ed uno ventrale. Presenta inoltre un'estremità craniale, un collo, un corpo ed una estremità caudale. Nell'estremità craniale è possibile riscontrare la testa della scapola (*Caput scapulae*) su cui si ritrova l'acromion (*Acromion*), una protuberanza presente sul margine dorsale che fornisce la faccetta articolare clavicolare (*Facies articularis clavicularis*). Sempre a carico dell'estremità craniale ritroviamo il tubercolo coracoideo (*Tuberculum coracoideum*) che si

sviluppa sulla faccia costale della scapola e la faccia articolare omerale (*Facies articularis omeralis*) che in unione alla faccia articolare omerale (*Facies articularis omeralis*) del coracoide andrà a formare la cavità

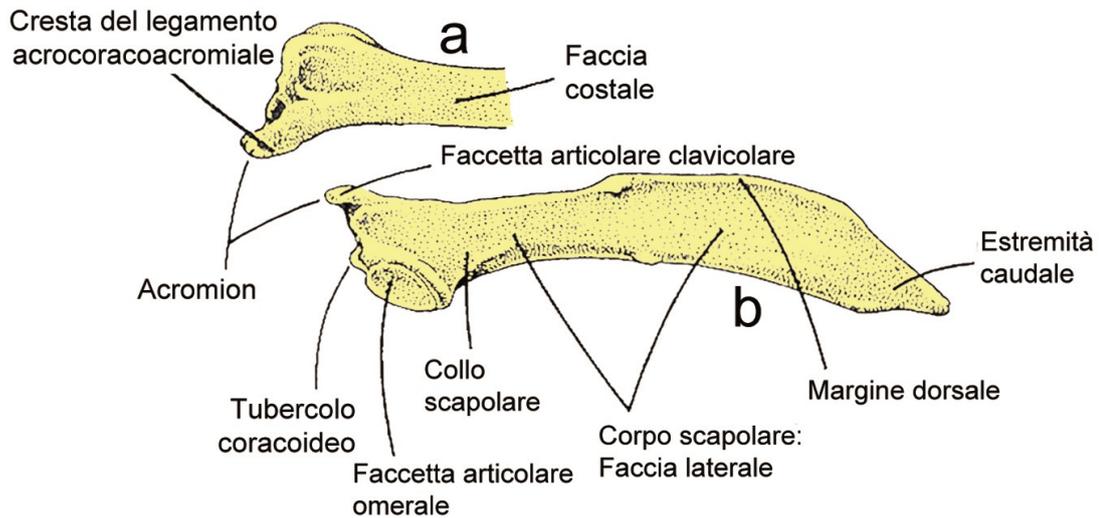


Immagine 1.2 Scapola di Aquila reale (*Aquila chrysaetos*). Estremità caudale sinistra, superficie mediale (a); superficie laterale sinistra (b) (Modificato da Baumel *et al.*, 1993).

glenoidea (*Cavitas glenoidalis*) della spalla (si veda oltre). Il collo scapolare (*Collum scapulae*) è situato tra l'estremità craniale ed il corpo della scapola a questo livello ritroviamo, in alcuni Uccelli, il tubercolo del muscolo scapolotricipite (*Tuberculum musculus scapulotricipitis*), situato sul margine ventrale della scapola caudalmente alla faccia articolare omerale. Il corpo della scapola (*Corpus scapulae*) che presenta una metà craniale circolare in sezione trasversa, mentre la sua metà caudale è appiattita e solitamente a forma di lama. L'estremità caudale è una zona triangolare in cui i due margini scapolari convergono, riducendo progressivamente l'ampiezza del corpo fino ad un apice.

Il coracoide è un osso pari che presenta un'estremità omerale, un corpo ed una estremità sternale. Sulla sommità dell'estremità omerale si ritrova il processo acrocoracoideo (*Processus acrocoracoideus*) con la relativa impressione per il legamento acrocoraco-omerale (*Legamentum acrocoracohumeralis*). Sempre a questo livello si osserva la faccetta articolare clavicolare (*Facies articularis clavicularis*). Al di sotto di questa struttura, medialmente, è presente il solco per il muscolo sopracoracoideo

(*Sulcus musculus supracoracoidei*) a fianco del quale, dorsalmente, si rinviene la faccia articolare omerale (*Facies articularis omeralis*) che entra a far parte della cavità glenoidea. Adiacente a questa faccia articolare, si ritrova l'acetabolo scapolare (*Cotyla scapularis*) presso la quale si sviluppa il processo procoracoideo (*Processus procoracoideus*). Il corpo del coracoide presenta all'esame una faccia ventrale, una dorsale e due margini, uno mediale ed uno laterale. Sul margine mediale, al di sotto del

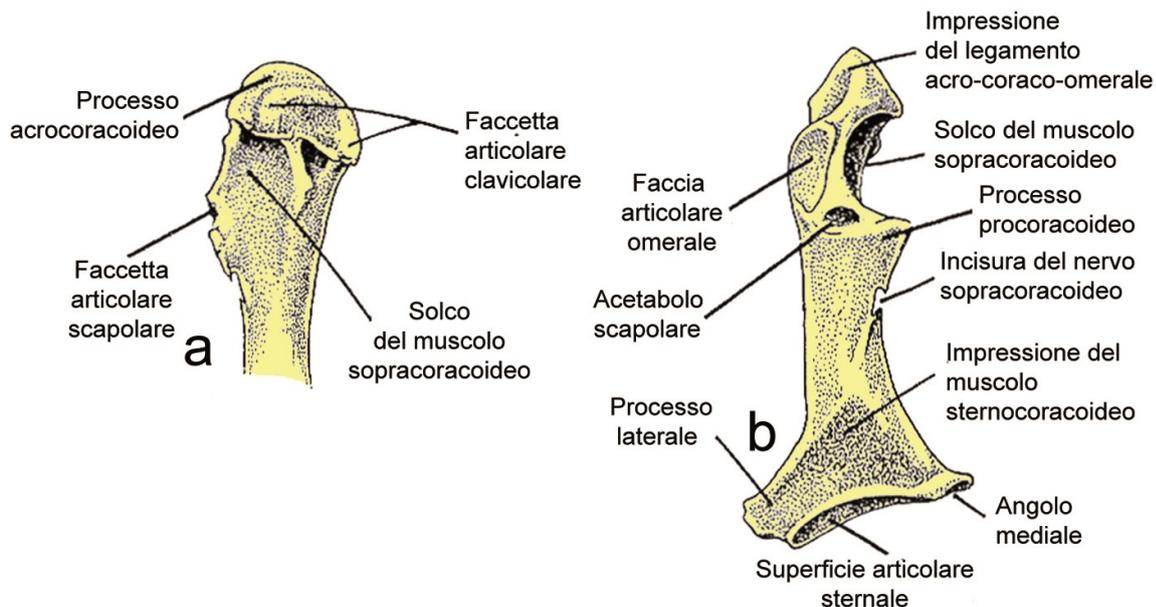


Immagine 1.3 Coracoide di Aquila reale (*Aquila chrysaetos*). Estremità craniale sinistra, superficie mediale (a); superficie dorsale sinistra (b) (Modificato da Baumel *et al.*, 1993).

processo procoracoideo, è possibile osservare l'incisura del nervo supracoracoideo (*Incisura nervi supracoracoidei*) per il nervo omonimo. Ventralmente è invece presente la linea intermuscolare ventrale (*Linea intermuscularis ventrale*). A livello dell'estremità sternale si riscontra, sulla faccia dorsale, l'impressione per il muscolo sternocoracoideo (*Impressio musculus sternocoracoidei*) su cui si inserisce il muscolo omonimo, delimitata medialmente dall'angolo mediale (*Angulus medialis*) e lateralmente dall'angolo laterale (*Angulus lateralis*), nelle vicinanze del quale è presente il processo laterale (*Processus lateralis*). Distalmente è possibile osservare la ampia superficie articolare sternale (*Facies articularis sternalis*) per l'articolazione con lo sterno, delimitata da due creste la cresta ventrale (*Crista ventralis*) e la cresta dorsale (*Crista*

dorsalis). Medialmente è possibile riscontrare, negli Uccelli in cui il coracoide si articola con il controlaterale sul piano mediale, la faccia articolare intercoracoidea (*Facies articularis intercoracoidea*) (Baumel *et al.*, 1993).

Articolandosi tenacemente con lo sterno, il coracoide funge da puntello mantenendo l'ala lontana dallo sterno durante il volo ed intervenendo nell'evitare il collasso della gabbia toracica durante la potente contrazione del muscolo pettorale che provoca l'abbassamento dell'ala (King e McLelland, 1975).

L'omero è un osso lungo, pari, presenta un'estremità prossimale, un corpo ed una estremità distale. Sull'estremità prossimale si riscontra la testa dell'omero (*Caput humeri*) che entra in rapporto con la scapola ed il coracoide. Ventralmente è visibile l'incisura della testa dell'omero (*Incisura capitis*) che separa la testa dell'omero dal tubercolo ventrale (*Tuberculum ventrale [majus]*) che riceve soprattutto l'inserzione dei tendini dei muscoli che originano sulla scapola e sul coracoide. Opposto al tubercolo ventrale, sulla parte dorsale dell'omero, è visibile il tubercolo dorsale (*Tuberculum dorsale [minus]*) che rappresenta il punto di inserzione del tendine del muscolo sopracoracoideo (*Musculus supracoracoideus*), a livello della relativa impressione del muscolo sopracoracoideo (*Impressio musculus supracoracoideum*), area rugosa localizzata sulla parte dorsale della cresta deltopettorale (*Crista deltopectoralis*) subito distalmente il tubercolo dorsale. A questo livello si inserisce la parte espansa del tendine del Muscolo sopracoracoideo presente in certe specie. Alla base della cresta deltopettorale, si osserva l'impressione per il muscolo pettorale (*Impressio musculus pectoralis*) su cui si inserisce l'omonimo muscolo. Caudalmente la cresta deltopettorale, sull'asse longitudinale dell'omero, si trova la fossa pneumotricipitale (*Fossa pneumotricipitalis*), una depressione la cui forma ed estensione varia in funzione dei differenti gruppi di Uccelli. Quando è molto sviluppata, la fossa si estende nella testa dell'omero e nel tubercolo ventrale. In molti Uccelli è presente solo una fossa; essa è limitata ventralmente e dorsalmente dai processi dorsale e ventrale della fossa

(*Crus dorsale fossae* e *Crus ventrale fossae*) che convergono all'apice del tubercolo ventrale. La fossa singola è occupata da entrambi i capi del muscolo omerotricipite e dall'inserzione del muscolo scapolo-omerale craniale. In altri Uccelli è presente una seconda fossa tra la cresta dorsale ed il margine caudale dorsalmente, occupata principalmente dal capo dorsale del muscolo omerotricipite. Generalmente gli Uccelli con doppia fossa non presentano un omero pneumatizzato. Sulla superficie craniale, alla base della testa dell'omero, si ritrova il solco legamentoso trasverso (*Sulcus ligamentosus transversus*) che rappresenta il punto di inserzione dello sviluppato legamento acro-coraco-omerale (*Ligamentum acrocoracohumeralis*). In alcuni Uccelli (ad es. *Charadriiformes*) è riscontrabile una fossa di forma triangolare sulla faccia craniale della cresta deltopettorale cui segue, procedendo ventralmente, la faccia bicipitale (*Facies bicipitalis*). Opposta alla fossa pneumotricipitale, sempre sulla faccia craniale, è presente l'intumescenza omerale (*Intumescencia humeri*), una convessità prossima alla cresta bicipitale (*Crista bicipitalis*), struttura che si sviluppa sul margine ventrale. Il corpo dell'omero presenta una faccia craniale, una caudale e due margini, uno ventrale e l'altro dorsale. A questo livello si riscontra l'eminenza del muscolo grande dorsale (*Linea musculus latissimus dorsi*) e molto raramente (ad es. Genere *Casuarius* e Ordine *Apodiformes*) il solco per il nervo radiale (*Sulcus nervi radialis*) dove scorre il nervo omonimo. Per quanto concerne l'estremità distale dell'omero, sulla faccia craniale si ritrovano il condilo dorsale (*Condylus dorsalis*), che si articola con il radio e l'ulna, ed il condilo ventrale (*Condylus ventralis*), che prende contatto con l'ulna, separati dall'incisura intercondiloidea (*Incisura intercondylaris*). Al di sopra di ciascun condilo riscontriamo il rispettivo epicondilo (dorsale e ventrale) separati dalla fossa del muscolo brachiale (*Fossa musculus brachialis*). Sovrastante l'epicondilo ventrale si osserva il tubercolo sopracondiloidare ventrale (*Tuberculum supracondylare ventrale*) per l'inserzione del legamento collaterale ventrale, mentre al di sopra dell'epicondilo dorsale si riscontra il tubercolo sopracondiloidare dorsale (*Processus supracondylaris dorsalis*), per l'inserzione del muscolo estensore radiale del carpo. In alcuni Uccelli

(ad es. *Charadriiformes*, *Passeriformes*, *Fregatidae*) si riscontra la presenza di un ben sviluppato processo sopracondilare dorsale (*Processus*

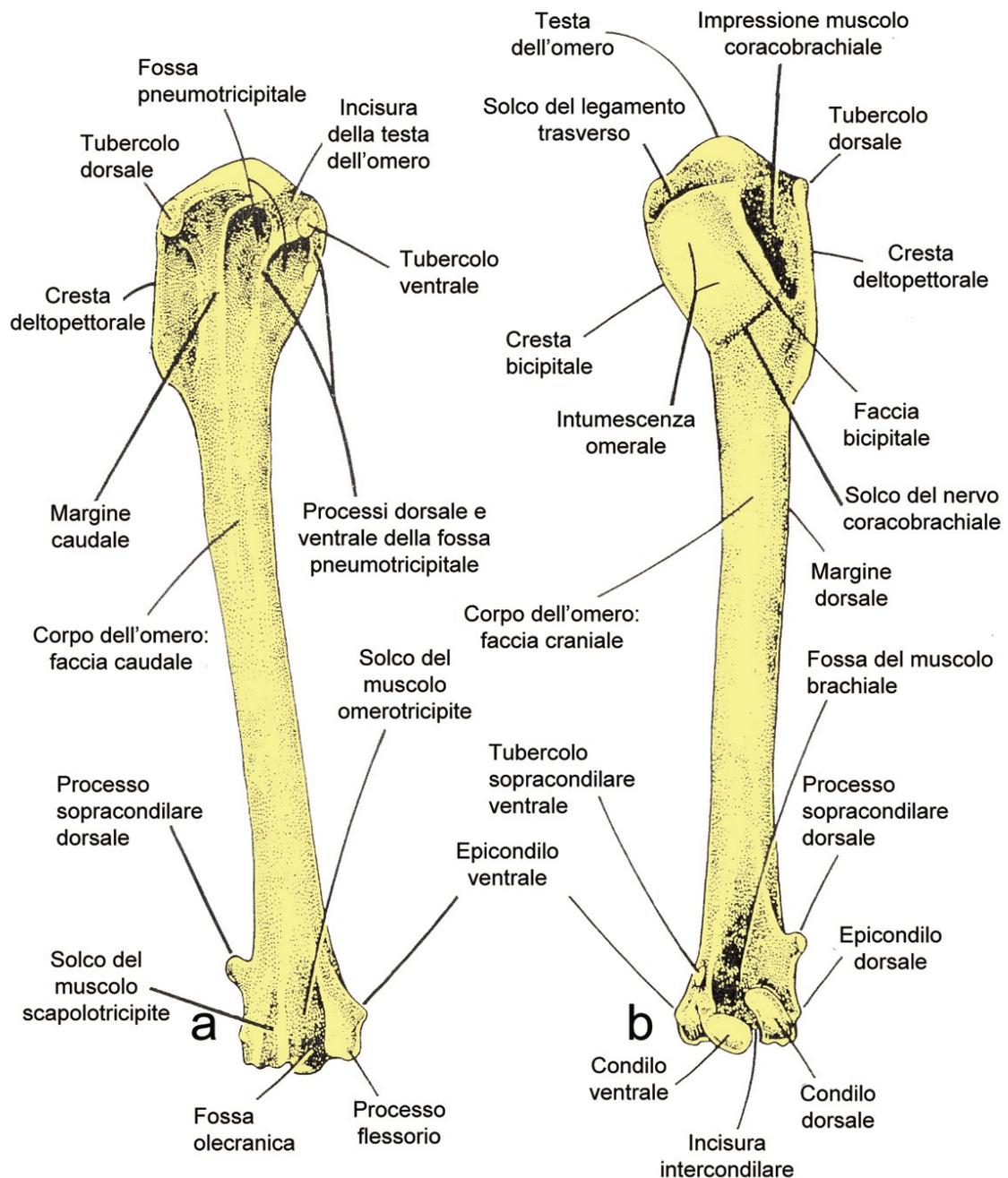


Immagine 1.4 Omero di Gabbiano reale nordico (*Larus argentatus*). Superficie caudale (a); superficie craniale (b). Nel Genere *Larus* l'impressione del muscolo coracobrachiale è particolarmente evidente e la fossa pneumotricipitale è del secondo tipo, ovvero non pneumatizzato. (Modificato da Baumel *et al.*, 1993).

supracondylaris dorsalis) che ha la stessa funzione del tubercolo. In alcune specie il tubercolo sopracondilare dorsale è talmente addossato all'epicondilo dorsale da renderne difficile il riconoscimento come struttura a se stante. Sulla faccia caudale dell'omero risultano visibili il processo

flessorio (*Processus flexorius*) ventralmente al condilo ventrale su cui si inserisce il tendine del muscolo flessore ulnare del carpo. Dorsalmente è presente la fossa olecranica (*Fossa olecrani*), sovrastata prossimamente dal solco per il muscolo omerotricipite (*Sulcus musculus humerotricipitis*). Sempre procedendo in direzione dell'epicondilo dorsale si ritrova il solco per il muscolo scapolotricipite (*Sulcus musculus scapulo-tricipitis*) (Baumel *et al.*, 1993).

1.2 Superfici articolari

Ognuna delle ossa sopracitate presenta superfici articolari atte ad accogliere l'osso omologo. Per praticità di esposizione si è preferito elencare prima le strutture appartenenti all'articolazione coracoscapolare (*Symphysis coracoscapularis*) e, successivamente, le strutture omerali che concorrono alla costituzione di tutta l'articolazione coraco-scapolo-omerale (*Articulatio coracoscapulohumeralis*).

1.2.1 Sinfisi coracoscapolare

L'esame della sinfisi coracoscapolare (*Symphysis coracoscapularis*) mette in evidenza che la scapola contribuisce solo in parte alla formazione della Cavità glenoidea. Detta cavità è infatti costituita dall'unione della faccia articolare omerale (*Facies articularis humeralis*) della scapola con la faccetta articolare omerale (*Facies articularis humeralis*) del coracoide mediante la sinfisi coracoscapolare. I piani ossei delle faccette articolari di entrambe le ossa sono rivestite dal sottile e fibrocartilagineo legamento coracoscapolare intraosseo (*Ligamentum Coracoscapulare interosseum*), i cui margini, elevati, producono la poco profonda cavità glenoidea, contornata dal rispettivo labbro della cavità glenoidea (*Labrum cavitas glenoidalis*).

Per quanto concerne il coracoide, come precedentemente detto, anch'esso possiede una sua faccetta articolare omerale (*Facies articularis humeralis*), detta anche labbro glenoidale coracoideo.

In molte specie, scapola e coracoide, inoltre, prendono tra di loro rapporto, opponendo il tubercolo coracoideo (*Tuberculum coracoideum*), a carico della scapola, all'acetabolo scapolare appartenente al coracoide.

Il tubercolo coracoideo è una convessità sferica od ellittica, situato nella estremità craniale della scapola, mentre l'acetabolo scapolare è una concavità sferica od ellittica del coracoide adiacente la faccetta articolare omerale. Esso accoglie il tubercolo coracoideo della scapola formando la Sinfisi coracoscapolare) (Baumel *et al.*, 1993).

1.2.2 Sindesmosi acrocoracoclavicolare – Canale triosseo

Altra importante struttura a carico di coracoide e scapola è il canale triosseo (*Canalis triosseus* [*supracoracoideus*]) - detto anche forame triosseo (*Foramen triosseum*). Alla formazione di questa struttura partecipa anche la forcula che si articola con il coracoide e la scapola mediante la faccia articolare acrocoracoidea (*Facies articularis acrocoracoidea*). Il coracoide partecipa mediante il suo processo acrocoracoideo¹ (*Processus acrocoracoideus*) e la scapola mediante la faccetta articolare clavicolare (*Facies articularis clavicularis*) situata sulla sommità dell'acromion (*Acromion*). Questo canale accoglie il tendine del muscolo sopracoracoideo che scorre nel solco omonimo. In molti Uccelli il canale è formato da sole due ossa, il coracoide e la scapola. Il canale può essere completamente a carico del coracoide qualora esista un ponte ossificato che connetta il processo acrocoracoideo - sulla sommità del coracoide - al Processo procoracoideo - in prossimità dell'acetabolo scapolare) (Baumel *et al.*, 1993).

¹ Alcune specie posseggono due distinti processi per l'articolazione con la scapola ed il coracoide. Nelle Diomedee (*Diomedidae*), nei Ciconiformi (*Ciconiiformes*) e nei Falconiformi (*Falconiformes*) solo il processo acrosomiale (*Processus acromialis*), ovvero quello diretto caudalmente, è ben sviluppato. Entrambi i processi sono ben sviluppati nei Generi *Alcedo*, *Merops*, *Ramphastos* e *Sturnus*.

1.2.3 Articolazione coraco-scapolo-omerale

All'articolazione coraco-scapolo-omerale (*Articulatio coracoscapulohumeralis*) partecipano anche le componenti articolari a carico dell'omero. Prima fra tutte vi è la testa dell'omero, convessità facente parte della estremità prossimale dell'omero che viene accolta nella cavità glenoidea; a seguire ritroviamo l'incisura della testa dell'omero, situata tra la testa dell'omero ed il tubercolo ventrale che riceve il labbro scapolare della cavità glenoidea) (Baumel *et al.*, 1993).

1.3 Mezzi d'unione

1.3.1 Sinfisi coracoscapolare

Il coracoide e la scapola sono uniti principalmente da un legamento fibrocartilagineo, il legamento interosseo coracoscapolare. Il legamento forma la cavità glenoidea che riceve la testa dell'omero ed il relativo margine rialzato della cavità, il labbro della cavità glenoidea. Il pavimento della cavità è fortemente elastico ed i suoi contorni variano in funzione del contatto con le varie parti della testa dell'omero con la quale si articola. La superficie articolare della scapola e del coracoide assumono spesso la configurazione di un'articolazione sferica o ellittica.

Le sopraccitate superfici sono connesse da fibrocartilagine, ed i movimenti tra le due ossa si verificano a livello di questa articolazione. Nei generi *Struthio*, *Rhea* e *Apteryx*, il coracoide e la scapola sono fusi.

Legamento coracoscapolare dorsale (*Ligamentum coracoscapulare dorsale*): questo legamento si ritrova in certi grandi Uccelli, dove il legamento acrocoracoacromiale (*Ligamentum acrocoraco-acromiale*) non è fortemente sviluppato (ad es. *Ciconia*, *Egretta*, *Cathartes*, *Haliaeetus*).

Legamento coracoscapolare interno (*Ligamentum coracoscapulare internum*): questo legamento è cospicuo soprattutto nei Generi *Egretta*,

Haliaeetus ed altri. Non è comunque sviluppato come il legamento coracoscapolare dorsale.

Legamento acrocoracoacromiale (*Ligamentum acrocoracoacromiale*): forma il tetto del canale triosseo. Presenta un diverso sviluppo nelle varie specie di Uccelli) (Baumel *et al.*, 1993).

1.3.2 Sindesmosi acrocoracoclavicolare

L'estremità acromiale della clavicola è attaccata principalmente alla superficie mediale del Processo acrocoracoideo del coracoide. In alcune specie il processo acromiale della clavicola è prolungato caudalmente e si articola con l'acromion sulla scapola. L'articolazione acrocoracoclavicolare è una sindesmosi, modificata in sinfisi in alcune specie. In altri gruppi di Uccelli (*Spheniscus*, *Alca*, *Pelecanus*, *Ciconia*, *Haliaeetus*, *Bucerus*) vi è una articolazione sinoviale. Nel genere *Fregata* l'articolazione è una sinostosi.

Sincondrosi procoracoclavicolare (*Synchondrosis procoracoclavicularis*): la si ritrova nelle specie nella quali il coracoide presenta un processo coracoideo ben sviluppato. Ne sono un esempio i generi *Buteo* e *Columba*.

Sincondrosi acromioclavicolare (*Synchondrosis acromioclavicularis*): nelle specie in cui l'estremità dorsale della clavicola non è giustapposta all'acromion della scapola, le due strutture sono connesse dal legamento acromioclavicolare (*Ligamentum acromioclaviculare*).

Una articolazione sinoviale si trova nel Genere *Picus* e *Ramphastos*, mentre una sinfisi può essere presente in alcune specie.

Legamento scapoloclavicolare dorsale (*Ligamentum scapuloclavicolare dorsale*): un distinto legamento facente parte dell'articolazione scapoloclavicolare è riscontrabile nei Podicipedi

(*Podicipedidae*) e negli Anseriformi (*Anseriformes*). Può essere più o meno distinto dal legamento acromioclavicolare) (Baumel *et al.*, 1993).

1.3.3 Articolazione coraco-scapolo-omerale

1.3.3.1 Capsula articolare

La Capsula articolare si estende dal labbro della cavità glenoidea (sia nella parte scapolare che in quella coracoidea) fino ad inglobare tutta la testa dell'omero. Fanno parte della capsula le pliche sinoviali (*Plicae synoviales*) ed i cosiddetti legamenti intracapsulari (*Ligamenta intracapsularia*). Generalmente le pliche ed i legamenti sono attaccati prossimamente al labbro della cavità glenoidea (sia nella parte scapolare che in quella coracoidea) e distalmente si inseriscono sull'omero, sulla capsula articolare o su altri legamenti.

In intima associazione con la capsula articolare si può riscontrare la cosiddetta fibrocartilagine omerocapsulare (*Fibrocartilago humerocapsularis*) conosciuta anche con il nome di osso omeroscapolare (*Os humeroscapulare*). Questa struttura ossea o fibrocartilaginea è riscontrabile nella parte dorsale della capsula articolare di molte specie aviarie (si veda oltre) (Baumel *et al.*, 1993).

1.3.3.2 Legamenti

Il principale legamento collaterale dell'articolazione della spalla è il legamento acro-coraco-omerale (*Ligamentum acrocoracohumeralis*). Questa struttura è solitamente abbastanza indipendente dalla capsula articolare e si estende dalla relativa impressione localizzata sul processo acrocoracoideo del coracoide al solco legamentoso trasverso dell'omero. A questo livello si riscontrano anche due borse articolari: la borsa acrocoracoidea (*Bursa acrocoracoidea*) e la borsa sopracoracoidea (*Bursa supracoracoidea*). Entrambe queste strutture sono solitamente in ampia comunicazione con la cavità articolare.

Legamento coraco-omerale dorsale (*Ligamentum coracohumerale dorsale*) e legamento scapolo-omerale dorsale (*Ligamentum scapolohumerale dorsale*): Fürbringer (1888) notò che il legamento coraco-omerale dorsale è molto sviluppato in alcuni Uccelli mentre risulta poco sviluppato o assente in altri. Nei Colombiformi (*Columbiformes*) in particolare il legamento è indipendente dalla capsula ed è particolarmente ispessito dove incrocia il soprastante tendine del muscolo sopracoracoideo. Il legamento scapolo-omerale dorsale varia il proprio sviluppo nelle varie specie di Uccelli ma si è comunque visto che è raramente poco sviluppato o addirittura assente) (Baumel *et al.*, 1993).

1.3.4 Muscoli periarticolari

Per quanto concerne i termini utilizzati nella descrizione dei muscoli dell'ala, ci si riferisce alla stessa in posizione di volo, ovvero estesa, pertanto la parte craniale corrisponderà alla parte d'ala corrispondente al margine di penetrazione dell'ala, nella struttura del propatagio mentre la parte caudale dell'ala corrisponderà al metapatagio.

Si possono distinguere muscoli appartenenti alla cintura toracica e al braccio e muscoli dell'avambraccio e della mano (comprendente una sezione dedicata ai muscoli che controllano l'alula, mobile).

Le funzioni attribuite ai muscoli qui descritti, sono state desunte o mediante manipolazione meccanica di soggetti freschi (o conservati) e conseguente valutazione della loro funzione nei confronti dello sviluppo e delle proprietà funzionali durante il volo attivo (Getty, 1982) o mediante deduzione in funzione della loro posizione (Meyers, 1992a).

1.3.4.1 Muscolo romboide superficiale (*Musculus rhomboideus superficialis*)

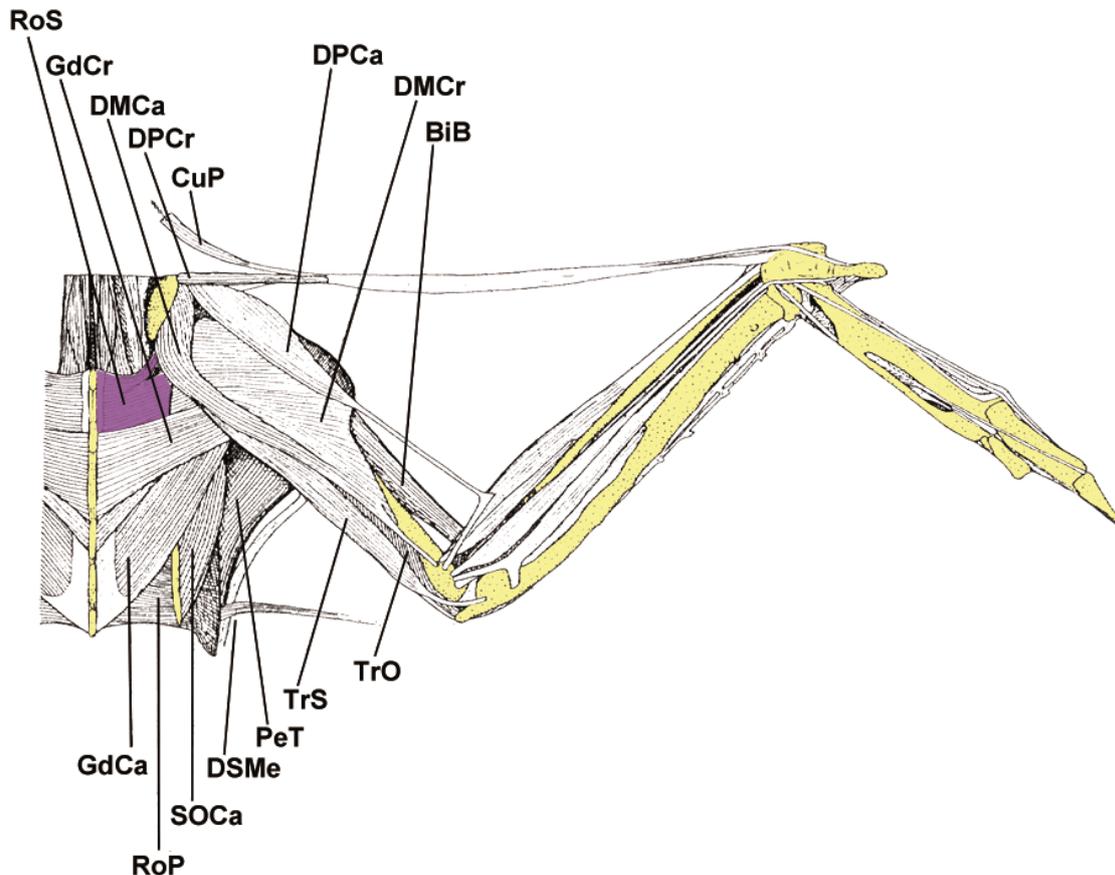


Immagine 1.5 Muscolo romboide superficiale. Veduta dorsale del dorso e dell'ala della Cornacchia americana (*Corvus brachyrhynchos*). Cute e penne sono state rimosse (Modificato da Hudson e Lanzillotti, 1955).

Origina per aponeurosi dal processo spinoso di numerose vertebre cervicali e toraciche, dal legamento interspinoso che si estende tra i processi spinosi delle vertebre e in alcuni Uccelli (ad es. *Columba livia*) dal margine craniale del sinsacro e dalla struttura che George e Berger (1966) citano come “processo iliaco craniale dell'ileo”, sovente in intima associazione prossimale con il muscolo grande dorsale. Riportano che secondo Beddard il muscolo romboide superficiale può originare dalle coste nei Generi *Causarius* e *Apterix*.

Si inserisce sul margine dorsomediale (vertebrale) della scapola, con inserzione sull'acromion o subito caudalmente ad esso, estendendosi fino a coprire l'intera lunghezza dell'estremità caudale della scapola. Talvolta comprende l'adiacente testa della clavicola. Nel Rondone codaspinosa dei

camini (*Chaetura pelagica*) l'inserzione occupa poco più della metà della metà craniale della scapola (George e Berger, 1966; Getty, 1982).

Il romboide superficiale si presenta come una sottile lamina muscolare pianeggiante, sovente intimamente aderente al sovrastante grande dorsale. Talvolta questo rapporto è tale che il romboide superficiale sembra avere due “capi”: una **parte clavicolare** ed una **parte scapolare**, tenendo conto in primo luogo della posizione delle rispettive inserzioni. In genere il muscolo è più o meno nascosto dal grande dorsale (in rapporto allo sviluppo relativo del muscolo) ed è situato superficialmente al romboide profondo che, spesso, ricopre più o meno completamente (Getty, 1982).

Particolarità di specie

Nel Piccione (*Columba livia*) il muscolo romboide superficiale nasce da un'estesa aponeurosi dai processi spinosi delle ultime due vertebre cervicali, dai processi spinosi di tutte le vertebre toraciche e da un'aponeurosi (che condivide con il muscolo sartorio) dalla cresta spinosa del sinsacro (*Crista spinosa [Crista dorsalis] synsacri*) e dalla struttura che George e Berger (1966) citano come “processo iliaco craniale dell'ileo”. Le fibre muscolari passano dorsalmente e cranialmente per inserirsi sul margine dorsomediale della scapola, subito dietro l'acromion ed estendendosi caudalmente sino a circa 4 mm dall'apice della scapola. Il muscolo romboide superficiale nasconde tutto il muscolo romboide profondo salvo una piccola porzione triangolare all'apice della scapola.

Nell'Ittero alirose (*Agelaius phoeniceus*) il muscolo origina da un'aponeurosi dal legamento interspinoso a livello dei processi spinosi delle ultime due vertebre cervicali e delle prime tre toraciche. Il largo e sottile ventre muscolare si estende dorsalmente ed cranialmente per inserirsi sul margine dorso mediale della scapola nei suoi due terzi craniali (circa 20 mm). La parte craniale del muscolo grande dorsale incrocia la parte superficiale del muscolo romboide superficiale.

Nel Gheppio americano (*Falco sparverius*), Meyers (1992a) descrive il muscolo come un largo e sottile foglietto composto da fibre parallele che giace al di sotto del muscolo grande dorsale e superficialmente al muscolo romboide profondo e si estende dalla colonna vertebrale alla scapola. Origina mediante tre capi distinti. Il capo craniale origina mediante fibre carnose dai processi spinosi della dodicesima vertebra cervicale. Il capo mediano origina mediante un'aponeurosi da C13, C14, T1 e T2. Il capo caudale origina sempre mediante aponeurosi dalla superficie craniale del sinsacro continuandosi con il muscolo controlaterale. Il capo craniale e quello mediano si estendono lateralmente alle loro origini laddove il capo caudale proveniente dal sinsacro curva cranio-lateralmente. Tutti e tre i capi si inseriscono sulla scapola superficialmente all'inserzione del muscolo romboide profondo.

In alcuni *Corvidae* e nel Falco della prateria (*Falco mexicanus*) è stato anche descritto un fascio craniale.

Infine, nel Genere *Polihierax*, il muscolo origina dai processi spinosi di C13-C15 e T1-T3 e si inserisce sulla prima metà craniale del margine dorso-mediale della scapola (Meyers, 1992a).

Funzione

Estende e flette l'ala (King e McLelland, 1975).

Meyers (1992a) ipotizza che nel Gheppio americano (*Falco sparverius*) possa regolare la distanza della scapola dallo scheletro assile e forse neutralizzare la forza abducente esercitata sulla scapola durante il volo.

1.3.4.2 Muscolo romboide profondo (*Musculus rhomboideus profundus*)

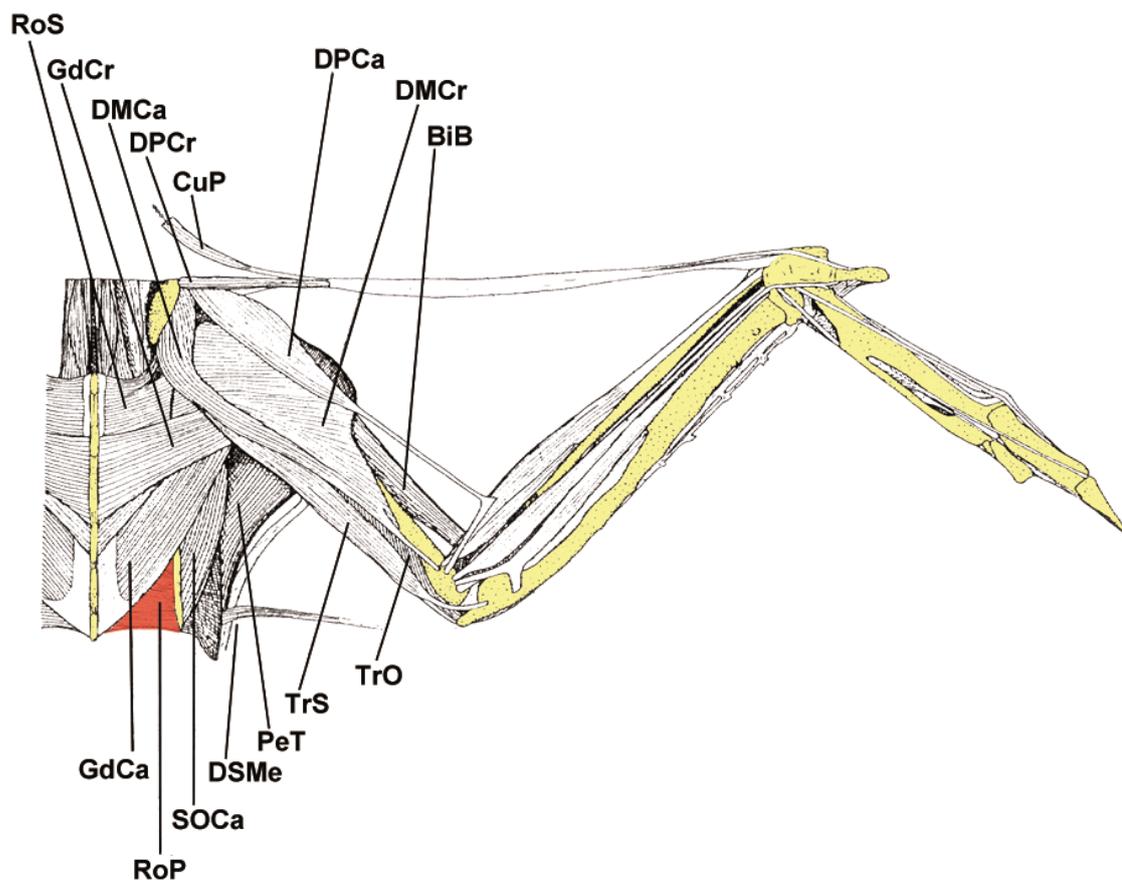


Immagine 1.6 Muscolo romboide profondo. Veduta dorsale del dorso e dell'ala della Cornacchia americana (*Corvus brachyrhynchos*). Cute e penne sono state rimosse (Modificato da Hudson e Lanzillotti, 1955).

Origina dai processi spinosi delle vertebre cervicali e toraciche, per lo più in comune con il muscolo precedente. A volte solo dai processi spinosi delle vertebre toraciche. Nel Genere *Podargus* il muscolo origina anche dall'ileo.

Si inserisce sulla superficie dorsomediale della scapola, cranialmente fino al suo terzo caudale o più. In alcuni Uccelli l'inserzione si estende caudalmente sulla superficie mediale.

In genere il romboide profondo è simile a quello superficiale o, forse, nella maggior parte degli Uccelli è meglio sviluppato. La porzione più craniale del ventre carnoso è tipicamente celata dal sovrastante romboide superficiale che, infatti, negli Uccelli può nascondere quasi tutti i muscoli più profondi. Sotto il romboide profondo si trova il lungo dorsale: l'inserzione è adiacente a quella dei dentati, profondo e superficiale. In

alcuni Uccelli (ad es. *Columba livia*) il romboide superficiale è così esteso da lasciare visibile solo un piccolo triangolo del romboide profondo e la sua inserzione sull'apice della scapola. Il romboide profondo pare essere assente in *Apteryx* (George e Berger, 1966; Getty, 1982).

Particolarità di specie

Nel Piccione (*Columba livia*) il muscolo romboide profondo origina mediante un'aponeurosi dai processi spinosi delle ultime due vertebre cervicali e tutte le toraciche. Il ventre muscolare passa lateralmente per inserirsi sulla maggior parte degli ultimi 25 mm della lamina scapolare sulla superficie mediale della stessa e cranialmente si inserisce sulla superficie dorsomediale, dorsalmente all'area di inserzione del muscolo serrato profondo.

Nell'Ittero alirose (*Agelaius phoeniceus*) il muscolo origina mediante fibre carnose da un'aponeurosi dal legamento interspinoso e dai processi spinosi delle ultime due vertebre cervicali, dall'estremità caudale della sola penultima vertebra e dalle prime quattro toraciche, in intima relazione con l'origine del muscolo sartorio. Il ventre pianeggiante del muscolo, lievemente più grosso di quello del romboide superficiale, passa lateralmente e caudalmente per inserirsi sulla superficie mediale della scapola nel suo terzo prossimale. Le fibre si inseriscono dorsalmente e caudalmente la zona di inserzione del dentato profondo (George e Berger, 1966).

Meyers (1992a) riporta che nel Gheppio americano (*Falco sparverius*) questo largo muscolo, composto da fibre parallele, giace al di sotto del muscolo romboide superficiale e si estende dalla colonna vertebrale alla scapola. In questa specie origina mediante un'aponeurosi dal processo spinoso della dodicesima vertebra cervicale e mediante fibre carnose dai tre quarti craniali del *notarium*. Il bordo caudale libero di questo muscolo giace a livello della punta caudale della scapola. Il muscolo romboide profondo si estende caudolateralmente per inserirsi mediante fibre carnose al di sotto del muscolo romboide superficiale lungo il bordo

mediale della metà caudale della scapola. L'inserzione include anche una regione della superficie ventrale dell'estremità caudale della scapola.

Sempre Meyers riporta che Berger sostenne che il muscolo originava dai processi spinosi di C14 e C15 e T1-T3 e si inseriva sui 12 mm più caudali del margine dorso-mediale della scapola nel Genere *Polihierax*.

Funzione

Estende e flette l'ala (King e McLelland, 1975).

Meyers (1992a) ipotizza che nel Gheppio americano (*Falco sparverius*) possa regolare la distanza della scapola dallo scheletro assile e forse neutralizzare la forza abducente esercitata sulla scapola durante il volo.

Tutti i muscoli dentati nascono tipicamente mediante numerosi fascetti carnosi o da un'aponeurosi in cui, prossimalmente, sono evidenti fascetti muscolari. I fascetti in posizione profonda, mediali rispetto alla scapola, nascono da alcune vertebre cervicali e toraciche e formano il dentato profondo. Il dentato superficiale giace ventrolateralmente alla scapola e trae origine da diverse coste. Il dentato metapatagiale è adiacente e alquanto ventrale rispetto al dentato superficiale (Getty, 1982).

1.3.4.3 Muscolo dentato superficiale (*Musculus serratus superficialis*)

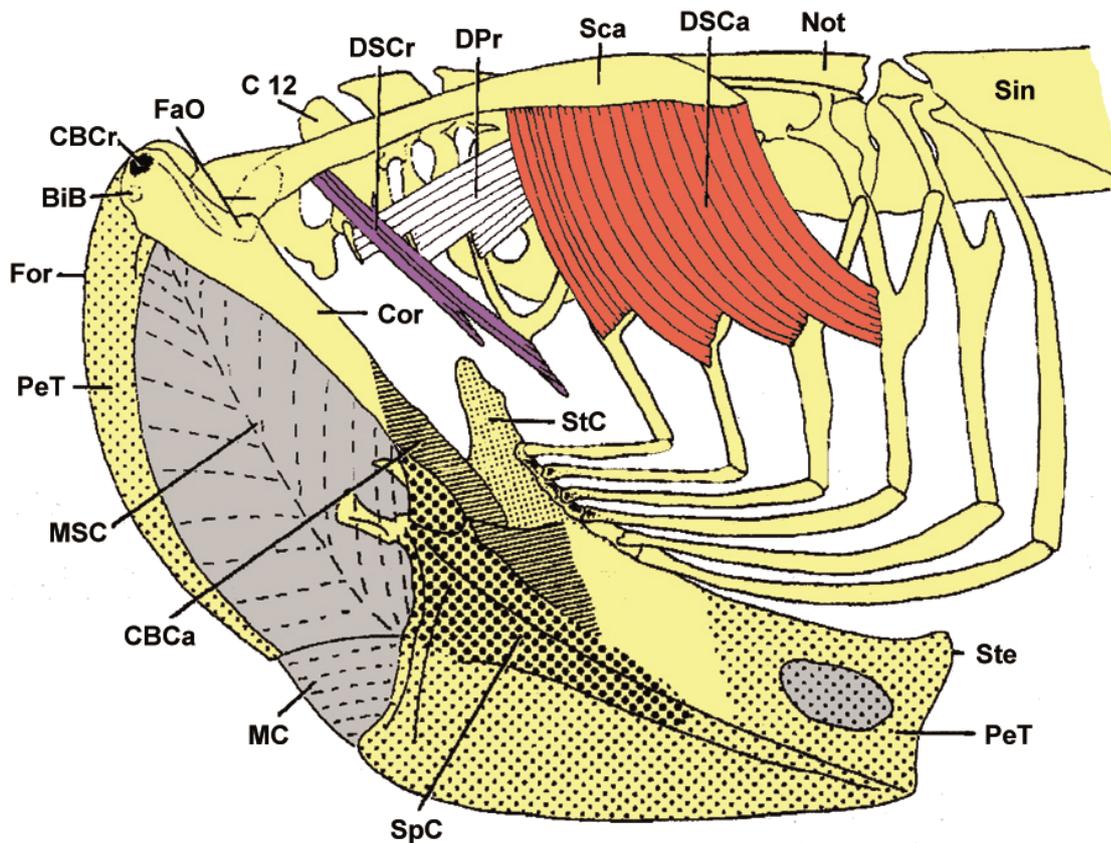


Immagine 1.7 Muscolo dentato superficiale. Veduta laterale sinistra dello sterno, della forcula, del coracoide, della scapola, della coste e della vertebre toraciche del Gheppio americano (*Falco sparverius*) (Modificato da Meyers, 1992a).

George e Berger (1966) riportano che questo muscolo veniva descritto con il nome di “*Musculus serratus superficialis anterior*” da Fürbringer, termine che anche Hudson e Lanzillotti (1955) ripresero successivamente. George e Berger (1966) trattano le varie parti del muscolo dentato superficiale come muscoli separati; il “*Musculus serratus anterior*” da loro citato si riferisce alla parte craniale del muscolo dentato superficiale, il “*Musculus serratus posterior*” è l’equivalente della parte caudale mentre il “*Musculus serratus metapatagialis*” è per loro l’equivalente della parte metapatagiale del muscolo dentato superficiale. La “parte profonda del dentato caudale” descritta da Swinebroad (1954) è da ritenersi il dentato craniale nelle specie che sezionò.

I fascetti craniali (spesso 2) si fondono formando un’aponeurosi comune che passa tra il capo interno e quello esterno del muscolo sottoscapolare e si inserisce sul margine ventrale della scapola. I fascicoli

caudali si fondono formando un'inserzione carnosa sull'apice (estremità caudale) della scapola, estendendosi cranialmente sotto forma di un'aponeurosi per lo più in continuità con quella del capo craniale (in alcune specie). George e Berger (1966) riportano che Beddard sostenne che l'inserzione è sul bordo dorsale nel Genere *Rhea*. E' possibile riscontrare una fascia che connette l'inserzione tendinea al margine ventrale del muscolo sottoscapolare (George e Berger, 1966; Getty, 1982).

Particolarità di specie

Nel Piccione (*Columba livia*) origina mediante due potenti ventri muscolari: uno trae origine sulla superficie laterale della prima costa toracica, al di sotto del rispettivo processo uncinato mentre il secondo e più profondo ventre, nasce dai processi uncinati dell'ultima costa cervicale e dal corpo della costa, al di sotto del processo uncinato. I due ventri passano dorsalmente e si fondono e dando origine ad una aponeurosi larga circa 4 mm che prosegue inserendosi tra i due capi del muscolo sottoscapolare e si inserisce sul margine ventromediale della scapola, circa 5 mm caudalmente il labbro caudale della cavità glenoidea.

Nell'Ittero alirose (*Agelaius phoeniceus*) il muscolo origina da due fascicoli muscolari dalla superficie laterale dell'ultima costa cervicale e dalla prima costa toracica a livello del processo uncinato. I due fascicoli, dall'aspetto appiattito, passano dorsalmente fondendosi a formare un ventre muscolare piatto che dà origine ad una sottile banda aponeurotica che prosegue inserendosi tra i due capi del muscolo sottoscapolare e termina inserendosi sul margine ventrale della scapola a poca distanza dalla cavità glenoidea (George e Berger, 1966).

Nel Gheppio americano (*Falco sparverius*) Meyers (1992a) descrive due ventri che si estendono dalle coste craniali alla superficie ventrale della scapola. Esso è degno di nota in quanto divide il muscolo sottoscapolare in una parte interna ed una esterna. Il muscolo origina mediante due capi dalla superficie ventrolaterale delle coste della tredicesima e della quattordicesima vertebra cervicale distalmente al processo uncinato di C14.

Le fibre muscolari si estendono craniodorsalmente ed i due capi si inseriscono assieme mediante fibre muscolari e tendinee su di una piccola area lungo il margine ventrolaterale della porzione craniale della scapola.

Sempre Meyers sostiene che la descrizione fornita da Berger per il Genere *Polihierax* corrisponde a quella fornita per il Genere *Falco* ad eccezione del fatto che nel primo origina solo dalla prima costa.

Funzione

Nel Gheppio americano (*Falco sparverius*) spinge la parte craniale della scapola ventralmente e tira cranialmente le coste. Si sospetta un ruolo nella respirazione oltre che nella stabilizzazione della spalla (Meyers, 1992a).

La **parte caudale** di questo muscolo viene segnalata come *Musculus serratus superficialis posterior* da Hudson e Lanzillotti (1955) ed è la parte più sviluppata del muscolo dentato superficiale.

Nasce mediante diversi fascicoli dalla superficie laterale dei corpi e dei processi uncinati di varie coste vere e, in alcuni Generi, dalla fascia intercostale. I fascicoli muscolari sono separati solo alla loro origine.

Il ventre comune si inserisce primariamente mediante fibre muscolari, sull'apice della scapola, anche se in molti Uccelli mediante un'aponeurosi cranialmente. L'inserzione può essere solo sulla punta caudale o estendersi al terzo caudale o più della lamina scapolare (George e Berger, 1966).

Particolarità di specie

Nella Famiglia dei *Chatartidae* (Fisher, 1946) nella Gru americana (*Grus americana*) ed altri Uccelli si riscontra uno strato superficiale ed uno profondo, ma nella maggior parte dei casi il muscolo è formato da un solo strato (George e Berger, 1966).

Nel Piccione (*Columba livia*) la parte caudale del muscolo dentato è ben sviluppato, misurando circa 20 mm in larghezza. Origina prevalentemente mediante un'aponeurosi dalla superficie laterale delle prime quattro coste vere, a livello del processo uncinato e dalla fascia intercostale tra le coste. La parte che origina dalla quarta costa viene a trovarsi sotto al bordo craniale del muscolo sartorio. I molteplici fascetti muscolari passano dorsalmente, si fondono ed il capo risultante si inserisce sul margine ventrale degli ultimi 12 mm caudali della scapola. Il muscolo si inserisce mediante fibre muscolari sull'apice della scapola e tramite un'aponeurosi craniale all'apice (George e Berger, 1966).

Nell'Ittero alirose (*Agelaius phoeniceus*) il muscolo è relativamente grosso e largo (9 mm) e origina dalla superficie laterale delle coste vere 2, 3 e 4, ventralmente ai loro processi uncinati e dalla fascia intercostale. Appena passato dorsalmente il ventre piatto si assottiglia e si inserisce mediante fibre muscolari sull'apice della scapola e mediante un'aponeurosi sul margine ventrale della scapola cranialmente e a breve distanza dall'inserzione delle fibre muscolari (George e Berger, 1966).

Meyers (1992a) riporta che nel Gheppio americano (*Falco sparverius*) questa parte di muscolo presenta quattro capi che si estendono dalle coste craniali alla scapola. I suoi capi originano da un'area di forma ovale localizzata sulla superficie laterale delle prime quattro coste toraciche a livello dei relativi processi uncinati e si estendono craniodorsalmente.

La **parte metapatagiale** viene segnalata come *Musculus serratus superficialis metapagialis* da Hudson e Lanzillotti (1955). Secondo George e Berger (1966) è un fascio cutaneo della parte caudale del muscolo dentato superficiale e riportano che Shufeldt lo denominò “dermoulare”.

Prende origine dalla superficie laterale di una o più coste vere al di sotto dei loro processi uncinati.

Il ventre muscolare si inserisce sulla pelle della regione del margine caudale dell'omero nel tratto in cui si inseriscono le penne. In molti Uccelli si viene a creare un tendine fibroelastico in prossimità dell'inserzione muscolare e passa distalmente nel metapatagio (George e Berger, 1966).

Particolarità di specie

Nella Strolaga maggiore (*Gavia immer*) il tendine fibroelastico che nasce in prossimità dell'inserzione termina in prossimità del gomito fondendosi con i tendini del muscoli tricipite ed espansore delle secondarie. Nel Picchio dorato (*Colaptes auratus*) il dentato metapatagiale dà origine ad una larga banda fibrosa che corre distalmente nel metapatagio fino a formare un tendine che termina su un fascetto muscolare diretto prossimamente del muscolo espansore delle secondarie.

In alcuni Passeriformi (ad es. *Tyrannus tyrannus*, *Stelgidopteryx ruficollis*, *Sitta carolinensis*, *Bombycilla cedrorum*, *Dendroica petecchia*, *Molothrus ater* e *Junco hyemalis*) il tendine del dentato metapatagiale raggiunge la parte caudale del gomito e termina in relazione con il muscolo espansore delle secondarie.

In altri Passeriformi ancora (ad es. *Vireo flavifrons*, *Seiurus aurocapillus*, *Agelaius phoeniceus*, *Spinus tristis*, *Spizella pusilla*, *Melospiza melodia*) il tendine non si inserisce sul gomito ma termina nel tessuto connettivo della piega cutanea metapatagiale. George e Berger (1966) riportano che secondo Beddard la parte metapatagiale è assente negli *Struthioniformes* (ad eccezione del Genere *Apterix*), nei pinguini e nei Colibrì in particolar modo non lo hanno riscontrato nel Colibrì magnificente (*Eugenes fulgens*).

Nel Gheppio americano (*Falco sparverius*) questo muscolo superficiale giace lateralmente alla parte caudale del muscolo dentato superficiale e presenta quattro capi esigui che originano dalla superficie distale della porzione vertebrale delle prime quattro coste toraciche, ventralmente all'origine della parte caudale del muscolo dentato superficiale. I quattro ventri muscolari convergono per inserirsi sulla cute del metapatagio subito medialmente al muscolo omerotricipite mediante un'inserzione comune della parte metapatagiale del muscolo grande dorsale.

Questo muscolo venne chiamato parte metapatagiale del muscolo cutaneo massimo da Jollie che lo descrisse come originante dalle prime quattro coste del Genere *Falco* (Meyers, 1992a).

Funzione

Nel Gheppio americano (*Falco sparverius*) la parte metapatagiale del muscolo dentato superficiale, in associazione con la parte metapatagiale del muscolo grande dorsale si ritiene possa tendere la cute nel tratto di metapatagio mediale all'omero (Meyers, 1992a).

1.3.4.4 Muscolo dentato profondo (*Musculus serratus profundus*)

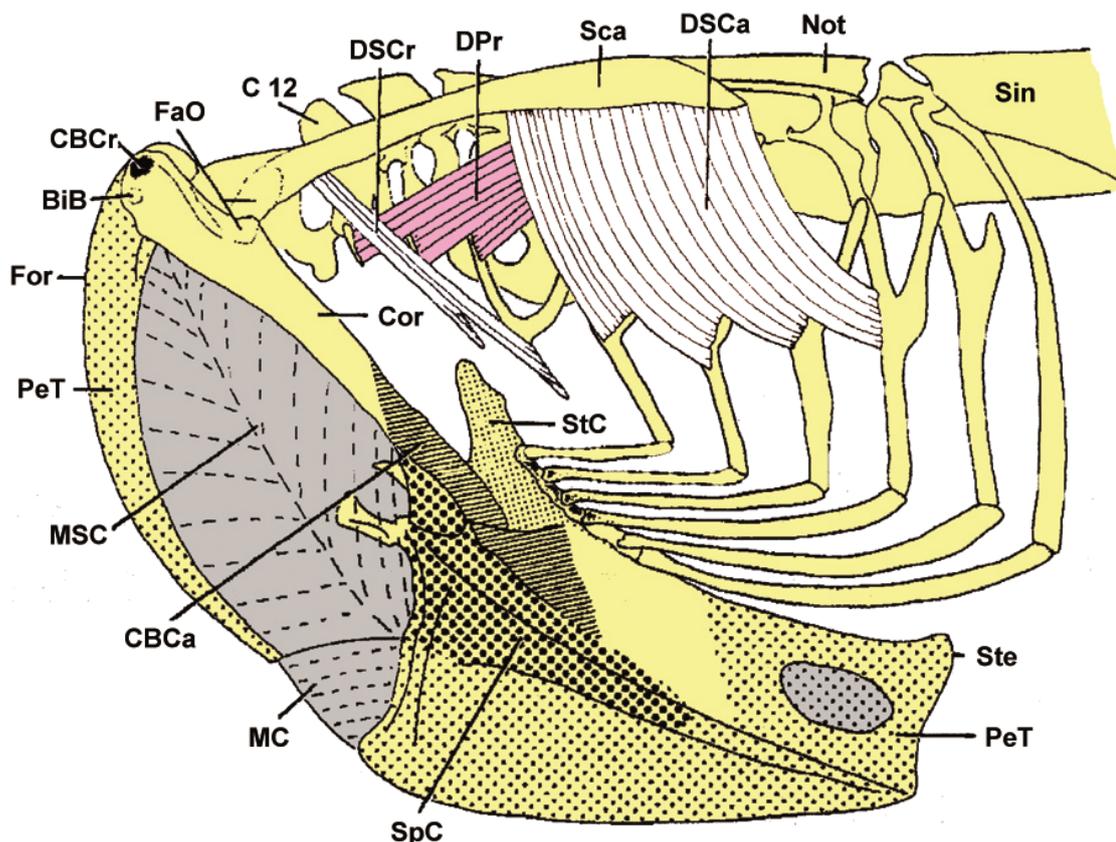


Immagine 1.8 Muscolo dentato profondo. Veduta laterale sinistra dello sterno, della forcula, del coracoide, della scapola, della coste e della vertebre toraciche del Gheppio americano (*Falco sparverius*) (Modificato da Meyers, 1992a).

Origina mediante fascetti carnosì multipli da una o da tutte le seguenti strutture:

- alcune delle vertebre cervicali più caudali ed i loro processi;
- una o più coste cervicali;
- una o più coste toraciche;
- fascia interposta tra le coste cervicali e quelle toraciche.

In funzione dell'origine le fibre passano caudalmente o dorsocaudalmente per inserirsi sulla superficie mediale (costale) della scapola, sotto l'inserzione del romboide profondo per poi estendersi caudalmente, fin verso l'inserzione del dentato superficiale (George e Berger, 1966; Getty, 1982).

Particolarità di specie

Nel Piccione (*Columba livia*) il muscolo è composto da diversi fascicoli muscolari che traggono origine dalla superficie laterale dell'ultima costa cervicale e dalla prima costa toracica. I fascicoli passano dorsocaudalmente per inserirsi sulla superficie mediale della scapola nel tratto compreso tra i due terzi craniali ed il terzo caudale della lamina scapolare. Il muscolo è visibile dorsalmente solo dopo aver rimosso il grande dorsale, il romboide superficiale ed il romboide profondo.

Nell'Ittero alirose (*Agelaius phoeniceus*) il muscolo appare ben sviluppato composto da diversi fasci originati dai processi trasversi della penultima e terzultima vertebra cervicale e dalla superficie laterale dell'ultima costa cervicale e della prima costa toracica. Il fascicolo craniale passa caudalmente ed esternamente mentre il fascicolo caudale passa caudalmente e superiormente. Esiste una piccola zona di fusione dei due fascetti; questi ultimi si inseriscono in successione sulla superficie mediale della scapola per una estensione di circa 9 mm compresa tra l'origine del capo interno del muscolo sottoscapolare (cranialmente) e l'inserzione del muscolo dentato caudale (caudalmente).

Nel Bucero testabianca coronato (*Rhyticeros undulatus*) i fascicoli muscolari nascono dalla superficie laterale di entrambe le coste cervicali e

una piccola parte dalla prima costa toracica. L'inserzione comprende anche l'area adiacente sulle rispettive vertebre.

Genere	Vertebre cervicali			Coste cervicali		Coste toraciche
	10	11	12	1	2	1
Crotophaga	x	x	x	x	x	
Geococcyx	x	x	x		x	
Coua		x	x	x	x	
Coccyzus	x	x				x

Tabella 1.1 Un esempio della variazione dell'origine del muscolo nei vari Generi all'interno della Famiglia dei Cuculidae (George e Berger, 1966).

Nella Gru canadese maggiore (*Grus canadensis tabida*) il dentato profondo origina tramite fascicoli dai processi trasversi dell'ultima vertebra cervicale e dalla superficie laterale, prossima al collo, delle prime tre coste toraciche.

Nel Genere *Paradisea* e nei *Corvidae* i fascicoli originano dai processi trasversi della dodicesima e tredicesima vertebra cervicale e dalla superficie laterale, dorsalmente al processo uncinato, dell'ultima costa cervicale e dalla prima costa toracica (George e Berger, 1966).

Meyers (1992a) sostenne che nel Gheppio americano (*Falco sparverius*) il muscolo presenta tre parti piatte e composte da fibre parallele che si estendono dalla superficie laterale della parte craniale delle prime tre coste (12°, 13° e 14° vertebra cervicale). I tre ventri si estendono caudodorsalmente e si inseriscono sulla superficie ventrale della parte caudale della scapola, subito caudalmente all'inserzione del muscolo romboide profondo.

Funzione

Nel Gheppio americano (*Falco sparverius*) spinge la parte caudale della scapola ventralmente e cranialmente. Si presume possa avere un ruolo accessorio nella respirazione Meyers (1992a).

Il seguente gruppo di muscoli:

- Romboide superficiale
- Romboide profondo
- Dentato superficiale e caudale
- Dentato profondo

originano dallo scheletro assile e si inseriscono sulla scapola.

Sembrerebbero essere per lo più implicati nella stabilizzazione della scapola, mentre altri muscoli che originano dalla scapola hanno il compito prevalente di controllare i movimenti locomotori primari dell'ala stessa. Tuttavia i dentati possono anche fungere da muscoli ausiliari della respirazione, essendo inseriti sulle coste e sulla parete toracica (Getty, 1982).

1.3.4.5 Muscolo scapolo-omerale craniale (*Musculus scapulohumeralis cranialis*)

George e Berger (1966) riportano che il muscolo proscapolo-omerale di Howell (1937) equivale allo scapolo-omerale anteriore di Gadow e Selenka (1891), di Fürbringer (1902) e anche con quello di Hudson e Lanzillotti (1955). Riportano anche che Shufeldt (1890) lo chiamò “muscolo sopraspinato”. Il muscolo che Fisher (1946) descrisse come muscolo proscapolo-omerale oggi è conosciuto come capo laterale (*pars externa*) del muscolo sottoscapolare. Il “muscolo proscapolare breve” di Fisher (1946) è il muscolo proscapolo-omerale nei *Catartidae* e nella Gru americana. Swinebroad (1954) utilizzò il termine “proscapolo-omerale breve” come sinonimo del fascio che Shufeldt denominò “*teres minor*” secondo quando riportato da George e Berger (1966), che pare fosse il capo

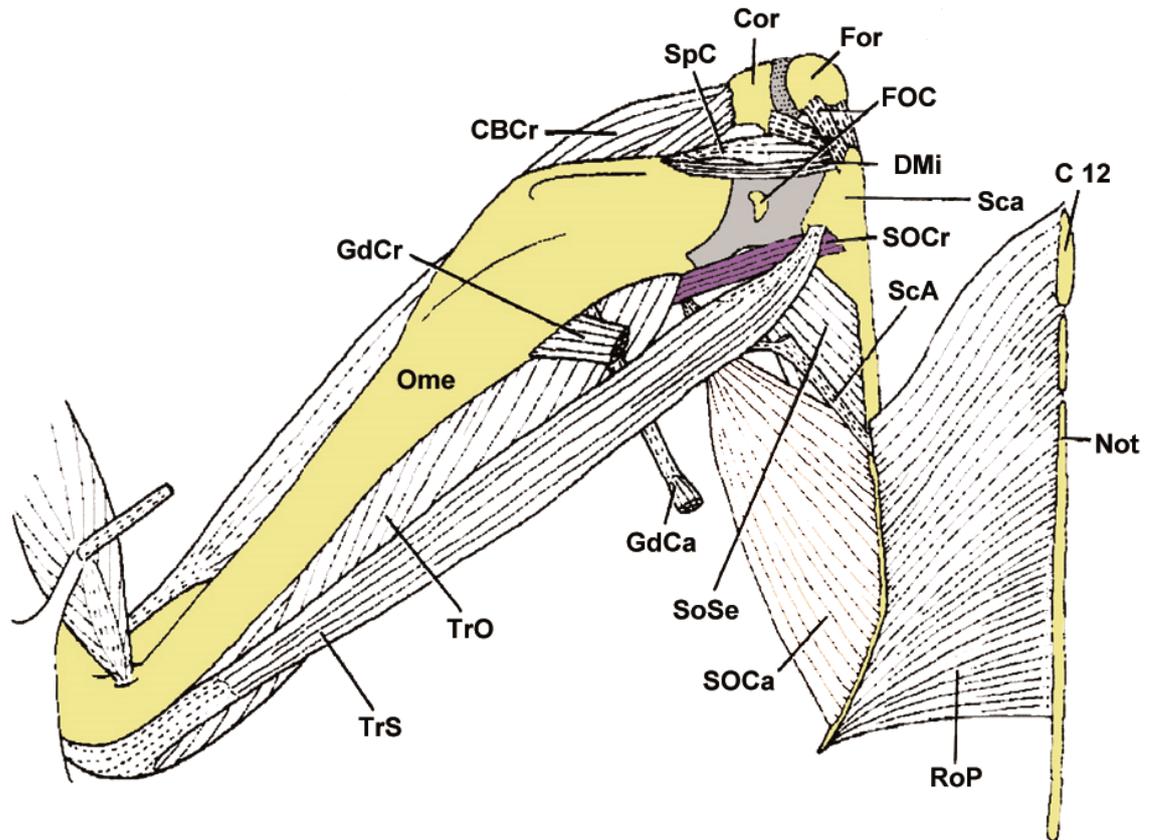


Immagine 1.9 Muscolo scapolo-omerale craniale. Veduta dorsale della muscolatura profonda della spalla e del braccio del Gheppio americano (*Falco sparverius*). La parte maggiore del muscolo deltoide, il muscolo romboide superficiale ed il capo caudale della parte propatagiale del muscolo deltoide sono stati rimossi. La parte craniale e la caudale del muscolo grande dorsale nonché la “scapular anchor” sono state resecate (Modificato da Meyers, 1992a).

dorsale del muscolo sottocoracoideo. Sempre George e Berger lo chiamarono “*proscapulohumeralis*” e ritennero che il muscolo a cui si riferiva Swinebroad come “proscapolo-omerale breve” fosse semplicemente un capo del muscolo sottocoracoideo.

Il muscolo scapolo-omerale craniale è generalmente un muscolo piccolo o addirittura incostante o assente in alcune specie (si veda oltre).

Origina in prossimità della cavità glenoidea della scapola, solitamente tra l’area di origine dei muscoli scapolotricipite e sottoscapolare (capo esterno). Il ventre passa inferiormente ed cranialmente, al di sopra del muscolo sottoscapolare, per inserirsi poi sull’omero.

Solitamente si inserisce nella fossa pneumotricipitale dell’omero tra i due capi di origine del muscolo omerotricipite (George e Berger, 1966).

Sempre George e Berger riportano che lo schema di inserzione nell'Indicatore golamacchiata (*Indicator variegatus*) pare essere identico a quello illustrato da Bock nei Frosoni (Genere *Coccothraustes*).

Questo muscolo della regione omobrachiale, di solito piccolo e interamente carnoso, manca nel Piccione (*Columba livia*), in alcuni Psittaciformi (ad es. *Cacatua*) ed in diverse altre specie di Uccelli. Può essere molto delicato e sfuggire facilmente all'attenzione, essendo spesso nascosto dal muscolo scapolotricipite del muscolo tricipite brachiale. Il ventre carnoso incrocia la superficie laterale del muscolo sottoscapolare (Getty, 1982).

George e Berger (1966) riportarono che Mitchell discusse circa la notevole variazione dello sviluppo del muscolo proscapolo-omerale nei Gruiformi. Egli sostenne inoltre che il muscolo proscapolo-omerale si inserisce sull'omero "vicino alla origine biforcuta" del muscolo omerotricipite e che il muscolo è particolarmente ridotto in *Otis* (*Otididae*) ed è attaccato all'inserzione omerale del muscolo scapolotricipite. Mitchell, però, non studiò il Genere *Grus* nel quale secondo quanto riportato da George e Berger (1966), Fisher e Goodman e lo stesso Berger riscontrarono una incostanza nella presenza di questo muscolo. Sempre Berger, ritrovò il proscapolo-omerale bilateralmente in un campione di Gru canadese (*Grus canadensis*), unilateralmente in un'altra e assente in un terzo campione. Il muscolo è così piccolo e delicato nelle Gru che d'altra parte potrebbe essere stato distrutto in seguito ad una non corretta conservazione del campione che avrebbe potuto non rendersi conto che era coinvolto un muscolo separato.

Particolarità di specie

Secondo quanto riportato da George e Berger (1966), nella Gru americana si ritrova una minuscola banda di fibre muscolari lunga 3 cm e larga solo 2 mm. Origina dal margine ventrale della scapola subito caudalmente alla cavità glenoidea e cranioventralmente all'origine del muscolo scapolotricipite. Il proscapolo-omerale si inserisce mediante fibre

muscolari, non mediante tendine come nella Gru americana, sull'omero circa 5 mm prossimamente all'inserzione della parte caudale del muscolo grande dorsale e cranialmente all'origine del muscolo omerotricipite. L'area d'inserzione è a livello del margine inferiore della fossa pneumotricipitale dell'omero, totalmente craniale all'inserzione del muscolo omerotricipite.

George e Berger (1966) riportano che Fürbringer descrisse ed illustrò un muscolo proscapolare nei Generi in cui non si inserisce sulla fossa pneumotricipitale. Ad esempio in *Ciconia*, *Pelecanus* ed alcuni gufi il muscolo si inserisce prossimamente e/o cranialmente la maggior parte dell'origine dell'omerotricipite. Nell'Assiolo americano orientale (*Megascops asio*) il muscolo scapolo-omerale craniale si inserisce sulla parte mediale dell'osso, anteriormente e prossimalmente alla fossa pneumotricipitale. Il muscolo è riportato come assente nel Piccione (*Columba livia*), negli *Struthioniformes*, Pinguini, *Fregata*, *Platalea*, *Threskiornis*, *Chauna*, *Chunga*, *Psophia*, *Opisthocomus*, *Pterocles*, *Columbidae*, *Cacatua*, *Buceros* e *Bucorvus*. Sempre George e Berger (1966) non lo riscontrarono in *Goura victoria* e *Gallicolumba luzonica*.

Nell'Ittero alirose (*Agelaius phoeniceus*) il muscolo è relativamente ben sviluppato. Possiede una origine muscolare di circa 6 mm a livello della superficie laterale della scapola, tra il bordo della cavità glenoidea (cranialmente) e l'origine del muscolo scapolo-omerale caudale (caudalmente). Il ventre muscolare passa sopra e cranialmente, diviene rotondeggiante e si inserisce nella fossa pneumotricipitale dell'omero tra l'origine dei due capi del muscolo omerotricipite (George e Berger, 1966).

Funzione

Secondo Meyers (1992a) in funzione della sua posizione nel Gheppio americano (*Falco sparverius*), dovrebbe addurre e ritrarre l'omero ma il muscolo è troppo piccolo per produrre un movimento rilevante. Ciò sarebbe confermato dal fatto che è composto da fibre toniche, osservazione che induce a presumere una funzione posturale (Meyers, 1992b).

1.3.4.6 Muscolo scapolo-omerale caudale (*Musculus scapulohumeralis caudalis*)

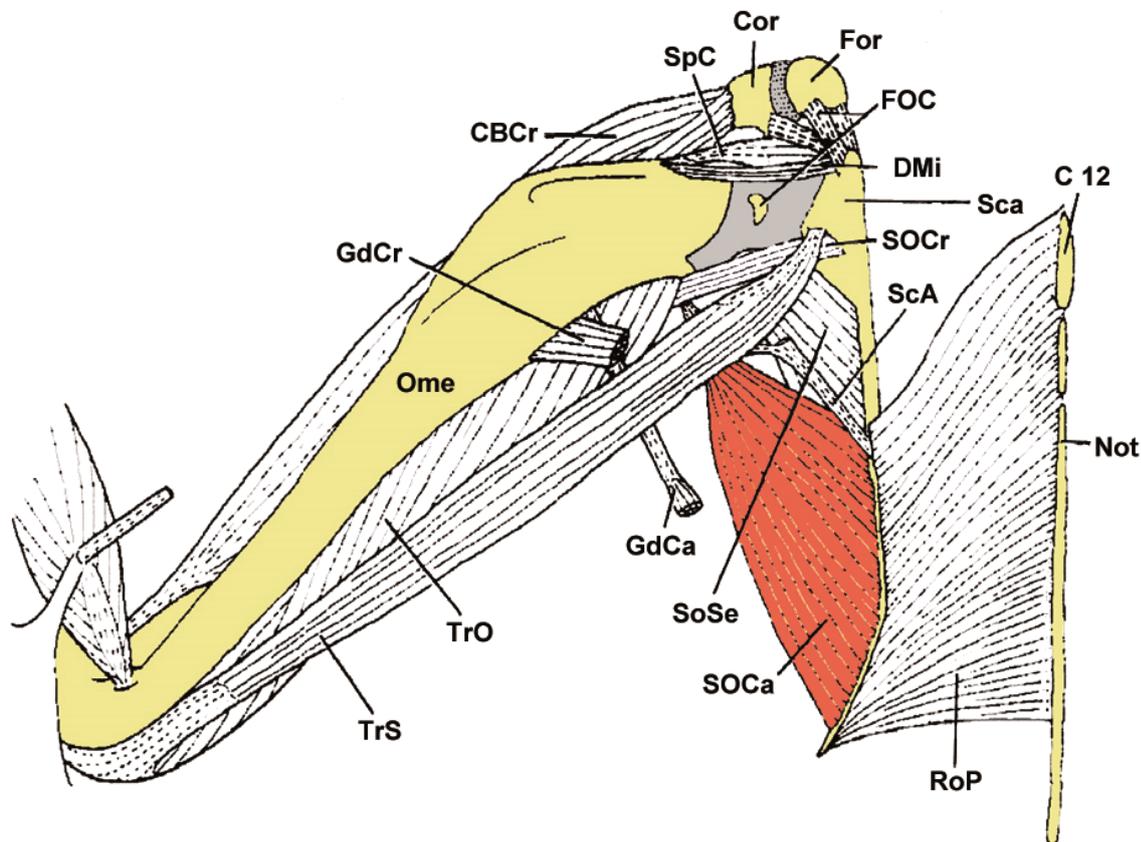


Immagine 1.10 Muscolo scapolo omerale craniale. Veduta dorsale della muscolatura profonda della spalla e del braccio del Gheppio americano (*Falco sparverius*). La parte maggiore del muscolo deltoide, il muscolo romboide superficiale ed il capo caudale della parte propatagiale del muscolo deltoide sono stati rimossi. La parte craniale e la caudale del muscolo grande dorsale nonché la “scapular anchor” sono state resecate (Modificato da Meyers, 1992a).

Fisher (1946) e George e Berger (1966) chiamano questo muscolo scapolare dorsale, mentre Gadow, Selenka e Fürbringer lo definirono scapolo-omerale caudale secondo quanto riportato da George e Berger (1966), anche Hudson e Lanzillotti (1955) utilizzano tale nome. George e Berger (1966) sostengono che il muscolo scapolo-omerale caudale è stato riscontrato in tutti gli Uccelli da loro studiati e sono presenti solo lievi variazioni tra i vari gruppi.

Questo muscolo origina soprattutto mediante fibre muscolari dalla superficie laterale della scapola e mediante un’aponeurosi dal margine ventrale della metà caudale ai tre quarti della lamina scapolare, dorsalmente

e caudalmente all'origine del capo esterno del muscolo sottoscapolare. Nel Genere *Geococcyx* l'origine è limitata alla metà caudale della scapola.

Il ventre è completamente nascosto dal grande dorsale in alcuni Uccelli (ad es. *Spheniscus*, *Fulmarus*, *Tauraco* e nella Famiglia dei *Cuculidae*) mentre in altri (ad es. *Polihierax*, *Rhyticeros*, *Goura*, *Chloroceryle*, *Procnias*) l'ampio spazio tra le due parti del muscolo stesso lascia esposta buona parte dello scapolo-omerale caudale.

Si inserisce mediante fibre carnose, avvolte da un denso involucro tendineo o mediante un breve, robusto tendine sulla superficie dorsale (anconeale) della cresta bicipitale dell'omero, distalmente all'inserzione del tendine omerale del bicipite brachiale. L'area di inserzione può essere opposta o subito distale al piano della fossa pneumotricipitale (George e Berger, 1966; Getty, 1982).

Particolarità di specie

Nel Piccione (*Columba livia*) questo ben sviluppato muscolo origina soprattutto mediante fibre carnose dalla superficie laterale della scapola e mediante aponeurosi dal margine ventrale degli ultimi 30 mm caudali di lamina scapolare. Cranialmente trae origine dorsalmente all'inserzione prossimale del capo esterno del muscolo sottoscapolare. Il ventre lascia spazio ad una larga inserzione tendinea e muscolare sulla superficie dorsale (anconeale) della cresta bicipitale dell'omero all'interno della fossa pneumotricipitale. Le fibre muscolari e tendinee che danno origine al muscolo omerotricipite nascono su entrambi i lati dell'area di inserzione dello scapolo-omerale caudale.

Nell'Ittero alirose (*Agelaius phoeniceus*) il muscolo origina caudalmente all'inserzione prossimale del muscolo proscapolo-omerale dalla maggior parte della superficie laterale e ventrale della metà caudale (approssimativamente) della scapola. L'origine dalla superficie laterale è primariamente per fibre carnose, mentre l'inserzione sul margine ventrale è data da un'aponeurosi. Il largo ventre si inserisce mediante tendine sulla

superficie dorsale della terminazione caudale della cresta bicipitale dell'omero (George e Berge, 1966).

Nel Gheppio americano (*Falco sparverius*) il muscolo ha forma triangolare, origina mediante fibre muscolari dalla superficie dorsale del quarto caudale della scapola. Le fibre si estendono craniolateralmente passando al di sotto del muscolo tricipite brachiale. A questo livello genera un tendine che si inserisce, assieme a fibre muscolari, su di una piccola area rotondeggiante sulla parte caudale della fossa pneumotricipitale dell'omero, caudalmente all'origine del muscolo omerotricipite. Alcune fibre muscolari si inseriscono sull'epimysio dell'adiacente origine della parte interna del muscolo omerotricipite.

Funzione

Nel Gheppio americano (*Falco sparverius*) probabilmente ritrae ed adduce l'omero (Meyers, 1992a).

1.3.4.7 Muscoli sottocoracoscapolare (*Musculus subcoracoscapularis*)

Nome attribuito al complesso di più muscoli che si inseriscono a livello profondo (mediale) sulla scapola, sul coracoide e sull'omero. Fürbringer, secondo quanto riportato da George e Berger (1966), chiamò l'intero complesso muscolo sottocoracoscapolare, che possiede quattro capi in molti Uccelli: *caput scapolare internum* (muscolo sottoscapolare parte interna), *caput scapolare externum* (muscolo sottoscapolare parte esterna), *caput subcoracoideus posterior* e *caput subcoracoideus anterior*. In virtù della descrizione dei muscoli come entità separate, ognuna composta da due capi, effettuata da Howell e più tardi ripresa da molti lavori americani secondo quanto riportato da George e Berger (1966), nonché dalla Nomina Anatomica Avium (Baumel *et al.*, 1993) si preferirà trattare ogni singolo muscolo singolarmente.

1.3.4.7.1 Muscolo sottoscapolare (*Musculus subscapularis*)

Il muscolo sottoscapolare origina mediante 2 capi, ambedue dalla scapola.

Parte esterna: dalla superficie laterale e dal margine ventrale della scapola, caudalmente all'origine del muscolo scapolotricipite e del scapolo-omerale caudale. Alcune delle fibre di questo capo possono nascere anche dorsalmente o ventralmente l'area d'origine del muscolo scapolo-omerale caudale.

Parte interna: dalle superfici mediale della scapola. Può prendere origine anche dall'acromion (Generi *Crotophaga*, *Coccyzus*) o, più sovente, a livello della cavità glenoidea. Il capo interno può avere le stesse dimensioni del capo esterno o addirittura essere più sviluppato (ad es. *Corvidae*). L'aponeurosi di inserzione del dentato craniale passa sempre tra i due capi.

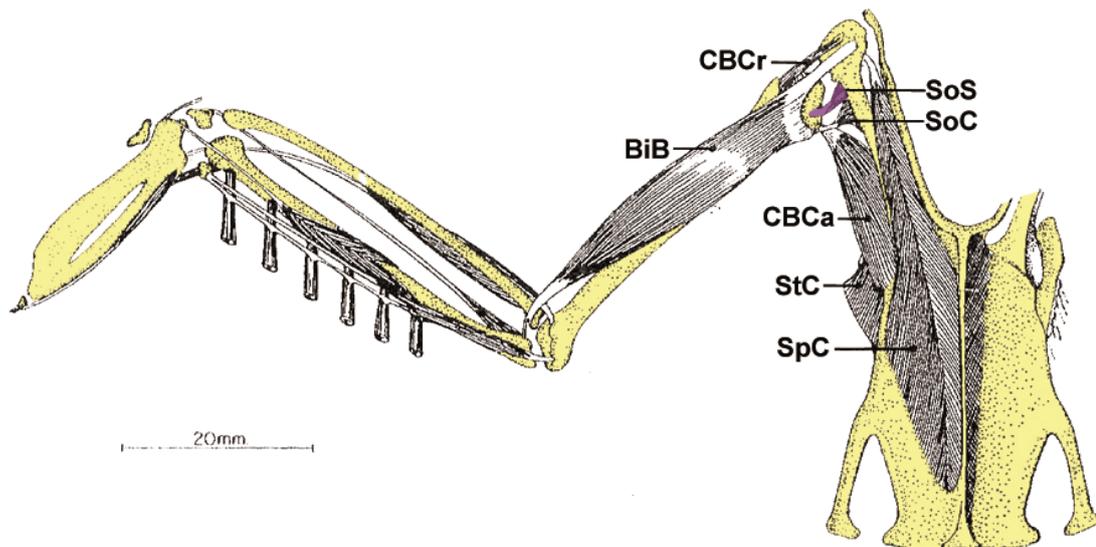


Immagine 1.11 Muscolo sottoscapolare. Veduta ventrale dello strato profondo dei muscoli dell'ala dello Storno di Reunion (*Fregilupus varius*) (Modificato da George e Berger, 1966).

Subito dopo esser stati attraversati dal dentato craniale, i due capi si fondono e si inseriscono mediante singolo tendine, sul tubercolo ventrale dell'omero. In alcuni Uccelli il tendine si fonde con quello del muscolo sottocoracoideo e si inseriscono assieme (George e Berger, 1966; Getty, 1982). Il muscolo che Fisher (1946) descrisse come “proscapolo-omerale breve” nei *Cathartidae* e nella Gru americana è la parte esterna del

muscolo sottoscapolare. E' difficile visualizzare l'origine del muscolo sottoscapolare dalla "superficie ventrale" dell'osso omeroscapolare, come riportato in certi *Fringillidae* da Swinebroad (1954).

Particolarità di specie

Nel Piccione (*Columba livia*) il muscolo origina mediante due capi dalla superficie laterale (*pars externa*) e mediale (*pars interna*) della porzione craniale della scapola. Il capo esterno origina da un tratto della superficie laterale della scapola di circa 20 mm, caudalmente alla origine del muscolo scapolotricipite. Il capo interno nasce dalla superficie mediale, cranialmente, nei primi 16 mm della scapola. I due capi si fondono in un tendine comune che assieme al tendine del muscolo sottocoracoideo forma un tendine bilaminare o a forma di V. Termina inserendosi sull'estremità prossimale del tubercolo ventrale dell'omero.

Nell'Ittero alirose (*Agelaius phoeniceus*) il capo esterno del muscolo sottoscapolare nasce dalla superficie ventrale e da quella laterale della scapola per un tratto di circa 10 mm, prendendo inserzione sul bordo caudale della cavità glenoidea ventralmente all'origine del muscolo scapolo-omeroale caudale. Il capo interno origina mediante fibre carnose dalle superfici mediale e ventromediale della lamina della scapola approssimativamente nella sua metà craniale. L'inserzione mediante aponeurosi del muscolo dentato craniale passa tra i due capi che successivamente si fondono in un largo e piatto tendine che si inserisce sulla superficie prossimale del tubercolo ventrale dell'omero (George e Berger, 1966).

Meyers (1992a) riporta che nel Gheppio americano (*Falco sparverius*) la parte esterna origina mediante fibre carnose dalla superficie dorsale ed il margine dorsolaterale della scapola, cranialmente all'origine del muscolo scapolo-omeroale caudale. La parte interna presenta un'origine muscolare dalla superficie ventrale della scapola.

Funzione

Nel Gheppio americano (*Falco sparverius*) probabilmente ritrae l'omero ma potrebbe anche essere in grado di prostrarlo, in funzione dell'orientamento dell'osso (Meyers, 1992a).

1.3.4.7.2 Muscolo sottocoracoideo (*Musculus subcoracoideus*)

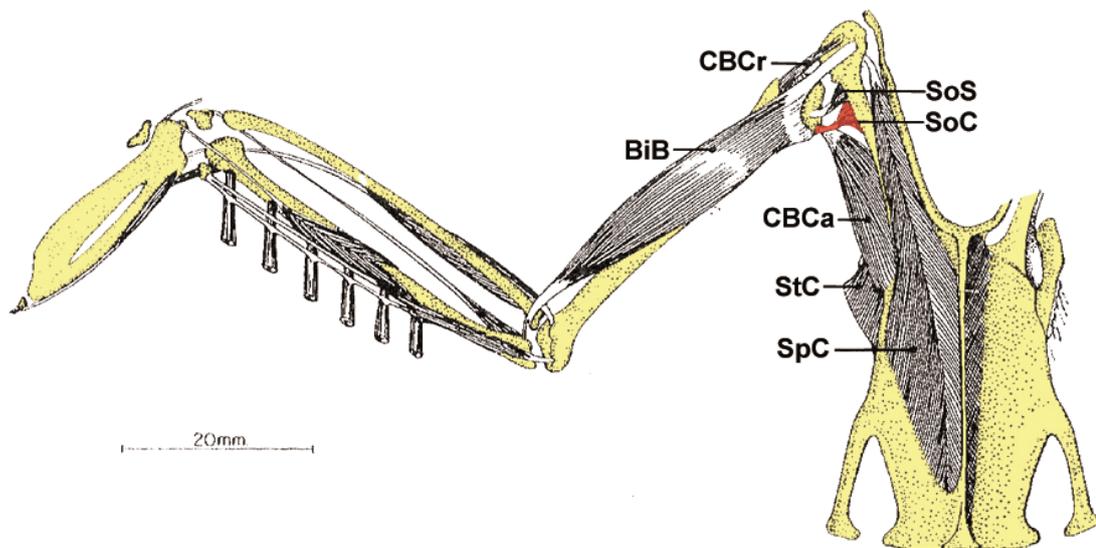


Immagine 1.12 Muscolo sottocoracoideo. Veduta ventrale dello strato profondo dei muscoli dell'ala dello Storno di Reunion (*Fregilupus varius*) (Modificato da George e Berger, 1966).

Questo muscolo presenta, nella maggior parte degli Uccelli, due capi. Il capo ventrale origina dal coracoide, solitamente subito cranialmente all'impressione del muscolo sternocoracoideo e/o dalla membrana sternocoracoclavicolare o dallo sterno. Origina esclusivamente dalla membrana coracoclavicolare in alcune specie della Famiglia dei *Cuculidae* (ad es. *Coua*, *Crotophaga*, *Coccyzus*, *Chrysoccyx*). Un capo dorsale o trasverso origina dalla superficie mediale dell'apice della clavicola, dal coracoide, il legamento coracoclavicolare o dall'acromion a livello della scapola (George e Berger, 1966). Sempre George e Berger riportano che l'origine clavicolare è riportata come rara da Gadow e Selenka, ad eccezione di alcune specie della Famiglia dei *Cuculidae* ove è caratteristica.

Questo muscolo si inserisce mediante un potente tendine sul tubercolo ventrale dell'omero prossimalmente all'origine omerale del muscolo bicipite brachiale (George e Berger, 1966).

Particolarità di specie

Il capo clavicolare è estremamente sviluppato nel Turaco guancebianche (*Turaco leucotis*) secondo le osservazioni di Berger (George e Berger, 1966). In questa specie il muscolo possiede una vasta origine da un'area di 17 mm sulla superficie mediale dell'estremità superiore della clavicola, dal legamento coracoclavicolare e dall'acromion. Il capo ventrale in *Tauraco* nasce da un'area di 10 mm alla base della faccia caudale del coracoide e l'adiacente membrana coracoclavicolare.

Nei *Corvidae* il capo ventrale origina dal margine dorsomediale del coracoide, in prossimità dell'estremità sternale dell'osso. Il capo dorsale è corto e origina da una piccola area sulla superficie mediale dell'estremità dorsale del coracoide e dalla adiacente scapola "in intimo rapporto con l'estremità craniale della parte interna del muscolo sottoscapolare" (Hudson e Lanzillotti, 1955).

Il muscolo sottocoracoideo origina mediante due capi anche nell'Uccello del paradiso rosso (*Paradisaea rubra*) secondo Berger (George e Berger, 1966): il più sviluppato capo ventrale origina dalla superficie caudale della base del coracoide mentre il più corto capo dorsale origina da un'area larga 3 mm sulla superficie mediale dell'acromion.

I due capi nel Bucero testabianca coronato (*Rhyticeros undulatus*) hanno inserzioni differenti da quelle fino ad ora descritte: il capo ventrale origina mediante un grosso tendine (in comune con un ventre profondo del muscolo sopracoracoideo) che si inserisce sul margine dorsale del solco coracoideo a livello dello sterno; il ventre dorsale nasce dalla superficie dorsale del coracoide subito inferiormente all'articolazione coracoscapolare.

In alcuni Uccelli (ad es. *Cathartidae*, *Polihiërax semitorquatus*, *Grus americana*, *Grus canadensis* e *Goura victoria*), il muscolo sottocoracoideo presenta un singolo capo, che trae origine dal coracoide.

Nella Gru canadese (*Gru canadensis*) è un piccolo muscolo di forma triangolare che origina dalla superficie craniomediale del coracoide, subito sopra la metà dell'osso.

Nel Genere *Goura* il muscolo sottocoracoideo è un muscolo particolarmente sviluppato che origina dal margine posteromediale del coracoide e si estende per quasi tutta la sua lunghezza.

Nel Piccione (*Columba livia*) il muscolo è composto da due capi ben sviluppati. Il capo dorsale o trasverso origina dalla superficie mediale dell'apice della clavicola, dalla membrana sternocoracoclavicolare inferiormente all'apice della clavicola e dalla superficie ventromediale dei 5 mm craniali della scapola. Il capo ventrale, molto sviluppato in lunghezza e larghezza, origina mediante fibre carnose dalla superficie caudale della membrana coracoclavicolare approssimativamente nei primi due terzi ventrali e dal margine craniale dello sterno. I due capi si fondono per poi dare origine ad un tendine comune anche al muscolo sottoscapolare. La porzione di tendine avente la funzione di inserzione per il muscolo sottocoracoideo, termina a livello del tubercolo ventrale dell'omero, distalmente all'inserzione del muscolo sottoscapolare.

Nell'Ittero alirose (*Agelaius phoeniceus*) il capo dorsale risulta molto sviluppato e origina mediante fibre carnose dalla maggior parte dell'estremità craniale della scapola. Il ventre si snoda esternamente caudalmente al coracoide e ventralmente alla scapola per poi fondersi con il capo ventrale. Il lungo capo ventrale origina dalla superficie caudale del coracoide approssimativamente nella sua metà ventrale. Il ventre si dirige dorsalmente per poi fondersi con il capo dorsale a livello del processo procoracoideo del coracoide. Il relativamente corto e piatto tendine comune si inserisce sulla superficie posteroproximale della base del tubercolo ventrale dell'omero caudalmente ed in vicinanza dell'inserzione del muscolo sottoscapolare (George e Berger, 1966).

Nel Gheppio americano (*Falco sparverius*) Meyers (1992a) descrive un capo craniale più piccolo che origina dalla membrana sternocoracoclavicolare e dalla adiacente coracoide subito cranialmente all'incisura del nervo sopracoracoideo e si estende cranialmente fino a raggiungere l'articolazione acrocoracoclavicolare in prossimità della parte interna del muscolo sottoscapolare per poi estendersi caudolateralmente. La parte caudale, più larga della precedente origina dalla metà caudale della membrana sternocoracoclavicolare e si estende lateralmente. Entrambi i ventri si inseriscono assieme per mezzo di un tendine comune sottoscapolare sul tubercolo ventrale dell'omero.

Funzione

La sua posizione gli permette di deprimere e supinare l'omero (Meyers, 1992a).

1.3.4.8 Muscolo coracobrachiale craniale (*Musculus coracobrachialis cranialis*)

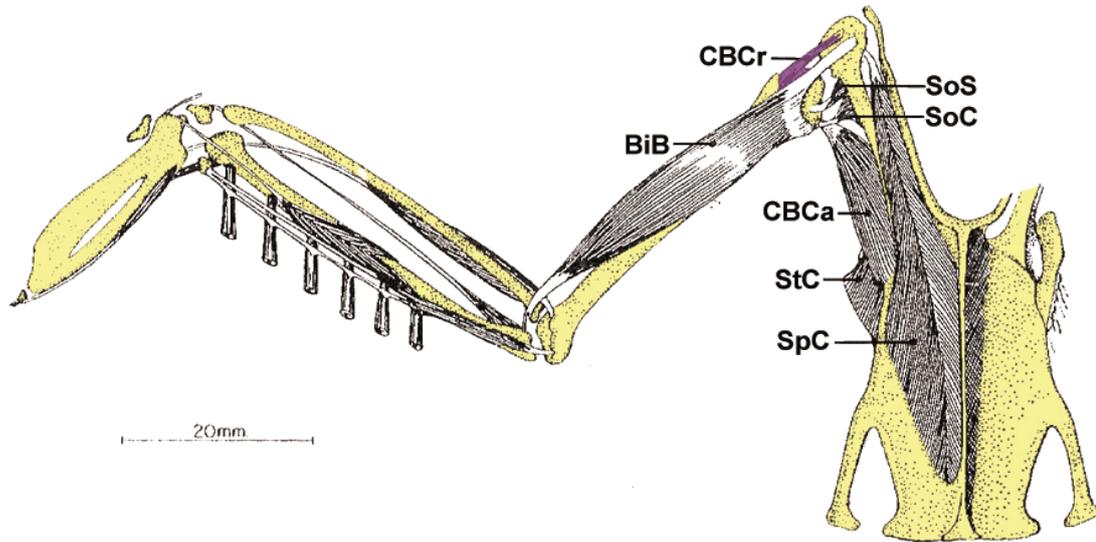


Immagine 1.13 Muscolo coracobrachiale craniale. Veduta ventrale dello strato profondo dei muscoli dell'ala dello Storno di Reunion (*Fregilupus varius*) (Modificato da George e Berger, 1966).

George e Berger (1966) utilizzano il termine di coracobrachiale anteriore per descrivere questo muscolo e riportano che Sullivan sostenne che l'omologo del muscolo coracobrachiale craniale (quello che George e Berger riportano che Shufeldt denominò "coraco-omerale) nei Generi *Lacerta* e *Didelphys* è da considerarsi il coracobrachiale.

Il muscolo coracobrachiale craniale è un piccolo muscolo localizzato sulla superficie ventrale dell'articolazione coraco-scapolo-omerale. In molti Uccelli il muscolo è parzialmente incluso nella capsula articolare.

Questo muscolo, formato da fibre parallele, è di norma circondato da una robusta guaina (aponeurosi) e origina mediante un tendine o fibre carnose dall'apice del coracoide. In alcuni Uccelli anche dal legamento coraco-omerale (*Corvidae*) e/o dalla superficie profonda del tendine del bicipite (*Anser caerulescens*, *Coua caerulea*).

L'inserzione si presenta allungata verticalmente sulla superficie ventrale dell'estremità prossimale dell'omero, tra le inserzioni dei muscoli pettorale e sopracoracoideo ovvero alla base della cresta delto-pettorale e sotto l'inserzione del pettorale.

Il ventre di questo muscolo varia considerevolmente in relazione allo sviluppo nelle differenti specie. Nella famiglia dei *Cuculidae*, per esempio,

questo muscolo sembra avere due schemi di sviluppo. Nei Generi *Geococcyx*, *Morococcyx* e *Coua* il ventre appare più largo che nella maggior parte degli altri Uccelli, estendendosi dorsalmente attorno al margine craniale dell'omero fino alla superficie dorsale (anconeale), dove giace in contatto con il ventre del muscolo deltoide minore. I due muscoli nascondono il tendine d'inserzione del muscolo sopracoracoideo. Nei Generi *Coccyzus*, *Chrysococcyx* ed in tutti gli altri Generi di cuculi esaminati, il muscolo coracobrachiale craniale è una stretta lamina muscolare che non avvolge il margine craniale dell'omero; il ventre è parzialmente incluso nella capsula articolare.

Il muscolo risulta debolmente sviluppato nelle specie *Goura victoria*, *Gallicolumba luzonica*, *Chloroceryle americana*, *Indicator variegatus*, *Procnias nudicollis*, *Spizella arborea*.

Il coracobrachiale craniale è ipertrofico nelle specie *Chordeiles minor*, *Chaetura pelagica*, *Upupa epops* e *Pharomachrus mocino*. Pare esibisca il suo massimo sviluppo nella Famiglia dei *Tinamidae* e nell'Ordine degli *Struthioniformes* (George e Berger, 1966; Getty, 1982).

Particolarità di specie

Nel Piccione (*Columba livia*) il ventre risulta particolarmente sviluppato e origina primariamente mediante fibre tendinee dalla superficie laterale dell'apice del coracoide. Il ventre si dirige esternamente racchiuso in una fascia, sulla superficie ventrale della capsula articolare coraco-scapolo- omerale e si inserisce sull'angolo craniale dell'omero tra la testa dell'omero e l'area di inserzione della parte toracica del muscolo pettorale.

Nell'Ittero alirose (*Agelaius phoeniceus*) il muscolo coracobrachiale craniale è assente. Non sono visibili fibre muscolari macroscopicamente sulla superficie ventrale della capsula articolare coraco-scapolo-omeroale e nessuna è stata trovata in seguito a esami istologici (George e Berger, 1966).

Funzione

Nel Gheppio americano (*Falco sparverius*) protrae l'omero (Meyers, 1992a). Stegmann (1964) suggerì che questo muscolo fosse coinvolto nel mantenimento della posizione dell'ala durante il volo planato in virtù dell'accentuato sviluppo di questo muscolo negli Uccelli che presentano questo tipo di volo.

1.3.4.9 Muscolo coracobrachiale caudale (*Musculus coracobrachialis caudalis*)

George e Berger (1966) riportano che questo muscolo corrisponde al “*pectoralis tertius*” di Shufeldt ed è il secondo dei muscoli che furono chiamati “*pectoralis minor*” da Watson e Lowe.

Sempre George e Berger utilizzano il termine di coracobrachiale posteriore per descrivere questo muscolo.

Pare esistano piccole differenze per quanto concerne lo sviluppo di

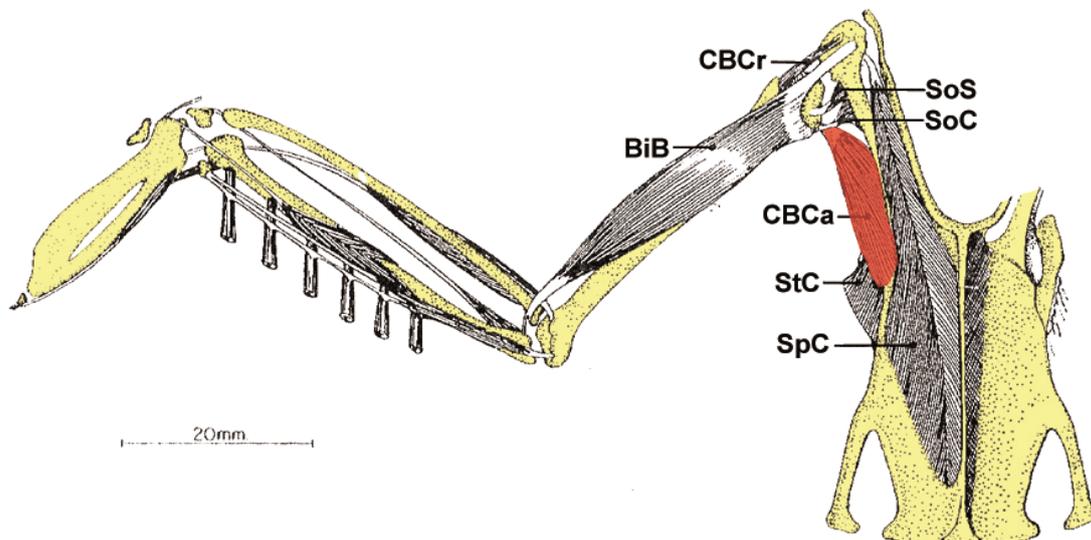


Immagine 1.14 Muscolo coracobrachiale caudale. Veduta ventrale dello strato profondo dei muscoli dell'ala dello Storno di Reunion (*Fregilupus varius*) (Modificato da George e Berger, 1966).

questo muscolo nei vari Uccelli.

Il muscolo si presenta bipennato e origina dall'estremità sternale del coracoide a livello di impressione sternocoracoidea, dal margine craniolaterale del corpo dello sterno (solitamente mediante fibre tendinee)

e, in alcuni Uccelli (ad es. *Geococcyx*, *Crotophaga*), dalla membrana coracoclavicolare adiacente al coracoide.

Si inserisce mediante un breve e robusto tendine sulla superficie della doccia del tubercolo ventrale dell'omero.

Le fibre muscolari convergono su di una densa aponeurosi che riveste, in particolare, la superficie dorsale del muscolo, alla quale può attaccarsi anche un ramo del tendine prossimale o scapolare dell'espansore delle secondarie (in alcune specie). Il coracobrachiale caudale giace lateralmente e ventralmente ai muscoli sternocoracoideo e sottocoracoideo, lateralmente al sopracoracoideo e sotto il grande pettorale.

Il diverticolo ascellare della camera laterale del sacco aereo clavicolare giace sulla superficie ventrale del muscolo (Getty, 1982).

Particolarità di specie

Nel Piccione (*Columba livia*) il muscolo origina mediante fibre carnose dalla superficie laterale di poco meno dei due terzi basali del coracoide e dal margine craniale dell'impressione del muscolo sternocoracoideo dello sterno, superficialmente all'origine del muscolo sternocoracoideo stesso. Il ventre muscolare, ben sviluppato in questa specie, si inserisce mediante un grosso, piatto tendine sul tubercolo ventrale dell'omero.

Nell'Ittero alirose (*Agelaius phoeniceus*) il muscolo giace lateralmente alla parte craniale del muscolo sopracoracoideo sotto il ventre della parte toracica del muscolo pettorale. In questa specie il muscolo origina mediante fibre tendinee e muscolari dalla superficie laterale del coracoide nei suoi tre quinti basali. Il ventre, particolarmente sviluppato, si inserisce mediante con le stesse modalità riportate per il Piccione (*Columba livia*) (George e Berger, 1966).

Funzione

Probabilmente deprime l'ala ma potrebbe anche coadiuvare l'adduzione dell'omero (Meyers, 1992a).

Tutti i seguenti sei muscoli:

- Muscoli scapolo-omerale craniale e caudale;
- Muscolo sottoscapolare;
- Muscolo sottocoracoideo;
- Muscoli coracobrachiale craniale e caudale;

prendono origine prossimalmente dalla scapola o dal coracoide e si inseriscono sull'estremità prossimale dell'omero. Gli scapolo-omerale ed i coracobrachiali sono situati lateralmente rispetto ai muscoli sottoscapolare e sottocoracoideo che, sovente, formano un complesso sottocoracoscapolare quasi continuo.

I movimenti dell'omero nell'articolazione della spalla influenzano l'intera ala. Infatti i movimenti:

- Dorso-ventrale
- Cranio-caudale
- Rotatorio (pronazione - supinazione)

possono effettuarsi in una qualsiasi delle tre dimensioni spaziali.

L'energia necessaria per l'abbassamento dell'ala è fornita dalla parte toracica del muscolo pettorale, che tende anche a deprimere il margine di penetrazione dell'ala, cioè a pronarla.

L'energia necessaria al sollevamento è fornita dal muscolo sopracoracoideo.

Tanto durante il sollevamento che durante l'abbassamento attivo dell'ala, le conseguenti modifiche nella pressione esercitata sulle remiganti faciliterebbero i rispettivi movimenti rotatori (pronazione-supinazione).

Questi sei muscoli hanno il compito di assicurare un controllo specifico localizzato dei movimenti dell'omero, sicché tanto il sollevamento che l'abbassamento risultano facilitati nonché controllati, nel battito sincronizzato dell'ala.

A questo riguardo è probabile che siano collegati (funzionalmente) ai due componenti muscolari articolari del muscolo tricipite brachiale e del muscolo bicipite brachiale e ad altri muscoli della spalla (muscolo deltoide e l'inserzione terminale del muscolo grande dorsale caudale), giacché questi muscoli interessano i movimenti dell'articolazione della spalla.

Il muscolo scapolo-omerale craniale (*Musculus scapulohumeralis cranialis*) ed il muscolo scapolo-omerale caudale (*Musculus scapulohumeralis caudalis*) hanno una certa somiglianza con i muscoli piccolo rotondo, grande rotondo e sottospinato se si ammette che la scapola degli Uccelli sia l'equivalente strutturale della regione sottospinata dei Mammiferi (Getty, 1982).

1.3.4.10 Muscolo pettorale (*Musculus pectoralis*)

George e Berger (1966) riportano che secondo Shufeldt e Lowe questo muscolo è stato in passato definito “pectoralis major” in virtù dell'apparente similitudine con l'omologo dei Mammiferi, inoltre riportano che gli accurati studi svolti da Howell rivelano che “il grande muscolo pettorale superficiale degli Uccelli non corrisponde alla parte superficiale (major) dei Mammiferi, bensì al muscolo pettorale minore [profondo]”.

Negli Uccelli rappresenta il muscolo più grande del corpo ed in parte forma la massa carnosa del petto. Viene, di solito, suddiviso in tre parti:

1. Parte toracica: massa muscolare principale;
2. Parte propatagiale: che si fonde con i tendini della parte propatagiale del muscolo deltoide (*Complexus musculus deltoideus*);
3. Parte addominale: fascetto muscolare per gli pterili ventrali.

Parte toracica (*Pars costo (thoraco)- brachialis*)

George e Berger (1966) riportano che secondo Gadow e Selenka costituisce la maggior parte del muscolo pettorale ed è il muscolo più grande riscontrabile negli Uccelli. Riportano inoltre che viene descritto

come pettorale toracico da Buri e Fürbringer mentre Fisher (1946) lo descrive con il nome di pettorale superficiale.

La parte toracica risulta essere assai estesa, tanto da celare i siti di origine del muscolo stesso: sterno (compresa la carena, il metasterno, il processo caudale o xifoideo e le membrane o finestre interossee), clavicola, coracoide membrana sternocoracoclavicolare, membrana sternocostale ed

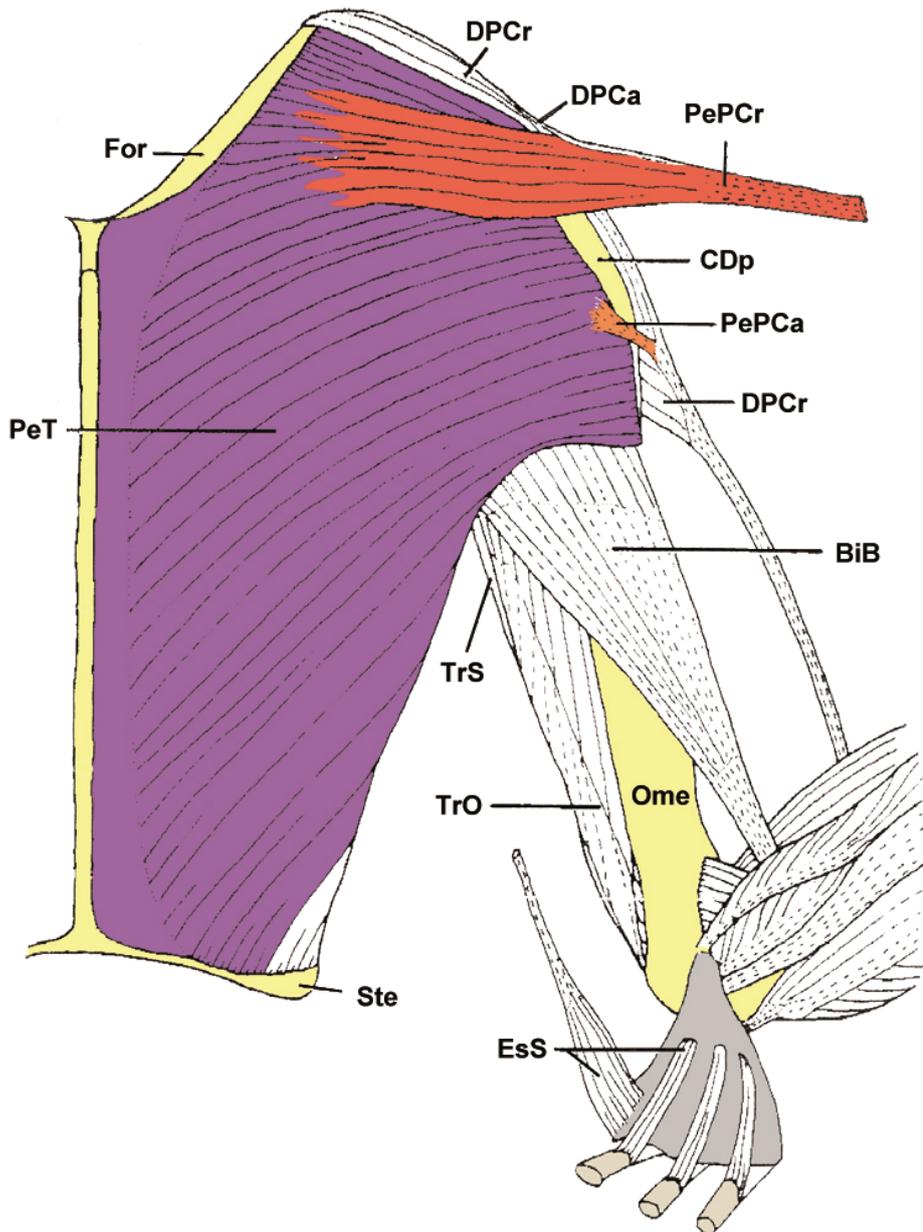


Immagine 1.15 Muscolo pettorale. Veduta ventrale della muscolatura superficiale della spalla sinistra e del braccio del Gheppio americano (*Falco sparverius*). La parte addominale è stata rimossa, il capo craniale della la parte proptagiale ed il muscolo espansore delle secondarie sono stati resecati (Modificato da Meyers, 1992a).

una o più coste sternali (Getty, 1984).

Secondo George e Berger (1966) nelle strolaghe, nelle anatre, negli svassi, in alcuni galliformi e nei *Tinamidae* i muscoli pettorali destro e sinistro presentano un'origine comune nel setto mediano (rafe) che dalla carena si estende in direzione ventrale.

Un fascio superficiale ed uno profondo sono stati descritti da Beddard (George e Berger, 1966) nei Generi *Bugeranus*, *Balearica*, *Scopus* e nelle cicogne. Fisher (1946) lo descrisse nei *Cathartidae*, mentre George e Berger riportano che venne descritto nella Gru americana da Fisher e Goodman, nei Procellariiformes e nei Pelecaniformes da Kuroda che descrisse ed illustrò inoltre tre fasci facenti parte della parte toracica nella Fregata magnifica (*Fregata magnificens*). Ritroviamo comunque un singolo fascio nella maggior parte degli Uccelli.

Le fibre muscolari convergono a formare un'aponeurosi sulla superficie ventrale della cresta deltopettorale dell'omero. Il muscolo si inserisce soprattutto mediante fibre muscolari solitamente circondate da una fitta guaina tendinea. Nei Generi *Gavia*, *Anser*, *Grus* e *Goura* riscontriamo una sviluppata connessione tendinea tra il fascicolo profondo del muscolo ed il tendine di origine del muscolo bicipite brachiale (George e Berger, 1966).

Nei *Galliformes* la parte toracica ha, in genere, un colore relativamente chiaro ("bianco"), mentre ha un colore più scuro ("rosso") negli *Anatidae*, nel Piccione (*Columba livia*) e nei Parrocchetti. La colorazione complessiva è in parte dipendente dalla distribuzione relativa e dalle caratteristiche strutturali dei numerosi tipi di fibre presenti (Getty, 1982).

Nel Gheppio americano (*Falco sparverius*) la parte toracica origina dalla carena e dalla metà caudolaterale dello sterno, dalla fascia al di sopra della finestra laterale dello sterno, dalla superficie laterale della forcula, dalla membrana sternocoracoclavicolare, dalla membrana crestoclavicolare e dalla fascia pettorale. Cranialmente allo sterno, le fibre del pettorale destro e sinistro, originano dalla membrano crestoclavicolare, che si estende dalla parte craniale dello sterno all'apice della clavicola. Questa

fascia è in continuità con la membrana sternocoracoclavicolare. Le fibre che originano dalla forcula, si estendono trasversalmente verso l'omero mentre quelle che originano dallo sterno si dirigono cranio-lateralmente. Le fibre profonde che originano dallo sterno, non si portano a livello dell'omero ma si inseriscono sulla parte profonda del tendine. Il muscolo si inserisce mediante fibre carnose sulla superficie ventrale della cresta deltopettorale dell'omero. I due fascicoli originanti dalla parte profonda della forcula, si inseriscono sul tendine del muscolo bicipite brachiale a livello della cresta bicipitale dell'omero. Il primo fascicolo è una banda relativamente lunga e larga che si inserisce su di un'area ovale sul tendine del muscolo bicipite brachiale mentre il secondo, più piccolo e profondo, si inserisce mediante un piccolo tendine rotondeggiante sul tendine del muscolo bicipite brachiale, caudalmente al primo. A differenza di altri Uccelli, il *Falco sparverius* non presenta un ben distinto setto separante i muscoli pettorali mentre l'orientamento delle fibre è lo stesso (Meyers, 1992a).

Funzione

Causa l'abbassamento dell'ala (King e McLelland, 1975).

Nel Gheppio americano (*Falco sparverius*) è il principale depressore dell'ala, è inoltre in grado di prostrarla e retrarla (Meyers, 1992a).

Parte propatagiale (*Pars propatagialis*)

Questa parte viene suddivisa da alcuni autori (George e Berger, 1966; Getty, 1982; Meyers, 1992a) in due muscoli distinti definiti muscolo propatagiale lungo e muscolo propatagiale breve. Entrambi possono essere composti da fascetti muscolari carnosi o essere completamente aponeurotici. Originano solitamente dalla parte toracica, in prossimità della sua inserzione ma, in alcuni Generi (ad es. pinguini, falchi, gufi e nel *Chaetura pelagica*), il muscolo propatagiale lungo origina mediante fibre muscolari dall'apice della clavicola o del coracoide.

Sempre George e Berger (1966) riportano che i muscoli propatagiali lungo e breve possono essere rappresentati da un singolo ventre muscolare da cui originano due tendini, uno dei quali si inserisce sul ventre o sul tendine di inserzione del muscolo tensore propatagiale lungo, mentre l'altro si inserisce sul muscolo tensore propatagiale breve come avviene nel Coua azzurro, nel Turaco guancebianche e nei *Podargidae*.

George e Berger (1966) riportano che Beddard osservò che entrambi i muscoli propatagiali sono rappresentati da fibre carnose in *Accipiter nisus*.

In molti Generi (ad es. *Goura*, *Gallicolumba*, *Otus*, *Chloroceryle*, *Coracias*, *Indicator*) il muscolo pettorale propatagiale lungo è composto da fibre muscolare mentre il breve è costituito da un tendine o da un'aponeurosi.

In altri animali (ad es. *Corvidae*, *Paradisea rubra*, *Spizella arborea*) entrambi sono costituiti da bande tendinee. Nella Famiglia dei *Cuculidae* i muscoli propatagiali lungo e breve sono rappresentati da un singolo complesso, che può essere completamente tendineo (*Morococcyx*, *Dromococcyx*, *Tapera*, *Guira*, *Ceuthmochares*, *Centropus*, *Cuculus*, *Piaya*) o può originare dalla parte toracica come un fascio carnoso (*Geococcyx*, *Coua*, *Carpococcyx*, *Crotophaga*, *Coccyzus*, *Saurothera*, *Clamator*, *Chrysococcyx*, *Surniculus* e *Phaenicophaeus* (George e Berger, 1966).

Nel Gheppio americano (*Falco sparverius*) la parte breve non è formata da fibre muscolari ma è interamente composta da tessuto connettivo e si estende dal sottile epimisio della parte toracica del muscolo pettorale alla cresta deltopettorale dell'omero. Questa corta banda tendinea estende il capo caudale della parte propatagiale del muscolo deltoide con la quale si fonde subito prima che essa diventi tendinea. La parte lunga entra a far parte del patagio, estendendosi fino al polso. Origina dalla parte laterale della forcula e dalla adiacente fascia pettorale, passa lateralmente alla sua origine superando il bordo dell'omero dove si unisce con le fibre del capo craniale della parte propatagiale del muscolo deltoide per poi dirigersi verso il polso mediante un tendine elastico che si divide prima di inserirsi. Una parte sulla zona ventrale del processo estensorio del carpometacarpo (è

presente un sesamoide a questo livello) mentre l'altra parte il tendine si inserisce sulla porzione distale del radio. Meyers (1992a) riporta che Berger descrisse la parte propatagiale del muscolo pettorale come ben sviluppata e composta da fibre muscolari nel Genere *Polihierax* e che potrebbe probabilmente essere il capo craniale della parte propatagiale del muscolo pettorale.

George e Berger riportano che Beddard descrisse di un muscolo “*propatagialis posticus*“ nei *Tinamidae* ed in alcuni Galliformi.

Funzione

Nel Gheppio americano (*Falco sparverius*) probabilmente mantiene la tensione del margine craniale dell'ala ma potrebbe anche avere un ruolo nella flessione dell'avambraccio e nell'estensione della mano (Meyers, 1992a).

Parte addominale (*Pars sternobrachialis*)

George e Berger (1966) riportano che la parte addominale descritta in passato come muscolo dermo-ulnare da Shufeldt, venne divisa in una parte *subcutaneus thoracis* (craniale) ed una parte *subcutaneus abdominalis* (caudale) da Gadow e Selenka. Ognuna delle parti può essere assente.

Quest'ultimi insieme a Beddard ritennero che in alcuni Uccelli la parte addominale è costituita da una banda muscolare in cui le due parti sono separate da un setto tendineo.

In funzione del suo grado di sviluppo, la parte addominale origina dal tessuto sottocutaneo della regione pelvica o dalla regione toraco-addominale in prossimità del ginocchio.

La parte caudale del muscolo si inserisce a livello cutaneo nella parete addominale laterale. George e Berger (1966) riportano che Beddard notò che la porzione craniale del muscolo dà origine ad un tendine che si inserisce sul ventre della parte toracica del pettorale, sul tendine di origine del muscolo bicipite brachiale, direttamente sull'omero oppure il tendine

può fondersi nella fascia della regione ascellare come avviene in *Pelecanus*, *Chauna* e *Cathartes*. Sempre Beddard riportò inoltre che in *Crypturus* il tendine si inserisce su di un ponte tendineo in comune con la parte toracica del muscolo pettorale, con la parte caudale del muscolo grande dorsale e con il muscolo espansore delle secondarie.

Un terzo fascetto, denominato *pectoralis abdominalis metapagialis* è stato riscontrato in alcuni Uccelli da Buri e Fürbringer come riportano George e Berger (1966).

Secondo Meyers (1992a) nel Gheppio americano (*Falco sparverius*) questo muscolo pianeggiante giace sulla superficie della parte toracica del muscolo pettorale e si estende dalla cute della regione del ginocchio fino alla porzione prossimale dell'omero. Esso origina da una piccola area di cute addominale in prossimità del ginocchio e si inserisce sulla superficie distale della cresta deltopettorale dell'omero superficialmente alla parte toracica del muscolo pettorale con la quale contrae stretti rapporti venendo anche circondato dalla fascia di questo muscolo.

Meyers (1992a) riporta quanto sostenuto da Jollie, il quale descrisse questo muscolo nel Gheppio americano (*Falco sparverius*) stabilendo che fosse presente solo nei *Falconidae* e lo divise in due porzioni: parte ascellare del muscolo cutaneo massimo, originante dall'estremità esterna della cresta deltopettorale dell'omero e dal margine esterno dell'inserzione del muscolo pettorale ed in una parte addominale del muscolo cutaneo massimo descritta come debolmente sviluppata.

Particolarità di specie

Nel Piccione (*Columba livia*) la parte toracica è la più superficiale dei muscoli che originano dallo sterno. Origina approssimativamente dal primo quarto ventrale della carena (per una larghezza di 10 mm cranialmente che decresce sino a 2 mm caudalmente), dal corpo dello sterno lateralmente all'origine del muscolo sopracoracoideo e dal processo posterolaterale e dalla membrana interossea tra quest'ultimo ed il processo posterolaterale (questi processi sono spesso denominati processo

“xifoideo”). Le fibre del ventre carnosio convergono e si inseriscono mediante fibre muscolari circondate da una densa guaina tendinea sulla cresta deltopettorale dell’omero.

La parte propatagiale lunga e breve è rappresentata da una singola aponeurosi, che origina dalla superficie del ventre della parte toracica in prossimità della sua inserzione sulla cresta deltopettorale e si inserisce sul margine craniale del ventre comune dei muscoli tensori patagiali lungo e breve.

Tre componenti cutanee sono più o meno in intima relazione con la parte toracica del muscolo pettorale che, presumibilmente, corrispondono alla parte addominale di Gadow e Selenka (George e Berger, 1966).

1. Una benderella di fibre muscolari larga circa 9 mm origina mediante un’aponeurosi dalla superficie della parte toracica in prossimità del piano di giunzione del primo terzo craniale e dei due terzi caudali dello sterno. Le fibre muscolari passano cranialmente per inserirsi a livello cutaneo ricoprendo la superficie ventrale e laterale del collo.
2. Un secondo fascio di fibre lungo approssimativamente 40 mm e largo al massimo 6.5 mm, origina mediante ad una sottile aponeurosi dalla parte profonda della guaina tendinea che avvolge l’inserzione della parte toracica. Le fibre passando posteriormente si allargano a ventaglio per inserirsi a livello cutaneo nel tratto addominale ventrale. Il fascio termina subito cranialmente all’inserzione delle fibre del terzo fascetto cutaneo.
3. La terza componente cutanea misura circa 30 mm di lunghezza e 7 mm nel punto di massima larghezza che corrisponde alla sua origine, nasce dalla fascia che ricopre il muscolo obliquo esterno dell’addome. Il ventre appiattito decresce in ampiezza passando cranialmente per inserirsi a livello cutaneo nella parte caudale del tratto addominale ventrale.

Una quarta componente cutanea composta da un fascio muscolare largo circa 3 mm origina dalla superficie craniale della clavicola circa a metà della sua lunghezza e dalla fascia adiacente che ricopre la parte

toracica del muscolo pettorale. Il muscolo si spinge cranialmente fin verso il collo, dove si apre a ventaglio per inserirsi sulla superficie mediale del gozzo e sulla cute della superficie ventrale del collo. Questa componente corrisponderebbe a quella che come riportano George e Berger (1966) Shufeldt ha chiamato muscolo dermocleidoventrale.

Nell'Ittero alirose (*Agelaius phoeniceus*) la parte toracica del muscolo pettorale presenta un'estesa origine dalle seguenti strutture: da poco meno della metà ventrale della carena dello sterno (lateralmente e caudalmente all'area di origine del muscolo sopracoracoideo), dalla membrana interossea tra il corpo ed il processo caudolaterale dello sterno, dai quattro quinti basali della superficie laterale ed craniale della clavicola, dalla superficie esterna della porzione clavicolare della membrana coracoclavicolare e dall'aponeurosi che si estende dorsalmente dal margine laterale dello sterno alla superficie laterale delle coste sternali e dell'estremità ventrale delle coste vertebrali. Il largo e voluminoso ventre nasconde i muscoli sopracoracoideo e coracobrachiale caudale. Il ventre passa cranialmente e si inserisce mediante fibre muscolari, avvolte da una densa guaina tendinea sulla cresta deltopettorale dell'omero. Il tendine di origine e l'estremità prossimale del ventre del muscolo bicipite brachiale giace immediatamente sotto la parte distale del ventre della parte toracica e della sua guaina tendinea.

La parte propatagiale lunga è una piccola, densa aponeurosi derivante dalla superficie craniomediale della parte toracica lateralmente e a breve distanza dalla sua origine clavicolare. L'aponeurosi passa dorsalmente e si fonde con il margine craniale del piccolo ventre muscolare del capo craniale della parte propatagiale del complesso deltoideo.

La parte addominale del muscolo pettorale è una larga banda di fibre muscolari a livello cutaneo che ricopre la parete laterale del torace e dell'addome. Le fibre si aprono a ventaglio e terminano caudalmente nella regione del ginocchio. Cranialmente il ventre passa sotto il margine craniodorsale della parte toracica e termina mediante una delicata aponeurosi che si fonde con la fascia nella regione ascellare (George e Berger, 1966)).

In alcuni Uccelli, comprendenti alcune cicogne, avvoltoi, gru, pellicani ed altre specie ancora, la parte toracica è caratterizzata da una divisione interna in strati distinguibili in superficiali e profondi. Poiché gli strati possono essere separati da propaggini aponeurotiche derivate dall'inserzione, essi si inseriscono a diversi livelli sulla cresta deltopettorale (Getty, 1982).

Funzione

Secondo Meyers (1992a) nel Gheppio americano (*Falco sparverius*) questo muscolo tende la cute dalla regione addominale laterale.

Nel complesso questo muscolo, tira l'ala in direzione craniale e contemporaneamente deprime (prona) il margine di penetrazione di tutta l'ala; costituisce il più importante componente muscolare che provoca l'abbassamento attivo dell'ala nel volo battente; forse tiene in posizione l'ala durante i periodi prolungati di volo planato (come negli avvoltoi, nella cicogne ed in altre specie a volo planato) (Getty, 1982).

1.3.4.11 Muscolo sopracoracoideo (*Musculus supracoracoideus*)

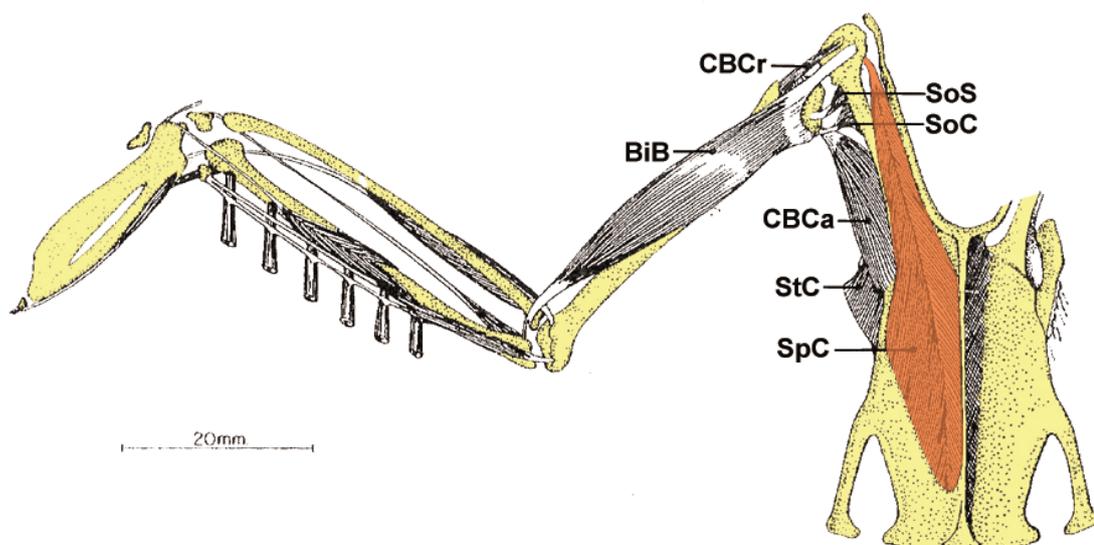


Immagine 1.16 Muscolo sopracoracoideo. Veduta ventrale dello strato profondo dei muscoli dell'ala dello Stormo di Reunion (*Fregilupus varius*) (Modificato da George e Berger, 1966).

In molti studi è chiamato “pettorale profondo”. Il muscolo cui però compete questo nome è la parte ventrale del muscolo piccolo deltoide (si veda oltre), che è anche la designazione appropriata di un fascicolo mediale separato descritto nei Galliformi ed in altre specie di Uccelli (Getty, 1982).

George e Berger (1966) riportano che il muscolo sopracoracoideo è anche denominato muscolo pettorale minore da Young ed Arvey e Kuroda ma non pare esserci giustificazione per questo nome. Riportano inoltre che Howell sostenne che il muscolo sopracoracoideo “è fortemente comparabile con il pettorale maggiore dei Mammiferi”. In virtù della sua posizione profonda, comunque, è auspicabile mantenere il tradizionale nome di sopracoracoideo per questo muscolo negli Uccelli. Inoltre affermano che il muscolo è stato chiamato “pettorale secondo” da Shufeldt e “succlavio” da Parker e Haswell.

Il muscolo sopracoracoideo è un muscolo bipennato, grande, fusiforme, che giace in profondità rispetto alla parte toracica del muscolo pettorale e pertanto contribuisce alla massa carnosa principale del petto.

L’aspetto complessivo del ventre, nella maggior parte degli Uccelli, è quello di un muscolo composto da un unico ventre bipennato con un rafe mediano fibroso (aponeurotico). Nel tacchino adulto, la pennatura dipende dalla formazione, all’interno, di una stratificazione (fascicolazione) dorsolaterale e ventromediale tale che il rafe intramuscolare da cui originano le fibre ha un orientamento nettamente obliquo. Il ventre stesso riempie la maggior parte della superficie mediale della carena e dell’adiacente corpo dello sterno e occupa uno spazio triangolare formato da clavicola, coracoide e membrana sternocoracoclavicolare. Le fibre convergono cranialmente su di un robusto tendine.

Questo muscolo contrae rapporti superficialmente, con il muscolo pettorale; medialmente con il capo ventrale della parte minore del muscolo deltoide (se presente); lateralmente con il coracoide ed il muscolo coracobrachiale caudale (Getty, 1982).

Tipicamente origina dalla porzione dorsale della carena, dal margine cranio-laterale del corpo dello sterno, il coracoide, la membrana sternocoracoclavicolare ed, in alcuni Generi, dalla clavicola (ad es.

Geococcyx) (George e Berger, 1966). Nel Gheppio americano (*Falco sparverius*) la maggior parte del muscolo origina dalla membrana sternocoracoclavicolare (Meyers, 1992a).

Un singolo robusto tendine (solitamente) si stacca dal ventre, passa attraverso il canale triosseo e non appena emerso dal canale triosseo, il tendine viene rivestito da una guaina sinoviale così da essere tenuto in posizione da una troclea fibrosa cui contribuiscono, in misura variabile, il canale triosseo, un legamento e, in alcune specie, la fibrocartilagine omero capsulare.

Il tendine si inserisce sulla tubercolo dorsale dell'omero, tra la testa e la cresta deltopettorale. Nei *Galliformes* e nel Piccione (*Columba livia*) il tendine progredisce ancora più distalmente e si inserisce verso la metà della superficie dorsolaterale (anconeale) alla base della cresta deltopettorale.

La principale funzione di questo muscolo è quella di sollevare l'omero, anche se, probabilmente, il muscolo concorre anche a tirare caudalmente l'ala e a supinare (sollevare) il margine di penetrazione. Questa funzione è resa possibile dal meccanismo a puleggia formato dal canale triosseo e dai legamenti della spalla che contengono il tendine, anche se il ventre occupa una posizione ventrale.

E' probabile che il colpo d'ala verso l'alto possa essere efficace in molte specie di Uccelli, oltre che nei tre gruppi di Uccelli tuffatori (Pinguini, *Procellariidae*, *Alcidae*) e nelle rondini, nei rondoni e nei colibrì. Per esempio nei Galliformi il rapporto che intercede tra le dimensioni dei muscoli pettorali (in relazione al peso corporeo) e la frequenza del battito cardiaco induce a ritenere che il colpo d'ala verso l'alto sia attivo durante i brevi periodi di volo che richiedono un grande dispendio di energia (Getty, 1982).

Particolarità di specie

Nonostante l'importanza che questo muscolo riveste nel volo, vi sono poche informazioni bibliografiche a riguardo. Gadow e Selenka sostengono, come riportano George e Berger (1966), che il muscolo è

bipartito sia nei Galliformi che nei Tinamiformi e che i tendini di inserzione delle due parti del muscolo rimangono separati. Lo stesso Berger osservò che questo muscolo nell'Hocco (*Crax rubra*) è composto da due ventri e due tendini ben distinti. Il ventre superficiale si caratterizza per il decorso del suo tendine che passa attraverso il canale triosseo, per poi inserirsi sull'omero 15 mm distalmente alla giunzione tra la testa omerale e la cresta deltopettorale. Il ventre profondo origina esclusivamente dalla membrana coracoclavicolare, il suo tendine passa inoltre attraverso il canale triosseo per inserirsi in gran parte alla base della cresta deltopettorale, mentre una piccola branca tendinea passa distalmente per inserirsi prossimamente al tendine del ventre superficiale. Fisher (1946) descrive un fascicolo muscolare largo, sottile e separato che origina dal margine mediale del coracoide e l'area adiacente sulla membrana coracoclavicolare nei Cathartidae. Il tendine si inserisce sulla superficie prossimopalmare della cresta deltopettorale a differenza dell'inserzione del tendine principale "sulla superficie anconeale della tuberosità esterna dell'omero". Il muscolo sopracoracoideo nei Pinguini è bipartito ed ipertrofico. George e Berger (1966) affermano che Kuroda ritenne che il sopracoracoideo è composto da 3 parti nei Generi *Fregata*, *Sula* e *Phoenicopterus* e da quattro parti in *Diomedea*. Il tendine di inserzione in linea generale si forma sul lato profondo o coracoideo del ventre; fibre muscolari possono circondarlo nel passaggio attraverso il canale triosseo come avviene nel Gheppio americano (Meyers, 1992a). Dopo la sua emergenza dal canale, il tendine può venir nascosto dal ventre della parte minore del muscolo deltoide come avviene nel Rondone codaspinoso dei camini (*Chaetura pelagica*), nel Martin pescatore verde (*Chloroceryle americana*), nell'Indicatore golamacchiata (*Indicator variegatus*), nel Passero arboricolo americano (*Spizella arborea*). In alcuni Generi come ad esempio *Pharomachus* il deltoide minore nasconde la parte prossimale del tendine del sopracoracoideo ma non la parte distale; in altri (ad es. *Goura*, *Gallicolumba*) il deltoide minore giace completamente cranialmente al tendine del sopracoracoideo. Il tendine ha una insolita area di inserzione nella Colomba coronata di Vittoria (*Goura victoria*) dove si inserisce sul

marginale distale della testa dell'omero sulla superficie dorsale dell'omero circa a metà tra il margine craniale e quello caudale dell'osso. George e Berger (1966) riportano che Beddard riferisce che questa è l'inserzione tipica nei *Columbidae*. Entrambi i ventri ed i relativi tendini di inserzione del sopracoracoideo sono ipertrofici nel Rondone codaspinosa dei camini (*Chaetura pelagica*) e nel Colibrì magnifico (*Eugenes fulgens*).

La descrizione fornita da George e Berger (1966) corrisponde alla situazione riscontrata nel Genere *Falco*.

George e Berger (1966) riportano che Jollie ritenne che il muscolo sopracoracoideo prende origine dalla metà craniale dello sterno nei *Falconidae*

Funzione

Causa l'innalzamento dell'ala (King e McLelland, 1975).

Nel Gheppio americano (*Falco sparverius*) eleva l'ala e grazie alla sua inserzione sul margine craniale dell'omero potrebbe permettere la supinazione dell'omero (Meyers, 1992a).

1.3.4.12 Muscolo grande dorsale (*Musculus latissimus dorsi*)

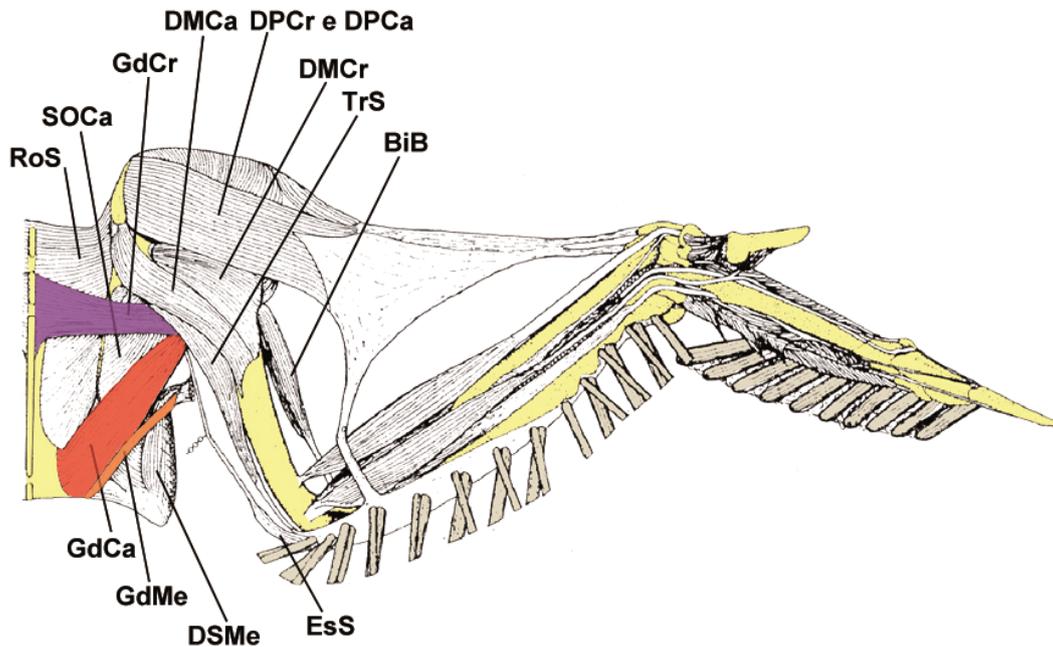


Immagine 1.17 Muscolo grande dorsale. Veduta dorsale del dorso e dell'ala del Falco della prateria (*Falco mexicanus*) (Modificato da Hudson e Lanzillotti, 1955).

Muscolo superficiale, di forma laminare, situato sulla superficie dorsale del tronco immediatamente sotto la fascia lassa della cute e sopra il muscolo romboideo superficiale. Si tratta di un muscolo estrinseco dell'arto anteriore, almeno per ciò che concerne le sue inserzioni ed i rapporti topografici, anche se è innervato dal plesso brachiale, come altri muscoli dell'arto. E' formato da vari capi indipendenti, chiamati:

- Parte craniale;
- Parte caudale;
- Parte interscapolare;
- Parte scapolo-omerale;
- Parte metapatagiale.

Parte craniale, parte caudale, parte interscapolare e parte scapolo-omerale si formano dalla separazione di un singolo ventre muscolare embrionale. Esistono variazioni in relazione alla presenza o all'assenza di uno o più fascetti che si portano all'omero nonché dei fascetti cutanei

destinati al piumaggio del dorso nei vari Taxa (George e Berger, 1966, Getty, 1982, Baumel *et al.*, 1993).

La componente cutanea si inserisce sulla cute del dorso (solitamente) o nel capo in relazione al tratto dorsale della cute cui è connesso il piumaggio (George e Berger, 1966).

Parti craniale e caudale

La parte craniale origina dai processi spinosi di un numero variabile di vertebre cervicali e toraciche. George e Berger (1966) riportano che Fürbringer descrisse che la parte craniale presenta un'origine accessoria (*Caput accessorium scapulae*) nei Generi *Rhea*, *Casuaris* e *Dromaeus*.

La parte caudale origina caudalmente alla parte craniale dai processi spinosi delle vertebre toraciche in molti Uccelli; può originare esclusivamente dal margine craniale del sinsacro, dalla fascia associata (ad es. *Polihierax*), dalla porzione dorsale delle coste (*Chauna*, *Vanellus*, *Crypturus*) o sia dalle vertebre toraciche che dall'ileo (*Rhynchotus*, Quetzal splendente – *Pharomachus mocino*, Martin pescatore verde – *Chloroceryle americana*) (George e Berger, 1966).

Particolarità di specie

La parte caudale nell'Assiolo americano orientale (*Megascops asio*) origina mediante un'aponeurosi dalla cresta spinosa del sinsacro e mediante fibre tendinee e muscolari da approssimativamente la metà mediale della struttura che George e Berger (1966) definiscono processo iliaco craniale dell'ileo. Nel Caprimulgo - sparpiero comune (*Chordeiles minor*) la parte caudale origina dal processo spinoso dell'ultima vertebra toracica, dalla cresta spinosa del sinsacro e dall'intero margine craniale del processo iliaco craniale subito cranialmente all'origine del muscolo ileotrocanterico caudale. La parte caudale è assente nei Colibrì (ad es. *Eugenes fulgens*) mentre è ipertrofica nel Rondone codaspinosa dei camini (*Chaetura pelagica*) in cui la parte caudale origina mediante un'aponeurosi dai

processi spinosi delle vertebre toraciche caudali e dall'ultima costa toracica (struttura che si articola dorsalmente con l'estremità craniale del sinsacro). Le due parti principali del muscolo grande dorsale possono costituire un complesso muscolare pressoché unico di aspetto laminare, come avviene in *Spheniscus fulmarus*, *Tauraco leucotis* e *Cuculidae* o le due parti possono essere ampiamente separate come avviene nel Falco pigmeo africano (*Polihierax semitorquatus*), nel Bucero testabianca coronato (*Rhyticeros undulatus*), nella Colomba coronata di Vittoria (*Goura victoria*), nell'Assiolo americano orientale (*Megascops asio*), nel Martin pescatore verde (*Chloroceryle americana*) e nel Campanaro collonudo (*Procnias nudicollis*) (George e Berger, 1966). Nel Falco pigmeo africano (*Polihierax semitorquatus*) l'origine della parte craniale avviene a livello dei processi spinosi C14, C15 e della prima vertebra toracica. L'inserzione, inoltre, è di tipo semitendinoso (Meyers, 1992a).

Sia la parte craniale che la parte caudale del muscolo grande dorsale entrano a far parte della muscolatura della regione brachiale passando tra il muscolo scapolotricipite ed il muscolo omerotricipite del tricipite brachiale per inserirsi sull'omero. Esiste una considerevole variazione nei rapporti tra i due tendini d'inserzione. La parte craniale si inserisce sull'omero mediante una larga banda muscolare o semitendinea; la parte caudale solitamente si inserisce mediante un piccolo tendine o una sottile aponeurosi, in entrambi i casi caudalmente (ventralmente) o prossimalmente all'inserzione della parte craniale. George e Berger (1966) affermarono che benché i tendini di entrambe le parti si inseriscano solitamente gli uni adiacenti agli altri, nella loro esperienza non hanno mai riscontrato che i due tendini si fondessero totalmente andando a costituire un'inserzione comune. E riportarono che Fisher e Goodman (1955) affermarono che la parte caudale nella Gru americana (*Grus americana*) prende attacco sulla superficie profonda della parte craniale ma si inserisce anche sull'omero al di sotto dell'inserzione muscolare della parte craniale. Nella Gru canadese maggiore (*Grus canadensis tabida*) George e Berger (1966) riscontrarono che la parte caudale si inserisce prossimalmente all'inserzione della parte craniale. Simili variazioni dello schema di

inserzione sono state riscontrate anche nei *Cuculidae*: nell'Ani beccosolcato (*Crotophaga sulcirostris*) la parte caudale si inserisce subito caudalmente sul terzo superiore della parte craniale; nel Cuculo occhirossi (*Coccyzus erythrophthalmus*) la parte caudale si inserisce prossimalmente all'inserzione della parte craniale ed in linea con la stessa. Riscontriamo un'impressionante differenza nello schema d'inserzione della parte craniale e caudale tra il Genere *Sturnus* ed *Aplonis*. Nel Genere *Aplonis* la parte caudale prende contatto con la parte craniale inserendosi subito caudalmente ad essa, mentre nel Genere *Sturnus* la parte craniale si inserisce sul margine craniolaterale dell'omero mentre la parte caudale prende inserzione sul margine caudolaterale dell'osso così da formare uno spazio di circa 3 mm tra le due aree di inserzione (Berger, 1957). Uno degli schemi d'inserzione più peculiari rinvenuti da George e Berger (1966) si ritrova nel Corridore della strada (*Geococcyx californianus*) in cui le aree di inserzione della parte craniale e della parte caudale sono separate da quello che gli autori definiscono come il capo dorsale del muscolo omerotricipite. La parte craniale si inserisce mediante un piatto ed ampio tendine, largo 7 mm e dorsale (craniale) all'area di origine del capo dorsale del muscolo omerotricipite, iniziando circa 10 mm inferiormente al tratto tra la testa e la cresta deltopettorale dell'omero. La parte caudale si inserisce mediante un tendine sviluppato e rotondeggiante subito distalmente all'inserzione del muscolo scapolo-omerale craniale e tra le fibre di origine più superficiali dei due capi dell'omerotricipite (Berger, 1954). Uno schema di inserzione simile è riscontrabile nel Rondone codaspinosa dei camini (*Chaetura pelagica*) sebbene la sua muscolatura della spalla e l'omero siano ben diversi da quelli riscontrati nel Genere *Geococcyx*. Il muscolo grande dorsale nel sopracitato Rondone è debolmente sviluppato e costituito da una benderella muscolare larga meno di 1 mm se escludiamo la sua origine. Il processo sopracondilare dorsale dell'omero del Rondone è localizzato poco più distalmente della metà dell'osso. La parte craniale si inserisce sulla diafisi omerale in prossimità del processo sopracondilare dorsale e caudalmente all'area di inserzione del largo tendine del muscolo sopracoracoideo e l'inserzione muscolare della

rudimentaria parte maggiore del muscolo deltoide. La parte caudale è ipertrofica nel Rondone. Il muscolo presenta una larga inserzione semitendinosa tra quelli che George e Berger (1966) definiscono capo dorsale e ventrale del muscolo omerotricipite, poco distalmente all'area di inserzione del muscolo proscapolo-omerale. A differenza di quello che avviene nel Genere *Geococcyx*, il capo dorsale del muscolo omerotricipite è poco sviluppato nel Rondone.

George e Berger (1966) descrissero una stretta relazione tra il tendine di inserzione della parte caudale ed una “*humeral anchor*” aponeurotica del muscolo scapolotricipite nella Strolaga maggiore (*Gavia immer*), nell'Assiolo americano orientale (*Megascops asio*), nel Caprimulgo - sparviero comune (*Chordeiles minor*), nel Quetzal splendente (*Pharomachrus mocinno*). In queste specie una aponeurosi compatta ricopre la parte craniale della superficie profonda del muscolo scapolotricipite. La “*humeral anchor*” si estende dalla superficie caudale dello diafisi dell'omero all'aponeurosi del muscolo in questione, formando con essa un angolo di 45°.

Sempre George e Berger riportarono che la parte craniale pare essere assente nel Genere *Apterix* e nell' Indian Small Blue Kingfisher ²(*Alcedo atthis bengalensis*) ma che Beddard la riscontrò in altre specie appartenenti al Genere *Alcedo*. La parte caudale è assente nei Generi *Otis*, *Pterocles* (sempre secondo quanto riportato da George e Berger del lavoro di Beddard), nella Famiglia dei *Picidae*, nei *Fringillidae*, nei *Pleoceidae*, nella Vanga testabianca (*Artamella viridis*), nello Storno di Reunion (*Fregilupus varius* - Estinto), nella Dendroica di Kirtland (*Dendroica kirtlandii*), nel Piccione (*Columba livia*), nella Colomba pugnalata di Luzon (*Gallicolumba luzonica*), nel Colibrì magnificente (*Eugenes fulgens*) e nell'Indicatore golamacchiata (*Indicator variegatus*). La parte caudale è stata ritrovata in tutti i Generi di *Corvidae* fino ad oggi esaminati (Hudson e Lanzillotti, 1955) e da Berger (George e Berger, 1966) in due Generi di *Sturnidae* (*Sturnus vulgaris*, *Aplonis tabuensis*) ed in un esemplare di Uccello del Paradiso rosso (*Paradisaea rubra*).

² Avibase non fornisce una traduzione in lingua italiana del nome di questa specie.

Nel Piccione (*Columba livia*) la parte craniale origina mediante un'aponeurosi dai processi spinosi dell'ultima vertebra cervicale e della prima toracica nonché dalla punta craniale del processo spinoso della seconda vertebra toracica. Il ventre muscolare, di aspetto laminare, procede in direzione craniodistale, entrando a far parte della muscolatura dell'ala, tra il muscolo scapolotricipite ed il muscolo omerotricipite, per inserirsi sulla superficie caudale dello diafisi dell'omero ventralmente all'area di inserzione del capo craniale della parte maggiore del muscolo deltoide. L'inserzione muscolare sull'omero misura 7 mm di larghezza e si estende per un'area di 9 mm che inizia distalmente alla testa dell'osso. Le altre parti del grande dorsale sono assenti in questa specie.

Nell'Ittero alirose (*Agelaius phoeniceus*) la parte craniale è una sottile e piatta banda di fibre muscolari larga circa 6 mm alla sua massima estensione che corrisponde all'origine che avviene dai processi spinosi delle ultime due vertebre cervicali. Il ventre passa dorsalmente e superficialmente a tutti gli altri muscoli del dorso, eccezione fatta per la parte dorsocutanea. La parte craniale entra a far parte della muscolatura dell'ala passando anch'essa tra il muscolo scapolotricipite ed il muscolo omerotricipite per poi inserirsi su di una cresta incurvata lunga 1,5 mm sulla superficie cranio laterale dell'omero che origina a circa 4 mm distalmente alla giunzione tra la cresta deltopettorale ed il margine della testa dell'omero. A differenza di molte specie, in questa, i punti di inserzione dei due ventri muscolari si trovano ad una distanza di 2 mm cranialmente all'origine del capo dorsale del muscolo omerotricipite. Le parti caudale e metapatagiale sono assenti. La parte dorsocutanea origina mediante fibre muscolari dalla superficie dorsale del processo iliaco anteriore dell'ileo. Il ventre muscolare, largo poco meno di 2 mm, si continua cranialmente giacendo profondamente rispetto alla cute, lateralmente ai processi spinosi delle vertebre. Il ventre si assottiglia a formare un tendine fibroelastico che termina a circa metà del collo inserendosi nella parte dorsale della cute, ventralmente all'inserzione del fascicolo dorsale del muscolo dermatemporale (George e Berger, 1966) o

parte nucale del muscolo cucullare³ del collo (*Pars nuchalis musculus cucullaris cervicis*) (Baumel *et al.*, 1993).

Meyers (1992a) riporta che nel Gheppio americano (*Falco sparverius*) la parte craniale e la parte caudale formano uno strato di muscolatura superficiale che si estende nello spazio tra lo scheletro assiale e l'avambraccio. La parte craniale si estende dalla tredicesima vertebra cervicale e l'adiacente tessuto connettivo fino alla diafisi omerale. In questa specie la parte craniale è spessa circa la metà della parte caudale ed è composta da un sottile e stretto fascio di fibre parallele che originano dal processo spinoso della tredicesima vertebra cervicale e dal tessuto connettivo tra C13 e C14. Questo fascio si estende lateralmente appiattendosi nel punto di passaggio sopra l'inserzione scapolare della parte maggiore del muscolo deltoide per poi approfondirsi al di sotto del muscolo omerotricipite. Subito prima della sua inserzione la parte craniale passa sopra la superficie dorsale della parte caudale del muscolo grande dorsale per poi terminare in una piccola area della superficie dorsale (*margo caudalis*) dell'omero caudalmente all'inserzione della parte caudale al di sopra dell'origine del muscolo omerotricipite.

Hudson e Lanzillotti (1955) descrissero questo muscolo come originante dall'ultima vertebra cervicale e dalla prima toracica nel Falco della prateria (*Falco mexicanus*).

La parte caudale nel Gheppio americano (*Falco sparverius*) è più sottile e larga della parte craniale e si estende dalla superficie del sinsacro fino all'omero. Essa origina mediante una breve aponeurosi l'epimisio della parte posteriore del muscolo romboide superficiale e dal periostio della parte craniale del sinsacro. Questo muscolo, composto da fibre parallele, si estende cranio lateralmente e si continua mediante tendine subito prima del suo passaggio al di sotto del margine libero del muscolo scapolotricipite per poi proseguire ventralmente all'inserzione della parte craniale del muscolo grande dorsale ed inserirsi sul *margo caudalis* della diafisi omerale mediante un piatto tendine subito prossimalmente all'inserzione della parte craniale del muscolo grande dorsale. Meyers

³ Questo muscolo corrisponderebbe al muscolo trapezio dei Mammiferi.

(1992a) riportò che in un esemplare di questa specie riscontrò che alcune fibre tendinee si inseriscono sulla superficie ventrale del muscolo scapolotricipite nel punto in cui la parte caudale passa al di sotto di detto muscolo.

La parte craniale e la parte caudale sono poco sviluppate nei *Falconidae* e nel Falco della prateria (*Falco mexicanus*) la parte caudale origina a livello di *notarium* e dall'ultima vertebra toracica (Meyers, 1992a).

Funzione

Estende e flette l'ala (King e McLelland, 1975).

Nel Gheppio americano (*Falco sparverius*) la parte craniale, in base alla sua posizione dovrebbe flettere la spalla, sebbene per la presenza di fibre toniche si ipotizza un ruolo posturale (Meyers, 1992a e 1992b).

La parte caudale in funzione della sua posizione dovrebbe flettere e ritrarre l'omero (Meyers, 1992a).

Parte metapatagiale

La parte metapatagiale è una componente cutanea composta da una piccola benderella muscolare che solitamente origina dalla parte più superficiale della parte caudale. Il ventre procede cranialmente e dorsalmente per inserirsi a livello cutaneo nel tratto di piumaggio in corrispondenza del margine posteriore dell'omero, adiacente all'inserzione della parte metapatagiale del muscolo dentato (George e Berger, 1966).

Particolarità di specie

Nella Gallinella d'acqua⁴ (*Gallinula chloropus*) la parte metapatagiale appare come una larga banda muscolare, larga 1,5 cm.

⁴ Avibase utilizza il termine di "Sciabica" come nome comune in lingua italiana della specie *Gallinula chloropus* e propone il termine "Gallinella d'acqua" come sinonimo. Si è preferito utilizzare quest'ultimo in funzione dell'uso abituale che se ne fa negli ambienti tecnici.

George e Berger riportano che Beddard sostenne che *Bucerotidae*, *Apodidae*, *Trochilidae*, *Coliidae* sono gli unici Uccelli in grado di volare in cui questa parte è assente. Hudson e Lanzillotti (1955) però, affermano che la parte metapatagiale è assente nei *Corvidae*. George e Berger (1966) non riscontrano questa struttura nella Colomba coronata di Vittoria (*Goura victoria*), nella colomba pugnalata di Luzon (*Gallicolumba luzonica*), nel Piccione (*Columba livia*), nella Ghiandaia marina abissina (*Coracias abyssinicus*), nell'Upupa (*Upupa epops*), nell'Indicatore golamacchiata (*Indicator variegatus*), nel Falco pigmeo africano (*Polihierax semitorquatus*), nell'Uccello del Paradiso rosso (*Paradisaea rubra*), nello Storno europeo (*Sturnus vulgaris*), nello Storno striato del Pacifico (*Aplonis tabuensis*), nella Vanga testabianca (*Artamella viridis*), nella Dendroica di Kirtland (*Dendroica kirtlandii*) o nel Passero arboricolo americano (*Spizella arborea*).

Nel Gheppio americano (*Falco sparverius*) la parte metapatagiale del muscolo grande dorsale è composta da un sottile fascio muscolare che si estende dal tessuto connettivo del dorso alla cute della regione brachiale. Esso origina mediante corte fibre tendinee dall'aponeurosi d'origine della parte caudale del muscolo grande dorsale, estendendosi craniolateralmente per inserirsi sulla cute del metapatagio, medialmente al muscolo omerotricipite. L'inserzione a livello cutaneo è in comune con la parte metapatagiale del muscolo dentato superficiale (Meyers, 1992a).

La descrizione di questa parte di muscolo fornita da Hudson e Lanzillotti per il Falco della prateria (*Falco mexicanus*) corrisponde a quella fornita per il Gheppio americano (*Falco sparverius*) (Meyers, 1992a).

Una parte metapatagiale rudimentale del muscolo grande dorsale fu riscontrato unilateralmente in un esemplare di Storno di Reunion (*Fregilupus varius*), ma la sua presenza necessitò di conferma mediante esame microscopico. Il muscolo si presenta incostantemente nella Gru americana (*Grus americana*) e nella Gru canadese (*Grus canadensis*) (George e Berger, 1966). Swinebroad (1954) non menziona questo muscolo nei suoi lavori inerenti vari *Fringillidae*.

Fasci cutanei

Il muscolo che George e Berger (1966) definiscono grande dorsale dorsocutaneo e riportano che Shufeldt denomina “dermo-iliaco”, è un fascetto cutaneo che origina dall'estremità craniale dell'ileo. Il ventre si porta cranialmente lungo il margine laterale del tratto cutaneo dorsale connesso al piumaggio per inserirsi a livello cutaneo alla base del collo nella maggior parte degli Uccelli. Sono presenti poche informazioni riguardo la presenza di questo muscolo in letteratura. George e Berger riportano che Beddard e Fürbringer lo rinvennero nel Genere *Apterix*, nelle Famiglie degli *Alcidae*, *Charadriidae*, *Cracidae*, in alcuni Uccelli appartenenti all'Ordine dei *Galliformes*, nei *Piciformes* e nei *Passeriformes*. Lo segnalano anche nei Generi *Indicator*, *Fregilupus*, *Sturnus*, *Aplonis*, *Artamella*, *Paradisaea*, nel Campanaro collonudo (*Procnias nudicollis*) e nella Dendroica di Kirtland (*Dendroica kirtlandii*). In alcuni Uccelli questo muscolo è parzialmente fuso con la parte metapatagiale del grande dorsale o con parte del muscolo cucullare (George e Berger, 1966).

Funzione

Tira caudalmente l'ala, flettendo e sollevando l'omero durante la contrazione dei potenti muscoli del volo, pettorale e sopracoracoideo (Getty, 1982).

Nel Gheppio americano (*Falco sparverius*) la parte metapatagiale del muscolo grande dorsale, in associazione con la parte metapatagiale del muscolo dentato superficiale si ritiene possa tendere la cute nel tratto metapatagio mediale all'omero (Meyers, 1992a).

1.3.4.13 Muscolo deltoide (*Musculus deltoideus*)

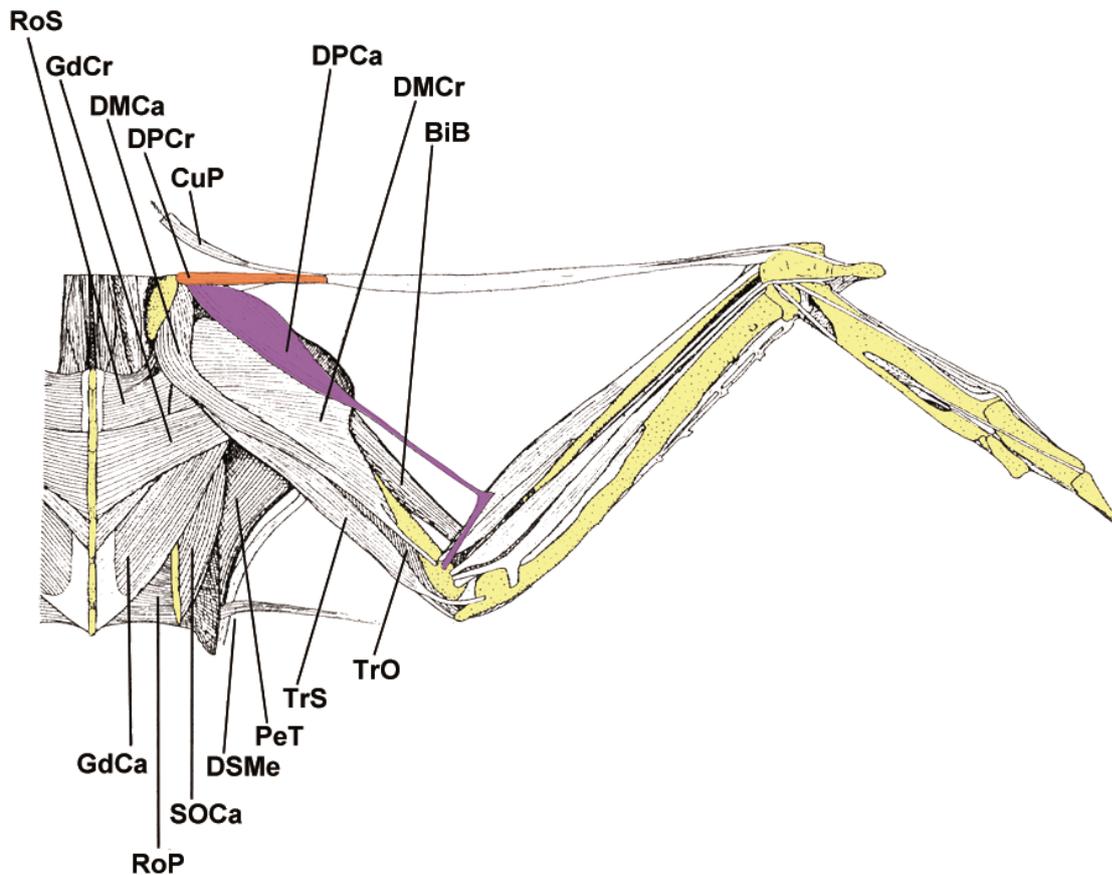


Immagine 1.18 Muscolo deltoide parti propatagiale (arancio) e maggiore (viola). Veduta dorsale del dorso e dell'ala della Cornacchia americana (*Corvus brachyrhynchos*). La parte minore non è visibile poichè posta su un piano più profondo. Cute e penne sono state rimosse (Modificato da Hudson e Lanzillotti, 1955).

George e Berger (1966) affermano che gli ampi studi condotti da Buri sulla muscolatura della spalla degli Uccelli e più recenti studi di Brown sul propatagio, indicano che questo complesso muscolare è composto da tre principali suddivisioni, classificate in base alle inserzioni distali:

1. parte propatagiale che prende attacco sul legamento propatagiale e nel *ligamentum limitans cubiti*;
2. parte maggiore che si inserisce sulla cresta deltopettorale;
3. parte minore che termina sul tubercolo dorsale dell'omero.

Tutte e tre le suddivisioni originano dalle ossa della spalla.

Parte propatagiale (*pars propatagialis*)

Conosciuto in passato con il nome di muscolo tensore propatagiale parte lunga e breve (Baumel *et al.*, 1979) forma il margine muscolare craniale dell'articolazione della spalla, ha le inserzioni prossimale e distale sullo scheletro dell'ala ma, per lo più, contrae rapporti intimi con la piega cutanea propatagiale e con il propatagio. I tendini d'inserzione contribuiscono a tenere in tensione la membrana quando l'ala è completamente estesa (Getty, 1982).

Può occorrere in tre differenti forme:

1. Un singolo muscolo con un solo capo di origine, un ventre e due inserzioni, rispettivamente il legamento propatagiale ed il *Ligamentum limitans cubiti*;
2. Due capi di origine con un singolo ventre che termina mediante le stesse due inserzioni di cui sopra;
3. Due entità anatomiche distinte, il **capo craniale** (in passato denominato *Musculus propatagialis longus*) sul legamento propatagiale e il **capo caudale** (in passato denominato *Musculus propatagialis brevis*) sul *Ligamentum limitans cubiti*.

E' possibile riscontrare, associati ad uno o entrambi i capi, fascetti muscolari derivanti da altri muscoli come il muscolo cucullare della testa, il muscolo pettorale, ed il muscolo bicipite brachiale. Variazioni nella morfologia e nell'inserzione del capo caudale sul muscolo estensore radiale del carpo e la fascia anterobrachiale del gomito, sono state descritte in molti Taxa (George e Berger, 1966; Baumel *et al.*, 1993).

Capo craniale - Indipendentemente dal fatto che il muscolo sia formato da uno o più ventri, esso origina tipicamente dalla superficie mediale o dorsale dell'apice della clavicola; quando il ventre è particolarmente sviluppato, l'origine si estende caudalmente al coracoide ed sull'acromion. I due muscoli sono rappresentati da un ventre unico nell'Hocco (*Crax rubra*), nella Gru canadese (*Grus canadensis*), nei *Columbidae*, nei *Cuculidae*, nel Turaco guancebianche (*Tauraco leucotis*), nell'Assiolo americano orientale (*Megascops asio*), nel Caprimulgo-

sparviero comune (*Chordeiles minor*), nel Quetzal splendente (*Pharomachrus mocinno*), nella Ghiandaia marina abissina (*Coracias abyssinicus*), nell'Upupa (*Upupa epops*) e nel Passero arboricolo americano (*Spizella arborea*). Il ventre comune è ipertrofico nel Piccione (*Columba livia*) e nei Pappagalli. George e Berger (1966) riportano che Beddard ritenne che il ventre comune spesso ricopre completamente la *pars major* del muscolo deltoide nei Pappagalli. Si ritrova un singola origine nel Cuculo smeraldino africano (*Chrysococcyx cupreus*) che si divide poi, distalmente, in due ventri separati. Riscontriamo due ventri indipendenti nel Rondone codaspinosa dei camini (*Chaetura pelagica*), nel Colibrì magnificente (*Eugenes fulgens*), nel Martin pescatore verde (*Chloroceryle americana*), nell'Indicatore golamacchiata (*Indicator variegatus*), nel Campanaro collunudo (*Procnias nudicollis*), nell'Uccello del paradiso rosso (*Paradisaea rubra*), nello Storno di Reunion (*Fregilupus various*), nella Vanga testabianca (*Artamella viridis*), nello Storno europeo (*Sturnus vulgaris*), nello Storno striato del Pacifico (*Aplonis tabuensis*) e nella Dendroica di Kirtland (*Dendroica kirtlandii*). Nel Bucero testabianca coronato (*Rhyticeros undulatus*) ritroviamo solo la parte propatagiale lunga del muscolo pettorale come origine di questo fascio, non vi sono ventri indipendenti e non esiste connessione tra il tendine del capo craniale ed il ventre muscolare del capo caudale.

Il tendine di inserzione del capo craniale manifesta una certa uniformità di struttura negli Uccelli; esso passa distalmente al margine craniale del propatagio come una larga banda fibroelastica che diviene tendinea ad una distanza variabile dall'estremità distale dell'avambraccio. L'inserzione principale in molti Uccelli è sul processo estensorio del carpometacarpo, ma il tendine è solito sfioccarsi per fondersi con la fascia profonda della mano. Nei *Corvidae*, si ritrova un'inserzione sul primo dito (Hudson e Lanzillotti, 1955). Nel Bucero testabianca coronato (*Rhyticeros undulatus*) una propaggine del tendine si fonde con la fascia che ricopre il muscolo adduttore dell'alula. In certi cuculi (*Geococcyx*, *Crotophaga*, *Coccyzus*, *Coua*) propaggini del tendine si inseriscono alla base dell'alula e sulle primarie prossimali. In altri cuculi (ad es. *Chrysococcyx*, *Cuculus*,

Coccyzus) il tendine si biforca in prossimità dell'estremità distale del radio; la branca principale va fondendosi con la fascia profonda della mano e presenta una inserzione minore sul processo estensorio; la branca minore funge da origine per un piccolo fascetto muscolare, il flessore accessorio del primo dito (George e Berger, 1966), che si inserisce sull'angolo caudobasale del primo dito superficialmente all'inserzione del muscolo flessore del primo dito. George e Berger (1966) riportano che Beddard studiò che nei Pinguini il tendine del capo craniale "si inserisce per tutta la lunghezza delle ossa del braccio fino all'estremità dell'ultima falange". Subito dopo la sua formazione il tendine di inserzione della capo craniale della parte propatagiale del muscolo deltoide può venir rinforzato dalla parte propatagiale lunga del muscolo pettorale, da un fascetto bicipitale, dal tendine della parte propatagiale del muscolo cucullare o da un legamento proveniente dalla cresta deltopettorale dell'omero.

Capo caudale - qualora entrambi i capi siano formati da ventri muscolari, la parte caudale risulta la più sviluppata delle due. Essa termina in prossimità dell'estremità distale della cresta deltopettorale nella maggior parte degli Uccelli, ma può estendersi ulteriormente sull'omero in alcuni Uccelli (ad es. *Goura victoria*, *Pharomachrus mocinno*). Nei Rondoni (ad eccezione del Rondone arboricolo dalla cresta – *Emiprocne longipennis*), nei Colibrì ed in alcuni Columbiformi (ad es. *Columba*, *Gallicolumba*) il ventre del capo caudale della parte propatagiale del deltoide, si estende distalmente fino al margine craniale del muscolo estensore radiale del carpo con il quale si fonde.

Il tendine del capo caudale prosegue distalmente, parallelamente all'omero, per poi inserirsi in svariati modi sul ventre o sul tendine di origine del muscolo estensore radiale del carpo. George e Berger (1966) riportano che Garrod, Forbes, Beddard e Lowe enfatizzarono il valore tassonomico dello schema di inserzione del tendine. In aggiunta all'inserzione principale sul ventre del muscolo estensore radiale del carpo, si riscontrano numerose inserzioni secondarie: il tubercolo sopracondilare dell'omero (*Geococcyx*); il tendine di origine del muscolo estensore comune delle dita (*Coccyzus*, *Chrysococcyx*); l'ulna (*Cuculus*); l'epicondilo

dorsale dell'omero (*Paradisaea, Corvus*); il tendine del muscolo tricipite brachiale (*Polihierax*). In molti Uccelli ritroviamo un'estensione caudale del tendine principale che si apre a ventaglio caudalmente estendendosi per l'intera lunghezza dell'avambraccio, fusa con la fascia antebrachiale e con la fascia che avvolge la base delle secondarie e le relative copritrici. Lo schema di inserzione più semplice è riscontrabile nei Tucani (*Ramphastidae*, Beddard, 1898) e nei Passeriformi. Lo schema tipico dei passeriformi è osservabile nell'Uccello del Paradiso rosso (*Paradisaea rubra*) nel quale il tendine del capo caudale emette una potente banda fibrosa verso il ventre del muscolo estensore radiale del carpo mentre il tendine principale scorre prossimalmente per inserirsi sull'epicondilo dorsale dell'omero, superficialmente al tendine di origine del muscolo estensore radiale del carpo.

Particolarità di specie

Nel Bucero testabianca coronato (*Rhyticeros undulatus*) il tendine di inserzione si biforca nel quarto distale dell'ala. La branca distale si inserisce sul tendine del muscolo estensore radiale del carpo 2 cm distalmente alla sua origine omerale. La branca distale passa caudalmente superficialmente ai muscoli dell'avambraccio, prende attacco sull'estremità distale dell'omero per poi aprirsi a ventaglio mediante un tendine che si estende per l'intera lunghezza dell'avambraccio, fuso assieme alla fascia anterobrachiale per poi passare nella mano e fondersi con la fascia profonda ed i legamenti presenti a questo livello. Larghi fasci aponeurotici passano dal margine caudale del tendine alla base delle secondarie, ad eccezione delle due più prossimali. Un'estensione profonda del tendine prende inserzione sul radio, caudalmente all'area di inserzione del muscolo supinatore.

Nel Ghiandaia marina abissina (*Coracias abyssinicus*) i due capi della parte propatagiale del complesso deltoideo si esprimono mediante un ventre comune da cui originano, distalmente, due propaggini muscolari, ognuna delle quali termina mediante un proprio tendine. Il più craniale si

divide a formare due tendini circa a metà dell'arto. I tre tendini si inseriscono sul margine craniale del muscolo estensore radiale del carpo. Dalla metà dei tre tendini una sviluppata aponeurosi passa caudalmente superficialmente ai muscoli dell'avambraccio, fondendosi con la fascia anterobrachiale ed inviando fascetti alla base delle secondarie prossimali.

Nel Caprimulgo-sparviero comune (*Chordeiles minor*) i due capi della parte propatagiale del pettorale sono formati da un singolo ventre che si fonde con il margine craniale del capo craniale della parte maggiore del muscolo deltoide ad eccezione della parte distale ove la parte caudale passa superficialmente al capo craniale del muscolo deltoide. Il ventre del capo caudale è indipendente solo nei suoi 7 o 8 mm distali e questa parte del ventre è legata al muscolo pettorale dalla porzione breve della parte propatagiale del muscolo pettorale, esso è inoltre connesso con il sottostante capo della parte maggiore del muscolo deltoide mediante una densa fascia.

Il tendine di inserzione della parte caudale si divide in due parti ugualmente sviluppate a circa 10 mm dall'inserzione del muscolo estensore radiale del carpo. Il tendine prossimale è fissato al margine craniale ed alla superficie dorsale del muscolo estensore radiale del carpo e vi scorre prossimalmente per inserirsi sull'omero circa 1 mm distalmente all'origine di suddetto muscolo. Il tendine distale si inserisce sull'angolo destro di una densa aponeurosi, in continuità con un fascetto derivante dal tendine prossimale sulla superficie del muscolo estensore radiale del carpo. Il tendine distale e la relativa aponeurosi fungono da origine tendinea per un ventre muscolare (lungo 12 mm) che si inserisce sul tendine del muscolo estensore radiale del carpo.

Lo schema di inserzione più complicato è riscontrabile nei *Laridae* e negli *Alcidae* (Beddard, 1898) in cui riscontriamo tendini multipli della parte caudale ed una inserzione secondaria a livello del propatagio con uno o più tendini della parte craniale. Risulta particolarmente laborioso l'isolamento del tendine della parte caudale dal tessuto connettivo del propatagio specialmente in quei Generi in cui l'inserzione avviene mediante una larga aponeurosi piuttosto che mediante un tendine unico.

Nel Turaco guancebianche (*Tauraco leucotis*), ad esempio, il tendine di inserzione della parte caudale appare come un foglietto largo 1.5 mm, un errore nella separazione potrebbe produrre l'idea, artificiosa, che il foglietto dia origine a tendini multipli. Si deve tenere conto di ciò nel valutare l'apparente presenza di due tendini nel Turaco verde del Sudafrica (*Tauraco corythaix*) come illustrato da Lowe (George e Berger, 1966). Alcuni dei tendini multipli descritti a questo livello in letteratura, pertanto, potrebbero essere degli artefatti.

Nel Piccione (*Columba livia*) la parte propatagiale del complesso deltoideo consiste in un unico ed ipertrofico ventre muscolare che cela quasi tutto il margine caudale del capo caudale della parte maggiore del deltoide. Il capo craniale è un sottile foglietto mentre il capo caudale è più spesso. Il ventre comune possiede una vasta origine dalla superficie mediale dell'apice della clavicola, dal legamento scapoloclavicolare dorsale e dalla superficie mediale dell'acromion. Il tendine della parte craniale nasce come una vasta banda elastica dal margine craniale del ventre comune in prossimità dell'estremità distale della cresta deltopettorale dell'omero. Il margine craniale del ventre muscolare del *fascetto bicipitale* si fonde con la porzione prossimale della banda elastica. Circa a tre quarti del propatagio, la banda elastica da origine ad un piccolo, anelastico tendine craniale ed ad un largo tendine caudale. Il tendine craniale si fonde con il tendine del *fascetto bicipitale* e si inserisce con esso, mentre quello caudale si inserisce sull'estremità distale dell'ulna e sull'osso ulnare del carpo, anche se il tendine è in intima aderenza con la fascia profonda del polso e della mano.

Il ventre comune riceve la banda aponeurotica emessa dalla parte propatagiale del muscolo pettorale che si inserisce sul margine craniale del ventre stesso.

Ciò che nel ventre comune corrisponde al capo caudale della parte propatagiale, più sviluppato rispetto a quello craniale, si estende distalmente sul margine craniale del muscolo estensore radiale del carpo prima di dare origine ad un corto, denso e ampio foglietto tendineo la maggior parte del quale si fonde con la densa fascia che ricopre la

superficie del muscolo estensore radiale del carpo. Derivazioni del tendine del capo caudale passano caudalmente sopra i muscoli dell'avambraccio e divengono indistinguibili dalla fascia antebrachiale che si inserisce sull'omero prossimalmente estendendosi distalmente, per poi fondersi con la fascia che circonda la base delle remiganti secondarie per tutta la lunghezza dell'ulna.

Nell'Ittero alirose (*Agelaius phoeniceus*) le due parti sono indipendenti ad eccezione di una piccola origine in comune. Il capo craniale è un piccolo muscolo lungo circa 8 mm e largo 4 mm (nel suo punto più ampio). Origina sia tramite fibre muscolari che tramite un tendine piatto in comune con il capo caudale, dalla superficie dorso mediale dell'apice della clavicola. Si ritrova, inoltre, una piccola origine dalla fascia che ricopre la superficie dorsomediale del capo caudale della parte maggiore del muscolo deltoide, in prossimità della sua origine dall'apice della clavicola. Il ventre del capo craniale termina mediante un piccolo tendine che passa distalmente nel margine craniale del propatagio. Esso è rinforzato anche dal tendine della parte propatagiale del muscolo cucullare della testa. In prossimità dell'estremità distale dell'avambraccio, il tendine si espande ed include un sesamoide nel punto in cui attraversa la superficie craniodorsale del radio. Esso passa poi superficialmente al tendine di inserzione del muscolo estensore radiale del carpo e si inserisce su entrambi i lati del tendine stesso sull'estremità distale del radio e sull'osso radiale del carpo. Il tendine del capo craniale funge da legamento o da guaina per contenere il tendine del muscolo estensore radiale del carpo nella sua doccia sull'estremità distale del radio. Derivazioni del tendine penetrano nella mano e si fondono con la fascia profonda.

Il capo caudale misura circa 20 mm di lunghezza ed 8 mm di massima larghezza. Origina mediante fibre muscolari (ad eccezione del tratto in comune con il capo craniale che è invece tendineo) dalla superficie dorsale dell'apice della clavicola. Il voluminoso ventre si assottiglia fino a diventare un tendine piatto ben sviluppato lungo 8 mm. Esso si inserisce sulla superficie craniodorsale del ventre del muscolo estensore radiale del carpo circa 6 mm distalmente alla sua origine omerale. Il tendine del capo

caudale piega bruscamente in direzione prossimale, incrocia superficialmente il ventre dell'estensore radiale del carpo e si inserisce sul processo sopracondilare dorsale dell'omero. La porzione breve della parte propatagiale del muscolo pettorale si fonde con l'estremità prossimale del tendine di inserzione del capo caudale.

Nel Gheppio americano (*Falco sparverius*) lo schema di inserzione della parte caudale è simile a quello fornito da George e Berger (1966) per il Genere *Polihierax* con la sola eccezione che in quest'ultimo il tendine presenta una inserzione sul tendine del muscolo tricipite brachiale. La parte craniale è poco sviluppata nel Genere *Falco* presenta un'origine in comune con la parte caudale. I due ventri si separano a livello della cresta deltopettorale dell'omero e la parte craniale si unisce al tendine elastico del patagio (Meyers, 1992a).

Funzione

Estende la mano e flette l'avambraccio; mette in tensione la piega cutanea propatagiale (Getty, 1982). Nel Gheppio americano (*Falco sparverius*) la parte caudale flette l'avambraccio, ma potrebbe anche essere in grado di estendere l'omero. La parte craniale è responsabile del mantenimento della tensione del patagio unitamente al muscolo pettorale propatagiale lungo (Meyers, 1992a).

Parte maggiore (*pars major*)

Situato sulla faccia dorsale della spalla, di norma tra il propatagiale (craniale e superficiale) ed il capo scapolare del tricipite brachiale (caudale e mediale).

Questa parte mostra molte variazioni sia in termini di sviluppo che di numero di capi sia per la presenza o assenza dell'inserzione scapolare, dell'estensione dell'inserzione sulla cresta deltopettorale e sulla diafisi omerale. Tipicamente si è soliti riconoscere tre capi: craniale, dorsale e prossimale.

Il capo craniale origina dalla fibrocartilagine omerocapsulare quando presente, dalla capsula articolare dell'articolazione coraco-scapolo-omerale, dall'apice della clavicola o dall'estremità craniale della scapola (dall'acromion o dalla superficie laterale della scapola, caudalmente ed inferiormente all'acromion, solitamente in prossimità della cavità glenoidea). Il capo craniale può anche originare esclusivamente dalla fibrocartilagine omerocapsulare negli animali in cui risulta eccezionalmente sviluppata (ad es. *Megascops asio*, *Tauraco leucotis*, *Procnias nudicollis*).

Il capo caudale origina dall'acromion (*Otus*, *Coua*, *Geococcyx*, *Coracias*), dall'apice della clavicola (*Chloroceryle*, *Upupa*, *Indicator*, *Procnias*, *Corvidae*) o dal coracoide (*Struthio*, *Rhea*, *Rhyticeros*). In molti generi (ad es. *Gavia*, *Anser*, *Grus*, *Otus*, *Pharomachrus*, *Chloroceryle*, *Coracias*, *Upupa*, *Procnias*, *Corvidae*) si riscontra un'inserzione tendinea secondaria sulla scapola che si estende tra il margine caudale del capo caudale e la lamina scapolare, dorsalmente all'origine del muscolo scapolo-omerale caudale. Esistono comunque variazioni all'interno dei vari Generi nel pattern di inserzione dell'inserzione scapolare. Il capo caudale presenta un'insolita origine nel Bucero testabianca coronato (*Rhyticeros undulatus*) ove un piatto e ben sviluppato tendine che origina dal processo procoracoideo del coracoide passa lateralmente, attorno al margine craniale della scapola e dorsalmente al legamento coraco-scapolare, per poi esprimersi mediante fibre muscolari a livello della superficie laterale della scapola e terminare fondendosi con la capsula dell'articolazione coraco-scapolo-omerale. Il piccolo capo craniale presente nel Genere *Rhyticeros* origina dalla capsula articolare e da una molto poco sviluppata fibrocartilagine omerocapsulare. I due capi nascono indipendenti l'uno dall'altro ma si fondono dopo un breve tratto per terminare mediante un'inserzione comune su poco più della metà prossimale dell'omero.

Particolarità di specie

I due capi della parte maggiore possono anche essere simili in termini di sviluppo; il capo craniale risulta più sviluppato in alcuni Passeriformi (ad es. *Paradisaea rubra*, *Corvidae*) mentre il maggiore sviluppo a carico del caudale lo riscontriamo nei Cuculi e nel Caprimulgo-sparviero comune. Variazioni intergenetiche dello sviluppo dei due capi sono riscontrabili negli *Psittacidae* (George e Berger, 1966).

In alcuni Generi (ad es. *Gallicolumba*, *Pharomachrus*, *Chloroceryle*) la parte maggiore del muscolo deltoide è composta da un largo capo superficiale e un più piccolo e capo profondo.

Nel Martin pescatore verde (*Chloroceryle americana*), per esempio, il capo profondo è costituito da una piccola banda muscolare lunga 10 mm e larga poco più di 1 mm (ad eccezione della sua inserzione). Il capo profondo origina esclusivamente dai legamenti dorsali della spalla (non è presente la fibrocartilagine omerocapsulare in questa specie). Il ventre muscolare si inserisce sull'omero prossimalmente alla zona di inserzione della parte craniale del muscolo grande dorsale.

In molti Uccelli si riscontrano i due capi fusi assieme ed una inserzione ininterrotta sulla cresta deltopettorale e sulla diafisi dell'omero (ad es. *Goura*, *Upupa*, *Indicator*, *Corvidae*).

In certi Passeriformi (ad es. *Procnias*, *Fregilupus*, *Sturnus*, *Dendroica*, *Spizella*) le due parti del muscolo sono tra loro indipendenti e pertanto presentano inserzioni separate che possono essere però adiacenti fra loro. L'inserzione distale avviene spesso per mezzo di un'aponeurosi o di un tendine mentre l'inserzione prossimale avviene pressoché invariabilmente mediante fibre muscolari (fa eccezione il Caprimulgo-sparviero comune - *Chordeiles minor*). L'inserzione si estende al processo sopracondilare dorsale sull'estremità distale dell'omero nei Passeriformi.

Nei Generi *Anser*, *Grus*, *Otus* e *Rhyticeros* l'inserzione si limita alla metà prossimale dell'omero, nel Genere *Coracias* ai tre quinti prossimali e nel Genere *Gavia* al terzo prossimale.

George e Berger (1966) riportano che secondo Fürbringer la parte maggiore del complesso deltoideo si inserisce sul terzo distale dell'omero nei Generi *Chunga*, *Nothura*, *Opisthocomus*, *Harpactes*, *Corythaix*, *Artrichia*, *Apus* (*Cypselus*), *Dendrochelidon*, *Rhamphastos*, *Collocalia*, *Colius*. Presentano tale inserzione anche la maggior parte dei *Fulicariae*, *Columbidae*, Piciformi e Passeriformi.

In un esemplare del Genere *Apus* inoltre riscontrò un'estensione dell'inserzione sulla fascia antebrachiale che ricopriva i muscoli dell'avambraccio. Fisher (1946) riscontrò solo un capo della parte maggiore del muscolo deltoide nei *Catartidae* e George e Berger (1966) nel Hocco (*Crax rubra*). George e Berger (1966) riportarono che Beddard sostenne che la parte maggiore “sembra essere assente” in *Psittacula* (*Psittacidae*) ed in *Geophaps* (*Columbidae*). Riportarono anche che Lucacs non riscontrò la parte maggiore del deltoide nel Rondone codaspinosa dei camini (*Chaetura pelagica*), sostenne inoltre che era presente un solo capo nei Generi *Collocalia*, *Cypseloides*, *Apus* e *Tachornis* mentre erano presenti entrambi i capi nel Genere *Hemiprogne* (*Hemiprocnidae*).

George e Berger (1966) riportarono che Lowe descrisse questa parte come “estremamente ridotta” nei Rondoni ed “enormemente ridotta od assente” nei Colibrì. Essi affermano inoltre che la parte maggiore del complesso deltoideo è sicuramente presente nel Rondone codaspinosa dei camini (*Chaetura pelagica*) ed esibisce uno sviluppo paragonabile a quello riscontrato nel Rondone codaspinosa bruno (*Hirundapus giganteus*) da Lowe. Nel Genere *Chaetura* ritroviamo una piccola benderella muscolare larga circa 1 mm che origina dalla scapola caudoventralmente all'acromion; passa poi distalmente e caudalmente al tendine del muscolo sopracoracoideo e si inserisce caudalmente e subito distalmente lo stesso, cranialmente al processo sopracondilare dorsale circa a metà dell'omero. Sempre George e Berger non riscontrarono questa parte di muscolo nel Colibrì magnificente (*Eugenes fulgens*).

Nel Piccione (*Columba livia*) la parte maggiore del complesso deltoideo è composta da un capo caudale molto sviluppato e da un più piccolo capo craniale. Quasi tutto il margine caudale del capo caudale

rimane celato dal ventre comune della parte propatagiale. Il capo caudale origina mediante fibre muscolari dalla superficie laterale e dorsale dell'acromion e si inserisce per un tratto di circa 10 mm sull'estremità distale dell'omero estendendosi distalmente fino all'epicondilo dorsale. Il nervo brachiale superiore lungo (presumibilmente quello che la Nomina Anatomica Aviaria chiama nervo cutaneo brachiale dorsale) ed i vasi con il quale decorre perforano il muscolo fino a formare un'apertura in prossimità dell'inserzione distale. Il capo craniale giace soprattutto al di sotto del capo caudale e si fonde con la sua superficie profonda. Origina mediante fibre muscolari dalla superficie ventrolaterale dell'acromion e dalla parte di scapola al di sotto dello stesso. La fibrocartilagine omerocapsulare è assente e non si riscontra un'origine dalla capsula articolare. Il capo craniale si inserisce mediante fibre muscolari sulla diafisi dell'omero, in quell'area che si estende da 10 mm distalmente alla giunzione del capo articolare, prosegue per tutta la cresta deltopettorale e termina distalmente ad essa. I due ventri presentano una inserzione continua su tutti i due terzi distali della diafisi dell'omero.

Nell'Ittero alirose (*Agelaius phoeniceus*) la parte in esame presenta due capi muscolari ben sviluppati. Il capo craniale è composto di due parti in intima relazione. La parte maggiore origina principalmente mediante fibre muscolari da una fibrocartilagine omerocapsulare molto sviluppata e dal legamento scapolo-omerale dorsale. Il ventre passa cranialmente e inferiormente per inserirsi mediante fibre muscolari sulla maggior parte della cresta deltopettorale e sulla diafisi dell'omero distalmente alla cresta suddetta per una distanza di circa 20 mm. Un largo fascicolo caudale origina principalmente mediante un tendine ampio ed appiattito dal margine ventrale dell'acromion all'interno del canale triosseo. Il tendine passa esternamente al di sotto dell'origine della parte minore del complesso deltoideo e superficialmente alla capsula articolare dell'articolazione della spalla per poi fondersi in parte con la fibrocartilagine omerocapsulare. Le fibre muscolari del fascicolo caudale originano dal tendine e dalla fibrocartilagine omerocapsulare. Parte del fascicolo si fonde con la superficie caudale della componente craniale del capo craniale nella metà

prossimale del braccio mentre il resto del muscolo continua come ventre indipendente dando origine ad un tendine lungo circa 1 mm che si inserisce su di un tubercolo sulla faccia prossimale del processo sopracondilare dorsale dell'omero.

Il capo caudale della parte maggiore del complesso deltoideo origina principalmente mediante fibre muscolari dalla superficie caudale e mediale dell'apice della clavicola e da una piccola area sul legamento coracoclavicolare dorsale. Il ventre appiattito passa distalmente, superficialmente al tendine del muscolo sopracoracoideo ed ai ventri della parte minore del complesso deltoideo e del muscolo scapolotricipite. Il ventre del capo caudale si estende per tutta la lunghezza del braccio e si inserisce mediante corte fibre semitendinee sull'omero, subito prossimalmente alla base del processo sopracondilare dorsale.

Funzioni

Estende la spalla (King e McLelland, 1975).

Sollewa l'omero e l'ala, contribuendo anche al movimento dell'ala caudalmente (Getty, 1982).

Parte minore (*pars minor*)

George e Berger (1966) riportano che Gadow e Selenka sostennero che la maggior parte delle descrizioni della parte minore del complesso deltoideo sono così confuse che solo una piccola quota della letteratura a riguardo può essere interpretata correttamente. Questo muscolo è stato descritto mediante l'uso di molti nomi: scapolo-omerale, deltoide profondo breve, deltoide interno, deltoide esterno, sopraspinato, coracobrachiale interno da Fürbringer; da Shufeldt e da Howell.

Sullivan (1962) affermò che, accettando come criterio di valutazione dell'omologia l'invariabilità dell'innervazione dei muscoli, ipotesi di Fürbringer (George e Berger, 1966), il muscolo coracobrachiale anteriore (oggi corrispondente alla parte minore del complesso deltoideo) pare essere

in relazione con la parte maggiore del muscolo deltoide. Sullivan adottò il nome di coracobrachiale anteriore poiché embriologicamente “deriva dalla divisione sopracoracoidea della massa premuscolare ventrale. Viene poi innervato dallo stesso tronco nervoso del muscolo deltoide che negli stadi primari embrionali termina in corrispondenza del forame triosseo [...] che in seguito cresce inferiormente a innervare il muscolo coracobrachiale anteriore”.

La parte minore del complesso deltoideo presenta tipicamente un singolo capo (*caput dorsale*) che è stato riscontrato in molti Uccelli. Esso origina dalla superficie laterale dell'acromion (ad es. *Geococcyx*, *Corvidae*, *Fringillidae*), dalla superficie laterale del coracoide (*Eugenes*, *Coracias*, *Chloroceryle*, *Spizella*), dall'interno del canale triosseo e dalla scapola (*Chaetura*, *Pharomachrus*, *Chordeiles*, *Upupa*), dalla clavicola (*Chordeiles*, *Indicator*, *Procnias*) o dal coracoide (*Chrysococcyx*). Il muscolo origina all'interno del canale triosseo da entrambi le superfici laterali della clavicola e del coracoide nel Coua azzurro (*Coua caerulea*). Il capo dorsale sovrasta e nasconde il tendine d'inserzione del muscolo sopracoracoideo in alcuni Generi (ad es. *Grus*, *Otus*, *Chaetura*, *Spizella*) mentre non nasconde il tendine in altri Generi (ad es. *Gallicolumba*, *Coracias*, *Upupa*).

Il capo ventrale è stato riscontrato in alcuni Uccelli. Quando questa parte è ben sviluppata, si presenta come un cospicuo fascetto carnoso ubicato medialmente e alquanto dorsalmente al ventre del muscolo sopracoracoideo, nello spazio interosseo delimitato dalla clavicola, dal coracoide e dallo sterno. In molti Uccelli, l'inserzione della parte minore del muscolo deltoide è superficiale ed intimamente aderente all'inserzione del muscolo sopracoracoideo. Nei *Galliformi*, nei *Colombidi* e negli *Psittacidi* i due muscoli sono più o meno indipendenti, giacché il tendine del muscolo sopracoracoideo passa dorsalmente e distalmente rispetto alla parte minore del muscolo deltoide.

Particolarità di specie

Nella Gru canadese maggiore (*Grus canadensis tabida*) la parte ventrale origina all'interno del canale triosseo dal processo procoracoideo e dalla membrana coracoclavicolare. Il capo dorsale origina all'interno del canale triosseo dal margine ventrale dell'acromion. I due capi si fondono a formare un ventre comune che si inserisce sulla parte distale dell'omero caudalmente all'inserzione del muscolo sopracoracoideo.

George e Berger (1966) riportano che Buri ritenne fosse assente la parte minore del complesso deltoideo in alcuni Colibrì (*Phaethornis*, *Amazilia*) mentre Fürbringer riscontrò variazioni individuali nel Genere *Apus*. Sempre George e Berger (1966) descrivono questa parte come ben sviluppata nel Rondone codaspinosa dei camini (*Chaetura pelagica*). Nel Colibrì magnificente (*Eugenes fulgens*) il muscolo è una minuta banda larga circa 0,3 mm che origina dalla superficie laterale dell'apice del coracoide e si inserisce sul margine craniodorsale dell'omero subito distalmente la sua testa articolare. La parte minore del complesso deltoideo è assente in alcuni Cuculi (*Coccyzus*, *Pachycoccyx* e *Centropus*).

Nel Piccione (*Columba livia*) la parte minore del complesso deltoideo è insolitamente ben sviluppata. Il ventre è un sottile fascetto di fibre muscolari largo 7 mm che presenta una vasta origine dalla superficie laterale dell'apice del coracoide tra i legamenti coraco-omeroale e coracoscapolare intraosseo e dal margine inferiore dell'acromion. Il muscolo è formato da strati superficiali e profondi più o meno distinti in intima associazione con la superficie dorsale della capsula articolare. Il muscolo presenta un'ampia inserzione muscolare sulla superficie craniodorsale dell'omero subito distalmente alla testa (George e Berger, 1966).

Nell'Ittero alirose (*Agelaius phoeniceus*) la parte minore è composta da due capi indipendenti. Il capo ventrale (posteriore profondo secondo George e Berger; 1966) origina mediante fibre muscolari dalla superficie laterale dell'acromion. Il ventre muscolare, appiattito, largo 0,5 mm passa esternamente e cranialmente superficialmente al tendine di inserzione del

muscolo sopracoracoideo e si inserisce sulla parte prossimale del margine craniale dell'omero sul bordo della testa. Il capo dorsale (anteriore superficiale secondo George e Berger, 1966) origina dalla superficie dorsolaterale della testa del coracoide; l'appiattito ventre muscolare (leggermente più largo del capo ventrale) procede esternamente per inserirsi sull'omero subito cranialmente al capo ventrale. Il tendine del muscolo sopracoracoideo si inserisce prossimalmente e tra le aree in cui terminano i due ventri della parte minore del complesso deltoideo (George e Berger, 1966; Baumel *et al.*, 1993).

Nel Gallo comune (*Gallus gallus*) il capo ventrale, ben sviluppato nei *Galliformes*, origina dal rostro dello sterno, dalla superficie ventromediale del coracoide e dalla membrana sternocoracoclavicolare, estendendosi in direzione craniale nel canale triosseo (Getty, 1982).

La conformazione di questo muscolo nel Gheppio americano (*Falco sparverius*) corrisponde con quella fornita nella parte generale di questo muscolo (Meyers, 1992a).

Funzione

Estende la spalla (King e McLelland, 1975).

Coopera alla flessione della spalla ed al sollevamento dell'omero (Getty, 1982). Secondo Meyers (1992a, 1992b), nel Gheppio americano (*Falco sparverius*), il muscolo è troppo piccolo per produrre un movimento rilevante, in virtù del fatto che è composto da fibre toniche presume una funzione posturale.

1.3.4.14 Muscolo tricipite brachiale (*Musculus triceps brachii*)

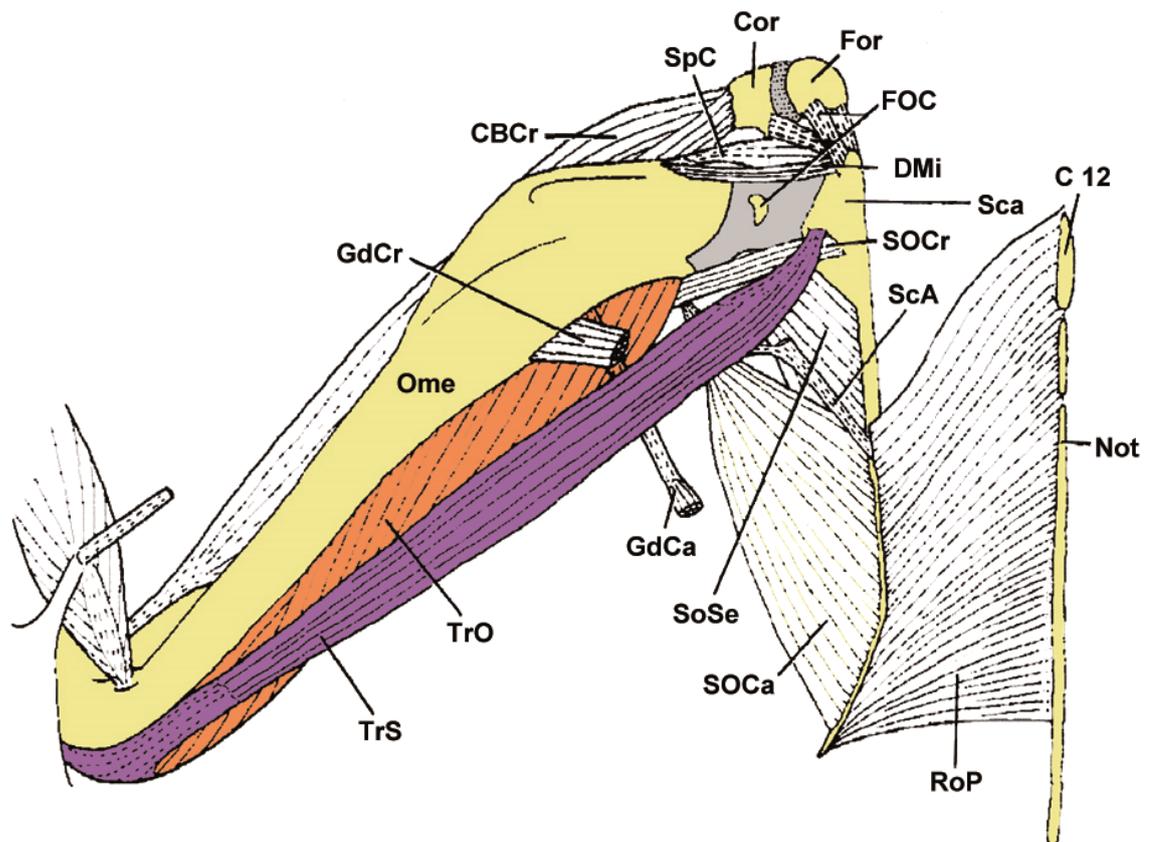


Immagine 1.19 Muscolo tricipite brachiale. Veduta dorsale della muscolatura profonda della spalla e del braccio del Gheppio americano (*Falco sparverius*). La parte maggiore del muscolo deltoide, il muscolo romboide superficiale ed il capo caudale della parte propatagiale del muscolo deltoide sono stati rimossi. La parte craniale e la caudale del muscolo grande dorsale nonché la “scapular anchor” sono state resecate (Modificato da Meyers, 1992a).

George e Berger (1966) riportarono che il muscolo tricipite brachiale denominato con il termine di *anconaeus* da Fürbringer in virtù della somiglianza con l'omologo muscolo dei Mammiferi, in passato è stato nominato anche come *triceps cubiti s. anconaeus* in base al termine utilizzato da Gadow e Selenka. Vi sono, di norma, due parti ben definite (Getty, 1982) ed una vestigiale (Baumel *et al.*, 1993):

- **muscolo scapolotricipite** (*Musculus scapulothoriceps*);
- **muscolo omerotricipite** (*musculus humerotriceps*): quest'ultimo talvolta divisibile in un capo mediale, uno capo caudale ed un capo breve in funzione dell'inserzione di altri muscoli. Queste suddivisioni non sono comunque ritenute importanti da Baumel *et al.* (1993);

- **muscolo coracotricipite** (*musculus coracotriceps*): conosciuto in passato come *caput coracoideum musculus anconei* o come *musculus anconeus coracoideus* (George e Berger, 1966).

Muscolo scapolotricipite

Conosciuto anche come tricipite scapolare, anconeo scapolare o anconeo lungo, origina mediante un tendine e/o fibre muscolari dalla superficie laterale della scapola solitamente appena caudalmente alla cavità glenoidea, frequentemente dalla parte caudale del labbro della cavità glenoidea stessa. A volte origina anche dalla clavicola e dal legamento scapoloclavicolare come avviene nei Pinguini o nell'Oca delle nevi (*Anser caerulescens*). Nei Generi *Anser*, *Grus*, *Otus* e *Rhyticeros* il tendine assume il profilo di una Y, essendo presente un'inserzione accessoria sul margine laterale della scapola, caudalmente alla cavità glenoidea. Il tendine si presenta composto da due capi nell'Upupa (*Upupa epops*). Il capo craniale origina mediante uno sviluppato tendine dal bordo caudolaterale della cavità dorsocaudale mentre il caudale presenta una tipica origine dalla superficie laterale della scapola. I due capi si fondono circa a metà del braccio: il tendine singolo presenta un'inserzione indipendente sull'olecrano. Sono presenti connessioni fasciali minori con il ventre ed il tendine di inserzione del muscolo omerotricipite (George e Berger, 1966).

Particolarità di specie

Il muscolo scapolotricipite presenta un'origine insolita nel Martin pescatore verde (*Chloroceryle americana*), in questa specie il muscolo origina non solo dalla superficie laterale della scapola, caudalmente e dorsalmente alla cavità glenoidea, ma anche dalla superficie mediale dell'apice della clavicola, dorsalmente all'origine della parte maggiore del muscolo deltoide. Nell'Assiolo americano orientale (*Megascops asio*) il muscolo scapolotricipite origina principalmente mediante una sviluppata aponeurosi dal margine ventrale della scapola.

George e Berger (1966) riportarono che Beddard pose particolare enfasi circa la presenza di un tendine accessorio che chiamò inserzione omerale (Ankerung) tra il margine craniale del muscolo scapolotricipite e l'estremità prossimale dell'omero. Egli notò che la *humeral anchor* è caratteristica del gruppo di Uccelli che Garrod classificò sotto il nome di *Homalogonatae* (in funzione della presenza o assenza del muscolo *ambiens*), ma esistono delle eccezioni: l'inserzione omerale del tendine accessorio è presente in alcuni Generi della Famiglia dei *Bucerotidae* (*Buceros*, *Bucorvus*) mentre è assente in altri (*Rhyticeros*, *Tockus*); è presente in alcuni *Psittaciformes* ma assente in altri (in quest'ordine anche il muscolo *ambiens* si presenta in alcuni Generi e manca in altri). L'inserzione omerale del tendine accessorio è stato in oltre descritto nell'Ordine dei *Falconiformes* (particolarmente marcato nel Genere *Sagittarius*), in quello degli *Strigiformes*, nelle Famiglie degli *Anhimidae*, negli *Anatidae*, nei *Caprimulgidae*, nei Generi *Grus*, *Rhinoceros* e nell'Upupa (*Upupa epops*). George e Berger (1966) riscontrarono la *humeral anchor* nella Strolaga maggiore (*Gavia immer*), nella Gallinella d'acqua (*Gallinula chloropus*), Colomba coronata di Vittoria (*Goura victoria*), nel Piccione (*Columba livia*), nell'Assiolo americano orientale (*Megascops asio*), nel Quetzal splendente (*Pharomachrus mocinno*), nel Caprimulgo-sparviero comune (*Chordeiles minor*). Sempre George e Berger (1966) affermarono che Beddard osservò la “*humeral anchor*” nei Generi *Saurothera*, *Coccyzus* e *Centropus* mentre essi non riuscirono ad osservarla in tali Generi. In alcuni Uccelli (ad es. nell'Assiolo americano orientale - *Megascops asio*) riscontriamo anche un *anchor* aponeurotica tra il margine caudale del muscolo scapolotricipite e il margine dorso laterale della scapola, caudalmente all'origine principale del muscolo. Il ventre del muscolo scapolotricipite si porta distalmente lungo la superficie caudale dell'omero per inserirsi mediante un tendine pianeggiante sulla superficie dorsale del processo coracoideo dell'urna o tra la base dell'olecrano e il processo coracoideo. In alcuni Uccelli il tendine può contenere un sesamoide detto osso sesamoideo del muscolo scapolotricipite (*os sesamoideum musculus scapulo-tricipitis*) in prossimità dell'incrocio con

l'estremità distale dell'omero (ad es. nel Colibrì magnifico – *Eugenes fulgens*, nel Rondone codaspinosa dei camini – *Chaetura pelagica*, nel Campanaro collonudo – *Procnias nudicollis*, nella Dendroica di Kirtland – *Dendroica kirtlandii*, nel Passero arboricolo americano – *Spizella arborea*). Il sesamoide si trova insolitamente sviluppato nel Genere *Eugenes* è in grado di scorrere prossimo-distalmente esattamente come la rotula nei Mammiferi, dall'esame di alcuni esemplari conservati in alcool George e Berger (1966) conclusero che nell'articolazione del gomito del Colibrì possono avvenire sia movimenti di rotazione che di flessione e di estensione. È interessante notare che nonostante lo scapolotricipite sia particolarmente voluminoso in questa Famiglia, anche il muscolo omerotricipite risulta sviluppato. Nel Rondone codaspinosa dei camini (*Chaetura pelagica*) il muscolo scapolotricipite è ipertrofico e risulta largo quanto entrambe le parti del muscolo omerotricipite. Fibre originanti dal capo mediale del muscolo omerotricipite si inseriscono sul tendine del muscolo scapolotricipite in molti Uccelli. Nel Genere *Geococcyx* si riscontra un'inserzione muscolare e tendinea che si continua per tutta la superficie prossimodorsale dell'ulna. In altri Uccelli (ad es. nel Piccione – *Columba livia*, nel Quetzal splendente - *Pharomachrus mocinno*, nel Caprimulgo-sparviero comune – *Chordeiles minor*, nell'Upupa – *Upupa epops*, nella Dendroica di Kirtland – *Dendroica Kirtlandii* e nel Passero arboricolo americano – *Spizella arborea*) il muscolo scapolotricipite è indipendente e non presenta connessioni con l'omerotricipite.

Nel Piccione (*Columba livia*) origina mediante fibre dalla superficie della scapola (caudalmente e ventralmente all'origine del capo caudale dalla parte maggiore del muscolo deltoide) e mediante una tenace aponeurosi dal margine inferiore dal bordo caudale della cavità glenoidea che in questa specie risulta particolarmente sviluppato. L'aponeurosi possiede una forte connessione tendinea con il legamento scapolo-omeroale che rimane caudodorsale rispetto a questa struttura. Un'inserzione aponeurotica larga 2 mm si estende tra la superficie caudale dell'omero e il margine craniale profondo del muscolo. Il ventre del muscolo scapolotricipite si estende quasi fino all'estremità distale dell'omero e si

continua poi mediante un tendine che aggira l'estremità distale dell'omero inserendosi in una incisura laterale al tendine omerotricipite. I ventri dei muscoli scapolotricipite ed omerotricipite risultano indipendenti per tutta la loro lunghezza. Si ritrovano connessioni fasciali minori tra i due muscoli a livello del gomito, ma il muscolo scapolotricipite presenta un'inserzione separata sulla superficie dorsale dell'ulna in prossimità della base dell'olecrano (George e Berger, 1966).

Nell'Ittero alirose (*Agelaius phoeniceus*) il muscolo scapolotricipite origina mediante due capi, il capo maggiore origina mediante fibre muscolari dalla superficie laterale della scapola subito caudalmente all'acromion e dorsalmente rispetto alla cavità glenoidea. Il capo minore origina sia mediante fibre muscolari che grazie ad un ampio tendine pianeggiante dal bordo caudale della cavità glenoidea ventralmente all'origine del capo maggiore. I due capi si fondono a livello dell'inserzione della parte craniale del muscolo grande dorsale. Il ventre comune prosegue distalmente lungo la superficie caudale dell'omero al di sotto del capo caudale della parte maggiore del muscolo deltoide e si inserisce sulla faccia prossimale dell'osso sesamoideo del muscolo scapolotricipite caudalmente all'articolazione del gomito. Il sesamoide si sviluppa nel tendine dell'inserzione del muscolo scapolotricipite che si estende dalla faccia distale del sesamoide per poi inserirsi sulla superficie del processo coracoideo dell'ulna (George e Berger, 1966).

Nel Gheppio americano (*Falco sparverius*) Meyers (1992a) descrisse questo muscolo affermando che giace lungo il bordo caudale del braccio al di sotto della parte maggiore del muscolo deltoide e superficialmente al muscolo omerotricipite. È composto da fibre parallele e origina mediante un breve tendine dalla scapola, in prossimità della capsula articolare subito lateralmente e cranialmente all'origine del muscolo scapolo-omeroale craniale. Il ventre muscolare passa caudolateralmente al di sopra dell'origine del muscolo coracobrachiale craniale e del tendine della parte caudale del muscolo grande dorsale continuandosi mediante tendine a circa metà della sua lunghezza. Termina inserendosi sulla parte prossimale dell'olecrano prossimalmente al muscolo omerotricipite. Nel *Falco*

sparverius sempre Meyers non riscontrò la “humeral anchor” nonostante sia descritta in altri *Falconiformes*.

Funzione

Flette la spalla (Getty, 1982) ed estende l'articolazione del gomito (King e McLelland, 1975; Getty, 1982).

Muscolo omerotricipite

Il muscolo omerotricipite, conosciuto in passato con il nome di tricipite omerale o anconeo omerale, origina da quasi tutta la parte caudale della diafisi dell'omero nella maggior parte degli Uccelli. George e Berger (1966) dividono questo muscolo in 2 capi: capo interno (dorsale) e capo esterno (ventrale). Essi risultano solitamente separabili solo nella regione della fossa pneumotricipitale dell'omero dove i capi formano uno schema a V e un capo origina sull'altro lato dell'area di inserzione del muscolo scapolo-omerale craniale. Quando quest'ultimo muscolo manca o quando non si inserisce sulla fossa pneumotricipitale, i due capi sono affiancati tra loro. George e Berger (1966) riportarono che Bock illustrò le relazioni tra il muscolo scapolo-omerale craniale ed il muscolo omerotricipite nella fossa pneumotricipitale nel Genere *Corvus* e *Coccothraustes*. Il capo esterno origina solitamente dalla superficie anconeale della cresta bicipitale, dalla cresta laterale della fossa pneumotricipitale e da quasi tutto la diafisi omerale che si trova distalmente a queste strutture. In alcuni Uccelli (ad es. *Geococcyx*, *Corvidae*) alcune fibre del capo esterno originano su entrambi i lati del tendine di inserzione del muscolo scapolo-omerale caudale. Il capo interno presenta una maggiore variabilità nell'origine rispetto la capo esterno: nei Generi *Crotophaga* e *Coccyzus* esso inizia subito prossimalmente all'inserzione della parte caudale del grande dorsale; nei *Cathartidae* il capo interno origina solo da una piccola area nei “quattro quinti della superficie anconeale” dell'omero (Fisher, 1946). I due capi del muscolo omerotricipite si fondono dopo un breve tratto, il ventre si estende

fino in prossimità del gomito nella maggior parte degli Uccelli per poi inserirsi mediante tendine o fibre semitendinee sull'olecrano.

Particolarità di specie

Nel Rondone codaspinosa dei camini (*Chaetura pelagica*) l'olecrano è molto poco sviluppato (George e Berger, 1966).

Nel Piccione (*Columba livia*) il muscolo omerotricipite origina dalla maggior parte della superficie caudale della diafisi dell'omero. I capi interno e esterno del muscolo risultano separati solo presso la loro origine a livello della fossa pneumotricipitale e per un breve tratto distalmente a essa. Il capo interno presenta inoltre un'origine tendinea dalla cresta bicipitale, ventralmente all'area d'inserzione del muscolo scapolo-omeroale caudale. Il ventre si estende fino all'olecrano sul quale si inserisce mediante brevi fibre tendinee (George e Berger, 1966).

Nell'Ittero alirose (*Agelaius phoeniceus*) il capo esterno origina dalla faccia distale della cresta occipitale dell'omero, dalla parte ventrale del bordo della fossa pneumotricipitale e da poco più della metà prossimale della diafisi dell'omero. Il capo interno origina dalla parte dorsale del bordo della fossa pneumotricipitale e dalla superficie caudodorsale della diafisi dell'omero per quasi tutta la sua lunghezza. Il capo esterno risulta più sviluppato del capo interno nelle relative parti prossimali. I due capi si fondono a circa due quinti del braccio ed il ventre comune si estende fino a raggiungere l'estremità distale dell'omero. Alcune fibre del capo interno si inseriscono sull'estremità prossimale dell'osso sesamoideo del muscolo scapolotricipite al di sotto dell'inserzione del muscolo stesso, mentre la maggior parte del muscolo omerotricipite continua distalmente sul solco omerotricipitale per poi inserirsi sull'olecrano che in questa specie risulta particolarmente sviluppato. La parte superficiale dell'inserzione è composta da fibre muscolari mentre sul bordo ventrale della parte profonda del muscolo si forma un tendine che si inserisce sull'olecrano (George e Berger, 1966).

Nel Fagiano dal collare (*Phasianus colchicus torquatus*), nel Tacchino comune (*Meleagris gallopavo*), nel Gallo cedrone (*Tetrao urogallus*) ed in diverse specie di quaglie, il ventre dell'omerotricipite è profondamente perforato dall'inserzione della parte craniale del muscolo grande dorsale, mentre nel Gallo comune (*Gallus gallus*) la perforazione è meno profonda (Getty, 1982).

Hudson e Lanzillotti (1955) descrissero una seconda origine dalla porzione distale dell'omero nel *Falco mexicanus*.

Funzione

Estende il gomito (King e McLelland, 1975; Getty, 1982) e l'ala (Getty, 1982).

In associazione con il muscolo scapolotricipite estende l'avambraccio (Meyers, 1992a).

Muscolo coracotricipite

George e Berger (1966) riportarono che questo muscolo venne apparentemente descritto per la prima volta da Fürbringer, che gli attribuì il ruolo di capo vestigiale del muscolo tricipite brachiale (*caput coracoideum musculus anconaei*) pensando fosse l'omologo del capo coracoideo del muscolo tricipite in certi Rettili. Sempre George e Berger (1966) proposero l'attuale termine di muscolo coracotricipite qualora venisse appurata la sua derivazione dal muscolo tricipite brachiale. Affermarono che Fürbringer sostenne che il tendine di origine di questo muscolo fosse migrato dando origine al legamento "sterno-coraco-scapulare internum". Riportarono inoltre che in alcuni Uccelli questo legamento prende inserzione solo sullo sterno e sulla scapola e che in funzione di ciò Gadow attribuì a questo legamento il nome di sternoscapolare. Sostennero inoltre che, secondo Fürbringer, il tendine (*tendo musculus anconaei coracoidei*; menzionato per la prima volta da Carus) dà origine ad un muscolo striato vestigiale che si estende per i due quinti dell'estremità distale del braccio in alcuni

Uccelli: *Pelecanus*, *Ardeidae*, *Cicogniidae*, *Phoenicocotus*, molti *Anseriformes* (inclusi quelli del Genere *Chauna*), *Cathartes*, *Falco*, *Grus* e *Aramus*. Sempre secondo quanto riportato da George e Berger, Fürbringer notò che il muscolo presenta dimensioni microscopiche nei Generi *Podiceps*, *Phalacrocorax* (embrione), *Eulabeornis* (*Rallidae*), *Eurypyga* e nella Moretta eurasiatica (*Aythya fuligula*) e inoltre che nel Genere *Turnix* e *Gallirallus* è composto da quattro a dieci fibre degenerate.

Particolarità di specie

Questo muscolo sembra esibire il massimo sviluppo nel Genere *Pelecanus* nel quale si inserisce per mezzo di un piccolo tendine sull'estremità prossimale dell'ulna, adiacente all'inserzione del muscolo omerotricipite. George e Berger (1966) riportarono che Berger stesso descrisse ed illustrò questo muscolo nella Gru canadese maggiore (*Grus canadensis tabida*) e nel Piccione (*Columba livia*). In queste due specie il tendine del muscolo coracotricipite non solo dà origine al muscolo stesso ma funge da tendine accessorio per l'origine del muscolo espansore delle secondarie che è composto solamente da fibre muscolari lisce. Sempre George e Berger affermarono che Fürbringer concluse che il muscolo coracotricipite è scomparso in molte specie di Uccelli ma che in molte altre il suo tendine di origine è rimasto sotto forma di un lacerto accessorio tra il tendine ed il ventre del muscolo espansore delle secondarie. Sempre Berger ritrovò questo muscolo nell'Oca delle nevi maggiore (*Anser caerulescens atlanticus*).

Nel Piccione (*Columba livia*) questo piccolo muscolo striato, lungo circa 15 mm e largo da 0,4 a 1,0 mm, origina dalla superficie anteriore del lungo tendine del muscolo espansore delle secondarie a circa metà dell'omero. Non appena in vicinanza dell'estremità distale dell'omero dal ventre origina un tendine piatto che passa profondamente tra il capo interno e quello esterno del muscolo omerotricipite per fondersi con il rafe aponeurotica presente tra i due capi.

Nell'Ittero alirose (*Agelaius phoeniceus*) sia il tendine lungo del muscolo espansore delle secondarie che il muscolo coracotricipite sono assenti.

1.3.4.15 Muscolo bicipite brachiale (*Musculus biceps brachii*)

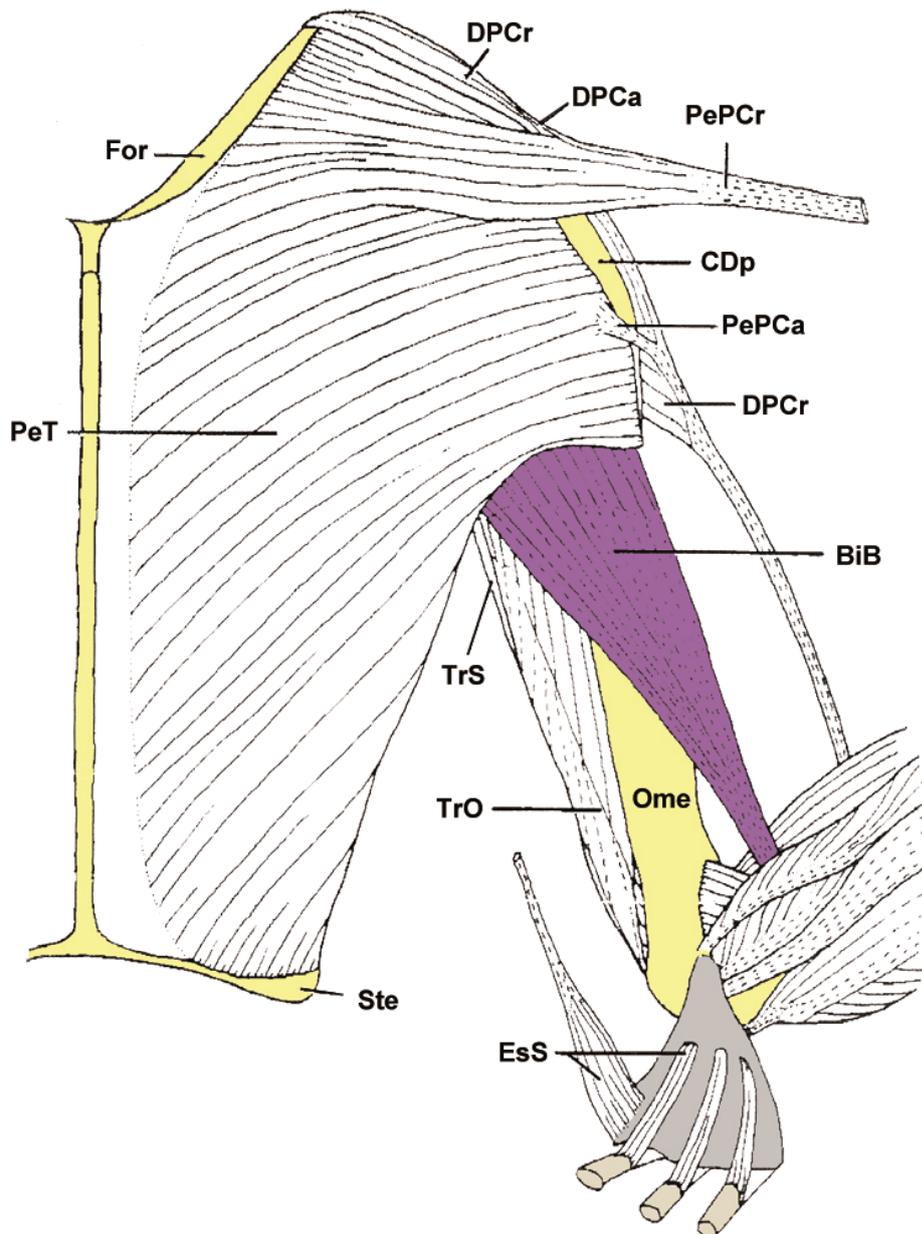


Immagine 1.20 Muscolo bicipite brachiale. Veduta ventrale della muscolatura superficiale della spalla sinistra e del braccio del Gheppio americano (*Falco sparverius*). La parte addominale è stata rimossa, il capo craniale della la parte proptagiale ed il muscolo espansore delle secondarie sono stati resecati (Modificato da Meyers, 1992a).

Questo muscolo può esprimersi mediante un singolo ventre o essere rappresentato da due capi separati:

- **capo coracoideo** (*caput coracoideum*);
- **capo omerale** (*caput omerale*);

E' inoltre presente una **parte propatagiale** (*pars propatagialis*) generalmente derivante dal ventre del muscolo bicipite brachiale in molte specie di Uccelli (si veda oltre).

Capo coracoideo (*caput coracoideum*) e capo omerale (*caput omerale*)

Il muscolo bicipite brachiale origina tipicamente mediante una lamina tendinea compatta spesso a forma di L che presenta un'inserzione sulla superficie laterale della testa del coracoide ed un'altra sulla cresta bicipitale dell'omero. L'inserzione omerale, in molti Uccelli, avviene in prossimità della base del tubercolo ventrale dell'omero oppure può estendersi per tutta la lunghezza della cresta bicipitale come avviene nei *Cathartidae* (Fisher, 1946). La doppia inserzione del tendine di origine unitamente alla presenza di un rafe longitudinale per quasi tutta la lunghezza del ventre carnoso nei *Galliformes* sono le uniche tracce che possano esistere due capi in tutti gli Uccelli in cui si riscontra un ventre singolo. Ritroviamo due ventri separati e distinti nei Generi *Pelecanus* e *Phalacrocorax*. Il tendine del capo omerale si estende anche prossimalmente inserendosi sul coracoide profondamente o caudalmente all'usuale origine del capo coracoideo (George e Berger, 1966). Nell'Upupa (*Upupa epops*) il tendine di origine presenta la tipica forma ad L e da esso originano due ventri distinti. George e Berger (1966) riportano che secondo Beddard il bicipite presenta una sola origine coracoidea nell'Ordine *Procellariiformes* nei Generi *Rhea*, *Dromiceius*, *Casuarius*, *Gavia* ed in alcuni *Alcidae*. In *Rhea* e *Dromiceius* il muscolo bicipite brachiale origina mediante un tendine rotondeggiante dalla "coracoid spine" e da una banda tendinea che borda il muscolo e che origina da "tutto il coracoide e dalla parte adiacente dello sterno". Il bicipite presenta una singola origine dall'apice del coracoide nel Colibrì magnifico (*Eugenes fulgens*). In molti Uccelli il tendine di inserzione del muscolo bicipite si

biforca inviando una branca all'estremità prossimale dell'ulna ed un'altra all'estremità prossimale del radio. Nel Genere *Casuarius* il tendine “termina senza essersi chiaramente diviso sia sul radio che sull'ulna” mentre nel Genere *Apterix* si inserisce solamente sulla radio (George e Berger, 1966). Swinebroad (1954) affermò che l'inserzione avviene sull'ulna solo nel Passera europea (*Passer domesticus*), nel Cardinale rosso (*Cardinalis cardinalis*), nel Passero golabianca (*Zonotrichia albicollis*) e nel Passero cantore (*Melospiza melodia*). George e Berger (1966) riscontrarono una inserzione sia sul radio che sull'ulna nel Passero arboricolo americano (*Spizella arborea*) sebbene il tendine radiale sia molto più piccolo di quello ulnare. Nel Colibrì magnificente (*Eugenes fulgens*) dal ventre origina un solo tendine che si inserisce sull'ulna. Nell'Upupa (*Upupa epops*) dal ventre più profondo del muscolo bicipite brachiale origina un tendine che si inserisce sull'estremità prossimale dell'ulna mentre dal ventre più superficiale origina un tendine che si biforca: una branca si inserisce sull'estremità prossimale del radio, subito distalmente alla superficie articolare, l'altra si inserisce sull'estremità prossimale dell'ulna, 1 mm distalmente all'inserzione del tendine che deriva dal ventre profondo. Nel Caprimulgo-sparviero comune (*Chordeiles minor*), il tendine presenta un'ampia biforcazione le cui branche si inseriscono sull'estremità prossimale di ulna e radio rispettivamente. George e Berger affermarono che Beddard descrisse ed illustrò un “bicipite accessorio” nel Genere *Rhinocetus*. Esso origina dall'omero distalmente all'inserzione della parte maggiore del muscolo deltoide per inserirsi sul radio, prossimalmente all'inserzione del tendine del muscolo bicipite. Riportarono inoltre che Beddard e Lowe menzionarono un muscolo bicipite accessorio nella Famiglia dei *Tinamidae*. Menzionarono in fine che il muscolo bicipite brachiale è riportato come assente nei Pinguini da Beddard, nei Rondoni e nei Colibrì da Lowe. Il muscolo è assente nel Rondone codaspinosa dei camini (*Chaetura pelagica*) ma è presente nel Colibrì magnificente (*Eugenes fulgens*) secondo quanto riportato da George e Berger (1966). Il ventre è debolmente sviluppato nei Colibrì ma presenta

comunque una lunghezza di 2,5 mm. Come sopra evidenziato, il tendine si inserisce solo sull'ulna.

Nel Piccione (*Columba livia*) il muscolo bicipite brachiale presenta una doppia origine e diversamente dalla maggior parte degli Uccelli, i due capi sono facilmente separabili per quasi tutta la loro estensione. Il muscolo origina mediante un ben sviluppato, ampio e piatto tendine dalla superficie craniale dell'apice del coracoide che successivamente procede sulla superficie ventrale della fascia che ricopre il muscolo coracobrachiale craniale. A livello dell'estremità distale della cresta deltopettorale dell'omero il tendine viene sostituito da fibre muscolari andando a formare il capo coracoideo, localizzato per la maggior parte cranialmente ed in profondità rispetto al capo omerale del muscolo. Il capo omerale origina mediante un'aponeurosi larga 4 mm dalla cresta bicipitale dell'omero che si fonde con il tendine del capo coracoideo a livello del margine caudale dello stesso. Dall'aponeurosi origina la maggior parte del ventre che giace sulla parte superficiale caudale del capo coracoideo. Il ventre muscolare del muscolo bicipite brachiale è lungo circa 30 mm si estende nell'avambraccio tra i muscoli estensori ed i flessori. I due capi del muscolo si fondono dando origine ad un largo tendine comune che si inserisce sulla superficie caudale dell'estremità prossimale del radio. Un più piccolo e piatto tendine origina dall'estremità distale del capo coracoideo e si inserisce sulla superficie craniodorsale dell'estremità prossimale dell'ulna. Il modo in cui questi tendini si generano in questa specie è inusuale rispetto alle modalità osservate negli altri Uccelli.

Nell'Ittero alirose (*Agelaius phoeniceus*) l'origine principale del muscolo bicipite brachiale avviene mediante un grosso e piatto tendine dalla superficie cranio laterale del capo coracoideo ma, come in molti Uccelli, il tendine è fortemente adeso alla cresta bicipitale dell'omero. Il tendine passa esternamente, superficialmente al legamento coraco-omeroale dorsale ed in profondità rispetto al ventre della parte toracica del muscolo pettorale. A livello dell'inserzione omerale del tendine d'origine si assiste alla formazione dello sviluppato ventre del muscolo bicipite brachiale che si estende verso l'estremità distale del braccio per poi proseguire mediante

due tendini che passando tra il muscolo estensore radiale del carpo (cranialmente) ed il muscolo pronatore superficiale (caudalmente) entrano a far parte della muscolatura dell'avambraccio. Il più largo dei due tendini misura 1 mm di larghezza e si inserisce sull'estremità prossimale dell'ulna caudalmente all'area d'inserzione del muscolo brachiale mentre il più piccolo, largo 0,2 mm, si inserisce su di un tubercolo sulla superficie caudoventrale dell'estremità prossimale del radio.

Parte propatagiale (*pars propatagialis*)

La parte propatagiale denominata “fascetto bicipitale” da Garrod, muscolo bicipite propatagiale da Gadow e Selenka, “tensor accessorius” nel lavoro di Parker e Haswell e da Young o “tensor patagii accessorius” da Shufeldt secondo quanto riportato da George e Berger (1966), è un ventre muscolare che origina dalla guaina aponeurotica sopra il ventre principale del muscolo bicipite brachiale (subito distalmente rispetto alla sua emergenza da sotto il pettorale) e passa dorsalmente e distalmente nel propatagio per inserirsi mediante fibre muscolari o, a volte, mediante tendine sul tendine di inserzione del capo craniale della parte propatagiale del muscolo deltoide. Nel Gallo comune (*Gallus gallus*), il tendine risulta non più distinguibile a livello del polso (George e Berger, 1966; Getty, 1982). George e Berger (1966) sostengono che il fascetto bicipitale origina direttamente dall'omero invece che dal muscolo bicipite nell'Idrofagiano (*Hydrophasianus chirurgus*) e nel Genere *Porphyrio*. Nell'Ordine *Podicipediformes* nella Famiglia degli *Anatidae* e nel Genere *Gavia*, il fascetto bicipitale non si inserisce solamente sul tendine del capo craniale della parte propatagiale del muscolo deltoide ma invia anche un tendine nell'avambraccio che termina sul tessuto connettivo del propatagio o si inserisce sul ventre del muscolo estensore radiale del carpo subito distalmente all'area di inserzione del capo caudale della parte propatagiale del muscolo deltoide. In passato la presenza di questo muscolo è stata ampiamente usata per stabilire l'appartenenza tassonomica alle diverse Famiglie di Uccelli. Il muscolo fu riscontrato nell'Ordine dei

Procellariiformes (probabilmente ad eccezione nel Genere *Oceanites*), nei Galliformes (ad eccezione delle Famiglie dei *Cracidae*⁵, dei *Numididae* e della Sottofamiglia dei *Meleagrididae*), nella Famiglia dei *Gaviidae*, nei *Podicipedidae*, negli *Anatidae*, nei *Gruidae*, nei *Rallidae*, nei *Jacaniidae*, nei *Charadriidae*, nei *Laridae*, negli *Alcidae*, nei *Columbidae*, nei *Caprimulgidae*, nei *Coliidae* e nei Generi *Phaethon*, *Phalacrocorax*, *Anhinga*, *Phoenicopterus*. Sempre George e Berger ritengono che il muscolo sia indubbiamente presente in altre specie di non passeriformi.

Nel Piccione (*Columba livia*) il *fascetto bicipitale* origina mediante un'aponeurosi larga 5 mm da circa metà del margine cranioventrale del capo coracoideo del muscolo bicipite brachiale. Da questa relativamente piccola inserzione si sviluppa una voluminosa e squadrata massa muscolare larga 9 mm e lunga 8 mm nella massima estensione. Il margine craniale del fascetto bicipitale si fonde con la porzione prossimale del tendine elastico del capo craniale della parte propatagiale del muscolo deltoide. Le componenti muscolari del fascetto bicipitale si dispongono parallelamente al tendine del capo craniale della parte propatagiale del muscolo deltoide. Il bordo distale del fascetto bicipitale termina mediante un tendine ben sviluppato che corre distalmente nel propatagio, si fonde con il più craniale dei due tendini del capo craniale della parte propatagiale del muscolo deltoide e si inserisce su un sesamoide lungo 5 mm nel tessuto connettivo e nella fascia profonda che ricoprono la superficie craniale del polso (George e Berger, 1966).

Nel Gheppio americano (*Falco sparverius*) questa parte di muscolo è assente (Meyers, 1992a).

Funzione

Questo muscolo flette l'avambraccio (King e McLelland, 1975; Getty, 1982) e coopera all'estensione della spalla (Getty, 1982).

⁵ Attualmente collocati all'interno dell'Ordine dei *Craciformes*; ITIS - Taxonomic Serial No.: 175714.

1.3.4.16 Muscolo espansore delle secondarie (*Musculus expansor secundariorum*)

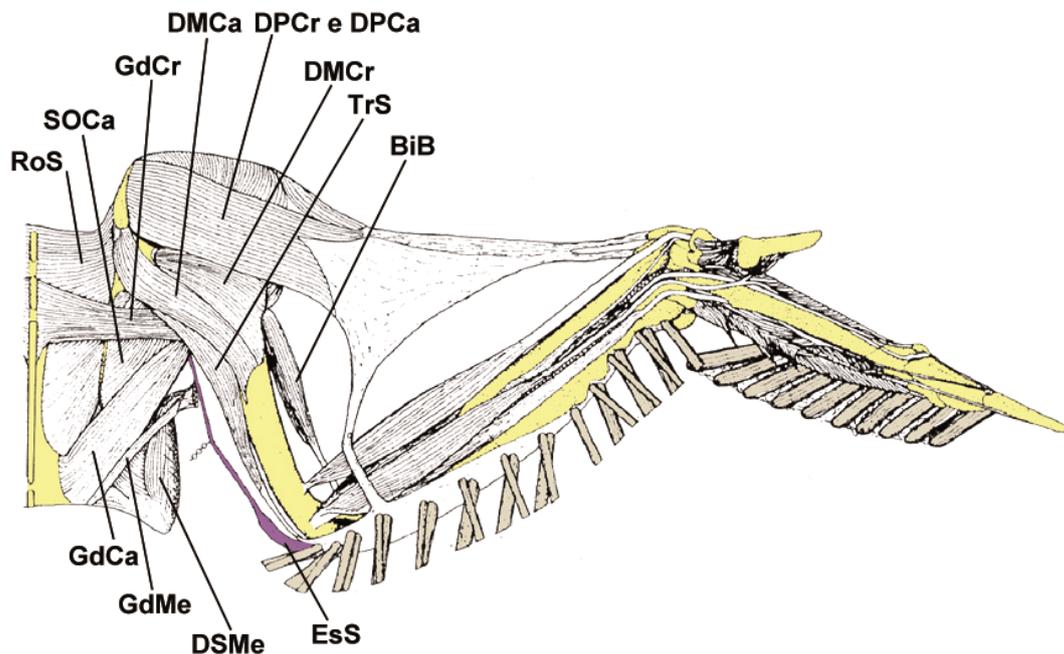


Immagine 1.21 Muscolo espansore delle secondarie. Veduta dorsale del dorso e dell'ala del Falco della prateria (*Falco mexicanus*) (Modificato da Hudson e Lanzillotti, 1955).

Secondo quanto riportato da George e Berger (1966) questo muscolo venne apparentemente menzionato e illustrato nel Gallo dorato di giungla del Java (*Gallus gallus bankiva*) da Milne-Edwards che lo considerò una parte del muscolo coracobrachiale caudale. Affermarono che Garrod gli attribuì il nome di muscolo espansore delle secondarie e propose che la sua presenza o assenza venisse utilizzata per determinare l'affinità tra i vari Uccelli. Sempre George e Berger (1966) menzionarono che Fürbringer sostenne che il muscolo era composto da fibre muscolari lisce e discusse circa la sua relazione con la parte propatagiale del muscolo tricipite scapolare ed il suo tendine. Essi menzionarono che Gadow e Selenka, successivamente a Garrod, descrissero il muscolo espansore delle secondarie come una delle tre componenti (due composte da muscolatura striata ed una da fibre muscolari lisce) di quello che loro definivano muscolo metapatagiale. Affermarono inoltre che Buri apparentemente fu il primo a riscontrare la presenza di questo muscolo nei Passeriformi. Egli affermò che il muscolo è composto di fibre elastiche nella Famiglia degli

Hirundinidae. George e Berger (1966) riportarono che Berger stesso confermò l'ipotesi di Fürbringer secondo cui il muscolo espansore delle secondarie è un muscolo formato da fibre muscolari lisce e riferì della sua presenza in 23 Famiglie di Passeriformi aggiungendo che il muscolo era probabilmente presente in molti Uccelli.

Il muscolo contrae in primo luogo rapporti con la cute metapatagiale, tuttavia i suoi tendini di origine si inseriscono su diversi muscoli e ossa dell'arto pettorale e pertanto viene considerato un componente della muscolatura pettorale (Getty, 1982).

Il muscolo espansore delle secondarie origina dall'estremità distale dell'omero e/o dall'osso sesamoideo del muscolo scapolotricipite nei Passeriformi in tutti i Generi della Famiglia dei *Picidae* (tra quelli esaminati) e nei Generi *Podilymbus*, *Otus*, *Caprimulgus*, *Chordeiles*, *Apus*, *Archilochus*, *Eugenes*, *Upupa*, *Rhyticeros* e *Indicator*. George e Berger (1966) non riscontrarono l'origine omerale in un singolo esemplare di Strolaga maggiore (*Gavia immer*). Il ventre, lungo 4,5 cm e largo 4 mm, si estende prossimalmente dalle secondarie prossimali e alle relative copritrici terminando sul tendine elastico della parte metapatagiale del muscolo dentato superficiale nel quarto distale del braccio. In altri non Passeriformi ritroviamo due tendini d'origine; un tendine dall'estremità dell'omero e l'altro dalle ossa della cintura toracica e/o uno o più dei seguenti muscoli: scapolo-omeroale caudale, coracobrachiale caudale, sottocoracoideo, sternocoracoideo e pettorale (George e Berger, 1966).

Particolarità di specie

Nella Gru canadese maggiore (*Grus canadensis tabida*) il ventre si presenta di forma triangolare largo 3 cm e lungo 10 cm a livello della sua inserzione sulle sette secondarie più interne. Il ventre si estende prossimalmente per più di un terzo della lunghezza del braccio per poi dividersi in alcuni fascicoli che si inseriscono sulla cute dorsale del metapatagio per poi terminare mediante un ben sviluppato tendine. Esso perfora le fibre semitendinee più inferiori del muscolo scapolo-omeroale

caudale (che funzionano da puleggia), a circa 2 cm dell'inserzione del muscolo stesso per poi biforcarsi. La branca ventrale del tendine, più larga, presenta un'inserzione principale sullo sterno, mentre la branca dorsale, più piccola, passa dorsomedialmente per inserirsi sul margine ventrale della scapola in prossimità della sua articolazione con il coracoide. Si riscontra inoltre un'origine tendinea dall'estremità distale dell'omero. Nella Gallinella d'acqua (*Gallinula chloropus*) l'origine del muscolo espansore delle secondarie è simile a quella della Gru canadese maggiore (*Grus canadensis tabida*). Il ventre muscolare misura circa 2 cm. Dall'inserzione a livello di remiganti secondarie prossimali il ventre aggira la parte caudale del gomito e termina mediante uno sviluppato e pianeggiante tendine che passa prossimalmente nel metapatagio ed attraverso il margine inferiore del muscolo scapolo-omerale caudale. Il tendine, a livello della regione ascellare, la branca ventrale si inserisce sul processo sternocoracoideo dello sterno mentre la branca dorsale passa tra il capo mediale del muscolo sottoscapolare ed il capo dorsale del muscolo sottocoracoideo per inserirsi su di un tubercolo sul margine dorsomediale della scapola. Alcune fibre del muscolo si inseriscono a livello cutaneo costituendo la fascia dorsale del metapatagio. Al di sotto del ventre principale, a livello del gomito, ritroviamo un ventre secondario che origina a livello dell'estremità distale dell'omero e dall'osso sesamoideo del muscolo tricipite brachiale ma presenta inserzioni anche alla base delle secondarie prossimali. Questo muscolo si presenta particolarmente sviluppato nell'Oca delle nevi maggiore (*Anser caerulescens atlanticus*) ed il suo tendine scapolare pare avere rapporti inusuali. Il ventre è lungo circa 6 cm e origina mediante un tendine pianeggiante dall'estremità distale dell'omero e dall'osso sesamoideo del muscolo tricipite brachiale che si inserisce sulle quattro secondarie più interne e le relative copritrici. Il ventre si estende anche caudalmente al gomito per continuarsi mediante un tendine che prosegue prossimalmente attraverso il metapatagio, ventralmente al muscolo scapolo-omerale caudale fino a raggiungere la regione ascellare. A questo livello il tendine si fonde con un'ampia aponeurosi che presenta inserzioni su strutture ossee solo a livello della superficie dorsomediale dell'acromion

per un'estensione di circa 5 mm. L'aponeurosi non termina a questo livello, ma anzi presenta il suo massimo sviluppo nel tratto che si estende nella parte viscerale del collo, tra la trachea e l'esofago, fino a raggiungere la scapola controlaterale. In effetti, i muscoli espansori delle secondarie si inseriscono su questa aponeurosi a circa 2 cm dalla sua inserzione sulle scapole. Nella Ghiandaia marina abissina (*Coracias abyssinicus*) il muscolo presenta due ventri distinti i cui rapporti sono sovrapponibili a quelli del Colino della Virginia (*Colinus virginianus*). Un ventre di forma triangolare situato in profondità origina mediante un tendine pianeggiante dall'estremità distale dell'omero tra il tendine di origine dei muscoli pronatore profondo e superficiale. Il ventre muscolare si inserisce alla base delle cinque remiganti secondarie più interne per poi passare nel metapatagio e assottigliarsi a formare un tendine pianeggiante che in profondità, a livello della regione ascellare, si unisce ad una aponeurosi verticale che si inserisce inferiormente sull'impressione del muscolo sternocoracoideo del coracoide (al di sotto dell'origine del muscolo coracobrachiale caudale) e superiormente sull'apice della clavicola subito al di sotto dell'articolazione con la scapola.

Il muscolo espansore delle secondarie si inserisce sui calami di due o più remiganti secondarie ma occasionalmente lo ritroviamo anche a livello delle remiganti terziarie più distali. Il muscolo apparentemente si inserisce su solo due secondarie nei Genere *Dendroica* e nel Colibrì golarubino (*Archilochus colubris*) mentre nella maggior parte dei Passeriformi e nel Colibrì magnificente (*Eugenes fulgens*) si inserisce su tre remiganti secondarie. Nel Genere *Columba* si inserisce su cinque, su sei nell'Bucero testabianca coronato (*Rhyticeros undulatus*) e su sette nella Gru canadese (*Grus canadensis*).

Nel Piccione (*Columba livia*), il muscolo presenta un ventre di forma approssimativamente triangolare lungo circa 2 cm che si inserisce sulla fascia che ricopre il calamo delle cinque remiganti secondarie più interne. Il ventre origina mediante due tendini separati. Il tendine distale (o omerale) origina dall'epicondilo ventrale dell'omero, cranialmente all'origine del tendine del muscolo flessore superficiale delle dita. Il

tendine in questione passa caudalmente e distalmente, superficialmente a tutti i tendini che originano dall'epicondilo ventrale. Alcune delle fibre più distali del muscolo originano direttamente dall'osso sesamoideo del muscolo tricipite al di sotto del tendine distale. Il tendine prossimale (o scapolare) origina dal margine dorsomediale della scapola e si fonde parzialmente con la fascia che ricopre la superficie mediale del muscolo sottoscapolare. A livello della regione ascellare esso è intimamente in relazione con la fascia ascellare e quella perivascolare. A livello del margine inferiore del muscolo scapolo-omerale caudale un secondo, corto tendine origina dalla fascia che ricopre la porzione distale del muscolo andando a rinforzare il tendine principale. La porzione prossimale del ventre muscolare origina dal tendine prossimale nel tratto tra la metà ed il terzo distale dell'omero (George e Berger, 1966). Il tendine prosegue distalmente aprendosi a ventaglio sulla superficie profonda del ventre del muscolo stesso per poi fondersi con annessi del tendine distale, in particolare, sui calami delle secondarie prossimali (S2-S6) nella regione del gomito (Baumel et al, 1993).

Nell'Ittero alirose (*Agelaius phoeniceus*) il muscolo espansore delle secondarie è insolitamente ben sviluppato per un appartenente all'Ordine dei *Passeriformes*. Esso origina esclusivamente dall'osso sesamoideo del muscolo tricipite brachiale. Il ventre muscolare, piatto e di forma triangolare, passa caudalmente, superficialmente al tendine di origine del muscolo flessore ulnare del carpo per poi aprirsi a raggiera fino a raggiungere una larghezza di 6 mm ed inserirsi sulla superficie ventrale dei calami delle tre remiganti secondarie più interne (George e Berger, 1966).

Funzione

Contraendo il muscolo intimi rapporti con la cute metapatagiale e con le relative remiganti secondarie, probabilmente coopera nel tenere in tensione la cute metapatagiale (Getty, 1984).

1.3.4.17 Muscolo brachiale (*Musculus brachialis*)

George e Berger (1966) riportano che il muscolo brachiale viene anche chiamato “*Musculus brachialis inferior*” e “*Musculus brachialis anticus*”. Questo muscolo presenta variazioni relativamente modeste nelle varie specie. Si presenta inusualmente largo e termina sul radio nei Pinguini (George e Berger, 1966). Beddard riporta la presenza di un “muscolo brachiale accessorio antico” nel genere *Apteryx* (George e Berger, 1966)

Nel Piccione (*Columba livia*) questo muscolo si presenta di forma rettangolare. Origina dall'impressione del muscolo brachiale situata sulla faccia ventrale dell'estremità distale dell'omero. Termina sull'impressione per il muscolo brachiale (lunga 8 mm) a livello di estremità prossimale dell'ulna (George e Berger, 1966).

Nell'Ittero alirose (*Agelaius phoeniceus*) il muscolo brachiale origina mediante fibre muscolari dall'impressione del muscolo brachiale in prossimità dell'estremità distale del corpo dell'omero. Il ventre attraversa l'articolazione del gomito mantenendosi ventrale rispetto al tendine terminale del muscolo bicipite brachiale. Termina mediante fibre carnose su di una superficie caudoventrale lunga circa 4 mm, a livello di estremità prossimale dell'ulna (George e Berger, 1966).

Nella Nitticora comune (*Nycticorax nycticorax*) origina da una superficie diagonale a livello di faccia craniale del corpo dell'omero, in prossimità dei condili dell'estremità distale. Il ventre si estende ventrodistalmente, attraversa l'articolazione del gomito e termina sul quarto prossimale della superficie caudoventrale del corpo dell'ulna. Tale inserzione divide l'estremità prossimale del muscolo flessore digitale profondo. Nei *Ciconiidae* e *Phoenicopteridae* la terminazione non separa l'inserzione prossimale di suddetto muscolo (Vanden Berge, 1970).

Anche Rosser (1980) riporta come nella Folaga americana (*Fulica americana*) il muscolo brachiale origina dalla fossa per il muscolo brachiale a livello di estremità distale dell'omero e termina sull'impressione del muscolo brachiale a livello di estremità distale dell'omero.

McKittrick (1985) riporta come questo muscolo nei *Tyrannidae* si presenti come un muscolo rettangolare, interamente formato da fibre muscolari. Origina da una superficie caudale rispetto all'impressione del muscolo brachiale a livello dell'estremità distale dell'omero ed oltrepassa l'articolazione del gomito per inserirsi sull'estremità prossimale della superficie ventrale del corpo dell'ulna, tra i capi d'origine del muscolo flessore digitale profondo.

Nel Gheppio americano (*Falco sparverius*) questo muscolo appare formato da fibre muscolari parallele e situato sulla superficie ventrale dell'articolazione del gomito. Si estende dall'estremità distale dell'omero all'estremità prossimale dell'ulna, dove risulta coperto dai muscoli pronatore superficiale e pronatore profondo. Origina mediante fibre muscolari dalla fossa per il muscolo brachiale a livello di estremità distale dell'omero. Termina mediante fibre carnose sulla depressione per il muscolo brachiale a livello di estremità prossimale dell'ulna (Meyers, 1992a).

Funzione

Nel Gheppio americano (*Falco sparverius*) il muscolo brachiale contiene fibre toniche e può svolgere un ruolo posturale aiutando a mantenere l'avambraccio flessso mentre l'ala è chiusa (Meyers, 1992a e 1992b).

1.4 Vasi e Nervi

1.4.1 Arterie

Negli Uccelli, l'irrorazione dell'arto toracico è fornito dall'arteria ascellare (*A. axillaris*) derivata dell'arteria succlavia (*A. subclavia*). Quest'ultima emette anche il tronco pettorale (*Truncus pectoralis*), il quale abbandona la cavità toracoaddominale attraverso uno iato delimitato dalla prima e dalla seconda costa (caudalmente) e dal coracoide (cranialmente). La vena ed i nervi pettorali accompagnano il tronco pettorale ed insieme penetrano nella parte dorsale del muscolo pettorale, al confine tra il suo terzo craniale e quello medio. Penetrando nel muscolo, il tronco pettorale si divide in un'arteria pettorale craniale (*A. pectoralis cranialis*), più piccola ed in un'arteria pettorale caudale (*A. pectoralis caudalis*), più grande. In alcuni Uccelli (ad es. *Columba*) è descritta anche un'arteria pettorale media (*A. pectoralis media*) (Baumel *et al.*, 1993). Dal tronco pettorale, in prossimità della sua terminazione, si stacca, inoltre, l'arteria cutanea toracoaddominale (*A. cutanea thoracoabdominalis*) destinata al tronco. Quest'arteria, nei Galliformi, sostituisce l'arteria pettorale media (Baumel *et al.*, 1993).

L'arteria pettorale craniale vascolarizza la parte dorsocraniale del muscolo pettorale fino alla sua inserzione sull'omero. Anche l'arteria pettorale caudale si distribuisce al muscolo pettorale e cede rami al muscolo sopracoracoideo, alla carena dello sterno ed alla cute del petto.

L'arteria ascellare, distaccatasi dall'arteria succlavia e si dirige dorsocranialmente. Nella cavità toracoaddominale, essa cede rami per il plesso brachiale. Questa arteria emette, inoltre, l'arteria sopracoracoidea (*A. supracoracoidea*) che segue il nervo omonimo nella parte craniale del muscolo omonimo e l'arteria sottoscapolare (*A. subscapularis*), che raggiunge dorsalmente i muscoli dell'estremità craniale della scapola. Vicino alla superficie ventrale del plesso brachiale, l'arteria ascellare cambia repentinamente direzione, portandosi lateralmente ed abbandonando la cavità toracoaddominale.

Penetrata nella regione della loggia ascellare, l'arteria ascellare decorre tra i nervi medianoulnare e radiale, sulla faccia ventrale del muscolo scapolo-omerale caudale, stacca le arterie profonda del braccio (A.

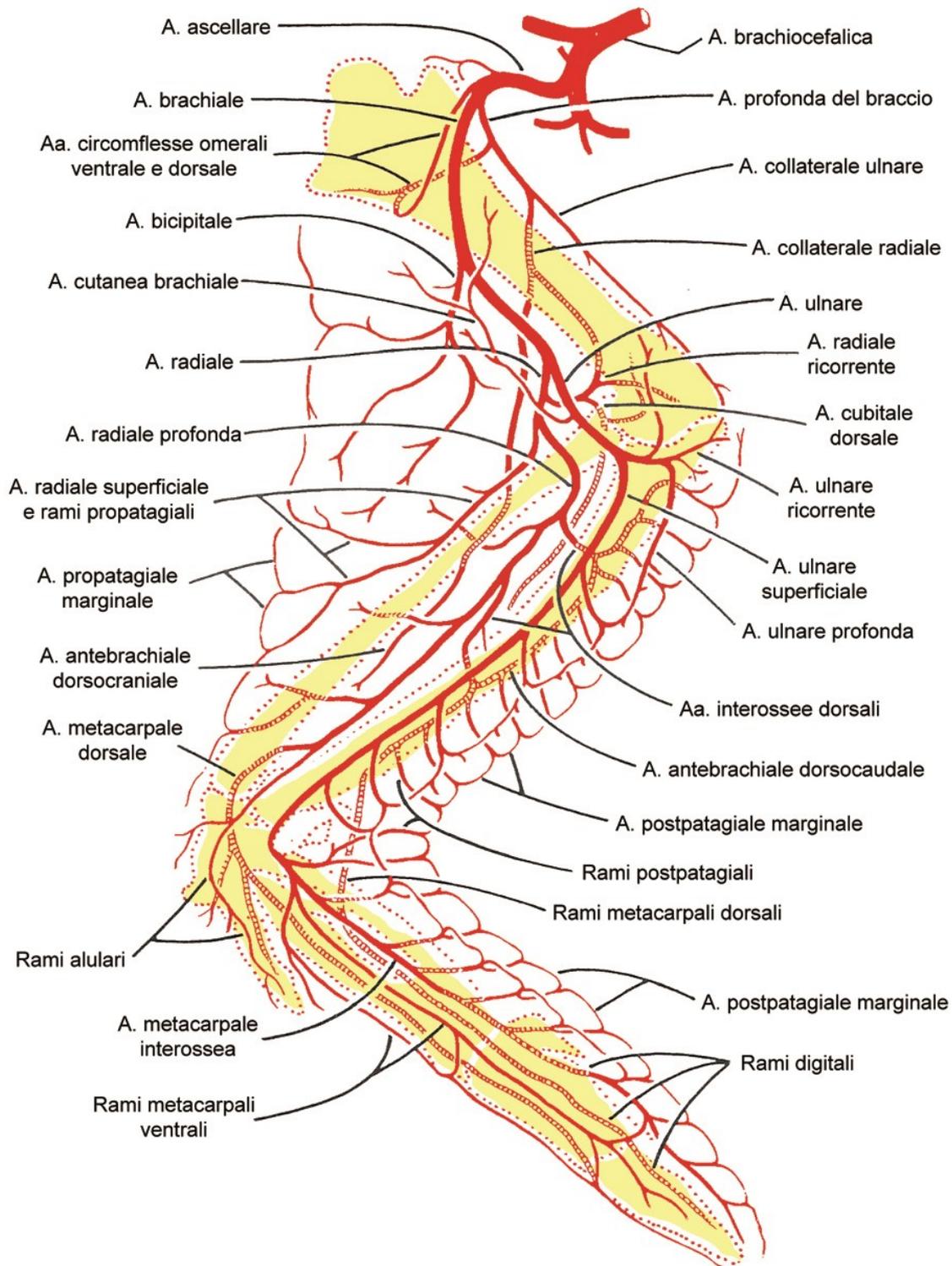


Immagine 1.22 Arterie dell'ala del Piccione (*Columba livia*). Le linee tratteggiate rappresentano i vasi dorsali alla base scheletrica (Modificato da Baumel *et al.*, 1993).

profonda brachii) e circonflexa ventrale dell'omero (*A. circumflexa ventralis humeri*) e si continua direttamente nell'arteria brachiale (*A. brachialis*).

L'arteria profonda del braccio, accompagna il nervo radiale e dà origine all'arteria circonflexa dorsale dell'omero (*A. circumflexa dorsalis humeri*) destinata ai muscoli prossimali del braccio all'articolazione della spalla.

Le due arterie circonflesse terminano anastomizzandosi tra loro.

L'arteria profonda del braccio emette, inoltre, l'arteria collaterale ulnare (*A. collateralis ulnaris*) la quale si porta distalmente assieme al nervo cutaneo dorsale del braccio, fra i muscoli omerotricipite e scapolotricipite, per anastomizzarsi, a livello della regione dorsale del gomito, con l'arteria ulnare ricorrente (*A. recurrens ulnaris*). Subito dopo aver emesso la succitata arteria, l'arteria profonda del braccio termina continuandosi direttamente nell'arteria collaterale radiale (*A. collateralis radialis*).

L'arteria brachiale discende nel braccio assieme al nervo mediano ulnare, tra i muscoli bicipite brachiale e tricipite brachiale. L'arteria brachiale cede l'arteria bicipitale (*A. bicipitalis*) e, assieme al suo nervo, percorre il muscolo bicipite. L'arteria bicipitale prosegue attraverso il muscolo omonimo, inviando rami cutanei alla parte prossimale del propatagio. Verso la parte media del braccio, l'arteria brachiale si divide, terminando, nelle arterie ulnare (*A. ulnaris*) e radiale (*A. radialis*) (Getty, 1982).

1.4.2 Vene

Con poche eccezioni, le vene dell'ala e della spalla sono satelliti delle arterie. Molto spesso le vene che decorrono affianco delle rispettive arterie non sono singole e di dimensioni apprezzabili, ma appaiono disposte in paia o a costituire dei plessi irregolari intorno alle arterie. Nelle regioni della spalla e del gomito molte di queste vene formano connessioni anastomotiche ad ansa che non decorrono esattamente in parallelo alle

arterie corrispondenti. Verranno descritte soltanto quelle vene che non sono satelliti o il cui decorso è notevolmente diverso da quello delle arterie.

Negli Uccelli sono presenti delle vene toraciche interne (*Vv. thoracicae internae*); quella di calibro maggiore confluisce nella faccia laterale della vena cava craniale (*V. cava cranialis*), mentre la minore, satellite dell'arteria, è una tributaria del tronco pettorale o della vena sternoclavicolare (*V. sternoclavicularis*). Diversamente dalla sua arteria, ramo dell'arteria pettorale, la vena cutanea toracoaddominale (*V. cutanea thoracoabdominalis*) è una cospicua tributaria della parte prossimale della vena ascellare (*V. axillaris*). Quest'ultima deriva dalla confluenza della piccola coppia di vene satelliti dell'arteria brachiale e della cospicua vena basilica (*V. basilica*). La vena basilica decorre nel tessuto sottocutaneo, sul lato ventrale del braccio, in un piano più superficiale di quello delle vene brachiali (*Vv. brachiales*) ed è il principale tronco venoso del braccio. La grande vena profonda del braccio (*V. profunda brachii*) è una tributaria della vena basilica anziché delle vene brachiali, come ci si potrebbe attendere. La vena basilica è la prosecuzione della vena ulnare (*V. ulnaris*); nella fossa del gomito la vena basilica si anastomizza con l'estremità distale delle vene brachiali. La vena cutanea propatagiale (*V. cutanea propatagialis*) decorre in direzione della fossa del gomito, nella lamina cutanea tesa tra il braccio e l'avambraccio e confluisce nella vena radiale (*V. radialis*), vicino alla sua confluenza nella vena basilica. La vena radiale è formata da vene radiali superficiali (*V. radialis superficialis*) e profonde (*V. radialis profunda*) e dalla grande vena interossea dorsale (*V. interossea dorsales*) che drena il compartimento degli estensori dell'avambraccio, vicino alla regione del gomito.

Il sangue proveniente dalla regione dorsale della spalla e dalla regione prossimale e dorsale del braccio confluisce nella vena profonda del braccio e nella vena soprascapolare, una tributaria della parte caudale della vena giugulare (*V. jugularis*). Il sangue proveniente dalla cute della maggior parte delle regioni scapolare dorsale e pettorale laterale raggiunge la vena cutanea toracoaddominale (Getty, 1982).

1.4.3 Nervi

Numerose strutture della regione della spalla e di quella ascellare sono innervate da rami collaterali delle radici, dei tronchi e dei cordoni del plesso brachiale. Nel Gallo comune (*Gallus gallus*) esso è formato dai rami ventrali degli ultimi due nervi cervicali (CXIV CXV) e dai primi due, talvolta tre, nervi toracici. Negli *Anatidae* il plesso brachiale è composto dalle branche ventrali degli ultimi due nervi cervicali e dei primi due toracici. Esse ricevono rami comunicanti dai gangli simpatici che decorrono da un nervo all'altro. La radice del CXV nervo spinale presenta diametro maggiore, segue quello del CXIV mentre le radici del CXIII e del ThI hanno diametro pressoché corrispondente (Nickel, 1977). Le quattro radici del plesso (cinque nel caso di compartecipazione del terzo nervo toracico) si uniscono a formare quattro tronchi brevi (anse) fra i quali avvengono scambi di fibre. Nei tronchi si ravvisa una certa ripartizione in una divisione dorsale ed in una ventrale che si riuniscono formando due cordoni nervosi. Rami del cordone dorsale innervano i muscoli del compartimento dorsale (estensore) dell'arto e la cute sovrastante mentre rami del cordone ventrale innervano la faccia ventrale (flessoria) dell'arto. I rami terminali del cordone ventrale sono: il tronco pettorale ed il nervo medianoulnare. Il cordone dorsale dà origine al nervo ascellare e prosegue nel braccio come nervo radiale.

Le parti dorsali delle radici CXIII e CXIV innervano il muscolo scaleno ed i rami delle radici CXIV e CXV si riuniscono a formare il nervo del muscolo dentato superficiale. La radice CXIII innerva i muscoli romboidi e dentato profondo. Talvolta si forma un plesso accessorio per la presenza di rami comunicanti tra le radici CXII e CXIII. La radice CXII invia rami cutanei al patagio cervicale e rami muscolari alle parti craniali dei muscoli romboidi. I nervi per i muscoli sopracoracoideo e sternocoracoideo nascono dalla superficie craniale del tronco craniale del plesso. Nella cavità corporea, dal margine craniale del cordone dorsale si distacca un tronco nervoso per i muscoli sottocoracoideo, scapolo-omerale craniale e scapolo-omerale caudale.

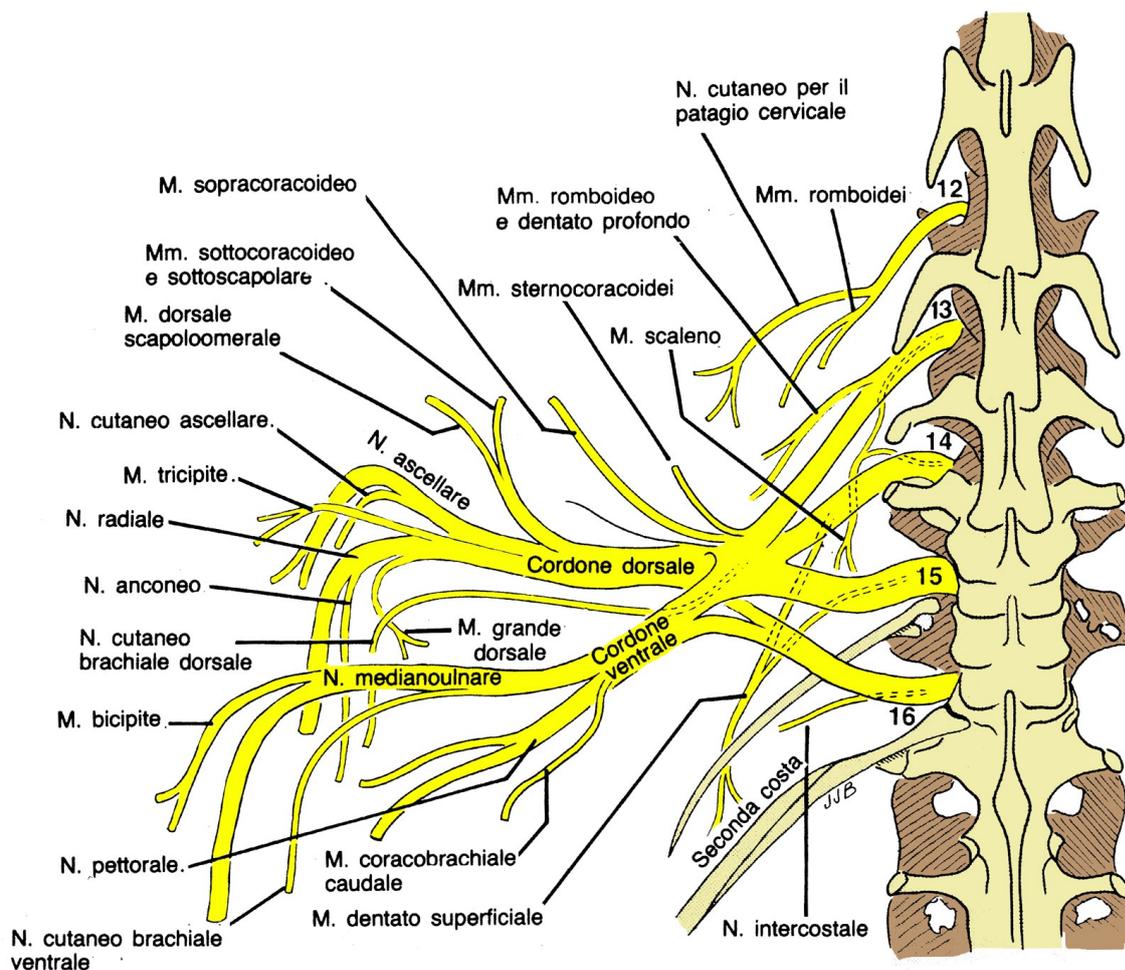


Immagine 1.23 Plesso brachiale di Gallo comune (*Gallus gallus*) configurazione e ramificazioni del plesso (Modificato da Getty, 1982).

Il nervo pettorale (*N. pectoralis*) si divide entro il torace nei nervi pettorale craniale e caudale e cede il robusto nervo per il muscolo coracobrachiale caudale.

Il nervo ascellare abbandona il margine craniale del cordone dorsale nel punto in cui volge in direzione dorsale intorno al margine ventrale del muscolo scapolo-omerale caudale per penetrare, successivamente, entro le superfici ventrali dei muscoli dorsali della spalla.

Anche il nervo radiale si porta dorsalmente intorno allo stesso muscolo e penetra nella muscolatura prossimale del braccio nel piano compreso tra i muscoli scapolotricipite ed omerotricipite.

Il nervo medianoulnare (*N. medianoulnaris*) lascia la parete toracica subito caudalmente al nervo radiale, tuttavia, passa attraverso la superficie

ventrale dell'estremità prossimale dell'omero-tricipite per portarsi, successivamente, verso il gomito nel solco compreso tra i muscoli bicipite brachiale e omero-tricipite. Nel torace, dalla radice del nervo medianoulnare, nasce il nervo cutaneo brachiale ventrale che decorre parallelamente al medianoulnare. Un poco prossimalmente al suo ingresso nel braccio, il nervo radiale cede, dal suo margine caudale, il breve nervo per il muscolo grande dorsale e, tra quest'ultimo ed il nervo ascellare, il nervo tricipitale. Il nervo del muscolo grande dorsale si divide in un ramo craniale ed uno caudale, destinati alle rispettive parti del muscolo, ed in un ramo per la parte metapatagiale del muscolo grande dorsale.

Il nervo medianoulnare penetra nel braccio prossimoventralmente al muscolo scapolotricipite; a questo livello il nervo giace subito cranialmente alle parti prossimali dell'arteria e delle vene brachiali. Il nervo condivide con i vasi una guaina di tessuto connettivo e discende lungo il braccio nella parte profonda della fessura compresa tra i muscoli bicipite brachiale e scapolotricipite. Quando il nervo si porta distalmente nel braccio, innerva il muscolo coracobrachiale craniale ed emette un grosso ramo, il nervo bicipitale che si irradia sulla superficie profonda del muscolo bicipite brachiale. Parte del nervo attraversa il margine craniale del muscolo suddetto e si distribuisce al bicipite brachiale. Il prolungamento cutaneo del nervo bicipitale si estende nella faccia ventrale del propatagio. Dal tronco del nervo medianoulnare non prende origine nessun altro ramo. Esso si divide successivamente nei nervi mediano ed ulnare poco prossimalmente al gomito, ove si porta superficialmente.

Il nervo ascellare (*N. axillaris*) è uno dei rami terminali del cordone dorsale del plesso brachiale. Esso invia rami muscolari, articolari e cutanei alla regione dorsale della spalla. Il nervo ascellare abbandona l'ascella cranialmente al nervo radiale e descrive una curva attorno al fianco del muscolo scapolo-omerale caudale. Successivamente, attraversata l'apertura delimitata dalla faccia caudale dell'articolazione della spalla e dal margine prossimale del muscolo grande dorsale, risale dorsalmente tra i muscoli scapolotricipite e omero-tricipite e si biforca. Il suo ramo prossimale innerva la sovrastante parte maggiore del muscolo deltoide, scavalca il tendine del

muscolo sopracoracoideo ed innerva la parte minore del muscolo deltoide inviando anche rami articolari all'articolazione della spalla. Il ramo prossimale si ramifica assieme ai rami terminali dell'arteria soprascapolare nella regione dorsale della spalla e termina nel margine caudale della parte propatagiale del muscolo deltoide. Il ramo distale del nervo ascellare innerva la cute che ricopre la parte dorsale della spalla e quella prossimale del braccio.

Il nervo radiale (*N. radialis*) è il più grande dei due rami terminali del cordone dorsale. Sul collo del radio il nervo radiale si divide in un ramo superficiale ed in uno profondo. Il ramo superficiale del nervo radiale innerva i muscoli estensore comune delle dita, estensore ulnare del carpo ed anconeo. Il ramo profondo del nervo radiale innerva il muscolo estensore del dito II, lo perfora va ad innervare il muscolo estensore del dito III.

Il nervo anconeo (*N. anconealis*) deriva anch'esso dal cordone dorsale e si divide in un ramo profondo ed uno superficiale. Il ramo profondo invia rami muscolari alla parte media di entrambe le porzioni del muscolo tricipite, prosegue verso il gomito e termina con un ramo muscolare nella parte distale del muscolo omerotricipite. Il ramo superficiale, più grande del precedente, si porta nel sottocute in prossimità del gomito ed innerva la cute caudodorsale della porzione distale del braccio e del gomito prolungandosi inoltre attorno alla punta del gomito ad innervare il muscolo espansore delle secondarie (Getty, 1982).

1.5 Movimenti

1.5.1 Estensione dell'ala

Il posizionamento ed il mantenimento dell'ala in posizione estesa è imputabile al muscolo tricipite brachiale. Grazie al parallelogramma che si costituisce tra il radio e l'ulna, l'estensione del gomito esita in una estensione della mano. Una struttura che potrebbe concorrere indirettamente all'estensione dell'ala è la “*scapular anchor*”. George e

Berger (1966) riportano che questa banda connettivale è stata descritta come un “secondo tendine di origine del muscolo tricipite brachiale da Fisher (1946) e dallo stesso Berger, o della parte maggiore del muscolo deltoide da Fisher (1946), Goodman, Berger e da Vanden Berge. Meyers (1992a) non concorda con questa interpretazione. Egli sostiene che possa limitare meccanicamente la protrazione dell’omero o che funga da rilevatore della posizione relativa dell’articolazione della spalla nel volo planato, in virtù dell’alta percentuale di fusi neuromuscolari presenti a questo livello. Nonostante si possa ipotizzare un ruolo della “scapular anchor” nel volo planato, questa struttura è stata riscontrata anche in animali che non effettuano questo tipo di volo. Sempre Meyers (1992a) sostiene che potrebbe ricoprire un ruolo diverso in questi ultimi Uccelli. Viceversa, qualora si accettasse il ruolo di propriocezione posturale ci si aspetterebbe di riscontrarne la presenza in molte specie.

1.4.2 Protrazione dell’ala

La protrazione dell’ala è imputabile all’azione di molti muscoli. Il muscolo coracobrachiale craniale è in una posizione tale da portare cranialmente l’ala. Secondo Fisher (1946) e Stegmann (1964) è ampiamente specializzato negli Uccelli planatori come gli Avvoltoi. Le fibre craniali del muscolo pettorale sono disposte trasversalmente e parrebbero atte a portare l’ala cranialmente. La contrazione del muscolo bicipite brachiale (in virtù della sua inserzione su due articolazioni e dell’origine sul coracoide) potrebbe essere in grado di prostrarre l’ala. La contrazione contemporanea dei muscoli tricipite e bicipite brachiale potrebbe essere in grado di stabilizzare il gomito (in virtù del loro antagonismo) oltre prostrarre l’omero (Meyers, 1992a).

1.6 Stabilizzazione della spalla

In vari studi sul Piccione (*Columba livia*) e sullo Storno (*Sturnus vulgaris*) si ipotizza che il muscolo sopracoracoideo, assieme al muscolo deltoide, siano in grado di stabilizzare la spalla (Meyers, 1992a).

2. Specie oggetto di studio

2.1 Falco pecchiaiolo (*Pernis apivorus* Linnaeus, 1758)

Ordine: Falconiformi (*Falconiformes*)

Famiglia: Accipitridi (*Accipitridae*)



E' una specie monotipica a distribuzione europea. In Italia è migratrice nidificante estiva.

La popolazione è stimata in 600-1000 capi con trend stabile e fluttuazioni locali. Nidifica in zone boscate di latifoglie e conifere pure o miste anche di scarsa estensione.

Predilige piante ad alto fusto su versanti esposti tra sud ed ovest radurati o confinanti con aree erbose aperte ricche di imenotteri, a volte presso abitazioni o strade. Localmente visibile anche in cedui in fase di conversione a fustaia. Predilige castagneti e faggete. In migrazione frequenta anche campagne alberate e zone suburbane. Le coppie in riproduzione si mantengono isolate costruendo il nido su alberi e spesso riutilizzandone uno precedente. La deposizione avviene a metà maggio-giugno. La covata è in media di 2 uova.

E' un rapace di medie dimensioni, vagamente simile per struttura e colorazione alla Poiana eurasiatica (*Buteo buteo* Linnaeus, 1758) ma complessivamente meno tozzo e soprattutto con testa più piccola (Brichetti and Fracasso, 2003).

In volo attivo le sue battute d'ala sono più lente ed ampie rispetto ad altri rapaci simili come ad esempio la Poiana eurasiatica. Le ali non presentano il tipico angolo a livello del polso e le primarie più esterne non sono flettono verso l'alto come avviene solitamente nel genere *Buteo* che,

da un punto di vista morfologico, più di altri presenta similitudini con questa specie. Il volo attivo presenta invece varie similitudini con l'Aquila minore (*Hieraaetus pennatus* Gmelin, 1788). Si libra in volo mantenendo le ali orizzontali. Queste a volte possono essere mantenute leggermente sollevate ma, viste frontalmente, mantengono un profilo pianeggiante. Durante la planata le ali vengono mantenute leggermente arcuate fondendosi armoniosamente con la regione della spalla (Forsman, 2003).

In volo appaiono caratteristici il collo sottile ed il capo nettamente sporgente nonché la coda allungata con lati leggermente convessi ed angoli arrotondati. In planata le ali vengono tenute arcuate verso il basso e senza una netta angolatura carpale, mentre quando rotea appaiono praticamente piatte.

Nel periodo riproduttivo è tipicamente forestale, solitario e non facilmente osservabile se non quando vola al di sopra del territorio. Fortemente gregario durante le migrazioni.

La lunghezza totale varia tra i 520 ed i 600 mm mentre l'apertura alare è di 1250-1450 mm. I maschi pesano tra i 625 ed i 1000 g mentre le femmine tra gli 625 ed i 1050 g. Le ali sono lunghe 360-434 mm nel maschio e 376-439 mm nelle femmine.

Il maschio adulto in riproduzione presenta parti superiori brunastre a tacche scure, generalmente con una netta sfumatura grigiasta. Il capo è grigio cenere mentre le parti inferiori da bianche a bruno scure ma solitamente chiare con distinte barrature trasversali scure. In volo, specie se osservato da sotto, risultano molto evidenti le estremità nere delle remiganti. Di conseguenza le cinque "dita" ed il bordo d'uscita appaiono molto contrastanti rispetto al resto del sotto-ala nonché ampiamente separati dalla porzione anteriore, che si presenta variatamente macchiata di scuro. La coda presenta una porzione terminale nerastra ben distanziata da un paio di barre scure in posizione prossimale. Anche superiormente è possibile apprezzare le barrature scure sull'ala e sulla coda. L'iride è giallo-arancio, il becco nero con cera grigio-nerastra e le zampe gialle.

La femmina esibisce un piumaggio complessivamente più bruno, privo di tinte grigie sul dorso e sul capo, più barrato e più scuro

inferiormente. In volo si osserva poco contrasto tra le “dita”, il bordo posteriore ed il resto del sotto-ala che presenta alcune barre scure regolarmente spaziate tra di loro. L’iride è giallo.

Il giovane possiede una colorazione più omogenea, con disegni meno marcati e capo spesso chiaro o bianco (almeno sulla fronte). In volo, visto da sotto, è possibile osservare un maggiore contrasto tra le secondarie scure e la base chiara delle primarie. A differenza dell’adulto, la barratura appare più regolarmente spaziata sia sul sotto-ala che sulla coda. L’iride è brunastra e la cera gialla.

Il Falco pecchiaiolo è protetto dalla normativa nazionale ed internazionale: è inserito nell’Allegato II della convenzione di Berna del 1979 (ratificata dall’Italia con la legge 5 agosto 1981 n°503), nell’Allegato II della convenzione di Bonn (entrata in vigore in Italia il 1° novembre 1983) e nell’Appendice I del CITES. In Italia è protetto ai sensi della legge 157/92 aggiornata dalla legge 96 del 4 Giugno 2010. (Bricchetti e Fracasso, 2003).

2.2 Astore comune (*Accipiter gentilis* Linnaeus, 1758)

Ordine: Falconiformi (*Falconiformes*)

Famiglia: Accipitridi (*Accipitridae*)



E' una specie politipica a distribuzione oloartica. In Italia è dispersiva e nidificante.

La popolazione è stimata in 500-800 esemplari con trend stabile e decrementi locali. Nidifica in complessi boscati maturi di varia natura e composizione, prediligendo quelli di conifere, puri o misti a latifoglie, radurati e non soggetti a manutenzione. Più diffusa tra i 400 ed

i 1700 m con altitudini massime di 1900 m sulle Alpi occidentali.

Le coppie in riproduzione si mantengono isolate costruendo il nido su alberi o preferibilmente rioccupandone uno mostrando spiccata fedeltà al sito riproduttivo. La deposizione avviene a circa metà marzo-maggio, massimo aprile-inizio maggio. La covata è di 2-4 uova.

E' un rapace di dimensioni medio-grandi, comprese tra quelle di *Corvus cornix* e quelle di *Buteo buteo* ma con struttura caratteristica e tipica del genere, con coda lunga rispetto alle ali che risultano invece piuttosto corte, arrotondate e larghe e capo allungato.

Attua un volo attivo, normalmente poco al di sopra delle chiome caratterizzato da lente e potenti battute intervallate a scivolate, anche prolungate ed allo stesso livello. Mostra notevole agilità quando insegue la preda. Quando rotea tiene le ali piatte e, a differenza di *Accipiter nisus*, assume una forma più a croce che a T, per la minore differenza tra le lunghezze del capo e della coda.

La lunghezza totale varia tra i 480 ed i 620 mm mentre l'apertura alare è di 950-1250 mm. I maschi pesano tra i 517 ed i 1110 g mentre le

femmine tra gli 820 ed i 2054 g. Le ali sono lunghe 300-342 mm nel maschio e 289-385 mm nelle femmine.

L'adulto in riproduzione è molto simile per colorazione allo Sparviero eurasiatico e più facilmente separabile per caratteri strutturali. Le parti superiori sono omogeneamente grigio-bruno scuro mentre le inferiori bianche a fitte barrature grigio-brune. Il disegno del capo è contrastato, per la presenza di un sopracciglio chiaro e ben evidente rispetto al vertice ed alle copritrici auricolari molto scuri. In volo, se osservato da sotto, appare molto chiaro, soprattutto sul sotto-ala che presenta barrature sulle copritrici e remiganti poco marcate. La coda presenta tre o quattro bande scure piuttosto larghe e regolarmente distanziate. Il sottocoda è candido, spesso rigonfio e ben visibile. L'iride va dal giallo carico al rosso-arancio maggiormente scuro all'aumentare dell'età e nel maschio. La cera è giallo-verdastra e le zampe gialle. Il becco è grigio, più bluastro alla base e più scuro all'apice. Nessuna apprezzabile differenza tra le stagioni ed i sessi ma la femmina è notevolmente più grande.

Il giovane è meno robusto, con coda in proporzione più lunga rispetto alle ali. Le parti superiori sono brune con orlature color crema mentre le inferiori sono più chiare, con striature longitudinali scure su fondo da crema a fulvo. Il capo mostra un sopracciglio poco evidente. Osservato in volo da sopra, le ampie bande sulle timoniere e sulle remiganti risultano piuttosto evidenti. Anche da sotto, la barratura del sotto-ala è più marcata che nell'adulto, quasi a scacchi in corrispondenza dell'attaccatura dell'ala. L'iride è inizialmente grigio-verdastro ma vira in breve tempo verso il giallo. Il piumaggio da adulto viene definitivamente assunto dopo i due anni di età (3° autunno).

Tipicamente è legato, durante tutto l'anno, alle grandi estensioni forestali mature, ma caccia anche negli adiacenti ambienti aperti, soprattutto al di fuori della stagione riproduttiva. Generalmente schivo e solitario, al massimo in coppia.

L'Astore comune (*Accipiter gentilis*) è protetto dalla normativa nazionale ed internazionale: è inserito nell'Allegato II della convenzione di Berna del 1979 (ratificata dall'Italia con la legge 5 agosto 1981 n°503),

nell'Allegato II della convenzione di Bonn (entrata in vigore in Italia il 1° novembre 1983) e nell'Appendice I del CITES. In Italia è protetto ai sensi della legge 157/92 aggiornata dalla legge 96 del 4 Giugno 2010. (Bricchetti e Fracasso, 2003).

2.3 Sparviero eurasiatico (*Accipiter nisus* Linnaeus, 1758)

Ordine: Falconiformi (*Falconiformes*)

Famiglia: Accipitridi (*Accipitridae*)



E' una specie politipica a distribuzione olopaleartica. In Italia è sedentaria e nidificante.

La popolazione è stimata in 2000-4000 esemplari con trend stabile e fluttuazioni locali con generale tendenza all'incremento numerico ed espansione territoriale negli

ultimi due decenni. Nidifica in complessi boscosi diversificati, collinari e montani, prediligendo quelli fitti con alberi di media grandezza, radurati e circondati da aree aperte, naturali o coltivate, utilizzate per cacciare.

In migrazione frequenta anche zone urbane e suburbane, corsi fluviali, margini di zone umide, fondovalli e praterie montane fino ai 2700-2940 m sulle Alpi.

Le coppie in riproduzione si mantengono isolate costruendo il nido su alberi. La deposizione avviene nel periodo aprile-giugno, massimo fine aprile-metà maggio. La covata è di 4-5 uova.

E' un rapace di dimensioni da medio-piccole a piccole. Struttura caratteristica e tipica del genere con ali corte e larghe e coda piuttosto lunga. Rispetto all'Astore comune (*Accipiter gentilis*) si differenzia per il corpo più esile, la testa più larga e meno sporgente, la coda a base stretta e ad angoli squadrati. Il rapporto coda-ala è sensibilmente superiore e le ali sono più arrotondate con il braccio sviluppato quanto la mano.

Attua un volo attivo, caratterizzato da poche (3-5) e rapide battute con traiettoria ascendente, intervallate a scivolate in leggera discesa. Quando rotea tiene le ali piatte e leggermente spinte in avanti, assumendo una forma più simile ad una T che ad una croce (a differenza dell'Astore

comune) grazie alla coda lunga ed al capo poco sporgente. L'apice dell'ala è arrotondato (sei "dita" piuttosto corte) ma appare più appuntito in planata o in volo accelerato.

La lunghezza totale varia tra i 280 ed i 380 mm mentre l'apertura alare è di 600-800 mm. I maschi pesano tra i 94 ed i 173 g mentre le femmine tra gli 208 ed i 380 g. Le ali sono lunghe 158-210 mm nel maschio e 200-245 mm nelle femmine.

Il maschio adulto in riproduzione mostra parti superiori di colore grigio-ardesia che sul capo forma una calottina omogenea (senza sopracciglio evidente) che si arresta a livello della base dell'occhio, ben separata dalle guance rossicce. Parti inferiori a fitte barrature rossicce che sui fianchi tendono a fondersi in una tinta omogenea, quasi aranciata, ma variabilmente intensa. Coda con quattro o cinque barre scure, di cui tre completamente visibili. In volo l'ala, se osservata da sotto, appare nettamente barrata sulle remiganti ma meno sulle copritrici. L'iride è di solito aranciato ma variabile dal giallo all'arancio-rossastro. E' tendenzialmente più scuro con l'età e rispetto alla femmina. La cera va dal giallo al giallo-verdastro e le zampe dal giallo al giallo-arancio. Il becco è grigio scuro, più bluastro alla base e nero all'apice.

La femmina è molto simile per colorazione all'Astore comune (*Accipiter gentilis*). Le parti superiori sono grigio-bruno mentre le inferiori biancastre con fitte barrature brune (talvolta rossicce). Il disegno del capo è più contrastato rispetto al maschio per la presenza di un sopracciglio chiaro, sottile, ma evidente rispetto al vertice ed alle copritrici auricolari più scuri. Quasi sempre presente una tacca chiara sulla nuca difficilmente rilevabile in natura. Sotto-ala nettamente barrato sia sulle remiganti che sulle copritrici. L'iride è di solito giallo ma può divenire aranciato.

Il giovane è più simile alla femmina adulta, ma le parti superiori appaiono brune con orlature color ruggine soprattutto sulle copritrici alari (più evidenti nel maschio). Le parti inferiori esibiscono barrature più ampie e meno regolari. Il capo mostra un sopracciglio abbastanza evidente. L'iride è giallo chiaro e le zampe sono giallo-verdastre. Il piumaggio adulto viene assunto già ad un anno di età (2° autunno).

Tipicamente è legato, durante le nidificazioni, agli ambienti boschivi, anche di modesta estensione, mentre, al di fuori della stagione riproduttiva appare più eclettico, frequentando regolarmente spazi aperti anche solo limitatamente alberati. Di solito piuttosto schivo ma non raramente si insedia in situazioni moderatamente antropizzate. Generalmente solitario, al massimo in coppia.

Lo Sparviere eurasiatico (*Accipiter nisus*) è protetto dalla normativa nazionale ed internazionale: è inserito nell'Allegato II della convenzione di Berna del 1979 (ratificata dall'Italia con la legge 5 agosto 1981 n°503), nell'Allegato II della convenzione di Bonn (entrata in vigore in Italia il 1° novembre 1983) e nell'Appendice I del CITES. In Italia è protetto ai sensi della legge 157/92 aggiornata dalla legge 96 del 4 Giugno 2010. (Bricchetti e Fracasso, 2003).

3. Cenni sul volo degli Uccelli

Esiste un'ampia variabilità per quanto concerne il tipo e le dimensioni del piumaggio che si inserisce nella cute delle ali, dove righe di follicoli seguono tratti ben definiti (detti pterili). La parte di piumaggio implicata nel volo è composta dalle remiganti mentre le copritrici dell'ala svolgono un ruolo di isolamento termico. Le remiganti primarie sono penne molto sviluppate, generalmente in numero variabile da 9 a 11 (fanno eccezione i *Podicipedidae* in cui sono 12) e si riscontrano nella parte di ala corrispondente alla regione della mano. Ognuna di esse solitamente è composta da due vessilli asimmetrici: quello esterna, più ristretto e quello interno, più largo, che contribuisce a formare la parte posteriore del bordo d'uscita dell'ala. L'asimmetria è maggiormente evidente nelle penne esterne. Le remiganti secondarie (e terziarie) formano la maggior parte dell'ala corrispondente al braccio ed il loro numero varia enormemente: 6 (solitamente sovrapposte) nei Colibrì, 9-11 nei *Passeriformes*, 11-15 nei *Columbidae*, 25 nei grandi Avvoltoi e fino a 40 negli Albatros. Le remiganti primarie sono più rigide ed appuntite delle secondarie. Le remiganti che concorrono a formare l'alula presentano caratteristiche sovrapponibili alle primarie, ma sono più piccole. Le remiganti terziarie occupano lo spazio tra le secondarie ed il corpo. Il contorno della parte di ala corrispondente al braccio è formata da righe di copritrici più o meno grandi, che ricoprono il propatagio ed i follicoli delle remiganti.

Sezioni perpendicolari della parte di ala corrispondente alla mano differiscono ampiamente dai tipici profili delle ali degli aeroplani in quanto presentano un margine anteriore assottigliato costituito dal sottile vessillo esterno di P9 e P10 o di P8 (utilizzando la numerazione discendente).

Le dimensioni relative alla base scheletrica dell'ala dei Colibrì e dei Rondoni sono molto differenti da quelle degli altri Uccelli. Nei Colibrì, durante l'hovering l'asse maggiore dell'Uccello è diretto obliquamente verso il basso mentre il battito alare avviene su di un piano orizzontale. Difatti omero, radio ed ulna sono corti e mantenuti ad angolo acuto durante il volo. Questo angolo non può essere ampliato in funzione dei vasi

sanguigni e dei nervi che decorrono dalla spalla fin verso la mano. La parte d'ala corrispondente alla mano è la più lunga riscontrata negli Uccelli si pensi che in queste specie occupa l'81% dell'ampiezza dell'ala mentre in una Poiana questo valore si aggira sul 41%. L'omero presenta una forma atipica ed è mantenuto in posizione quasi verticale durante l'hovering. La contrazione del muscolo sopracoracoideo, che in questa specie possiede un sesamoide all'interno del suo tendine d'inserzione che funge da puleggia, provoca un'adduzione ed una supinazione dell'omero che determina, di fatto, l'upstroke posteriore dell'ala. La pronazione dell'omero che avviene mediante l'azione del muscolo pettorale esita nel downstroke anteriore dell'ala. Anche il gomito pare non essere in grado di estendersi. Il polso presenta una spiccata capacità di rotazione se comparato alla base scheletrica della mano, al radio ed all'ulna. I Colibrì non presentano l'alula. La rotazione combinata di radio, ulna e dell'articolazione del polso è alla base dell'estrema rotazione del piano dell'ala che avviene durante il backstroke quando essa è utilizzata in posizione rovesciata.

L'ala del Rondone eurasiatico (*Apus apus*) si scosta meno dal modello tradizionale di ala. La parte d'ala relativa alla mano è comunque estremamente sviluppata occupando il 75% dell'ampiezza totale dell'ala. Il gomito è meno limitato nei suoi movimenti rispetto a quello dei Colibrì e l'articolazione della spalla presenta un profilo arrotondato e ne permette i normali battiti verticali. I Rondoni presentano 11 primarie e la P11 (in numerazione discendente) nel suo margine anteriore misura solo 2 cm di lunghezza e appare rigida e quasi senza vessilli. Essa supporta la base della molto lunga P10 (in numerazione discendente). In questa specie si riscontrano 7 secondarie e l'alula consta di 2 o 3 penne per una lunghezza totale di circa un ottavo dell'ampiezza totale dell'ala. Tutte queste caratteristiche sono alla base dell'estrema agilità di volo e della capacità di battere l'ala verticalmente e non orizzontalmente. I grandi Uccelli oceanici come gli Albatros o le Berte (solo quelle appartenenti al Genere *Macronectes*) non sono inferiori ai Rondoni per quanto riguarda il tempo di permanenza in aria e dipendono dalle forti ed estremamente lunghe parti d'ala del braccio per la generazione di portanza. Il volo planato in vento

forte è la loro specialità. Essi sono capaci di bloccare l'ala in posizione estesa contenendo al massimo il dispendio energetico. L'ipotesi più accreditata circa il meccanismo alla base di questo blocco e quella fornita Pennycuick nel 1982 secondo quanto riportato da Videler (2005) che lo correlò ad alcune strutture presenti a livello dell'articolazione della spalla, nella fattispecie, un tendine a forma di ventaglio che si estende dalla carena alla cresta deltopettorale dell'omero. Pennycuick sempre secondo quanto riportato da Videler riscontrò che l'articolazione della spalla andava incontro al blocco quando raggiungeva la posizione orizzontale dopo che l'ala era stata protratta al massimo in avanti e che riprendeva la normale attività se l'omero veniva retratto di pochi gradi da questa posizione o se il tendine veniva resecato. La parte d'ala relativa alla mano degli Albatros e delle Berte appartenenti al Genere *Macronectes* differiscono da tutte quelle degli altri Uccelli anche in funzione della struttura delle remiganti primarie.

La forma dell'ala può differire molto tra le varie specie ma ciò che più cambia è la sua forma durante il battito. Prima di prendere il volo, le ali sono accuratamente mantenute piegate a ridosso del corpo. Esse si distendono e si spiegano all'inizio della fase di volo, si flettono parzialmente durante ogni innalzamento d'ala per poi estendersi totalmente prima dell'inizio della fase di abbassamento dell'ala. I principali movimenti dell'ala nel suo insieme, permesse dall'articolazione della spalla, sono dorso-ventrale, cranio-caudale, supinazione e pronazione. La testa dell'omero, in molti Uccelli non è sferica ma ovale e ciò riduce l'ampiezza di movimento dell'articolazione. L'entità del movimento è inoltre limitato dalle strutture legamentose presenti nella spalla. Solitamente, pronazione e supinazione dell'omero sono permesse. Quando l'ala è estesa l'omero può muoversi dorso-ventralmente e ruotare lungo l'asse longitudinale. L'angolo di movimento verso l'alto può raggiungere i 90° mentre l'angolo verso il basso si limita a 35°. La pronazione è solitamente meno pronunciata rispetto alla supinazione.

Altri movimenti dell'ala possono essere flessione ed estensione e circumduzione della mano. Durante la flessione del gomito l'angolo tra omero ed ulna decresce. Quando l'angolo raggiunge circa 60°, i muscoli

dell'avambraccio sospinti dai muscoli del braccio, dislocando il radio sull'ulna in direzione del polso, provocano la flessione della mano. Tutto ciò è reso possibile dalla particolare conformazione delle ossa, dei legamenti e dell'apparato muscolo-tendineo dell'ala. Nella fattispecie, radio ed ulna costituiscono un sistema a parallelogramma snodato su cui agiscono le forze sopraccitate, determinando la traslazione delle due ossa. Delineare quali muscoli contribuiscano a questo meccanismo mediante dissezione e manipolazione di campioni conservati è alquanto difficile. La comprensione della funzionalità muscolare durante il volo richiede l'uso di tecniche elettromiografiche combinate con sequenze di immagini (preferibilmente ottenute mediante raggi X) ad alta velocità.

Durante l'abbassamento dell'ala, il piano passante per l'ala risulta parallelo al piano passante per la mano. L'ala è estesa e la mano non può flettersi dorsalmente o ventralmente. L'unico movimento permesso è la flessione sul piano dell'ala. Durante il colpo d'ala verso il basso, le primarie raggiungono la loro massima velocità verticale ed infliggono notevoli forze di rotazione sul polso. La posizione della base scheletrica nei confronti dell'intera ala risulta in prossimità del margine anteriore dell'ala mentre le primarie ne occupano tutta la parte caudale. Durante la discesa dell'ala, una spiccata forza tendente a pronare il polso viene impressa su di esso. La pronazione e la supinazione a questo livello sono contrastate da un meccanismo di blocco costituito dalla presenza di creste sulle ossa del carpo che impediscono la rotazione di radio ed ulna nei loro confronti e delle ossa stesse verso il metacarpo. In molti Uccelli però questo blocco può venire meno in alcune fasi del volo come ad esempio nella fase iniziale dell'innalzamento dell'ala, durante l'atterraggio o nel volo verticale (Videler, 2005).

Parte seconda

4. Materiali e metodi

Gli esemplari utilizzati nel presente studio sono stati ottenuti nel periodo Marzo 2011 - Settembre 2014 in accordo con il Centro di Recupero degli Animali Selvatici della Lega Italiana Protezione Uccelli (LIPU) di Padova, l'Ufficio Faunistico del Servizio Foreste e Fauna della Guardia Forestale della Provincia Autonoma di Trento e l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) sede ex-INFS di Bologna. I soggetti, deceduti per varie cause, sono stati conservati a -20°C presso i suddetti enti. La scelta delle specie da analizzare è stata effettuata con l'intento di avere un diverso spettro di soggetti che presentassero differenti caratteristiche biometrico-fisiche, modalità di volo e rapporti alari. Si è inoltre tenuto conto dei dati precedentemente acquisiti su queste specie in occasione di studi effettuati in passato presso il servizio di Anatomia Normale Veterinaria del Dipartimento di Scienze Mediche Veterinarie. Sono stati esclusi dallo studio soggetti inabili al volo poiché giovani (pulli) e quelli con sospetto o evidenza di patologie a carico dell'apparato locomotore della regione del cinto toracico. Nella tabella seguente sono riassunte le specie ed il corrispondente numero di soggetti esaminati:

Specie oggetto di esame	Numero di esemplari esaminati
<i>Pernis apivorus</i> (Falco pecchiaiolo)	3
<i>Accipiter gentilis</i> (Astore comune)	3
<i>Accipiter nisus</i> (Sparviero eurasiatico)	3

Tabella 4.1 Specie oggetto dello studio e numero di soggetti esaminati

I soggetti ottenuti sono stati conservati in cella frigorifera a -20°C fino al momento della dissezione. Ciascun soggetto è stato preventivamente sottoposto ad indagine endoscopica della cavità celomatica al fine di determinarne il sesso ed eventuali alterazioni a carico degli organi interni. Detta procedura si è resa necessaria poiché, in virtù della durata della dissezione, si temeva la perdita di importanti dettagli macroscopici a carico degli organi. I soggetti sono stati quindi sottoposti a dissezione anatomica

bilaterale delle regioni della spalla, del braccio, del gomito, dell'avambraccio, del carpo e della mano. Tale dissezione è stata effettuata mediante progressiva esposizione dei piani stratigrafici muscolari. Si è proceduto all'esame di entrambi gli arti toracici utilizzando alternativamente un arto per lo studio della loggia dorsale ed il controlaterale per quella ventrale. Nel complesso sono stati esaminati diciotto muscoli in ogni animale. In particolare, durante l'approccio dorsale, si è proceduto esponendo la zona apterile in corrispondenza della colonna vertebrale praticando, a questo livello, un'incisione che si estendeva dalle ultime vertebre cervicali alla base della coda. La cute è stata separata dai fasci muscolari sottostanti per via smussa, portandosi progressivamente cranialmente in direzione della regione dell'articolazione della spalla e caudalmente in direzione della cresta dorsolaterale dell'ileo. Lateralmente, seguendo il margine dell'arco costale, è stata scollata un'ampia porzione di cute raggiungendo la regione del metapatagio. In seguito, si è proceduto ad un'incisione, estesa in senso distoprossimale, partendo dalla zona apterile in corrispondenza dell'estremità distale dell'omero, nel punto in cui quest'osso risulta non coperto da ventri muscolari. Distalmente si è proseguito praticando un'incisione con direzione prossimodistale lungo l'avambraccio, prendendo come punto di riferimento prossimale l'epicondilo dorsale dell'omero e come riferimento distale l'alula. Questa incisione è stata effettuata in corrispondenza del radio, evitando i fasci muscolari principali, e si estendeva sino alla regione del polso. Si è dunque proceduto scollando per via smussa la plica cutanea che costituisce il propatagio, sino ad evidenziare il legamento del propatagio, che ne rappresenta il margine craniale. Infine si è evidenziata la zona apterile in corrispondenza delle regioni del polso e della mano. A questo livello è stata praticata un'incisione sul margine craniale del carpometacarpo proseguendo poi lungo le falangi e mantenendosi nella parte sagittale di queste ossa. Nelle regioni dell'avambraccio, del polso e della mano sono stati posti in evidenza i calami delle corrispondenti remiganti primarie e secondarie, al fine di valutarne i rapporti con i muscoli presenti in queste regioni.

Sul versante ventrale si è proceduto evidenziando la zona apterile in corrispondenza del margine craniale della carena dello sterno e si è praticata, a questo livello, un'incisione che si estendeva dalla regione giugulare alla regione del ventre. Si è proceduto scollando un'ampia porzione di cute giungendo cranialmente in prossimità dell'articolazione della spalla e caudalmente sino all'articolazione coxo-femorale. In seguito, una volta messa in evidenza la zona apterile in corrispondenza dell'omero, si è praticata un'incisione con direzione distoprossimale che si estendeva dall'articolazione del gomito sino alla regione della spalla convergendo con quella effettuata in precedenza. Ancora, è stata praticata un'incisione in direzione prossimodistale lungo l'avambraccio, prendendo come punto di riferimento prossimale l'epicondilo ventrale dell'omero e come punto di reperi distale l'estremità prossimale del carpometacarpo. Questa incisione, localizzata in corrispondenza del margine caudale dell'ulna, permetteva di evidenziare le inserzioni delle remiganti secondarie e di valutarne le relazioni con i muscoli localizzati lungo il margine caudale del versante ventrale dell'avambraccio. Si è quindi proceduto scollando, per via smussa, la cute della regione del propatagio sino ad evidenziare il legamento del propatagio, come descritto precedentemente per il versante dorsale. Distalmente si è proseguito incidendo la zona apterile lungo il margine craniale del carpometacarpo e delle falangi. È stata, in seguito, scollata la cute ponendo in evidenza le inserzioni delle remiganti.

Dopo aver completato la dissezione ciascun animale è stato sottoposto a necropsia per valutare la presenza di lesioni a carico degli organi interni.

5. Risultati

5.1 Falco pecchiaiolo (*Pernis apivorus*)

5.1.1 Muscolo romboide superficiale

Questo muscolo si estende tra la colonna vertebrale e la scapola (Fig. 1A) e risulta relativamente sviluppato in questa specie.

Presenta tre capi distinti: un capo craniale, uno medio ed uno caudale. Il capo craniale risulta interamente composto da fibre carnose. Origina dalla penultima e terzultima vertebra cervicale e si porta all'estremità prossimale della scapola. Il capo medio origina dalla metà craniale del notarium mentre il capo caudale dalla parte caudale del notarium e dal sinsacro. La porzione più caudale del capo caudale è rappresentata da fibre collagene.

Termina inserendosi su tutto il corpo della scapola, medialmente all'inserzione del muscolo scapolo-omerale caudale. Le fibre della parte craniale e media sono grossomodo perpendicolari alla colonna vertebrale mentre le fibre della parte caudale presentano un direzione craniolaterale.

5.1.2 Muscolo romboide profondo

E' un muscolo sottile esteso tra la colonna vertebrale e la scapola, al di sotto del muscolo romboide superficiale a cui risulta intimamente adeso. E' interamente formato da fibre carnose e appare meno sviluppato rispetto al superficiale. Origina dalla colonna vertebrale nella zona compresa tra l'ultima vertebra cervicale e la parte craniale del notarium. Termina sulla scapola, occupando la parte centrale del margine dorsale del corpo della scapola (Fig. 1B). Le fibre presentano direzione caudolaterale.

5.1.3 Muscolo dentato superficiale

Si tratta di un muscolo ben sviluppato, situato sulla superficie esterna delle coste. Si possono distinguere una parte craniale, una parte caudale ed una parte metapatagiale.

La parte craniale è costituita da due fascetti che originano rispettivamente dall'ultima falsa costa e dal segmento vertebrale della prima costa vera. A poca distanza dall'origine i due fasci si uniscono a formare un ventre comune che termina per mezzo di un tendine sul margine ventrale della parte prossimale del corpo della scapola. Prima della sua terminazione, il ventre attraversa il muscolo sottoscapolare delineandone la parte mediale e laterale (Fig. 2A).

La parte caudale si presenta più sviluppata, con un ventre muscolare più lungo e maggiormente arrotondato. Origina mediante quattro fascetti dall'estremità ventrale dei segmenti vertebrali della seconda, terza e quarta costa vera. Termina mediante fibre muscolari sui due terzi distali del margine ventrale del corpo della scapola.

Le due parti craniale e caudale sono connesse da un'esilissima fascia muscolare (Fig. 2A).

La parte metapatagiale origina mediante un ventre unico che prende inserzione sull'estremità ventrale dei segmenti vertebrali della seconda, terza, quarta e quinta costa vera. All'origine il ventre prende rapporto con i due muscoli dentati e con il muscolo scapolo-omerale caudale. Si unisce quindi alla parte metapatagiale del muscolo grande dorsale dirigendosi verso la regione metapatagiale e terminando a livello dello pterile corrispondente alla cute caudale alla diafisi omerale, in prossimità del passaggio del tendine del muscolo espansore delle secondarie (Fig. 2B).

5.1.4 Muscolo dentato profondo

E' un muscolo ben sviluppato e si estende dalle coste alla scapola. Si possono distinguere tre fasci carnosi che originano dai segmenti vertebrali della prima e seconda costa vera. I fasci muscolari presentano un andamento dorsocaudolaterale e terminano sulla faccia mediale del corpo

della scapola; il fascio caudale raggiunge l'estremità caudale del corpo della scapola e l'inserzione del muscolo dentato superficiale (Fig. 3A).

5.1.5 Muscolo scapolo-omerale craniale

E' un muscolo corto, cilindrico ed estremamente sottile, situato in profondità a livello dell'articolazione della spalla. Origina dal collo della scapola, subito caudalmente alla faccia articolare per l'omero e appena cranialmente all'inserzione craniale del muscolo scapolotricipite. Presenta direzione leggermente dorsoventrale e termina sul margine caudale del corpo dell'omero, coperto dall'inserzione prossimale del muscolo omerotricipite. È interamente formato da fibre muscolari (Fig. 3B).

5.1.6 Muscolo scapolo-omerale caudale

Questo robusto muscolo si estende dalla scapola all'omero. Origina mediante fibre carnose dalla faccia laterale e dal margine dorsale del corpo della scapola prendendo rapporto con l'inserzione del muscolo dentato superficiale a livello dell'estremità caudale della scapola (Fig. 4). A livello di origine, le fibre muscolari del margine craniale dell'inserzione prossimale si uniscono con le fibre caudali del muscolo sottoscapolare. Il ventre, dopo essere passato al disotto del muscolo tricipite brachiale assume forma cilindrica. Termina mediante fibre carnose avvolte da fibre tendinee nella fossa pneumotricipitale, tra i capi del muscolo omerotricipite.

5.1.7 Muscoli sottocoracoscapolari

Questa nomenclatura indica due muscoli che si presentano in stretta relazione: il muscolo sottocoracoideo ed il muscolo sottoscapolare.

5.1.7.1 Muscolo sottoscapolare

Questo muscolo si presenta maggiormente sviluppato rispetto al muscolo sottocoracoideo. Presenta due parti: un capo laterale ed un capo mediale (Fig. 5A).

Il capo laterale si presenta come un sottile fascio muscolare. Origina mediante fibre carnose dalla faccia laterale del corpo della scapola, al di sopra dell'inserzione scapolare del muscolo dentato superficiale.

Il capo mediale si presenta più sviluppato. Origina mediante fibre carnose dalla faccia mediale del corpo della scapola. Il ventre è formato principalmente da fibre carnose, ma nella porzione centrale si può notare la presenza di un tendine rettangolare che si estende sino alla terminazione. Tale tendine si porta progressivamente sulla superficie del ventre ed irrobustisce il margine laterale del ventre.

Superata la scapola i due capi si uniscono formando un ventre cilindrico che si inserisce sul tubercolo ventrale dell'omero (Fig. 5A). La parte dorsale dell'inserzione terminale è composta principalmente da fibre tendinee che avvolgono la componente carnosa mentre sul versante ventrale queste si presentano più diradate.

5.1.7.2 Muscolo sottocoracoideo

Questo muscolo si estende tra il coracoide e l'omero (Fig. 5B). Origina mediante fibre carnose principalmente dalla membrana sternocoracoclavicolare. Si inserisce inoltre sulla parte centrale della faccia dorsale e sul margine mediale del corpo del coracoide, cranialmente al margine prossimale dell'inserzione del muscolo coracobrachiale caudale. Presenta due capi, uno ventrale e uno dorsale, che corrono a stretto contatto. L'inserzione distale è composta da fibre carnose e tendinee che si inseriscono su di un'area localizzata sulla superficie ventrodorsale del tubercolo ventrale dell'omero, subito cranialmente all'inserzione del muscolo coracobrachiale caudale. Non si ravvisa la presenza di un'inserzione clavicolare.

5.1.8 Muscolo coracobrachiale craniale

E' un muscolo piatto situato sul piano profondo del versante ventrale dell'articolazione della spalla (Fig. 6). Risulta completamente coperto dal tendine prossimale del muscolo bicipite brachiale. Presenta origine carnosa o composta da fibre carnose frammiste a fibre tendinee a livello del processo acrocoracoideo e dal legamento acrocoraco-omerale. Termina inserendosi per mezzo di fibre carnose sull'impressione coracobrachiale dell'omero. Sulla superficie del ventre si possono notare fibre tendinee disposte longitudinalmente, più numerose nella porzione centrale.

5.1.9 Muscolo coracobrachiale caudale

E' un muscolo ben sviluppato e di aspetto bipennato. Origina mediante fibre carnose dal processo craniolaterale dello sterno e, in stretta relazione con l'inserzione del muscolo sopracoracoideo, da una porzione variabile del coracoide (Fig. 6). In entrambi i soggetti esaminati si è rilevata un'inserzione sul margine laterale del muscolo sopracoracoideo. La porzione mediale è più sviluppata ed origina per mezzo di fibre carnose. Termina mediante un breve tendine a livello di tubercolo ventrale dell'omero, appena caudalmente all'inserzione dei muscoli sottacoracoideo e sottoscapolare.

5.1.10 Muscolo pettorale

Questo muscolo rappresenta la massa muscolare più sviluppata dell'intero arto toracico. Esso appare principalmente formato da fibre muscolari disposte su tre piani distinti con orientamento leggermente diverso. Si possono distinguere tre parti: la parte toracica, la parte propatagiale e la parte addominale (Fig. 7A-B).

La parte toracica si presenta come la maggiormente sviluppata. Origina mediante fibre carnose dall'estremità sternale del coracoide, per un brevissimo tratto dall'estremità craniale della scapola, dal versante laterale del corpo della clavicola, dalla membrana sternocoracoclavicolare,

dall'apice della carena e dalla carena dello sterno. A livello dell'inserzione clavicolare si può notare la presenza di fibre tendinee frammiste al ventre carnoso nel punto in cui questo s'inserisce sulla sindesmosi sternoclavicolare (Fig. 7C). Cranialmente sovrasta, ricoprendola interamente, l'articolazione della spalla occupando il primo quarto ventrale del corpo dell'omero. Caudalmente il ventre muscolare termina sul margine caudale dello sterno in contiguità con i muscoli della parete del ventre. Il margine laterale di questo muscolo si presenta arrotondato e non supera mai l'articolazione intercostale (Fig. 7D). Il ventre appare organizzato in due piani paralleli e ben distinguibili formati da fibre carnose che presentano un andamento leggermente diverso; questa caratteristica risulta maggiormente evidente a livello di parte propatagiale grazie alla penetrazione della componente vascolare.

Risulta inoltre presente, a livello di parte toracobrachiale della parte toracica, un piano superficiale che si estende sino al margine caudale dello sterno ed uno profondo che resta limitato alle linee intermuscolari, a livello di apice della carena dello sterno. Il versante interno del piano profondo si inserisce esclusivamente mediante fibre carnose. A livello della sua inserzione sull'omero si riscontra, sul versante profondo del ventre, un ispessimento tendineo che collega questo muscolo al tendine ed al ventre del muscolo bicipite brachiale (Fig. 7E).

La parte addominale si presenta come un esilissimo fascio carnoso o fibroso (Fig. 7B). Origina della parte toracica nel punto in cui questa si inserisce sull'omero, in prossimità della parte propatagiale (Fig. 7F). Termina sulla cute toracica, circa a metà della carena dello sterno.

La parte propatagiale appare composta da due capi: un capo craniale maggiormente sviluppato ed un capo caudale, estremamente esile (Fig. 7G). Il capo craniale si stacca dalla porzione craniale della parte toracica a livello dell'articolazione della spalla. A poca distanza dall'origine, il ventre muscolare si continua mediante un lungo e robusto tendine che scorre parallelo al tendine che origina dal capo craniale dalla parte propatagiale del muscolo deltoide e concorre a formare il legamento del propatagio. Inizialmente i due tendini appaiono avvolti da una sorta di guaina fibrosa,

mentre in seguito si può notare che il tendine della parte proapatagiale del muscolo pettorale rimane craniale sino alla terminazione. Distalmente i due tendini raggiungono la regione del polso. A questo livello, il tendine del capo craniale della parte proapatagiale del muscolo pettorale esibisce un ispessimento simil-sesamoideo lungo qualche millimetro e di forma ovale. Oltrepastata la regione del carpo, il tendine raggiunge quindi la base dell'alula a cui invia alcune fibre tendinee per poi inserirsi sul processo estensorio del metacarpale alulare. Termina infine per mezzo di fasci tendinei che aprendosi a ventaglio contraggono rapporti con l'aponeurosi ventrale e le diverse strutture presenti sul versante ventrale della metà prossimale del carpometacarpo (Fig. 7H).

Il capo caudale di questo muscolo è costituito da un tendine relativamente corto che origina caudalmente all'inserzione prossimale del capo craniale, da cui viene sovrastato e parzialmente ricoperto. Esso si unisce al tendine situato sul versante profondo del capo caudale della parte proapatagiale del muscolo deltoide.

5.1.11 Muscolo sopracoracoideo

È un muscolo lungo e di aspetto bipennato. Origina mediante fibre carnose dalla metà craniale della carena dello sterno (Fig. 8). In seguito il ventre s'inserisce lateralmente sul margine mediale della metà caudale della faccia ventrale del corpo del coracoide e medialmente sulla membrana sternocoracoclavicolare. Cranialmente il ventre muscolare assume progressivamente forma cilindrica, impegna il canale triosseo e si porta sul versante dorsale dell'articolazione della spalla. In prossimità della terminazione questo dà origine ad un brevissimo tendine appiattito che si inserisce sull'estremità prossimale della cresta deltopettorale, coperto dalla parte minore del muscolo deltoide.

5.1.12 Muscolo grande dorsale

E' un muscolo appiattito che si estende dalla colonna vertebrale all'omero ed alla cute metapatagiale (Fig. 9A). Si possono distinguere tre parti: una craniale, una caudale ed una parte metapatagiale.

La parte craniale, a forma di ventaglio, origina mediante fibre carnose dalla parte caudale della penultima e dall'ultima vertebra cervicale per poi estendersi verso il fianco ricoprendo la faccia laterale del corpo della scapola. Il ventre, più ispessito cranialmente, si assottiglia progressivamente in direzione caudale.

La parte caudale, piuttosto trofica, origina mediante fibre carnose dall'ultima toracica e dall'estremità craniale del sinsacro (Fig. 9B). Distalmente il muscolo si porta in direzione dell'omero sovrastando l'estremità caudale della scapola, strettamente adeso al margine caudale del muscolo scapolo-omerale caudale.

I due capi terminano sovrapponendosi e si inseriscono per mezzo di fibre carnose appiattite, nel primo terzo del corpo dell'omero, al di sotto dell'inserzione omerale del muscolo scapolotricipite.

La parte metapatagiale (Fig. 9C) è rappresentata da un esilissimo fascetto carnoso spesso pochi decimi di millimetro. Origina a livello del margine caudolaterale dalla parte caudale poco dopo la sua origine. Termina poco dopo fondendosi al ventre comune della parte metapatagiale del muscolo dentato superficiale.

5.1.13 Muscolo deltoide

Questo ben sviluppato muscolo si localizza sul versante dorsocraniale dell'articolazione della spalla. È formato da diverse parti: una parte propatagiale, una maggiore e una minore (Fig. 10A).

La parte propatagiale risulta la più craniale. Si presenta appiattita ma ben sviluppata. Origina mediante fibre carnose dalle estremità acromiali di clavicola e coracoide e dall'estremità prossimale dell'omero. Si possono distinguere due capi: un capo craniale ed uno caudale. Il ventre muscolare di entrambi i capi si estende poco oltre la metà della cresta deltopettorale.

A questo livello il capo craniale dà origine ad un lungo tendine che concorre a formare il legamento del propatagio. Detto tendine affianca il tendine della parte propatagiale del muscolo pettorale e con esso scorre sul margine craniale della regione propatagiale terminando nella regione del polso. A questo livello, il tendine di pertinenza del muscolo deltoide, termina inserendosi sulla superficie ventrale dell'osso radiale del carpo.

Per quanto concerne il capo caudale della parte propatagiale del muscolo deltoide, il ventre muscolare, dopo aver oltrepassato la metà della cresta deltopettorale, dà origine ad un tendine che attraversa il propatagio in direzione caudolaterale portandosi alla regione del gomito (Fig. 10B). All'altezza dell'ultimo terzo dell'omero il tendine si biforca in due capi che terminano sul capo dorsale del muscolo estensore radiale del carpo. Il capo caudale contribuisce inoltre, per mezzo delle sue fibre, alla formazione di un ispessimento della fascia dell'avambraccio che aprendosi a ventaglio caudolateralmente contrae rapporti con i muscoli supinatore, estensore digitale comune, estensore ulnare del carpo ed ectepicondilo-ulnare ventrale. Detto ispessimento termina poi sfiocandosi sul margine caudale della parte prossimale della regione dell'avambraccio, avvolgendo i calami delle remiganti secondarie e delle copritrici presenti a questo livello (Fig. 10B).

La parte maggiore del muscolo deltoide si trova adagiata sulla parte dorsoprossimale dell'omero, strettamente legata alla parte minore (Fig. 10C). Risulta interamente formata da fibre carnose. Si possono distinguere due capi: uno craniale ed uno caudale. Il capo craniale origina da una piccola zona dell'estremità craniale della scapola subito caudalmente al forame triosseo e dalla fibrocartilagine omerocapsulare. Subito dopo l'origine il ventre si inserisce sulla cresta deltopettorale dell'omero. Il capo caudale prende invece origine dall'estremità craniale della scapola, dal segmento di coracoide che delimita il forame triosseo e dalla fibrocartilagine omerocapsulare, andando a coprire con un esile lembo la parte craniale dell'inserzione prossimale del muscolo scapolotricipite. I due capi della parte maggiore si fondono in un unico ventre a livello dell'omero ed il capo risultante termina sulla superficie dorsale del terzo prossimale

del corpo dell'omero. A livello del margine caudale dell'origine del capo caudale, si può riscontrare la presenza del lacerto fibroso scapolare, un esilissimo fascetto fibroso che origina dalla scapola. Questo giace superficialmente al lacerto fibroso scapolare del muscolo scapolotricipite. Il versante ventrale del capo caudale presenta un corto e piatto tendine che si inserisce sul margine dorsocaudale del forame triosseo.

La parte minore risulta la meno sviluppata. È rappresentata da un fascio carnoso corto ed appiattito. Origina dal coracoide in prossimità del processo acrocoracoideo e dal margine dorsocraniale del forame triosseo. L'origine ricopre quasi interamente il tendine di terminazione del muscolo sopracoracoideo. Termina sul versante ventrale della cresta deltopettorale dell'omero, distalmente alla terminazione del muscolo sopracoracoideo.

5.1.14 Muscolo tricipite brachiale

Questo muscolo ben sviluppato risulta composto da due parti: il muscolo omerotricipite ed il muscolo scapolotricipite.

Il muscolo scapolotricipite esibisce un lungo ventre che percorre la regione del braccio mantenendosi adeso all'omero (Fig. 11A). Origina mediante una porzione appiattita formata da esigue fibre tendinee frammiste a fibre carnose dalla faccia laterale del collo della scapola, dorsalmente all'origine del capo laterale del muscolo sottoscapolare e cranialmente all'inserzione prossimale del muscolo scapolo-omeroale caudale. Sul margine caudale dell'inserzione prossimale si può notare l'esile lacerto fibroso scapolare che si inserisce sulla scapola (Fig. 11A). Il ventre muscolare si presenta appiattito e mostra sul margine craniale un robusto lacerto fibroso omerale che si sviluppa sul versante profondo del muscolo ed invia un ramo all'estremità prossimale del corpo dell'omero, appena cranialmente alla terminazione del muscolo grande dorsale (Fig. 11A). I due terzi distali della superficie del ventre mostrano la presenza di fibre tendinee (Fig. 11A) che progressivamente si ispessiscono dando origine al tendine terminale. Questo scorre nel solco per il muscolo scapolotricipite a livello di estremità distale dell'omero e termina

sull'impressione omonima dell'ulna, cranialmente alla terminazione del muscolo omerotricipite a cui appare strettamente legato a questo livello.

Il muscolo omerotricipite si localizza sulla superficie caudale del corpo dell'omero (Fig. 11B). L'inserzione prossimale è rappresentata da tre fascetti muscolari che originano dall'omero, rispettivamente dal margine caudale, dalla fossa pneumotricipitale e dal pilastro dorsale della fossa stessa. Il ventre che origina dall'unione di questi tre fasci si porta distalmente rimanendo strettamente adeso al corpo dell'omero e contraendo stretti rapporti con il muscolo scapolotricipite, con il quale sembra fondersi in prossimità dell'inserzione distale. Termina mediante una porzione appiattita formata sia da fibre carnose che tendinee sul versante dorsale dell'estremità prossimale dell'ulna in prossimità della base dell'olecrano.

Il muscolo coracotricipite non è presente in questa specie.

5.1.15 Muscolo bicipite brachiale

Questo ampio e ben sviluppato muscolo è formato da un tendine prossimale, un ventre muscolare e due tendini terminali (Fig. 12A). L'inserzione prossimale e parte del ventre muscolare risultano nascosti dal ventre del muscolo pettorale. Origina mediante un tendine piatto e rettangolare principalmente dall'estremità acromiale del coracoide, appena prima dell'articolazione con la scapola. Il tendine prosegue poi al di sopra della testa dell'omero e prende inserzione a livello della cresta bicipitale dell'omero (Fig. 12B). Distalmente assume una forma grossomodo triangolare con il lato più lungo orientato cranialmente. Nel punto in cui il tendine passa sulla testa dell'omero invia un robusto fascio tendineo all'inserzione omerale del muscolo pettorale (Fig. 7E). Il ventre carnoso prende origine dal margine caudale del tendine principale e si sviluppa in direzione caudodistale prendendo rapporti con il muscolo scapolotricipite.

Si estende quindi sino a circa la metà del corpo dell'omero dove si continua per mezzo di un tendine cilindrico che si porta verso la regione dell'avambraccio. Termina biforcandosi in due tendini separati. Il primo si inserisce su di un'area appena craniale all'estremità prossimale dell'ulna

mentre l'altro termina, alla medesima altezza, su una rugosità del corpo del radio (Fig. 12C). Non si ravvisa in questa specie la presenza di un fascio proapatagiale.

5.1.16 Muscolo espansore delle secondarie

Nel Falco pecchiaiolo questo esile muscolo origina per mezzo di un ventre carnoso di forma triangolare dalla parte centrale del corpo della scapola e dalla parte caudale del muscolo grande dorsale contraendo rapporti con la parte metapatagiale del muscolo dentato superficiale (Fig. 13A). Subito dopo l'inserzione prossimale si continua per mezzo di un tendine che scorre nella cute metapatagiale parallelo al muscolo tricipite brachiale. In prossimità dell'articolazione del gomito il tendine dà origine ad un esile ventre muscolare (Fig. 13B) che prosegue distalmente lungo il margine caudale della regione dell'avambraccio e termina prendendo rapporti con alcune remiganti secondarie.

5.1.17 Muscolo brachiale

E' un piatto ma ben sviluppato muscolo che presenta forma trapezoidale (Fig. 14). Si localizza profondamente sul versante interno dell'articolazione del gomito e risulta visibile su entrambi i versanti dell'ala. Origina dalla fossa brachiale, in prossimità dell'estremità distale dell'omero e si porta sul margine caudale del corpo dell'ulna tra i due capi del muscolo flessore digitale profondo. Si estende per circa un quarto della lunghezza dell'ulna ed è interamente formato da fibre carnose. Il suo ventre copre la terminazione del muscolo bicipite brachiale.

5.2 Astore comune (*Accipiter gentilis*)

5.2.1 Muscolo romboide superficiale

Questo muscolo si estende dalla colonna vertebrale alla scapola.

Il ventre appare formato da un capo craniale, un capo medio ed uno caudale (Fig. 15A).

La parte craniale origina per mezzo di fibre carnose frammiste a tendinee (Fig. 15B) dal processo spinoso della penultima vertebra cervicale e dall'estremità craniale del processo spinoso dell'ultima cervicale. Le fibre muscolari presentano un andamento perpendicolare rispetto alla colonna vertebrale e terminano inserendosi sulla faccia mediale del collo e della parte craniale del corpo della scapola. E' inoltre presente un fascetto craniale che, in prossimità della scapola, piega cranialmente e si inserisce sull'angolo cranio mediale della scapola (Fig. 15C).

Il capo medio origina dai quattro quinti craniali del notarium. Le sue fibre muscolari presentano andamento quasi perpendicolare alla colonna vertebrale.

La parte caudale origina dal processo spinoso della vertebra toracica libera e dall'estremità craniale del sinsacro. Termina sui due terzi caudali della faccia mediale e del margine dorsale del corpo della scapola nonché sull'estremità caudale di quest'osso. Le fibre muscolari di questa parte assumono un andamento caudolaterale.

5.2.2 Muscolo romboide profondo

E' un muscolo ben sviluppato e interamente coperto dal muscolo romboide superficiale (Fig. 16).

Origina mediante fibre carnose dalle ultime due vertebre cervicali e dai quattro quinti craniali del notarium. Il ventre appare composto da fibre muscolari orientate in direzione caudolaterale.

Termina inserendosi sui due terzi caudali della faccia mediale del corpo della scapola e sulla sua estremità caudale.

5.2.3 Muscolo dentato superficiale

Si presenta come un muscolo ben sviluppato situato sulla faccia laterale della regione del tronco. Appare formato da tre parti: la parte craniale, la parte caudale e la parte metapatagiale (Fig. 17A-B).

La parte craniale (Fig. 17A) origina mediante fibre carnose dalla faccia laterale del corpo del segmento vertebrale della seconda costa vera. Il margine craniale e la faccia mediale del ventre muscolare ricevono l'inserzione del tendine dorsale d'origine del muscolo espansore delle secondarie. Termina mediante fibre tendinee in una piccola area a livello del terzo medio del margine ventrale della faccia mediale del corpo della scapola.

La parte caudale (Fig. 17A) risulta la più sviluppata. E' composta da quattro fasci muscolari che originano mediante fibre muscolari dalla faccia laterale del corpo dei segmenti vertebrali della terza, quarta e quinta costa vera e dai rispettivi spazi intercostali. Termina per mezzo di fibre tendinee frammiste a carnose inserendosi sulla metà caudale del margine ventrale e della faccia mediale del corpo e dell'estremità caudale della scapola.

La parte metapatagiale (Fig. 17B) è composta da quattro fasci carnososi che originano dall'estremità ventrale dei segmenti vertebrali della seconda, terza, quarta e quinta costa vera. Tali fasci convergono formando un ventre che, dopo essersi unito alla parte metapatagiale del muscolo grande dorsale, si dirige verso la regione metapatagiale e termina a livello dello pterile corrispondente alla cute caudale alla diafisi omerale, fondendosi con il tendine del muscolo espansore delle secondarie (Fig. 17C).

5.2.4 Muscolo dentato profondo

E' un muscolo ben sviluppato, si localizza a livello del fianco, al di sotto del muscolo dentato superficiale.

Il ventre si organizza in due fasci paralleli. Il fascio craniale appare nettamente meno sviluppato rispetto al caudale. I due capi originano dal segmento vertebrale, rispettivamente, della seconda e terza costa vera. I

fasci assumono quindi andamento caudolaterale e terminano inserendosi, per mezzo di fibre tendinee, sulla porzione centrale e su tutta la metà caudale della faccia mediale della scapola nonché sulla sua estremità caudale, appena caudalmente rispetto alla terminazione dei muscoli romboide superficiale e romboide profondo.

5.2.5 Muscolo scapolo-omerale craniale

E' un muscolo cilindrico, di modeste dimensioni ed interamente carnoso. Si localizza sul versante dorsocaudale dell'articolazione della spalla (Fig. 18A).

Origina dal margine ventrale del collo della scapola, appena caudalmente rispetto all'estremità omerale di quest'osso e di poco craniale rispetto all'inserzione del muscolo sottoscapolare.

Termina su di una piccola area nella porzione prossimale del margine caudale del corpo dell'omero, tra il capo craniale ed il capo medio dell'inserzione prossimale del muscolo omerotricipite.

5.2.6 Muscolo scapolo-omerale caudale

Questo robusto muscolo si estende dalla scapola all'omero. Origina mediante fibre carnose dalla faccia laterale e dal margine dorsale del corpo della scapola prendendo rapporto con l'inserzione del muscolo dentato superficiale a livello dell'estremità caudale della scapola (Fig. 18B). A livello di origine, le fibre muscolari del margine craniale dell'inserzione prossimale si uniscono con le fibre caudali del muscolo sottoscapolare. Il ventre, dopo essere passato al disotto del muscolo tricipite brachiale assume forma cilindrica. Termina mediante fibre carnose avvolte da fibre tendinee nella fossa pneumotricipitale, tra i capi del muscolo omerotricipite.

5.2.7 Muscoli sottocoracoscapolari

Questa nomenclatura indica due muscoli che si presentano in stretta relazione: il muscolo sottoscapolare ed il muscolo sottocoracoideo.

5.2.7.1 Muscolo sottoscapolare

E' un muscolo ben sviluppato e formato da due capi: un capo laterale ed uno mediale (Fig. 19). Questi ultimi originano mediante fibre carnose dal primo terzo, rispettivamente, della faccia laterale e mediale del corpo della scapola. Al di sotto del capo laterale, appena cranialmente alla sua origine, si riscontra la terminazione della parte craniale del muscolo dentato superficiale.

I due capi si mantengono divisi sino in prossimità dell'inserzione distale costituita da fibre carnose frammiste a tendinee. Il muscolo sottoscapolare termina sul versante dorsale del tubercolo ventrale dell'omero, assieme alla terminazione del muscolo sottocoracoideo.

5.2.7.2 Muscolo sottocoracoideo

E' un muscolo ben sviluppato, situato sul versante caudale dell'articolazione della spalla e visibile dal suo versante ventrale (Fig. 20A).

L'origine è formata da due capi intimamente associati, composti da fibre carnose e divisi da un setto fibroso. Il capo craniale origina dalla porzione più craniale del margine mediale e della faccia dorsale del corpo del coracoide, mentre il capo caudale origina dalla porzione centrale della faccia dorsale del medesimo osso contraendo inoltre rapporti con la membrana sternocoracoclavicolare.

I due capi giacciono fianco a fianco e si portano verso il braccio terminando, per mezzo di un tendine, sul tubercolo ventrale dell'omero (Fig. 20B), assieme alla terminazione del muscolo sottoscapolare e di poco craniale rispetto alla terminazione del muscolo coracobrachiale caudale.

5.2.8 Muscolo coracobrachiale craniale

E' un muscolo piatto ed interamente carnoso situato sul piano profondo del versante ventrale dell'articolazione della spalla, quasi interamente coperto dal tendine prossimale del muscolo bicipite brachiale.

Origina a livello del processo acrocoracoideo e dal legamento acrocoraco-omerale. Termina sull'impressione coracobrachiale dell'estremità prossimale dell'omero (Fig. 21). Sulla superficie del ventre si possono notare fibre tendinee disposte longitudinalmente, più numerose nella porzione centrale.

5.2.9 Muscolo coracobrachiale caudale

E' un muscolo ben sviluppato situato sul piano muscolare profondo della regione della spalla (Fig. 22A).

Origina dal processo craniolaterale dello sterno, dal lig. sternocoracoideo laterale, dal processo laterale del coracoide e dai due terzi caudali della faccia ventrale, dal margine laterale e della faccia dorsale del corpo del coracoide. L'inserzione sternale copre quasi completamente la terminazione del muscolo sternocoracoideo.

Il ventre muscolare appare diviso in due porzioni asimmetriche da una leggera depressione: la porzione mediale è più sviluppata ed origina per mezzo di fibre carnose. In due soggetti l'origine della porzione laterale avveniva grazie a fibre carnose frammiste a tendinee mentre queste ultime sembravano organizzarsi in un tendine in un soggetto (Fig. 22B).

Distalmente, poco prima della terminazione del muscolo, i due ventri convergono in un unico capo che si inserisce per mezzo di un robusto tendine sul tubercolo ventrale dell'omero, caudalmente alla terminazione dei muscoli sottocoracoideo e sottoscapolare.

5.2.10 Muscolo pettorale

E' il muscolo più sviluppato dell'arto toracico. Si possono identificare tre parti: la parte toracica, la parte propatagiale e la parte addominale.

La parte toracica risulta maggiormente sviluppata (Fig. 23A). Origina mediante fibre carnose dall'estremità craniale della scapola, dalla faccia laterale di tutta la clavicola, dalla membrana sternocoracoclavicolare, dall'apice della carena e dal margine laterale dello sterno, dalla porzione distale della cresta bicipitale e dal versante ventrale della cresta deltopettorale. Cranialmente ricopre interamente l'articolazione della spalla ponendosi in stretto rapporto con l'inserzione craniale della parte propatagiale del muscolo deltoide. Lateralmente il ventre muscolare occupa il primo terzo del versante ventrale del corpo dell'omero e si estende caudalmente restando adagiato sulle coste vere senza superare l'articolazione tra il segmento vertebrale e quello sternale. Caudalmente la parte toracica del muscolo pettorale si inserisce sul margine caudale dello sterno in intimo rapporto con i muscoli della parete addominale che trovano inserzione a questo livello.

Il ventre appare organizzato in due piani paralleli e ben distinguibili (Fig. 23B) formati da fibre carnose che presentano un andamento leggermente diverso; questa caratteristica risulta maggiormente evidente a livello di parte propatagiale grazie alla penetrazione della componente vascolare.

Risulta inoltre presente, a livello di parte toracobrachiale della parte toracica, un piano superficiale che si estende sino al margine caudale dello sterno mentre ed uno profondo che resta limitato alle linee intermuscolari, a livello di apice della carena dello sterno. Sul versante interno del piano più profondo del ventre si riscontrano fasci carnosì frammisti a fibre tendinee. Queste ultime in prossimità del margine ventrale dello sterno formano una lamina che si inserisce a livello delle linee intermuscolari più mediali (Fig. 23B). L'inserzione omerale è rappresentata da fibre carnose frammiste a tendinee che si inseriscono sull'omero in prossimità della cresta

deltopettorale. E' inoltre presente un fascetto fibroso che dalla parte profonda del ventre si inserisce sul tendine prossimale del muscolo bicipite brachiale (Fig. 23C).

La parte addominale si presenta come un esilissimo fascio carnoso o fibroso. Origina della parte toracica nel punto in cui questa si inserisce sull'omero, in prossimità della parte propatagiale. Termina sulla cute toracica, circa a metà della carena dello sterno.

La parte propatagiale è ben sviluppata e si localizza a livello del margine ventrocraniale dell'articolazione della spalla (Fig. 23A). Tale fascio appare composto da due parti: una parte craniale più lunga ed una caudale più breve.

La parte craniale si stacca dal ventre muscolare della parte toracica in corrispondenza della sua inserzione sull'estremità craniale della scapola e sull'estremità acromiale della clavicola. Sul versante profondo del ventre è possibile notare un ispessimento tendineo che invia un ramo al tendine situato sul versante profondo del capo caudale della parte propatagiale del muscolo deltoide. A poca distanza dalla sua origine il ventre carnoso della parte craniale si continua mediante un lungo e robusto tendine che scorre a fianco al tendine che origina dal capo craniale dalla parte propatagiale del muscolo deltoide e concorre a formare il legamento del propatagio (Fig. 23D). Il tendine della parte propatagiale del muscolo pettorale rimane craniale sino alla terminazione. Distalmente i due tendini raggiungono la regione del polso. A questo livello, il tendine del capo craniale della parte propatagiale del muscolo pettorale si divide in due fascetti che si portano sui versanti opposti dell'articolazione del polso. Un ramo si mantiene sul versante ventrale ed oltrepassa l'estremità distale del radio mostrando, a questo livello, un ispessimento simil-sesamoideo lungo qualche millimetro e di forma ovale (Fig. 23E). Il tendine prosegue scorrendo sul margine craniale dell'osso radiale del carpo e sul versante ventrale della base dell'alula per inserirsi sul processo estensorio del metacarpale alulare ed infine, a livello dell'estremità prossimale del carpo, aprirsi a ventaglio contraendo stretti rapporti con l'aponeurosi ventrale (Fig. 23F). L'altro ramo, più esile, si porta al versante dorsale dell'articolazione del polso,

scorre sul tendine terminale del muscolo estensore radiale del carpo e termina alla base del processo estensorio del metacarpale alulare dove contrae stretti rapporti con le rispettive copritrici (Fig. 23G).

Il capo caudale della parte propatagiale è estremamente esile ed interamente formato da fibre tendinee. Origina dal ventre muscolare della parte toracica in corrispondenza del versante ventrale della cresta deltopettorale e si continua precocemente per mezzo di un fascetto fibroso che scorre sul versante ventrale del capo caudale della parte propatagiale del muscolo deltoide per poi confluire nel tendine terminale del sopraccitato muscolo (Fig. 23H).

5.2.11 Muscolo sopracoracoideo

E' un muscolo lungo, appiattito e bipennato per la presenza di una leggera convessità centrale (Fig. 24A).

Origina mediante fibre muscolari dalla metà craniale della carena dello sterno. Procedendo cranialmente il ventre si inserisce sulla membrana sternocoracoclavicolare e, lateralmente, sul margine mediale e sul terzo caudale della faccia ventrale del corpo del coracoide, di poco mediale rispetto all'inserzione del muscolo coracobrachiale caudale. Il ventre muscolare assume progressivamente forma cilindrica per poi impegnare il forame triosseo portandosi sul versante dorsale dell'articolazione della spalla.

Termina mediante fibre carnose sull'estremità prossimale del versante dorsale della cresta deltopettorale, quasi completamente coperto dalle parti maggiore e minore del muscolo deltoide (Fig. 24B).

5.2.12 Muscolo grande dorsale

E' un muscolo appiattito ma ben sviluppato che si estende dalla colonna vertebrale alla porzione prossimale del corpo dell'omero (Fig. 25A). Appare formato da una parte craniale, una caudale ed una metapatagiale. La parte craniale e quella caudale appaiono unite da un delicato strato di fascia.

La parte craniale è un fascio di forma rettangolare, interamente formato da fibre carnose. Origina dai processi spinosi dell'ultima vertebra cervicale e dai due terzi craniali del notarium per poi ricoprire la porzione mediana del margine dorsale e della faccia laterale del corpo della scapola.

La parte caudale, leggermente più sviluppata rispetto alla precedente, origina mediante un'aponeurosi dall'estremità craniale del sinsacro. In due soggetti detta aponeurosi presentava due distinti ispessimenti fibrosi orientati parallelamente all'asse longitudinale del muscolo (Fig. 25B). In prossimità della scapola si sviluppa un ventre carnoso appiattito che avvolge l'estremità caudale di suddetto osso per poi proseguire laterocranialmente.

I due capi, superata la scapola, si irrobustiscono e si sovrappongono progressivamente (Fig. 25A). Entrambi i capi si inseriscono per mezzo di fibre carnose sulla parte prossimale del corpo dell'omero, a metà della cresta deltopettorale, appena cranialmente rispetto alla terminazione del muscolo scapolo-omerale craniale (Fig. 25C).

La parte metapatagiale è rappresentata da un esile fascio carnoso che origina dal margine caudale della parte caudale. Questo fascetto si porta poi lateralmente prendendo rapporto, mediante una fascia connettivale, con i muscoli della parete toracica. Termina, infine, fondendosi con la parte metapatagiale del muscolo dentato superficiale (Fig. 25D).

5.2.13 Muscolo deltoide

E' un muscolo ben sviluppato, situato sul versante dorsocraniale dell'articolazione della spalla (Fig. 26A). Appare formato da una parte propatagiale, una maggiore ed una minore.

La parte propatagiale risulta la più craniale (Fig. 26A). Si presenta appiattita ma ben sviluppata. Origina mediante fibre carnose dalle estremità acromiali di clavicola e coracoide e dall'estremità prossimale dell'omero. Il ventre muscolare può essere suddiviso in due porzioni asimmetriche (Fig. 26A). Il capo caudale si presenta maggiormente sviluppato. Il ventre muscolare del capo craniale si estende poco oltre la metà della cresta

deltopettorale per poi continuarsi per mezzo di un robusto tendine che concorre a formare il legamento del propatagio. Detto tendine affianca il tendine della parte propatagiale del muscolo pettorale e con esso scorre sul margine craniale della regione propatagiale terminando nella regione del polso inserendosi su entrambi i versanti dell'osso radiale del carpo (Fig. 23F-G).

Il versante ventrale della parte carnosa del capo caudale si presenta bipartito ad opera di un fascetto fibroso derivante dal capo caudale della parte propatagiale del muscolo pettorale e che lo attraversa longitudinalmente (Fig.23H). Il ventre appare inoltre delimitato cranialmente da un altro fascetto fibroso. I due fasci, convergendo, danno origine al tendine terminale del ventre che attraversa diagonalmente la regione del propatagio per poi dividersi all'altezza dell'ultimo terzo dell'omero. La branca più craniale termina sul capo dorsale del muscolo estensore radiale del carpo mentre la branca più caudale, dopo aver preso inserzione sul tendine prossimale del suddetto muscolo, prosegue fino al di sopra del muscolo estensore digitale comune. A questo livello la branca caudale concorre a formare un ispessimento della fascia che si divide in due benderelle fibrose assumendo la forma di una T (Fig. 26B). La benderella prossimale termina a livello dell'articolazione del gomito mentre quella distale termina sulla parte dorsocaudale del ventre del muscolo estensore ulnare del carpo entro il terzo prossimale dell'ulna.

La parte maggiore è la più estesa. Il ventre muscolare risulta composto da due capi asimmetrici (Fig. 26A) interamente formati da fibre carnose. Il capo craniale origina da una piccola zona dell'estremità craniale della scapola subito caudalmente al forame triosseo e dalla fibrocartilagine omerocapsulare. Si inserisce inoltre sul terzo prossimale della faccia craniale dell'omero, tra il versante ventrale della cresta deltopettorale ed il margine caudale. Il capo caudale origina dall'estremità craniale della scapola, dal segmento di coracoide che delimita il forame triosseo e dalla fibrocartilagine omerocapsulare. A livello del margine caudale dell'inserzione prossimale si riscontra la presenza di un ben delineato lacerto fibroso scapolare. Questo origina dal margine dorsale della scapola,

tra le inserzioni dei muscoli scapolo-omerale caudale e sottoscapolare e si presenta più sviluppato del lacerto fibroso scapolare del m. scapolotricipite (Fig. 26C). Sul versante ventrale del muscolo è possibile notare la presenza di un ulteriore fascetto fibroso che connette il muscolo deltoide al ventre del muscolo scapolotricipite. Questi due muscoli appaiono in stretta relazione anche grazie ad una fascia connettivale che ne avvolge i ventri a livello dell'inserzione scapolare. Il ventre si estende poi lateralmente occupando la metà craniale della faccia craniale dell'omero, in stretto rapporto con il ventre del muscolo omerotricipite.

La parte minore è la meno sviluppata. È rappresentata da un piccolo fascio carnoso, parzialmente coperto dal capo caudale della parte propatagiale che origina dall'estremità craniale della scapola in prossimità del forame triosseo. Il ventre si porta poi in direzione dell'estremità prossimale dell'omero, in prossimità del tubercolo dorsale e si estende sino alla base della cresta deltopettorale, coprendo parzialmente l'inserzione del muscolo sopracoracoideo (Fig. 26D).

5.2.14 Muscolo tricipite brachiale

È un muscolo ben sviluppato che si estende dall'articolazione della spalla alla porzione prossimale della regione dell'avambraccio. Appare formato da due muscoli distinti: il muscolo scapolotricipite ed il muscolo omerotricipite.

Il muscolo scapolotricipite (Fig. 27A) è un muscolo ben sviluppato, appiattito dorsoventralmente. Origina principalmente mediante fibre muscolari da una piccola porzione della faccia laterale del collo della scapola, dorsocranialmente rispetto all'inserzione del muscolo scapolo-omerale craniale. Il margine craniale dell'inserzione prossimale ed il versante ventrale del muscolo si presentano irrobustiti da un importante ispessimento fibroso della fascia muscolare che si estende sino al primo quarto prossimale (Fig. 27B). Questo, a livello del margine craniale, sembra dare luogo ad un vero e proprio tendine di origine che affianca la componente carnosa e che nel suo primissimo tratto riceve una briglia

fibrosa che origina a livello di legamento acrocoraco-omerale. Il margine caudale riceve l'inserzione di un esiguo lacerto fibroso scapolare (Fig. 27B), che origina dal margine dorsale della scapola, cranialmente all'inserzione del muscolo scapolo-omerale caudale. A livello del terzo prossimale dell'omero è possibile notare la presenza del lacerto fibroso omerale, una larga, sottile e bipartita briglia connettivale che origina dal margine craniale del ventre e si porta al corpo del suddetto osso. Una parte del lacerto fibroso omerale si inserisce appena cranialmente alla terminazione del muscolo grande dorsale mentre l'altra a livello del bordo ventrale dell'inserzione della parte maggiore del muscolo deltoide (Fig. 27A). Il ventre muscolare si estende poi distalmente mantenendosi parallelo all'omero sino circa a metà del corpo di quest'osso. A questo livello la superficie del ventre presenta un aumento della componente fibrosa che, procedendo distalmente, dà origine al tendine terminale. Quest'ultimo giace adeso al corpo dell'omero ed al tendine terminale del muscolo omerotricipite per poi oltrepassare l'articolazione del gomito e terminare inserendosi sul primo quarto del margine caudale del corpo dell'ulna, cranialmente al muscolo omerotricipite.

Il muscolo omerotricipite appare come un muscolo ben sviluppato, parzialmente visibile dal versante ventrale della regione del braccio. Origina mediante tre fasci muscolari (Fig. 27C) ben distinti dal margine caudale della fossa pneumotricipitale, dalla fossa stessa e dal pilastro ventrale della medesima fossa. Subito dopo l'origine i tre capi si uniscono formando un unico ventre muscolare che percorre la regione del braccio mantenendosi adeso al corpo dell'omero, sino al terzo distale di questo osso. A questo livello il ventre si irrobustisce dando origine al tendine terminale che oltrepassa l'articolazione del gomito mantenendosi ventrale rispetto al tendine del muscolo scapolotricipite per poi inserirsi sul primo quarto del margine caudale del corpo dell'ulna, appena caudalmente alla terminazione del muscolo scapolotricipite.

Il muscolo coracotricipite è risultato assente in tutti i soggetti esaminati.

5.2.15 Muscolo bicipite brachiale

Questo muscolo ben sviluppato si estende dal versante cranioventrale dell'articolazione della spalla alla regione dell'avambraccio (Fig. 28A).

Origina mediante un tendine piatto e di forma leggermente triangolare principalmente dall'estremità acromiale del coracoide, appena prima dell'articolazione con la scapola (Fig. 28B). Il tendine prosegue poi al di sopra della testa dell'omero e, dopo averla oltrepassata, si inserisce anche sulla cresta bicipitale dell'omero. Nel punto in cui il tendine passa sulla testa dell'omero invia un robusto fascio tendineo all'inserzione omerale del muscolo pettorale (Fig. 23C).

Appena superata la cresta bicipitale il tendine prossimale dà origine al ventre muscolare. Quest'ultimo, prossimalmente, si presenta allargato ed adagiato sull'omero per circa metà della sua lunghezza. Distalmente si restringe progressivamente e, distanziandosi dall'omero, dà origine ad un robusto tendine terminale. È possibile notare come, nella porzione distale del ventre, alle fibre muscolari si interpongano fibre tendinee che progressivamente si irrobustiscono raggiungendo il tendine terminale.

A livello del terzo distale dell'omero suddetto tendine si biforca: un capo termina inserendosi sul tubercolo bicipitale del radio, mentre l'altro si porta su di un'area, parallela alla precedente, a livello di porzione prossimale del corpo dell'ulna, appena cranialmente alla terminazione del muscolo brachiale. La parte propatagiale è rappresentata da un esilissimo fascetto che, staccandosi dal ventre, si dirige verso il tendine del capo caudale della parte propatagiale del muscolo deltoide (Fig. 28C).

5.2.16 Muscolo espansore delle secondarie

Questo muscolo si presenta formato da una benderella carnosa che si porta dalla regione della spalla alla regione dell'avambraccio.

L'origine, composta di tessuto fibroso ed in stretto rapporto con il margine caudale del muscolo omerotricipite, a livello del terzo prossimale dell'omero riceve l'inserzione della parte metapatagiale del muscolo dentato superficiale (Fig. 29).

A circa metà dell'omero il muscolo si continua per mezzo di un esile ventre carnoso che scorre parallelo a quest'osso portandosi verso l'articolazione del gomito (Fig. 29). A livello del terzo distale dell'omero, l'esile fascetto muscolare aumenta di dimensioni grazie alla confluenza di una origine secondaria a livello di muscoli omerotricipite e scapolotricipite.

Termina per mezzo di fibre carnose inserendosi sui calami delle ultime remiganti terziarie e delle prime remiganti secondarie.

5.2.17 Muscolo brachiale

E' un piatto ma ben sviluppato muscolo che presenta forma trapezoidale (Fig. 30). Si localizza profondamente sul versante interno dell'articolazione del gomito e risulta visibile su entrambi i versanti dell'ala. Origina dalla fossa brachiale, in prossimità dell'estremità distale dell'omero e si porta sul margine caudale del corpo dell'ulna tra i due capi del muscolo flessore digitale profondo. Si estende per circa un quarto della lunghezza dell'ulna ed è interamente formato da fibre carnose. Il suo ventre copre la terminazione del muscolo bicipite brachiale.

5.3 Sparviero eurasiatico (*Accipiter nisus*)

5.3.1 Muscolo romboide superficiale

E' un muscolo interamente formato da fibre carnose e si estende dalla colonna vertebrale alla scapola.

Il ventre appare formato da un capo craniale, un capo medio ed uno caudale (Fig. 31A).

La parte craniale origina dal processo spinoso della penultima vertebra cervicale e dall'estremità craniale del processo spinoso dell'ultima cervicale. Le fibre muscolari presentano un andamento perpendicolare rispetto alla colonna vertebrale e terminano inserendosi sulla faccia mediale del collo e della parte craniale del corpo della scapola. E' inoltre presente un fascetto craniale che, in prossimità della scapola, piega cranialmente e si inserisce sull'angolo cranio mediale della scapola.

Il capo medio origina dalla prima vertebra toracica e dai due terzi craniali del notarium. Le sue fibre muscolari presentano andamento quasi perpendicolare alla colonna vertebrale.

La parte caudale origina dai processi spinosi della parte caudale del notarium, della vertebra toracica libera e dall'estremità craniale del sinsacro. Termina sui due terzi caudali della faccia mediale e del margine dorsale del corpo della scapola nonché sull'estremità caudale di quest'osso. Le fibre muscolari di questa parte assumono un andamento caudolaterale.

5.3.2 Muscolo romboide profondo

E' un muscolo ben sviluppato e interamente coperto dal muscolo romboide superficiale (Fig. 31B).

Origina mediante fibre carnose dall'ultima vertebra cervicale, dalla prima toracica e dai quattro quinti craniali del notarium. Il ventre appare composto da fibre carnose orientate in direzione caudolaterale.

Termina inserendosi sui due terzi caudali della faccia mediale del corpo della scapola e sulla sua estremità caudale.

5.3.3 Muscolo dentato superficiale

Si presenta come un muscolo ben sviluppato situato sulla faccia laterale della regione del tronco. Appare formato da tre parti: la parte craniale, la parte caudale e la parte metapatagiale (Fig. 32A-B).

La parte craniale origina mediante fibre carnose dalla faccia laterale del corpo dei segmenti vertebrali delle prime due coste vere. Il margine craniale e la faccia mediale del ventre muscolare ricevono l'inserzione del tendine dorsale d'origine del muscolo espansore delle secondarie. Termina mediante fibre tendinee in una piccola area a livello del terzo medio del margine ventrale della faccia mediale del corpo della scapola.

La parte caudale risulta la più sviluppata. E' composta da quattro fasci muscolari che originano per mezzo di fibre carnose dalla faccia laterale del corpo dei segmenti vertebrali della seconda, terza quarta e quinta costa vera e dai rispettivi spazi intercostali. Termina per mezzo di fibre tendinee frammiste a carnose inserendosi sulla metà caudale del margine ventrale e della faccia mediale del corpo e dell'estremità caudale della scapola.

La parte metapatagiale è composta da un numero variabile (da tre a quattro) fasci carnosi che originano dall'estremità ventrale dei segmenti vertebrali della seconda, terza, quarta e quinta costa vera (Fig. 32B). Tali fasci convergono formando un ventre che si affianca alla parte metapatagiale del muscolo grande dorsale per terminare a livello dello pterile corrispondente alla cute caudale alla diafisi omerale, in prossimità del passaggio del tendine del muscolo espansore delle secondarie.

5.3.4 Muscolo dentato profondo

E' un muscolo ben sviluppato, si localizza a livello del fianco, al di sotto del muscolo dentato superficiale.

Il ventre si organizza in due fasci paralleli. Il fascio craniale appare nettamente meno sviluppato rispetto al caudale ed origina a livello della seconda falsa costa mentre il caudale origina dal segmento vertebrale della prima costa vera. I due fasci assumono un andamento caudolaterale e

terminano inserendosi, per mezzo di fibre tendinee, sulla porzione centrale e su tutta la metà caudale della faccia mediale della scapola nonché sulla sua estremità caudale, appena caudalmente rispetto alla terminazione dei muscoli romboide superficiale e romboide profondo.

5.3.5 Muscolo scapolo-omerale craniale

E' un muscolo cilindrico, di modeste dimensioni ed interamente carnoso. Si localizza sul versante dorsocaudale dell'articolazione della spalla (Fig. 33A).

Origina dal margine ventrale del collo della scapola, appena caudalmente rispetto all'estremità omerale di quest'osso e di poco craniale rispetto all'inserzione del muscolo sottoscapolare.

Termina su di una piccola area nella porzione prossimale del margine caudale del corpo dell'omero, tra il capo craniale ed il capo medio dell'inserzione prossimale del muscolo omerotricipite.

5.3.6 Muscolo scapolo-omerale caudale

Questo robusto muscolo si estende dalla scapola all'omero. Origina mediante fibre carnose dalla faccia laterale e dal margine dorsale del corpo della scapola prendendo rapporto con l'inserzione del muscolo dentato superficiale a livello dell'estremità caudale della scapola (Fig. 33B). A livello di origine, le fibre muscolari del margine craniale dell'inserzione prossimale si uniscono con le fibre caudali del muscolo sottoscapolare. Il ventre, dopo essere passato al disotto del muscolo tricipite brachiale assume forma cilindrica. Termina mediante fibre carnose avvolte da fibre tendinee nella fossa pneumotricipitale, tra i capi del muscolo omerotricipite.

5.3.7 Muscoli sottocoracoscapolari

Questa nomenclatura indica due muscoli che si presentano in stretta relazione: il muscolo sottoscapolare ed il muscolo sottocoracoideo.

5.3.7.1 Muscolo sottoscapolare

E' un muscolo ben sviluppato e formato da due capi: un capo laterale ed uno mediale. Questi ultimi originano mediante fibre carnose dal primo terzo, rispettivamente, della faccia laterale e mediale del corpo della scapola. Al di sotto del capo laterale, appena cranialmente alla sua origine, si riscontra la terminazione della parte craniale del muscolo dentato superficiale (Fig. 34A).

I due capi si mantengono divisi sino in prossimità dell'inserzione distale costituita da fibre carnose frammiste a tendinee. Il muscolo sottoscapolare termina sul versante dorsale del tubercolo ventrale dell'omero, assieme alla terminazione del muscolo sottocoracoideo.

5.3.7.2 Muscolo sottocoracoideo

E' un muscolo ben sviluppato, situato sul versante caudale dell'articolazione della spalla e visibile dal suo versante ventrale.

L'origine è formata da due capi intimamente associati e divisi da un setto fibroso (Fig. 34B). Il capo craniale origina dalla porzione più craniale del margine mediale e della faccia dorsale del corpo del coracoide, mentre il capo caudale origina dalla porzione centrale della faccia dorsale del medesimo osso contraendo inoltre rapporti con la membrana sternocoracoclavicolare.

I due capi giacciono fianco a fianco e si portano verso il braccio terminando, per mezzo di un tendine, sul tubercolo ventrale dell'omero, assieme alla terminazione del muscolo sottoscapolare e di poco craniale rispetto alla terminazione del muscolo coracobrachiale caudale.

5.3.8 Muscolo coracobrachiale craniale

E' un muscolo piatto ed interamente carnoso situato sul piano profondo del versante ventrale dell'articolazione della spalla, interamente coperto dal tendine prossimale del muscolo bicipite brachiale.

Origina a livello del processo acrocoracoideo e dal legamento acrocoraco-omerale. Termina sull'impressione coracobrachiale dell'estremità prossimale dell'omero (Fig. 35A).

5.3.9 Muscolo coracobrachiale caudale

E' un muscolo ben sviluppato situato sul piano muscolare profondo della regione della spalla.

Origina dal processo craniolaterale dello sterno, dal lig. sternocoracoideo laterale, dal processo laterale del coracoide e dai due terzi caudali della faccia ventrale, dal margine laterale e della faccia dorsale del corpo del coracoide. L'inserzione sternale copre quasi completamente la terminazione del muscolo sternocoracoideo (Fig. 35B).

Il ventre muscolare appare diviso in due porzioni asimmetriche da una leggera depressione: la porzione mediale è più sviluppata ed origina per mezzo di fibre carnose mentre l'origine della porzione laterale è composta da fibre carnose inframmezzate a fasci connettivali.

Distalmente, poco prima della terminazione del muscolo, i due ventri convergono in un unico capo che si inserisce per mezzo di un robusto tendine sul tubercolo ventrale dell'omero, caudalmente alla terminazione dei muscoli sottocoracoideo e sottoscapolare (Fig. 35B).

5.3.10 Muscolo pettorale

E' il muscolo più sviluppato dell'arto toracico. Si possono identificare tre parti: la parte toracica, la parte propatagiale e la parte addominale.

La parte toracica risulta maggiormente sviluppata (Fig. 36A). Origina mediante fibre carnose dall'estremità craniale della scapola, dalla faccia laterale di tutta la clavicola, dalla membrana sternocoracoclavicolare, dall'apice della carena e dal margine laterale dello sterno, dalla porzione distale della cresta bicipitale e dal versante ventrale della cresta deltopeettorale. Cranialmente ricopre interamente l'articolazione della spalla ponendosi in stretto rapporto con l'inserzione craniale della

parte propatagiale del muscolo deltoide. Lateralmente il ventre muscolare occupa il primo terzo del versante ventrale del corpo dell'omero e si estende caudalmente restando adagiato sulle coste vere senza superare l'articolazione tra la parte vertebrale e quella sternale. Caudalmente la parte toracica del muscolo pettorale si inserisce sul margine caudale dello sterno in intimo rapporto con i muscoli della parete addominale che trovano inserzione a questo livello.

Il ventre appare organizzato in due piani paralleli formati da fibre muscolari che presentano un andamento leggermente diverso; questa caratteristica risulta maggiormente evidente a livello di parte propatagiale grazie alla penetrazione della componente vascolare.

Risulta inoltre presente, a livello di parte toracobrachiale della parte toracica, un piano superficiale che si estende sino al margine caudale dello sterno mentre ed uno profondo che resta limitato alle linee intermuscolari, a livello di apice della carena dello sterno. Sul versante interno del piano più profondo del ventre si riscontrano fasci carnosì frammisti a fibre tendinee. Queste ultime in prossimità del margine ventrale dello sterno formano una lamina che si inserisce a livello delle linee intermuscolari più mediali. L'inserzione omerale è rappresentata da un ispessimento tendineo della parte profonda del ventre che si inserisce sull'omero a livello della porzione caudale del tendine prossimale del muscolo bicipite brachiale (Fig. 36B). La stretta relazione con questo muscolo è data, inoltre, dalla presenza di tre fascetti connettivali: che originano dal versante profondo del ventre del muscolo pettorale e terminano sul tendine prossimale del muscolo bicipite brachiale, in corrispondenza della cresta deltopettorale.

La parte addominale si presenta come un esilissimo fascio carnoso o fibroso. Origina della parte toracica nel punto in cui questa si inserisce sull'omero, in prossimità della parte propatagiale. Termina sulla cute toracica, circa a metà della carena dello sterno.

La parte propatagiale è ben sviluppata e si localizza a livello del margine ventrocraniale dell'articolazione della spalla (Fig. 36A). Tale fascio appare composto da due parti: una parte craniale più lunga ed una caudale più breve ed estremamente esile.

La parte craniale si stacca dal ventre muscolare della parte toracica in corrispondenza della sua inserzione sull'estremità craniale della scapola e sull'estremità acromiale della clavicola. Sul versante profondo del ventre è possibile notare un ispessimento tendineo che invia un ramo al tendine situato sul versante profondo del capo caudale della parte propatagiale del muscolo deltoide. A poca distanza dalla sua origine il ventre carnoso della parte craniale si continua mediante un lungo e robusto tendine che scorre parallelo al tendine che origina dal capo craniale dalla parte propatagiale del muscolo deltoide e concorre a formare il legamento del propatagio. Inizialmente i due tendini appaiono avvolti da una sorta di guaina fibrosa, mentre in seguito si può notare che il tendine della parte propatagiale del muscolo pettorale rimane craniale sino alla terminazione (Fig. 36C).

Prima di raggiungere la regione del polso, il tendine della parte propatagiale del muscolo pettorale riceve una briglia fibrosa che si stacca dal tendine del capo craniale della parte propatagiale del muscolo deltoide (Fig. 36D). Distalmente i due tendini raggiungono la regione del polso. A questo livello, il tendine del capo craniale della parte propatagiale del muscolo pettorale si divide in due fascetti che si portano sui versanti opposti dell'articolazione del polso. Un ramo si mantiene sul versante ventrale ed oltrepassa l'estremità distale del radio mostrando, a questo livello, un ispessimento simil-sesamoideo lungo qualche millimetro e di forma ovale (Fig. 36E). Il tendine prosegue scorrendo sul margine craniale dell'osso radiale del carpo e sul versante ventrale della base dell'alula per inserirsi sul processo estensorio del metacarpale alulare ed infine, a livello dell'estremità prossimale del carpo, aprirsi a ventaglio contraendo stretti rapporti con l'aponeurosi ventrale. L'altro ramo, nettamente più esile, si porta al versante dorsale dell'articolazione del polso, scorre sul tendine terminale del muscolo estensore radiale del carpo e termina alla base del processo estensorio del metacarpale alulare dove contrae stretti rapporti con le rispettive copritrici.

Il capo caudale della parte propatagiale è estremamente esile e quasi interamente formato da fibre tendinee (Fig. 36F). Origina dal ventre muscolare della parte toracica in corrispondenza del versante ventrale della

cresta deltopettorale e si continua precocemente per mezzo di un fascetto fibroso che scorre sul versante ventrale del capo caudale della parte propatagiale del muscolo deltoide per poi confluire nel tendine terminale del sopraccitato muscolo.

5.3.11 Muscolo sopracoracoideo

E' un muscolo lungo, appiattito e bipennato per la presenza di una leggera convessità centrale (Fig. 37A).

Origina mediante fibre carnose dalla metà craniale della carena dello sterno. Procedendo cranialmente il ventre si inserisce sulla membrana sternocoracoclavicolare e, lateralmente, sul margine mediale e sul terzo caudale della faccia ventrale del corpo del coracoide, di poco mediale rispetto all'inserzione del muscolo coracobrachiale caudale. Il ventre muscolare assume progressivamente forma cilindrica per poi impegnare il forame triosseo portandosi sul versante dorsale dell'articolazione della spalla.

Termina mediante un tendine corto ma robusto sull'estremità prossimale del versante dorsale della cresta deltopettorale, quasi completamente coperto dalla parte maggiore e dalla parte minore del muscolo deltoide (Fig. 37B).

5.3.12 Muscolo grande dorsale

E' un muscolo appiattito ma ben sviluppato che si estende dalla colonna vertebrale alla porzione prossimale del corpo dell'omero (Fig. 38A). Appare formato da una parte craniale, una caudale ed una metapatagiale. La parte craniale e quella caudale appaiono unite da un delicato strato di fascia.

La parte craniale è un fascio di forma rettangolare, interamente formato da fibre carnose. Origina dai processi spinosi dell'ultima vertebra cervicale e dalla prima toracica per poi ricoprire la porzione mediana del margine dorsale e della faccia laterale del corpo della scapola.

La parte caudale, leggermente più sviluppata rispetto alla precedente, origina mediante una porzione tendinea molto corta dalla estremità craniale del sinsacro e per mezzo di fibre carnose dall'ultima vertebra toracica (libera). Immediatamente dopo l'origine si sviluppa un ventre carnoso appiattito che si porta laterocranialmente, avvolgendo l'estremità caudale della scapola.

I due capi, superata la scapola, si irrobustiscono e si sovrappongono progressivamente. Il capo caudale termina mediante fibre carnose appiattite mentre quello craniale per mezzo di fibre tendinee. Entrambi i capi si inseriscono sulla parte prossimale del corpo dell'omero, a metà della cresta deltopettorale, appena cranialmente rispetto alla terminazione del muscolo scapolo-omeroale craniale (Fig. 38B).

La parte metapatagiale è rappresentata da un esile fascio carnoso che origina dal margine caudale della parte caudale e per un breve tratto dalla cresta iliaca laterale. Questo fascetto si porta poi lateralmente prendendo rapporto, mediante una fascia connettivale, con i muscoli della parete toracica. Termina, infine, affiancando la parte metapatagiale del muscolo dentato superficiale ed inserendosi assieme ad esso sulla cute metapatagiale.

5.3.13 Muscolo deltoide

E' un muscolo ben sviluppato, situato sul versante dorsocraniale dell'articolazione della spalla (Fig. 39A). Appare formato da una parte propatagiale, una maggiore ed una minore.

La parte propatagiale risulta la più craniale (Fig. 39A). Si presenta appiattita ma ben sviluppata. Origina mediante fibre carnose dalle estremità acromiali di clavicola e coracoide e dall'estremità prossimale dell'omero. Il ventre muscolare può essere suddiviso in due porzioni asimmetriche (Fig. 39A). Il capo craniale ricopre parzialmente l'origine di quello caudale, che si presenta maggiormente sviluppato. Il ventre muscolare del capo craniale si estende sino a circa metà dell'omero per poi continuarsi per mezzo di un robusto tendine che concorre a formare il legamento del propatagio. Detto

tendine affianca il tendine della parte propatagiale del muscolo pettorale e con esso scorre sul margine craniale della regione propatagiale. Come già precedentemente esposto durante la trattazione del muscolo pettorale, prima di raggiungere la regione del polso, il tendine della parte propatagiale del muscolo deltoide emette una briglia fibrosa che si rinforza il tendine del capo craniale della parte propatagiale del muscolo pettorale (Fig. 36D). Distalmente i due tendini raggiungono poi la regione del polso inserendosi sulla superficie ventrale dell'osso radiale del carpo.

Il versante ventrale della parte carnosa del capo caudale si presenta bipartito ad opera di un fascetto fibroso derivante dal capo caudale della parte propatagiale del muscolo pettorale e che lo attraversa longitudinalmente (Fig. 36F). Il ventre appare inoltre delimitato cranialmente da un altro fascetto fibroso. I due fasci, convergendo, danno origine al tendine terminale del ventre che attraversa diagonalmente la regione del propatagio per poi dividersi (Fig. 39B). La branca più craniale termina sul capo dorsale del muscolo estensore radiale del carpo mentre la branca più caudale, dopo aver preso inserzione sul tendine prossimale del suddetto muscolo, prosegue fino al di sopra del muscolo estensore digitale comune. A questo livello la branca caudale si divide in due benderelle fibrose assumendo la forma di una T. La benderella prossimale termina sul tendine di origine del muscolo estensore ulnare del carpo mentre quella distale termina sulla parte dorsocaudale del ventre del muscolo estensore ulnare del carpo entro il terzo prossimale dell'ulna (Fig. 39B).

La parte maggiore è la più estesa. Il ventre muscolare risulta composto da due capi asimmetrici (Fig. 39A) interamente formati da fibre carnose. Il capo craniale origina da una piccola zona dell'estremità craniale della scapola subito caudalmente al forame triosseo e dalla fibrocartilagine omerocapsulare. Si inserisce inoltre sul terzo prossimale della faccia craniale dell'omero, tra il versante ventrale della cresta deltopettorale ed il margine caudale. Il capo caudale origina dall'estremità craniale della scapola, dal segmento di coracoide che delimita il forame triosseo e dalla fibrocartilagine omerocapsulare. A livello del margine caudale dell'inserzione prossimale si riscontra la presenza di un ben delineato

lacerto fibroso scapolare. Questo origina dal margine dorsale della scapola, tra le inserzioni dei muscoli scapolo-omerale caudale e sottoscapolare e si presenta più sviluppato del lacerto fibroso scapolare del m. scapolotricipite (Fig. 39C). Sul versante ventrale del muscolo è possibile notare la presenza di un ulteriore fascetto fibroso che connette il muscolo deltoide al ventre del muscolo scapolotricipite. Questi due muscoli appaiono in stretta relazione anche grazie ad una fascia connettivale che ne avvolge i ventri a livello dell'inserzione scapolare. Il ventre si estende poi lateralmente occupando la metà craniale della faccia craniale dell'omero, in stretto rapporto con il ventre del muscolo omerotricipite.

La parte minore è la meno sviluppata. È rappresentata da un piccolo fascio carnoso, parzialmente coperto dal capo caudale della parte propatagiale che origina dall'estremità craniale della scapola in prossimità del forame triosseo. Il ventre si porta poi in direzione dell'estremità prossimale dell'omero, in prossimità del tubercolo dorsale e si estende sino alla base della cresta deltopettorale, coprendo parzialmente il tendine terminale del muscolo sopracoracoideo.

5.3.14 Muscolo tricipite brachiale

È un muscolo ben sviluppato che si estende dall'articolazione della spalla alla porzione prossimale della regione dell'avambraccio. Appare formato da due muscoli distinti: il muscolo scapolotricipite ed il muscolo omerotricipite.

Il muscolo scapolotricipite (Fig. 40A) è un muscolo ben sviluppato, appiattito dorsoventralmente. Origina principalmente mediante fibre carnose da una piccola porzione della faccia laterale del collo della scapola, dorsocranialmente rispetto all'inserzione del muscolo scapolo-omerale craniale. Il margine craniale dell'inserzione prossimale ed il versante ventrale del muscolo si presentano irrobustiti da un importante ispessimento fibroso della fascia muscolare che si estende sino al primo quarto prossimale. Questo, a livello del margine craniale, sembra dare luogo ad un vero e proprio tendine di origine (Fig. 40B) che affianca la

componente carnosa e che nel suo primissimo tratto riceve una briglia fibrosa che origina a livello di legamento acrocoraco-omerale. Il margine caudale riceve l'inserzione del lacerto fibroso scapolare, che origina dal margine dorsale della scapola, cranialmente all'inserzione del muscolo scapolo-omerale caudale. A livello del terzo prossimale dell'omero è possibile invece notare la presenza del lacerto fibroso omerale, un'esile briglia connettivale che origina dal margine craniale del ventre e si porta al corpo del suddetto osso, appena cranialmente alla terminazione del muscolo grande dorsale (Fig. 40A). Il ventre muscolare si estende poi distalmente mantenendosi parallelo all'omero sino circa a metà del corpo di quest'osso. A questo livello la superficie del ventre presenta un ispessimento fibroso della fascia che, procedendo distalmente, dà origine al tendine terminale. Quest'ultimo giace adeso al corpo dell'omero ed al tendine terminale del muscolo omerotricipite per poi oltrepassare l'articolazione del gomito e terminare inserendosi sul primo quarto del margine caudale del corpo dell'ulna, cranialmente al muscolo omerotricipite.

Il muscolo omerotricipite (Fig. 40C) appare come un muscolo ben sviluppato, parzialmente visibile dal versante ventrale della regione del braccio. Origina mediante tre fasci muscolari (Fig. 40D) ben distinti dal margine caudale della fossa pneumotricipitale, dalla fossa stessa e dal pilastro ventrale della medesima fossa. Subito dopo l'origine i tre capi si uniscono formando un unico ventre muscolare che percorre la regione del braccio mantenendosi adeso al corpo dell'omero, sino al terzo distale di questo osso. A questo livello il ventre si irrobustisce dando origine al tendine terminale che oltrepassa l'articolazione del gomito mantenendosi ventrale rispetto al tendine del muscolo scapolotricipite per poi inserirsi sul primo quarto del margine caudale del corpo dell'ulna, appena caudalmente alla terminazione del muscolo scapolotricipite.

Il muscolo coracotricipite è risultato assente in tutti i soggetti esaminati.

5.3.15 Muscolo bicipite brachiale

Questo muscolo ben sviluppato si estende dal versante cranioventrale dell'articolazione della spalla alla regione dell'avambraccio (Fig. 41).

Origina mediante un tendine piatto e di forma leggermente triangolare principalmente dall'estremità acromiale del coracoide, appena prima dell'articolazione con la scapola (Fig. 41). Il tendine prosegue poi al di sopra della testa dell'omero e, dopo averla oltrepassata, si inserisce anche sulla cresta bicipitale dell'omero. Nel punto in cui il tendine passa sulla testa dell'omero invia un robusto fascio tendineo all'inserzione omerale del muscolo pettorale (Fig. 36B).

Appena superata la cresta bicipitale il tendine prossimale dà origine al ventre muscolare. Quest'ultimo, prossimalmente, si presenta allargato ed adagiato sull'omero per circa metà della sua lunghezza. Distalmente si restringe progressivamente e, distanziandosi dall'omero, dà origine ad un robusto tendine terminale. È possibile notare come, nella porzione distale del ventre, alle fibre carnose si interpongano fibre tendinee che progressivamente si irrobustiscono raggiungendo il tendine terminale.

A livello del terzo distale dell'omero suddetto tendine si biforca: un capo termina inserendosi sul tubercolo bicipitale del radio, mentre l'altro si porta su di un'area, parallela alla precedente, a livello di porzione prossimale del corpo dell'ulna, appena cranialmente alla terminazione del muscolo brachiale. Risulta assente la parte propatagiale.

5.3.16 Muscolo espansore delle secondarie

Questo muscolo si presenta formato da una benderella carnosa che si porta dalla regione della spalla alla regione dell'avambraccio.

L'origine, composta da tessuto fibroso e in stretto rapporto con il margine caudale del muscolo omerotricipite, a circa metà dell'omero lascia il posto ad un esile ventre carnoso che scorre parallelo a quest'osso portandosi verso l'articolazione del gomito. A livello del terzo distale dell'omero, l'esile fascetto muscolare aumenta di dimensioni grazie alla

confluenza di una origine secondaria a livello di muscoli omerotricipite e scapolotricipite.

Termina per mezzo di fibre carnose inserendosi sui calami delle ultime remiganti terziarie e delle prime remiganti secondarie.

5.3.17 Muscolo brachiale

E' un piatto ma ben sviluppato muscolo che presenta forma trapezoidale (Fig. 42). Si localizza profondamente sul versante interno dell'articolazione del gomito e risulta visibile su entrambi i versanti dell'ala. Origina dalla fossa brachiale, in prossimità dell'estremità distale dell'omero e si porta sul margine caudale del corpo dell'ulna tra i due capi del muscolo flessore digitale profondo. Si estende per circa un quarto della lunghezza dell'ulna ed è interamente formato da fibre carnose. Il suo ventre copre la terminazione del muscolo bicipite brachiale.

6. Discussione

6.1 Comparazione dei dati tra risultati e letteratura

6.1.1 Muscolo romboide superficiale

In tutte le specie esaminate questo muscolo si estende dalla colonna vertebrale alla scapola e risulta composto da tre capi distinti: un capo craniale, uno medio ed uno caudale. Nel Falco pecchiaiolo questo muscolo si presenta relativamente sviluppato ed il capo craniale origina a livello della penultima e terzultima vertebra cervicale. Nelle altre due specie esaminate il suddetto capo origina a livello del processo spinoso della penultima vertebra cervicale e dall'estremità craniale del processo spinoso dell'ultima cervicale. A differenza del Falco pecchiaiolo, in cui il capo craniale è interamente formato da fibre carnose, nelle altre due specie risulta costituito da fibre carnose frammiste a tendinee. In tutte le specie esaminate le fibre muscolari presentano andamento perpendicolare alla colonna vertebrale e terminano inserendosi sulla faccia mediale del collo e della parte craniale del corpo della scapola. Nell'Astore comune e nello Sparviero eurasiatico si può inoltre osservare la presenza di un fascetto craniale che, in prossimità della scapola, piega cranialmente e si inserisce sull'angolo craniomediale della scapola.

Il capo medio è composto da fibre muscolari che presentano andamento grossomodo perpendicolare alla colonna vertebrale. Origina dalla metà craniale del *notarium* nel Falco pecchiaiolo, dai suoi quattro quinti craniali nell'Astore comune e dalla prima vertebra toracica e dai due terzi craniali del *notarium* nello Sparviero eurasiatico.

Il capo caudale nel Falco pecchiaiolo origina dalla parte caudale del *notarium* e dal sinsacro. La porzione distale del capo caudale è costituita da sole fibre collagene. Nell'Astore comune, il capo caudale origina dal processo spinoso della vertebra toracica libera e dall'estremità craniale del sinsacro mentre nello Sparviero eurasiatico questo capo origina dai processi

spinosi della parte caudale del *notarium*, della vertebra toracica libera e dall'estremità craniale del sinsacro. In tutte le specie esaminate il capo caudale è costituito da fibre che presentano direzione craniolaterale e terminano sui due terzi caudali sia della faccia mediale che del margine dorsale del corpo della scapola. A differenza del Falco pecchiaiolo, nell'Astore comune e nello Sparviero eurasiatico questo muscolo si spinge più caudalmente, inserendosi anche sull'estremità caudale della scapola.

Nella tabella 6.1 vengono confrontati i risultati ottenuti nelle specie esaminate con i dati riscontrati in letteratura. I dati sulla Poiana eurasiatica derivano da Canova *et al.* (2015a), i dati sul Gheppio americano da Meyers (1992a), quelli sul Falco messicano da Hudson e Lanzillotti (1955) e quelli nel Falco pigmeo africano da Berger (1956).

	Capi	Origine	Terminazione
<i>Pernis apivorus</i>	3	Cr: penultima e terzultima cervicale; Me: 1/2 craniale del <i>notarium</i> ; Ca: parte caudale <i>notarium</i> e sinsacro.	Cr: faccia mediale di collo e parte craniale corpo scapola; Ca: 2/3 caudali faccia mediale e margine dorsale corpo scapola.
<i>Accipiter gentilis</i>	3	Cr: penultima e ultima cervicale; Me: 4/5 craniali <i>notarium</i> ; Ca: toracica libera ed estremità craniale sinsacro.	Cr: faccia mediale di collo e parte craniale corpo scapola; Presente fascetto craniale; Ca: 2/3 caudali faccia mediale e margine dorsale corpo scapola ed estremità caudale scapola.
<i>Accipiter nisus</i>	3	Cr: come <i>Accipiter gentilis</i> ; Me: prima toracica e 2/3 craniali <i>notarium</i> ; Ca: parte caudale <i>notarium</i> , toracica libera ed estremità craniale sinsacro.	Come <i>Accipiter gentilis</i> .
<i>Buteo buteo</i> (Canova <i>et al.</i> , 2015a)	2	Cr: come <i>Pernis apivorus</i> ; Ca: fibre carnose da <i>notarium</i> e aponeurosi da sinsacro.	Come <i>Pernis apivorus</i> .
<i>Falco sparverius</i> (Meyers, 1992a)	3	Cr: C12; Me: C13, C14, T1 e T2; Ca: estremità craniale sinsacro.	Cr: fascetto craniale in un soggetto; Cr, Me, Ca: margine mediale della scapola superficialmente ad inserzione m. romboide profondo.
<i>Falco mexicanus</i> (Hudson e Lanzillotti, 1955)	1		Cr: presente fascetto craniale;
<i>Polihierax semitorquatus</i> (Berger, 1956)	1	C13, C14, T1, T2 e T3.	1/4 craniale del margine dorsomediale scapola.

Tabella 6.1 Comparazione tra numero di capi, origine e terminazione del muscolo romboide superficiale tra le specie esaminate ed i rapaci descritti in letteratura.

L'interpretazione funzionale di questo muscolo verrà trattata nel complesso assieme agli altri che si estendono dal tronco alla spalla ed al braccio nel sottocapitolo 6.2.1.

6.1.2 Muscolo romboide profondo

In tutte le specie esaminate questo sottile muscolo si estende tra la colonna vertebrale e la scapola, al di sotto del muscolo romboide superficiale a cui risulta intimamente adeso. Risulta interamente composto da fibre carnose che assumono andamento caudolaterale. Nel Falco pecchiaiolo risulta meno sviluppato del romboide superficiale mentre nell'Astore comune e nello Sparviero eurasiatico esibisce un buono sviluppo. Nel Falco pecchiaiolo origina dalla colonna vertebrale nella zona compresa tra l'ultima vertebra cervicale e la parte craniale del *notarium* mentre nell'Astore comune dalle ultime due vertebre cervicali e dai quattro quinti craniali del *notarium*. Nello Sparviero eurasiatico, invece, dall'ultima vertebra cervicale, dalla prima toracica e dai quattro quinti craniali del *notarium*.

	Origine	Terminazione
<i>Pernis apivorus</i>	Ultima cervicale e parte craniale <i>notarium</i> .	Parte centrale margine dorsale corpo scapola.
<i>Accipiter gentilis</i>	Ultime due cervicali e 4/5 craniali <i>notarium</i> .	2/3 caudali faccia mediale corpo scapola e sua estremità caudale.
<i>Accipiter nisus</i>	Ultima cervicale, prima toracica e 4/5 craniali <i>notarium</i> .	Come <i>Accipiter gentilis</i> .
<i>Buteo buteo</i> (Canova et al., 2015a)	Come <i>Pernis apivorus</i> .	Come <i>Pernis apivorus</i> .
<i>Falco sparverius</i> (Meyers, 1992a)	C12 e 3/4 craniali <i>notarium</i> .	Margine mediale 1/4 caudale e superficie ventrale estremità caudale scapola.
<i>Polihierax semitorquatus</i> (Berger, 1956)	C14, C15, T1, T2 e T3.	12mm più caudali della parte dorsomediale scapola.

Tabella 6.2 Comparazione tra origine e terminazione del muscolo romboide profondo tra le specie esaminate ed i rapaci descritti in letteratura.

Nel Falco pecchiaiolo termina sulla scapola, occupando la parte centrale del margine dorsale del corpo della scapola mentre nelle altre due specie esaminate si inserisce sui due terzi caudali della faccia mediale del corpo della scapola e sulla sua estremità caudale.

Nella tabella 6.2 vengono confrontati i risultati ottenuti nelle specie esaminate con i dati riscontrati in letteratura. I dati sulla Poiana eurasiatica derivano da Canova *et al.* (2015a), i dati sul Gheppio americano da Meyers (1992a) e quelli nel Falco pigmeo africano da Berger (1956).

L'interpretazione funzionale di questo muscolo verrà trattata nel complesso assieme agli altri che si estendono dal tronco alla spalla ed al braccio nel sottocapitolo 6.2.1.

6.1.3 Muscolo dentato superficiale

In tutte le specie esaminate si presenta come un muscolo ben sviluppato situato sulla faccia laterale della regione del tronco. Appare formato da tre parti: la parte craniale, la parte caudale e la parte metapatagiale.

La parte craniale presenta un'origine piuttosto variabile nelle specie esaminate. Nel Falco pecchiaiolo questa origina mediante due fascetti a livello dell'ultima falsa costa e del segmento vertebrale della prima costa vera. Nell'Astore comune origina, invece, per mezzo di fibre carnose a livello dalla faccia laterale del corpo del segmento vertebrale della seconda costa vera. Diversamente, nello Sparviero eurasiatico, la parte craniale origina sempre mediante fibre carnose, ma dalla faccia laterale del corpo dei segmenti vertebrali delle prime due coste vere. Nel Falco pecchiaiolo, a poca distanza dall'origine, i due fasci si uniscono a formare un ventre comune che termina per mezzo di un tendine sul margine ventrale della parte prossimale del corpo della scapola. Prima della sua terminazione, il ventre attraversa il muscolo sottoscapolare delineandone la parte mediale e laterale. Nell'Astore comune e nello Sparviero eurasiatico, il margine craniale e la faccia mediale del ventre muscolare ricevono l'inserzione del tendine dorsale d'origine del muscolo espansore delle secondarie. Termina

mediante fibre tendinee su di una piccola area a livello del terzo medio del margine ventrale della faccia mediale del corpo della scapola.

Nella tabella 6.3 vengono confrontati i risultati inerenti la parte craniale di questo muscolo nelle specie esaminate con i dati riscontrati in letteratura. I dati sulla Poiana eurasiatica derivano da Canova *et al.* (2015a), i dati sul Gheppio americano da Meyers (1992a) e quelli nel Falco pigmeo africano da Berger (1956).

	Fasci	Origine	Terminazione
<i>Pernis apivorus</i>	2	Ultima falsa costa e segmento vertebrale prima costa vera.	Tendine comune su margine ventrale parte prossimale corpo scapola.
<i>Accipiter gentilis</i>	1	Faccia laterale corpo segmento vertebrale seconda costa vera.	Tendine su terzo medio margine ventrale faccia mediale corpo scapola.
<i>Accipiter nisus</i>	2	Faccia laterale corpo segmenti vertebrali prime due coste vere.	Tendine comune su terzo medio margine ventrale faccia mediale corpo scapola.
<i>Buteo buteo</i> (Canova <i>et al.</i> , 2015a)	2	Come <i>Accipiter nisus</i> .	Come <i>Pernis apivorus</i> .
<i>Falco sparverius</i> (Meyers, 1992a)	2	Superficie ventrolaterale coste di C13 e C14.	Inserzione comune fibro-carnosa su margine ventrolaterale porzione craniale scapola.
<i>Polihierax semitorquatus</i> (Berger, 1956)	1	Costa di C13	Margine ventrale scapola.

Tabella 6.3 Comparazione tra numero di fasci, origine e terminazione della parte craniale del muscolo dentato superficiale tra le specie esaminate ed i rapaci descritti in letteratura.

In tutte le specie esaminate, la parte caudale si presenta più sviluppata e composta da quattro fasci che costituiscono un ventre muscolare più lungo e maggiormente arrotondato rispetto alla parte craniale. L'origine avviene sempre per mezzo di fibre carnose ma un certo grado di variabilità legato al punto di inserzione è stato evidenziato. Nel Falco pecchiaiolo la parte caudale origina mediante quattro fascetti dall'estremità ventrale dei segmenti vertebrali della seconda, terza e quarta costa vera. Diversamente, nell'Astore comune, origina dalla faccia laterale del corpo dei segmenti vertebrali della terza, quarta e quinta costa vera e dai rispettivi spazi intercostali mentre nello Sparviero eurasiatico dalla faccia laterale del corpo dei segmenti vertebrali della seconda, terza e quarta

e quinta costa vera e dai rispettivi spazi intercostali. Nel Falco pecchiaiolo, la parte caudale termina mediante fibre muscolari sui due terzi distali del margine ventrale del corpo della scapola e le due parti, craniale e caudale, sono connesse da un'esilissima fascia muscolare. Nell'Astore comune e nello Sparviero eurasiatico termina, invece, per mezzo di fibre tendinee frammiste a carnose inserendosi sulla metà caudale del margine ventrale e della faccia mediale del corpo e dell'estremità caudale della scapola.

Nella tabella 6.4 vengono confrontati i risultati inerenti la parte caudale di questo muscolo nelle specie esaminate con i dati riscontrati in letteratura. I dati sulla Poiana eurasiatica derivano da Canova *et al.* (2015a), i dati sul Gheppio americano da Meyers (1992a) e quelli nel Falco pigmeo africano da Berger (1956).

L'interpretazione funzionale delle parti craniale e caudale di questo muscolo verrà trattata nel complesso assieme agli altri che si estendono dal tronco alla spalla ed al braccio nel sottocapitolo 6.2.1.

	Origine	Terminazione
<i>Pernis apivorus</i>	Estremità ventrale segmenti vertebrali seconda, terza e quarta costa vera.	Fibre carnose sui 2/3 distali margine ventrale corpo scapola.
<i>Accipiter gentilis</i>	Faccia laterale corpo segmenti vertebrali terza, quarta e quinta costa vera e rispettivi spazi intercostali.	Fibre tendinee frammiste a carnose su metà caudale margine ventrale e faccia mediale corpo ed estremità caudale scapola.
<i>Accipiter nisus</i>	Faccia laterale corpo segmenti vertebrali seconda, terza quarta e quinta costa vera e rispettivi spazi intercostali.	Come <i>Accipiter gentilis</i> .
<i>Buteo buteo</i> (Canova <i>et al.</i> , 2015a)	Come <i>Accipiter nisus</i> .	Come <i>Pernis apivorus</i> .
<i>Falco sparverius</i> (Meyers, 1992a)	Faccia laterale delle prime quattro coste vere.	Margine ventrolaterale del terzo caudale della scapola.
<i>Polihierax semitorquatus</i> (Berger, 1956)	Dalla seconda alla quarta costa vera.	Aponeurosi e fibre carnose sull'apice della scapola.

Tabella 6.4 Comparazione tra origine e terminazione della parte caudale del muscolo dentato superficiale tra le specie esaminate ed i rapaci descritti in letteratura.

Nelle specie esaminate, la parte metapatagiale origina mediante fibre carnose dall'estremità ventrale dei segmenti vertebrali della seconda, terza, quarta e quinta costa vera. E' stata però riscontrata un'alta variabilità del

numero dei capi. Difatti il Falco pecchiaiolo possiede un unico ventre, l’Astore comune esibisce quattro fasci distinti e nello Sparviero eurasiatico si possono osservare da tre a quattro capi. In tutte le specie esaminate, questa parte del muscolo dentato superficiale termina a livello dello pterile corrispondente alla cute metapatagiale caudale alla diafisi omerale ma contrae rapporti differenti tra le varie specie. Difatti, nel Falco Pecchiaiolo e nell’Astore comune, subito dopo l’origine il ventre muscolare si unisce alla parte metapatagiale del muscolo grande dorsale, mentre nello Sparviero eurasiatico i due ventri si affiancano senza fondersi. Anche a livello di terminazione riscontriamo differenti rapporti con strutture attigue. Infatti, nel Falco Pecchiaiolo e nello Sparviero eurasiatico, la parte metapatagiale del muscolo dentato superficiale termina in prossimità del tendine del muscolo espansore delle secondarie mentre nell’Astore comune i due muscoli si fondono.

	Fasci	Origine	Rapporti	Terminazione
<i>Pernis apivorus</i>	1	Estremità ventrale segmenti vertebrali seconda, terza, quarta e quinta costa vera.	Si unisce a parte metapatagiale m. grande dorsale.	Cute metapatagio, in prossimità passaggio tendine muscolo espansore delle secondarie.
<i>Accipiter gentilis</i>	4	Come <i>Pernis apivorus</i> .	Come <i>Pernis apivorus</i> .	Come <i>Pernis apivorus</i> ma fondendosi con m. espansore secondarie.
<i>Accipiter nisus</i>	3 o 4	Come <i>Pernis apivorus</i> .	Affianca parte metapatagiale m. grande dorsale.	Come <i>Pernis apivorus</i> .
<i>Buteo buteo</i> (Canova <i>et al.</i> , 2015a)	4	Come <i>Pernis apivorus</i> .		Come <i>Pernis apivorus</i> .
<i>Falco sparverius</i> (Meyers, 1992a)	4	Parte ventrale dei segmenti vertebrali delle prime quattro coste vere.	Come <i>Accipiter gentilis</i> .	Cute metapatagio.
“ <i>Falco</i> ” (Jollie, 1977)		Prime quattro coste.		

Tabella 6.5 Comparazione tra numero di fasci, origine, rapporti e terminazione della parte metapatagiale del muscolo dentato superficiale tra le specie esaminate ed i rapaci descritti in letteratura.

Nella tabella 6.5 vengono confrontati i risultati inerenti la parte metapatagiale di questo muscolo nelle specie esaminate con i dati

riscontrati in letteratura. I dati sulla Poiana eurasiatica derivano da Canova *et al.* (2015a) mentre i dati sul Gheppio americano da Meyers (1992a). Jollie (1977) riporta genericamente l'origine di questo muscolo nei falchi.

Comparando i dati presenti in letteratura con i risultati di questo studio si ritiene che questa parte del muscolo dentato superficiale svolga le stesse funzioni già ipotizzate da Meyers (1992a).

6.1.4 Muscolo dentato profondo

In tutte le specie esaminate questo muscolo è risultato ben sviluppato e situato a livello del fianco, al di sotto del muscolo dentato superficiale.

Alcune sostanziali differenze in termini di numero di capi e relativa origine sono state evidenziate durante il presente studio. Nel Falco pecchiaiolo si possono infatti distinguere tre fasci carnosì che originano dai segmenti vertebrali della prima e della seconda costa vera mentre nelle altre due specie si possono distinguere solamente due fasci paralleli con il craniale nettamente meno sviluppato rispetto al caudale. Nell'Astore comune i due capi originano dal segmento vertebrale, rispettivamente, della seconda e terza costa vera. Diversamente, nello Sparviero eurasiatico, il fascio craniale origina a livello della seconda falsa costa mentre il caudale origina dal segmento vertebrale della prima costa vera.

I fasci muscolari presentano un andamento dorsocaudolaterale e terminano a livello della scapola. Un certo grado di variabilità legata alla zona di terminazione ed al tipo di fibre è stato riscontrato. Nello specifico, nel Falco pecchiaiolo i fasci carnosì terminano sulla faccia mediale del corpo della scapola ed il capo caudale che raggiunge l'estremità caudale del corpo della scapola e l'inserzione del muscolo dentato superficiale. Nell'Astore comune e nello Sparviero eurasiatico, i due fasci terminano inserendosi, per mezzo di fibre tendinee, sulla porzione centrale e su tutta la metà caudale della faccia mediale della scapola nonché sulla sua estremità caudale, appena caudalmente rispetto alla terminazione dei muscoli romboide superficiale e romboide profondo. Nella tabella 6.6 vengono confrontati i risultati ottenuti nelle specie esaminate con i dati

riscontrati in letteratura. I dati sulla Poiana eurasiatica derivano da Canova *et al.* (2015a) mentre i dati sul Gheppio americano da Meyers (1992a).

L'interpretazione funzionale di questo muscolo verrà trattata nel complesso assieme agli altri che si estendono dal tronco alla spalla ed al braccio nel sottocapitolo 6.2.1.

	Fasci	Origine	Terminazione
<i>Pernis apivorus</i>	3	Segmenti vertebrali prima e seconda costa vera.	Carnosa su faccia mediale corpo scapola; fascio caudale raggiunge estremità caudale corpo scapola.
<i>Accipiter gentilis</i>	2	Segmenti vertebrali seconda e terza costa vera.	Fibre tendinee, su porzione centrale, metà caudale faccia mediale ed estremità caudale scapola, caudalmente ai mm. romboidi superficiale e profondo.
<i>Accipiter nisus</i>	2	Seconda falsa costa e segmento vertebrale prima costa vera.	Come <i>Accipiter gentilis</i> .
<i>Buteo buteo</i> (Canova <i>et al.</i> , 2015a)	3	Segmenti vertebrali prime tre coste vere.	Come <i>Pernis apivorus</i> .
<i>Falco sparverius</i> (Meyers, 1992a)	3	Superficie laterale parte dorsale delle coste di C12, C13 e C14.	Superficie ventrale parte caudale scapola, cranialmente al m. romboide profondo.

Tabella 6.6 Comparazione tra numero di fasci, origine e terminazione del muscolo dentato profondo tra le specie esaminate ed i rapaci descritti in letteratura.

6.1.5 Muscolo scapolo-omerale craniale

In tutte le specie esaminate si è dimostrato un muscolo cilindrico, di modeste dimensioni ed interamente carnoso. Si localizza in profondità a livello del versante dorsocaudale dell'articolazione della spalla. Origina dal margine ventrale del collo della scapola, appena caudalmente rispetto all'estremità omerale di quest'osso e di poco craniale rispetto all'inserzione del muscolo sottoscapolare. Presenta direzione leggermente dorsoventrale e termina su di una piccola area nella porzione prossimale del margine caudale del corpo dell'omero, tra il capo craniale ed il capo medio dell'inserzione prossimale del muscolo omerotricipite.

Il muscolo, nelle specie oggetto di studio, è risultato in linea con quanto osservato da Meyers (1992a) nel Gheppio americano e da Canova *et al.* (2015a) nella Poiana eurasiatica.

Comparando i dati presenti in letteratura con i risultati di questo studio si ritiene che questa parte del muscolo deltoide svolga le stesse funzioni già ipotizzate da Meyers (1992a e 1992b).

6.1.6 Muscolo scapolo-omerale caudale

In tutte le specie esaminate durante il presente studio, questo robusto muscolo si estende dalla scapola all'omero. Origina mediante fibre carnose dalla faccia laterale e dal margine dorsale del corpo della scapola prendendo rapporto con l'inserzione del muscolo dentato superficiale a livello dell'estremità caudale della scapola (Fig. 4). A livello di origine, le fibre muscolari del margine craniale dell'inserzione prossimale si uniscono con le fibre caudali del muscolo sottoscapolare. Il ventre, dopo essere passato al disotto del muscolo tricipite brachiale assume forma cilindrica. Termina mediante fibre carnose avvolte da fibre tendinee nella fossa pneumotricipitale, tra i capi del muscolo omerotricipite.

Le specie prese in esame durante la presente ricerca non hanno evidenziato differenze rispetto a quanto osservato da Meyers (1992a) se non per l'assenza di una inserzione sull'epimysio a livello dell'origine della parte interna del m. tricipite omerale. I dati sulla Poiana eurasiatica di Canova *et al.* (2015a) corrispondono a quanto osservato nelle specie oggetto di questo studio.

L'interpretazione funzionale di questo muscolo verrà trattata nel complesso comparandolo ad altri nel sottocapitolo 6.2.2: “muscoli con possibile ruolo nel controllo della rotazione dell'omero”.

6.1.7 Muscoli sottocoracoscapolari

6.1.7.1 Muscolo sottoscapolare

In tutte le specie esaminate questo muscolo è composto due parti: un capo laterale ed un capo mediale. Nel Falco pecchiaiolo si presenta maggiormente sviluppato rispetto al muscolo sottocoracoideo

Il capo laterale, rappresentato da un sottile fascio muscolare nel Falco pecchiaiolo, origina mediante fibre carnose dal primo terzo della

faccia laterale del corpo della scapola. Appena cranialmente alla sua origine, si riscontra la terminazione della parte craniale del muscolo dentato superficiale. Il capo mediale origina mediante fibre carnose dal primo terzo della faccia mediale del corpo della scapola. Nel Falco pecchiaiolo si presenta più sviluppato del capo laterale e nella porzione centrale si può notare la presenza di un tendine rettangolare che si estende sino alla terminazione. Tale tendine si porta progressivamente sulla superficie del ventre ed irrobustisce il margine laterale del ventre. In tutte le specie esaminate entrambi i capi terminano sul tubercolo ventrale dell'omero assieme alla terminazione del muscolo sottocoracoideo. Nel Falco pecchiaiolo i due capi si uniscono appena superata la scapola formando un ventre cilindrico. La parte dorsale dell'inserzione terminale è composta principalmente da fibre tendinee che avvolgono la componente carnosa mentre sul versante ventrale queste si presentano più diradate.

	Origine	Conformazione	Terminazione
<i>Pernis apivorus</i>	Fibre carnose da 1/3 craniale faccia laterale e mediale corpo scapola.	Capo mediale più sviluppato. Presenza tendine che irrobustisce il margine laterale del ventre. I capi si uniscono appena superata la scapola. Parte dorsale terminazione composta principalmente da fibre tendinee.	Tubercolo ventrale omero assieme a m. sottocoracoideo.
<i>Accipiter gentilis</i>	Come <i>Pernis apivorus</i> .	Capi divisi fin verso terminazione composta da fibre carnose frammiste a tendinee.	Come <i>Pernis apivorus</i> .
<i>Accipiter nisus</i>	Come <i>Pernis apivorus</i> .	Come <i>Accipiter gentilis</i> .	Come <i>Pernis apivorus</i> .
<i>Buteo buteo</i> (Canova <i>et al.</i> , 2015a)	Come <i>Pernis apivorus</i> .	Come <i>Pernis apivorus</i> .	Come <i>Pernis apivorus</i> .
<i>Falco sparverius</i> (Meyers, 1992a)	Superficie dorsale e margine dorsolaterale parte centrale scapola.		Come <i>Pernis apivorus</i> .

Tabella 6.7 Comparazione di origine, conformazione e terminazione del muscolo sottoscapolare tra le specie esaminate ed i rapaci descritti in letteratura.

Nell'Astore comune e nello Sparviero eurasiatico, i due capi si mantengono divisi sino in prossimità dell'inserzione distale costituita da

fibre carnose frammiste a tendinee. Nella tabella 6.7 vengono confrontati i risultati ottenuti nelle specie esaminate con i dati riscontrati in letteratura. I dati sulla Poiana eurasiatica derivano da Canova *et al.* (2015a) mentre i dati sul Gheppio americano da Meyers (1992a).

L'interpretazione funzionale di questo muscolo verrà trattata nel complesso comparandolo ad altri nel sottocapitolo 6.2.2: “muscoli con possibile ruolo nel controllo della rotazione dell'omero”.

6.1.7.2 Muscolo sottocoracoideo

E' un muscolo ben sviluppato, situato sul versante caudale dell'articolazione della spalla e visibile dal suo versante ventrale. Si estende tra il coracoide e l'omero e presenta un capo ventrale ed uno dorsale, che corrono a stretto contatto. In tutte le specie esaminate l'inserzione prossimale di questo muscolo avviene per mezzo di fibre carnose e le zone di origine si possono considerare sovrapponibili. I due capi terminano fondendosi su di un'area localizzata sulla superficie ventrodorsale del tubercolo ventrale dell'omero, subito cranialmente all'inserzione del muscolo coracobrachiale caudale ed assieme alla terminazione del muscolo sottoscapolare. Nel Falco pecchiaiolo l'inserzione distale è composta da fibre carnose frammiste a tendinee mentre nelle altre specie si assiste alla formazione di un vero e proprio tendine comune.

In tutte le specie esaminate non si è osservata la presenza di un'inserzione clavicolare.

Il muscolo, nelle specie oggetto di studio, è risultato in linea con quanto osservato da Meyers (1992a) ad eccezione del fatto che il suddetto Autore segnala che il capo caudale risulta più sviluppato. I dati sulla Poiana eurasiatica di Canova *et al.* (2015a) corrispondono a quanto osservato nelle specie oggetto di questo studio.

L'interpretazione funzionale di questo muscolo verrà trattata nel complesso comparandolo ad altri nel sottocapitolo 6.2.2: “muscoli con possibile ruolo nel controllo della rotazione dell'omero”.

6.1.8 Muscolo coracobrachiale craniale

E' un muscolo piatto situato sul piano profondo del versante ventrale dell'articolazione della spalla. Risulta completamente (Falco pecchiaiolo) o parzialmente (Astore comune, Sparviero eurasiatico) coperto dal tendine prossimale del muscolo bicipite brachiale. Presenta origine carnosa o composta da fibre carnose frammiste a fibre tendinee a livello del processo acrocoracoideo e dal legamento acrocoraco-omerale. Termina inserendosi per mezzo di fibre carnose sull'impressione coracobrachiale dell'omero. Nel Falco pecchiaiolo e nell'Astore comune si possono notare, sulla superficie del ventre, fibre tendinee disposte longitudinalmente, più numerose nella porzione centrale.

Il muscolo, nelle specie oggetto di studio, è risultato in linea con quanto osservato da Berger (1956), da Meyers (1992a) e da Canova *et al.* (2015a) ad eccezione del fatto che Berger (1956) riporta che questo muscolo origina per mezzo di un corto tendine dall'estremità acromiale del coracoide. Meyers (1992a) illustra questo muscolo limitatamente coperto dal tendine prossimale del muscolo bicipite brachiale. L'interpretazione funzionale di questo muscolo verrà trattata nel complesso comparandolo ad altri nel sottocapitolo 6.2.3: "muscoli con possibile funzione propriocettiva".

6.1.9 Muscolo coracobrachiale caudale

Similmente a quanto precedentemente osservato in altri rapaci (Meyers, 1992a; Canova *et al.*, 2015a; 2015b) in tutte le specie esaminate è risultato essere un muscolo ben sviluppato e di aspetto bipennato. In tutte le specie esaminate, così come nella Poiana eurasiatica (Canova *et al.*, 2015a) e nel Gheppio comune (Canova *et al.*, 2015b) il ventre è composto da due porzioni asimmetriche. Nel Falco pecchiaiolo origina mediante fibre carnose dal processo cranio laterale dello sterno e, in stretta relazione con l'inserzione del muscolo sopracoracoideo, da una porzione variabile del coracoide. Canova *et al.* (2015a; 2015b) riportano che in un soggetto di

Poiana eurasiatica l'origine avveniva a livello dei due terzi caudali di entrambi i versanti del coracoide mentre, in altri due esemplari, dal terzo medio dello stesso osso. In entrambi i soggetti di Falco pecchiaiolo esaminati si è rilevata un'inserzione sul margine laterale del muscolo sopracoracoideo. Anche Meyers (1992a) osservò tale configurazione in uno dei soggetti esaminati. Nell'Astore comune e nello Sparviero eurasiatico origina dal processo craniolaterale dello sterno, dal lig. sternocoracoideo laterale, dal processo laterale del coracoide e dai due terzi caudali della faccia ventrale, dal margine laterale e della faccia dorsale del corpo del coracoide. L'inserzione sternale copre quasi completamente la terminazione del muscolo sternocoracoideo. Nel Gheppio comune (Canova *et al.*, 2015b) l'origine del muscolo coracobrachiale caudale, leggermente più ampia, sovrasta invece in toto il muscolo sternocoracoideo. Nell'Astore comune e nello Sparviero eurasiatico, così come nel Gheppio comune (Canova *et al.*, 2015b) nella Poiana eurasiatica e nel Falco pecchiaiolo (Canova *et al.*, 2015a), la porzione mediale è più sviluppata ed origina per mezzo di fibre carnose. In due soggetti di Astore comune e nello Sparviero eurasiatico l'origine della porzione laterale avveniva per mezzo di fibre carnose frammiste a tendinee mentre queste ultime sembravano organizzarsi in un tendine in un altro soggetto. Similmente a quanto in precedenza riscontrato in altri rapaci (Meyers, 1992a; Canova *et al.*, 2015a; 2015b) anche nelle specie esaminate durante il presente studio, questo muscolo termina per mezzo di un breve tendine a livello di tubercolo ventrale dell'omero, appena caudalmente all'inserzione dei muscoli sottocoracoideo e sottoscapolare.

Con la sola eccezione di una leggera variabilità legata alle zone di origine, nelle specie oggetto di studio, questo muscolo è risultato in linea con quanto precedentemente osservato nel Gheppio americano (Meyers, 1992a), nella Poiana eurasiatica (Canova *et al.*, 2015a; 2015b) e nel Gheppio comune (Canova *et al.*, 2015b).

L'interpretazione funzionale di questo muscolo verrà trattata nel complesso comparandolo ad altri nel sottocapitolo 6.2.2: “muscoli con possibile ruolo nel controllo della rotazione dell'omero”.

6.1.10 Muscolo pettorale

Così come già osservato da Meyers (1992a) e da Canova *et al.* (2015a), in tutte le specie esaminate questo muscolo è risultato essere il più sviluppato dell'intero arto toracico. E' apparso principalmente formato da fibre muscolari disposte su tre piani distinti con orientamento leggermente diverso. E' stato possibile distinguere tre parti: la parte toracica, la parte propatagiale e la parte addominale.

Analogamente e quanto osservato da altri Autori (Meyers, 1992a; Corvidae, 2006; Canova *et al.*, 2015a), la parte toracica si presenta come la maggiormente sviluppata. Origina mediante fibre carnose dall'estremità sternale del coracoide, per un brevissimo tratto dall'estremità prossimale della scapola, dal versante laterale del corpo della clavicola, dalla membrana sternocoracoclavicolare, dall'apice della carena e dalla carena dello sterno. A livello dell'inserzione clavicolare si può notare la presenza di fibre tendinee frammiste al ventre carnoso nel punto in cui questo s'inserisce sulla sindesmosi sternoclavicolare. Cranialmente sovrasta, ricoprendola interamente, l'articolazione della spalla occupando il primo quarto ventrale del corpo dell'omero. Caudalmente il ventre muscolare termina sul margine caudale dello sterno in contiguità con i muscoli della parete del ventre. Il margine laterale di questo muscolo si presenta arrotondato e non supera mai l'articolazione intercostale. Il ventre appare organizzato in due piani paralleli e ben distinguibili formati da fibre carnose che presentano un andamento leggermente diverso; questa caratteristica risulta maggiormente evidente a livello di parte propatagiale grazie alla penetrazione della componente vascolare. Questi due piani sono ragionevolmente l'equivalente della parte toracobrachiale e sternobrachiale già segnalata da Peters e Dobbins (2012) nella Poiana della Giamaica.

In aggiunta ai due sopraccitati piani, si è rilevato inoltre, in tutte le specie esaminate ed a livello di piano toracobrachiale, un piano superficiale, che si estende sino al margine caudale dello sterno, ed un piano profondo, che resta invece limitato alle linee intermuscolari, a livello di apice della carena dello sterno. Nel Falco Pecchiaiolo il piano profondo

si inserisce esclusivamente mediante fibre carnose. Diversamente, in linea con quanto osservato da Canova *et al.* (2015a) nella Poiana eurasiatica, sul versante interno del piano profondo dell'Astore comune e dello Sparviero eurasiatico, si riscontrano fibre tendinee che, in prossimità del margine ventrale dello sterno, formano una lamina che si inserisce a livello delle linee intermuscolari più mediali. L'inserzione omerale è rappresentata da fibre carnose frammiste a tendinee che si inseriscono sull'omero in prossimità della cresta deltopettorale. Sia il Falco pecchiaiolo che l'Astore comune, presentano un fascetto fibroso che partendo dal versante profondo del ventre, si inserisce sul muscolo bicipite brachiale. Lo stesso fascetto è stato riscontrato anche nella Poiana eurasiatica (Canova *et al.*, 2015a) Lo Sparviero eurasiatico esibisce invece tre distinti fascetti. Meyers (1992a) osservò due fasci tendinei che si inserivano sul tendine prossimale del muscolo bicipite brachiale nel Gheppio americano. George e Berger (1966) riportano la presenza di questa connessione fibrosa in alcuni generi di uccelli non rapaci (*Gavia*, *Anser*, *Grus*, *Goura*).

In linea con quanto già riscontrato da Meyers (1992a) e Canova *et al.* (2015a), in tutte le specie esaminate, la parte addominale si presenta come un esilissimo fascio carnoso o fibroso. Origina della parte toracica nel punto in cui questa si inserisce sull'omero, in prossimità della parte propatagiale. Termina sulla cute toracica, circa a metà della carena dello sterno.

Comparando i dati presenti in letteratura con i risultati di questo studio si può, in linea generale, ritenere che le sopraccitate parti del muscolo pettorale, nelle specie esaminate, abbiano le stesse funzioni già ipotizzate da precedenti autori in specie non rapaci (Dial, 1992a).

Si ritiene comunque opportuno approfondire la presenza e le caratteristiche dell'inserzione del piano più profondo della parte toracobrachiale poiché è emersa una notevole variabilità a riguardo.

La parte propatagiale è ben sviluppata e si localizza a livello del margine ventrocraniale dell'articolazione della spalla. Tale fascio appare composto da due parti: una parte craniale più lunga e sviluppata ed una caudale più breve ed esile.

La parte craniale si stacca dal ventre muscolare della parte toracica in corrispondenza della sua inserzione sull'estremità craniale della scapola e sull'estremità acromiale della clavicola. Nell'Astore comune e nello Sparviero eurasiatico si è riscontrata la presenza, a livello del versante profondo della parte craniale, di un ispessimento tendineo. Quest'ultimo invia un fascio al tendine situato sul versante profondo del capo caudale della parte propatagiale del muscolo deltoide. A poca distanza dall'origine, il ventre muscolare si continua mediante un lungo e robusto tendine che scorre parallelo al tendine che origina dal capo craniale dalla parte propatagiale del muscolo deltoide e concorre a formare il legamento del propatagio. Inizialmente i due tendini appaiono avvolti da una sorta di guaina fibrosa, mentre in seguito si può notare che il tendine della parte propatagiale del muscolo pettorale rimane craniale sino alla terminazione. In prossimità della regione del polso, nello Sparviero eurasiatico, è presente una benderella fibrosa che si stacca dal tendine del capo craniale della parte propatagiale del muscolo deltoide per unirsi al tendine della parte propatagiale del muscolo pettorale. Questa configurazione, in base alla letteratura consultata (Shufeldt, 1890; Swinebroad, 1964; Hudson e Lanzillotti, 1955; George e Berger, 1966; Jollie, 1977; Meyers, 1992a; Brown *et al.*, 1994; Canova *et al.*, 2015a), non è mai stata segnalata, nemmeno in altri taxa. Distalmente i due tendini raggiungono la regione del polso. A questo livello, nell'Astore comune e nello Sparviero eurasiatico, il tendine del capo craniale della parte propatagiale del muscolo pettorale si divide in due fascetti che si portano sui versanti opposti dell'articolazione del polso. Sebbene condotti su altre specie, Swinebroad (1964) riporta una configurazione simile in alcuni passeriformi e riferisce di risultati simili ottenuti da Shufeldt in falchi e gufi e da Burt nei picchi. Così come già evidenziato anche nella Poiana eurasiatica (Canova *et al.*, 2015a), il fascetto ventrale nell'Astore comune e nello Sparviero eurasiatico corrisponde all'unico fascio riscontrabile nel Falco pecchiaiolo. Questo prosegue poi oltrepassando l'estremità distale del radio. In tutte le specie esaminate ed in linea rispetto a quanto osservato in altre specie da Meyers (1992a) e Canova *et al.* (2015a) si riscontra la presenza, a questo livello, di

un ispessimento simil-sesamoideo lungo qualche millimetro e di forma ovale. In tutte e tre le specie esaminate, così come già osservato nella Poiana eurasiatica da Canova *et al.* (2015a), il tendine prosegue poi scorrendo sul margine craniale dell'osso radiale del carpo e sul versante ventrale della base dell'alula per inserirsi sul processo estensorio del metacarpale alulare. Infine, a livello dell'estremità prossimale del carpo, si apre a ventaglio contraendo stretti rapporti con l'aponeurosi ventrale. Nell'Astore comune e nello Sparviero eurasiatico il più esile ramo dorsale, originatosi a livello del polso, si porta al versante dorsale dell'articolazione del polso, scorre sul tendine terminale del muscolo estensore radiale del carpo e termina alla base del processo estensorio del metacarpale alulare dove contrae stretti rapporti con le rispettive copritrici.

Il capo caudale della parte proapatagiale è estremamente esile e, contrariamente a quanto George e Berger (1966) riportano che Beddard osservò nello Sparviero eurasiatico, è composto da scarse fibre carnose frammiste a numerose fibre collagene. Beddard riporta invece che entrambi i capi della parte proapatagiale del muscolo pettorale sono composti da fibre carnose. Nel Falco pecchiaiolo e nell'Astore comune, così come nella Poiana eurasiatica (Canova *et al.*, 2015a) risulta invece interamente formato da fibre tendinee.

In linea con quanto già osservato nella Poiana eurasiatica (Canova *et al.*, 2015a), origina dal ventre muscolare della parte toracica in corrispondenza del versante ventrale della cresta deltopettorale e si continua precocemente per mezzo di un fascetto fibroso che scorre sul versante ventrale del capo caudale della parte proapatagiale del muscolo deltoide per poi confluire nel tendine terminale del sopraccitato muscolo.

L'interpretazione funzionale della parte proapatagiale di questo muscolo verrà trattata nel complesso comparandolo ad altri nel sottocapitolo 6.2.3: “muscoli con possibile funzione propriocettiva”.

6.1.11 Muscolo sopracoracoideo

E' un muscolo lungo, appiattito e bipennato per la presenza di una leggera convessità centrale. In tutte le specie esaminate e conformemente a quanto rilevato da Berger (1956), Jollie (1977), Meyers (1992a), Canova *et al.* (2015a) in altre specie, origina mediante fibre carnose dalla metà craniale della carena dello sterno. Procedendo cranialmente il ventre si inserisce sulla membrana sternocoracoclavicolare e, lateralmente, sul margine mediale e sul terzo caudale della faccia ventrale del corpo del coracoide, di poco mediale rispetto all'inserzione del muscolo coracobrachiale caudale. Si è però riscontrata, nel Falco pecchiaiolo, un'inserzione sul coracoide estesa alla metà caudale della faccia ventrale del corpo del coracoide. Questa inserzione coincide con quanto osservato nella Poiana eurasiatica (Canova *et al.*, 2015a) Cranialmente il ventre muscolare assume progressivamente forma cilindrica, impegna il canale triosseo e si porta sul versante dorsale dell'articolazione della spalla. Come già osservato nella Poiana eurasiatica (Canova *et al.*, 2015a), nel Falco pecchiaiolo e nello Sparviero eurasiatico, in prossimità della terminazione questo muscolo si continua mediante breve tendine appiattito che si inserisce sull'estremità prossimale della cresta deltopettorale, coperto dalla parte minore del muscolo deltoide. Nell'Astore comune, pur mantenendo le stesse zone di inserzione, termina invece per mezzo di fibre carnose. Meyers (1992a) riporta che contrariamente a quanto riferito da George e Berger (1966) in altre specie di uccelli, nel Gheppio americano anche un certo grado di fibre carnose impegna il canale triosseo. La stessa conformazione è stata osservata anche nella Poiana eurasiatica (Canova *et al.*, 2015a). Questo risultato è in linea con quanto osservato nel Falco pecchiaiolo e nello Sparviero eurasiatico durante il presente studio mentre, in base alla letteratura consultata (Hudson e Lanzillotti, 1955, Berger, 1956; George e Berger, 1966, Jollie, 1977; Dial *et al.*, 1991; Meyers, 1992a; Poore *et al.*, 1997), la conformazione riscontrata nell'Astore comune non è stata precedentemente segnalata in letteratura in alcun uccello.

Nonostante questa difformità nella inserzione distale, si ritiene che questo muscolo, nelle specie esaminate, abbia le stesse funzioni già ipotizzate da precedenti autori in specie non rapaci (Dial, 1992a).

6.1.12 Muscolo grande dorsale

E' un muscolo appiattito che si estende dalla colonna vertebrale all'omero ed alla cute metapatagiale. Conformemente a quanto osservato in precedenza da altri Autori (Hudson e Lanzillotti, 1955; Jollie, 1977; Meyers, 1992a), si possono distinguere tre parti: una craniale, una caudale ed una parte metapatagiale. Berger (1956) non riscontrò la presenza della parte propatagiale nel Falco pigmeo africano.

La parte craniale, si presenta a forma di ventaglio nel Falco pecchiaiolo e rettangolare nell'Astore comune e nello Sparviero eurasiatico.

Origina mediante fibre carnose dalla parte caudale della penultima e dall'ultima vertebra cervicale nel Falco pecchiaiolo, dai processi spinosi dell'ultima vertebra cervicale e dai due terzi craniali del *notarium* nell'Astore comune e dell'ultima vertebra cervicale e dalla prima toracica nello Sparviero eurasiatico. Si estende verso il fianco ricoprendo la faccia laterale del corpo della scapola nel Falco pecchiaiolo e la porzione mediana del margine dorsale e della faccia laterale del corpo della scapola nell'Astore comune nello Sparviero eurasiatico.

Nella tabella 6.8 vengono confrontati i risultati sulla parte craniale di questo muscolo ottenuti nelle specie esaminate con i dati riscontrati in letteratura. I dati sulla Poiana eurasiatica derivano da Canova *et al.* (2015a), i dati sul Gheppio americano da Meyers (1992a), quelli sul Falco messicano da Hudson e Lanzillotti (1955), quelli nel Falco pigmeo africano da Berger (1956) e quelli sui falchi da Jollie (1977).

	Origine	Conformazione
<i>Pernis apivorus</i>	Penultima e ultima cervicale.	A forma di ventaglio.
<i>Accipiter gentilis</i>	Ultima cervicale e 2/3 craniali <i>notarium</i> .	Rettangolare.
<i>Accipiter nisus</i>	Ultima cervicale e T1.	Come <i>Accipiter gentilis</i> .
<i>Buteo buteo</i> (Canova <i>et al.</i> , 2015a)	Come <i>Pernis apivorus</i> .	Come <i>Pernis apivorus</i> .
<i>Falco sparverius</i> (Meyers, 1992a)	C13e connettivo tra C13 e C14.	Stretto e nastriforme.
<i>Falco mexicanus</i> (Hudson e Lanzillotti, 1955)	Come <i>Accipiter nisus</i> .	Come <i>Pernis apivorus</i> .
<i>Polihierax semitorquatus</i> (Berger, 1956)	Penultima e ultima cervicale (C14, C15) e T1.	Come <i>Pernis apivorus</i> .
“ <i>Falco</i> ” (Jollie, 1977)		Come <i>Falco sparverius</i> .

Tabella 6.8 Comparazione di origine e conformazione della parte craniale del muscolo grande dorsale tra le specie esaminate ed i rapaci descritti in letteratura.

Nel Falco pecchiaiolo la parte caudale, piuttosto trofica, origina mediante fibre carnose dall’ultima toracica e dall’estremità prossimale del sinsacro. Si presenta molto più sviluppata di quanto osservato da Canova *et al.*, 2015a) nella Poiana eurasiatica. Nell’Astore comune e nello Sparviero eurasiatico questa parte appare leggermente più sviluppata rispetto alla craniale. Nell’Astore comune origina mediante un’aponeurosi dall’estremità craniale del sinsacro. In due soggetti detta aponeurosi presentava due distinti ispessimenti fibrosi orientati parallelamente all’asse longitudinale del muscolo. Nello Sparviero eurasiatico origina invece mediante una porzione tendinea molto corta dall’estremità craniale del sinsacro e per mezzo di fibre carnose dall’ultima vertebra toracica (libera). Distalmente il muscolo si porta in direzione dell’omero sovrastando l’estremità caudale della scapola, strettamente adeso al margine caudale del muscolo scapolo-omerale caudale. Nell’Astore comune il ventre carnoso origina in prossimità della scapola mentre nello Sparviero eurasiatico si sviluppa immediatamente dopo l’origine per poi avvolgere l’estremità caudale della scapola. Nella tabella 6.9 vengono confrontati i risultati legati al capo caudale di questo muscolo ottenuti nelle specie esaminate con i dati riscontrati in letteratura. I dati sulla Poiana eurasiatica derivano da Canova

et al. (2015a), i dati sul Gheppio americano da Meyers (1992a), quelli sul Falco messicano da Hudson e Lanzillotti (1955), quelli nel Falco pigmeo africano da Berger (1956) e quelli sui falchi da Jollie (1977).

	Origine	Conformazione	Terminazione
<i>Pernis apivorus</i>	Ultima toracica ed estremità prossimale sinsacro.	Intero capo composto da fibre carnose.	Con capo craniale su parte prossimale corpo omero, a metà cresta deltopettorale, appena cranialmente a terminazione muscolo scapolo-omerale craniale.
<i>Accipiter gentilis</i>	Aponeurosi dall'estremità craniale del sinsacro.	Origine aponeurotica. In due soggetti presenti due distinti ispessimenti fibrosi.	Come <i>Pernis apivorus</i> .
<i>Accipiter nisus</i>	Ultima vertebra toracica (libera) ed estremità craniale del sinsacro.	Origine carnosa da toracica e mediante porzione tendinea molto corta da sinsacro.	Come <i>Pernis apivorus</i> ma capo caudale termina con fibre carnose e craniale mediante fibre tendinee.
<i>Buteo buteo</i> (Canova <i>et al.</i> , 2015a)	Come <i>Pernis apivorus</i> .	Origine mediante breve e sottile benderella tendinea. Carnoso dopo estremità caudale scapola.	Come <i>Pernis apivorus</i> .
<i>Falco sparverius</i> (Meyers, 1992a)	Epimisio parte caudale m. romboide superficiale e periostio parte craniale sinsacro.	Origine aponeurotica poi carnoso. Nuovamente tendineo prima del margine caudale m. scapolotricipite.	Margine caudale diafisi omerale prossimalmente a capo craniale.
<i>Falco mexicanus</i> (Hudson e Lanzillotti, 1955)	Parte caudale <i>notarium</i> e ultima toracica.		
<i>Polihierax semitorquatus</i> (Berger, 1956)	Parte craniale sinsacro.	Craniale termina mediante banda semitendinea e caudale mediante piccolo e rotondo tendine.	Come <i>Pernis apivorus</i> , prossimalmente a capo craniale.
" <i>Falco</i> " (Jollie, 1977)		Stretto e nastriforme.	

Tabella 6.9 Comparazione di origine, conformazione e terminazione della parte caudale del muscolo grande dorsale tra le specie esaminate ed i rapaci descritti in letteratura.

I due capi, superata la scapola, si irrobustiscono e si sovrappongono progressivamente. Entrambi si inseriscono sulla parte prossimale del corpo dell'omero, a metà della cresta deltopettorale, appena cranialmente rispetto alla terminazione del muscolo scapolo-omerale craniale. Nel Falco Pecchiaiolo e nell'Astore comune l'inserzione distale avviene per mezzo di

fibre carnose mentre nello Sparviero eurasiatico il capo caudale termina mediante fibre carnose appiattite mentre quello craniale per mezzo di fibre tendinee.

L'interpretazione funzionale delle parti craniale e caudale di questo muscolo verrà trattata nel complesso assieme agli altri che si estendono dal tronco alla spalla ed al braccio nel sottocapitolo 6.2.1.

La parte metapatagiale è rappresentata da un esilissimo fascetto carnoso spesso pochi decimi di millimetro nel Falco pecchiaiolo, poco più sviluppato nell'Astore comune e nello Sparviero eurasiatico. Origina a livello del margine caudale dalla parte caudale poco dopo la sua origine. Nello Sparviero eurasiatico si è riscontrata un'origine accessoria livello di cresta iliaca laterale. Termina poco dopo fondendosi al ventre comune della parte metapatagiale del muscolo dentato superficiale. La descrizione di questa parte fornita da Hudson e Lanzillotti (1955), Meyers (1992a) e Canova *et al.* (2015a) corrisponde a quanto osservato nel Falco Pecchiaiolo e nell'Astore comune. Berger (1956) riporta questa parte come assente nel Falco pigmeo africano.

Comparando i dati presenti in letteratura con i risultati di questo studio si ritiene che questa parte del muscolo grande dorsale svolga le stesse funzioni già ipotizzate da Meyers (1992a).

6.1.13 Muscolo deltoide

In tutte le specie esaminate è apparso essere un muscolo ben sviluppato, situato sul versante dorsocraniale dell'articolazione della spalla. Così come già osservato da altri autori (Hudson e Lanzillotti, 1955; Berger, 1956; Meyers, 1992a; Canova *et al.*, 2015a), appare formato da una parte propatagiale, una maggiore ed una minore.

La parte propatagiale risulta la più craniale. Si presenta appiattita ma ben sviluppata. Origina dalle estremità acromiali di clavicola e coracoide e dall'estremità prossimale dell'omero. Il ventre muscolare può essere suddiviso in due porzioni asimmetriche delle quali il capo caudale si presenta maggiormente sviluppato. Nel Falco pecchiaiolo entrambi i ventri

dei due capi presentano uguale lunghezza mentre nelle altre due specie il ventre del capo caudale risulta più lungo rispetto al craniale (soprattutto nell'Astore comune). Pertanto, nel Falco pecchiaiolo i ventri di entrambi i capi si estendono poco oltre la metà della cresta deltopettorale. Diversamente, nell'Astore comune il ventre del solo capo craniale si estende poco oltre la metà della cresta deltopettorale mentre nello Sparviero eurasiatico lo stesso raggiunge circa la metà dell'omero. Precedenti studi hanno evidenziato che sia il ventre del capo craniale che quello del capo caudale si estendono fino alla proiezione dell'estremità dell'omero nel Falco messicano (Hudson e Lanzillotti, 1955) mentre nel Falco pigmeo africano (Berger, 1956) poco oltre la cresta deltopettorale. Quanto osservato nella Poiana eurasiatica (Canova *et al.*, 2015a) corrisponde a quanto finora illustrato nel Falco pecchiaiolo. Nel Gheppio americano (Meyers, 1992a) il ventre del capo craniale si estende poco oltre la cresta deltopettorale. In corrispondenza della fine del ventre, in tutte le specie esaminate, il muscolo si continua per mezzo di un lungo e robusto tendine che concorre a formare il legamento del propatagio. Detto tendine affianca il tendine della parte propatagiale del muscolo pettorale e con esso scorre sul margine craniale della regione propatagiale terminando nella regione del polso. Nel Falco pecchiaiolo e nello Sparviero eurasiatico, così come già evidenziato nella Poiana eurasiatica (Canova *et al.*, 2015a), l'inserzione avviene a livello della superficie ventrale dell'osso radiale del carpo mentre nell'Astore comune si inserisce su entrambi i versanti del suddetto osso. Nello Sparviero eurasiatico il tendine della parte propatagiale del muscolo deltoide emette una briglia fibrosa che rinforza il tendine del capo craniale della parte propatagiale del muscolo pettorale. In base alla letteratura consultata (Hudson e Lanzillotti, 1955; George e Berger, 1966; Berger, 1956; Meyers, 1992a; Brown *et al.*, 1994) questa caratteristica non è stata precedentemente descritta in alcuna specie.

Per quanto concerne il capo caudale della parte propatagiale del muscolo deltoide, nell'Astore comune e nello Sparviero eurasiatico, il ventre muscolare si presenta bipartito ad opera di un fascetto fibroso derivante dal capo caudale della parte propatagiale del muscolo pettorale e

che lo attraversa longitudinalmente. In queste specie il ventre appare inoltre delimitato cranialmente da un ulteriore fascetto fibroso. In tutte le specie esaminate il sopraccitato ventre muscolare, dopo aver oltrepassato la metà della cresta deltopettorale, dà origine ad un tendine che attraversa il propatagio in direzione caudolaterale portandosi alla regione del gomito. All'altezza dell'ultimo terzo dell'omero il tendine si biforca quindi in due capi che terminano sulla regione dell'avambraccio. In tutte le specie studiate durante il presente studio, la branca craniale termina a livello della parte prossimale del capo dorsale del muscolo estensore radiale del carpo ma un discreto grado di variabilità legata all'inserzione della branca caudale è stata osservata. Difatti, nel Falco pecchiaiolo, pur terminando entrambe le branche allo stesso livello, osserviamo che la caudale contribuisce alla formazione di un ispessimento della fascia dell'avambraccio che, aprendosi a ventaglio caudolateralmente, contrae rapporti con i muscoli supinatore, estensore digitale comune, estensore ulnare del carpo ed ectepicondilo-ulnare ventrale. Questo ispessimento termina poi sfiocandosi sul margine caudale della parte prossimale della regione dell'avambraccio. Diversamente, nell'Astore comune e nello Sparviero eurasiatico la branca caudale, dopo aver preso inserzione sul tendine prossimale del muscolo estensore radiale del carpo, prosegue fino al di sopra del muscolo estensore digitale comune. A questo livello concorre a formare un ispessimento della fascia che si divide in due benderelle fibrose assumendo la forma di una T. La benderella prossimale termina a livello dell'articolazione del gomito mentre quella distale termina sulla parte dorsocaudale del ventre del muscolo estensore ulnare del carpo entro il terzo prossimale dell'ulna.

Nella tabella 6.10 vengono confrontati i risultati ottenuti nelle specie esaminate con i dati riscontrati in letteratura. I dati sulla Poiana eurasiatica derivano da Canova *et al.* (2015a), i dati sul Gheppio americano da Meyers (1992a), quelli sul Falco messicano da Hudson e Lanzillotti (1955) e quelli nel Falco pigmeo africano da Berger (1956).

	Estensione capi parte propatagiale	Terminazione capo craniale	Terminazione capo caudale
<i>Pernis apivorus</i>	I due capi mostrano uguale lunghezza e si estendono poco oltre la metà della cresta deltopettorale.	Superficie ventrale dell'osso radiale del carpo.	Tendine si biforca e branca craniale termina su parte prossimale capo dorsale m. estensore radiale del carpo. Branca caudale dopo inserzione con craniale contribuisce a formazione ispessimento fascia avambraccio.
<i>Accipiter gentilis</i>	Capo caudale risulta più lungo rispetto al craniale. Craniale esteso come <i>Pernis apivorus</i> .	Entrambi i versanti dell'osso radiale del carpo.	Tendine si biforca e branca craniale come <i>Pernis apivorus</i> . Branca caudale, si inserisce su tendine prossimale m. estensore radiale del carpo, prosegue fino a m. estensore digitale comune. Qui forma ispessimento fascia a forma di T. Benderella prossimale termina su articolazione gomito mentre quella distale termina su parte dorsocaudale ventre m. estensore ulnare del carpo.
<i>Accipiter nisus</i>	Capo caudale risulta più lungo rispetto al craniale (meno di <i>Accipiter gentilis</i>). Craniale si estende fino a circa la metà dell'omero.	Come <i>Pernis apivorus</i> . Emette briglia fibrosa che rinforza tendine capo craniale parte propatagiale muscolo pettorale.	Come <i>Accipiter gentilis</i> .
<i>Buteo buteo</i> (Canova et al., 2015a)	Come <i>Pernis apivorus</i> .	Come <i>Pernis apivorus</i> .	Come <i>Pernis apivorus</i> .
<i>Falco sparverius</i> (Meyers, 1992a)	Capo craniale come <i>Pernis apivorus</i> . Capo caudale più breve.	Si unisce a <i>Lig. propatagialis</i> .	Tendine origine m. estensore radiale del carpo. Tendine accessorio continua inserendosi lateralmente su fascia avambraccio.
<i>Falco mexicanus</i> (Hudson e Lanzillotti, 1955)	I due capi mostrano uguale lunghezza e si estendono fino alla proiezione dell'estremità dell'omero.		
<i>Polihierax semitorquatus</i> (Berger, 1956)	Come <i>Pernis apivorus</i> .		

Tabella 6.10 Comparazione tra estensione e terminazione dei capi craniale e caudale della parte propatagiale del muscolo deltoide tra le specie esaminate ed i rapaci descritti in letteratura.

L'interpretazione funzionale della parte propatagiale di questo muscolo verrà trattata nel complesso comparandolo ad altri nel sottocapitolo 6.2.3: “muscoli con possibile funzione propriocettiva”.

In tutte le specie esaminate durante il presente studio la parte maggiore del muscolo deltoide è risultata essere la più sviluppata e si trova adagiata sulla parte dorsoproximale dell'omero, strettamente legata alla parte minore. Risulta interamente formata da fibre carnose. Si possono distinguere due capi asimmetrici: uno craniale ed uno caudale. Nella Poiana eurasiatica (Canova *et al.*, 2015a), i due capi sono maggiormente evidenti grazie ad un setto fibroso. Diversamente da quanto osservato da Meyers (1992a) nel Gheppio americano, in tutte le specie esaminate durante il presente studio, il capo craniale origina da una piccola zona dell'estremità craniale della scapola subito caudalmente al forame triosseo e dalla fibrocartilagine omerocapsulare. Nel Gheppio americano (Meyers, 1992a) questo capo origina invece dalla superficie laterale della fibrocartilagine omerocapsulare e dai legamenti della spalla adiacenti. Si estende inserendosi sul terzo proximale della faccia craniale dell'omero, tra il versante ventrale della cresta deltopettorale ed il margine caudale. Il capo caudale prende invece origine dall'estremità craniale della scapola, dal segmento di coracoide che delimita il forame triosseo e dalla fibrocartilagine omerocapsulare, andando a coprire con un esile lembo la parte craniale dell'inserzione proximale del muscolo scapolotricipite. Nel Gheppio americano Meyers (1992a) osservò che questo capo originava dall'estremità craniale della scapola e dall'aponeurosi di origine del capo caudale della parte propatagiale del muscolo deltoide. I due capi si fondono quindi in un unico ventre che, in stretto rapporto con il ventre del muscolo omerotricipite, termina sulla superficie dorsale del terzo proximale del corpo dell'omero. A livello del margine caudale dell'origine del capo caudale, si può riscontrare la presenza del lacerto fibroso scapolare, un fascetto fibroso origina dal margine dorsale della scapola, tra le inserzioni dei muscoli scapolo-omerale caudale e sottoscapolare. Detto fascetto giace superficialmente al lacerto fibroso scapolare del muscolo scapolotricipite. Nel Falco pecchiaiolo risulta molto esile e meno sviluppato della Poiana

eurasiatica (Canova *et al.*, 2015a) mentre nell’Astore comune e nello Sparviero eurasiatico si presenta addirittura più sviluppato del lacerto fibroso scapolare del m. scapolotricipite. Il Falco pecchiaiolo esibisce un corto e piatto tendine che dal versante ventrale del capo caudale si inserisce sul margine dorsocaudale del forame triosseo. Sia l’Astore comune che lo Sparviero eurasiatico presentano un ulteriore fascetto fibroso che connette il muscolo deltoide al ventre del muscolo scapolotricipite. In queste specie i due muscoli appaiono in stretta relazione anche grazie ad una fascia connettivale che ne avvolge i ventri a livello dell’inserzione scapolare.

Nella tabella 6.11 vengono confrontati i risultati ottenuti nelle specie esaminate con i dati riscontrati in letteratura. I dati sulla Poiana eurasiatica derivano da Canova *et al.* (2015a) mentre i dati sul Gheppio americano da Meyers (1992a).

	Sviluppo e conformazione lacerto fibroso
<i>Pernis apivorus</i>	Giace superficialmente a lacerto fibroso scapolare muscolo scapolotricipite. Abbastanza esile.
<i>Accipiter gentilis</i>	Più sviluppato del lacerto fibroso scapolare del muscolo scapolotricipite.
<i>Accipiter nisus</i>	Come <i>Accipiter gentilis</i> .
<i>Buteo buteo</i> (Canova <i>et al.</i> , 2015a)	Meno sviluppato di <i>Pernis apivorus</i> .
<i>Falco sparverius</i> (Meyers, 1992a)	Stretto e denso fascetto comune a muscolo deltoide e muscolo scapolotricipite. Maggior parte delle fibre si inserisce su parte maggiore muscolo deltoide.

Tabella 6.11 Comparazione dello sviluppo e della conformazione del lacerto fibroso della parte maggiore del muscolo deltoide tra le specie esaminate ed i rapaci descritti in letteratura.

L’interpretazione funzionale del lacerto fibroso scapolare di questo muscolo verrà trattata in associazione ai lacerti fibrosi del muscolo tricipite brachiale nel sottocapitolo 6.2.3: “muscoli con possibile funzione propriocettiva” mentre per quanto concerne il ventre della parte maggiore si ritiene che questa parte del muscolo deltoide svolga le stesse funzioni già ipotizzate da Meyers (1992a) e da Dial (1992a).

In tutte le specie esaminate ed in linea con i dati presenti in letteratura (Berger, 1956; Jollie, 1977; Meyers, 1992a; Canova *et al.*, 2015a) la parte minore è risultata la meno sviluppata. È costituita da un fascio carnoso corto ed appiattito. Origina in prossimità del processo

acrocoracoideo del coracoide e dal margine dorsocraniale del forame triosseo. L'inserzione prossimale ricopre quasi interamente il tendine di terminazione del muscolo sopracoracoideo. Termina sul versante ventrale della cresta deltopettorale dell'omero, distalmente alla terminazione del muscolo sopracoracoideo.

Comparando i dati presenti in letteratura con i risultati di questo studio si ritiene che questa parte del muscolo deltoide svolga le stesse funzioni già ipotizzate da Meyers (1992a e 1992b).

6.1.14 Muscolo tricipite brachiale

In tutte le specie esaminate durante il presente studio ed in linea con le informazioni presenti in letteratura (Hudson e Lanzillotti, 1955; Meyers, 1992a; Canova *et al.*, 2015a; Canova *et al.*, 2015b), questo ben sviluppato muscolo risulta composto da due parti: il muscolo omerotricipite ed il muscolo scapolotricipite. Berger (1956, Fig. 1) illustra un generico muscolo tricipite nel Falco pigmeo africano senza fare riferimento a due capi.

Similmente a quanto osservato nel Falco messicano (Hudson e Lanzillotti, 1955), nel Gheppio americano (Meyers, 1992a), nel Gheppio comune e nella Poiana eurasiatica (Canova *et al.*, 2015a; Canova *et al.*, 2015b) il muscolo scapolotricipite esibisce un lungo ventre appiattito dorsoventralmente che percorre la regione del braccio mantenendosi adeso all'omero. In tutte le specie esaminate origina mediante esigue fibre tendinee frammiste a fibre carnose dalla faccia laterale del collo della scapola. Meyers (1992a) riporta una zona di origine in linea con quanto osservato durante il presente studio ma l'inserzione prossimale avviene mediante tendine. Quanto osservato invece nella Poiana eurasiatica (Canova *et al.*, 2015a; Canova *et al.*, 2015b), è in linea a quanto rilevato nelle specie esaminate. Nell'Astore comune e nello Sparviero eurasiatico il margine craniale dell'inserzione prossimale ed il versante ventrale del muscolo si presentano irrobustiti da un importante ispessimento fibroso della fascia muscolare che si estende sino al primo quarto prossimale.

Questo, a livello del margine craniale, sembra dare luogo ad un vero e proprio tendine di origine che affianca la componente carnosa e che nel suo primissimo tratto riceve una briglia fibrosa che origina a livello di legamento acrocoraco-omerale. Nel Gheppio comune (Canova *et al.*, 2015b) questa briglia fibrosa risulta meno sviluppata. In tutte le specie esaminate il margine caudale riceve l'inserzione di un esiguo lacerto fibroso scapolare, che origina dal margine dorsale della scapola, cranialmente all'inserzione del muscolo scapolo-omerale caudale. Meyers (1992a, Figg. 3 e 4) illustra un unico lacerto fibroso scapolare comune alla parte maggiore del muscolo deltoide ed al muscolo scapolotricepite. Questo invia solo una piccola briglia al muscolo scapolotricepite mentre la maggior parte del fascio si inserisce sulla parte maggiore del muscolo deltoide. George e Berger (1966) descrissero la presenza del lacerto fibroso scapolare nel Assiolo americano orientale mentre Jollie (1977) descrive questo lacerto quale tendine accessorio del muscolo scapolotricepite nei *Cathartidae*. La Poiana eurasiatica ed il Gheppio comune (Canova *et al.*, 2015a; Canova *et al.*, 2015b) esibiscono un lacerto fibroso scapolare in linea con quanto osservato nelle specie studiate durante la presente ricerca. A livello del terzo prossimale dell'omero è possibile notare la presenza del lacerto fibroso omerale, una briglia connettivale che origina dal margine craniale del ventre e si porta al corpo del suddetto osso. Nel Falco pecchiaiolo e nella Poiana eurasiatica (Canova *et al.*, 2015a; Canova *et al.*, 2015b) questo lacerto è alquanto robusto mentre si presenta esile nello Sparviero eurasiatico e nel Gheppio comune (Canova *et al.*, 2015b). In entrambe le specie si sviluppa sul versante profondo del muscolo ed invia un ramo all'estremità prossimale del corpo dell'omero, appena cranialmente alla terminazione del muscolo grande dorsale. Nell'Astore comune si presenta invece come una larga, sottile e bipartita briglia connettivale che origina dal margine craniale del ventre e si porta al corpo del suddetto osso. Una parte del lacerto fibroso omerale si inserisce appena cranialmente alla terminazione del muscolo grande dorsale mentre l'altra a livello del bordo ventrale dell'inserzione della parte maggiore del muscolo deltoide. Meyers (1992a) non riscontrò la presenza del lacerto fibroso

omeroale nel Gheppio americano mentre George e Berger (1966) e Jollie (1977) descrivono un'ampia fascia di tessuto connettivo. In tutte le specie osservate, procedendo distalmente, osserviamo un aumento della componente fibrosa che si organizza progressivamente in un tendine terminale. Questo incremento inizia a circa metà del ventre nell'Astore comune e nello Sparviero eurasiatico mentre nel Falco pecchiaiolo, nella Poiana eurasiatica e nel Gheppio comune (Canova *et al.*, 2015a; Canova *et al.*, 2015b) a livello dei due terzi distali. In tutte le specie esaminate ed in linea con quanto riscontrato in letteratura (Berger, 1956; Meyers, 1992a; Canova *et al.*, 2015a; Canova *et al.*, 2015b) il tendine terminale giace adeso al corpo dell'omero ed al tendine terminale del muscolo omerotricipite per poi oltrepassare l'articolazione del gomito e terminare sull'impressione omonima dell'ulna, cranialmente alla terminazione del muscolo. Hudson e Lanzillotti (1955) riportano la presenza, nei *Corvidae*, di un sesamoide nel tendine terminale del muscolo scapolotricipite sottolineando di non averlo osservato nei nidiacei. Meyers (1992a) non fa alcun riferimento a questa struttura nel Gheppio americano e nemmeno Canova *et al.* (2015a; 2015b) nella Poiana eurasiatica e nel Gheppio comune. Nelle specie esaminate durante il presente studio non si è osservata la presenza di un sesamoide a questo livello.

Nella tabella 6.12 vengono confrontati i risultati ottenuti nelle specie esaminate con i dati riscontrati in letteratura.

	Origine	Lacerto fibroso omerale	Terminazione
<i>Pernis apivorus</i>	Esigue fibre tendinee frammiste a carnose da faccia laterale collo scapola.	Singolo fascio alquanto robusto.	Mediante tendine che origina ai 2/3 distali ventre. No sesamoide in tendine terminale.
<i>Accipiter gentilis</i>	Tendine che forma ispessimento fibroso su margine craniale e versante ventrale associato a fascio carnoso.	Larga, sottile e bipartita briglia connettivale.	Mediante tendine che origina a metà ventre. No sesamoide in tendine terminale.
<i>Accipiter nisus</i>	Come <i>Accipiter gentilis</i> .	Singolo fascio esile.	Come <i>Accipiter gentilis</i>
<i>Buteo buteo</i> (Canova <i>et al.</i> , 2015a; 2015b)	Come <i>Pernis apivorus</i> .	Come <i>Pernis apivorus</i> .	Come <i>Pernis apivorus</i> .
<i>Falco tinnunculus</i> (Canova <i>et al.</i> , 2015b)	Come <i>Pernis apivorus</i> ma briglia meno sviluppata	Come <i>Accipiter nisus</i>	Come <i>Pernis apivorus</i>
<i>Falco sparverius</i> (Meyers, 1992a)	Tendine da faccia laterale collo scapola.	Assente.	Come <i>Accipiter gentilis</i> .
<i>Corvidae</i> (Hudson e Lanzillotti, 1955)			Sesamoide in tendine terminale.
“ <i>Falco</i> ” (Jollie, 1977)		Ampia fascia connettivale.	

Tabella 6.12 Comparazione di origine e conformazione del lacerto fibroso omerale nonché della terminazione del muscolo scapolotricipite tra le specie esaminate ed altre specie descritte in letteratura.

I dati sulla Poiana eurasiatica derivano da Canova *et al.* (2015a; 2015b), i dati sul Gheppio comune da Canova *et al.* (2015b), quelli sul Gheppio americano da Meyers (1992a), quelli sui Corvidi da Hudson e Lanzillotti (1955) e quelli nei falchi da Jollie (1977).

In tutte le specie esaminate il muscolo omerotricipite appare come un muscolo ben sviluppato, situato sulla superficie caudale del corpo dell'omero e parzialmente visibile dal versante ventrale della regione del braccio. Origina mediante tre fasci muscolari ben distinti dal margine caudale della fossa pneumotricipitale, dalla fossa stessa e dal pilastro ventrale della medesima fossa. Meyers (1992a) riporta che nel Gheppio americano l'origine è composta da un capo interno ed uno esterno dall'inserzione del muscolo scapolo-omerale craniale. Nelle specie esaminate, subito dopo l'origine, i tre capi si uniscono formando un unico ventre muscolare che percorre la regione del braccio mantenendosi adeso al corpo dell'omero e contraendo stretti rapporti con il muscolo

scapolotricipite, con il quale sembra fondersi in prossimità dell'inserzione distale nel Falco pecchiaiolo nel quale il ventre termina sia mediante fibre carnose che tendinee sul versante dorsale dell'estremità prossimale dell'ulna in prossimità della base dell'olecrano. Diversamente, nell'Astore comune e nello Sparviero eurasiatico, il ventre si irrobustisce progressivamente dando origine al tendine terminale che oltrepassa l'articolazione del gomito mantenendosi ventrale rispetto al tendine del muscolo scapolotricipite per poi inserirsi sul primo quarto del margine caudale del corpo dell'ulna, appena caudalmente alla terminazione del muscolo scapolotricipite. La descrizione di questo muscolo nella Poiana eurasiatica (Canova *et al.*, 2015a) coincide con quanto osservato durante il presente studio nel Falco Pecchiaiolo.

Nella tabella 6.13 vengono confrontati i risultati ottenuti nelle specie esaminate con i dati riscontrati in letteratura. I dati sulla Poiana eurasiatica derivano da Canova *et al.* (2015a) mentre i dati sul Gheppio americano da Meyers (1992a).

	Numero capi di origine	Terminazione per mezzo di
<i>Pernis apivorus</i>	3	Fibre carnose frammiste a tendinee.
<i>Accipiter gentilis</i>	Come <i>Pernis apivorus</i> .	Tendine
<i>Accipiter nisus</i>	Come <i>Pernis apivorus</i> .	Come <i>Accipiter gentilis</i> .
<i>Buteo buteo</i> (Canova <i>et al.</i> , 2015a)	Come <i>Pernis apivorus</i> .	Come <i>Pernis apivorus</i> .
<i>Falco sparverius</i> (Meyers, 1992a)	2	Come <i>Pernis apivorus</i> .

Tabella 6.13 Comparazione tra capi di origine e fibre che compongono la terminazione del muscolo omerotricipite tra le specie esaminate ed i rapaci descritti in letteratura.

In nessuna delle specie esaminate, così come già osservato nel Gheppio americano (Meyers, 1992a) e nella Poiana eurasiatica (Canova *et al.*, 2015a), si è riscontrata la presenza del muscolo coracotricipite.

Analizzando il muscolo tricipite brachiale nel suo complesso si ritiene opportuna una revisione della nomenclatura riportata nella Nomina Anatomica Aviaria (NAA; Baumel *et al.*, 1993). Difatti la NAA afferma che il muscolo tricipite brachiale sia composto da tre distinti muscoli: il muscolo scapolotricipite, il muscolo omerotricipite ed il muscolo

coracotricipite. Appare abbastanza evidente che un muscolo non può essere a sua volta composto da altri muscoli, mentre è ampiamente riconosciuto che un muscolo possa essere composto da più capi. Sarebbe pertanto più opportuno rinominare il muscolo scapolotricipite in capo scapolare del muscolo tricipite brachiale, il muscolo omerotricipite in capo omerale del muscolo tricipite brachiale e, conseguentemente, il muscolo coracotricipite in capo coracoideo del muscolo tricipite brachiale.

Per quanto riguarda i due ventri del muscolo tricipite brachiale, comparando i dati presenti in letteratura con i risultati di questo studio si ritiene che questo muscolo svolga le stesse funzioni già ipotizzate da Dial, (1992a e 1992b), Meyers (1992a), Wooley (2000) e Robertson e Biewener, (2012). L'interpretazione funzionale dei lacerti fibrosi scapolare ed omerale di questo muscolo verrà invece trattata in associazione al lacerto fibroso del muscolo deltoide nel sottocapitolo 6.2.3: “muscoli con possibile funzione propriocettiva”.

6.1.15 Muscolo bicipite brachiale

In tutte le specie esaminate, questo ben sviluppato muscolo si estende dal versante cranioventrale dell'articolazione della spalla alla regione dell'avambraccio. L'inserzione prossimale e parte del ventre muscolare risultano nascosti dal ventre del muscolo pettorale. Origina mediante un piatto tendine piatto principalmente dall'estremità acromiale del coracoide, appena prima dell'articolazione con la scapola. Nel Falco pecchiaiolo, così come già osservato nella Poiana eurasiatica (Canova *et al.*, 2015a), il tendine si presenta rettangolare mentre nell'Astore comune e nello Sparviero eurasiatico è leggermente triangolare. In tutte le specie esaminate, il tendine prosegue poi al di sopra della testa dell'omero e, dopo averla oltrepassata, si inserisce anche sulla cresta bicipitale dell'omero. Canova *et al.* (2015a) riportano che dei tre esemplari di Poiana eurasiatica da loro esaminati, solo due presentavano la suddetta duplice inserzione mentre in un soggetto era presente solo l'inserzione sul coracoide. Nel punto in cui il tendine passa sulla testa dell'omero invia una connessione

fibrosa all'inserzione omerale del muscolo pettorale. Così come già esposto durante la discussione del muscolo pettorale, precedenti studi riportano la presenza di questa inserzione sia nel Gheppio americano Meyers (1992a) che nella Poiana eurasiatica (Canova *et al.*, 2015a). Nelle specie esaminate, così come in precedenza osservato nella Poiana eurasiatica (Canova *et al.*, 2015a), appena superata la cresta bicipitale, il tendine prossimale dà origine al ventre muscolare. Quest'ultimo, prossimalmente, si presenta allargato ed adagiato sull'omero per circa metà della sua lunghezza. Distalmente si restringe progressivamente e, distanziandosi dall'omero, dà origine ad un robusto tendine terminale. È possibile notare come, nella porzione distale del ventre, alle fibre muscolari si interpongano fibre tendinee che progressivamente si irrobustiscono raggiungendo il tendine terminale.

A livello del terzo distale dell'omero suddetto tendine si biforca: un capo termina sul tubercolo bicipitale del radio, mentre l'altro si inserisce sull'ulna, a livello del tubercolo bicipitale e appena cranialmente alla terminazione del muscolo brachiale. Nel Gheppio americano (Meyers, 1992a) la divisione del tendine terminale avviene più distalmente, appena prima di raggiungere l'estremità prossimale dell'ulna.

Per quanto riguarda la parte propatagiale, questa risulta assente sia nel Gheppio americano (Meyers, 1992a) che nella Poiana eurasiatica (Canova *et al.*, 2015a). Nelle specie oggetto di studio si è riscontrata la sua presenza solo nell'Astore comune mentre è assente nel Falco pecchiaiolo e nello Sparviero eurasiatico.

Questa parte è rappresentata da un esilissimo fascetto che, staccandosi dal ventre, si dirige verso il tendine del capo caudale della parte propatagiale del muscolo deltoide.

Per quanto riguarda il ventre del muscolo bicipite brachiale, comparando i dati presenti in letteratura con i risultati di questo studio si ritiene che questo muscolo svolga le stesse funzioni già ipotizzate da Dial, (1992a e 1992b), Meyers (1992a), Wooley (2000) e Robertson e Biewener, (2012). L'interpretazione funzionale della parte propatagiale di questo muscolo verrà invece trattata nel sottocapitolo 6.2.3: “muscoli con possibile funzione propriocettiva”.

6.1.16 Muscolo espansore delle secondarie

Nelle specie esaminate, questo muscolo si estende dalla regione della spalla a quella dell'avambraccio. Nel Falco pecchiaiolo risulta alquanto esile e origina per mezzo di un ventre carnoso di forma triangolare dalla parte centrale del corpo della scapola e dalla parte caudale del muscolo grande dorsale. Nell'Astore comune e nello Sparviero eurasiatico, l'origine è composta di tessuto fibroso ed in stretto rapporto con il margine caudale del muscolo omerotricipite. Nel Falco pecchiaiolo e nell'Astore comune contrae inoltre rapporto con la parte metapatagiale del muscolo dentato superficiale. Nella Poiana eurasiatica (Canova *et al.*, 2015a) origina dalla parte centrale del corpo della scapola e dall'estremità prossimale del corpo dell'omero, tra le inserzioni prossimali del muscolo omerotricipite. Nel Falco pecchiaiolo, poco dopo l'origine, il muscolo si continua per mezzo di un tendine che scorrendo nella cute metapatagiale parallelo al muscolo tricipite brachiale arriva in prossimità dell'articolazione del gomito. A questo livello il tendine si continua per mezzo di un esile ventre muscolare che prosegue distalmente lungo il margine caudale della regione dell'avambraccio e termina prendendo rapporti con alcune remiganti secondarie. Pur mantenendosi per tutta la sua lunghezza fibroso, nella Poiana eurasiatica (Canova *et al.*, 2015a) questo muscolo presenta percorso analogo a quanto osservato nel Falco pecchiaiolo. Nell'Astore comune e nello Sparviero eurasiatico il muscolo, a circa metà dell'omero, si continua per mezzo di un esile ventre carnoso che scorre parallelo a quest'osso portandosi verso l'articolazione del gomito. A livello del terzo distale dell'omero, l'esile fascetto muscolare aumenta di dimensioni grazie alla confluenza di una origine secondaria a livello di muscoli omerotricipite e scapolotricipite. In queste due specie termina per mezzo di fibre carnose inserendosi sui calami delle ultime remiganti terziarie e delle prime remiganti secondarie. Nella tabella 6.14 vengono confrontati i risultati ottenuti nelle specie esaminate con i dati riscontrati in letteratura. I dati sulla Poiana eurasiatica derivano da Canova *et al.* (2015a) mentre i dati sul Gheppio americano da Meyers (1992a).

	Parte prossimale	Parte intermedia	Parte distale
<i>Pernis apivorus</i>	Esile ventre carnososo triangolare da parte centrale corpo scapola e parte caudale muscolo grande dorsale.	Tendinea poco dopo origine. Scorre in cute metapatagiale parallelo a m. tricipite brachiale fin verso articolazione gomito. No origine secondaria.	Esile ventre muscolare prosegue su margine caudale regione avambraccio. Termina su calami alcune remiganti secondarie.
<i>Accipiter gentilis</i>	Tessuto fibroso. In stretto rapporto con margine caudale muscolo omerotricipite.	Dopo metà omero esile ventre carnososo che scorre parallelo a quest'osso. Verso terzo distale omero origine secondaria da muscolo tricipite brachiale rafforza ventre.	Fibre carnose su calami ultime remiganti terziarie e prime secondarie.
<i>Accipiter nisus</i>	Come <i>Accipiter gentilis</i> .	Come <i>Accipiter gentilis</i> .	Come <i>Accipiter gentilis</i> .
<i>Buteo buteo</i> (Canova <i>et al.</i> , 2015a)	Tendine filiforme da parte centrale corpo della scapola ed estremità prossimale corpo omero, tra inserzioni prossimali muscolo omerotricipite	Fibroso. Scorre in cute metapatagiale parallelo a muscolo tricipite brachiale. Esile fascetto fibroso fino verso articolazione gomito. No origine secondaria.	Si espande su penne attigue poi continua su margine caudale regione avambraccio inserendosi su varie remiganti secondarie.
<i>Falco sparverius</i> (Meyers, 1992a)	Tendine molto sottile da parte profonda regione ascellare.	Fibroso. Scorre parallelo a m. tricipite brachiale. A 3/4 omero origina ventre carnososo. Origine tendinea secondaria da superficie caudoventrale porzione distale omero	Ventre carnososo su secondarie più distali. Tendine secondario si sfiocca su fascia e dà origine ad alcuni ventri muscolari che si inseriscono sulle prime 3-4 remiganti secondarie prossimali.

Tabella 6.14 Comparazione tra le varie parti del muscolo espansore delle secondarie nelle specie esaminate ed i rapaci descritti in letteratura.

6.1.17 Muscolo brachiale

Questo muscolo è risultato ugualmente conformato in tutte le specie esaminate. E' un piatto ma ben sviluppato muscolo che presenta forma trapezoidale. Si localizza profondamente sul versante interno dell'articolazione del gomito e risulta visibile su entrambi i versanti dell'ala. Origina dalla fossa brachiale, in prossimità dell'estremità distale dell'omero e si porta sul margine caudale del corpo dell'ulna tra i due capi del muscolo flessore digitale profondo. Si estende per circa un quarto della lunghezza dell'ulna ed è interamente formato da fibre carnose. Il suo ventre copre la terminazione del muscolo bicipite brachiale.

Sia nel Gheppio americano (Meyers, 1992a) che nella Poiana eurasiatica (Canova *et al.*, 2015a) questo muscolo presenta la medesima conformazione.

Comparando i dati presenti in letteratura con i risultati di questo studio si ritiene che questo muscolo svolga le stesse funzioni già ipotizzate da Meyers (1992a e 1992b).

6.2 Interpretazione delle differenze evidenziate ed eventuali ipotesi funzionali

La comparazione realizzata nel sottocapitolo 6.1 dei dati raccolti durante il presente studio con quelli presenti in letteratura in altre specie aviarie ha evidenziato che, mentre alcuni muscoli non sembrano andare incontro a grandi modificazioni nei rapaci, altri invece presentano una grande eterogeneità. Nello specifico, alcune delle strutture che si sono dimostrate macroscopicamente simili tra le varie specie sono:

- parte metapatagiale m. dentato superficiale;
- m. scapolo-omerale craniale;
- parte toracica m. pettorale;
- parte addominale m. pettorale;
- m. sopracoracoideo;
- parte metapatagiale m. grande dorsale;
- parte maggiore m. deltoide;
- parte minore m. deltoide;
- ventri m. tricipite brachiale;
- ventre principale m. bicipite brachiale;
- m. brachiale

Al fine di agevolare la comprensione delle ipotetiche funzioni di questi capi muscolari si riportano nella tabella 6.15 le azioni ad oggi ipotizzate per le sopraccitate strutture.

Muscolo	Funzione
M. dentato superficiale parte metapatagiale	Assieme alla parte metapatagiale del m. grande dorsale tende la cute metapatagiale (Meyers, 1992a).
M. scapolo-omerale craniale	In base alla posizione potrebbe addurre e retrarre l'omero, ma similmente al m. deltoide minore sembra avere funzione posturale (Meyers, 1992a e 1992b).
M. pettorale parte toracica	E' il principale depressore dell'ala. Alcune sue fibre potrebbero permettere la protrazione e la retrazione dell'ala Meyers (1992a). La parte sternobrachiale decelera l'ala al termine dell'innalzamento dell'ala e la riaccelera all'inizio dell'abbassamento. Protrae e deprime inoltre l'omero. La parte toracobrachiale decelera e riaccelera l'ala. Ritrae e deprime inoltre l'omero (Dial, 1992a).
M. pettorale parte addominale	Probabilmente tende la cute della regione addominale laterale (Meyers, 1992a).

Continua da precedente

Muscolo	Funzione
M. sopracoracoideo	Eleva l'ala. La sua inserzione sul margine craniale dell'omero potrebbe inoltre permettere la rotazione dorsale del margine craniale dell'omero (Meyers, 1992a). Decelera l'ala al termine del suo abbassamento e la riaccelera all'inizio dell'innalzamento. Eleva inoltre l'omero (Dial, 1992a). Impartisce una rotazione all'omero che eleva rapidamente la parte distale dell'ala (Poore <i>et al.</i> , 1997).
M. grande dorsale parte metapatagiale	Assieme alla parte metapatagiale del m. dentato superficiale tende la cute metapatagiale (Meyers, 1992a).
M. deltoide parte maggiore	Eleva l'omero. Il capo caudale può probabilmente ritrarre anche l'omero (Meyers, 1992a). Assiste il m. sopracoracoideo nell'elevazione dell'ala (Dial, 1992a).
M. deltoide parte minore	In base alla posizione potrebbe elevare l'omero ma il contenuto di fibre toniche suggerisce una funzione posturale (Meyers, 1992a e 1992b).
M. scapolotricipite	Assieme al m. omerotricipite è un estensore dell'avambraccio (Meyers, 1992a). Stabilizza il gomito durante la transizione tra abbassamento ed innalzamento dell'ala (Dial, 1992a). Assieme al muscolo scapolotricipite stabilizza il gomito durante la fase finale dell'abbassamento dell'ala. Non estende o flette il polso durante il volo battuto livellato (Dial, 1992b). Mantiene l'estensione del gomito durante l'abbassamento dell'ala. Contribuisce all'elevazione dell'omero (Robertson e Biewener, 2012).
M. omerotricipite	Assieme al m. scapolotricipite è un estensore dell'avambraccio (Meyers, 1992a). Estende il gomito durante il volo a scendere. Assieme al m. bicipite brachiale stabilizza il gomito durante l'atterraggio, il decollo ed il volo a salire (Dial, 1992a). Non estende o flette il polso durante il volo battuto livellato (Dial, 1992b). Estende il gomito durante la transizione tra abbassamento ed innalzamento dell'ala (Robertson e Biewener, 2012).
M. bicipite brachiale	E' il principale flessore dell'avambraccio ma potrebbe essere in grado di protrarre l'omero in virtù della sua origine sul coracoide (Meyers, 1992a). Stabilizza il gomito assieme al m. omerotricipite durante l'abbassamento dell'ala. Potrebbe inoltre flettere l'avambraccio durante l'inizio dell'innalzamento dell'ala ma è coattivo con il m. scapolotricipite (Dial, 1992a). Assieme al muscolo scapolotricipite stabilizza il gomito durante la metà finale della fase di abbassamento dell'ala. Non estende o flette il polso durante il volo battuto livellato (Dial, 1992b). Stabilizza e flette il gomito durante l'abbassamento dell'ala (Robertson e Biewener, 2012).
M. brachiale	Ha un ruolo posturale e concorre a mantenere l'avambraccio flessa ad ala chiusa (Meyers, 1992a e 1992b).

Tabella 6.15 Funzioni ipotizzate per i vari capi muscolari nel Gheppio americano (Meyers, 1992a e 1992b), nel Piccione (Dial, 1992a e 1992b; Robertson e Biewener, 2012) e nel Piccione e nello Storno europeo (Poore *et al.*, 1997). Le ipotesi di Meyers (1992a) sono basate su dissezione, quelle di Meyers (1992b) su dissezione ed istochimica mentre quelle di Dial (1992a e 1992b) e Poore *et al.* (1997) su studi elettromiografici. Robertson e Biewener (2012) hanno invece considerato varie tecniche tra cui la combinazione di elettromiografia e sonomicrometria.

In ragione delle similitudini anatomiche riscontrate, si ritiene che le sopraccitate strutture non vadano incontro, nelle specie fino ad oggi esaminate, a particolare specializzazione. Pertanto, in linea con quanto precedentemente ipotizzato da altri autori (si veda tabella 6.15), si ritiene

che anche nelle specie studiate durante la presente ricerca queste strutture possano svolgere le medesime funzioni.

Per quanto concerne invece le rimanenti strutture muscolari, sulla base della comparazione dei dati derivanti dal presente studio con la letteratura esistente si è ritenuto che alcune strutture potessero avere funzione comune e si è quindi scelto di organizzarle nei seguenti tre gruppi: a) Muscoli che concorrono a stabilizzare l'ala rispetto al tronco e che assorbono le forze generate durante il volo; b) Muscoli con possibile ruolo nel controllo della rotazione dell'omero; c) Muscoli con possibile funzione propriocettiva.

6.2.1 Muscoli che concorrono a stabilizzare l'ala rispetto al tronco e che assorbono le forze generate durante il volo

Fanno parte di questo gruppo le seguenti strutture:

- m. romboide superficiale;
- m. romboide profondo;
- parti craniale e caudale del m. dentato superficiale;
- m. dentato profondo;
- parti craniale e caudale del m. grande dorsale.

Così come in precedenza proposto da Meyers (1992a), si ritiene che questi capi muscolari possano essere coinvolti nella stabilizzazione della spalla.

Al fine di meglio comprendere il ruolo delle strutture in questione si sono riassunte le funzioni ad oggi ipotizzate nella tabella 6.16.

Muscolo	Funzione
M. romboide superficiale	Mantiene costante la distanza tra scapola e colonna vertebrale. Contrasta inoltre la tendenza della scapola ad abdersi durante il volo.
M. romboide profondo	La sua localizzazione potrebbe consentirgli di forzare ventralmente la parte caudale della scapola o di opporsi allo spostamento dorsale di questa parte di osso. Potrebbe inoltre avere un ruolo nella respirazione.
M. dentato superficiale parte craniale	La sua localizzazione potrebbe consentirgli di forzare ventralmente la parte craniale della scapola e spingere le coste cranialmente Potrebbe inoltre avere un ruolo nella respirazione ma anche contribuire a stabilizzare l'articolazione della spalla.
M. dentato superficiale parte caudale	La sua localizzazione potrebbe consentirgli di forzare ventralmente la parte caudale della scapola o di opporsi allo spostamento dorsale di questa parte di osso. Potrebbe inoltre avere un ruolo nella respirazione.
M. dentato profondo	Potrebbe forzare ventralmente e cranialmente la parte caudale della scapola. Potrebbe inoltre avere un ruolo nella respirazione facendo muovere le coste.
M. grande dorsale parte craniale	La sua localizzazione potrebbe consentirgli di flettere la spalla ma in virtù del suo contenuto di fibre toniche potrebbe rivestire un ruolo posturale.
M. grande dorsale parte caudale	La sua localizzazione potrebbe consentirgli di flettere e retrarre la spalla.

Tabella 6.16 Funzioni ipotizzate per i vari capi muscolari nel Gheppio americano da Meyers (1992a e 1993).

Nel complesso però questo gruppo di muscoli ha mostrato un'alta variabilità legata all'origine, alla composizione ed alla conformazione dei vari capi muscolari, non solo tra le specie esaminate, ma anche rispetto a precedenti studi (Hudson e Lanzillotti, 1955; Berger, 1956; Jollie, 1977; Meyers, 1992a; Canova *et al.*, 2015a).

Tale variabilità si ritiene possa essere legata o ad una diversa conformazione dell'apparato scheletrico o al fatto che la maggior parte delle forze generate dall'ala si scarichi a livello del tronco. Performances di volo ed esigenze motorie differenti potrebbero quindi aver indotto un adattamento funzionale dei muscoli che stabilizzano l'ala rispetto al tronco e che assorbono le forze generate durante il volo.

Attualmente scarsissime informazioni sono disponibili in merito alla morfologia dell'apparato scheletrico nei rapaci (Jollie, 1977; Baumel *et al.*, 1993). Specifici studi dovranno essere condotti al fine di comprendere se la variabilità nell'origine di questi muscoli sia legata ad una diversa conformazione osteologica come, a mero titolo esplicativo, un numero di vertebre e relative coste differente tra le varie specie di rapaci.

Al fine, invece, di comprendere se le forze generate durante differenti tipi di volo possano indurre adattamento funzionale di questi muscoli, sarebbe opportuno esaminare la tipologia di fibre muscolari, nonché l'intensità e le geometrie delle forze che agiscono a questo livello. Tali dati potrebbero chiarire se, ad esempio, la maggiore presenza di fibre collagene nel muscolo romboide superficiale di *Astore* comune e *Sparviero* eurasiatico rappresenti un adattamento funzionale in animali che necessitano di elevata agilità. Il tipo di volo che queste specie attuano durante gli inseguimenti delle prede (Brichetti e Fracasso, 2003) potrebbe infatti richiedere muscoli in grado di sopportare maggiori tensioni rispetto a rapaci che cacciano sfruttando le correnti ascensionali, attuano lo “spirito santo” o che rimangono posati in attesa.

L'ottenimento di dati sul tipo di contrazione (isometrica o isotonica) di questi muscoli potrebbe aiutare a chiarire il loro ruolo. Sarebbe infatti interessante capire se e quali ventri muscolari svolgono un ruolo attivo nella produzione di movimento o piuttosto si contraggono in risposta ad una aumentata tensione al fine di stabilizzare la spalla.

Per quanto concerne lo studio delle geometrie dei vettori coinvolti, sarebbe interessante stimare per mezzo di sonomicrometria l'intensità delle forze che agiscono a livello delle varie inserzioni, così come già effettuato per i muscoli pettorale e sopracoracoideo da Biewener (2011). Questi dati andrebbero quindi coniugati con le diverse geometrie alari, ottenibili da studi come quello di Baier *et al.* (2013), i quali hanno ricostruito modelli osteologici tridimensionali computerizzati ottenuti grazie al metodo del “X-ray reconstruction of moving morphology” (www.xromm.org). Sarebbe quindi possibile calcolare la risultante dei vettori di forze che agiscono su ogni singolo capo. Dette ricerche potrebbero fornire spunti di riflessione in merito al vantaggio che la variazione della zona di inserzione di un determinato muscolo offrirebbe tra le varie specie.

6.2.2 Muscoli con possibile ruolo nel controllo della rotazione dell'omero

In questo gruppo sono stati inseriti i seguenti muscoli:

- m. scapolo-omerale caudale;
- m. sottoscapolare;
- m. sottocoracoideo;
- m. coracobrachiale caudale;

Al fine di chiarire la potenziale funzione di questi muscoli, si ritiene opportuno, prima di affrontare la discussione dell'intero gruppo, dissertare su precedenti studi (Meyers, 1992a; Wooley, 2000; Canova *et al.*, 2015b) condotti sul muscolo coracobrachiale caudale.

Grazie a studi macroscopici condotti sul Gheppio americano, Meyers (1992a) ipotizzò che questo muscolo abbassasse l'ala ed assistesse nell'adduzione dell'omero.

Un successivo studio condotto sul Piccione (Wooley, 2000) ha invece ipotizzato che questo muscolo possa svolgere un controllo della sovra-pronazione dell'ala. Grazie a studi elettromiografici ed analisi istochimiche delle fibre muscolari, Wooley (2000) ha evidenziato come sia la disposizione che la tipologia di fibre di questo muscolo potrebbero permettergli di effettuare rapide regolazioni del beccheggio durante la fase di abbassamento dell'ala evitando la sovra-rotazione dell'omero. Lo stesso autore introduce inoltre un'interessante ipotesi funzionale non precedentemente considerata ovvero la capacità di questo muscolo di correggere la rotazione dell'omero senza necessitare di un feedback neuronale.

Anche i dati derivanti da una precedente ricerca (Canova *et al.*, 2015b) sembrerebbero corroborare questa ipotesi. Questo recente studio compara la conformazione di questo muscolo in tre specie con voli molto diversi: l'Airone cenerino, la Poiana eurasiatica ed il Gheppio comune. E' stato interessante osservare come la conformazione di questo muscolo nei due rapaci esaminati non presentasse alta variabilità, mentre appariva

decisamente diversa nell’Airone cenerino. Tale difformità poteva essere giustificata considerando il fatto che l’Airone cenerino attua atterraggi pesanti, sottoponendo l’ala a intense forze rotazionali in ragione della sua massa, della sua superficie alare e delle zone di atterraggio spesso limitate.

Unendo però i dati del presente studio con quelli presenti in letteratura per altri rapaci, non si osserva un’alta variabilità legata a questo muscolo. La spiegazione di questa scarsa variazione potrebbe essere legata al fatto che, al fine di svolgere la funzione ipotizzata da Wooley (2000), il muscolo coracobrachiale caudale non necessita di forti specializzazioni nei rapaci poiché, pur effettuando voli differenti, queste specie potrebbero non necessitare di un diverso controllo della pronazione dell’ala.

E’ inoltre interessante notare come questo muscolo attraversi trasversalmente la regione della spalla, giacendo (ed inserendosi) in posizione ottimale per contrastare eventuali forze rotazionali.

Per quanto concerne, invece, le funzioni avanzate per gli altri muscoli racchiusi in questo gruppo, nella tabella 6.17 si può osservare come Dial (1992a) ipotizzò come il muscolo scapolo-omerale caudale fosse, tra le varie azioni, coinvolto nella rotazione dell’omero.

Muscolo	Funzione
M. scapolo-omerale caudale	Probabilmente retrae ed adduce l’omero (Meyers, 1992a). Produce la rotazione ventrale durante la metà finale della fase di abbassamento dell’ala, quando questa è totalmente estesa producendo spinta propulsiva. Ritrae inoltre l’omero durante il sollevamento dell’ala (Dial, 1992a).
M. sottoscapolare	E’ probabilmente un retrattore dell’omero ma potrebbe anche prostrarlo in funzione della posizione dell’osso (Meyers, 1992a).
M. sottocoracoideo	E’ un elevatore dell’ala. La sua inserzione sul margine craniale dell’omero potrebbe inoltre permettergli la rotazione dorsale del margine craniale di quest’osso (Meyers, 1992a).
M. coracobrachiale caudale	Probabilmente deprime l’ala ma potrebbe anche assistere nell’adduzione dell’omero (Meyers, 1992a). Previene la sovra-pronazione dell’omero quando l’ala è mantenuta orizzontale (Wooley, 2000).

Tabella 6.17 Funzioni ipotizzate per i vari muscoli nel Gheppio americano (Meyers, 1992a) e nel Piccione (Dial, 1992a; Wooley, 2000). Le ipotesi di Meyers (1992a) sono basate su dissezione, mentre quelle di Dial (1992a) su studi elettromiografici. Wooley (2000) ha ipotizzato la funzione del muscolo coracobrachiale caudale grazie ad elettromiografia ed istochimica.

Ad oggi però rimane da capire se la contrazione di questo muscolo avvenga al fine di attuare questa rotazione o in risposta ad essa. Meyers (1992a) non ha invece ipotizzato alcun ruolo di questo muscolo nella

rotazione dell'omero, ipotizzando però l'implicazione del muscolo sottocoracoideo nella rotazione dorsale di quest'osso.

Nella comparazione delle deduzioni di Meyers (1992a) con quelle di Dial (1992a) e Wooley (2000) si deve però tenere conto della diversa specificità delle ricerche condotte. E' infatti piuttosto evidente che la dissezione, da sola, non permetta di stabilire con certezza la funzione di un muscolo. Lo stesso Meyers in studi successivi (Meyers, 1997; Meyers e Mathias, 1997; Meyers e Stakebake, 2005) attuati grazie ad istochimica ed immunoistochimica, metodologie quindi più specifiche, ha osservato come in altre specie alcuni muscoli posseggano una popolazione mista di fibre veloci e lente. Dette indagini hanno permesso di avanzare altre ipotesi in merito alla funzione di alcuni muscoli e di revisionare funzioni precedentemente proposte.

In aggiunta, diversamente da quanto ipotizzato da Meyers (1992a), si ritengono questi muscoli troppo poco sviluppati per poter attuare un effettivo movimento, che potrebbe invece essere realizzato da altri muscoli a cui sono state riconosciute le medesime funzioni.

Pur essendo stato raggruppato all'inizio del sottocapitolo 6.2 tra i muscoli la cui funzione è stata identificata da precedenti studi, dissertazione a parte merita invece il muscolo sopracoracoideo. Questo muscolo è in primo luogo un elevatore dell'omero ma Poore *et al.* (1997) sostengono che impartisca una rotazione all'omero da cui deriva una rapida elevazione della parte distale dell'ala. Si ritiene pertanto che in ragione della duplice funzione meriti di essere collocato anche all'interno di questo gruppo.

In ultima analisi, i muscoli riuniti in questo gruppo sono in posizione favorevole ad un loro ruolo nel controllo della prono-supinazione dell'ala e nella stabilizzazione dell'articolazione della spalla. Inoltre, questi muscoli hanno mostrato una variabilità bassa o nulla, non solo tra le specie esaminate, ma anche rispetto ad altri rapaci descritti in letteratura (si veda tabella 6.17). Questa scarsa differenziazione potrebbe derivare dal fatto che queste strutture non vadano incontro a specializzazione nei rapaci per gli stessi motivi esposti durante la discussione del muscolo coracobrachiale

caudale, ovvero che le specie prese in esame, pur effettuando voli diversi, richiedono un controllo della rotazione dell'omero simile.

Essendo questa solo un'ipotesi si ritengono indispensabili futuri studi che determinino la curva tensione-lunghezza di questi muscoli, nonché indagini elettromiografiche che determinino i tempi di attivazione (timing) dei vari capi muscolari all'interno del ciclo di battito alare. Questi studi potrebbero fornire interessanti spunti di riflessione sull'azione svolta dai muscoli in questione, avvalorando un loro possibile ruolo nel controllo della prono-supinazione dell'ala.

6.2.3 Muscoli con possibile funzione propriocettiva

Si ritiene che possano avere un ruolo propriocettivo le seguenti strutture:

- m. coracobrachiale craniale;
- parte proapatagiale del m. pettorale
- parte proapatagiale del m. deltoide;
- lacerto fibroso scapolare m. deltoide;
- lacerti fibrosi m. tricipite brachiale;
- parte proapatagiale m. bicipite brachiale;
- m. espansore delle secondarie.

Si ritiene che i muscoli qui raggruppati, oltre a eventualmente svolgere le funzioni precedentemente ipotizzate, possano trovarsi in posizione favorevole al recepimento delle forze generate dall'apertura e dal ripiegamento dall'ala. In base a questa considerazione si ritengono indispensabili future indagini volte ad identificare e stimare numericamente la presenza di fusi neuromuscolari, organi muscolo-tendinei del Golgi ed eventuali propriocettori presenti a questo livello.

Precedenti studi (Palmieri, 1969; Maier e Eldred, 1971, Adal e Chew Cheng, 1980a; 1980b) hanno evidenziato che gli uccelli posseggono queste strutture a livello muscolare ed articolare sebbene non si sia mai riscontrata

la presenza di propriocettori a livello di lacerti fibrosi e strutture tendinee in questa classe.

Muscolo	Funzione
M. coracobrachiale craniale	Potrebbe protrarre l'omero (Meyers, 1992a).
M. pettorale parte propatagiale	La parte craniale probabilmente mantiene la tensione del margine craniale dell'ala ma potrebbe anche partecipare nella flessione ed estensione della mano (Meyers, 1992a).
M. deltoide parte propatagiale	La parte craniale è un elevatore dell'ala. La sua inserzione sul margine craniale dell'omero potrebbe anche permettere la rotazione dorsale del margine craniale dell'omero; la parte caudale è un flessore dell'avambraccio. In ragione della sua estensione ed inserzione sulla forcilla potrebbe anche essere in grado di protrarre l'omero (Meyers, 1992a). La parte propatagiale del m. deltoide potrebbe fornire la maggior parte del feedback sensoriale e permettere la regolazione fine dell'ala. Tende inoltre il margine craniale del propatagio (Dial, 1992a).
Lacerto fibroso scapolare m. deltoide	Limita i movimenti craniali dell'omero (Meyers, 1992a).
Lacerti fibrosi m. tricipite brachiale	Il lacerto fibroso scapolare è considerato in comune con il m. deltoide; il lacerto fibroso omerale è assente (Meyers, 1992a).
M. bicipite brachiale parte propatagiale	Nessuna funzione rinvenuta in letteratura.
M. espansore delle secondarie	E' coinvolto nei movimenti delle penne secondarie prossimali (Meyers, 1992a).

Tabella 6.18 Funzioni ipotizzate per le varie strutture nel Gheppio americano (Meyers, 1992a) e nel Piccione (Dial, 1992a; Wooley, 2000).

Si ritiene che i muscoli qui raggruppati, oltre a eventualmente svolgere le funzioni precedentemente ipotizzate, possano trovarsi in posizione favorevole al recepimento delle forze generate dall'apertura e dal ripiegamento dall'ala. In base a questa considerazione si ritengono indispensabili future indagini volte ad identificare e stimare numericamente la presenza di fusi neuromuscolari, organi muscolo-tendinei del Golgi ed eventuali propriocettori presenti a questo livello.

Precedenti studi (Palmieri, 1969; Maier e Eldred, 1971, Adal e Chew Cheng, 1980a; 1980b) hanno evidenziato che gli uccelli posseggono queste strutture a livello muscolare ed articolare sebbene non si sia mai riscontrata la presenza di propriocettori a livello di lacerti fibrosi e strutture tendinee in questa classe.

Inoltre, i suddetti studi sono stati condotti per mezzo di istologia classica mentre attualmente le indagini su questo tipo di strutture vengono

condotte per mezzo di studi di immunoistochimica (Peikert e May, 2014; Rein *et al.*, 2013 e 2014; Stecco *et al.*, 2007). Un più recente studio immunoistochimico condotto sull'uomo ha altresì evidenziato la presenza di propriocettori nella fascia e nei lacerti fibrosi dell'arto toracico (Stecco *et al.*, 2007).

Riguardo il muscolo coracobrachiale craniale, si concorda con le osservazioni di Meyers (1992) secondo cui si trova in posizione ottimale alla protrazione dell'omero ma si ritiene questo muscolo troppo piccolo per poter attuare questo movimento autonomamente. Non di meno la sua posizione è sì ottimale alla protrazione dell'omero, ma potrebbe anche essere ideale al recepimento della tendenza dell'ala ad arretrare caudalmente per effetto dell'attrito. Si rendono quindi indispensabili futuri studi che stimino la presenza e la densità di recettori nervosi all'interno di questo muscolo giacché l'arretramento dell'ala induce uno stiramento del ventre che se opportunamente trasdotto a livello nervoso potrebbe intervenire nella gestione della posizione dell'ala durante il volo.

Qualora, invece, i dati eventualmente emersi sulle strutture nervose non sostengano questa ipotesi, si ritiene che la funzione di questo muscolo possa essere quella di assistere attivamente la parte sternobrachiale del muscolo pettorale nella protrazione dell'omero e di limitare cranialmente i movimenti della testa dell'omero. Quest'ultima funzione sarebbe tra l'altro compatibile con la presenza di una maggiore componente fibrosa nell'Astore comune in quanto la componente collagene, fornendo una maggiore tensione passiva al muscolo, offrirebbe una maggiore contenzione della spalla in una specie che attua un volo molto agile caratterizzato da repentini cambi di direzione.

Oltre agli studi già proposti volti a comprendere un eventuale ruolo propriocettivo, sarebbe infine interessante studiare la tempistica di attivazione (timing) delle parti propatagiali dei muscoli deltoide e pettorale. Qualora si evidenziasse che queste due strutture attuano una contrazione indipendente, a fronte della separazione dei loro tendini all'interno del propatagio, si potrebbe ipotizzare un loro coinvolgimento nella pronosupinazione dell'ala.

7. Conclusioni

La comparazione dei dati raccolti durante questo studio con quelli presenti in letteratura in altre specie aviarie ha evidenziato che, mentre alcuni muscoli non sembrano andare incontro a grandi modificazioni nei rapaci, altri invece presentano una grande eterogeneità. In particolare, per la parte metapatagiale del m. dentato superficiale, il m. scapolo-omerale craniale, la parte toracica del m. pettorale, la parte addominale del m. pettorale, il m. sopracoracoideo, la parte metapatagiale del m. grande dorsale, la parte maggiore del m. deltoide, la parte minore m. deltoide, i ventri m. tricipite brachiale, il ventre principale del m. bicipite brachiale ed il m. brachiale, anche nelle specie studiate, è ipotizzabile che possano svolgere le medesime funzioni proposte da precedenti Autori (Meyers, 1992 e 1996; Dial, 1992a e 1992b; Robertson e Biewener, 2012).

In virtù delle caratteristiche dei capi muscolari, si sono raggruppate le rimanenti strutture in tre gruppi in base a ipotetiche funzioni comuni. Nello specifico, i muscoli accomunati dalla loro disposizione dal tronco alla spalla ed al braccio hanno mostrato un'alta variabilità legata al punto di origine, alla composizione ed alla conformazione dei vari capi muscolari, non solo tra le specie esaminate, ma anche rispetto a precedenti studi. Tale variabilità si ritiene possa essere legata ad una diversa conformazione dell'apparato scheletrico o al fatto che la maggior parte delle forze generate dall'ala si scarichi a livello del tronco. Performances di volo ed esigenze motorie differenti potrebbero quindi avere indotto un adattamento funzionale dei muscoli che stabilizzano l'ala rispetto al tronco e che assorbono le forze generate durante il volo.

In aggiunta, i risultati ottenuti sembrano suggerire che i muscoli scapolo-omerale caudale, sottoscapolare, sottocoracoideo, così come già in passato ipotizzato per il muscolo coracobrachiale caudale, possano svolgere un ruolo nel controllo della rotazione dell'omero.

Si ritiene, inoltre, che il muscolo coracobrachiale craniale, la parte propatagiale del muscolo pettorale, la parte propatagiale del muscolo deltoide, il lacerto fibroso scapolare del muscolo deltoide, i lacerti fibrosi

del muscolo tricipite brachiale, la parte propatagiale del muscolo bicipite brachiale ed il muscolo espansore delle secondarie possano essere coinvolti nella propriocezione in ragione della loro posizione favorevole a cogliere tensioni e forze generate a livello dell'ala.

Le suddette ipotesi funzionali dovranno in futuro essere confermate da studi che, ad esempio, stabiliscano la presenza e la quantità di fibre isometriche o isotoniche all'interno dei diversi muscoli o da indagini elettromiografiche che determinino i tempi di attivazione (timing) dei vari capi muscolari all'interno del ciclo di battito alare. Nondimeno, specifici studi osteologici dovranno essere condotti al fine di comprendere se la variabilità nell'origine dei muscoli che si estendono dal tronco alla spalla ed al braccio possa essere legata ad una diversa conformazione osteologica come, a mero titolo esplicativo, un numero di vertebre e relative coste differente tra le varie specie di rapaci. Al fine, invece, di comprendere se le forze generate durante differenti tipi di volo possano indurre adattamento funzionale di questi muscoli, ritiene potrà essere opportuno esaminare l'intensità e le geometrie delle forze che agiscono a questo livello e combinare questi dati con la tipologia di fibre muscolari che compongono questi muscoli. Ancora, le strutture delle quali si ipotizza un coinvolgimento propriocettivo andranno esaminate con l'ausilio di tecniche di immunoistochimica per la ricerca di recettori nervosi.

In conclusione, il presente studio ha evidenziato, nei muscoli esaminati, alcune similitudini e molteplici peculiarità anatomiche non precedentemente segnalate in letteratura. Inoltre, in virtù delle caratteristiche dei diversi muscoli, si è potuto raggruppare questi ultimi in base a possibili funzioni comuni. Un focalizzato ed approfondito studio delle suddette strutture in un contesto comune potrebbe chiarire il ruolo di queste ultime nel volo e giustificare una loro eventuale differenziazione.

Si ritiene che questo studio macroscopico possa rappresentare un punto di partenza per futuri studi microscopici o elettrofisiologici, a dimostrazione dell'importanza della dissezione quale primo strumento di indagine.

Bibliografia

- Adal M.N. e Chew Cheng S.B.**, 1980a. The number, distribution and density of muscle spindles in two wing muscles of the domestic duck. *J. Anat.* 131, 541-548.
- Adal M.N. e Chew Cheng S.B.**, 1980b. The sensory ending of duck muscle spindles. *J. Anat.* 131, 657-668.
- Avibase** -The world bird database) <http://avibase.bsc-eoc.org>
- Baier D.B, Gatesy S.M., Dial K.P.**, 2013. Three-dimensional, high-resolution skeletal kinematics of the avian wing and shoulder during ascending flapping flight and uphill flap-running. *Plos One* DOI: 10.1371/journal.pone.0063982.
- Baumel J.J., King A.S., Lucacs A.M., Breazile J.E., Evans H.E.**, 1979. *Nomina Anatomica Avium*. Academic Press, London.
- Baumel J.J., King A.S., Breazile J.E., Evans H.E., Vanden Berge J.C.**, 1993. *Handbook of avian anatomy: Nomina Anatomica Avium*, 2nd edition. Nuttall Ornithological Club, Cambridge.
- Berger A.J.**, 1956. The appendicular myology of the pygmy falcon (*Polihierax semitorquatus*). *Am. Midl. Nat.* 55:326–333.
- Biewener A.A.**, 2011. Muscle function in avian flight: achieving power and control. *Phil. Trans. R. Soc. B* 366:1496-1506.
- Brichetti P., Fracasso G.**, 2003. *Ornitologia italiana*. Vol. 1 - Gaviidae-Falconidae. Alberto Perdisa Editore, Bologna.
- Brown R.E., Baumel J.J., Klemm R.D.**, 1994. Anatomy of the propatagium: the great horned owl (*Bubo virginianus*). *J. Morph* 219:205-224.

- Canova M., Clavenzani P., Bombardi C., Mazzoni M., Bedoni C., Grandis A.,** 2015a. Anatomy of the shoulder and arm musculature of the common buzzard (*Buteo buteo* Linnaeus, 1758) and the European honey buzzard (*Pernis apivorus* Linnaeus, 1758). Zoomorphology DOI 10.1007/s00435-014-0252-5.
- Canova M., Bedoni C., Harper H., Barazzoni A.M., De Faveri A., Grandis A.,** 2015b. Anatomical differences in three wing muscles of the Grey grey heron (*Ardea cinerea*), the Common buzzard (*Buteo buteo*) and the Common kestrel (*Falco tinnunculus*): a possible functional interpretation. RIO. *In press*.
- Clements J.F., Schulenberg T.S., Iliff M.J., Sullivan B.L., Wood C.L., Roberson D.,** 2013. The eBird/Clements checklist of birds of the world: Version 6.8. Downloaded from <http://www.birds.cornell.edu/clementschecklist/download/>. Accessed 28, June 2014.
- Corvidae E.L., Bierregaard R.O., Peters S.E.,** 2006. Comparison of wing morphology in three birds of prey: correlations with differences in flight behaviour. *J Morph* 267:612–622.
- Dial K.P, Goslow G.E. Jr, Farish A.J. Jr,** 1991. The functional anatomy of the shoulder in the European starling (*Sturnus vulgaris*). *J. Morph.* 207:327-344.
- Dial K.P.,** 1992a. Activity patterns of the wing muscles of the pigeon (*Columba livia*) during different modes of flight. *J. Exp. Zool.* 262:357-373.
- Dial K.P.,** 1992b. Avian forelimb muscles and nonsteady flight: can birds fly without using the muscles in their wings? *Auk* 109:874-885.
- Fisher H.I.,** 1946. Adaptations and comparative anatomy of the locomotor apparatus of New World Vulture. *Am. Midl. Nat.* 35: 545-727.

- Forsman D.**, 2003. The raptors of Europe and the Middle East. Christopher Helm, London.
- George J.C., Berger A.J.**, 1966. Avian myology. Academic Press, New York.
- Getty R.**, 1982. Anatomia degli animali domestici di Sisson e Grossman, Vol. II. Piccin Editore, Padova.
- Hudson G.E., Lanzillotti P.J.**, 1955. Gross anatomy of the wing muscles in the Family Corvidae. Am. Midl. Nat. 53: 1-44.
- ITIS** (Integrated Taxonomic Information System on-line database)
<http://www.itis.gov>
- Jollie M.**, 1977. A contribution to the morphology and phylogeny of the falconiformes. Evol. Theory 2:115–300.
- Maier A., Eldred E.**, 1971. Comparisons in the structure of avian muscle spindles. J. Comp. Neur. 143:25-40.
- Meyers R.A.**, 1992. Morphology of the shoulder musculature of the American kestrel, *Falco sparverius* (Aves), with implication for gliding flight. Zoomorphology 112: 91-103.
- Meyers R.A.**, 1996. Morphology of the antebrachial musculature of the American kestrel, *Falco sparverius* (Aves). Ann Anat 178:49–60.
- Meyers R.**, 1997. Anatomy and histochemistry of spread-wing posture in birds 1. Wing drying posture in the Double-crested Cormorant, *Phalacrocorax auritus*. J. Morph. 233:67-76.
- Meyers R., Mathias E.**, 1997. Anatomy and histochemistry of spread-wing posture in birds 2. Gliding flight in the California gull, *Larus californicus*: a paradox of fast fibers and posture. J. Morph. 233:237-247.
- Meyers R., Stakebake E.F.**, 2005. Anatomy and histochemistry of spread-wing posture in birds 3. Immunohistochemistry of flight muscles and the “shoulder lock” in Albatrosses. J. Morph. 263:12-29.

- Nair K.K.**, 1954. A comparison of the muscles in the forearm of a flapping and soaring bird. *J Anim Morph Physiol* 1:26–34.
- Nickel R.**, 1977. *Anatomy of the domestic birds*. Verlag Paul Parey, Berlin and Hamburg.
- Palmieri G.**, 1969. Espansioni nervosa sensitive nelle articolazioni di anitra e pollo. *Riv. Biol.* 62, 329-350.
- Peikert K., May C.A.**, 2014. Muscle spindles in the human bulbospongiosus and ischiocavernosus muscles. *Muscle Nerve* DOI: 10.1002/mus.24500.
- Pennycuick C.**, 2008. *Modelling the flying bird*, 1st edn. Academic Press, New York.
- Peters S.E., Dobbins C.S.**, 2012. A comparative study of the mechanics of the pectoralis muscle of the red-tailed hawk and the barred owl. *J. Morph.* 273:312–323.
- Poore S.O., Ashcroft A., Sánchez-Haiman A., Goslow Jr G.E.**, 1997. The contractile properties of the M. supracoracoideus in the Pigeon and Starling: a case for long-axis rotation of the humerus. *J. Exp. Biol.* 200: 2987-3002.
- Rein S., Hagert E., Hanisch U., Lwowski S., Fieguth A., Zwipp H.**, 2013. Immunohistochemical analysis of sensory nerve endings in ankle ligaments: a cadaver study. *Cells Tissues Organs* 197:64-76.
- Rein S., Manthey S., Zwipp H., Witt A.**, 2014. Distribution of sensory nerve endings around the human sinus tarsi: a cadaver study. *J. Anat.* 224, 499-508.
- Robertson A.M.B., Biewener A.A.**, 2012. Muscle function during takeoff and landing flight in the Pigeon (*Columba livia*). *J Exp Biol* 215:4104-4114.
- Shufeldt R.W.**, 1890. *The myology of the raven (Corvus corax sinuatus)*. A guide to the study of the muscular system in birds. Macmillan & Co., London.

- Stecco C., Gagey O., Belloni A., Pozzuoli A., Porzionato A., Macchi V., Aldegheri R., De Caro R., Delmas V., 2007.** Anatomy of the deep fascia of the upper limb. Second part: study of innervation. *Morphologie* 91: 38-43.
- Stegmann V.B., 1964.** Die funktionelle bedeutung des schlüsselbeines bei den Vögeln. *J. Ornithol.* 105: 450-463.
- Swinebroad J., 1954.** A comparative study of the wing myology of certain passerines. *Am Midl Nat* 51:488–514.
- Vanden Berge J.C., 1970.** A comparative study of the appendicular musculature of the order ciconiiformes. *Am Midl Nat* 84:289–364.
- Videler J.J., 2005.** Avian flight. Oxford University Press, London.
- Wooley J.D., 2000.** The functional morphology of the avian flight muscle *M. coracobrachialis posterior*. *J. Exp. Biol.* 203:1767– 1776.

Figure

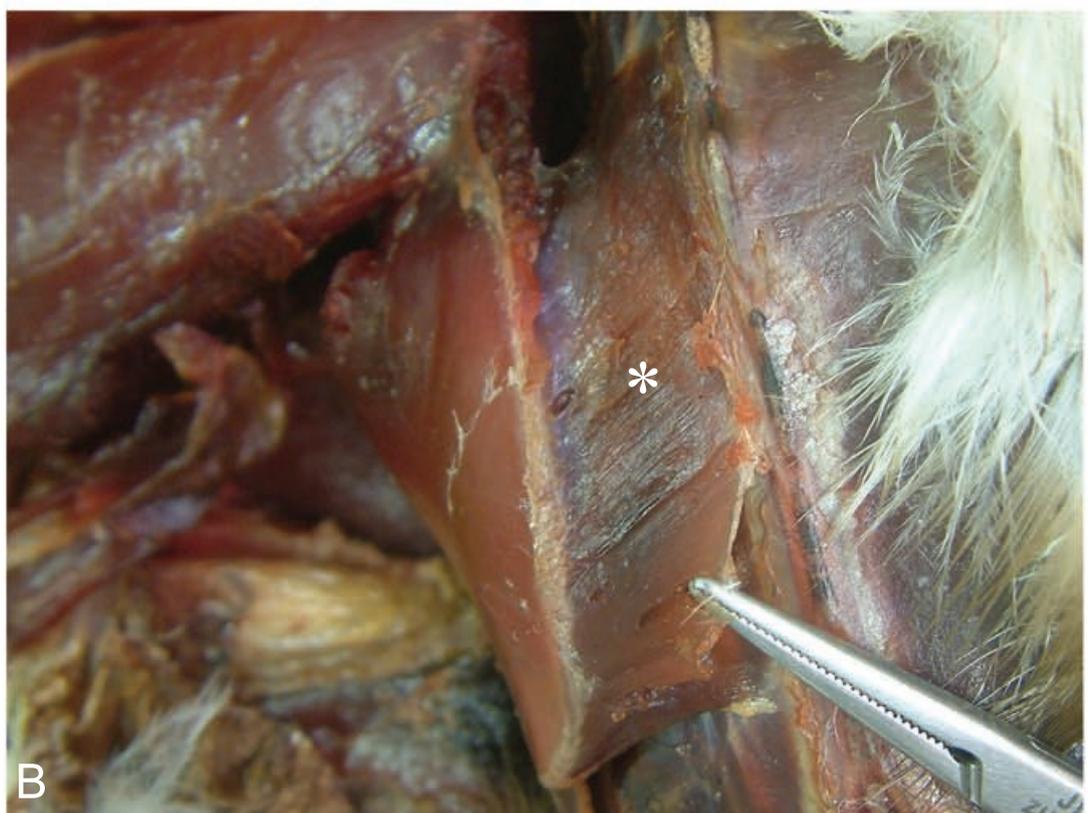


Figura 1 - Veduta dorsale dei muscoli superficiali della regione della spalla di Falco pecchiaiolo (*Pernis apivorus*). A) Muscolo romboide superficiale (asterisco) che si estende dalla colonna vertebrale alla scapola. B) Muscolo romboide profondo (asterisco). Questo muscolo presenta le medesime zone di inserzione del muscolo romboide superficiale ma giace profondamente ed in intima associazione ad esso.

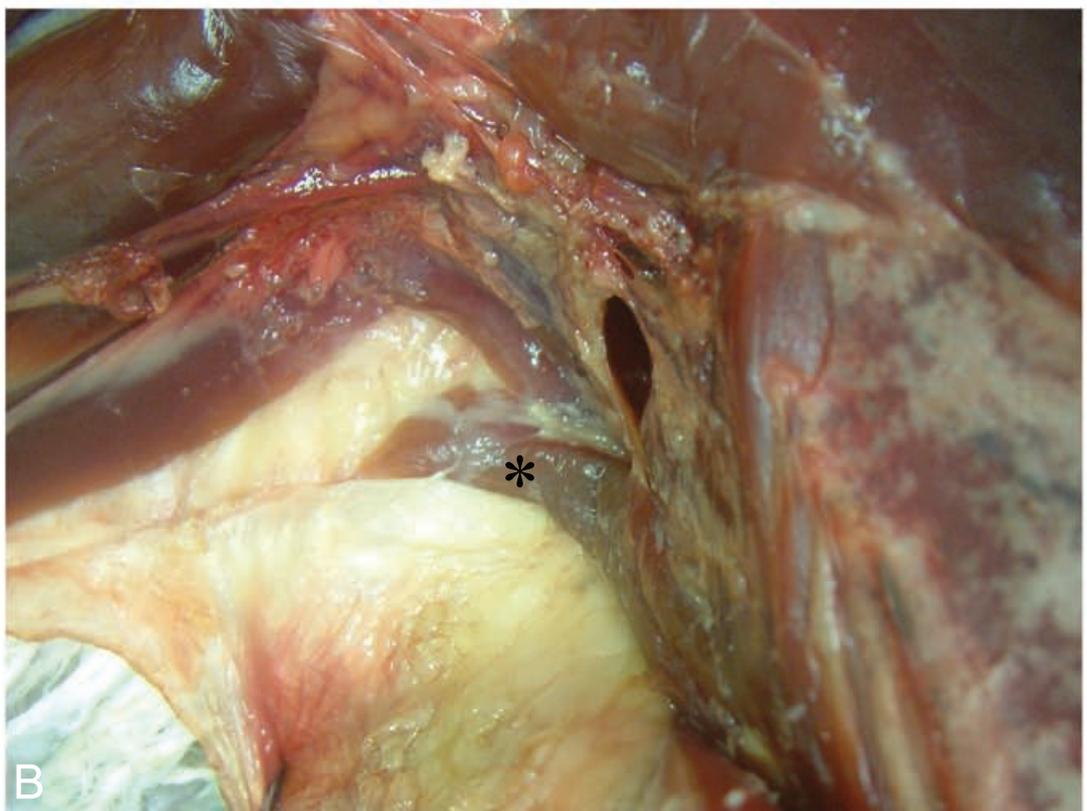


Figura 2 - A) Veduta laterale dei muscoli superficiali della regione della spalla di Falco pecchiaiolo (*Pernis apivorus*). Parti craniale (asterisco bianco) e caudale (asterisco nero) del muscolo dentato superficiale che si estende dal tronco alla scapola. B) Veduta ventrolaterale dei muscoli superficiali della regione della spalla di Falco pecchiaiolo (*Pernis apivorus*). Parte metapatagiale del muscolo dentato superficiale (asterisco).

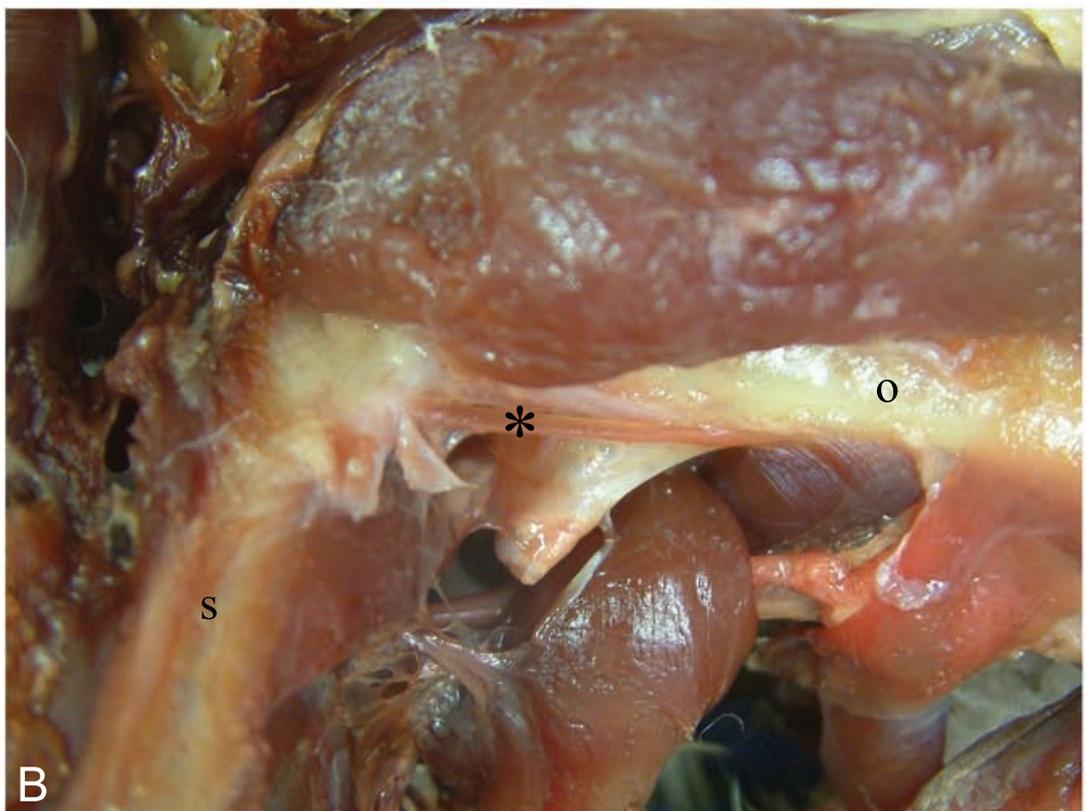


Figura 3 - A) Veduta dorsolaterale dei muscoli profondi della regione della spalla di Falco pecchiaiolo (*Pernis apivorus*). Muscolo dentato profondo (asterisco) che si estende dalle coste più craniali alla scapola. B) Veduta dorsale dei muscoli profondi della regione della spalla di Falco pecchiaiolo (*Pernis apivorus*). Muscolo scapolo-omerale craniale (asterisco) situato tra la parte craniale della scapola e l'estremità prossimale dell'omero, in prossimità dell'articolazione scapolo-omerale. o: omero; s: scapola.

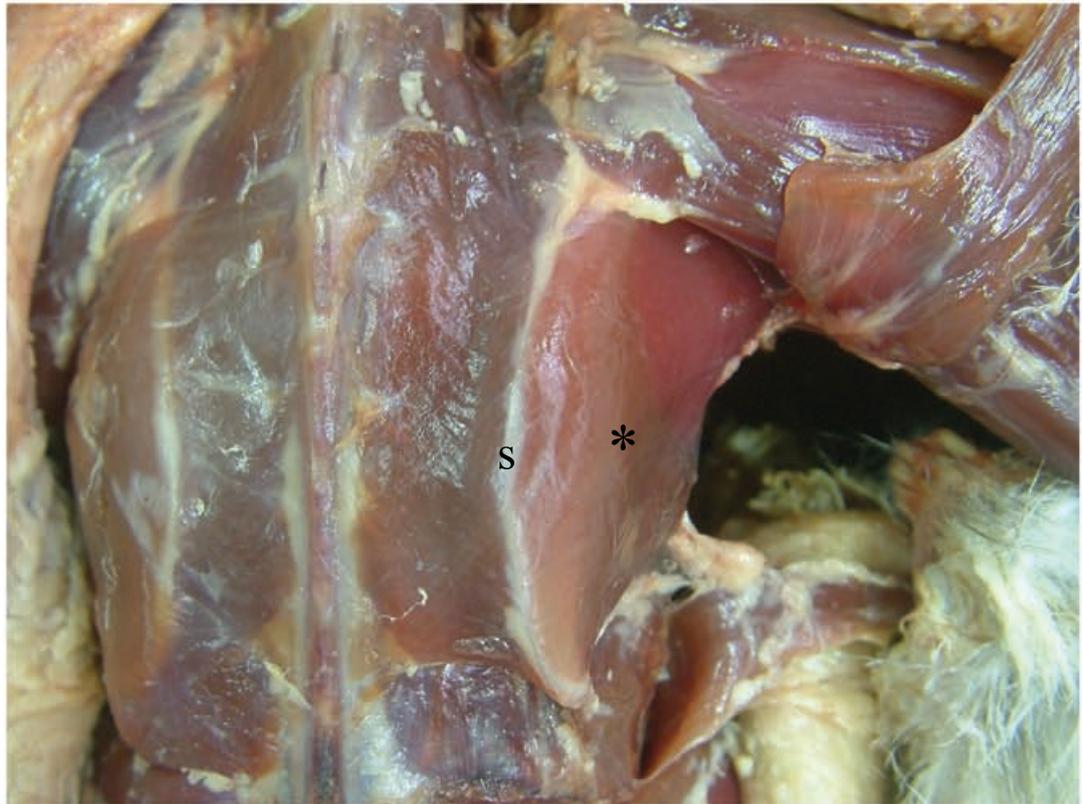


Figura 4 - Veduta dorsolaterale dei muscoli della regione della spalla di Falco pecchiaiolo (*Pernis apivorus*). Muscolo scapolo-omeroale caudale (asterisco). Questo muscolo si estende dalla scapola all'omero. Origina mediante fibre carnose dalla faccia laterale e dal margine dorsale del corpo della scapola prendendo rapporto con l'inserzione del muscolo dentato superficiale a livello dell'estremità caudale della scapola. Termina per mezzo di fibre carnose avvolte da avvolte da fibre tendinee nella fossa pneumotricipitale, tra i capi del muscolo omerotricipite. s: scapola.

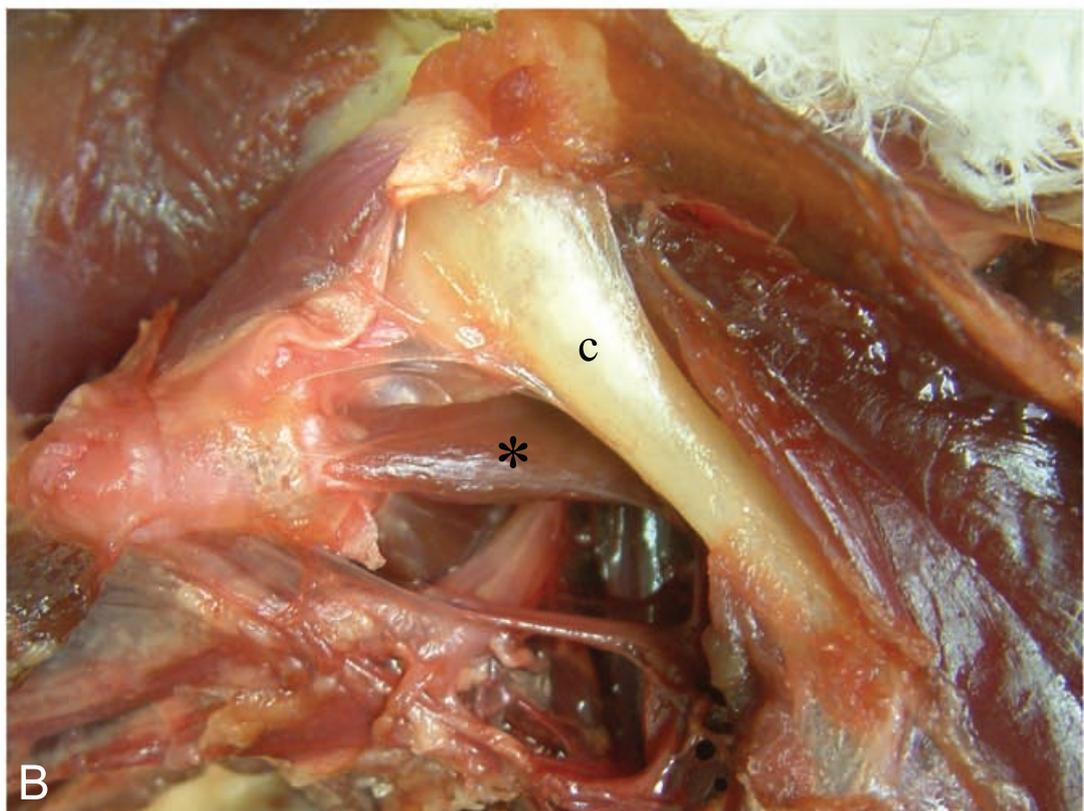


Figura 5 - A) Veduta dorsolaterale dei muscoli profondi della regione della spalla di Falco pecchiaiolo (*Pernis apivorus*). Muscolo sottoscapolare (asterisco). B) Veduta ventrale dei muscoli profondi della regione della spalla di Falco pecchiaiolo (*Pernis apivorus*). Muscolo sottocoracoideo (asterisco). Si notino i due capi, ventrale e dorsale, che corrono a stretto contatto. c: coracoide; s: scapola.

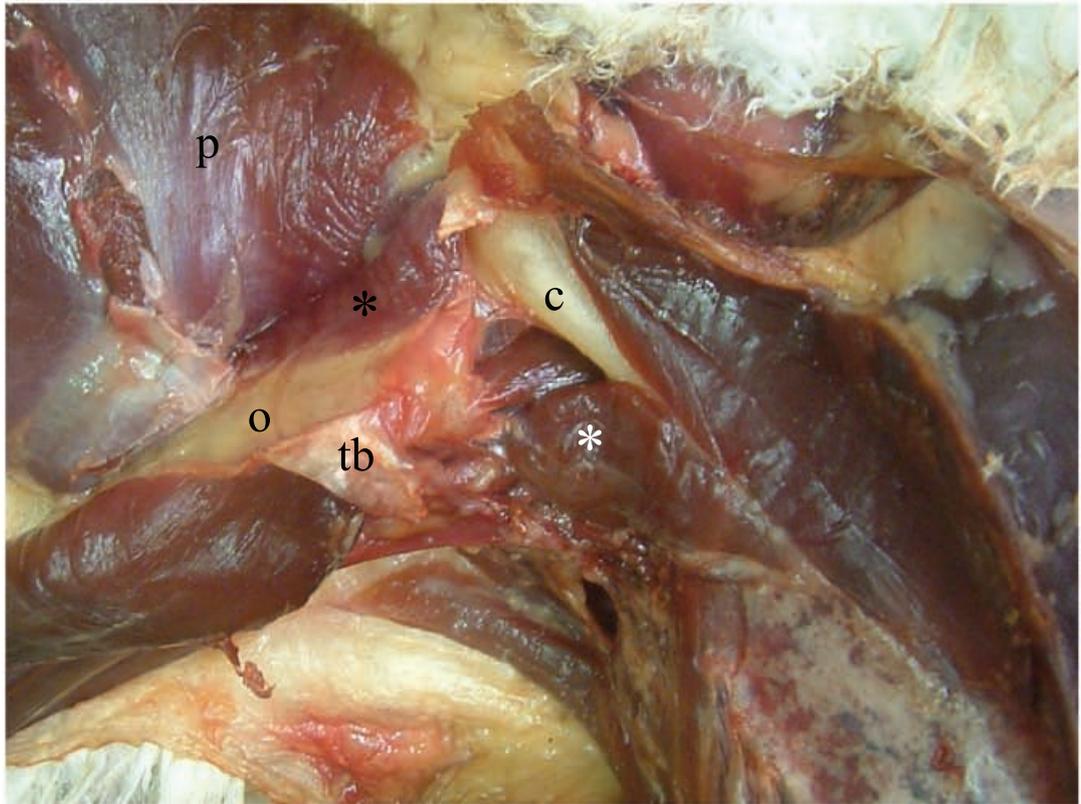


Figura 6 - Veduta ventrale dei muscoli profondi della regione della spalla di Falco pecchiaiolo (*Pernis apivorus*). Muscolo coracobrachiale craniale (asterisco nero) dopo parziale asportazione del muscolo pettorale (p) e del tendine prossimale del muscolo bicipite brachiale (tb) . E' inoltre visibile il muscolo coracobrachiale caudale (asterisco bianco). Si noti come il capo mediale di questo muscolo risulti più sviluppato rispetto al laterale. c: coracoide; o: omero.

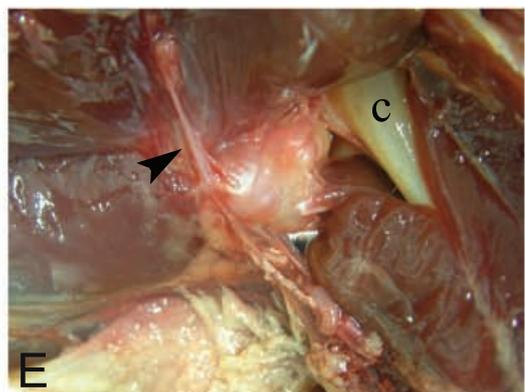
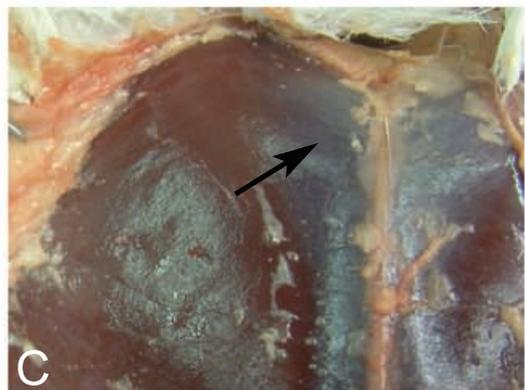
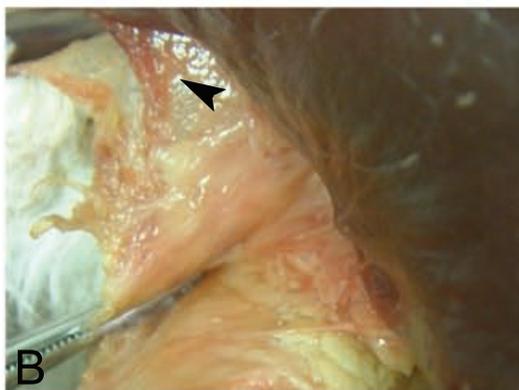


Figura 7 - Veduta ventrale dei muscoli superficiali della regione della spalla di Falco pecchiaiolo (*Pernis apivorus*). A) Parte toracica del muscolo pettorale (asterisco). B) Particolare della parte addominale del muscolo pettorale (testa di freccia). C) Particolare del ventre muscolare in prossimità della sindesmosi clavicolare (freccia). D) Particolare dell'inserzione costale del muscolo (freccia). E) Briglia (testa di freccia) che connette il muscolo pettorale al muscolo bicipite brachiale. c: coracoide; st: sterno.

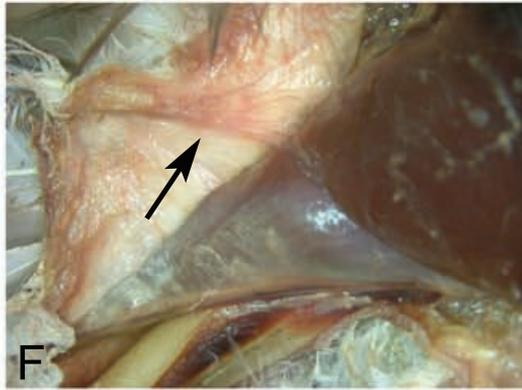


Figura 7 - Continua da precedente

F) Particolare dell'origine della parte addominale del muscolo pettorale (freccia). G) Parte propatagiale del muscolo pettorale (asterisco). H) Terminazione del legamento del propatagio sull'osso radiale del carpo (freccia) e sull'estremità prossimale del carpometacarpo (testa di freccia).

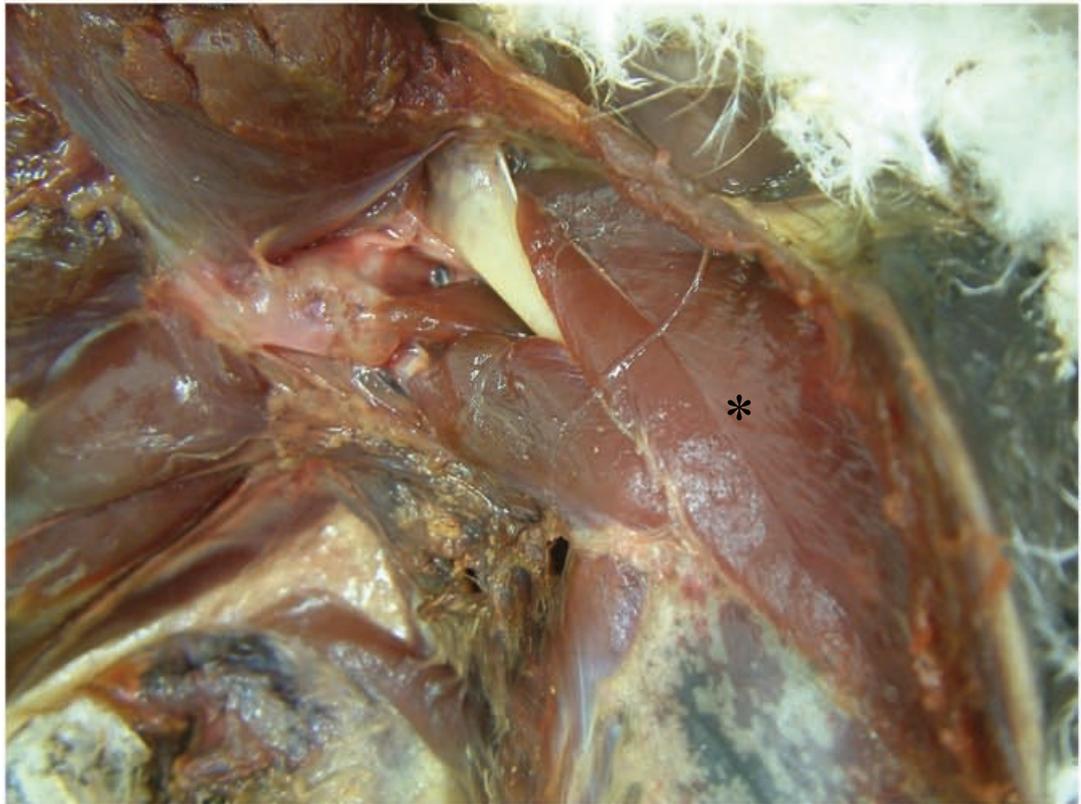


Figura 8 - Veduta ventrale dei muscoli profondi della regione della spalla di Falco pecchiaiolo (*Pernis apivorus*). Muscolo sopracoracoideo (asterisco). E' un muscolo lungo e di aspetto bipennato. Origina mediante fibre carnose dalla metà craniale della carena dello sterno per poi impegnare il canale triosseo e terminare per mezzo di un brevissimo tendine appiattito che si inserisce sull'estremità prossimale della cresta delto-pettorale, coperto dalla parte minore del muscolo deltoide.

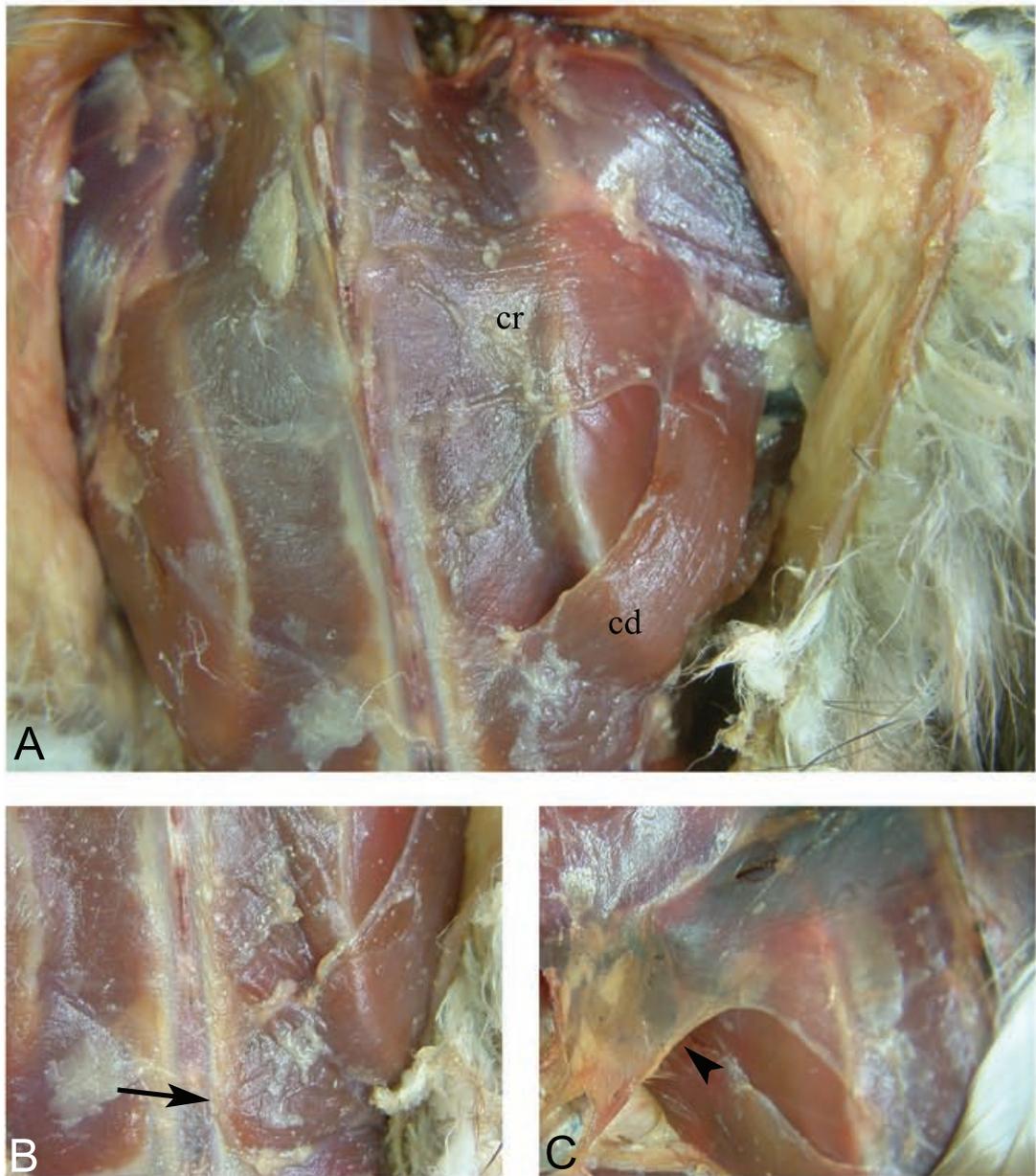


Figura 9 - Veduta dorsale dei muscoli superficiali della regione della spalla di Falco pecchiaiolo (*Pernis apivorus*). A) Muscolo grande dorsale distinto in capo craniale (cr) e capo caudale (cd). B) Particolare dell'inserzione prossimale del capo caudale del muscolo (freccia) che avviene per mezzo di fibre carnose. C) Parte metapatagiale del muscolo (testa di freccia) rappresentata da un esilissimo fascetto.

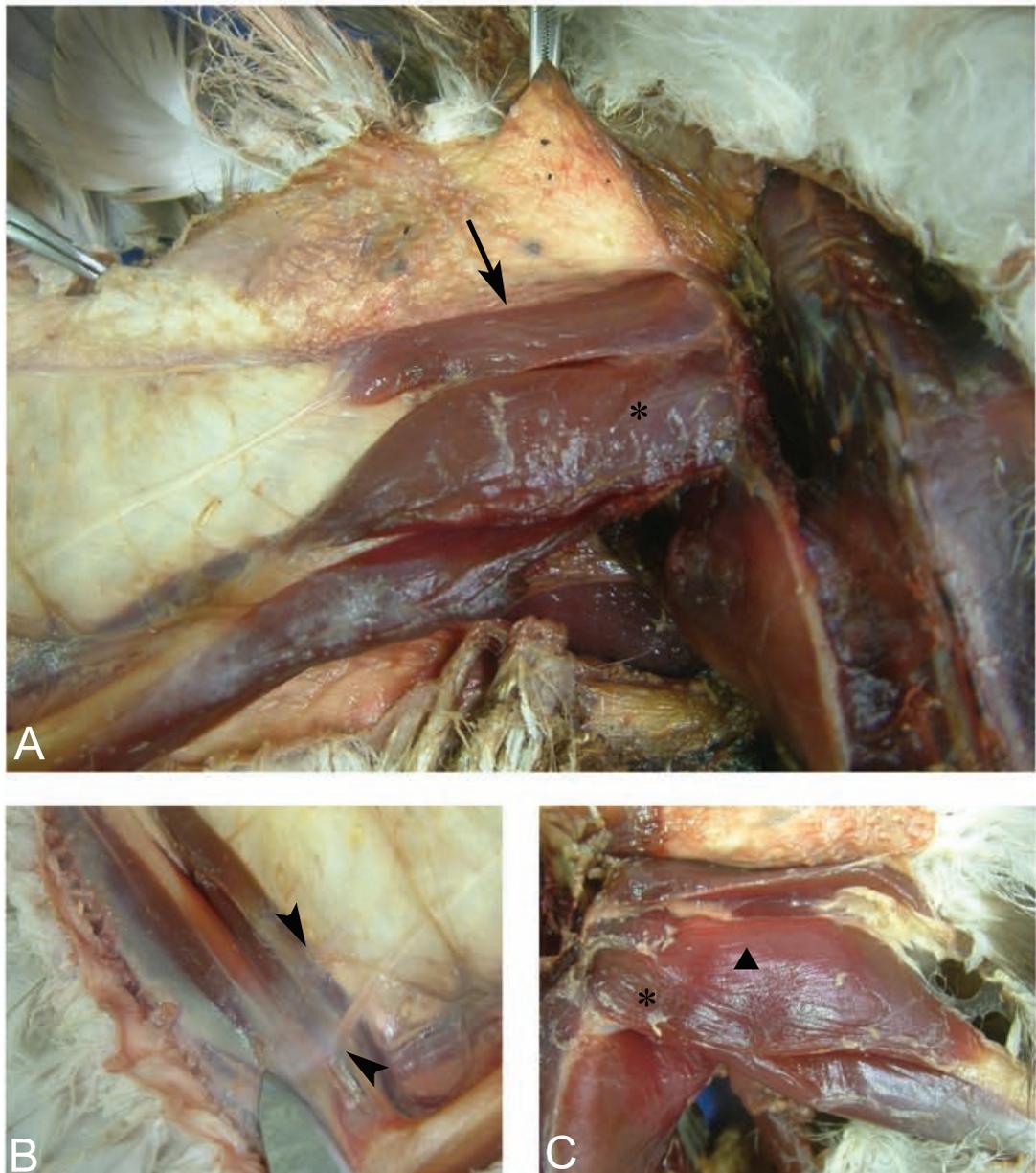


Figura 10 - Veduta dorsale dei muscoli superficiali della regione della spalla di Falco pecchiaiolo (*Pernis apivorus*). A) Muscolo deltoide formato da una parte propatagiale (freccia) ed una maggiore (asterisco). B) La terminazione della parte propatagiale caudale avviene mediante una biforcazione tendinea (teste di freccia). C) La parte maggiore presenta un capo craniale (triangolo) ed uno caudale (asterisco).

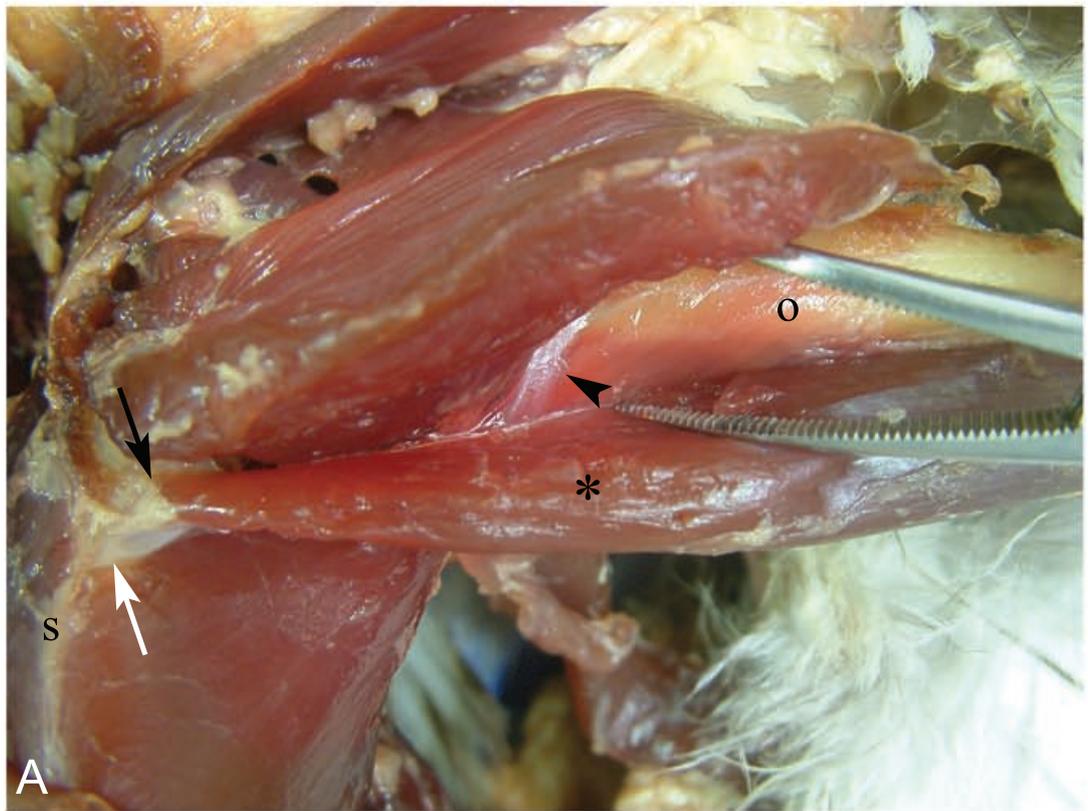


Figura 11 - A) Veduta dorsale dei muscoli della spalla e del braccio di Falco pecchiaiolo (*Pernis apivorus*). Muscolo scapolotricipite (asterisco). E' possibile osservare le inserzioni prossimali sulla scapola (freccia nera) e sull'omero (testa di freccia). La freccia bianca indica il lacerto fibroso scapolare. B) Veduta ventrale del muscolo omerotricipite (asterisco). c: coracoide; o: omero; s: scapola.

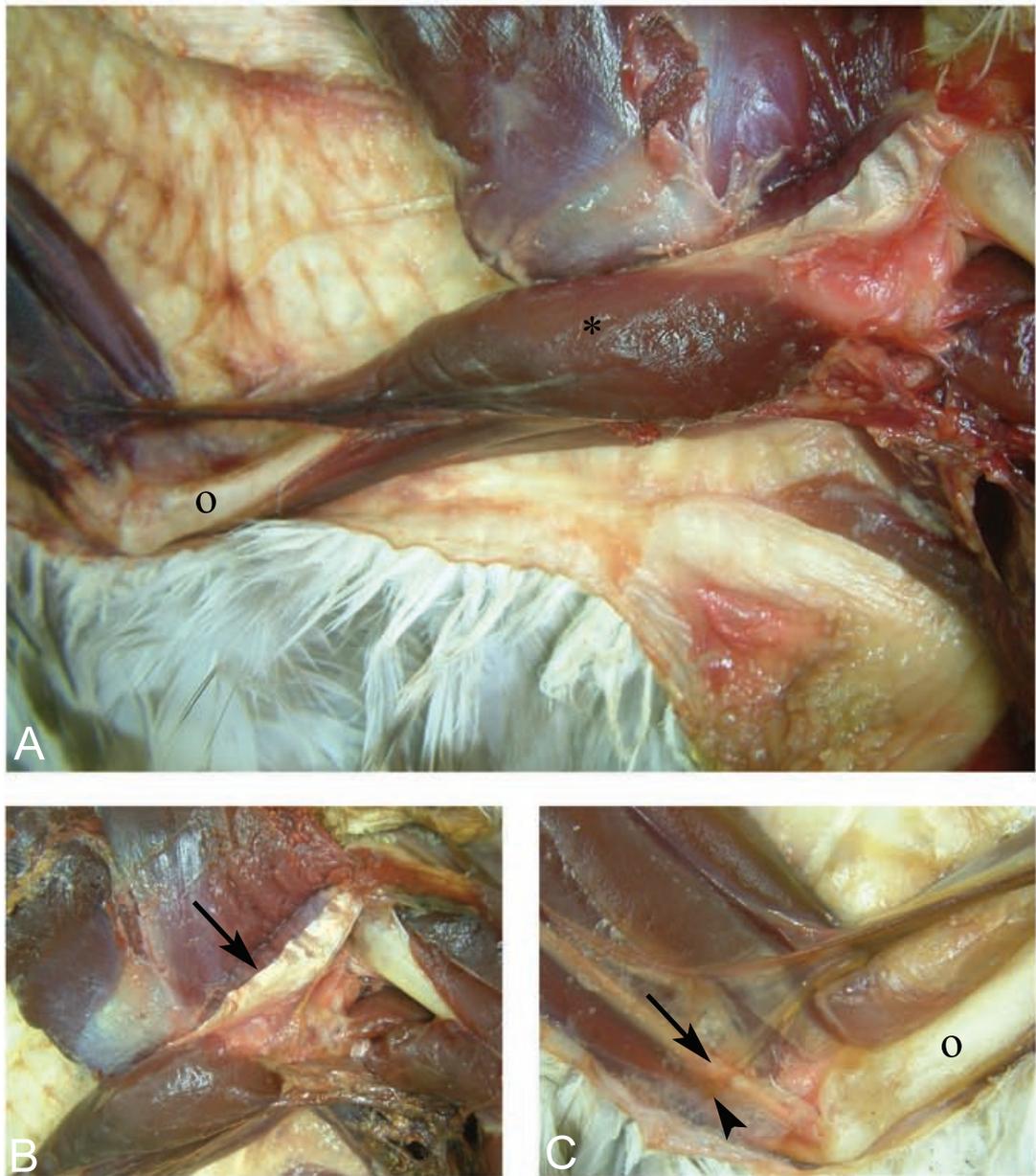


Figura 12 - Veduta ventrale dei muscoli della regione del braccio di Falco pecchiaiolo (*Pernis apivorus*). A) Muscolo bicipite brachiale (asterisco). Si noti il robusto tendine di origine a cui fa seguito un ben sviluppato ventre carnoso. o: omero. B) Particolare dell'inserzione sull'omero del tendine prossimale (freccia). C) Terminazione distale del muscolo mediante due tendini, uno per l'ulna (testa di freccia) ed uno per il radio (freccia). o: omero.

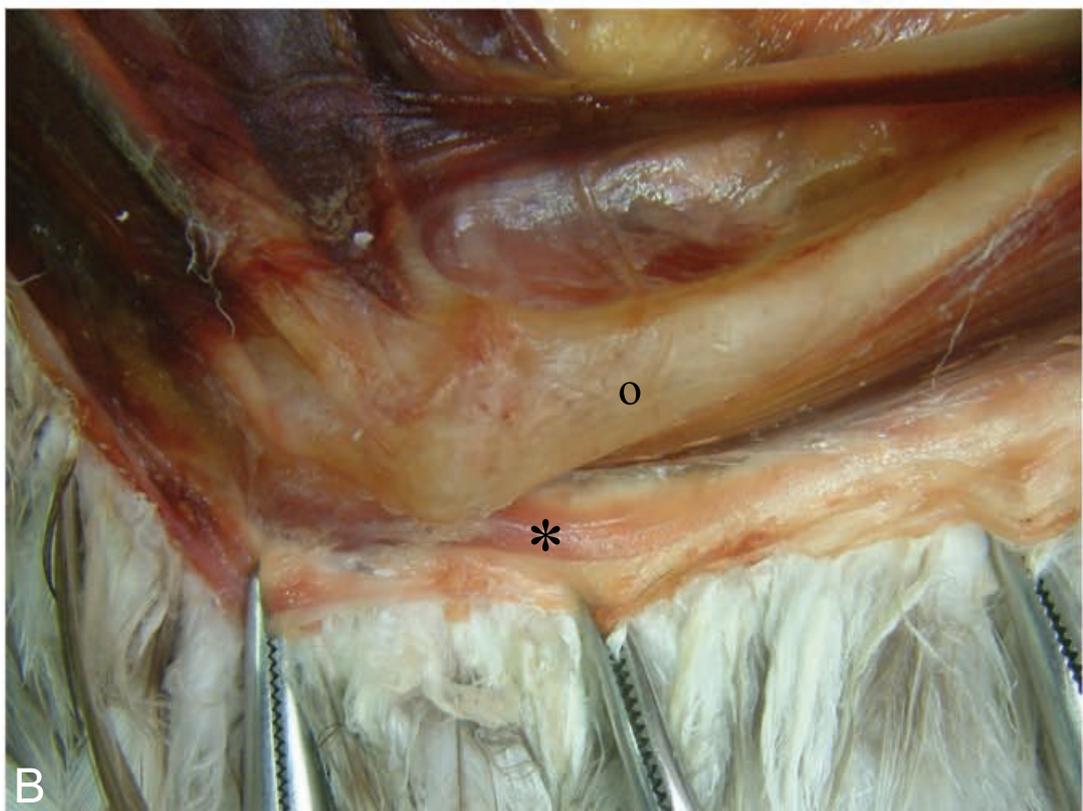
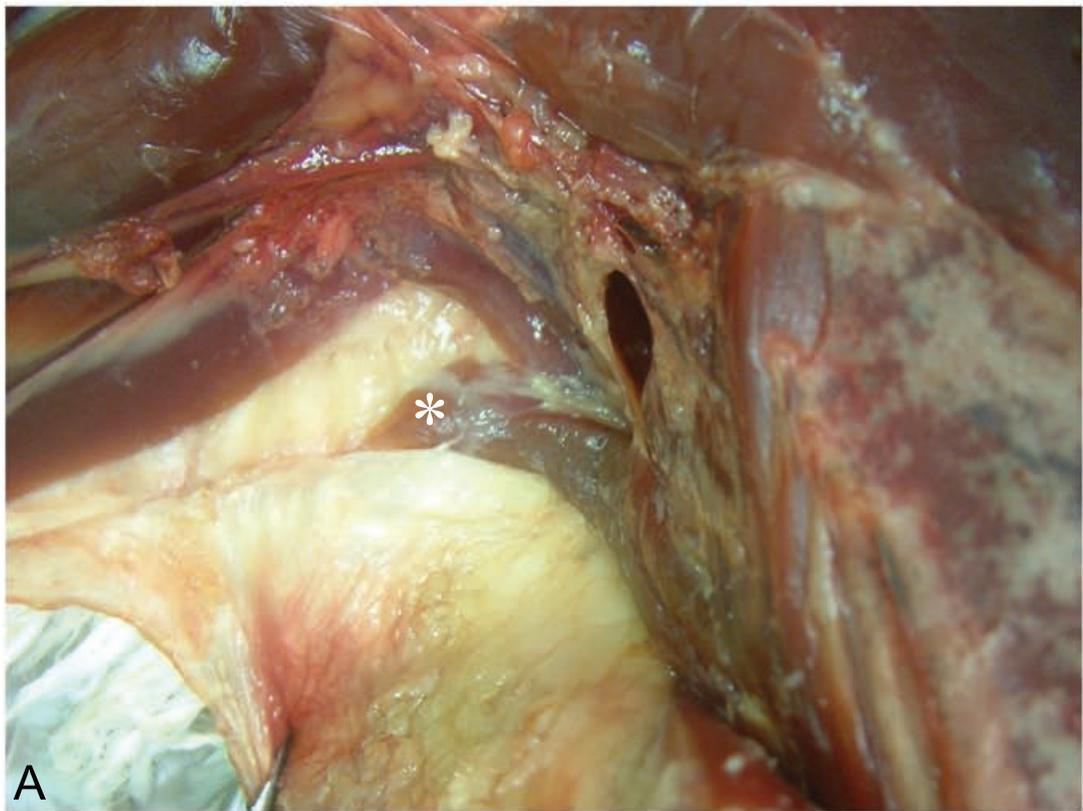


Figura 13 - Veduta ventrale dei muscoli della regione del braccio di Falco pecchiaiolo (*Pernis apivorus*). Muscolo espansore delle secondarie (asterisco). A) Questo esile muscolo origina per mezzo di un ventre carnoso di forma triangolare per poi continuarsi per mezzo di un tendine che scorre nella cute metapatagiale. B) In prossimità dell'articolazione del gomito il tendine dà origine ad un esile ventre muscolare che prosegue distalmente e termina prendendo rapporti con alcune remiganti secondarie. o: omero.



Figura 14 - Veduta ventrale dei muscoli della regione del braccio di Falco pecchiaiolo (*Pernis apivorus*). Il muscolo brachiale (asterisco) è un piatto ma ben sviluppato muscolo che presenta forma trapezoidale e si localizza profondamente sul versante interno dell'articolazione del gomito. o: omero.

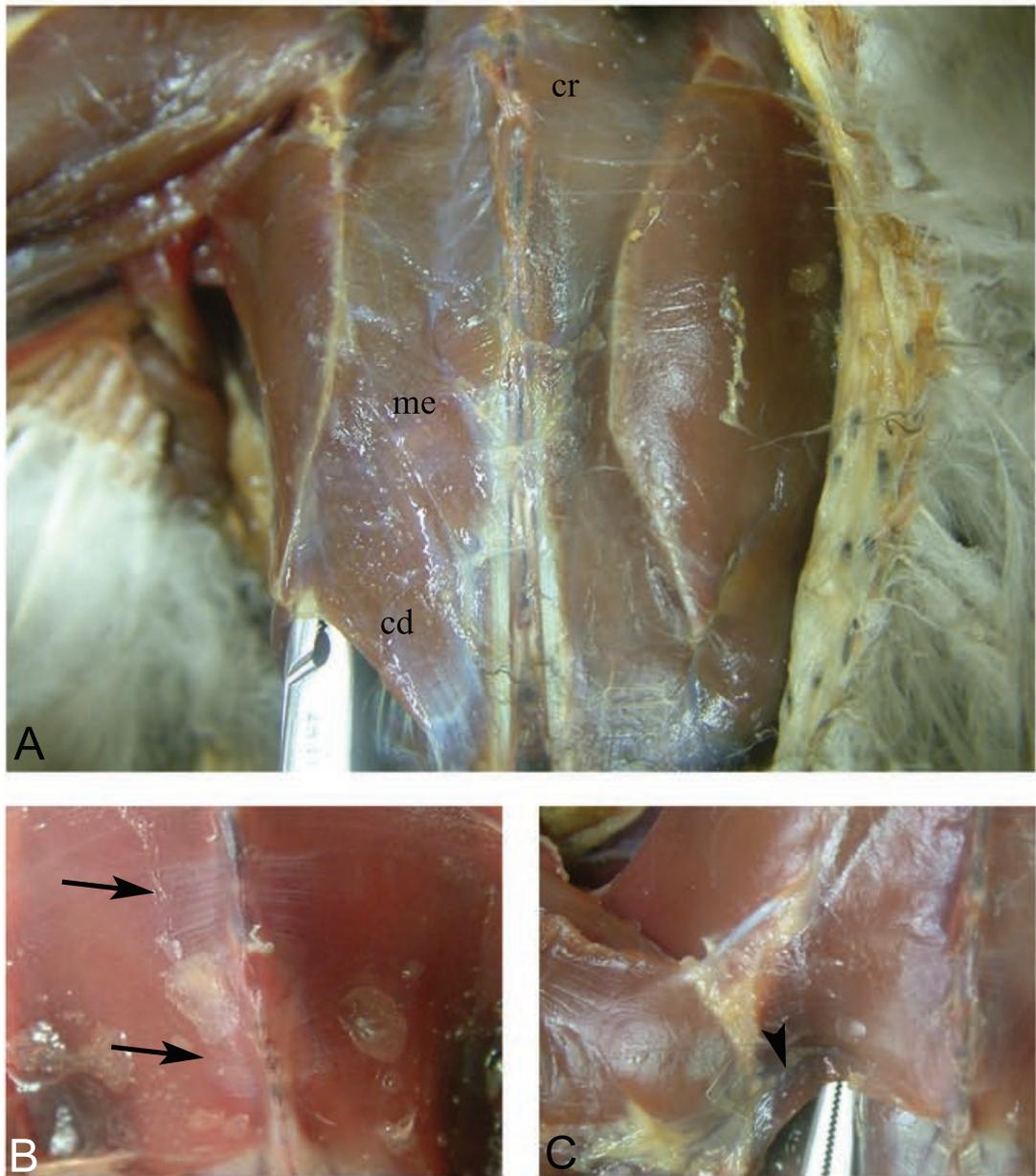


Figura 15 - Veduta dorsale dei muscoli superficiali della regione della spalla di Astore comune (*Accipiter gentilis*). A) Muscolo romboide superficiale distinto in parte craniale (cr), parte media (me) e parte caudale (cd). B) Particolare dell'inserzione prossimale della parte craniale del muscolo (freccie) composta da fibre carnose frammiste a tendinee. C) Fascetto craniale della parte craniale del muscolo (testa di freccia).



Figura 16 - Veduta dorsale dei muscoli superficiali della regione della spalla di Astore comune (*Accipiter gentilis*). Muscolo romboide profondo (asterisco). Al pari del muscolo romboide superficiale questo muscolo si estende dalla colonna vertebrale alla scapola ma giace profondamente ed in intima associazione al primo muscolo. s: scapola.

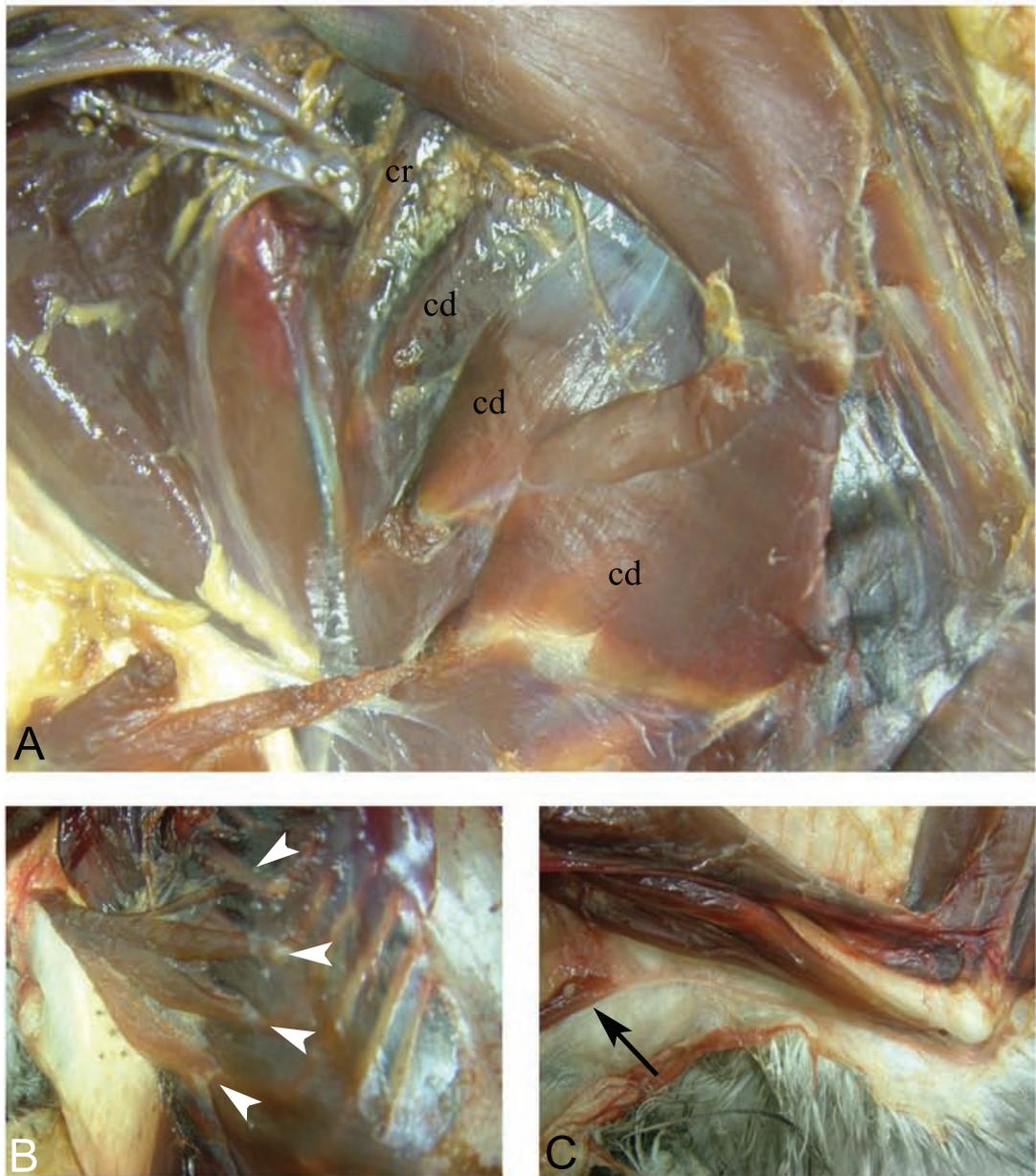


Figura 17 - Veduta dorsolaterale dei muscoli superficiali della regione della spalla di Astore comune (*Accipiter gentilis*). A) Parti craniale e caudale del muscolo dentato superficiale. Si noti come il capo caudale sia costituito da più fascetti originanti da coste diverse. B) Particolare dell'origine della parte metapatagiale che risulta composta da quattro capi distinti (teste di freccia). C) Terminazione della parte metapatagiale (freccia) a livello di cute metapatagiale.

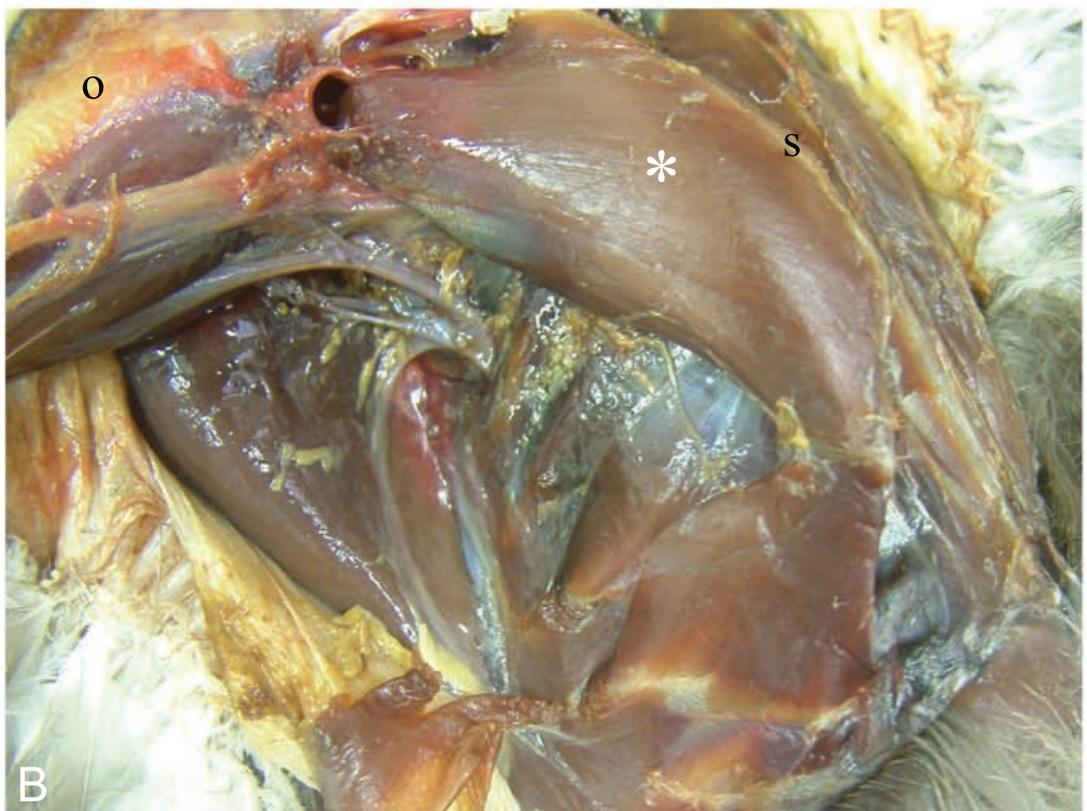


Figura 18 - Veduta dorsolaterale dei muscoli profondi della regione della spalla di Astore comune (*Accipiter gentilis*). A) Muscolo scapolo-omerale craniale (asterisco nero) situato tra la parte craniale della scapola e l'estremità prossimale dell'omero, in prossimità dell'articolazione scapolo-omerale. B) Muscolo scapolo-omerale caudale (asterisco bianco). Questo muscolo si estende dalla scapola all'omero. o: omero; s: scapola.



Figura 19 - Veduta dorsolaterale dei muscoli profondi della regione della spalla di Astore comune (*Accipiter gentilis*). Muscolo sottoscapolare. E' un muscolo ben sviluppato e formato da due capi: un capo laterale (asterisco bianco) ed uno mediale (asterisco nero). Questi ultimi originano mediante fibre carnose dal primo terzo, rispettivamente, della faccia laterale e mediale del corpo della scapola. s: scapola.

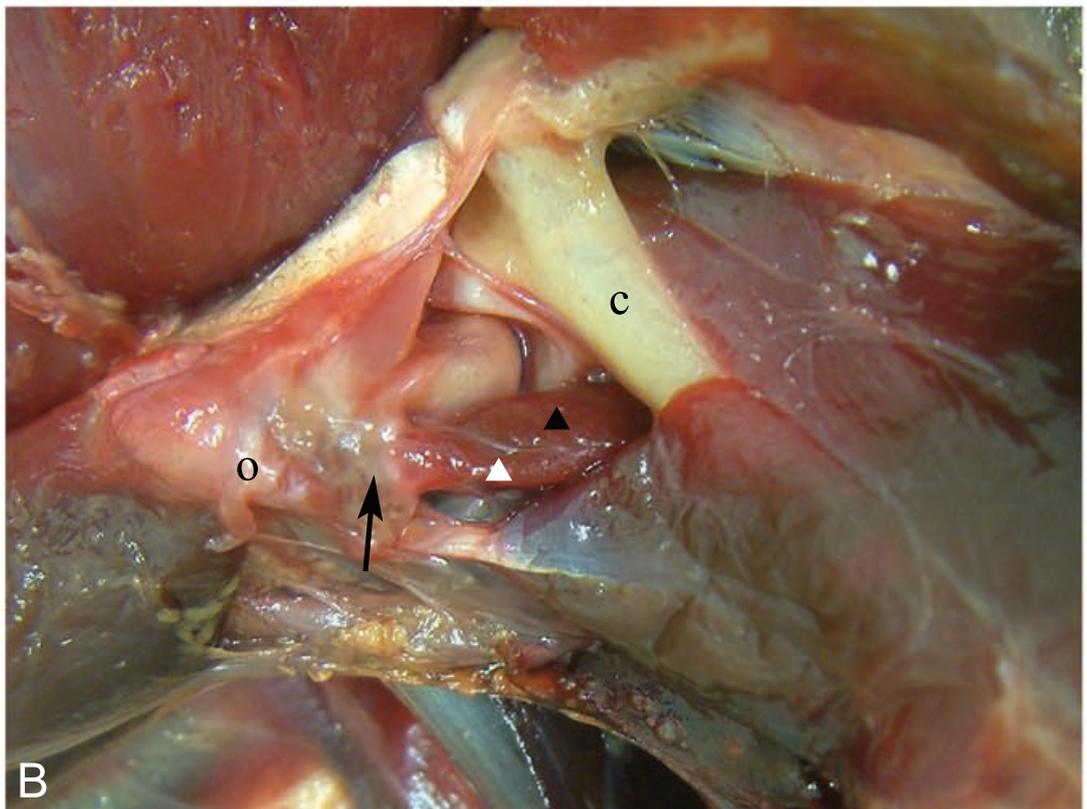
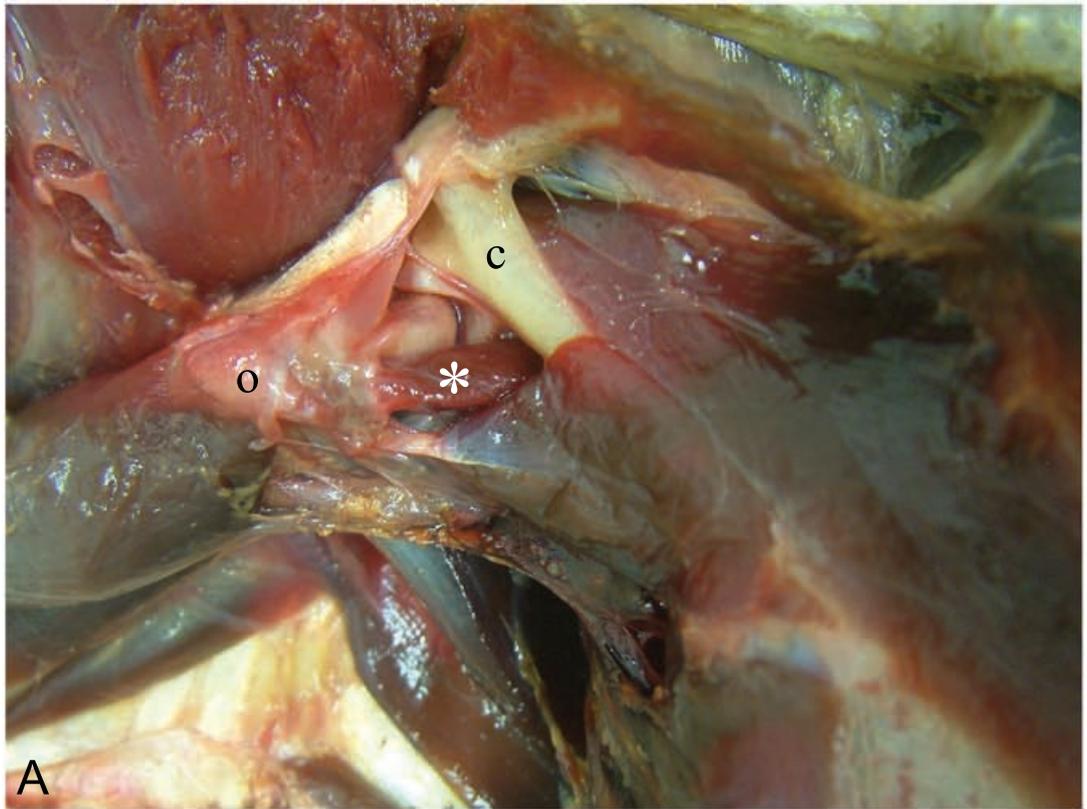


Figura 20 - Veduta ventrale dei muscoli profondi della regione della spalla di *Astore comune* (*Accipiter gentilis*). A) Muscolo sottocoracoideo (asterisco). B) Questo muscolo è formato da un capo craniale (triangolo nero) ed uno caudale (triangolo bianco) intimamente associati, composti da fibre carnose e divisi da un setto fibroso. Termina sul tubercolo ventrale dell'omero (freccia). c: coracoide; o: omero.

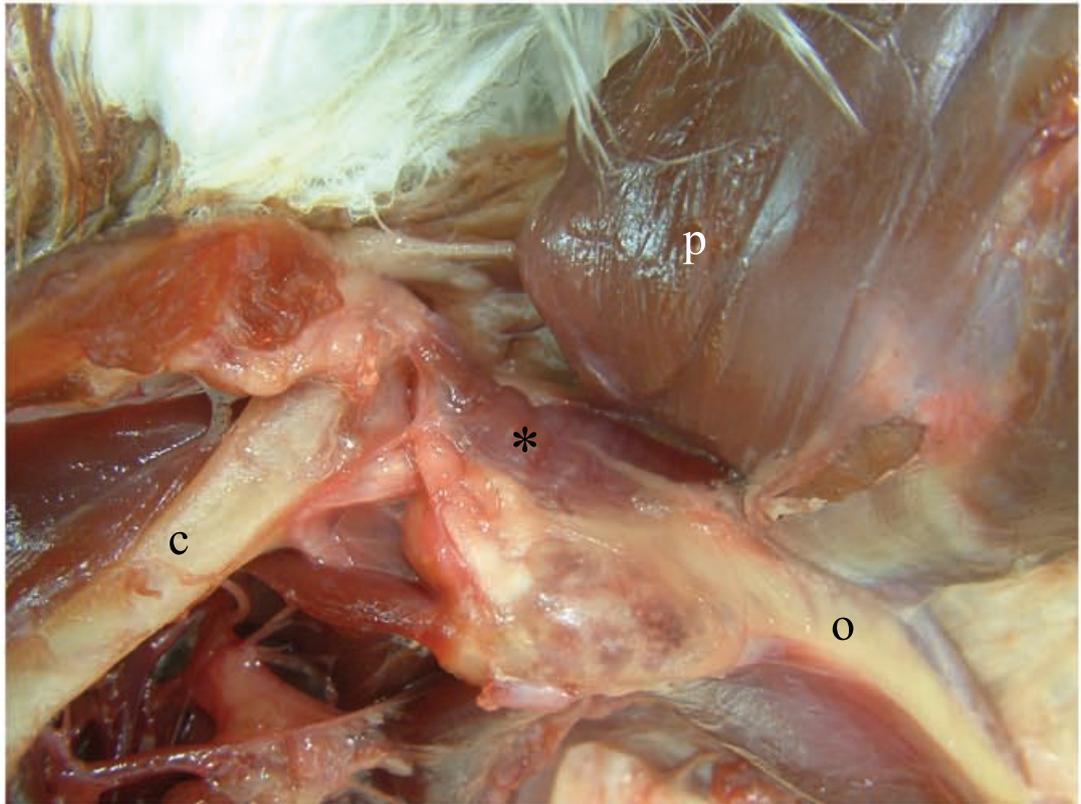


Figura 21 - Veduta ventrale dei muscoli profondi della regione della spalla di Astore comune (*Accipiter gentilis*). Muscolo coracobrachiale craniale (asterisco) dopo parziale asportazione del muscolo pettorale (p) e del tendine prossimale del muscolo bicipite brachiale. c: coracoide; o: omero.

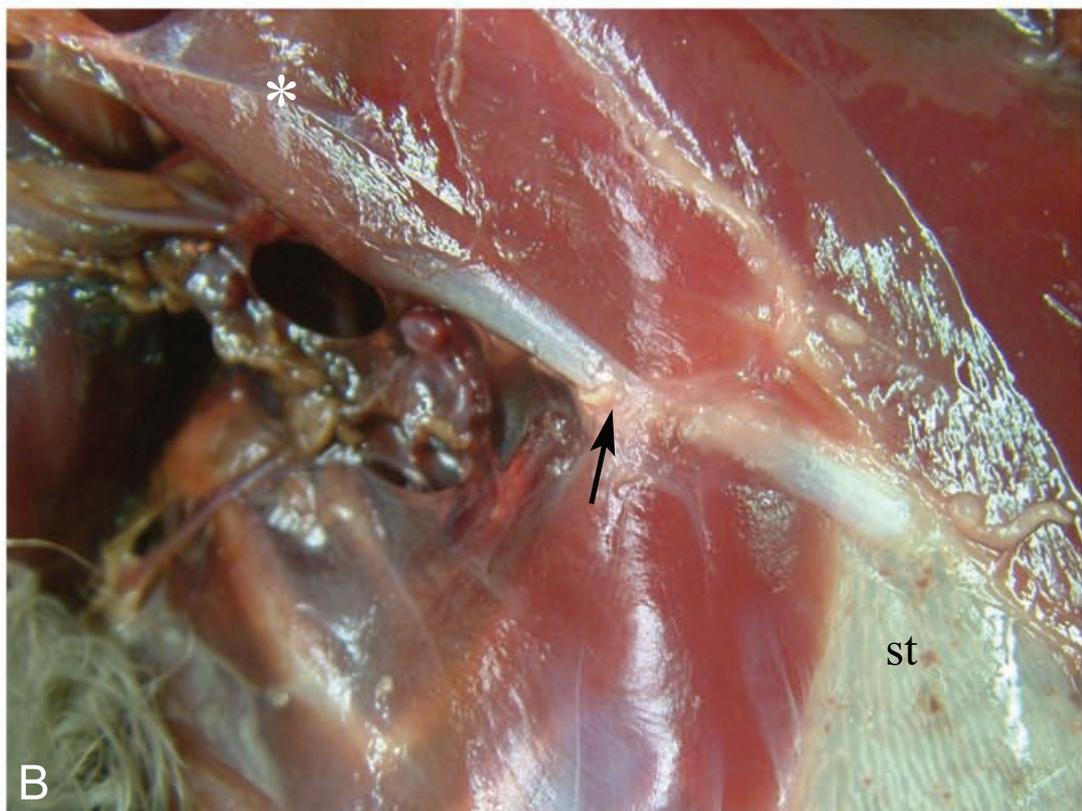
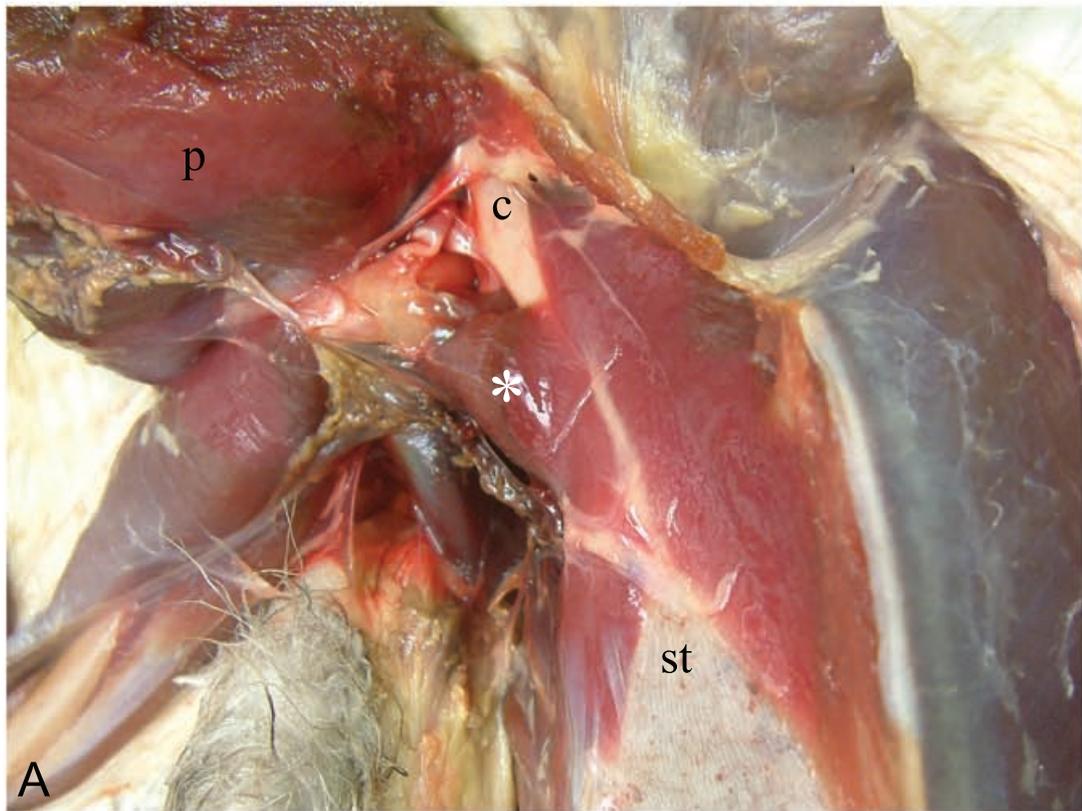


Figura 22 - Veduta ventrale dei muscoli profondi della regione della spalla di Astore comune (*Accipiter gentilis*). A) Muscolo coracobrachiale caudale (asterisco) dopo parziale asportazione del muscolo pettorale (p). B) Particolare dell'origine della porzione laterale del muscolo che in un soggetto si organizzava in un vero e proprio tendine di origine. c: coracoide; st: sterno.

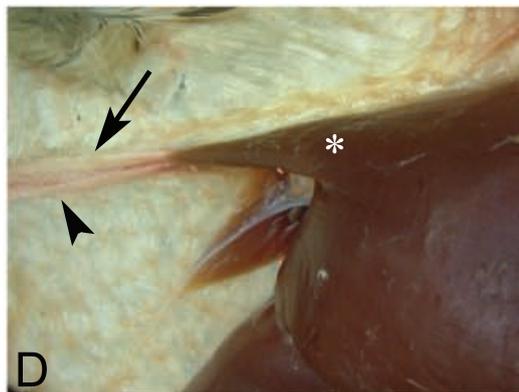
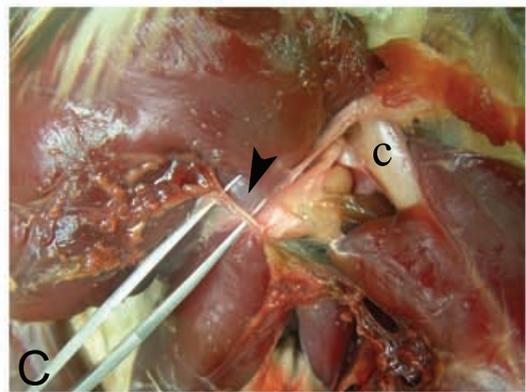
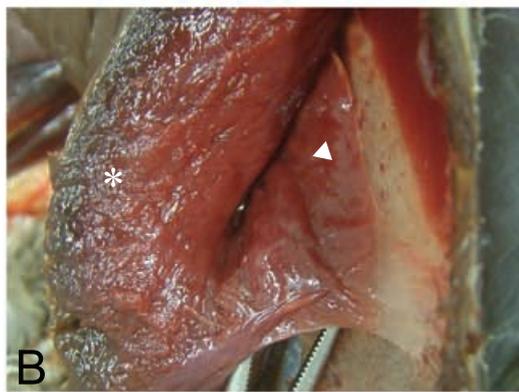


Figura 23 - Veduta ventrale dei muscoli dell'ala di Astore comune (*Accipiter gentilis*). A) Parte toracica del muscolo pettorale (asterisco). B) Particolare dell'origine della parte toracica. Piano superficiale (asterisco) e piano profondo (triangolo). C) Briglia (testa di freccia) che connette il muscolo pettorale al muscolo bicipite brachiale. D) Parte propatagiale del muscolo pettorale (asterisco) che si continua per mezzo di un tendine (freccia). E' visibile il tendine del capo craniale della parte propatagiale del muscolo deltoide (testa di freccia). E) Terminazione del tendine del capo craniale della parte propatagiale del muscolo pettorale. Il ramo ventrale si inserisce su una struttura simil-sesamoidea. c: coracoide.

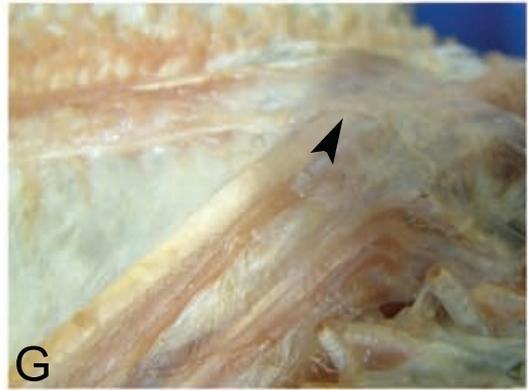
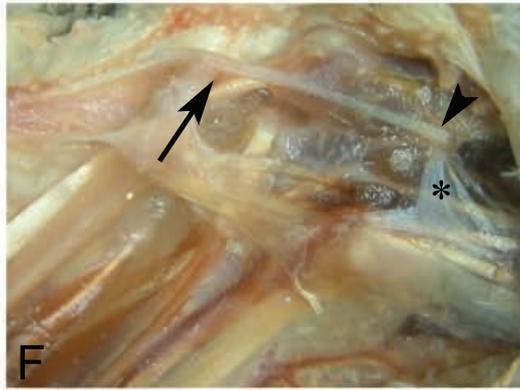


Figura 23 - Continua da precedente

F) Terminazione del legamento del propatagio sull'osso radiale del carpo (freccia) e sull'estremità prossimale del carpometacarpo (testa di freccia). A livello dell'estremità prossimale del carpo, il capo tendineo si apre a ventaglio contraendo stretti rapporti con l'aponeurosi ventrale (asterisco). G) Veduta dorsale della terminazione del ramo dorsale del tendine della parte propatagiale del muscolo pettorale (testa di freccia). H) Capo caudale della parte propatagiale del muscolo pettorale (freccia) che si inserisce sul ventre del capo caudale della parte propatagiale del muscolo deltoide (asterisco).

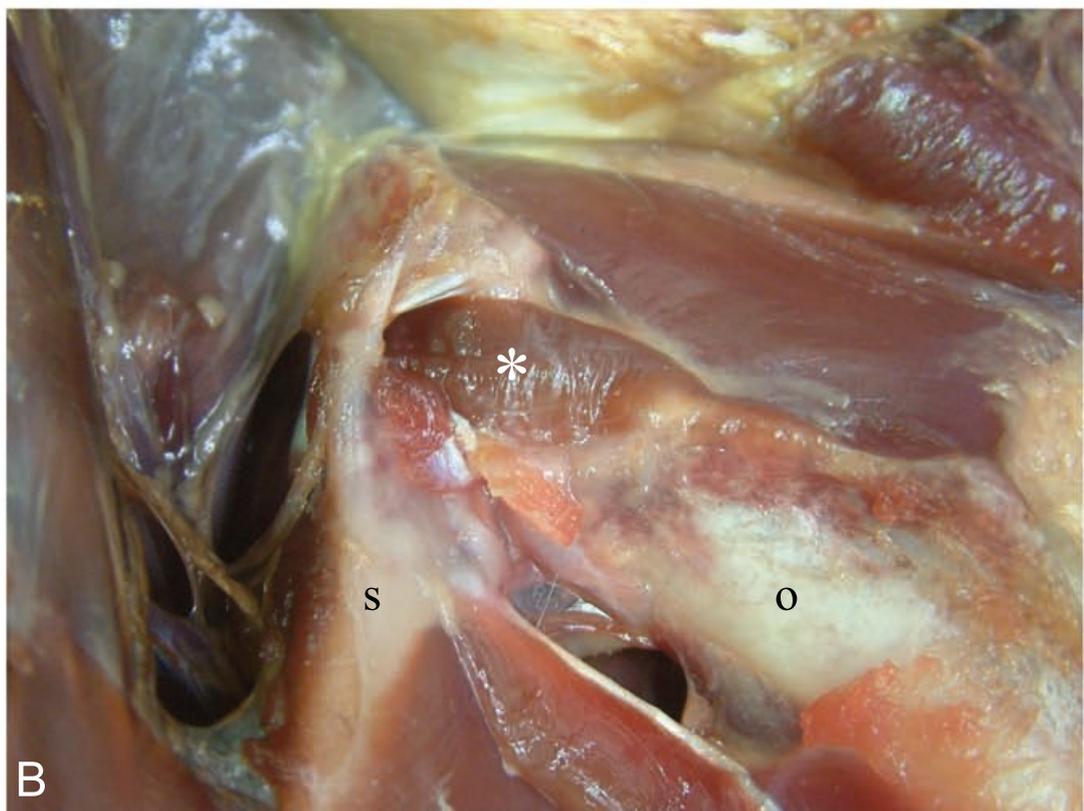


Figura 24 - A) Veduta ventrale dei muscoli profondi della regione della spalla di Astore comune (*Accipiter gentilis*). Origine del muscolo sopracoracoideo (asterisco). B) Veduta dorsale dei muscoli profondi della regione della spalla di Astore comune (*Accipiter gentilis*). Caratteristica terminazione per mezzo di fibre carnose del muscolo sopracoracoideo (asterisco). c: coracoide; o:omero; s: scapola.

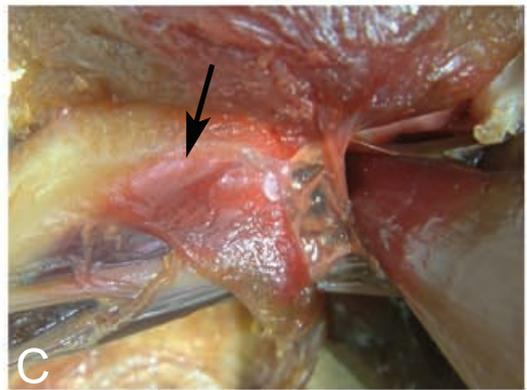


Figura 25 - Veduta dorsale dei muscoli superficiali della regione della spalla di Astore comune (*Accipiter gentilis*). A) Muscolo grande dorsale distinto in capo craniale (cr) e capo caudale (cd). B) Particolare dell'inserzione prossimale del capo caudale del muscolo che avviene per mezzo di due distinti ispessimenti fibrosi (testa di freccia). C) Terminazione di entrambi i capi (freccia) a livello della cresta deltopettorale dell'omero. D) Parte metapatagiale del muscolo (testa di freccia).



Figura 26 - Veduta dorsale dei muscoli superficiali della regione della spalla di Astore comune (*Accipiter gentilis*). A) Muscolo deltoide formato da una parte propatagiale ed una maggiore. La p. propat. è composta da un capo craniale (triangolo bianco) ed uno caudale (asterisco bianco). Anche la p. magg. presenta un capo craniale (triangolo nero) ed uno caudale (asterisco nero). B) La terminazione del capo caudale della p. propat. caudale avviene mediante una biforcazione tendinea (teste di freccia). La branca caudale concorre a formare un ispessimento della fascia che si divide in due benderelle fibrose (freccia). C) Lacerto fibroso scapolare (freccia). D) Parte minore (asterisco).

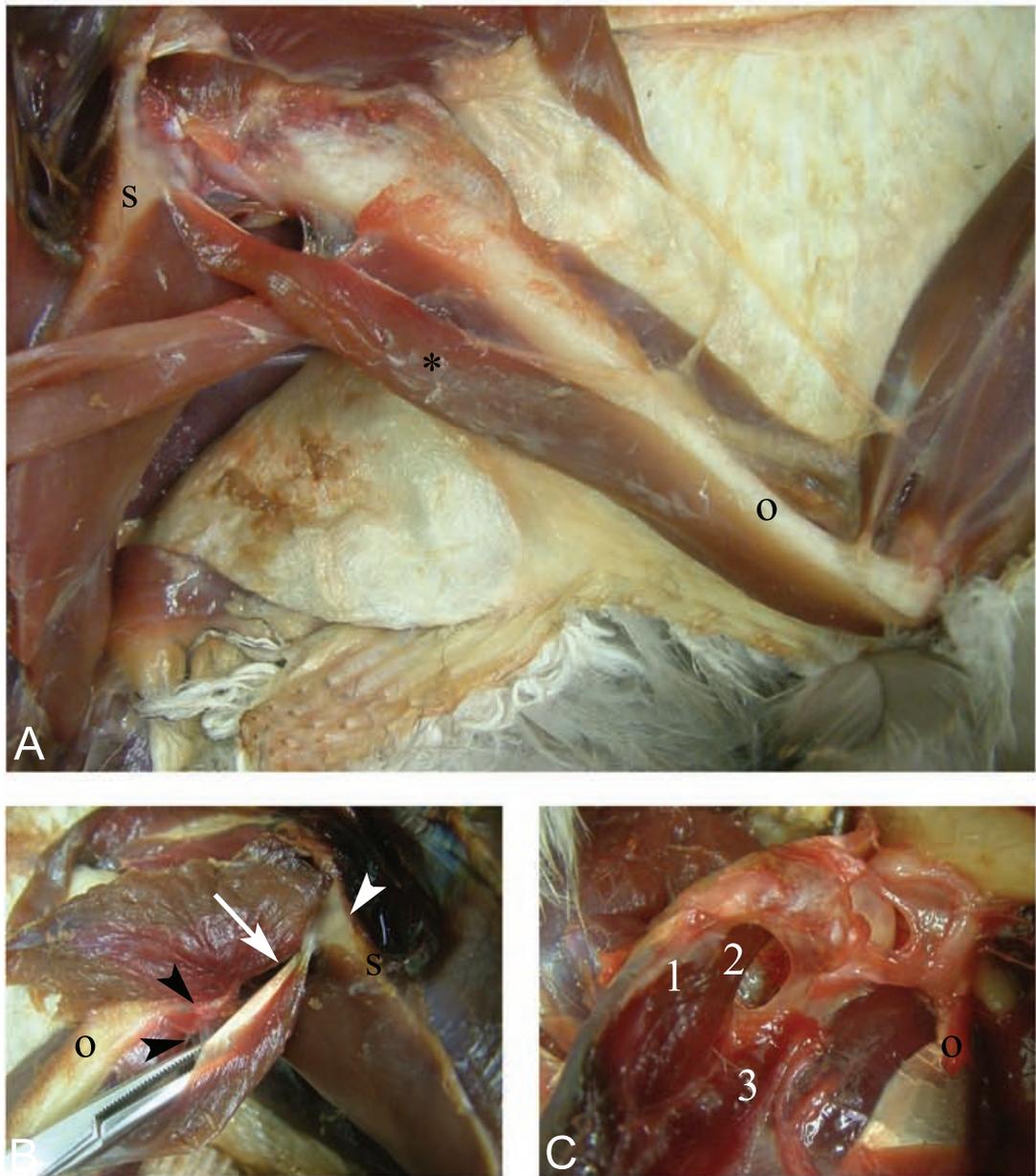


Figura 27 - Muscoli dell'avambraccio di Astore comune (*Accipiter gentilis*). A) Veduta dorsale. Il muscolo scapolotricipite (asterisco) si estende dal collo della scapola (s) all'estremità prossimale dell'ulna. B) Veduta dorsale. Particolare dell'inserzione prossimale che si presenta irrobustita da un importante ispessimento fibroso della fascia muscolare (freccia) che si estende sino al primo quarto prossimale. E' inoltre possibile osservare la presenza di un lacerto fibroso scapolare scarsamente sviluppato (punta di freccia bianca) e di un lacerto fibroso omerale bipartito (punte di freccia nere). C) Veduta ventrale. Origine per mezzo di tre distinti capi carnosì (1,2,3) del muscolo omerotricipite. o: omero; s: scapola.

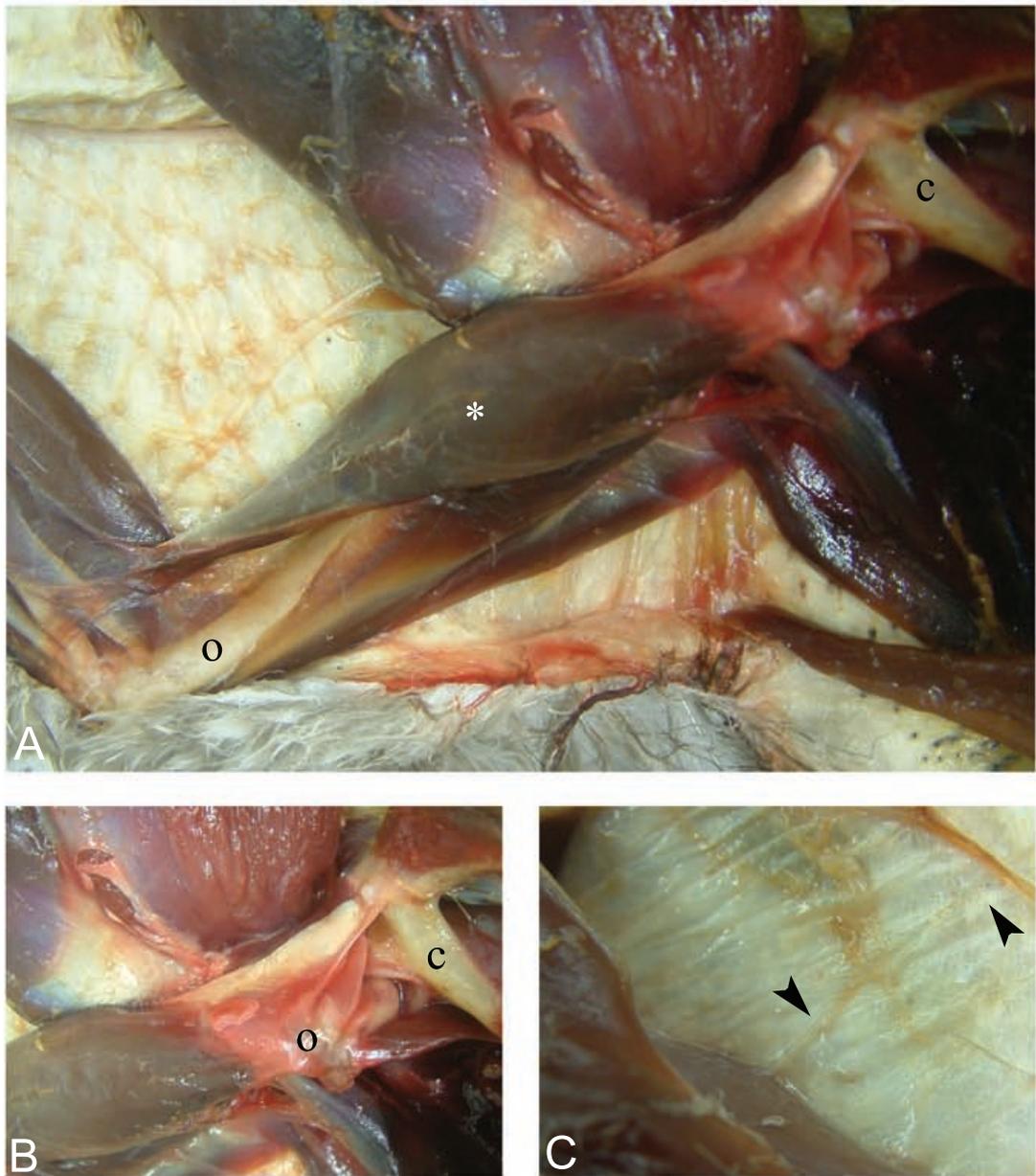


Figura 28 - Muscoli dell'avambraccio di Astore comune (*Accipiter gentilis*). A) Veduta ventrale. Il muscolo bicipite brachiale (asterisco) si estende dal versante cranioventrale dell'articolazione della spalla alla regione dell'avambraccio. B) Veduta ventrale. Particolare dell'inserzione prossimale. C) Veduta dorsale. Parte propatagiale (teste di freccia) che, staccandosi dal ventre, si dirige verso il tendine del capo caudale della parte propatagiale del muscolo deltoide. c: coracoide; o: omero.



Figura 29 - Veduta ventrale dei muscoli della regione del braccio di Astore comune (*Accipiter gentilis*). Muscolo espansore delle secondarie (asterisco) che si porta dalla regione della spalla alla regione dell'avambraccio. L'origine è composta di tessuto fibroso e a livello del terzo prossimale dell'omero riceve l'inserzione della parte metapatagiale del muscolo dentato superficiale (triangolo nero). A circa metà dell'omero il muscolo si continua per mezzo di un esile ventre carnoso che scorre parallelo a quest'osso portandosi verso l'articolazione del gomito. Termina per mezzo di fibre carnose inserendosi sui calami delle ultime remiganti terziarie e delle prime remiganti secondarie. o: omero.

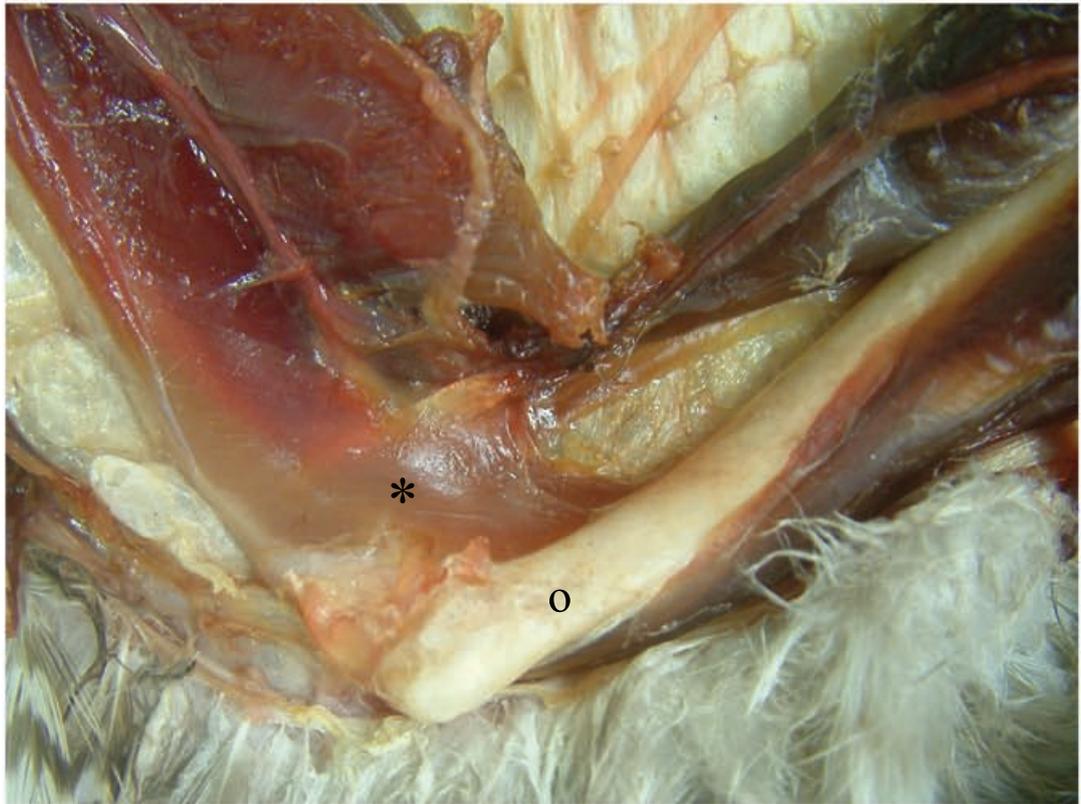


Figura 30 - Veduta ventrale dei muscoli della regione del braccio di Astore comune (*Accipiter gentilis*). Il muscolo brachiale (asterisco) è un piatto ma ben sviluppato muscolo che presenta forma trapezoidale e si localizza profondamente sul versante interno dell'articolazione del gomito. o: omero.

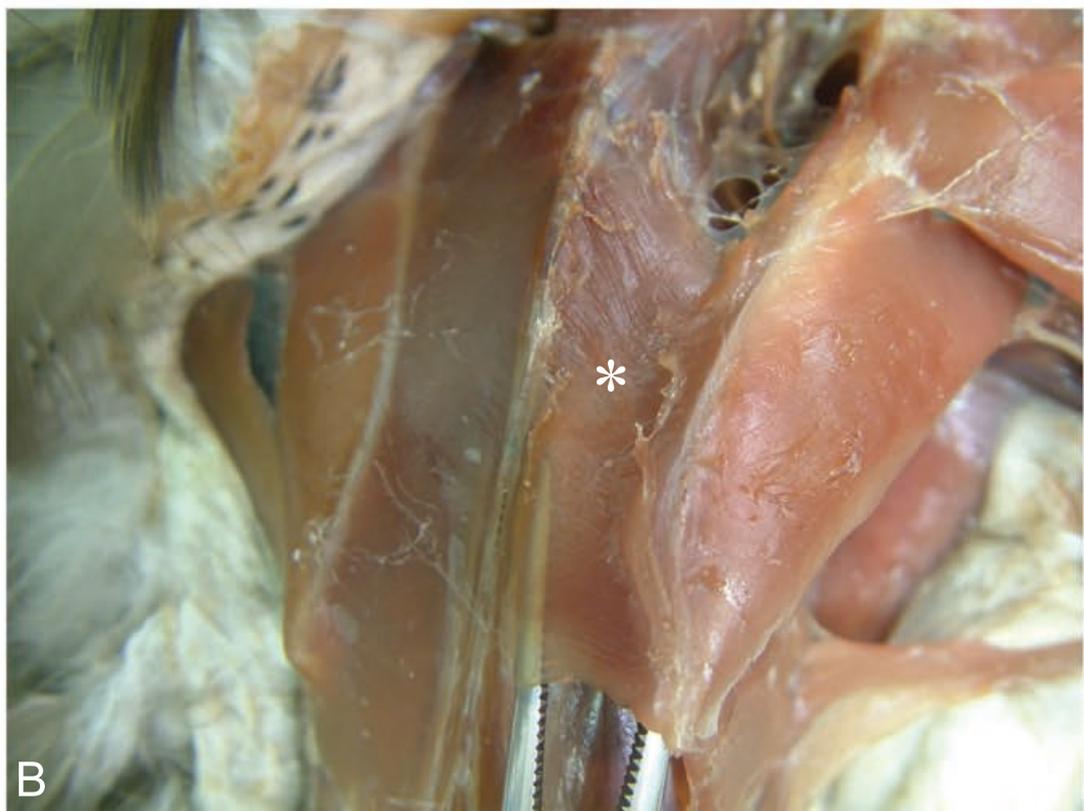
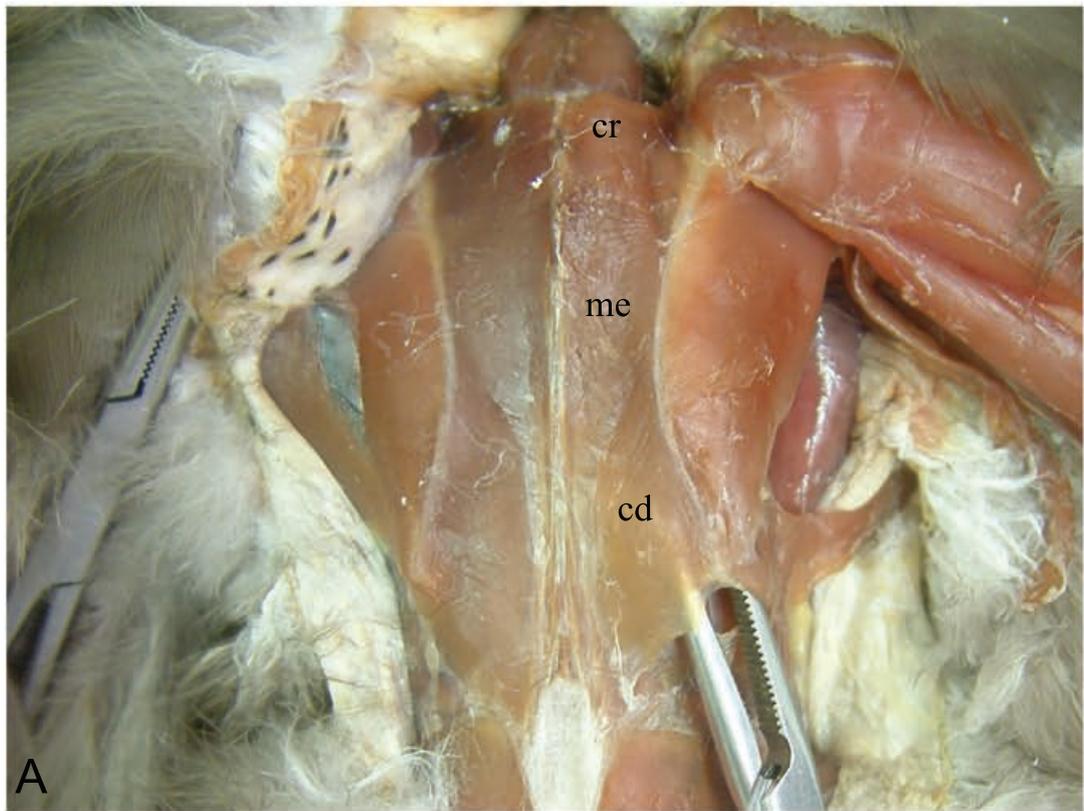


Figura 31 - Veduta dorsale dei muscoli superficiali della regione della spalla di Sparviero eurasiatico (*Accipiter nisus*). A) Muscolo romboide superficiale distinto in parte craniale (cr), parte media (me) e parte caudale (cd). B) Muscolo romboide profondo (asterisco). Questo muscolo presenta le medesime zone di inserzione del muscolo romboide superficiale ma giace profondamente ed in intima associazione ad esso.



Figura 32 - A) Veduta laterale dei muscoli superficiali della regione della spalla di Sparviero eurasiatico (*Accipiter nisus*). Parti craniale (asterisco bianco) e caudale (asterisco nero) del muscolo dentato superficiale che si estende dal tronco alla scapola. B) Veduta dorsale dei muscoli superficiali della regione della spalla di Sparviero eurasiatico (*Accipiter nisus*). Parte metapatagiale del muscolo dentato superficiale (asterisco), composta da quattro fascetti distinti.

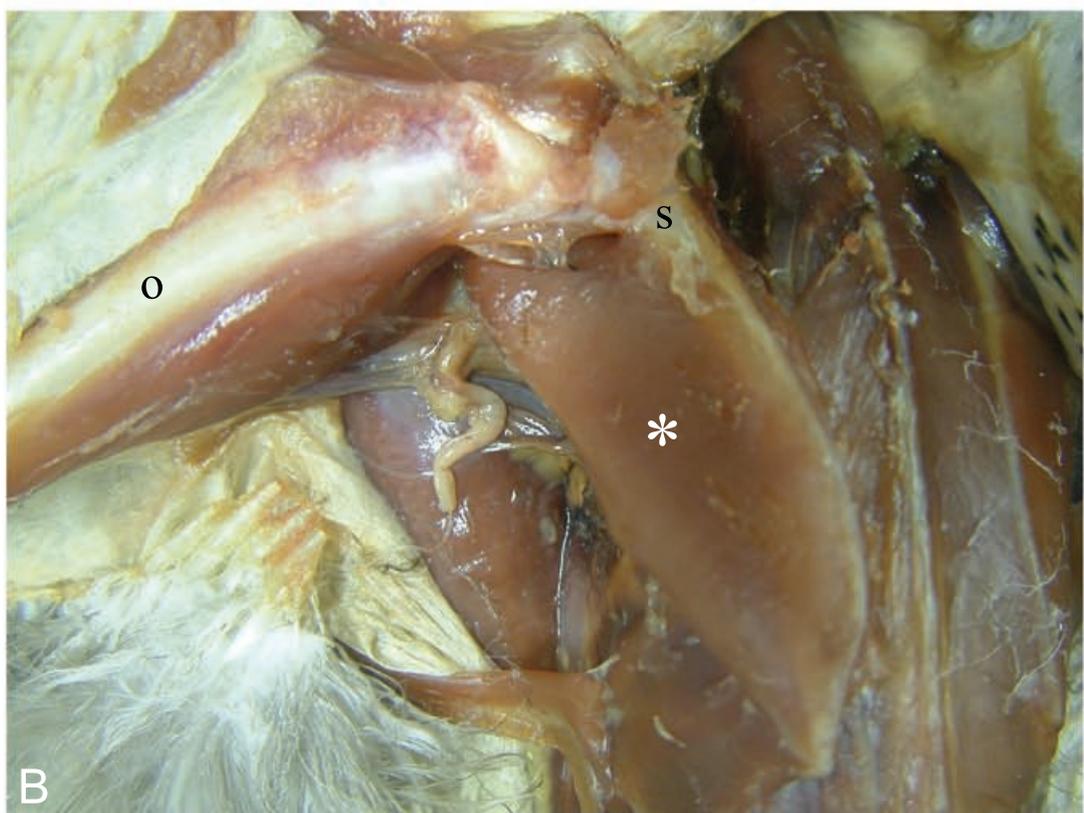
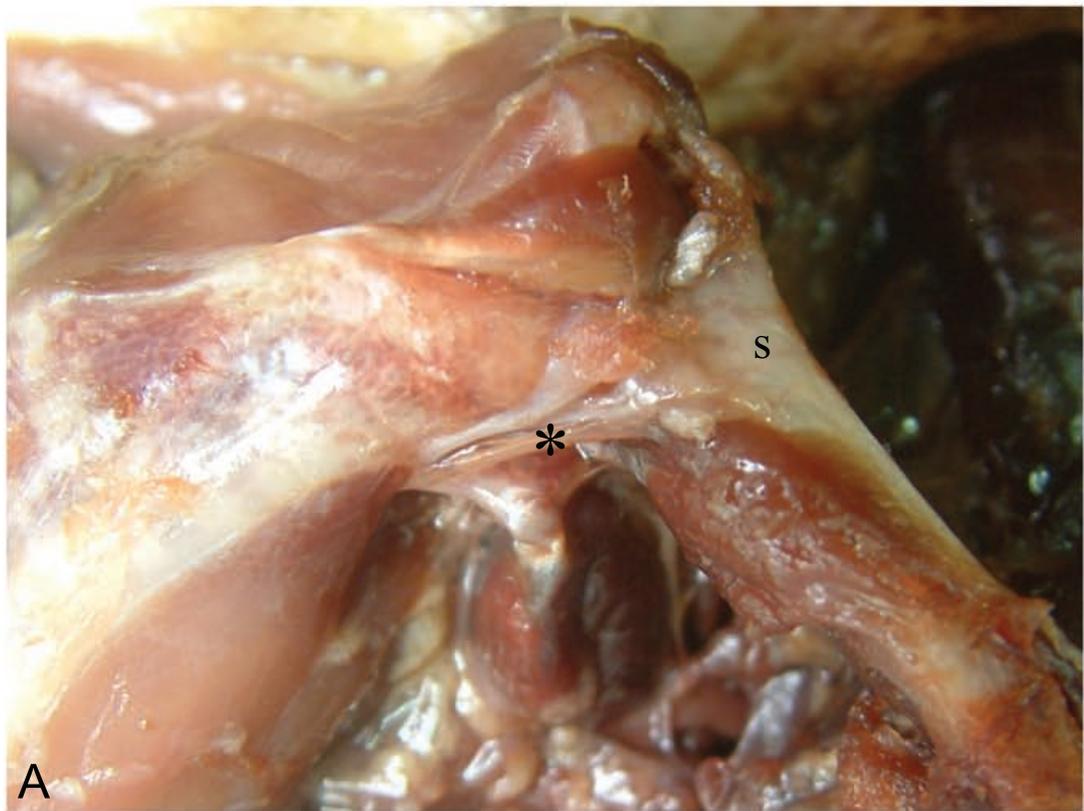


Figura 33 - Veduta dorsale dei muscoli profondi della regione della spalla di Sparviero eurasiatico (*Accipiter nisus*). A) Muscolo scapolo-omerale craniale (asterisco nero) situato tra la parte craniale della scapola e l'estremità prossimale dell'omero, in prossimità dell'articolazione scapolo-omerale. B) Muscolo scapolo-omerale caudale (asterisco bianco). Questo muscolo si estende dalla scapola all'omero. o: omero; s: scapola.

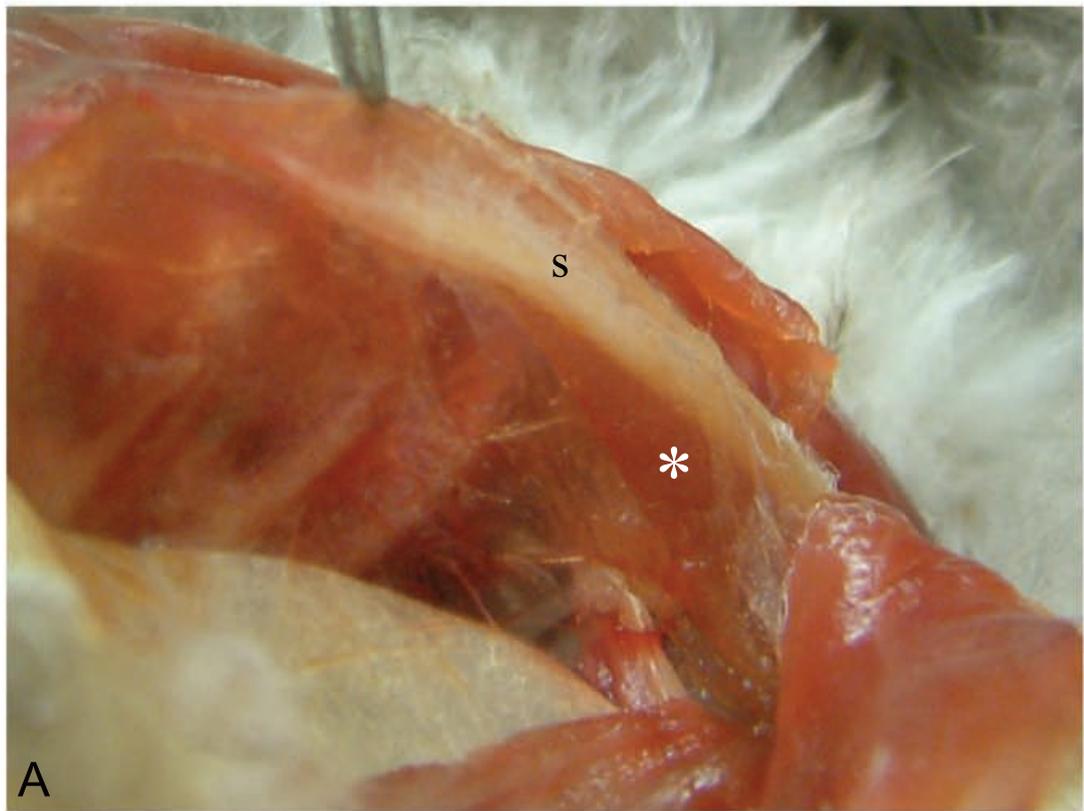


Figura 34 - A) Veduta laterale dei muscoli profondi della regione della spalla di Sparviero eurasiatico (*Accipiter nisus*). Muscolo sottoscapolare (asterisco). B) Veduta ventrale dei muscoli profondi della regione della spalla di Sparviero eurasiatico (*Accipiter nisus*). Muscolo sottocoracoideo (asterisco). c: coracoide; s: scapola.

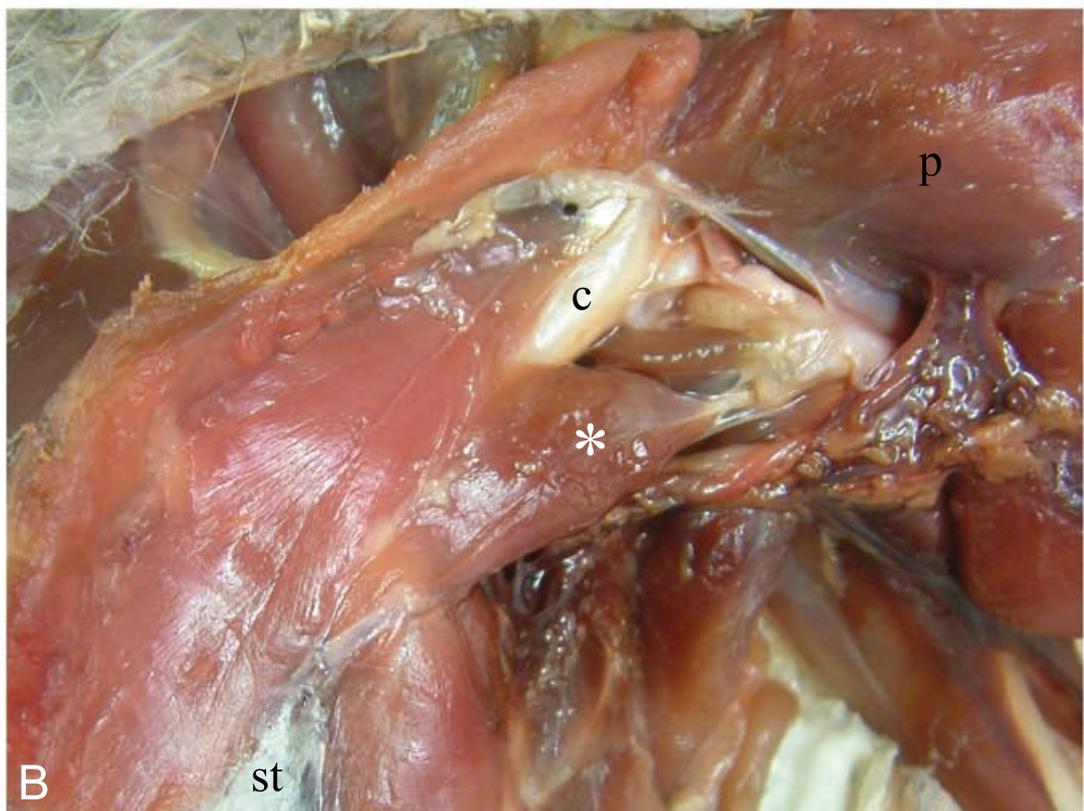
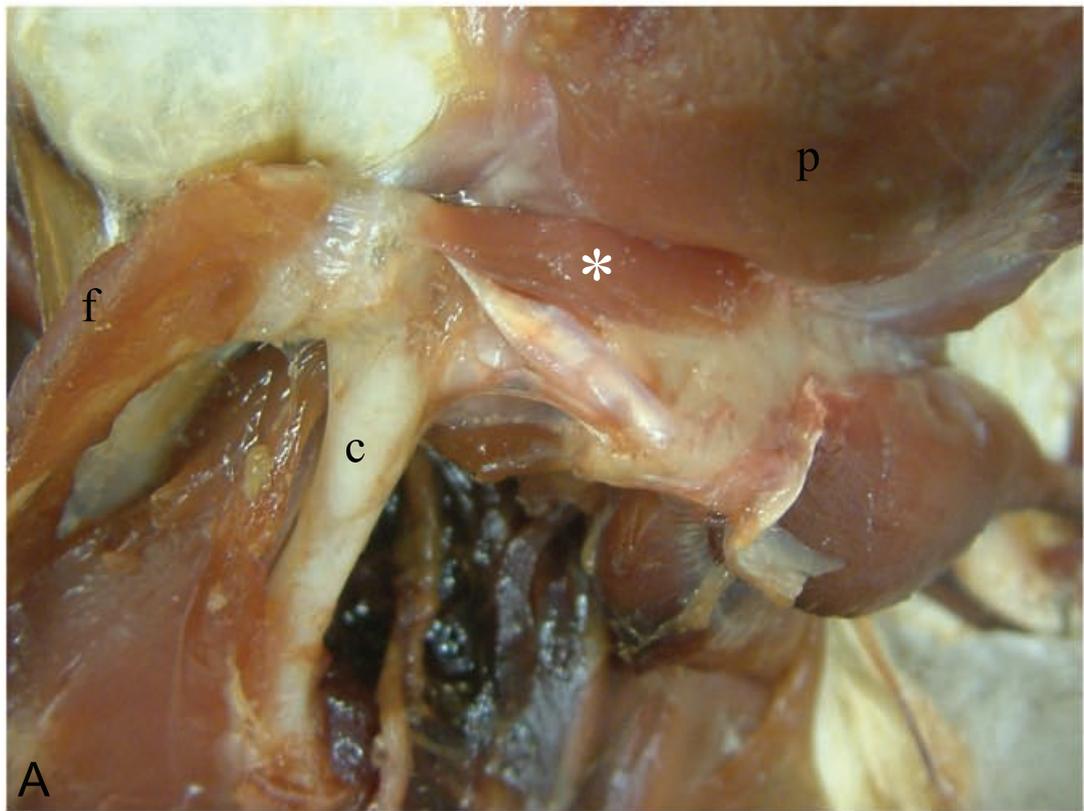


Figura 34 - A) Veduta ventrolaterale dei muscoli profondi della regione della spalla di Sparviero eurasiatico (*Accipiter nisus*) dopo parziale asportazione del muscolo pettorale (p) e del tendine prossimale del muscolo bicipite brachiale. Muscolo coracobrachiale craniale (asterisco). B) Veduta ventrale dei muscoli profondi della regione della spalla di Sparviero eurasiatico (*Accipiter nisus*) dopo parziale asportazione del muscolo pettorale (p). Muscolo coracobrachiale caudale (asterisco). c: coracoide; f: forcula; st: sterno.

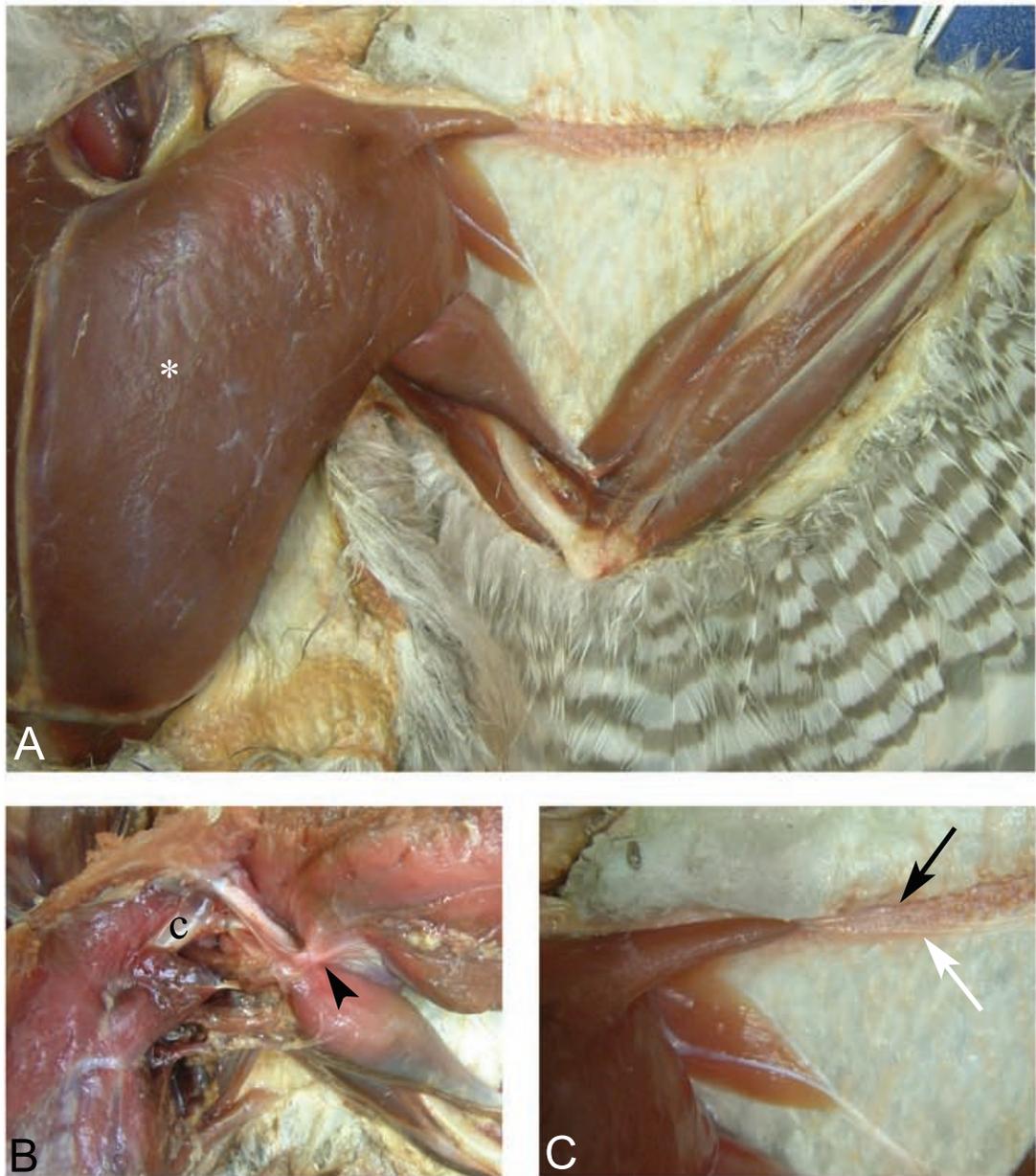


Figura 36 - Veduta ventrale dei muscoli superficiali della regione della spalla di Sparviero eurasiatico (*Accipiter nisus*). A) Parte toracica del muscolo pettorale (asterisco). Questa parte rappresenta larga parte della massa muscolare dell'ala. B) Briglia (testa di freccia) che connette il muscolo pettorale al muscolo bicipite brachiale. C) Capi craniali della parte propatagiale del muscolo pettorale (freccia nera) e della parte propatagiale del muscolo deltoide (freccia bianca) che paiono essere due ben distinte entità. c: coracoide.

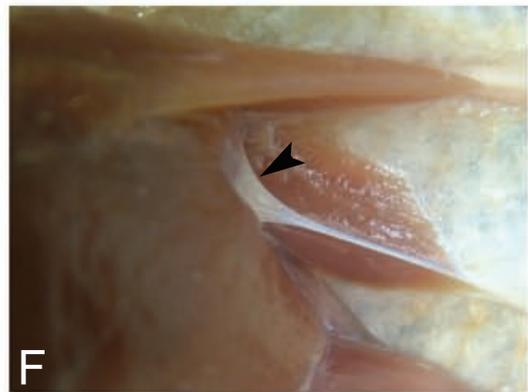
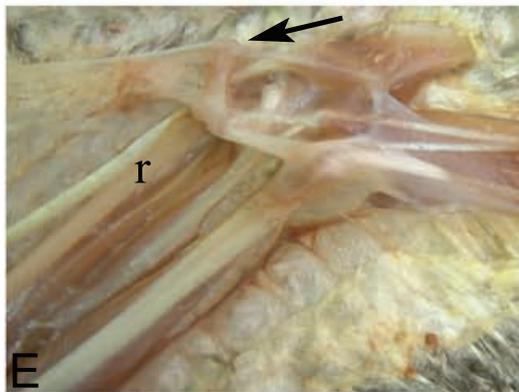
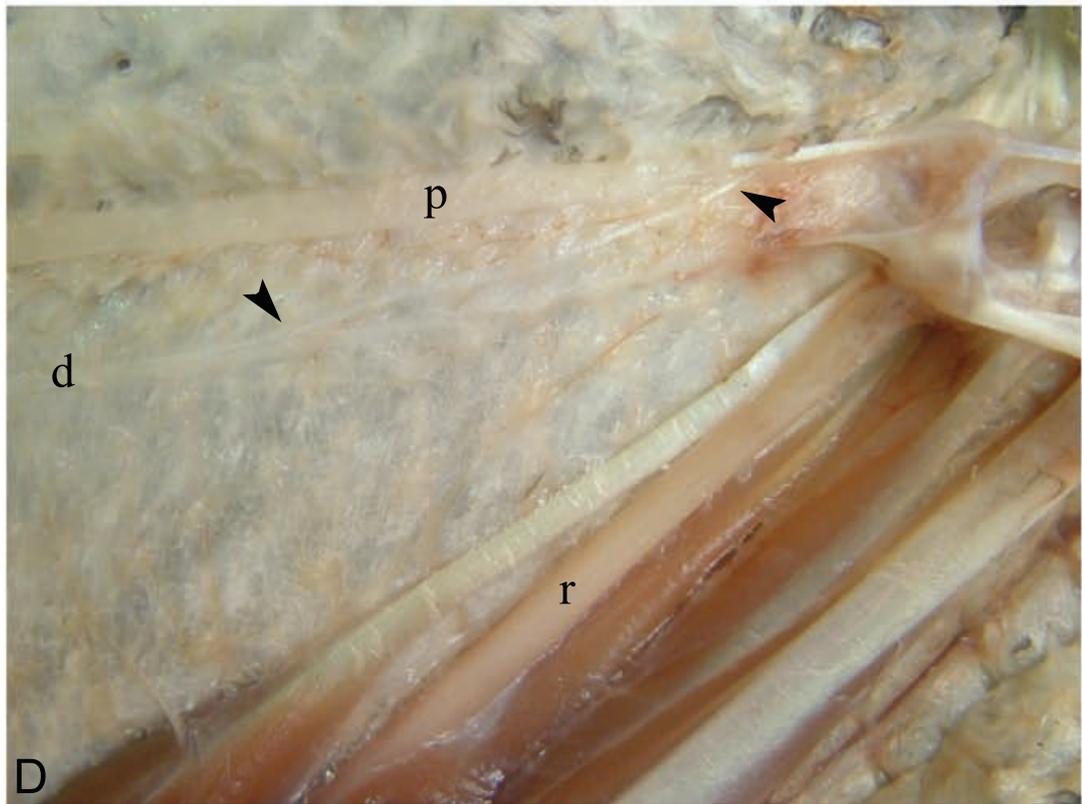


Figura 36 - Continua da precedente

D) Benderella fibrosa (testa di freccia) che si stacca dal tendine del capo craniale della parte propatagiale del muscolo deltoide (d) per confluire nel tendine del capo craniale della parte propatagiale del muscolo pettorale (p). E) Terminazione del legamento del propatagio su di un sesamoide (freccia) a livello di estremità distale del radio. F) Capo caudale della parte propatagiale del muscolo pettorale (testa di freccia). r: radio.

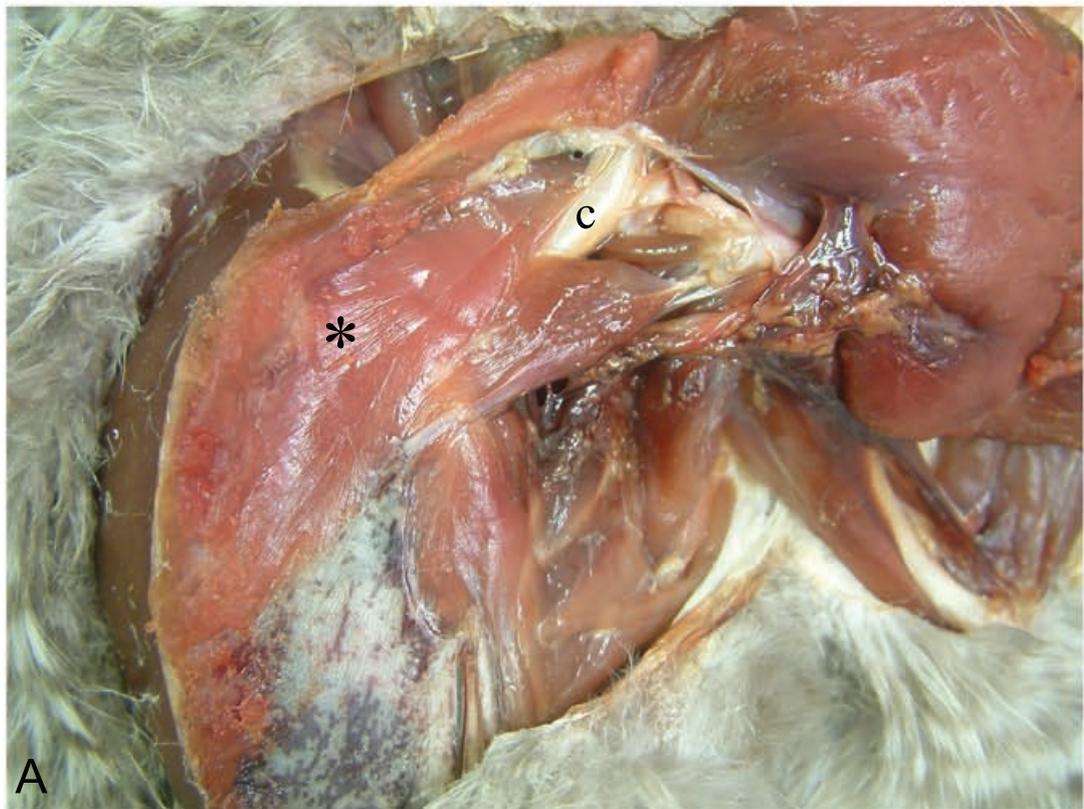


Figura 37 - A) Veduta ventrale dei muscoli profondi della regione della spalla di Sparviero eurasiatico (*Accipiter nisus*). Origine del muscolo sopracoracoideo (asterisco). B) Veduta dorsale dei muscoli profondi della regione della spalla di Sparviero eurasiatico (*Accipiter nisus*). Terminazione del muscolo sopracoracoideo per mezzo di un tendine (asterisco) al di sotto della parte minore del muscolo deltoide. c: coracoide; o: omero; s: scapola.

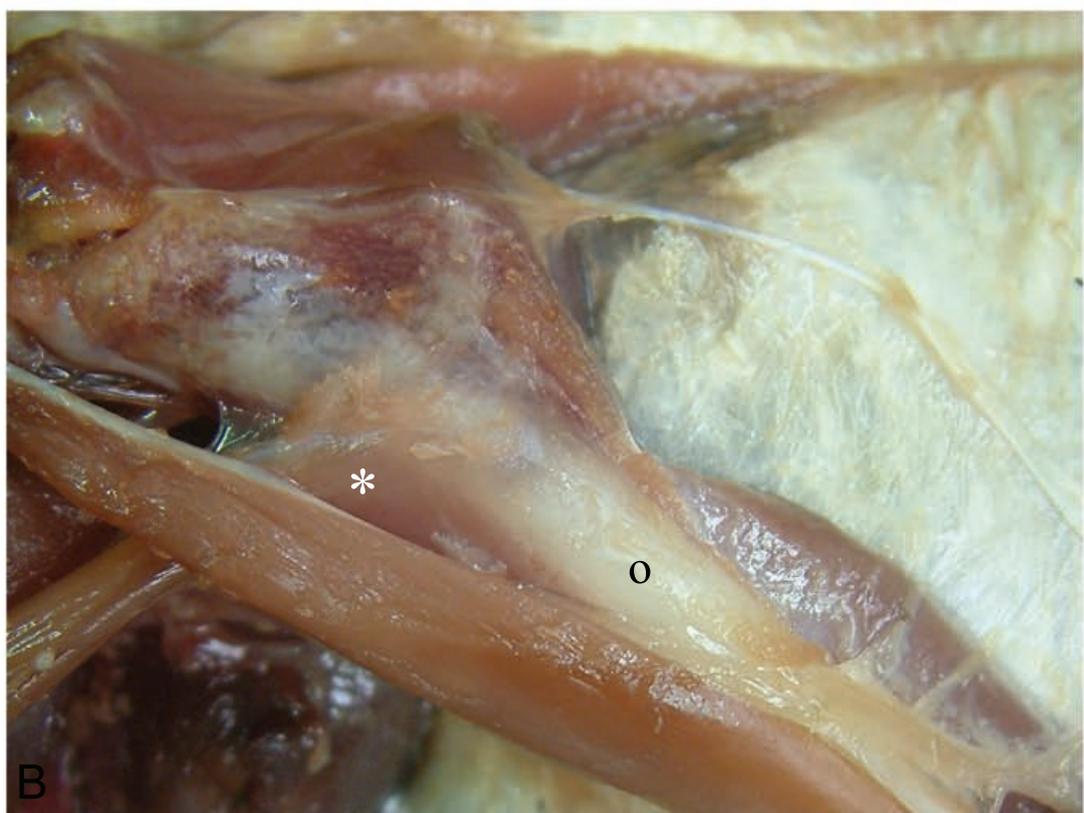
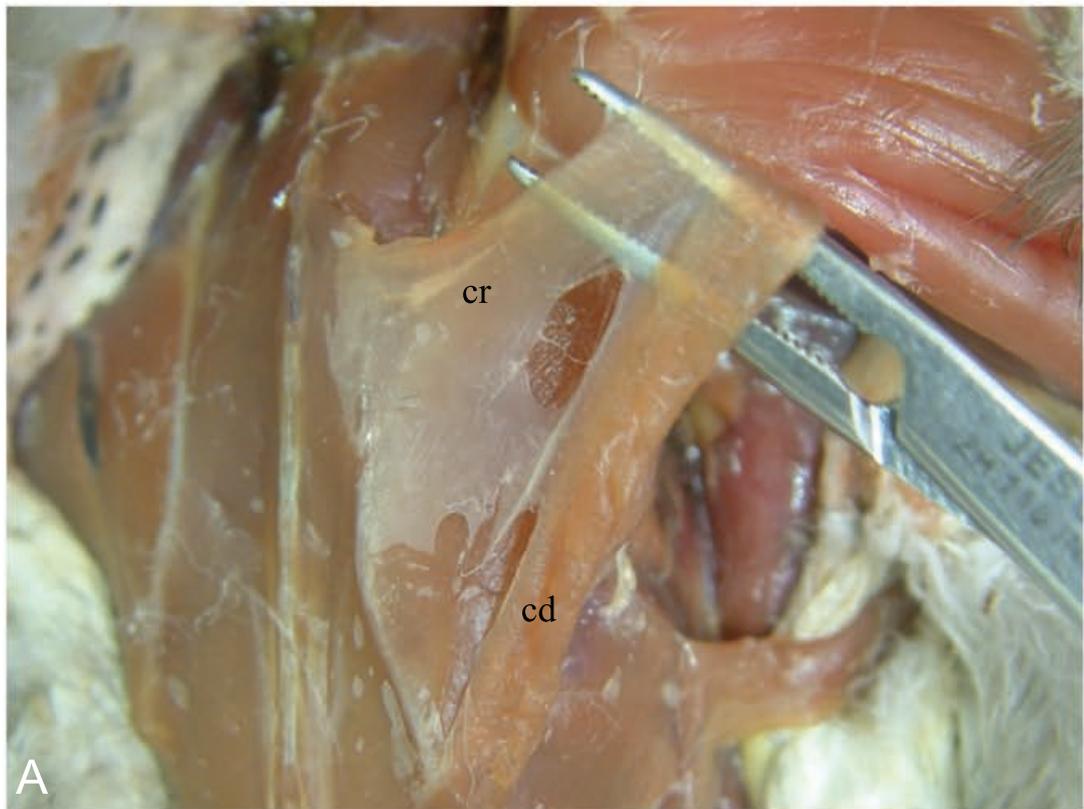


Figura 38 - A) Veduta dorsale dei muscoli superficiali della regione della spalla di Sparviero eurasiatico (*Accipiter nisus*). A) Muscolo grande dorsale distinto in capo craniale (cr) e capo caudale (cd). B) Particolare dell'inserzione distale del capo caudale del muscolo (asterisco) a livello di parte prossimale dell'omero. o: omero.

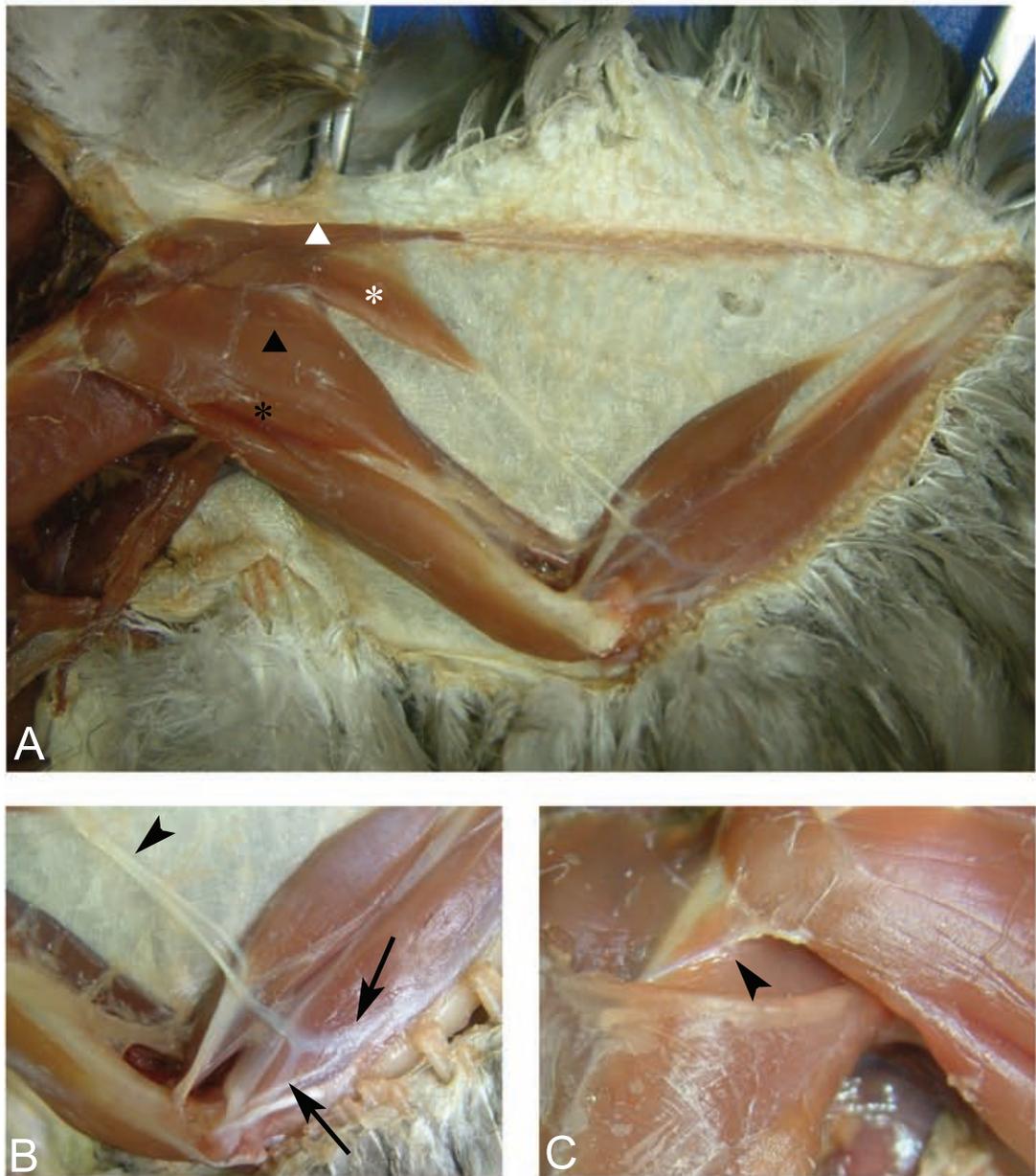


Figura 39 - Veduta dorsale dei muscoli superficiali della regione della spalla di Sparviero eurasiatico (*Accipiter nisus*). A) Muscolo deltoide formato da una parte propatagiale, una maggiore ed una minore (non visibile). La parte propatagiale è composta da un capo craniale (triangolo bianco) ed uno caudale (asterisco bianco). Anche la parte maggiore presenta un capo craniale (triangolo nero) ed uno caudale (asterisco nero). B) La terminazione della parte propatagiale caudale avviene mediante una biforcazione tendinea (testa di freccia nera). La branca caudale si divide successivamente in due benderelle fibrose assumendo la forma di una T (freccie). C) In questa specie il lacerto fibroso scapolare della parte maggiore (testa di freccia) si presenta più sviluppato del lacerto fibroso scapolare del muscolo scapolotricipite.

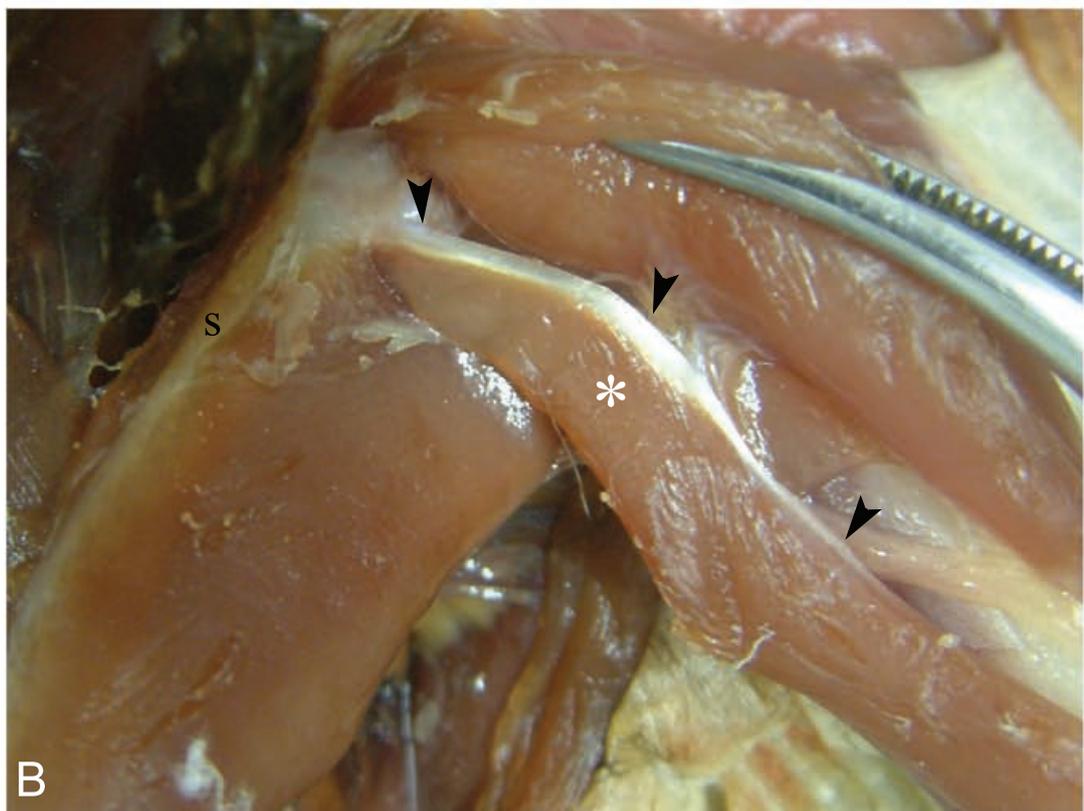
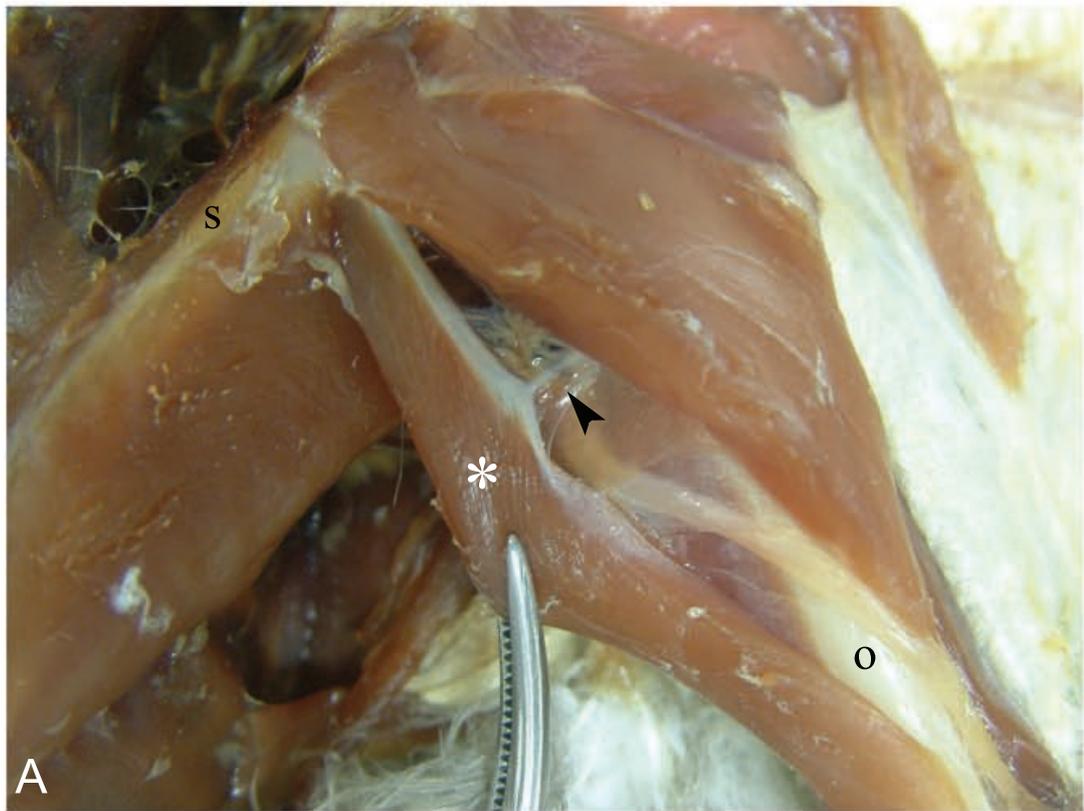


Figura 40 - Veduta dorsale dei muscoli superficiali della regione della spalla di Sparviero eurasiatico (*Accipiter nisus*). A) Muscolo scapolotricipite (asterisco). E' possibile osservare il lacerto fibroso omerale (testa di freccia). B) Particolare dell'origine del muscolo scapolotricipite (asterisco) il margine craniale dell'inserzione prossimale ed il versante ventrale del muscolo si presentano irrobustiti da un importante ispessimento fibroso della fascia muscolare (teste di freccia) che si estende sino al primo quarto prossimale. o: omero; s: scapola.

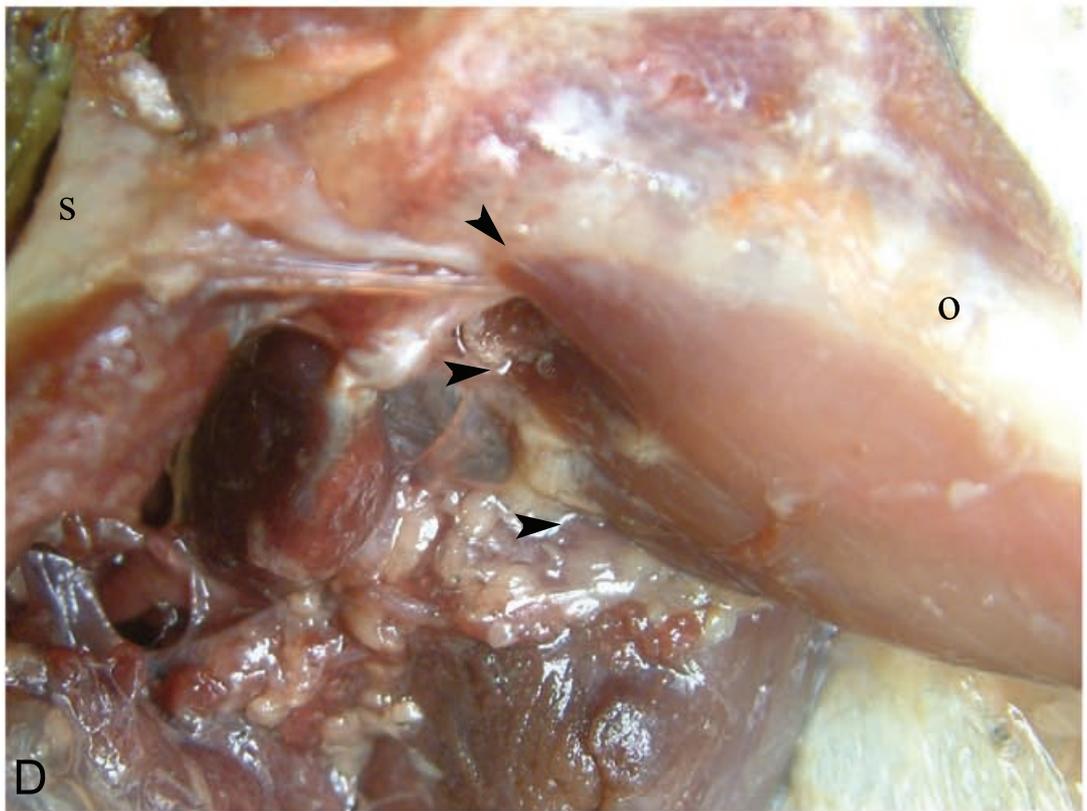
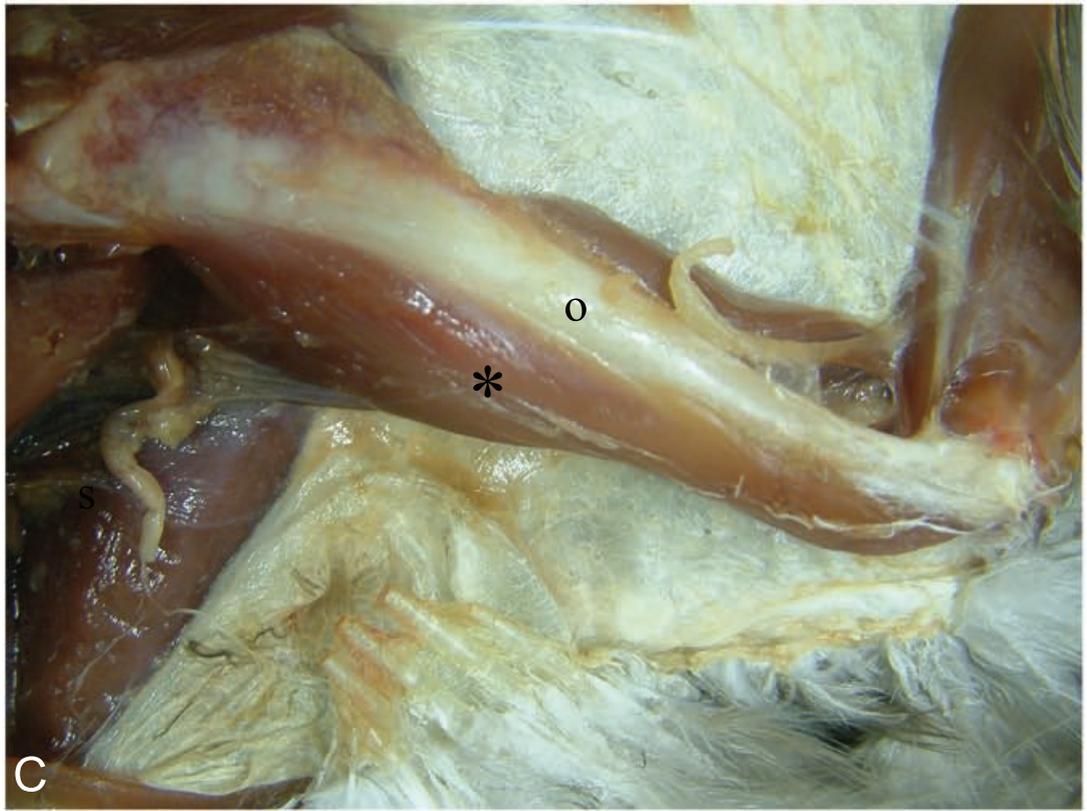


Figura 40 - Continua da precedente

C) Il muscolo omerotricipite (asterisco) percorre la regione del braccio mantenendosi adeso al corpo dell'omero. D) Particolare dell'inserzione prossimale del muscolo che avviene per mezzo di tre fasci muscolari ben distinti (punte di freccia). o: omero; s: scapola.

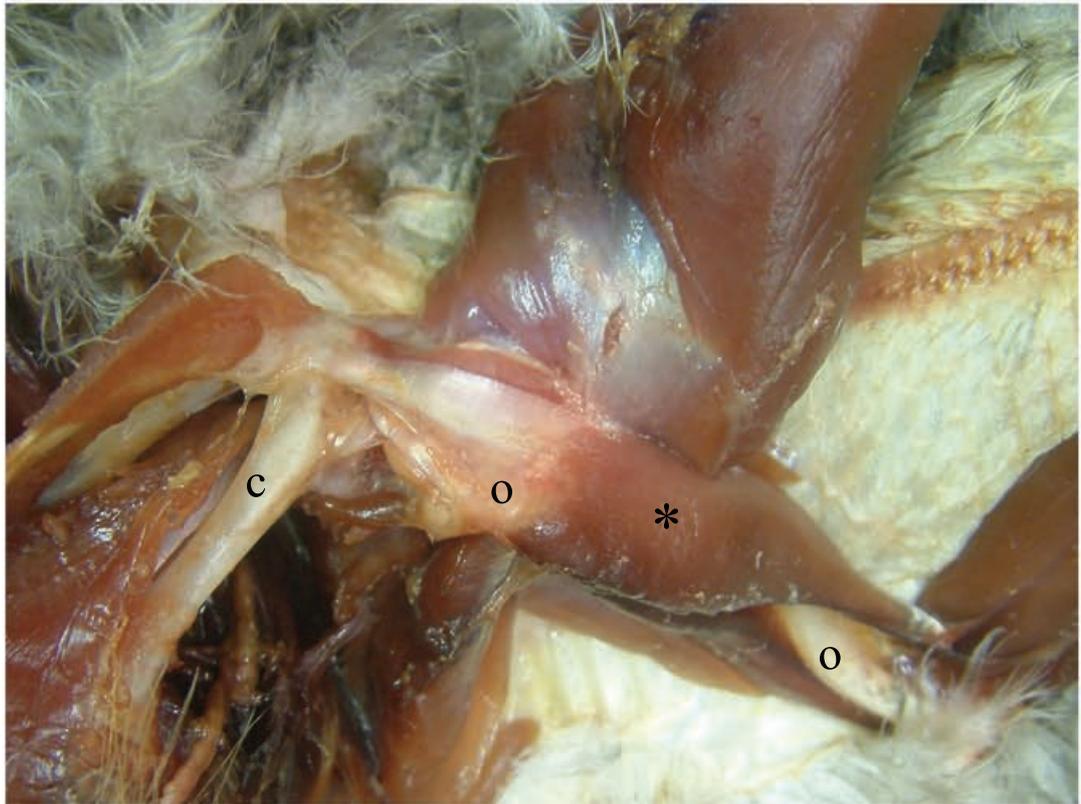


Figura 41 - Veduta ventrale dei muscoli della regione del braccio di Sparviero eurasiatico (*Accipiter nisus*). Muscolo bicipite brachiale (asterisco). Si noti il robusto tendine di origine a cui fa seguito un ben sviluppato ventre carnoso. c: coracoide; o: omero.

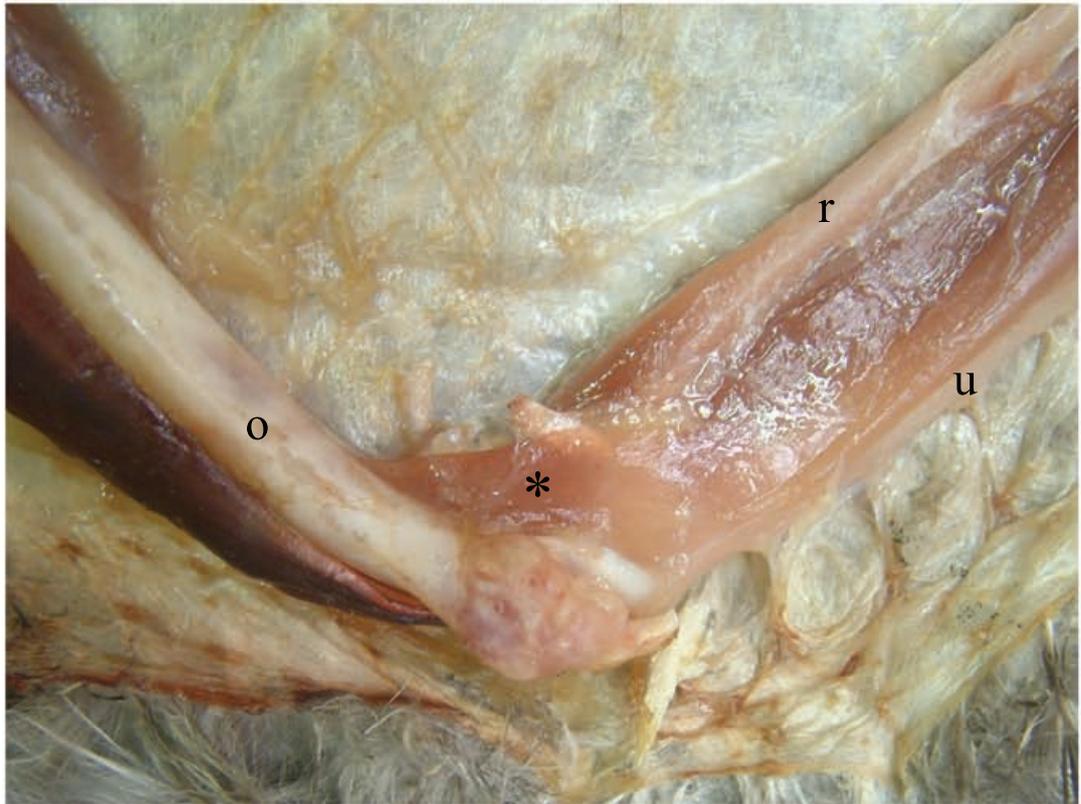


Figura 42 - Veduta ventrale dei muscoli della regione del braccio di Sparviero eurasiatico (*Accipiter nisus*). Il muscolo brachiale (asterisco) è un piatto ma ben sviluppato muscolo che presenta forma trapezoidale e si localizza profondamente sul versante interno dell'articolazione del gomito. o: omero; r: radio; u: ulna.

