

Osservazioni sulla biologia e sull'anatomia di *Onychiurus pseudostachianus* Gisin (*Collembola Arthropleona*)

Nel corso di ricerche sull'entomofauna della marcita lombarda la mia attenzione è stata attratta da uno dei pochi insetti, l'*Onychiurus pseudostachianus* Gisin ⁽¹⁾, che, pur avendo vita ipogea, non solo può sopravvivere ma pullula in un numero straordinariamente elevato di individui nelle zonule del biotopo nelle quali la sommersione maggiormente si prolunga.

La resistenza alla immersione per breve tempo da parte dei Collemboli è stata in passato segnalata da vari AA., ma alcune recenti osservazioni hanno rivelato come il fenomeno sia di rilievo ben maggiore di quanto non si ritenesse.

BRITT (1951) ha riscontrato la schiusura subacquea delle uova e la sopravvivenza delle forme giovanili di *Hypogastrura armata* Nicolet ad una sommersione prolungatasi per un mese.

GOTO (1961) e MARSHALL e KEVAN (1962) hanno osservato fatti analoghi per *Folsomia candida* Willem.

Onychiurus pseudostachianus vive da metà novembre ai primi di marzo nel suolo ricoperto, con saltuari intervalli di pochi giorni o di poche settimane al più, da un velo d'acqua. Questo *Onychiurus* è presente nei vari stadi di sviluppo anche nel terreno di fondo dei canali di scolo e di irrigazione ove rimane perennemente sommerso. Tale fatto fa pensare più ad un suo adattamento alla vita anfibia che ad una capacità di sopportare condizioni avverse.

⁽¹⁾ Questa specie fu identificata nel 1955 dal Dr. GISIN come *Onychiurus stachianus* Bagn. e con questo nome fu da me segnalata e su di essa riferito (DOMENICHINI G., 1955 - Studio ecologico su la marcita lombarda e la sua entomofauna. *Boll. Zool. agr. Bachic.*, XXI (II), 81-136). Un esame approfondito del materiale inviatogli portò successivamente il Dr. GISIN (1956) a riconoscere in esso una nuova specie che egli ha denominato appunto *O. pseudostachianus*.

Molti aspetti della vita dei Collemboli sono tuttora ignoti, mentre rimangono controversi od oscuri non pochi reperti su organi e strutture che hanno attinenza con la fisiologia e l'etologia.

Nell'intento di porre in luce alcuni comportamenti dell'Artropleono in questione, ho intrapreso il suo allevamento ⁽²⁾ effettuando osservazioni biologiche e anatomiche.

OSSERVAZIONI BIOLOGICHE

Onychiurus pseudostachianus è completamente cieco, depigmentato, bianco lattiginoso, di 1,4-2 mm di lunghezza allo stato adulto.

Come pochi altri Artropodi, abita il suolo di marcita fino ad una profondità di 15-20 cm, localizzato in zonule, tra il terriccio e gli organi ipogei delle piante, che biancheggiano delle sue esuvie ed escrementi. Se viene tenuto sommerso, la sua cuticola idrofuga fa sì che rimanga avvolto in una sfera d'aria che funziona come una branchia fisica: la depressione che in questa si determina con il consumo di ossigeno ne richiama altro disciolto nell'acqua. Sussiste pericolo mortale per gli individui che, iniziata o appena compiuta la ecdisi, presentano la cuticola bagnabile. Nei prati di marcita ricoperti dall'acqua di irrigazione, gli apparati radicali costituiscono una densa, inestricabile massa spugnosa imbrigliante miriadi di « camere d'aria », sufficientemente ampie per offrire ricovero e permettere lo sviluppo al Collembolo; i gruppi di individui di varia età che vi alloggiano tenendosi a contatto con le setole, si accrescono e allargano la cavità subacquea. Ogni loro spostamento è preceduto da un accurato tasteggiare con le lunghe setole adorali e con quelle degli articoli distali delle antenne. Il contatto con l'alimento e con il substrato impregnato d'acqua avviene con l'estremità del margine adorale e con le vescichette del tubo ventrale. Quest'ultimo viene estroflesso soltanto per essere portato a contatto con superfici bagnate.

Le numerose prove ed osservazioni che ho condotto al riguardo inducono a tale conclusione. Se gli Onichiuri vengono introdotti in un piccolo recipiente asciutto di vetro, quando questo viene capovolto gli insetti cadono istantaneamente sul fondo; quando invece

⁽²⁾ Gli allevamenti di individui isolati sono stati effettuati con il metodo cellulare suggerito da SEARLS (1928) e modificato da EDWARDS (1955). In alcuni casi ho usato come substrato alimentare mollica di pane di farina integrale.

tali operazioni vengono effettuate con un contenitore bagnato i collemboli fanno aderire il tubo ventrale all'acqua mantenendosi capovolti generalmente per un breve periodo di tempo, alcuni minuti al più. A volte, prima di cadere, camminano facendo strisciare sul substrato bagnato le vescichette ⁽³⁾.

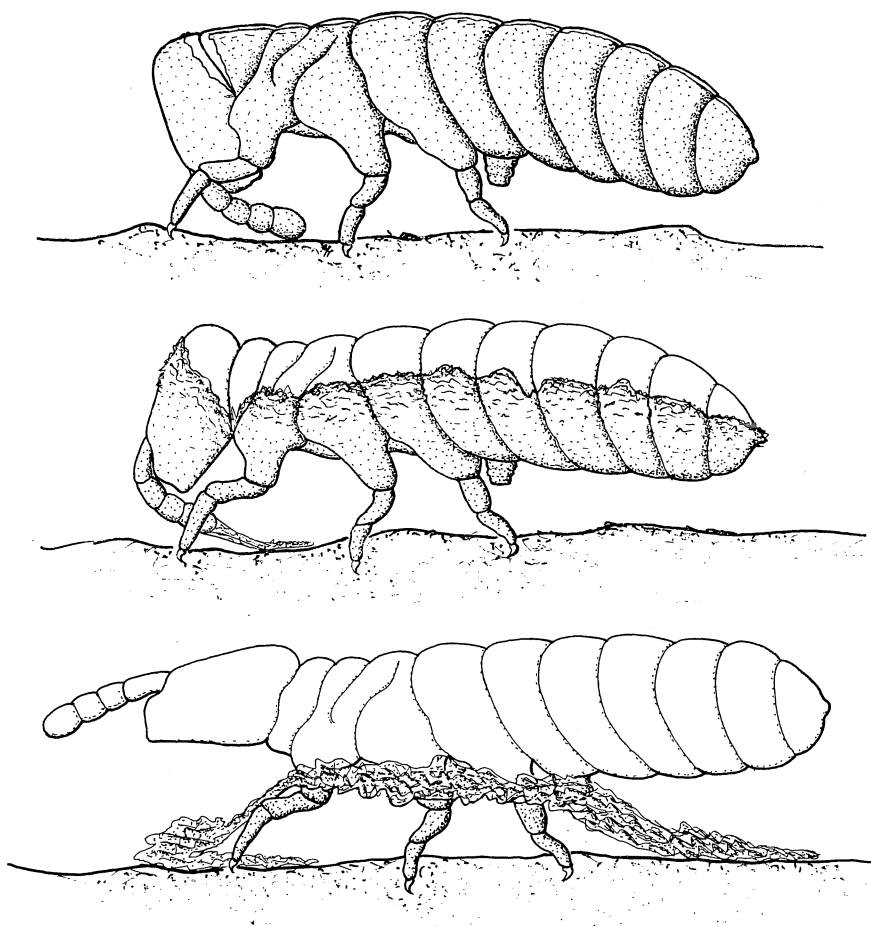
L'alimento dell'*O. pseudostachianus* nei prati di marcita, quale risulta dall'esame del contenuto intestinale, è costituito da frammenti vegetali in decomposizione, miceli fungini, batteri; insieme ad essi vengono ingurgitate minute particelle di terriccio. Il bolo alimentare, di colore scuro, traspare ed è visibile esternamente negli individui viventi, attraverso il tegumento e i tessuti ⁽⁴⁾. L'assunzione di *pabulum* solido subisce un arresto due giorni prima di ogni esuviamento e riprende un giorno dopo di questo. Entro le prime 20-30 ore di astinenza l'intestino elimina quanto vi era stato introdotto sotto forma di escrementi superficialmente bianchi in quanto avvolti dalla membrana peritrofica; frantumati, gli escrementi risultano internamente bruni o nerastri. Gli Onichiuri prossimi alla muta o che l'hanno effettuata di recente sono riconoscibili perché le zone, in cui decorre il mesentero, lasciano trasparire un colore bianco paglierino. Le sezioni rivelano che le cellule mesenteriche vengono rinnovate rapidamente, mentre i vecchi elementi, rigettati nel lume ed in parte riassorbiti ma ancora riconoscibili, costituiscono un ammasso spugnoso che gradatamente sostituisce il bolo alimentare. Il giorno successivo all'esuviamento la masserella viene espulsa sotto forma di cilindretto solido che, a differenza dei normali escrementi, risulta biancastro anche internamente; prima della sua eliminazione il collem-

⁽³⁾ Ho ripetuto le prove su *Orchesella villosa* Geoffroy con simili risultati. L'estroflessione delle vescichette su substrato bagnato si verifica meno frequentemente che in *Onychiurus*, ma, sul substrato asciutto, durante il capovolgimento della capsula, *Orchesella* riesce talvolta a rimanere aderente al coperchio appoggiandovi per qualche istante l'apertura boccale che vi si accolla; le zampe si distaccano presto dal coperchio e il corpo pende per qualche attimo, appeso con il margine adorale, prima di cadere sul nuovo fondo. Ciò sta a dimostrare che il collembolo mette in atto artifici vari per non cadere e che tra questi rientra l'uso del tubo ventrale solo se il substrato è bagnato.

⁽⁴⁾ Se si somministra agli Onichiuri acqua o alimento contenenti bleu di metilene, il colore si diffonde dal tubo digerente ai tessuti del corpo; è allora possibile seguire al microscopio stereoscopico, attraverso il tegumento trasparente, gli spostamenti dell'emolinfa nel celoma quando, durante la muta, divengono turbinosi. In tali circostanze ho riscontrato l'alternanza di 4-6 movimenti antero-posteriori e postero-anteriori in un minuto secondo.

bolo attinge abbondantemente acqua per cui l'intestino medio non rimane vuoto ⁽⁵⁾.

Pur abitando di norma a contatto del terreno, gli Onichiuri possono sopravvivere una ventina di giorni ed effettuare una muta, rara-



Figg. 1-3. - *Onychiurus pseudostachianus* Gisin. Momenti successivi della muta.

⁽⁵⁾ Il fatto riveste presumibilmente per la specie un'importanza vitale. Il lume cilindrico del grande sacco mesenterico occupa infatti quasi 1/4 dell'intero volume del corpo e sembra lecito ritenere che il suo afflosciarsi in mancanza di contenuto sarebbe inevitabile e non sopportato. Ho ripetutamente mantenuto in ambiente al 90-95 % di umidità relativa individui prossimi alla muta senza che potessero rifornirsi di acqua, ma nessuno di essi è sopravvissuto oltre 18 ore dall'esuviamento.

mente due, anche vivendo sul pelo libero dell'acqua e ingerendo esclusivamente questo liquido.

Nel suolo di marcita inoltre affiorano talvolta in superficie per trattenersi sull'*humus* alla base delle piante.

Colpiti dalla luce di una comune lampada ad incandescenza, essi reagiscono all'istante con rapidi movimenti e possibilmente vi si sottraggono rifugiandosi in zone riparate. Esposti a luce fredda ⁽⁶⁾, rimangono invece del tutto indifferenti.

La muta, nelle condizioni di umidità relativa intorno al 90 %, alle temperature tra 17° e 23° C, si compie di solito ogni 8-14 giorni; tra 21° e 23° C intercorrono 6-13 giorni tra un esuvamento e l'altro. Gli intervalli non sono regolari né per le forme giovanili né per quelle adulte. Eccezionalmente ho potuto seguire lo svolgersi di due ecdisi in tre giorni da parte di individui che non mutavano da 16-18 giorni ⁽⁷⁾.

Al momento di dare inizio alla muta l'*Onychiurus* piega il capo ventralmente fino a porlo quasi tra le zampe anteriori e adagia la parte dorsale e distale dell'articolo antennale sul substrato (fig. 1) rimanendo a lungo in tale posizione.

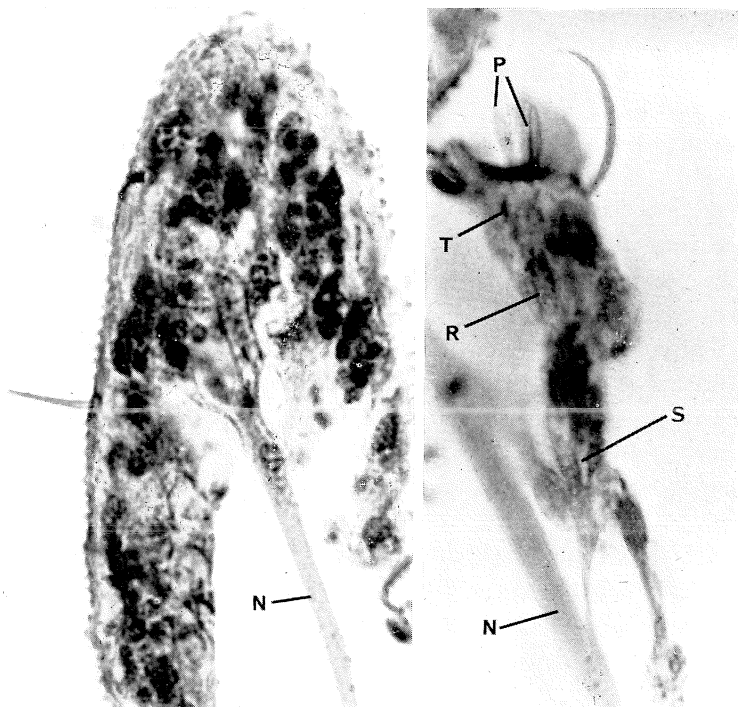
Il corpo, contratto sotto l'azione dei muscoli e percorso da tremolii irregolari e continui, compie senza spostarsi piccoli movimenti ondulatori, apparentemente incoordinati, da un fianco all'altro; l'esuvia si fende dorsalmente sia lungo una linea longitudinale mediana, che dal margine anteriore del pronoto raggiunge l'apice dell'ultimo urotergo, sia secondo una linea trasversa corrispondente al margine posteriore del capo. Nel torace e nell'addome la vecchia cuticola scivola lungo i lati su quella nuova pieghettandosi all'estremità distale delle zampe e dell'addome fino a giacere sul substrato. Contemporaneamente l'Onichiuro solleva con estrema lentezza il capo (fig. 2): poiché la vecchia cuticola dell'estremità antennale è saldamente aderente al substrato, il movimento consente di liberare dall'esuvia le antenne e il capo (fig. 3).

In estate-autunno ho riscontrato un tempo minimo di sviluppo, dalla nascita alla deposizione delle prime uova, di 114 giorni; la vita degli adulti si prolunga per oltre 5 mesi.

⁽⁶⁾ Il rilievo si è verificato casualmente sottoponendo gli individui all'esame di un microscopio stereoscopico Zeiss a luce interna incorporata e filtrata da schermi speciali.

⁽⁷⁾ LINDEMANN (1950) ha osservato un'*Orchesella* effettuare due mute in due giorni.

Tutti gli stadi postembrionali dell'*O. pseudostachianus* possono sottostare a manifestazioni talvolta imponenti di autoemorrea e perfino, contemporaneamente ma in misura modesta, ad una forma di emafrorrea. Il primo di questi fenomeni è conosciuto in un certo



Figg. 4-5. - *Onychiurus pseudostachianus* Gisin. A sinistra: terminazione distale del nervo antennale. A destra: struttura di un sensillo astiforme dell'organo antennale III, in sezione longitudinale. N = nervo antennale; P = sensilli ostiformi; R = cellule tricogene; S = cellule sensorie; T = cellule tormogene. (La figura 5 è ingrandita circa $\times 2.000$).

numero di Collemboli. Secondo gli AA., nelle forme che, come gli Onichiuridi, possiedono pseudocelli — sottili dischi cuticolari provvisti di una fenditura — l'emolinfa fuoriesce attraverso questi. Nella specie in argomento l'emolinfa sgorga anche dal tegumento delle antenne, delle zampe e dell'ultimo segmento addominale ove gli pseudocelli sono assenti. Le gocce di sangue, che sul corpo assumono talora dimensioni maggiori di quelle del capo, permangono per ore e giorni, talvolta riassorbite lentamente o rapidamente; non di rado

rimangono aderenti durante la muta alla vecchia cuticola e sono con essa abbandonate.

L'emolinfa non appare soggetta a coagulazione quando si praticano agli Onichiuri modesti o notevoli traumi con vari mezzi. Sotto il calore dei raggi di una lampada a incandescenza le gocce di sangue vengono di solito riassorbite in pochi minuti. Quando l'autoemorrea si presenta negli individui di un allevamento la maggioranza di essi ne è soggetta, sia che vivano isolatamente che in colonie. Gli individui che presentano autoemorrea divengono scarsamente attivi e talvolta muoiono dopo alcuni giorni di acinesi.

Esaminando gli individui autoemorroidici ho notato alcuni casi in cui qualche goccia di sangue spariva improvvisamente. Più attente osservazioni mi hanno consentito di riscontrare l'emissione di sfere sanguigne rigonfie di gas, distinguibili per la maggior brillantezza da quelle che racchiudono sangue; portando a contatto di queste ultime la punta di un ago il liquido vi aderiva, mentre le precedenti « scoppiavano » come piccole bolle di sapone.

OSSERVAZIONI MORFOLOGICHE E ANATOMICHE

Tecnica istologica usata.

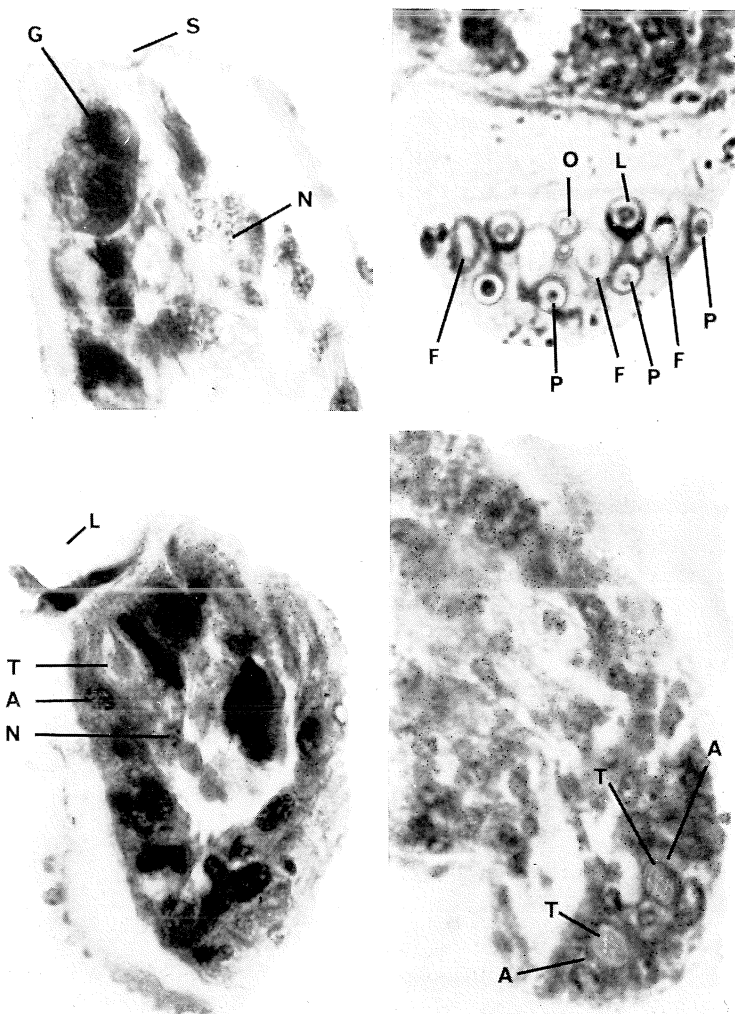
Il materiale, costituito da individui integri, è stato fissato coi fissativi Bouin o Duboscq-Brasil e incluso in paraffina; le sezioni, di 5-7 micron di spessore, sono state colorate con la « tricromica » del Masson alla fucsina e al bleu di anilina.

Altre tecniche applicate, tra cui la fissazione con Bouin e colorazione col metodo Gomori, la fissazione con Carnoy e la colorazione con ematossilina Carazzi ed eosina, hanno conseguito risultati scarsamente apprezzabili ⁽⁸⁾.

⁽⁸⁾ Mi rendo conto che la tecnica istologica tradizionale seguita in questo studio presenta dei limiti e che l'applicazione della metodologia citologica più recente avrebbe consentito una più approfondita messa a punto dei dati ottenuti.

Poiché non è mio intendimento dedicarmi a questo tipo di ricerche che richiedono una specializzazione diversa da quella da me scelta, mi è sembrato opportuno non disperdere i frutti delle mie indagini a cui ho dedicato non poco tempo.

Sono grato all'amico Prof. BACCIO BACCETTI ed al suo valente collaboratore Dott. ROMANO DALLAI i quali hanno esaminato i risultati su cui riferisco, fornendomi preziosi consigli nella stesura del lavoro.



Figg. 6-9. - *Onychiurus pseudostachianus* Gisin. In alto. Sezione longitudinale della estremità dell'articolo distale dell'antenna (a sinistra) e sezione trasversa, tangenziale dell'organo sensoriale antennale del III articolo (a destra). In basso. Sezione trasversale obliqua dell'antenna a livello di uno dei sensilli lanciformi dell'organo sensoriale antennale del III articolo (a sinistra); sezione longitudinale obliqua dell'antenna in corrispondenza del III-IV articolo a livello dell'organo sensoriale III (a destra). A = cellule avvolgenti; F = produzioni cuticolari a forma di vomere in sezione superficiale; G = cellule ghiandolari apicali; L = grandi sensilli lanciformi; N = cellule sensoriali; O = base dei sensilli astiformi; P = base delle setole; S = sensillo celoconico apicale; T = tubulo cuticolare che racchiude i processi distali delle cellule sensoriali.

Le fotografie pubblicate nel presente lavoro forniscono ingrandimenti dei preparati, salvo indicazioni diverse, $\times 1000$ diametri.

Antenne.

Gli Onichiuri, che tra gli Artropleoni presentano la più ridotta varietà di organi sensoriali, posseggono quasi soltanto sensilli del tipo chetico; non fanno eccezione al riguardo le loro antenne che in altre famiglie sono più riccamente provviste di sensilli che non le rimanenti parti del corpo. Nondimeno l'uso che in ogni circostanza viene fatto di tali appendici da parte della specie in argomento lascia ritenere che esse sopportino mezzi essenziali di informazioni sul mondo esterno. Le antenne, con i loro continui movimenti nelle varie direzioni, sfiorano, mediante gli articoli terminali, tutto ciò che è intorno; ogni altro movimento del corpo viene effettuato solo dopo questo accurato tasteggiare.

Lo studio degli organi sensoriali (e di altri, qui rilevati) nelle antenne dei Collemboli presenta l'interesse e le difficoltà racchiuse in un'indagine mancante di precedenti. Infatti sono note al riguardo soltanto le notizie fornite da DENIS (1928) sulla innervazione dei muscoli antennali e quelle, sul numero e la dislocazione di questi ultimi, di IMMS (1940).

Nervo e setole antennali.

Il nervo antennale è costituito da un solo tronco nella cui sezione è distinguibile — dal tratto in cui fuoriesce dal deutocerebro fino al II articolo dell'antenna — un settore ventrale dal quale si dipartono i nervi motori. Dalla parte dorsale, che in sezione trasversa si presenta quasi doppia della precedente, e dal II articolo in poi anche da quella ventrale, si staccano diramazioni che pervengono a gruppi di neuroni annessi agli apparati di senso esterni. All'apice del II articolo il nervo antennale si dirama in forti branche che si suddividono ulteriormente e raggiungono, nei due articoli distali, le cellule sensorie (figg. 4, 14).

Queste ultime, riunite in grappoli composti di 4 fino a 12 elementi, affondati sotto l'epitelio tegumentale, servono prevalentemente le setole che dal I al IV articolo sormontano l'antenna in numero progressivamente maggiore. Il numero delle setole negli adulti dei due sessi è infatti di 6-8 sul I, 14-16 sul II, 18-22 sul III, 88-96 sul IV

articolo; sono disposte circolarmente in una fila su I, in 2 sul II e sul III, senza un particolare ordine ma con una certa uniformità, sul IV.

I gruppi di elementi sensoriali sono pertanto molto numerosi nell'articolo distale di cui occupano, affiancati l'uno all'altro, quasi interamente la cavità. Tali cellule non sono ben differenziate e il loro citoplasma costituisce una fitta maglia reticolare.

Sensillo celoconico apicale.

Sul lato esterno dell'ultimo antennumero sporge, da una minuta fossetta cuticolare, un sensillo a forma di asticella distalmente ingrossata e arrotondata, mancante di articolazione con la cuticola (fig. 6); la sua base riceve lunghe fibre provenienti dall'interno di una masserella piriforme costituita da alcune cellule sensoriali situate latero-dorsalmente alle cellule ghiandolari apicali di cui dirò in seguito.

Organo antennale del III articolo.

Con questo termine viene indicato dagli specialisti dell'ordine un gruppo di sensilli collocati, di solito subapicalmente, su di una prominenza del lato esterno dell'articolo, protetti da processi tegumentali di varia forma. Raffigurato o descritto in molte specie dai tassonomisti e ritenuto avente funzione olfattoria, esso non è stato ancora studiato nella sua struttura interna.

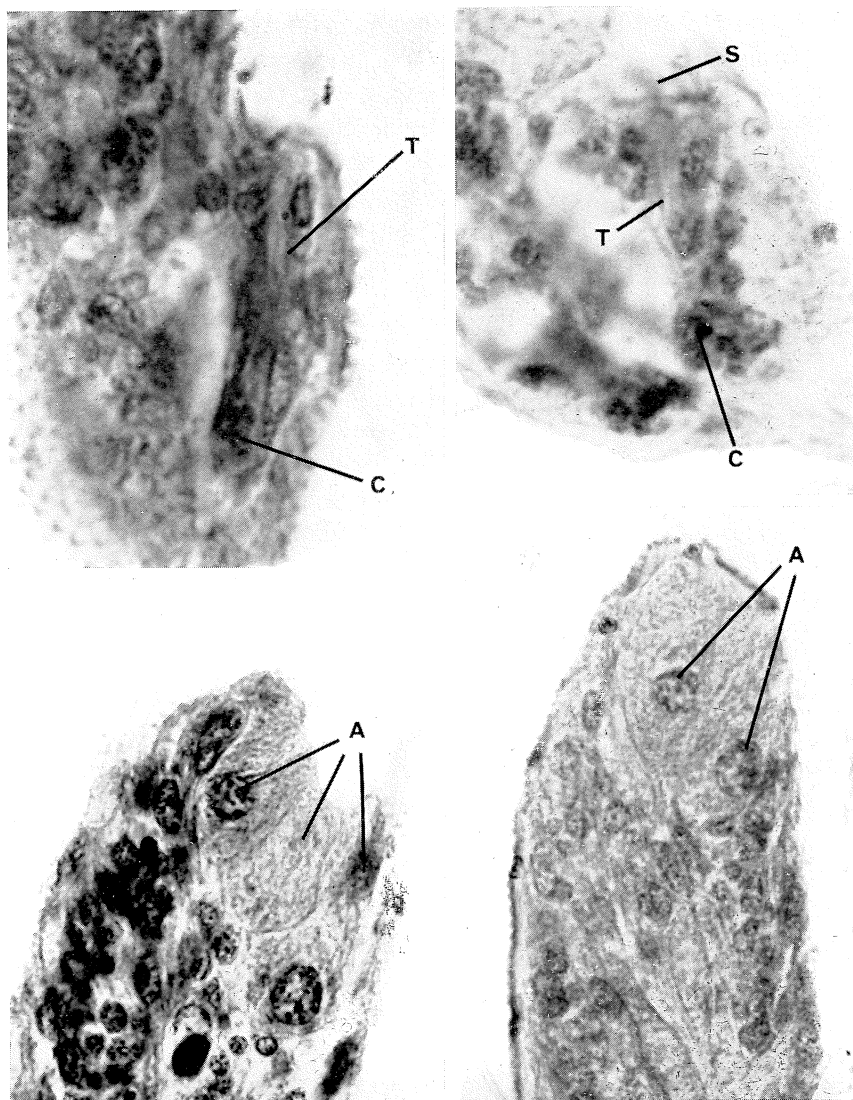
In *Onychiurus pseudostachianus* consiste in una fila di quattro processi tegumentali a forma di vomere, tra i quali si alternano quattro sensilli di aspetto vitreo. Due di questi ultimi, astiformi, sono posti tra i processi mediani e due altri, lanciformi e di maggiori dimensioni, sono collocati tra i processi esterni e quelli mediani. Tali sensilli sono disposti in fila sul bordo interno della prominenza dell'articolo.

Ai processi si interpongono inoltre, situate verso l'esterno dell'articolo, 5 robuste setole ricurve (fig. 7).

Da rilevare che i due sensilli laterali, di grandezza maggiore, sono presenti in tutti gli *Onychiuridae* (GİSİN, 1960) in numero costante di 2 o, in alcune forme di *Tullbergia*, di 3; di dimensioni proporzionalmente meno notevoli essi sono rilevabili anche in altri *Arthropleona* (numerosi *Hypogastruridae*, *Poduridae*, *Isotomidae*). Hanno aspetto diverso nelle differenti specie: di clava, di pala, di spatola

più o meno ricurva, di fungo spugnoso, di bulbo peduncolato ecc.

Le sezioni rivelano che l'apparato esterno di tali sensilli viene raggiunto da un fascio di lunghi prolungamenti esterno-recettori, racchiusi in un cilindro cavo a sezione circolare e proveniente da una



Figg. 10-13. - *Onychiurus pseudostachianus* Gisin. In alto: struttura di un sensillo lanciforme dell'organo antennale III, in sezione longitudinale. In basso: apice dell'ultimo articolo antennale, in sezione longitudinale. A = ghiandole apicali; C = cellule sensoriali; S = recettore esterno; T = tubulo cuticolare.

dozzina di cellule sensorie riunite in una masserella ovoidale giacente in profondità verso la base dell'articolo; le pareti cuticolari del cilindro appaiono prodotte da cellule epidermali avvolgenti (figg. 8, 9, 10).

La complessità di tali sensilli lascia ritenere che essi adempiano a particolari funzioni ed appare ben giustificata l'importanza tassonomica che ad essi è stata attribuita.

Diversamente e più semplicemente sono costituiti i due sensilli mediani astiformi i quali, articolati ciascuno al tegumento mediante una vistosa cellula tormogena, sono serviti da alcune cellule sensorie (fig. 5); i loro assoni si riuniscono a quelli dei gruppi di cellule delle vicine setole e raggiungono il nervo antennale all'altezza del terzo prossimale dell'articolo.

Ghiandole antennali apicali.

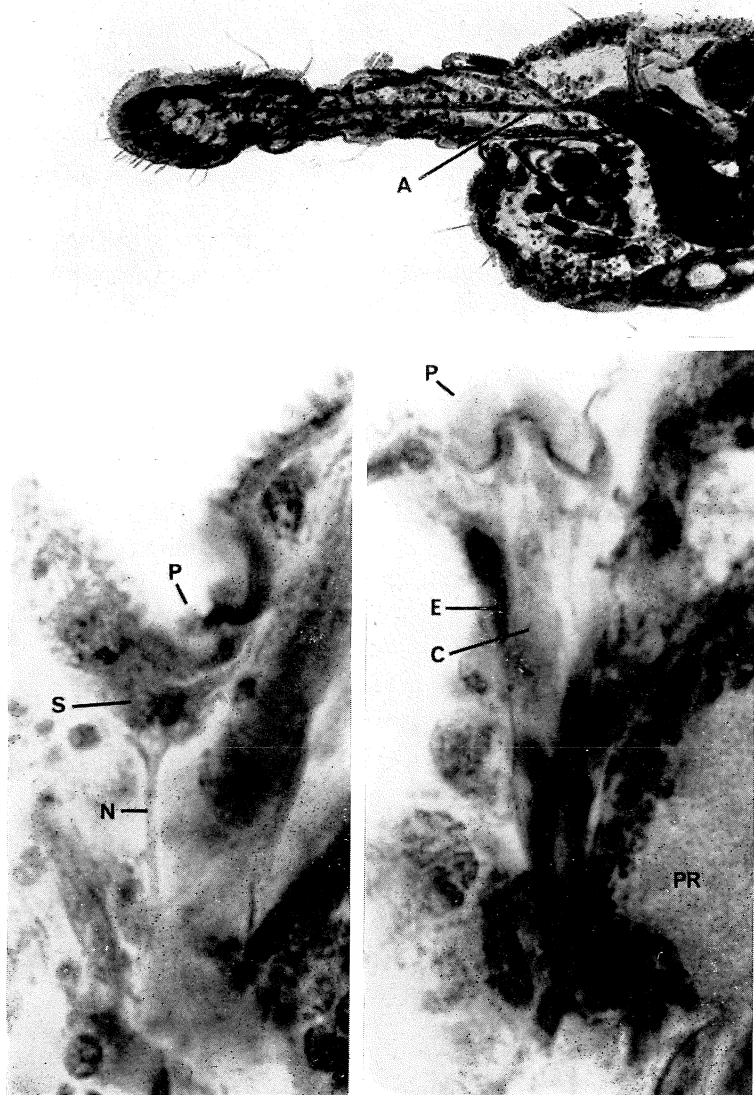
L'apice dell'articolo antennale distale della maggioranza dei Collemboli presenta 1-3 caratteristiche prominenze papilliformi, o vescichette più o meno ben delimitate che, in talune forme, sono retrattili entro ampie fossette. I sistematici le hanno prese in attenta considerazione per il valore tassonomico ad esse attribuito.

Sebbene nessuna ricerca istologica sia stata condotta al riguardo, queste vescichette sono state ritenute organi di senso (tattile sec. HANDSCHIN 1926, igrometrico sec. MARCUS 1949); una ipotesi suggerita forse dalla usuale presenza, nella vicinanza di queste formazioni, di sensilli chetici o celoconici.

In *Onychiurus* l'apice del IV articolo ha 3 lievi convessità dorsali arrotondate (fig. 6), a cuticola quasi liscia ⁽⁹⁾ anziché tipicamente a rilievi tubercolari come nel resto dell'antenna e nella gran parte del corpo. Le sezioni rivelano che tali sporgenze sovrastano 3 ghiandole unicellulari ovoidali, contigue, proporzionalmente enormi, con nucleo sferico probabilmente poliploide, collocato in posizione eccentrica, prossimale; le loro dimensioni si aggirano intorno ai 24 μ di lunghezza e 14 μ di diametro. Infarciscono il campo citoplasmatico di queste cellule minuti vacuoli, fasci di fibrille e di granuli, diretti alla superficie cuticolare ⁽¹⁰⁾. Il secreto, di cui rimangono da stabi-

⁽⁹⁾ Esaminata in sezione a 1.000 o più ingrandimenti la superficie cuticolare delle cellule ghiandolari appare minutamente denticolata.

⁽¹⁰⁾ Un diverso quadro istologico a ben più piccole dimensioni presentano le cellule ghiandolari sparse tra l'epitelio tegumentale che PHILIPTSCHENKO (1906) descrive e considera ghiandole della muta. Esse sono presenti anche in *Onychiurus pseudostachianus*.



Figg. 14-16. In alto: *Onychiurus pseudostachianus* Gisin. Antenna e parte del capo, in sezione longitudinale. In basso a sinistra: *O. pseudostachianus* Gisin, organo postantennale in sezione trasversale. In basso, a destra: *Anurida* sp., organo postantennale in sezione trasversale. A = nervo antennale che si origina dal deutocerebro; C = cellula sensoriale; E = cellule avvolgenti la cellula sensoriale (C); N = nervo postantennale; P = recettori esterni; PR = protocerebro; S = gruppo di cellule sensoriali (fig. 14 ingrandimento $\times 320$, figg. 15, 16 $\times 1000$).

lire la natura e la funzione, trasuda evidentemente attraverso la cuticola mancando un condotto apparente (figg. 12, 13).

Confinanti col rivestimento cuticolare delle ghiandole sono le basi di setole sulle quali il secreto può esternamente confluire.

Il reperto presenta un certo interesse poiché ghiandole antennali negli Insetti sono state segnalate in rari casi e solo alla base delle appendici.

Gli individui prossimi alla muta, osservati allo stereomicroscopio, presentano la cuticola dell'estremità antennale, corrispondente alla zona delle ghiandole, ricoperta di liquido incolore che riflette la luce; toccando quest'ultimo con un granulo di bleu di metilene, il colore si spande istantaneamente sulla parte della cuticola in corrispondenza delle ghiandole e sulle setole che la contornano.

Organo postantennale.

In *Onychiurus* è costituito da processi cuticolari a cespuglio disposti in una serie doppia e parallela di 18-20 elementi. Internamente essi sono raggiunti dalle diramazioni nervose provenienti da una masserella piriforme costituita da alcune cellule sensorie situate sul lato esterno dell'organo, immediatamente sotto il tegumento (fig. 15). Tali cellule sono collegate mediante un lungo fascio di nervi al protocerebro, presso il limite di quest'ultimo con il deutocerebro.

In *Anurida* i processi sensoriali esterni sono rappresentati da vistose espansioni cuticolari a forma di ventaglio; sotto la cuticola della parte centrale dell'organo, giunge l'appuntita estremità di una grande cellula sensoriale fusiforme la cui terminazione prossimale s'innesta direttamente tra proto- e deutocerebro.

Notevole l'isolamento della cellula sensoria, per la sua intera lunghezza, ad opera di elementi dell'epitelio tegumentale, affondati intorno alla prima a modo di imbuto (fig. 16).

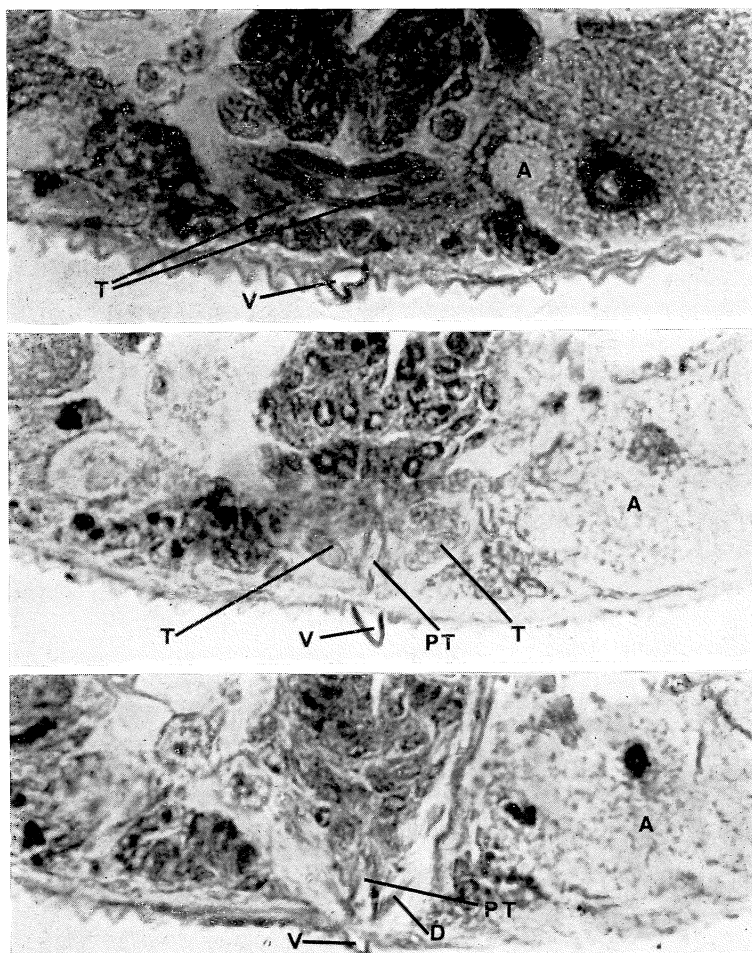
La struttura di quest'organo, che WILLEM (1900), HEYMONS (1901), HOLMGREN (1916), DENIS (1926) e HANSTRÖM (1940) suppongono omologo all'organo di Tömösvary dei Miriapodi, è notevolmente differente nell'*Onychiuride* e nel *Poduride*. Le profonde modificazioni subite in diverse famiglie di Collemboli sono rilevabili anche dal lavoro di BECKER (1910).

Esso è stato considerato un organo olfattorio ma CHANG (1966) osservando il comportamento degli individui di *Folsomia candida* Willem (*Isotomidae*) sui quali ha effettuato l'ablazione dell'organo, gli attribuisce una funzione termorecetttrice e statocistica.

Ghiandole tubulose e ghiandole salivari.

Sussistono notevoli discordanze tra gli AA. circa il numero, la dislocazione e lo sbocco di queste ghiandole. I diversi punti di vista sull'argomento furono passati in rassegna, nell'esporre i risultati delle loro ricerche, da HOFFMANN (1904), IMMS (1906), DENIS (1928), MUKERJI (1932) e SEDLAG (1952).

In *Onychiurus* e in *Anurida* ho potuto osservare quanto segue.



Figg. 17-19. - *Anurida* sp.. Dall'alto in basso: sezioni trasversali successive del capo presso lo sbocco delle ghiandole tubulose. A = ghiandole acinose; D = muscoli provenienti dal tentorio diretti ai lati del solco labiale; PT = apertura anteriore della camera atriale dei condotti T; T = condotti delle ghiandole tubulose; V = doccia ventrale.

Le due ghiandole tubulose (i ben noti « reni labiali », di BRUNTZ, 1908 o « Labialnephridien » di WOLTER, 1963) alloggiate nella regione latero-ventrale del capo, confluiscono, mediante il rispettivo condotto, in direzione anteriore, fino a congiungersi medialmente all'altezza del punto di convergenza della doccia ventrale con la fenditura del labium, una ripiegatura tegumentale mediana rivolta verso l'interno (figg. 22, 23).

La concamerazione, che i condotti delle ghiandole tubulose formano al loro riunirsi, presenta sulla parete anteriore una stretta apertura verticale mediana che immette, ventralmente, nella terminazione della doccia di cui dirò in seguito e anteriormente nella fenditura del labium. Ai lati dell'apertura presso la doccia agisce una coppia di muscoli (fig. 18, 19, 20) che ne regola l'ampiezza e quindi l'afflusso del secreto nella doccia stessa. Avanti alla precedente, un'altra coppia di muscoli, che converge alla base della fenditura labiale, ne avvicina o ne allontana le pareti prospicienti l'apertura anteriore della camera atriale (figg. 21, 24, 25). Sembra pertanto evidente che il coordinato movimento dei quattro muscoli sia in grado di convogliare il secreto delle ghiandole tubulose alla doccia ventrale o, attraverso la fenditura del labium, alla sua estremità adorale ⁽¹¹⁾.

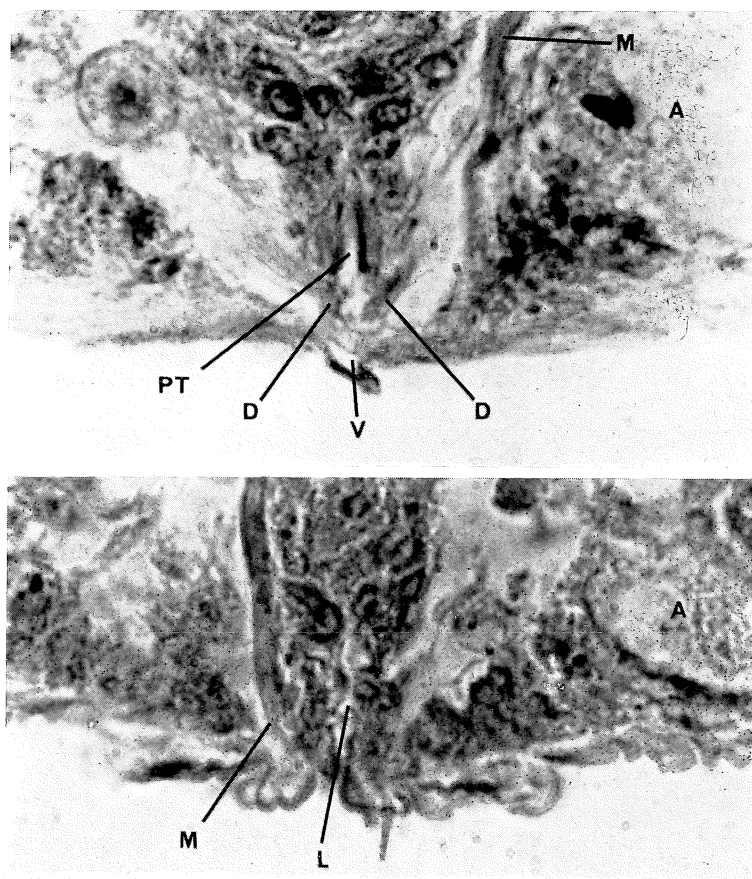
Secondo la maggioranza degli AA. una coppia di ghiandole cefaliche verserebbe in quelle tubulose il proprio secreto, ma i pareri non concordano nell'indicare quali di dette ghiandole posseggano tali particolarità ⁽¹²⁾.

SEDLAG (1952) descrive e raffigura in *Orchesella villosa* una coppia di « acinöse Drüse » (presumibilmente diverse da quelle indicate

⁽¹¹⁾ Se, come è presumibile, il secreto ha funzione di « bagnante » per le parti di cuticola destinate a venire a contatto con l'acqua è facilmente comprensibile che esso venga utilizzato sia dal tubo ventrale che dal margine labiale. Quando ho reso evidente con bleu di metilene il secreto contenuto nella doccia ventrale, il colore dopo essersi diffuso fino alla camera atriale ha percorso poi, ad un tratto e rapidamente, il solco labiale fino alla sua estremità anteriore.

⁽¹²⁾ Gli AA. forniscono poi indicazioni molto vaghe circa le connessioni tra le due coppie di ghiandole. Nel suo fondamentale contributo all'anatomia del capo dei Collemboli, DENIS (1928), di regola molto preciso e circostanziato nelle sue descrizioni, dopo aver attribuito ai suoi predecessori la collocazione delle « glandes globuleuses » tra quelle che sboccano nella doccia ventrale, scrive (p. 172): « Elle appartient également au labium et s'ouvre tout au voisinage de la précédente. Elle semble moins développée chez *Onychiurus* que chez *Anurida*. Chez *Tomocerus*, par contre, elle atteint une grande extension vers l'arrière et on peut l'y suivre jusque sous la masse histologiquement très confuse et rappelant un peu ce que l'on trouve au même endroit chez *Campodea* ». Migliori indicazioni non si possono ricavare, in merito, dalla vasta iconografia che arricchisce il lavoro di DENIS (1928).

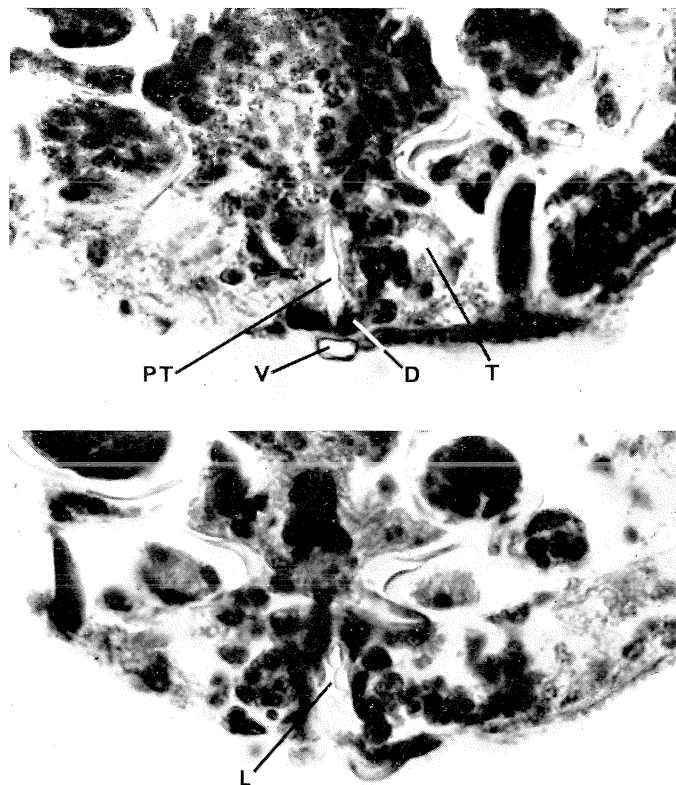
con questo nome da HOFFMANN (1904) in *Tomocerus*) che ritiene sboccare ai lati nella camera di confluenza delle ghiandole tubulose, mediante due brevi canalicoli di $1\ \mu$ di diametro.



Figg. 20-21. - *Anurida* sp.. Sezioni trasversali successive del capo. In alto, in corrispondenza dello sbocco delle ghiandole tubulose (particolare della fig. 19); in basso, in corrispondenza del solco labiale. A = ghiandole acinose; D = muscoli dilatatori che regolano il flusso del secreto nella doccia ventrale; L = solco labiale; M = muscoli provenienti dal tentorio ai lati del solco labiale; PT = apertura anteriore della camera atriale dei condotti T; T = condotti delle ghiandole tubulose; V = doccia ventrale.

Ho individuato le ghiandole « acinose » indicate da SEDLAG (1952), che corrispondono alle « globose » di WILLEM (1901) e alle « globose o acinose labiali » rappresentate da DENIS (1928) in alcune figure.

Situate antero-ventralmente ad altre ghiandole di cui riferirò in seguito, esse hanno contatti, in *Anurida* e in *Onychiurus*, con i vistosi e ben riconoscibili dotti delle ghiandole tubulose; raggiungono in *Anu-*

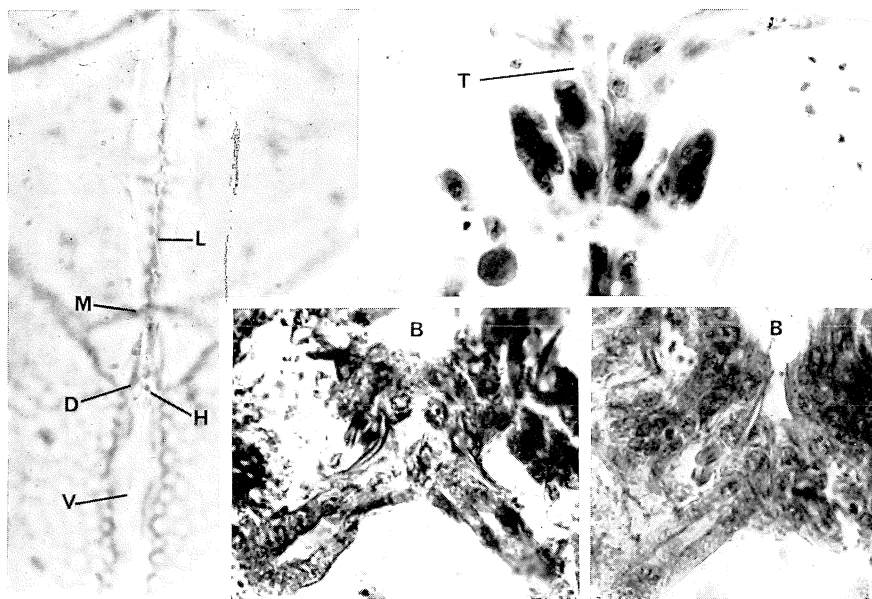


Figg. 22-23. - *Onychiurus pseudostachianus* Gisin. Sezioni trasversali successive del capo a livello dello sbocco delle ghiandole tubulose nella doccia ventrale (in alto) e nel solco labiale (in basso). D = terminazione dei muscoli dilatatori che regolano il flusso del secreto nella doccia ventrale; L = solco labiale; PT = apertura anteriore della camera atriale; T = camera atriale dei condotti delle ghiandole tubulose; V = doccia ventrale.

rida il livello dello sbocco atriale delle ghiandole tubulose, mentre in *Onychiurus* terminano alquanto posteriormente a queste. WOLTER (1963) mostra in *Anurida maritima* che i lunghi condotti provenienti da tali ghiandole convergono verso la camera atriale delle ghiandole tubulose. L'autore, per quanto riguarda la comunicazione tra le 2 coppie di ghiandole, fa riferimento nella descrizione alle figure del testo,

ma in esse i condotti delle ghiandole acinose appaiono interrotte prima del tratto in cui sono dette congiungersi con l'atrio delle ghiandole tubulose.

Mentre in *Anurida* non sono riuscito ad individuare l'esatta con-



Figg. 24-27. - *Onychiurus pseudostachianus* Gisin. In alto, a sinistra: superficie del capo, nella zona di congiunzione (H) della doccia ventrale (V) con il solco labiale (L); D = punto sotto il quale si inseriscono i muscoli dilatatori presso lo sbocco delle ghiandole tubulose; M = punto in cui si inseriscono i muscoli dilatatori del solco labiale. In alto, a destra: sezione sagittale del capo presso la congiunzione dei condotti T delle ghiandole tubulose. In basso, a sinistra e a destra, sezioni sagittali oblique successive che mostrano il proseguimento del condotto delle ghiandole acinose verso la cavità boccale (B) sopra la base del labium.

fluenza delle 2 ghiandole, in *Onychiurus* ho potuto seguire i 2 lunghi canalicoli provenienti dalle ghiandole acinose fino al loro termine; essi giacciono come rappresentato nella figura 69 da WOLTER (1963), ma proseguono antero-lateralmente oltre la camera di confluenza delle ghiandole tubulose e sboccano nella cavità boccale sopra la base del labium (figg. 26, 27).

Dietro alle ghiandole citate, è presente, in *Onychiurus*, un complesso di grandi cellule ghiandolari, aventi una lunghezza massima di circa 41 micron e un diametro di circa 27 micron; un gruppo di

esse è situato latero-dorsalmente, sotto la cosiddetta « tasca » masecellare ed un altro un poco anteriore e ventrale rispetto al precedente (fig. 28). Le cellule del gruppo dorsale presentano la parte inferiore attenuata e rivolta verso un condotto comune che ne raccoglie il secreto terminando in un secondo canale di diametro maggiore, al quale affluiscono i canalicoli efferenti delle singole cellule del gruppo ventrale. Il condotto comune sfocia ai lati della prefaringe. In *Anurida* sp. queste ghiandole costituiscono ciascuna una fascia uniforme, disposta ad arco intorno alla cavità atriale; verso quest'ultima si dirigono i canali efferenti di ciascuna cellula. Una struttura che può considerarsi intermedia tra questa specie e *Onychiurus* viene descritta da DENIS (1928) in *Anurida maritima* ove ogni ghiandola della coppia è costituita da cellule riunite in una sola massa continua; le cellule versano il secreto in un unico dotto che termina lateralmente nella cavità atriale.

Infine una coppia di ghiandole, di più ridotte dimensioni delle precedenti, è situata presso il vertice del capo, tra la parte superiore delle ghiandole tubulose e la base delle mandibole; è determinata da alcune cellule a forma di spicchio costituenti un ovoide regolare delle dimensioni di circa 27 micron di lunghezza e 21 micron di larghezza; dal suo polo anteriore si diparte un tubulo che raggiunge la tasca mandibolare (fig. 29).

Canale digerente.

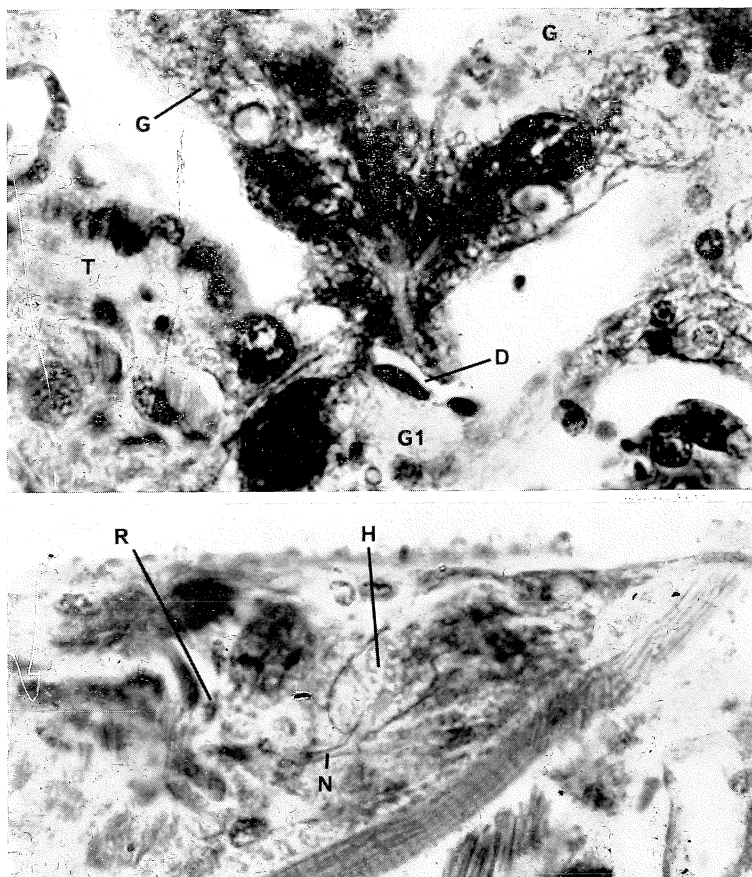
Come già dimostrato da numerosi AA. ⁽¹³⁾, quello dei Collemboli presenta il caratteristico rinnovo dell'epitelio mesenterico. Il fenomeno è assai evidente, in corrispondenza della muta, anche in *O. pseudostachianus*.

Quando l'intestino medio è ripieno di cibo solido, le cilindriche cellule mesenteriche, rivestite di un vistoso rabdorio, secernono abbondante materiale di aspetto granuloso o filamentoso che le separa dal bolo alimentare; sebbene tale materiale non costituisca una membrana peritrofica reticolare quale si riscontra tipicamente negli Insetti, si può ritenere che ne svolga le funzioni (fig. 30).

Da osservare che non partecipano al rinnovo sopra menzionato le cellule che rivestono l'anello pilorico situato verso il fondo del sacco

(13) Non mi è stato possibile consultare al riguardo, sull'originale, il lavoro di: TOTI L., 1942 - Der Darmkanal der Collembolen. *Magyar biol. Kutatóintézet Munt.* 14, 397-440.

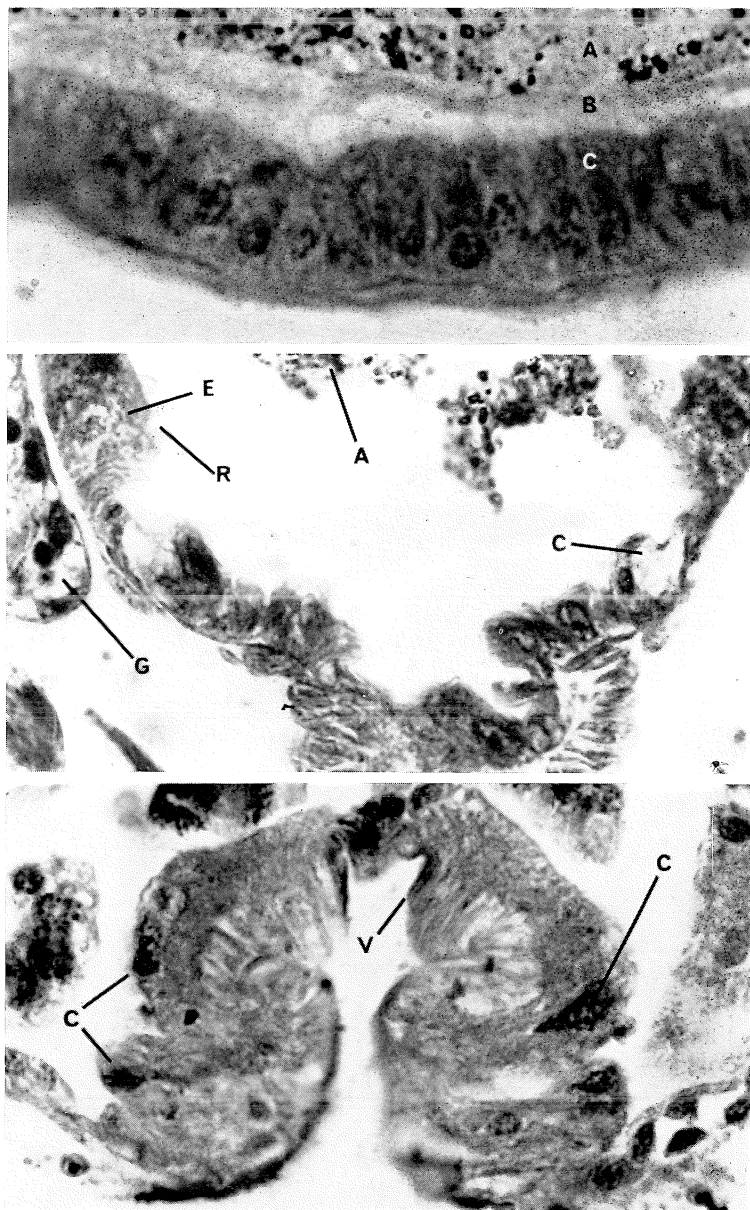
mesenteriale prima che abbia inizio il considerevole restringimento del lume intestinale; queste cellule iniziano lo strato ectodermico procotodeale e segnano il termine di quello mesenterico. La morfologia dell'anello pilorico, le sue formazioni cuticolari e la sua attività sono



Figg. 28-29. - *Onychiurus pseudostachianus* Gisin, sezioni longitudinali del capo. In alto: confluenza delle cellule ghiandolari salivari dorsali G e ventrali G1 nel dotto comune D che termina ai lati della prefaringe. In basso: ghiandola salivare H con il dotto N che termina nella tasca mandibolare R; T = porzione delle ghiandole tubulose.

in *Onychiurus* (fig. 31) esattamente le medesime di quelle descritte e raffigurate in *Orchesella villosa* da DALLAI (1966) che ne ha rivelato anche l'ultrastruttura.

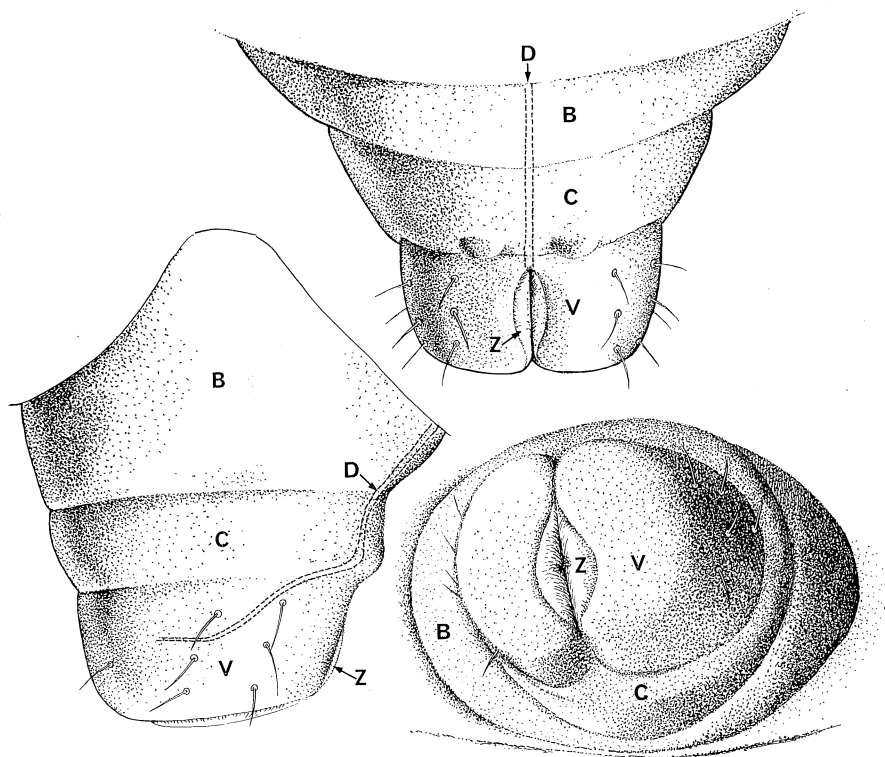
Successivamente alla desquamazione dell'epitelio del mesentero,



Figg. 30-32. - *Onychiurus pseudostachianus* Gisin. In alto, sezione trasversa del mesentero. A = bolo alimentare; B = membrana peritrofica; C = epitelio mesenterico. Al centro, sezione longitudinale presso la valvola pilorica. A = bolo alimentare; C = anello pilorico; E = epitelio mesenterico con rabdorio R; G = tessuto adiposo. In basso, sezione sagittale del tubo ventrale a livello delle vescichette. C = cellule generatrici della cuticula delle vescichette V.

nel periodo dell'astinenza da cibo solido durante l'ecdisi e subito dopo, il rabdorio e la « membrana » peritrofica sono irrilevanti.

Il proctodeo presenta grandi cellule piramidali con voluminoso nucleo ovoidale con uno spigolo rivolto verso il lume intestinale e citoplasma denso; esso curva quasi ad angolo retto all'altezza della estremità distale del V urite, sboccando all'estremità ventrale del VI.



Figg. 33-35. - Tubo ventrale, visto di fronte (in alto), di fianco (in basso, a sinistra), di sotto e posteriormente (in basso, a destra). B = piastra basale; C = cilindro; D = doccia ventrale; V = valve; Z = veschichette.

Doccia ventrale.

Dalla base del labbro inferiore parte un condotto ventrale esterno a pareti cuticolari (chiamato « ventralrinne » dagli AA. tedeschi, « ventral groove » da quelli inglesi) che, percorsa in direzione posteriore e mediana la superficie del capo, del torace e di parte del I urotergo, termina alla fenditura mediana del tubo ventrale tra le

vescichette retrattili (figg. 24, 33, 34). Osservato in sezione trasversa, esso presenta modificazioni talmente notevoli che il nome di doccia non gli sarebbe più pertinente. Le sue pareti sono più o meno brevi e distanziate, o lunghe e ricadenti sulla regione mediana a formare due tubi, o sovrapposte a costituirne uno solo. Tali diverse strutture possono comparire nello stesso individuo e nella medesima regione del corpo e possono modificarsi con la muta. In *Onychiurus pseudostachianus* come in *Tomocerus* (HOFFMANN, 1904) e in *Orchesella* (SEDLAG, 1952) la « doccia » nei tratti in cui è aperta, presenta talora i margini allontanati tra loro e perfino appena visibili a forti ingrandimenti. Tale comportamento ha indotto FERNALD (1890) e FOLSOM (1899) a ritenere la doccia interrotta e quindi priva dei requisiti necessari al trasporto del secreto delle ghiandole tubulose dalla base del labbro inferiore al tubo ventrale. Ho già accennato agli esperimenti che ho compiuto e che tolgono ogni dubbio al riguardo: se si porta, ad esempio, rosso neutro o bleu di metilene a contatto della doccia, il colore si diffonde nel liquido che vi è contenuto rivelando che esso scorre senza interruzione o dispersioni (fig. 41).

La doccia appare, da un punto di vista meccanico, quanto di meglio l'epitelio tegumentale possa fabbricare per questo scopo; essa costituisce infatti una conduttura « snodata » che bene si adatta ai movimenti del corpo: sulla sua cuticola perfettamente liscia il secreto procede per capillarità arginato ai lati dai rilievi cuticolari delle regioni sternali adiacenti.

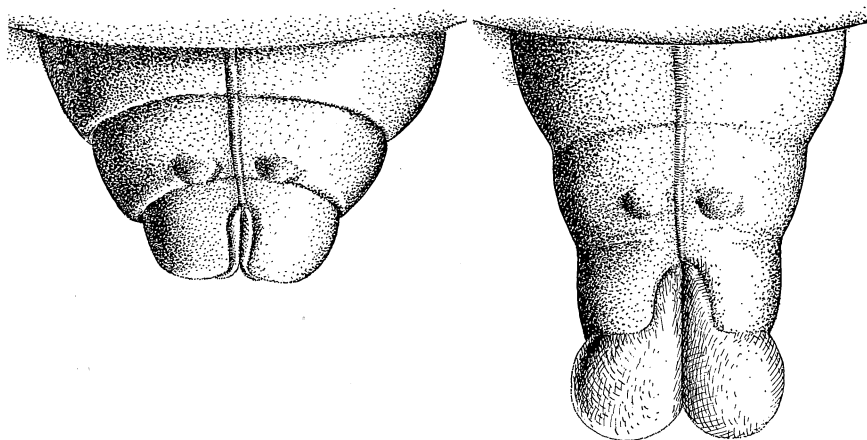
T u b o v e n t r a l e .

Nel lavoro di SEDLAG (1952) sulla morfologia comparata del tubo ventrale di vari Collemboli, vengono poste in evidenza notevoli differenze di conformazione di tale organo in specie appartenenti a gruppi sistematici diversi. Anche in quello di cui sto trattando si riscontra una struttura differente da quelle rappresentate dal citato A. per specie di altre famiglie.

In *Onychiurus pseudostachianus* le varie parti di cui il tubo ventrale si compone non sono tutte ben differenziate poiché ciascuna di esse non presenta, come in altri Collemboli, caratteristiche proprie di sclerificazione, pigmentazione e rivestimento di appendici tegumentali quali peli, setole, squame.

La regione prossimale del tubo ventrale, omologabile alla « Basalplatte » di HOFFMANN (1904), è formata da una calotta a base

elissoideale, circa una volta e mezzo più larga che lunga, priva di setole, estesa ai lati e occupante quasi interamente la regione sternale del primo urite. Essa continua, separata da una strozzatura, in un tronco di cono (di diametro minore e circa della stessa altezza della piastra basale) che presenta anteriormente due gibbosità submediane affiancate alla doccia ventrale. Questa parte tronco-conica è omologabile al « Zylinder » di HOFFMANN (1904) (figg. 34, 35).

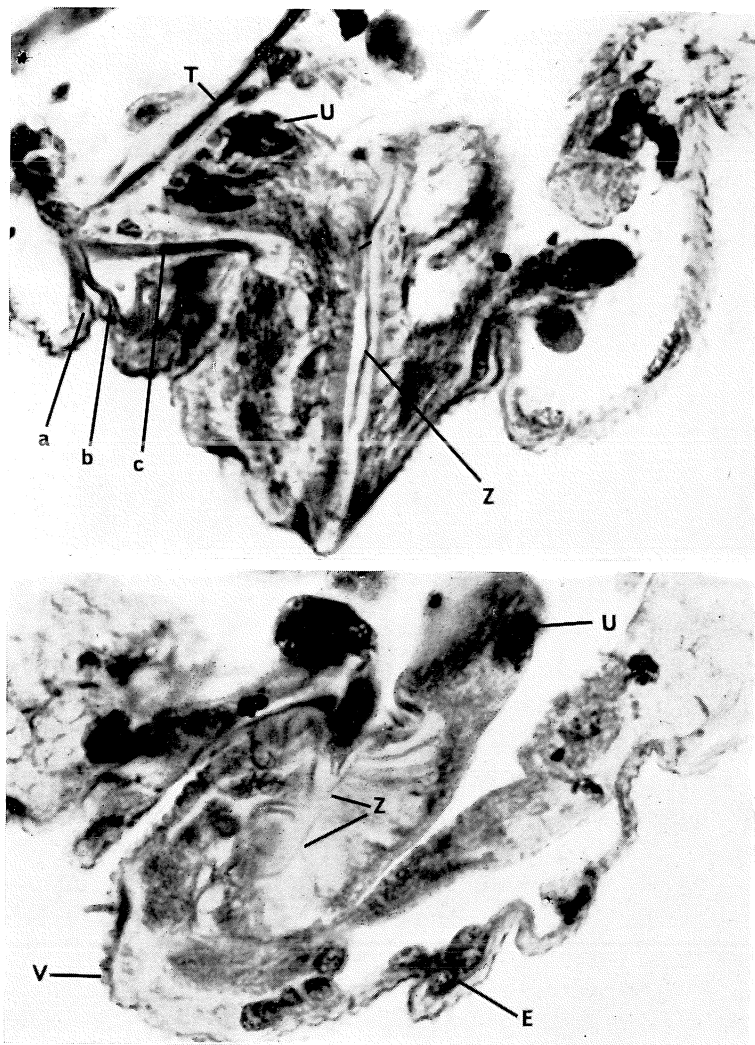


Figg. 36-37. - *Onychiurus pseudostachianus* Gisin. Tubo ventrale, retratto (a sinistra) ed estroflesso (a destra).

La terza regione del tubo, quella distale, è costituita dalle valve, assai poco differenziate, e dalle vescichette: corrispondono rispettivamente alle « Klappen » e alle « Blascher » dell'autore tedesco. Le valve sono sormontate da un gruppo di 5-7 setole disposte su 2-3 file. Questa terza parte del tubo è di aspetto diverso a seconda del grado di estroflessione. A tubo retratto si presenta come una unica e breve formazione mammellonare percorsa da una fessura mediana appena percettibile in fondo alla quale si apre la doccia ventrale (fig. 33). Anteriormente è visibile una parte delle vescichette, posteriormente sono visibili solo le valve.

A tubo poco protratto invece le valve sono allontanate l'una dall'altra: esse, unitamente alle vescichette parzialmente estroflesse, formano due mammelloni ben distinti, separati da un ampio solco (fig. 36). A tubo completamente protratto la terza parte del tubo appare come un cilindro da cui sporgono le vescichette completamente estroflesse costituenti una sfera leggermente bilobata (fig. 37).

La muscolatura del tubo ventrale è stata oggetto di indagini di qualche valore in *Tomocerus plumbeus* L. (? recte *longicornis* (Müller)) da parte di HOFFMANN (1904), e in *Orchesella villosa* L. da



Figg. 38-39. - *Onychiurus pseudostachianus* Gisin. Tubo ventrale in sezione longitudinale. a, b, c = muscoli retrattori rispettivamente dell'estremità distale della piastra basale, dell'estremità prossimale e di quella distale del cilindro; E = epitelio tegumentale del cilindro; T = muscolo tensore della piastra basale; U = cellule generatrici della cuticola delle vescichette; V = valve; Z = cuticola delle vescichette.

parte di SEDLAG (1952), due specie di *Entomobryidae* il cui tubo ventrale presenta segmenti in gran parte rigidi ⁽¹⁴⁾.

In *O. pseudostachianus* la muscolatura varia notevolmente da quel-

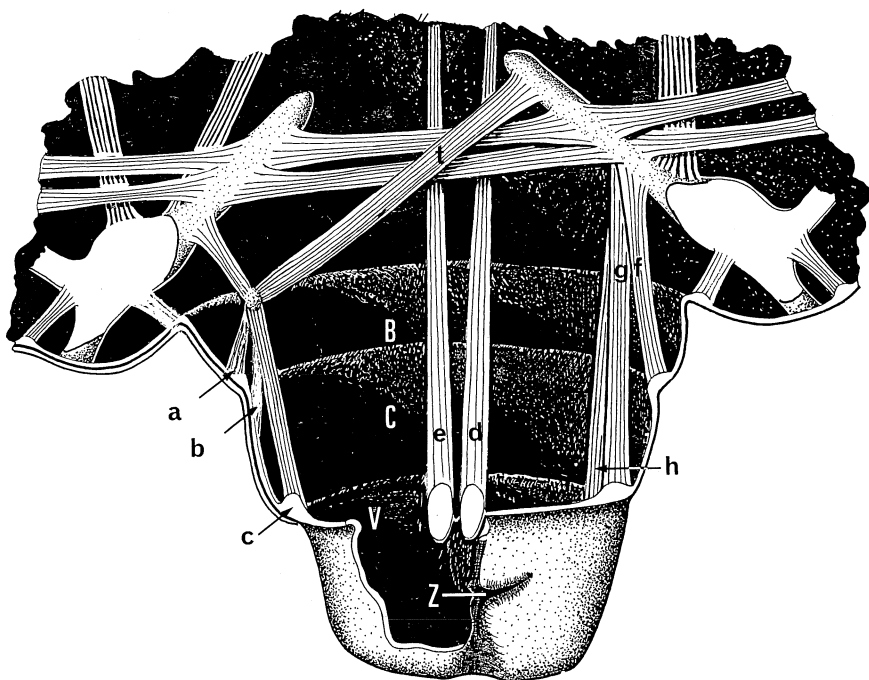


Fig. 40. - *Onychiurus pseudostachianus* Gisin. Tubo ventrale veduto in sezione longitudinale mediana per mostrare la muscolatura. Muscoli retrattori: a, dell'estremità distale della piastra basale; b, dell'estremità prossimale del cilindro; c, dell'estremità distale del cilindro; d, e, dell'estremità distale mediana delle valve; f, della piastra basale; g, del cilindro; h, della base delle valve;

B = piastra basale; C = cilindro; V = valve; Z = vescichette retratte.

la delle forme precedenti ma questa specie ha il tubo interamente membranoso e una diversa meccanica di movimento. Stabilire una omologia tra i muscoli di questo collembolo con quelli degli altri nominati non mi riesce possibile, anche perché gli AA. non precisano la provenienza dei muscoli da essi individuati.

Nella regione anteriore del tubo si notano tre coppie di muscoli retrattori (fig. 40 a, b, c) che procedono in fascio da un apodema

⁽¹⁴⁾ L'importante lavoro di BRETTFELD (1963) sulla muscolatura del tronco dei Collemboli sfiora l'argomento per quanto concerne il tubo ventrale.

situato lateralmente alla base della « piastra », terminando rispettivamente uno all'estremità distale della piastra stessa, uno alla base e uno all'estremità del cilindro. All'apodema menzionato perviene, dall'apofisi sternale, intersegmentale del I-II urosterno, un muscolo tensore della piastra basale. All'estremità mediana delle valve convergono due muscoli (d, e) retrattori delle medesime, provenienti da apofisi pleurali del I urite. Infine altre 3 coppie di muscoli (f, g, h), provenienti dalle apofisi sternali, intersegmentali del I-II urite, costituiscono rispettivamente i retrattori della estremità distale della piastra basale e del cilindro nonché della base delle valve (figg. 38, 40).

Da notare in *Onychiurus* l'assenza di un diaframma, individuato per primo da WILLEM (1900) in *Orchesella*, che divide trasversalmente il tratto prossimale del tubo ventrale in due cavità, una anteriore ed una posteriore; secondo SEDLAG (1952), che conferma il reperto, esso avrebbe il compito di convogliare il sangue nel lungo tubo di questi Entomobridi quando le vescichette vengono estroflesse. Le vescichette, estroflesse sotto la pressione del sangue e umettate di secreto, vengono saltuariamente portate a contatto del supporto bagnato. La loro cuticola, liscia e lucida, non è prodotta da cellule epidermiche del tipo di quelle che si osservano nel resto del tegumento, bensì da grosse cellule di aspetto ghiandolare. Tra gli AA. che hanno descritto queste ultime, SOMMER (1885) e MUKERJI (1932) le ritengono responsabili della produzione del secreto che ricopre le vescichette, mentre WILLEM (1900), HOFFMANN (1908), PHILIPTSCHENKO (1906) e SEDLAG (1952), le considerano semplicemente generatrici di cuticola ⁽¹⁵⁾.

Una delle caratteristiche di queste cellule è la forma polipoide: la parte rotondeggiante affondata nel tubo ventrale ingloba il nucleo mentre la parte superficiale si estende per un lungo e ampio tratto sotto la cuticola; le loro dimensioni massime si aggirano sui 41 micron di lunghezza e sui 27 micron di diametro (figg. 32, 38, 39).

Una decina al più di queste cellule si dirama sotto l'ampia superficie delle vescichette; quando queste vengono estroflesse, l'emolinfa che su di esse preme giunge sotto la cuticola attraverso gli ampi spazi lasciati dai prolungamenti citoplasmatici.

⁽¹⁵⁾ Concordano con la prima opinione BOURLET (1842), NICOLET (1842), OLFFERS (1862), LUBBOCK (1873), MACNAMARA (1919), TILLYARD (1925); tra i sostenitori della seconda sono IMMS (1906) e DENIS (1949).

Discussione sulle funzioni del tubo ventrale

Il tubo ventrale dei Collemboli è notoriamente considerato, in genere, organo di adesione. Inoltre alcuni lo ritengono atto ad assorbire acqua, altri lo indicano come strumento per la pulizia del corpo. Ciò può essere di una certa importanza per le specie che possiedono, come gli Sminturidi, lunghe vescichette che possono essere portate fin sulle regioni dorsali del corpo e usate come mezzo per allontanare corpi estranei.

RUPPEL (1953), che per le forme da lui studiate nega l'impiego del tubo ventrale come organo adesivo, ne ha dimostrata la funzione respiratoria in specie le cui vescichette estroflesse e sottoposte a contrazioni, ritmiche o meno, sono portate a contatto con l'aria libera. Nelle specie in cui però le vescichette aderiscono per tutta la loro superficie all'acqua e soltanto ad essa, come *Onychiurus pseudostachianus*, potrebbe verificarsi l'assorbimento dell'ossigeno disciolto nell'acqua stessa. In entrambi i casi il tubo ventrale funzionerebbe come una branchia sanguigna.

È comunque da tener presente che l'organo, il quale, diversamente dalla furca e dal retinacolo, non manca mai nei Collemboli, potrebbe avere, nelle varie entità sistematiche, funzioni differenti assunte sotto l'influsso dell'ambiente.

Considerando in particolare *Onychiurus pseudostachianus*, si può affermare che il tubo ventrale viene utilizzato come organo di adesione quando il supporto al quale aderiscono le vescichette è bagnato; tale condizione sembra necessaria per altre specie, poiché alcuni AA. asseriscono che le vescichette sono estroflesse per essere portate a contatto di un substrato « umido » (PACLT, 1956).

Nella specie in questione sembra invece di dovere escludere l'utilizzazione del tubo ventrale come strumento di pulizia. *O. pseudosta-*



Fig. 41. - *Onychiurus pseudostachianus* Gisin. Esemplare, veduto ventralmente, in cui è stata indotta la colorazione della doccia ventrale tingendone in un breve tratto il secreto ivi contenuto.

chianus — fatto, d'altra parte, riscontrato anche in altre specie da SEDLAG (1952) e CHANG (1966) — può assorbire acqua e soluti attraverso la cuticola delle vescichette.

Nel periodo dell'ecdisi, come già ho accennato, l'Onichiuro assorbe a lungo acqua con l'apparato boccale; frequentemente anche il tubo ventrale viene estroflesso per essere portato a contatto con l'acqua. Se quest'ultima viene tinta con un colorante vitale questo si diffonde dal tubo ventrale nei tessuti circostanti come una macchia che traspare attraverso il tegumento ⁽¹⁶⁾.

RIASSUNTO

L'A. riferisce sulla biologia dell'*Onychiurus pseudostachianus* Gisin (*Collembola Arthropleona*) pullulante nel terreno dei prati di marcita sottoposti a irrigazioni per sommersione pressoché continue.

Le osservazioni riguardano l'ecologia, l'alimentazione, lo sviluppo postembrionale, le modalità del comportamento durante le ecdisi, la frequenza di queste, i tropismi, tra i quali quello negativo delle radiazioni luminose calorifiche e l'assenza di reazione alla luce fredda.

Nella specie è rilevata frequente l'autoemorrea, talora accompagnata da emafrorrea.

Le indagini anatomiche prendono in considerazione: a) le antenne, di cui sono descritti gli organi di senso e nelle quali sono individuati gruppi di cellule ghiandolari apicali; b) l'organo postantennale; c) la struttura della camera atriale delle ghiandole tubulose ed i muscoli che regolano l'afflusso del secreto; questo viene riconosciuto procedere sia nella doccia ventrale che, alternativamente, nel solco labiale; d) le ghiandole salivari, tra le quali viene segnalata una coppia di ghiandole mandibolari; lo sbocco delle ghiandole acinose è individuato nella cavità boccale sopra il *labium* anziché alla confluenza delle ghiandole tubulose, come generalmente ritenuto; e) il tubo ventrale e la sua muscolatura; f) il mesentero nel suo comportamento durante e dopo le mute.

Sono riferiti esperimenti ed osservazioni sull'uso del tubo ventrale del quale viene discussa la funzione.

SUMMARY

The A. refers the studies carried out on *Onychiurus pseudostachianus* Gisin (*Collembola Arthropleona*) which swarm in water-meadows subject to almost continuous submersion. Life cycle, ecology, feeding, post-embryonic development, behaviour during ecdysis, its frequency, and tropism (including the negative

⁽¹⁶⁾ Se si tingono con colori diversi la goccia d'acqua alla quale l'Onichiuro porta l'apertura orale e la goccia con cui viene in contatto il tubo ventrale i due colori si diffondono nei tessuti circostanti rispettivamente dal canale digerente e dal tubo ventrale, dapprima distinti tra loro e poi mescolati.

tropism to calorific luminous radiations, and the lack of reaction to cold light) have been studied.

Blood issue is frequent in this species.

Anatomical investigations cover: (a) the antennae (including a description of the sense organs) in which groups of apical glandular cells are firstly recorded; (b) the post-antennal organ; (c) the structure of the atrial chamber of the tubulous glands and the muscles which regulate the secretion flow which advances both in the ventral channel and, alternatively, in the labial groove; (d) the salivary glands, among which information is given on a pair of mandibular glands; the acinous glands open in the mouth-cavity on the *labium* rather than in the confluence of the tubulous glands as generally believed; (e) the ventral tube and its muscles; (f) the mesenteron and its behaviour during and after moulting.

Experiments and observations have been made on the use of the ventral tube, and its function is discussed.

BIBLIOGRAFIA

- AGRELL I., 1949 - Studies on the Postembryonic Development of Collemboles. *Ark. Zool.*, 41 A (12), 1-35.
- BECKER E., 1910 - Zum Bau des Postantennalorganes der Collembolen. *Z. wiss. Zool.*, XCIV, 327-399.
- BOELITZ E., 1933 - Beiträge zur Anatomie und Histologie der Collembolen. Darmkanal und Mitteldarmepithelregeneration bei *Tomocerus vulgaris* und *Sinella coeca*. *Zool. Jb. (Anat.)* 57, 375-432.
- BOURLET C., 1842 - Mémoires sur les Podurides et les Smythurides. *Annls. Soc. ent. Fr.*, 10, 40-41.
- BRETFELD G., 1963 - Zur Anatomie und Embryologie der Kumpfmuskulatur und der abdominalen Anhängen der Collembolen. *Zool. Jb. (Anat.)* 80, 309-384.
- BRITT N. W., 1951 - Observations on the life history of the Collembolan *Achorutes armatus*. *Trans. Am. microsc. Soc.* 70, 119-32.
- BRUNTZ L., 1908 - Les reines labiaux et les glandes céphaliques des Thysanoures. *Arch. Zool. Exp. gén.*, 39, 195-238.
- BULLOCK T. H., HORRIDGE G. A., 1965 - Structure and Function in the Nervous Systems of Invertebrates. I-II, 1719 pp.
- CARPENTIER F., 1949 - A propos des endosternites du Thorax des Collemboles (Aptérygotes). *Bull. Annls Soc. r. ent. Belg.*, 85 (I-II), 41-52.
- CHANG SHIH L., 1966 - Some physiological observations on two aquatic Collembola. *Trans. Am. microsc. Soc.*, 85 (3), 359-371.
- CHRISTIANSEN K., 1964 - Bionomics of Collembola. *A. Rew. Ent.*, 9, 147-178.
- DALLAI R., 1966 - L'ultrastruttura dell'intestino di *Orchesella villosa* (Geoffroy) (Insecta, Collembola). *Annuaire. Ist. Mus. Zool. Univ. Napoli*, 17 (5), 1-18.
- DENIS J. R., 1926 - Notes sur les Aptérygotes. Sur l'organe postantennaire des Collemboles. *Bull. Soc. zool. Fr.* LI, 241-244.
- DENIS J. R., 1928 - Etudes sur l'anatomie de la tête de quelques Collemboles. *Arch. Zool. Exp. gén.*, 68, 1-291.
- DENIS J. R., 1949 - Sous-classe des Aptérygotes. (in: GRASSÉ P. P., *Traité de Zoologie*, Masson e Cie., Paris, cfr. pp. 111-275).
- EDWARDS C. A. T., 1955 - Simple techniques for rearing *Collembola*, *Symphyla* and other small soil-inhabiting arthropods (in: *Soil Zoology*, London, cfr. pp. 412-416).
- FALKENHAN H. H., 1932 - Biologische Beobachtungen an *Sminthurides aquaticus* (Collembola). *Z. wiss. Zool.*, 141, 525-580.
- FERNALD H. T., 1890 - The relationships of Arthropods. *Stud. biol. Lab. John Hopkins Univ.*, IV, 431-513.

- FEUSTEL H., 1958 - Untersuchungen über die Exkretion bei Collembolen (Ein Beitrag zur Exkretion bei Arthropoden). *Z. wiss. Zool.* Leipzig (A) 161, 209-238.
- FOLSOM J. W., 1899 - The anatomy and physiology of the mouth-parts of the Collembolan *Orchesella cincta* L. *Bull. Mus. comp. Zool. Harvard Coll.* 35 (2), 1-40.
- FOLSOM J. W. and WELLES M. U., 1906 - Epithelial Degeneration, Regeneration and Secretion in the Mid-intestine of Collembola. *Univ. Ill. Bull.*, II (2), 97-136.
- GISIN H., 1956 - Nouvelles contributions au démembrément des espèces d'*Onychiurus* (Collembola). *Mitt. schweiz. ent. Ges.*, XXIX (4), 329-352.
- GISIN H., 1960 - Collembolenfauna Europas, Genève, 312 pp., 554 figg.
- GOTO H., 1961 - Simple technique for the rearing of Collembola and a note on the use of a funstigatic substance in the cultures. *Ent. mon. Mag.*, 96 (1960), 138-140.
- HANDSCHIN E., 1926 - Collembola - Springsschwanze. (in: SCHULTZE P., 1926. *Biologie Tiere Dtl.*, 25 (20), 7-56).
- HANSTRÖM B., 1940 - Inkretorische Organe, Sinnesorgane und Nervensystem des Kopfes einiger niederer Insektenordnungen. *K. svenska Vetensk-Akad. Handl.*, 18 (8), 1-265.
- HENNINGS C., 1906 - Das Tömosvarysche Organ der Myriapoden. *Z. wiss. Zool.*, LXXX, 577-641.
- HEYMONS R., 1901 - Die Entwicklungsgeschichte der Scolopender. *Zoologica*, Stuttgart, 13 (33), 1-244.
- HOFFMANN R. W., 1904 - Ueber den Ventraltubus von *Tomocerus plumbeus* L. und seine Beziehungen zu den grossen unteren Kopfdrüsen. Ein Beitrag zur Kenntniss der Collembolen. *Zool. Anz.*, 28, 87-116.
- HOFFMANN R. W., 1908 - Ueber die Morphologie und die Funktion der Kauwerkzeuge und über das Kopfnervensystem von *Tomocerus plumbeus* L. III. Beitrag zur Kenntnis der Collembolen. *Z. wiss. Zool.*, 89, 598-680.
- HOLMGREN N., 1916 - Zur vergleichenden Anatomie des Gehirns von Polychaeten, Onychophoren, Xiphosuren, Arachniden, Crustaceen, Myriapoden und Insekten. *K. svenska Vetensk-Akad. Handl.*, 56, 1-303.
- ICHIKAWA M., 1931 - On the Renewal of the Mid-intestinal Epithelium of Collembola. *Mem. Coll. Sci. Kyoto Univ.*, s. B, 7 (3), 135-141.
- IMMS A. D., 1906 - *Anurida* L. M. B. C. *Mem. typ. Br. mar. Pl. Anim.* 13, 1-99.
- IMMS A. D., 1940 - On growth process in the antennae of insects. *Q. J. microsc. Sci.*, 81, 585-593.
- LABOULBÈNE A., 1865 - Recherches sur l'*Anurida maritima*, insecte Thysanoure de la famille des Podurides. *Ann. Soc. ent. Fr.*, s. 4, 4, 705-720.
- LINDEMANN W., 1950 - Untersuchungen zur postembryonalen Entwicklung schweizerischer Orchesellen. *Revue suisse Zool.*, 57, 353-428.
- LUBBOCK J., 1873 - Monograph of the Collembola and Thysanura. *Ray Soc. Publs*, 1-276.
- MACNAMARA C., 1919 - Remarks on Collembola. *Can. Ent.*, LI (4), 73-80.
- MARCUS H., 1958 - Über die Atmungsorgane bei Tracheaten. *Z. wiss. Zool.*, 160 (3-4), 165-212.
- MARCUS H., 1949 - El organo postantenal en Apterygota, Termitas Y Hormigas. *Folia univ. Cochabamba*, 3, 44-51.
- MARLIER G., 1941 - Recherches sur les organes photorécepteurs des insectes aptiles. *Annls Soc. r. zool. Belg.*, LXXII, 204-236.
- MARSHALL V. G., KEVAN D. K., 1962 - Preliminary observations on the biology of *Folsomia candida* Willem. *Can. Ent.*, 94, 575-586.
- MILLARA P., 1947 - Recherches sur les organes scolopidiaux de la base des antennes. *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. N.* 38 (1-9), 32-44.
- MUKERJI D., 1932 - Description of a new species of Collembola and its anatomy. *Rec. Indian Mus.*, 34, 47-79.
- NASONOV N., 1887 - K morfologii nissich (recte: nizzich) nasekomych. *Lepisma*, Campodea i Lipura. *Izvest. imp. Obsc. Ljubit. Jestestvozn.* 52 (1), *Trudy Lab. zool. Muz.* 3 (1), 15-86.
- NICOLET H., 1842 - Recherches pour servir à l'histoire naturelle des Podurelles. *Neue Denkschr. schweiz. natur. Ges.*, 4, 1-88.

- NOBLE-NESBITT J., 1963a - The fully formed intermoult cuticle and associated structure of *Podura aquatica* (Collembola). *Q. J. microsc. Sci., Oxford*, 104, 253-270.
- NOBLE-NESBITT J., 1963b - The cuticle and associated structure of *Podura aquatica* at the moult. *Q. J. microsc. Sci.*, 104, 369-391.
- OLFFERS E. V., 1862. - Annotationes ad anatomiam Poduridarum. *Diss., Berlin*, 1-36.
- PACLT J., 1956 - Biologie der primär flügellosen Insekten, Jena, 258 pp. 138 figg.
- PALEVODY C., 1966 - Adaption du Collembole troglophile *Folsomia candida* var. *distincta* Bagnall aux conditions de vie de l'épéneuston. *Bull. scientif. Bourgogne*, 23, 153-193.
- PHILIPTSCHENKO J., 1906 - Anatomische Studien über Collembola. *Z. wiss. Zool.*, 85, 270-304.
- PRABHOO N. R., 1961 - A note on the giant chromosomes in the salivary glands of *Womersleya* sp. (Collembola). *Bull. Ent., Madras*, 2, 21-22.
- QUIEL G., 1915 - Anatomische Untersuchungen an Collembolen. *Z. wiss. Zool.*, 113, 113-164.
- REUTER O. M., 1880 - Etudes sur les Collemboles. I-III. *Acta Soc. Sci. fenn.*, 12 (1), 1-21.
- RUPPEL H., 1953 - Physiologische Untersuchungen über die Bedeutung des Ventraltubus und die Atmung der Collembolen. *Zool. Jb. (Zool.)*, 64, 429-469.
- SCHNEIDER D., 1964 - Insect Antennae. *A. Rev. Ent.*, 9, 103-122.
- SEARLS E. M., 1928 - A simple method for life history studies of root feeding arthropods. *J. agric. Res.*, 36, 639-645.
- SEDLAG U., 1952 - Untersuchungen über den Ventraltubus der Collembolen. *Wiss. Z. Martin-Luther Univ. Halle-Witten*, 1 (1-2), 93-127.
- SOMMER A., 1885 - Ueber *Macrotoma plumbea*. Beiträge zur Anatomie der Poduriden. *Z. wiss. Zool.*, 41, 683-718.
- STREBEL O., 1932 - Beiträge zur Biologie, Oekologie und Physiologie der Collembolen. *Z. Morph. Ökol. Tiere*, 25, 31-153.
- TILLYARD J., 1925 - Primitive wingless insects. *N. Z. J. Sci., Technol.*, 7, 298-303.
- WILLEM V., 1900 - Recherches sur les Collemboles et les Thysanoures. *Mém. cour. Mem. Sav. étr. Acad. r. Sci. Belg.*, 58 (3), 1-144.
- WILLEM V., 1901 - Les glandes céphaliques des Orcheselles. *Archs. Biol.*, 17, 653-678.
- WILLEM V., SABBE H., 1897 - Le tube ventral et les glandes céphaliques des *Sminthurus*. *Annls Soc. ent. Belg.*, 41, 130-132.
- WOLTER H., 1963 - Vergleichende Untersuchungen zur Anatomie und Funktionsmorphologie der stechend - saugenden Mundwerkzeuge der Collembolen. *Zool. Jb. (Anat.)*, 81, 27-100.