

M. Grandi

DR. MARTA GRANDI

Istituto di Entomologia della Università di Bologna
Titolare di Scienze Naturali al Liceo « V. Monti » di Cesena

CONTRIBUTI ALLO STUDIO
DEGLI " EFEMEROIDEI " ITALIANI

XIV.

MORFOLOGIA ED ISTOLOGIA DELL' APPARATO DIGERENTE
DEGLI STADI PREIMMAGINALI, SUBIMMAGINALI ED IMMAGINALI
DI VARI GENERI E SPECIE

Estratto dal
Bollettino dell'Istituto di Entomologia dell'Università di Bologna
VOL. XVIII, 1950-1951, pp. 58-92, figg. I-XXI
Pubblicato il 15 settembre 1950



TIPOGRAFIA COMPOSITORI - BOLOGNA

DR. MARTA GRANDI

Istituto di Entomologia della Università di Bologna
Titolare di Scienze Naturali al Liceo « V. Monti » di Cesena

Contributi allo studio degli "Efemeroidei" italiani.

XIV.

MORFOLOGIA ED ISTOLOGIA DELL'APPARATO DIGERENTE DEGLI STADI PREIMMAGINALI, SUBIMMAGINALI ED IMMAGINALI DI VARI GENERI E SPECIE

PREMESSA

L'apparato digerente degli Efemeroidei mantiene la sua normale funzione negli stadi preimmaginali, ma negli adulti esso si trasforma in un organo aerostatico, presentandosi vuoto di cibo e pieno di aria. Questo fatto è noto da lungo tempo e, da più di due secoli a questa parte, l'attenzione dei biologi è stata richiamata sul cambiamento morfologico e funzionale che tale apparato subisce durante la metamorfosi. Tuttavia la letteratura al riguardo è tutt'altro che ricca e, dopo alcune classiche opere del secolo scorso, le quali risentono necessariamente dei molti pregiudizi e delle imperfette conoscenze dell'epoca, ben pochi autori hanno ripreso l'argomento. Ciò che specialmente manca è uno studio moderno e completo dell'anatomia e dell'istologia del tubo digerente dei vari stadi di sviluppo, col quale vengano poste le basi necessarie per poter poi entrare in merito al funzionamento di detto apparato. Questo è appunto lo scopo del presente lavoro, compiuto per invito di mio zio il Prof. GUIDO GRANDI e rientrante nel piano generale delle ricerche della nostra Scuola. In esso io studio l'apparato digerente ed i tubi malpighiani delle neanidi, delle ninfe, delle subimmagini e delle immagini di un certo numero di generi e di specie di Efemeroidei. Per poter avere un'idea comprensiva del comportamento, in seno all'ordine, delle parti prese in considerazione, ho scelto specie appartenenti a famiglie diverse ed i risultati piuttosto uniformi così ottenuti non lasciano dubbi sul carattere generale dei reperti fondamentali.

Le specie utilizzate sono state le seguenti:

Choroterpes Picteti Eat. (fam. Leptophlebiidae) del cui apparato digerente ed escretore faccio uno studio piuttosto approfondito per servirmene poi come termine di confronto.

Caenis macrura Stephens (fam. Caenidae).

Baetis atrebatinus Eat. (fam. Baetidae).

Ecdyonurus fluminum Pict. (fam. Ecdyonuridae).
Oligoneuriella rhenana Imh. (fam. Oligoneuriidae).
Ephemerella ignita Poda (fam. Ephemerellidae).

Sarà bene far precedere alla trattazione un cenno, a grandi linee, dei principali lavori sull'argomento.

Una sommaria descrizione dell'apparato digerente degli Efemeroidei si trova nella vecchia opera di SCHWAMMERDAM (1), il quale, avendo osservato essere l'intestino degli adulti pieno d'aria, suggerisce l'idea che ciò sia un adattamento al volo danzante caratteristico di tali insetti.

VAYSSIÈRE (2) e PALMEN (3) dedicano parte dei lavori sottocitati alla descrizione del tubo digerente degli Efemeroidei, ma il primo si sofferma specialmente sull'apparato boccale, il secondo particolarmente sulle trasformazioni a cui vanno soggette le pareti del mesentero e suppone che l'aria, introdotta nell'intestino medio dall'immagine, sia responsabile, con l'azione meccanica di pressione, delle modificazioni istologiche che vi si determinano.

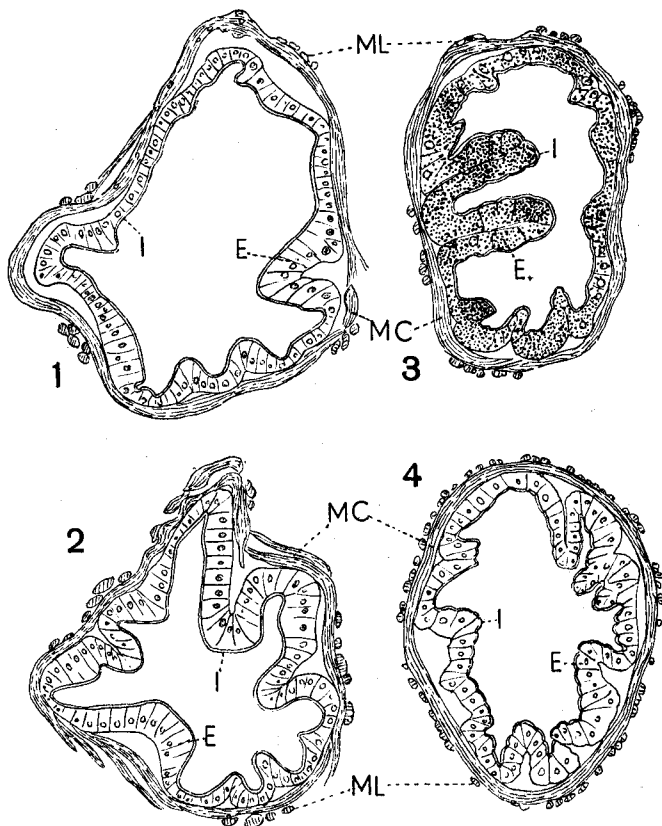


FIG. I.

Choroterpes picteti Eat. — Stadi preimmaginali. — 1. Faringe. - 2. Parte cefalica dell'esofago. - 3. Parte caudale dello stesso. - 4. Retto (sezioni trasversali); E, epitelio; I, intima; MC, muscoli circolari; ML, muscoli longitudinali.

(1) Schwammerdam J. — *Biblia Naturae*. — 1737. Leyden.

(2) Vayssière A. — *Recherches sur l'organisation des larves des Ephémérines*. — Ann. Sci. Nat. Zool., vol. XIII, ser. 6, 1832.

(3) Palmen J. A. — *Über paarige Ausführungsgänge der Geschlechtsorgane bei Insekten*. — 1884, Helsingfors.

FRITZE ⁽¹⁾ fa una descrizione dell'apparato digerente e dei tubi malpighiani di tutti gli stadi di sviluppo, ma la sua interpretazione delle singole

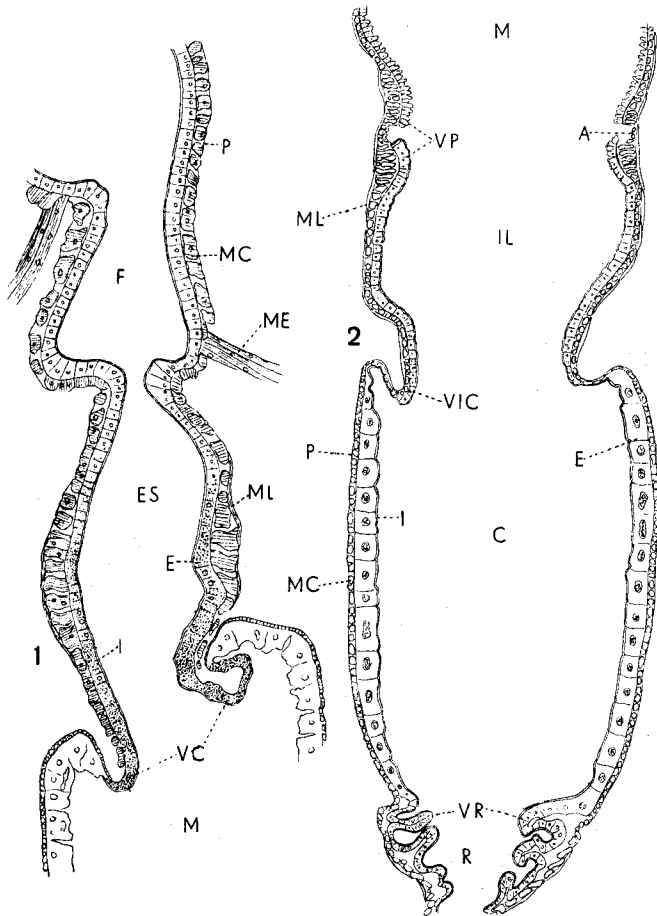


FIG. II.

Choroterpes Picteti Eat. - Stadi preimmaginali. — 1. Stomodeo e parte cefalica del mesentero. - 2. Parte caudale del mesentero e proctodeo (sezioni longitudinali): A, livello di apertura degli ureteri; C, colon; E, epitelio; ES, esofago; F, faringe; I, intima; IL, ileo; M, mesentero; MC, muscoli circolari; ME, muscoli estrinseci; ML, muscoli longitudinali; P, tunica intestinale; R, retto; VC, valvola cardiaca; VIC, valvola ileo-colica; VP, valvola pilorica; VR, valvola rettale.

parti e delle modificazioni da esse subite durante la metamorfosi si discosta assai dalle vedute odierne. Secondo tale autore, la degenerazione delle pareti del mesentero sarebbe dovuta alla pressione esercitata dall'acqua assorbita dalla ninfa poco prima della metamorfosi, la quale verrebbe poi in seguito scambiata con aria.

STERNFELD ⁽²⁾ si sofferma a lungo sull'apparato boccale per descrivere poi lo stomodeo, con particolare riguardo alla sua muscolatura. Egli sostiene che nell'immagine lo stomodeo funzioni come una pompa per aspirare l'aria e comprimerla nel mesentero.

PICKLES ⁽³⁾, dopo una sommaria descrizione del tubo digerente della ninfa, dedica il proprio studio specialmente alle alterazioni subite durante

⁽¹⁾ Fritze A. - *Über den Darmcanal der Ephemeriden.* - Ber. Naturf. Ges. Freiburg, vol. 4, 1888, pp. 5-24, tavv. 2.

⁽²⁾ Sternfeld R. - *Die Verkummerung der Mundteile und der Funktionswechsel des Darms bei den Ephemeriden.* - Zool. Jahrb., Anat., vol. 24, 1907, pp. 415-430, 21 figg.

⁽³⁾ Pickles A. - *On the metamorphosis of the alimentary canal in certain Ephemeroptera.* - Trans. Roy. Ent. Soc. London, vol. 79, 1931, pp. 263-279, tavv. 2.

la metamorfosi dalle pareti del mesentero, alterazioni che avrebbero inizio nella ninfa matura. La tunica muscolare verrebbe distrutta mediante un processo di fagocitosi da parte degli emociti, mentre dalle cellule epiteliali sarebbe espulso gran parte del citoplasma sotto forma di corpuscoli sferici. L'autore mette questi fatti in relazione col processo di « ringiovanimento » osservato da POYARKOFF (1910) nei Crisomelidi e ne trae argomenti per sostenere il punto di vista di CARPENTIER (1), che la subimmagine degli Efemeroidei sia omologa alla pupa degli Insetti ometaboli.

Nel noto trattato di NEEDHAM, TRAVER e HSU (2) è compresa una descrizione assai superficiale dell'apparato digerente e dei tubi malpighiani degli stadi preimmaginali di *Stenonema vicarium* Walk.

Un breve cenno ai tubi malpighiani degli Efemeroidei è dato da SAINT-HILAIRE (3). TIRELLI (4), infine, si è pure occupato a più riprese, in *Chloëon dipterum* L., dello sbocco degli ureteri, ch'egli trova essere prettamente mesointestinale.

Choroterpes Picteti Eat.

Stadi preimmaginali.

APPARATO DIGERENTE.

Il tubo digerente degli stadi preimmaginali di *Choroterpes Picteti* Eat. mostra nel complesso una costituzione assai semplice. Esso decorre infatti rettilineo dalla bocca all'apertura anale e si presenta bene distinto nelle tre note parti: stomodeo, mesentero e proctodeo.

STOMODEO. — Risulta piuttosto breve essendo compreso quasi totalmente nel capo. Per quanto assai poco differenziato, in esso tuttavia possono distinguersi, dopo la cavità intergnatale, una faringe ed un esofago.

La faringe (fig. I, 1) consta istologicamente, dall'interno verso l'esterno, di un'intima, di uno strato epiteliale di notevole spessore, le cui cellule hanno forma cilindrica o prismatica più o meno regolare, di una sottilissima mem-

(1) Carpentier G. H. — *The biology of Insects*. — 1928, London.

(2) Needham J., Traver J., Yin-Chi-Hsu — *Biology of Mayflies*. — 1935, Ithaca.

(3) Saint-Hilaire K. — *Vergleichende histologische Untersuchungen der Malpighiscen Gefässe bei Insekten*. — Zool. Anz., vol. 73, 1927, pp. 218-229.

(4) Tirelli M. — *Sbocco dei canali malpighiani nell'intestino medio*. — Boll. dei Musei di Zool. e Anat. della R. Univ. di Genova, vol. IX, n. 30, 1929, pp. 1-18, figg. 1-3.

Tirelli M. — *Sbocco dei tubi malpighiani nel mesointestino*. — Rend. della R. Acad. Naz. dei Lincei, vol. X, serie 6^a, 2^o sem., fasc. 5-6, 1929, pp. 278-281, fig. 1.

Tirelli M. — *Nuove osservazioni sulla morfologia e sul meccanismo funzionale dei vasi di Malpighi in Chloëon dipterum*. — Ann. della R. Staz. Bacologica Sperim. di Padova, vol. XLVIII, 1936, pp. 299-312, figg. 1-5.

brana propria, di una tunica muscolare e di una pure assai sottile tunica intestinale (o peritoneo splacnico). La tunica muscolare è costituita prevalentemente da fibre circolari, esternamente alle quali sono esili e rade fibre longitudinali, che non formano mai uno strato continuo. Da rilevarsi quindi

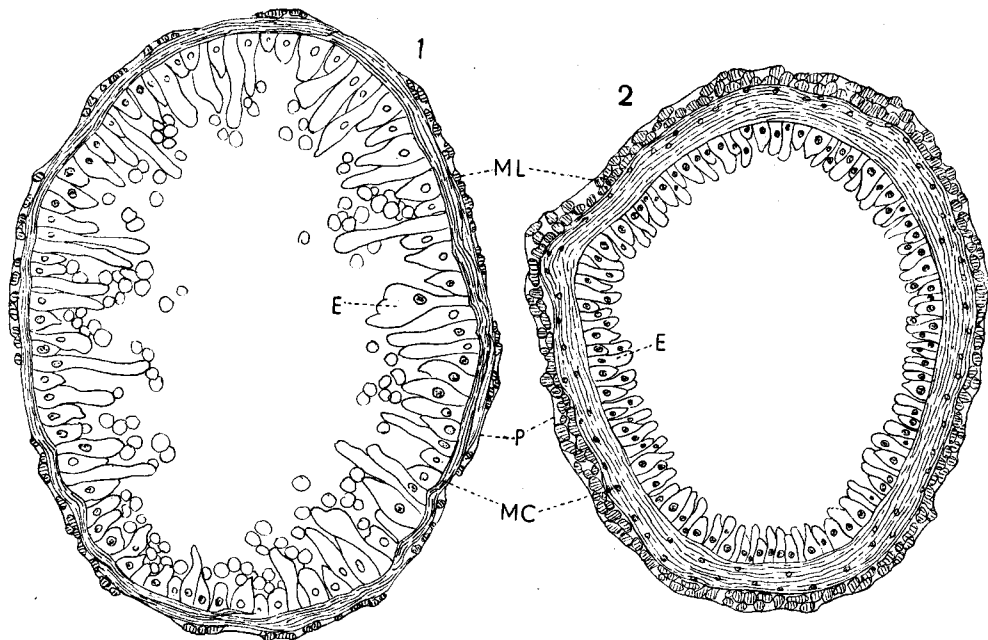


FIG. III.

Choroterpes Picteti Eat. — Stadi preimmaginali. — 1. Parte cefalica del mesentero. - 2. Mesentero presso la valvola pilorica (sezioni trasversali): *E*, epitelio; *MC*, muscoli circolari; *ML*, muscoli longitudinali; *P*, tunica intestinale.

che le fibre longitudinali sono esterne rispetto a quelle circolari e non interne, come avviene nella generalità degli altri Insetti. L'epitelio e l'intima formano ampie ripiegature longitudinali. Dietro il cervello si dipartono dalla faringe due fasci di muscoli estrinseci dorsali. Subito dopo la loro inserzione lo stomodeo presenta una leggera strozzatura che può considerarsi come l'indice dell'inizio dell'esofago.

L'esofago (figg. I, 2, 3; II, 1) aumenta leggermente di calibro dall'avanti all'indietro e le sue pareti si mostrano, anche ad un esame macroscopico, pigmentate di nero. Infatti le cellule dello strato epiteliale sono infarcite di piccoli granuli scuri, che si fanno più abbondanti via via che si procede in senso caudale, così che nell'ultima porzione dell'esofago l'epitelio appare come un grosso strato di color nero, ove non sono più distinguibili le cellule nè i loro nuclei. La tunica muscolare è qui piuttosto sottile. Per tutto il resto l'esofago è costituito istologicamente come la faringe.

La valvola cardiaca (fig. II, 1) si trova circa a livello del collo ed è formata, come generalmente avviene, da un breve prolungarsi dello stomodeo in seno al mesentero. Le pareti dell'esofago mantengono qui la loro costituzione (compresi i granuli neri che infarcano le cellule epiteliali)

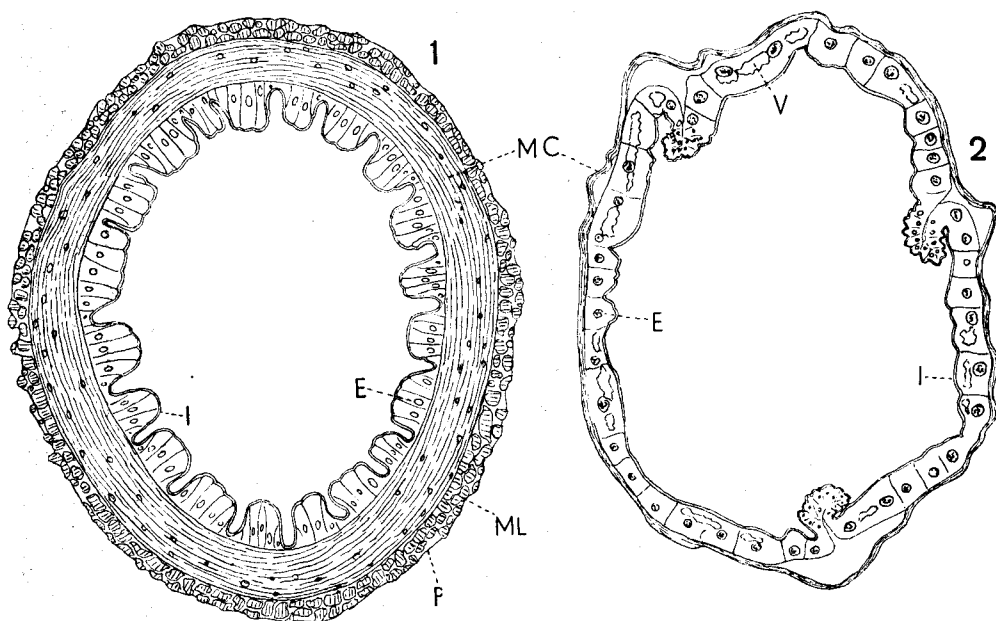


FIG. IV.

Cheroterpes Picetii Eat. — Stadi preimmaginali. — 1. Ileo a livello della valvola pilorica. - 2. Colon (sezioni trasversali): E, epitelio; I, intima; MC, muscoli circolari; ML, muscoli longitudinali; P, tunica intestinale; V, vacuoli.

salvo che, nel lembo più distale della valvola, perdono la tunica muscolare. L'epitelio esofageo, sempre rivestito internamente dall'intima, si ripiega distalmente in fuori e poi, per un piccolo tratto, in avanti e si continua direttamente con l'epitelio del mesentero che, per una brevissima porzione, si trova così addossato alla superficie esterna della parete stomodeale. La valvola cardiaca risulta quindi una valvola stomodeo-mesenterica. I suoi lembi non si mostrano molto prominenti verso l'interno del lume intestinale e non sono rinforzati da forti muscoli, così da lasciare un ampio passaggio al cibo fra stomodeo e mesentero.

MESENTERO (fig. III, 1, 2). — È la parte più sviluppata del tubo digerente. Ha inizio a livello del collo con la valvola cardiaca e termina circa in corrispondenza del settimo urite, con lo sbocco degli ureteri. Salvo che nella sua porzione anteriore, ove è più ridotto, il suo calibro si mantiene circa uniforme. Le sue pareti possono formare temporanee ripiegature trasversali verso l'interno. Istologicamente il mesentero è costituito, come di

regola (dall'interno verso l'esterno), dall'epitelio, dalla membrana propria, dalla tunica muscolare, le cui fibre circolari (interne) sono sempre assai più sviluppate di quelle longitudinali (esterne) e dalla tunica intestinale. La

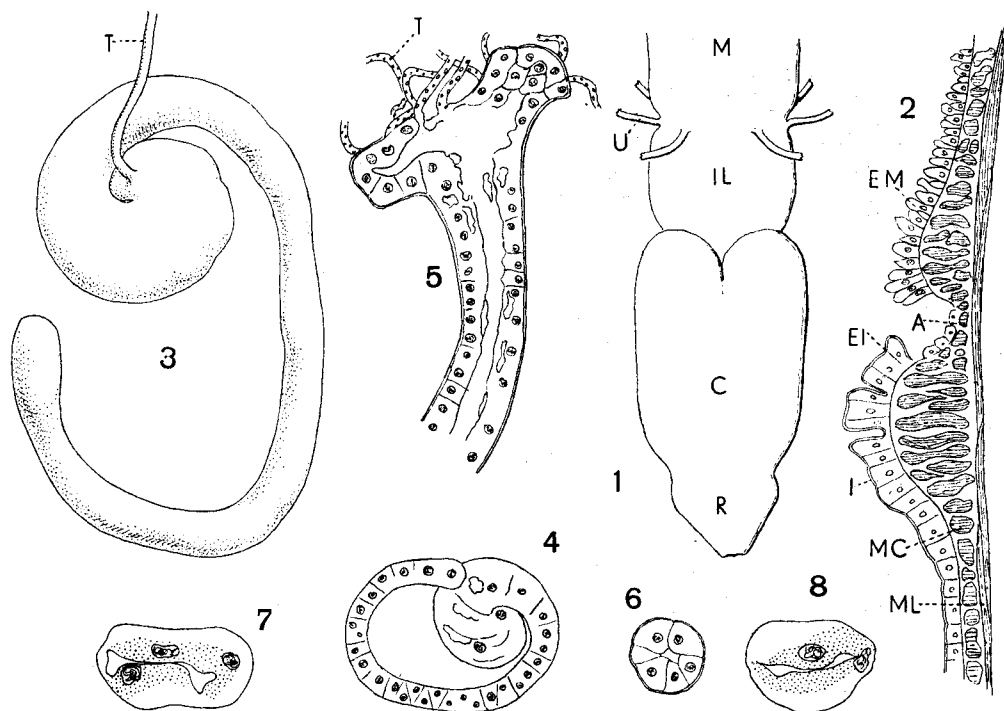


FIG. V.

Choroterpes picteti Eat. — Stadi preimmaginali. — 1. Parte caudale del mesentero e proctodeo veduti ventralmente. - 2. Sezione longitudinale della valvola pilorica. - 3. Tubo malpighiano veduto esternamente. - 4. Lo stesso in sezione longitudinale. - 5. Sezione longitudinale di un uretere. - 6. Sezione trasversale dello stesso. - 7, 8. Sezioni trasversali della parte centrale discoidale di due tubi malpighiani: *A*, livello di apertura degli ureteri; *C*, colon; *EI*, epitelio dell'ileo; *EM*, epitelio del mesentero; *I*, intima; *IL* ileo; *M*, mesentero; *MC*, muscoli circolari; *ML*, muscoli longitudinali; *R*, retto; *T*, tubuli uriniferi; *U*, ureteri.

massa delle sostanze alimentari è avvolta dalla membrana peritrofica. La forma e le dimensioni delle cellule epiteliali, così come lo spessore dello strato muscolare, variano però nelle diverse parti del mesentero. Infatti nella sua parte anteriore le cellule dell'epitelio si presentano subcilindriche, alquanto allungate ed a limiti non sempre bene definiti, specialmente verso l'interno, ove esse paiono emettere una sostanza di aspetto bollosa, presente talora in notevole quantità, che attesta l'attività secretrice di tali cellule. Nella stessa porzione anteriore la tunica muscolare è assai sottile (più sottile dello strato epiteliale) e costituita in grande prevalenza da fibre circolari. Nella parte caudale del mesentero le cellule epiteliali si mostrano invece meno allungate, di forma più regolare e senza alcun indizio di attività se-

cretrice: probabilmente qui prevale la funzione assorbente. La tunica muscolare diviene via via più robusta fino a raggiungere e talora a superare lo spessore dell'epitelio; essa è costituita da un grosso strato di fibre circolari

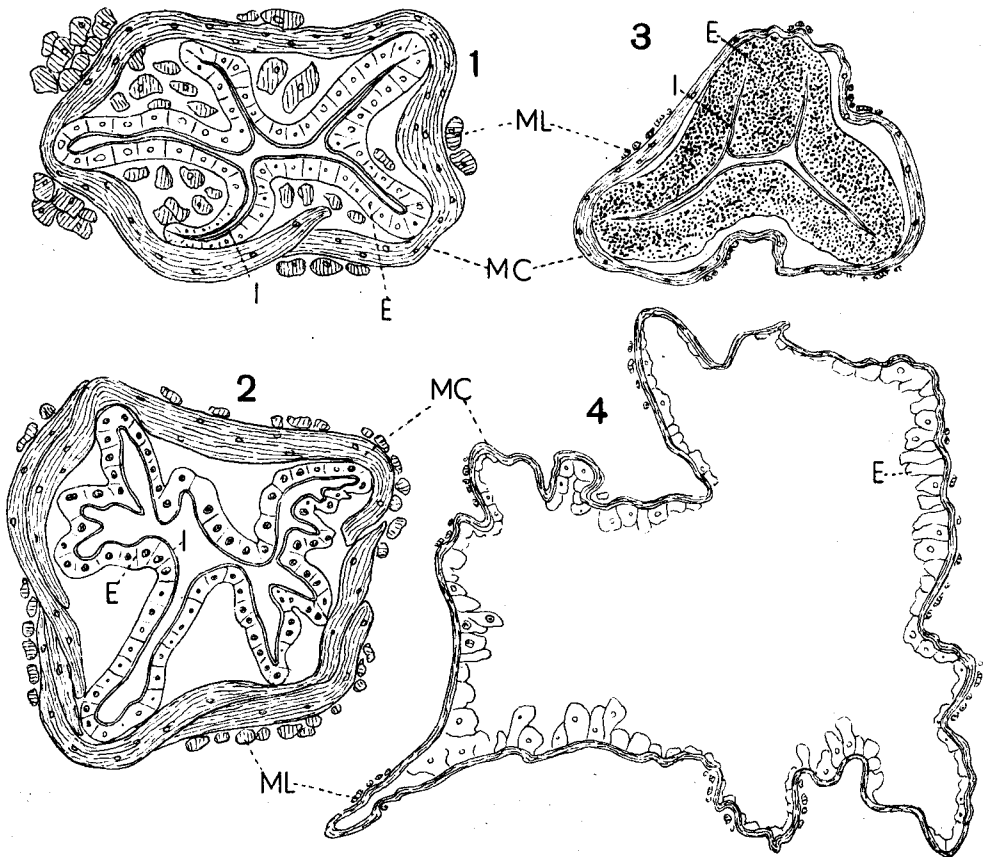


FIG. VI.

Choroterpes Picteti Eat. - Immagine. — 1. Faringe. - 2. Parte cefalica dell'esofago. - 3. Parte caudale dello stesso. - 4. Parte cefalica del mesentero (sezioni trasversali): *E*, epitelio; *I*, intima; *MC*, muscoli circolari; *ML*, muscoli longitudinali.

esternamente alle quali si trova un rivestimento continuo di fibre longitudinali. Immediatamente prima dello sbocco degli ureteri la parete intestinale si inspessisce a spese specialmente delle fibre muscolari circolari, sì da formare sulla superficie interna un piccolo cercine prominente. Esso fa parte, come si dirà appresso, della valvola pilorica.

PROCTODEO (figg. II, 2; V, 1). — Va dallo sbocco degli ureteri fino all'apertura anale e si compone di tre parti bene distinte: ileo, colon e retto.

L'ileo (fig. IV, 1) è un breve tratto compreso fra lo sbocco degli ureteri e la valvola ileo-colica, il cui calibro si mantiene circa uguale a quello

dell'ultima parte del mesentero. Subito dietro l'apertura degli ureteri, le

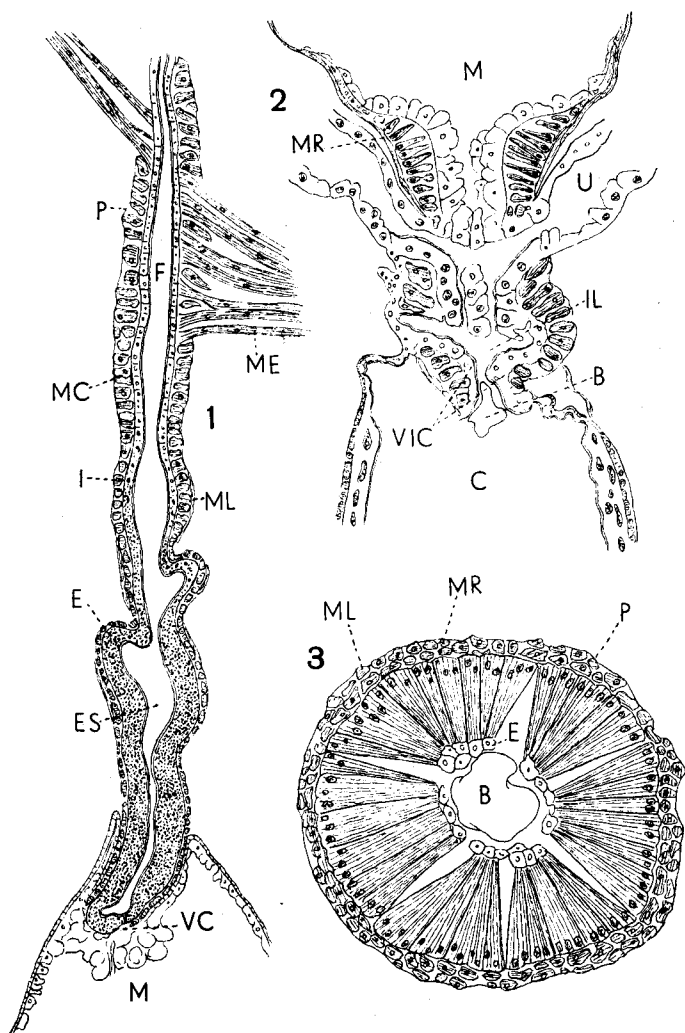


FIG. VII.

Choroterpes Picteti Eat. — Immagine. — 1. Sezione longitudinale dello stomodeo e della parte cefalica del mesentero. - 2. Sezione longitudinale della parte caudale del mesentero e della metà cefalica del proctodeo. - 3. Sezione trasversale del mesentero a livello della valvola pilorica: B, masserella di sostanza emessa probabilmente dai tubi malpighiani; C, colon; E, epitelio; ES, esofago; F, faringe; I, intima; IL, ileo; M, mesentero; MC, muscoli circolari; ME, muscoli estrinseci; ML, muscoli longitudinali; MR, muscoli radiali; P, tunica intestinale; U, ureteri; VC, valvola cardiaca; VIC, valvola ileo-colica.

pareti dell'ileo formano un cercine circolare, prominente verso il lume intestinale, assai simile a quello formato dall'estrema porzione posteriore del mesentero (vedi sopra), ma un poco più sviluppato (fig. V, 2). Esso risulta costituito dall'epitelio proctodeale, le cui piccole cellule sono internamente rivestite dall'intima, da un grossissimo strato di muscoli circolari, ai quali essenzialmente è dovuto lo spessore del cercine, e da un più modesto strato di muscoli longitudinali. Le aperture degli ureteri sono quindi situate lungo una linea circolare ⁽¹⁾, ove la parete intestinale si mostra alquanto sottile, che resta compresa fra il piccolo cercine mesenteriale e quello più grande proctodeale. L'insieme di questi due cercini può considerarsi come una valvola pilorica, per quanto di assai scarso sviluppo. Dietro la valvola le pareti dell'ileo divengono assai più sottili e risultano costituite dall'intima,

(1) Lungo tale linea le dette aperture non sono però distribuite a distanze regolari fra loro, ma leggermente avvicinate in due gruppi (di tre aperture ciascuno) situati lateralmente, come si vede nella fig. V. 1.

dall'epitelio di piccole cellule cubiche, dalla tunica muscolare, formata, come al solito, di uno strato più sviluppato di fibre circolari e di uno assai più sottile di fibre longitudinali e dalla tunica intestinale.

La valvola ileo-colica (fig. II, 2), che viene a trovarsi circa a metà dell'ottavo urite, non è molto sviluppata (come in altre specie dell'ordine), ma si presenta semplicemente come una piega circolare della parete intestinale, che restringe un poco in quel punto il lume del tubo ed è quindi similmente costituita alla valvola cardiaca. Essa infatti è data dal prolungarsi per breve tratto dell'ileo in seno al colon; le pareti del primo si ripiegano poi in fuori e in avanti continuandosi in tal punto con quelle del colon (1), che si mostrano qui assai sottili, essendo fatte da un epitelio estremamente appiattito e rivestito all'esterno di una esilissima tunica muscolare.

Il colon (figg. II, 2; IV, 2) ha calibro un poco maggiore di quello dell'ileo, ma si attenua leggermente nella sua porzione posteriore. Guardato dall'esterno (fig. V, 1)

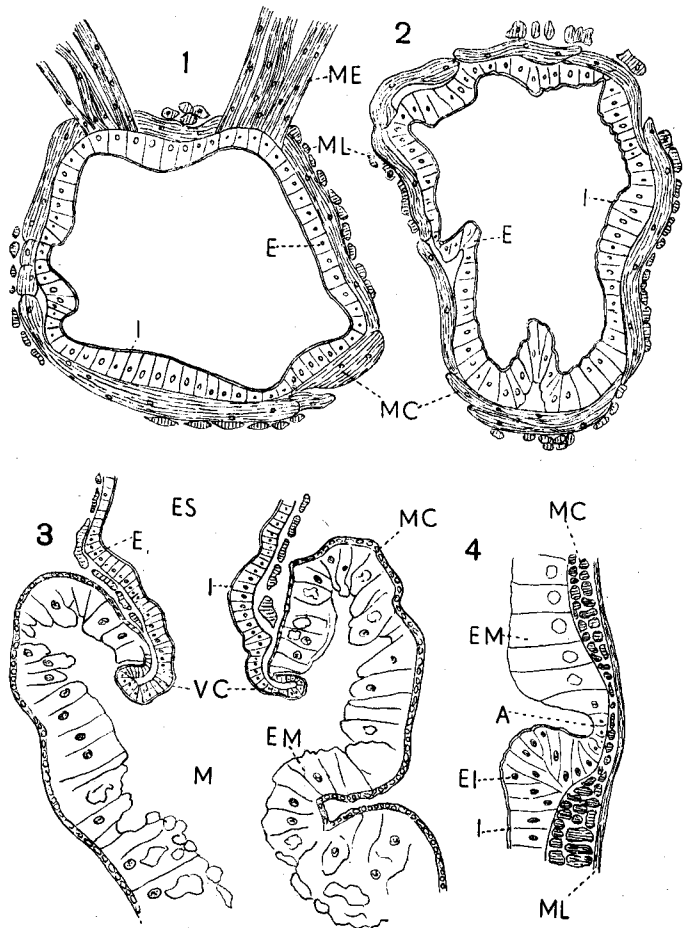


FIG. VIII.

Caenis macrura Steph. — Stadi preimmaginali. — 1. Sezione trasversale della faringe. - 2. Lo stesso dell'esofago. - 3. Sezione longitudinale della valvola cardiaca e della parte cefalica del mesentero. - 4. Sezione longitudinale della parete del tubo digerente nella zona di passaggio dal mesentero al proctodeo: A, livello di apertura degli ureteri; E, epitelio dello stomodeo; EI, epitelio dell'ileo; EM, epitelio del mesentero; ES, esofago; I, intima; M, mesentero; MC, muscoli circolari; ME, muscoli estrinseci; ML, muscoli longitudinali; VC, valvola cardiaca.

(1) Le due pareti, dell'ileo e del colon, che formano i lembi della valvola, restano in questa specie libere; non aderiscono cioè fra loro.

esso è piriforme e presenta anteriormente tre brevissime e tozze protuberanze, che accennano alla formazione di ciechi colici, delle quali una, più ampia, corrisponde a tutta la parte dorsale del pezzo, le altre due alla parte ventrale. Esse sono separate da tre solchi diretti longitudinalmente ma visibili, all'esterno, solo per breve tratto nella parte anteriore del colon. All'esame istologico le pareti di questo risultano costituite dall'intima, dallo strato epiteliale, le cui cellule sono molto grandi, fornite di grossi nuclei di forma varia e spesso di vacuoli, dalla tunica muscolare formata di sole fibre circolari e dalla sottilissima tunica intestinale. Lo strato epiteliale, insieme con l'intima, forma tre pieghe longitudinali corrispondenti ai solchi che dividono le tre protuberanze anteriori. Esse pieghe si estendono per tutta la lunghezza del colon, ma non sono visibili esternamente, salvo che nella parte anteriore, perchè la tunica muscolare vi passa sopra senza adattarvisi. In corrispondenza di tali pieghe l'epitelio mostra però caratteri assai diversi da quelli sopra descritti, essendo le sue cellule molto piccole ⁽¹⁾. Nella parte posteriore del colon lo strato epiteliale si fa un poco più sottile e le pieghe longitudinali meno prominenti.

Il retto non ha inizio con una vera e propria valvola rettale, ma il suo epitelio (figg. I, 4; II, 2), che consta di cellule allungate e assai più piccole di quelle dell'epitelio colico, forma numerose pieghe circolari assai prominenti verso il lume intestinale, che risulta così alquanto ristretto. La tunica muscolare, costituita prevalentemente di fibre circolari, non si impegna quasi affatto con tali ripiegature.

TUBI MALPIGHIANI.

I tubi malpighiani sono assai numerosi (circa un centinaio) ed insieme coi loro dotti escretori vengono a formare una sorta di folta corona che avvolge lateralmente e ventralmente il tratto caudale del mesentero e l'ileo. Ciascuno di essi (fig. V, 3, 4) consta di una porzione centrale discoi-dale, che si continua con un prolungamento cilindrico, ricurvo a C e leggermente allargato nella sua estremità distale, ove termina a fondo cieco. Le cellule che li costituiscono sono grandi ⁽²⁾, fornite di grossi nuclei rotondeg-gianti e non sempre nettamente distinte fra loro. Spesso si distinguono nel loro citoplasma una porzione uniforme esterna ed una granulosa interna, ove si trova il nucleo e, frequentemente, grossi vacuoli. Non esiste infatti internamente una vera e propria cavità del tubo malpighiano, ma solo numerosi vacuoli intracellulari, che si fanno più ampi e continui nella parte

⁽¹⁾ È probabilmente il « *kleinkerniges Epithel* » di FRITZE (op. cit. a pag. 60) mentre l'altro a grosse cellule e grossi nuclei corrisponde al « *grosskerniges Epithel* » dello stesso autore.

⁽²⁾ In ogni sezione trasversale della parte cilindrica del tubo malpighiano si vedono uno o due nuclei.

discoidale e che servono evidentemente per accogliere l'escreto delle cellule. Queste sono limitate esternamente da una sottile membrana. Dalla parte discoidale del tubo malpighiano si diparte un tubicino, detto tubulo urinifero, che, dopo un breve percorso, sbocca in un tubo collettore od uretere. Le sue pareti sono costituite da un sottilissimo epitelio di cellule

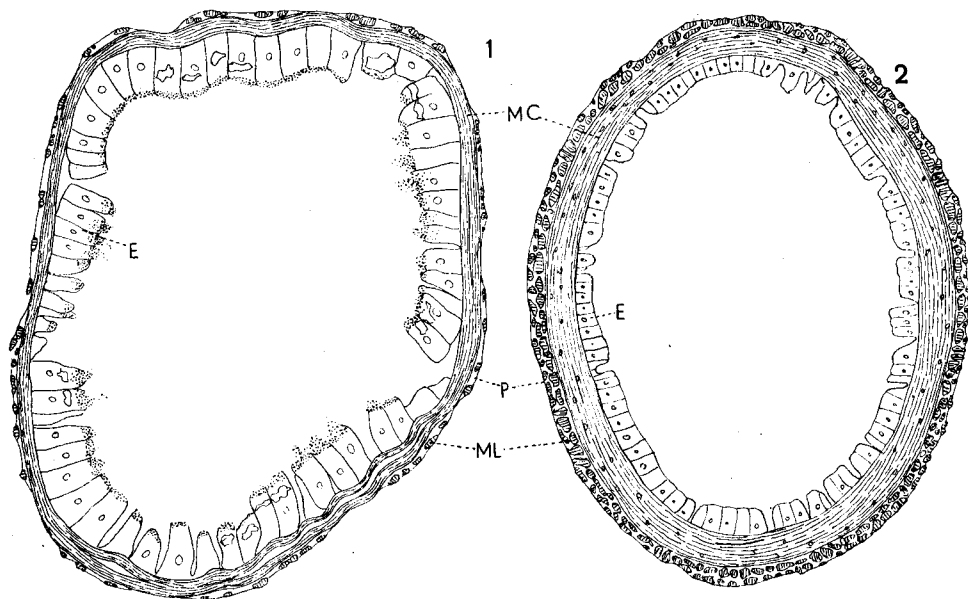


FIG. IX.

Caenis macrura Steph. — Stadi preimmaginali. — 1. Parte cefalica del mesentero. - 2. Parte caudale dello stesso (sezioni trasversali): *E*, epitelio; *MC*, muscoli circolari; *ML*, muscoli longitudinali; *P*, tunica intestinale.

appiattite, distribuite in due serie longitudinali. Gli ureteri (fig. V, 1, 5, 6) sono sei brevi tubi, assai più grossi dei precedenti, che prossimalmente si aprono nel canale alimentare (vedi sopra) e distalmente terminano con un rigonfiamento, talora suddiviso in due protuberanze, nel quale sboccano i tubuli uriniferi. Le loro pareti constano di un grosso strato epiteliale le cui cellule, fornite di grandi nuclei rotondeggianti e di frequenti vacuoli, non sono nettamente distinte fra loro nè presentano verso il lume del tubo un limite bene definito. Il loro aspetto è del tutto simile a quello delle cellule dei tubi malpighiani e ciò fa pensare che ne possano condividere la funzione. Sono esternamente rivestite da una membrana propria e mancano di fibre muscolari.

Subimmagine.

Il tubo digerente della subimmagine di questa specie, così come, a quanto mi consta finora, degli Efemeroidei in genere, presenta tutti i caratteri di quello dell'immagine (al quale quindi rimando). Ciò significa che le modifi-

cazioni subite da questo apparato nel passaggio dagli stadi preimmaginali allo stato adulto si compiono durante le metamorfosi che dalla ninfa conducono alla subimmagine. Potrei solo osservare che la chiusura anteriore e quella posteriore del mesentero (vedi oltre), le quali spesso non sono totali neppure nell'adulto, tendono nella subimmagine ad essere anche meno complete; ma tale condizione è assai variabile nei diversi individui. In particolare va osservato che il tubo digerente della subimmagine non contiene mai residui di cibo, ma si mostra sempre vuoto e che le pareti del mesentero si presentano assottigliate e prive di tunica muscolare, come nello stadio immaginale.

Anche per ciò che riguarda i tubi malpighiani rimando a quanto dirò per l'immagine.

Immagine.

APPARATO DIGERENTE.

Il tubo digerente dell'immagine non ha più, si è detto, la sua normale funzione nutritizia, ma, come è regola negli Efemeroidei, risulta trasformato in organo aerostatico. In generale si può dire che stomodeo e proctodeo mantengono di massima la loro primitiva costituzione e si presentano solo più o meno ridotti a causa della loro non funzionalità. Con le parti attigue al mesentero essi concorrono però alla più o meno ermetica chiusura di questo. Il mesentero, che è il vero e proprio organo aerostatico, diviene una sorta di vescica le cui pareti hanno perduto la loro primitiva struttura e che risulta sufficientemente chiusa alle due estremità perchè l'aria in essa contenuta non possa sfuggire.

STOMODEO (fig. VII, 1). — Mantiene, come si è detto, la costituzione fondamentale vista nella ninfa, pur presentando tuttavia notevoli modificazioni. Infatti, per il grande sviluppo della massa cerebrale, la faringe (fig. VI, 1) viene a trovarsi costretta entro una sorta di breve tubo limitato dorsalmente dal cervello e latero-ventralmente dai connettivi parastomodeali e dal gnatocerebro⁽¹⁾. Lo strato epiteliale è più sottile di quello della ninfa e formato da piccole cellule cubiche con nucleo rotondeggiante. Insieme con l'intima esso forma numerose e ampie pieghe longitudinali che vengono ad obliterare quasi completamente il lume del tubo. La tunica muscolare è invece assai robusta e consta di grossi fasci di fibre circolari, che non s'impegnano però quasi affatto nelle suddette pieghe. Muscoli longitudinali isolati e irregolarmente disposti si trovano non solo esternamente a quelli circolari, ma alcuni anche internamente, cioè in seno alle

(1) Termine proposto, come è noto, dal Prof. GUIDO GRANDI (1945) per indicare la massa gangliare sottoesofagea.

ripiegature formate dall'epitelio ⁽¹⁾. Subito dietro il cervello si dipartono dallo stomodeo diversi muscoli estrinseci: due fasci, diretti dorsalmente,

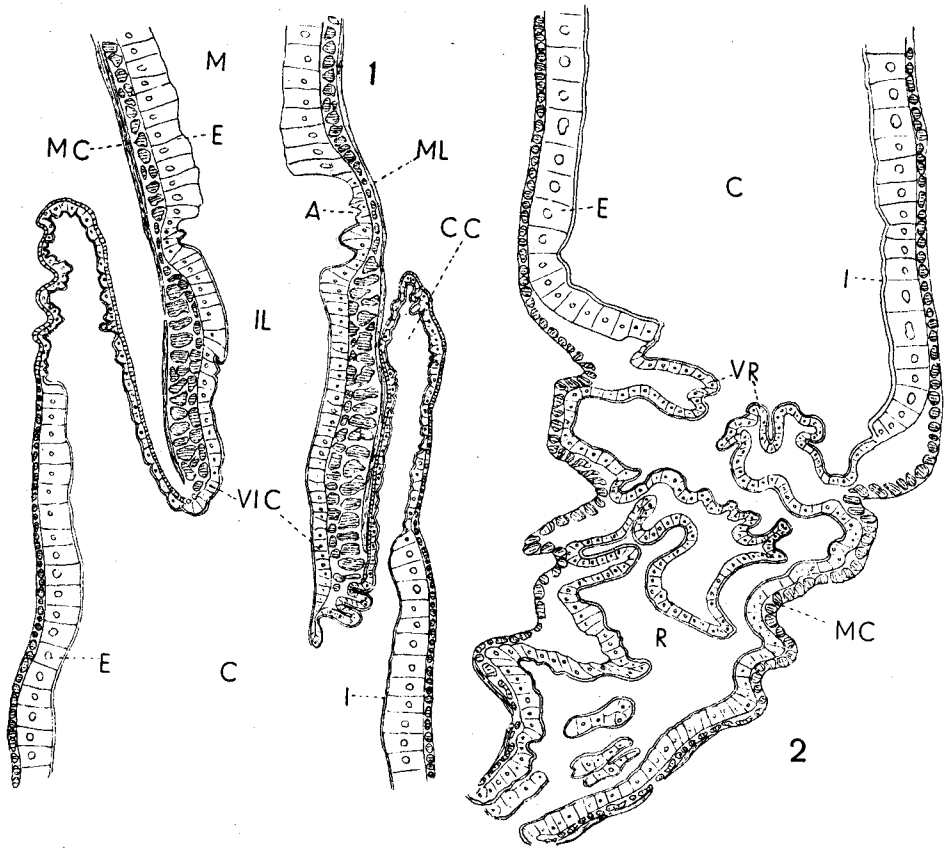


FIG. X.

Caenis macrura Steph. — Stadi preimmaginali. — 1. Sezione longitudinale del tubo digerente nella zona della valvola ileo-colica. - 2. Sezione longitudinale della porzione caudale del colon e del retto: *A*, livello di apertura degli ureteri; *C*, colon; *CC*, ciechi colici; *E*, epitelio; *I*, intima; *IL*, ileo; *M*, mesentero; *MC*, muscoli circolari; *ML*, muscoli longitudinali; *R*, retto; *VIC*, valvola ileo-colica; *VR*, valvola rettale.

raggiungono la parete dorsale del cranio fra gli occhi; due, diretti latero-ventralmente, vanno ad inserirsi alla parete latero-ventrale del cranio ⁽²⁾.

Dall'inserzione di tali muscoli si considera abbia inizio l'esofago (fig. VI, 2, 3). Questo nella sua parte anteriore mantiene la costituzione

⁽¹⁾ È questo l'unico caso da me finora trovato di fibre muscolari longitudinali interne a quelle circolari.

⁽²⁾ STERNFELD (op. cit. a pag. 60) considera questi come muscoli dilatatori, il cui compito sarebbe quello di allargare lo stomodeo per aspirare l'aria dall'esterno e spingerla poi nel mesentero.

della faringe, salvo che lo strato di muscoli circolari diviene anche più robusto, mentre scompaiono le fibre longitudinali interne. Poi lo strato epiteliale aumenta di spessore e nelle sue cellule compaiono in gran numero quelle granulazioni nere già viste nella ninfa. La tunica muscolare intanto si fa via via più sottile. Con l'inspessirsi dell'epitelio, il lume interno generalmente si riduce ancora, così che in certi punti viene ad obliterarsi quasi completamente (fig. VI, 3). Tale disposizione è tuttavia assai varia nei diversi individui.

La valvola esofagea (fig. VII, 1) ha fundamentalmente la stessa costituzione di quella della ninfa, solo che il lume del canale alimentare viene qui ridotto dal grosso epitelio esofageo ad uno stretto pertugio che risulta ostruito totalmente, o quasi, da una proliferazione, più o meno sviluppata, dell'epitelio del mesentero. L'ostruzione in alcuni individui è totale, ma più spesso resta ancora qualche piccolo forellino. Va osservato che la chiusura anteriore del mesentero viene quindi compiuta quasi esclusivamente ad opera del tessuto epiteliale.

MESENTERO. — Si presenta ad un esame macroscopico come una vescica allungata e ripiena più o meno totalmente di aria; il gas infatti si mostra talora suddiviso in tre o quattro grosse bolle; talora riempie in modo continuo tutta la cavità del mesentero. Nella sua parte anteriore le pareti, per quanto assai sottili, mostrano tuttavia spesso una certa differenziazione, poichè in esse possono ancora distinguersi un epitelio, una membrana propria ed una tunica muscolare (fig. VI, 4). Le cellule epiteliali, di forma varia e irregolare, alcune cilindriche, altre cubiche, altre appiattite, sono bene distinte fra loro. La sottile tunica muscolare risulta formata di fibre circolari e di poche e rade fibre longitudinali esterne alle prime. Procedendo caudalmente, le pareti mesenteriali si fanno sempre più sottili, riducendosi ad una pellicola esilissima nella quale si vedono nuclei sparsi e che può interpretarsi come un epitelio estremamente appiattito, le cui cellule sono, almeno in parte, fuse insieme in un sincizio. Esternamente l'epitelio è limitato dalla membrana propria, mentre la tunica muscolare risulta totalmente scomparsa. Sono assai frequenti gli individui dove le modificazioni ora descritte interessano tutto il mesentero. All'estremità posteriore però le pareti del mesentero si fanno di nuovo più robuste, mentre ricompare la tunica muscolare. Poco prima dello sbocco degli ureteri l'intestino si restringe bruscamente; le sue pareti subiscono un fortissimo inspessimento, ed il lume interno viene ad essere obliterato, o quasi. Tale inspessimento corrisponde al piccolo cercine che si trova, allo stesso livello, nella ninfa, vale a dire alla parte mesenterica della valvola pilorica. Per quanto assai più sviluppata, questa mantiene nell'immagine press'a poco la stessa costituzione (fig. VII, 2). L'epitelio è però formato di cellule assai irregolari, in più punti sovrapposte, con nuclei poco distinti. Lo spesso strato muscolare consta in buona parte di fibre disposte radialmente, cioè dirette dalla periferia verso il centro, coi nuclei, di forma ovoidale, nella parte più esterna;

esse sono avvolte da uno strato di fibre muscolari longitudinali esternamente alle quali è la tunica intestinale (fig. VII, 2, 3).

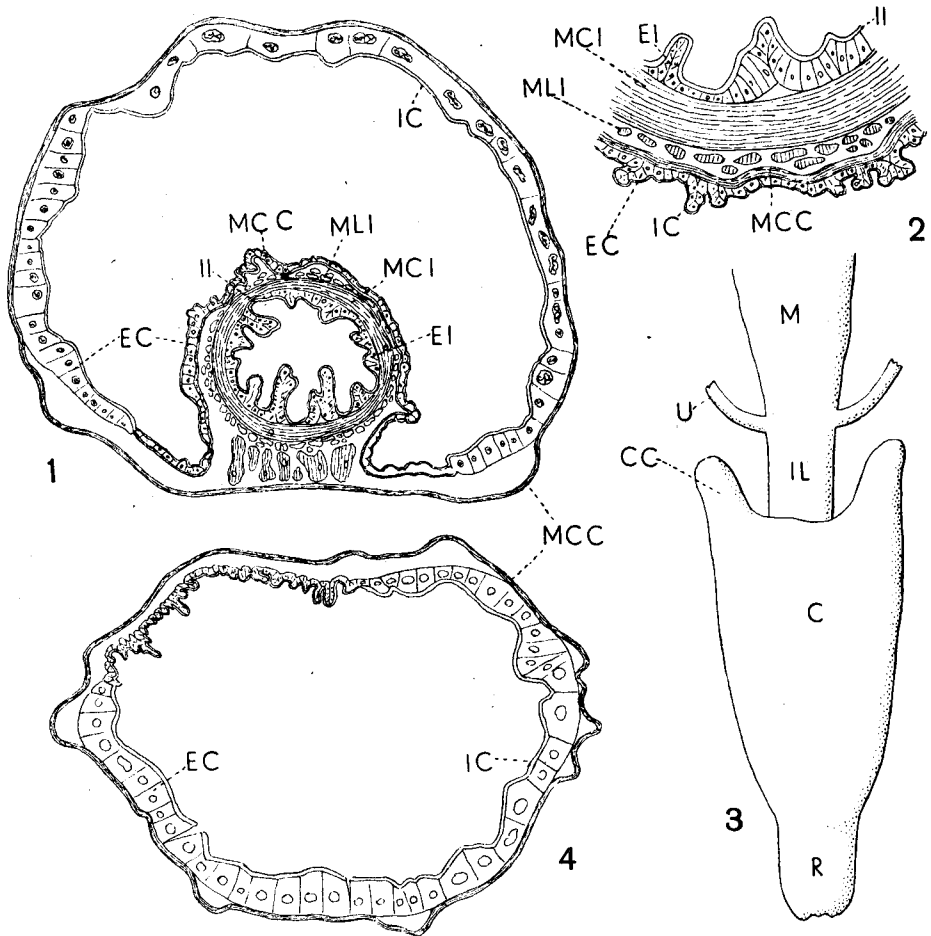


FIG. XI.

Caenis macrura Steph. — Stadi preimmaginali. — 1. Sezione trasversale del tubo digerente a livello della valvola ileo-colica. - 2. Particolare della stessa, ancora in sezione trasversale. - 3. Parte caudale del mesentero e proctodeo veduti dorsalmente. - 4. Sezione trasversale del colon; C, colon; CC, ciechi colici; EC, epitelio del colon; EI, epitelio dell'ileo; IC, intima del colon; II intima dell'ileo; IL, ileo; M, mesentero; MCC, muscoli circolari del colon; MCI, muscoli circolari dell'ileo; MLI, muscoli longitudinali dell'ileo; R, retto; U, ureteri.

PROCTODEO. — Subito dietro il descritto restringimento posteriore del mesentero, si aprono gli ureteri ed ha inizio il proctodeo, in cui si distinguono ancora ileo, colon e retto.

L'ileo (fig. VII, 2) si presenta estremamente contratto e raggrinzito, così da essere ridotto ad un assai breve tratto dell'intestino. Dietro lo sbocco degli ureteri si vede un forte inspessimento che corrisponde alla parte

proctodeale della valvola pilorica e che nell'immagine si mostra però tanto

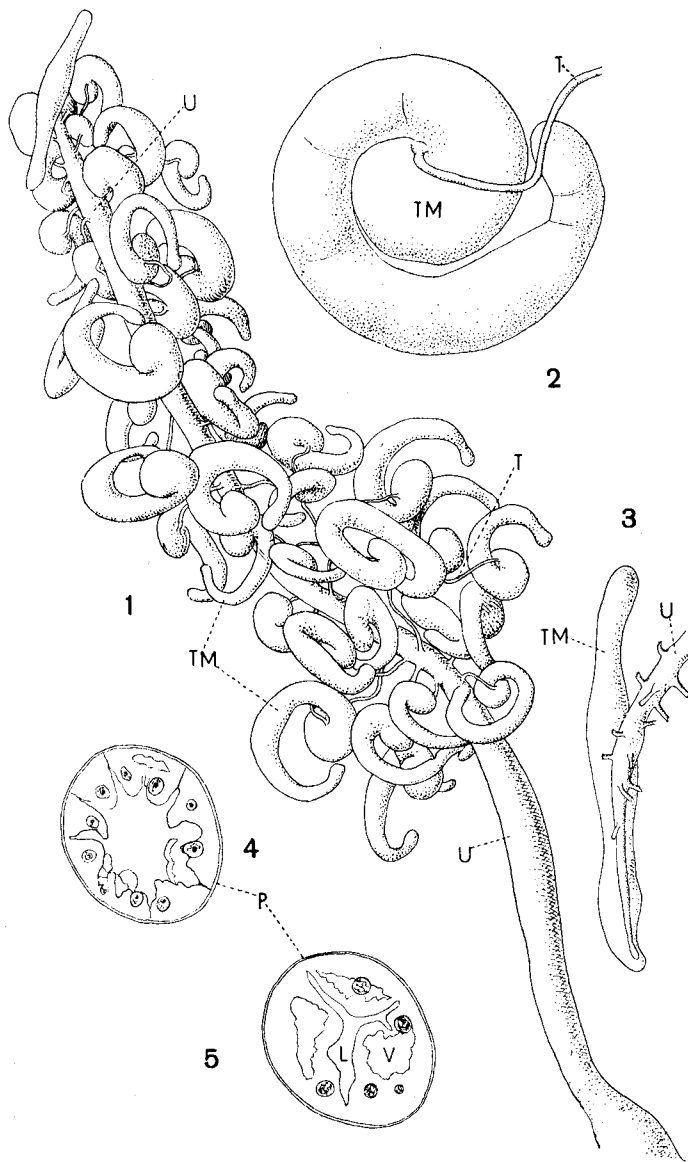


FIG. XII.

Caenis macrura Steph. — Stadi preimmaginali. — 1. Complesso dei tubi malpighiani facenti capo ad un uretere. - 2. Tubo malpighiano. - 3. Estremità distale di un uretere. - 4, 5. Sezioni trasversali degli ureteri: L, cavità interna degli ureteri; P, membrana propria; T, tubuli uriferi; TM, tubi malpighiani; U, uretere; V, vacuoli.

sviluppatto da determinare la quasi completa chiusura del lume intestinale. Anche qui l'ispessimento è dovuto in buona parte a fibre muscolari disposte radialmente. Quindi la chiusura posteriore del mesentero è determinata prevalentemente dal mesentero stesso e, a differenza di quanto avviene per la chiusura anteriore, è soprattutto il tessuto muscolare che vi si impegna. Inoltre presso lo sbocco degli ureteri e più indietro fino a livello della valvola ileo-colica, sono presenti masserelle brune di forma irregolare che cooperano alla chiusura del lume intestinale e che possono interpretarsi come residuo dell'ultimo pasto ninfale o come una sostanza secreta dai tubi malpighiani. La valvola ileo-colica (fig. VII, 2) che, per la contrazione dell'ileo, viene a trovarsi assai avvicinata allo sbocco degli ureteri, partecipa anch'essa alla chiusura

posteriore dell'intestino e ciò in special modo ad opera dell'epitelio, che forma numerosissime pieghe longitudinali fortemente sporgenti nel

lume della cavità, e delle fibre muscolari circolari che appaiono assai inspessite.

Il colon si mostra di calibro assai più ampio dell'ileo non essendo, come questo, contratto. La valvola ileo-colica risulta situata eccentricamente. La costituzione istologica è la stessa vista nella ninfa, salvo che le cellule dell'epitelio sono mal distinte fra di loro ed i nuclei assumono forme irregolari. Sono presenti anche nell'immagine le pieghe longitudinali. La tunica muscolare, formata di sole fibre circolari, è assai esile. Retto come nella ninfa.

TUBI MALPIGHIANI.

I tubi malpighiani dell'immagine sono del tutto simili a quelli degli stadi preimmaginali, salvo il fatto che i nuclei delle cellule secretrici si mostrano più piccoli e come contratti, mentre i vacuoli sono più ampi. In alcuni punti anzi pare che il citoplasma sia estremamente ridotto e ciò probabilmente sta ad indicare la diminuita funzione di tali organi. Entro i tubi stessi o entro gli ureteri si notano qua e là alcune masserelle di una sostanza bruna simile a quella che si trova nella parte anteriore del proctodeo (vedi sopra) e ciò conforta l'ipotesi ch'esse siano residui dell'escreto dei tubi malpighiani.

Caenis macrura Stephens.

Stadi preimmaginali.

APPARATO DIGERENTE (1).

STOMODEO (fig. VIII, 1, 2, 3). — Risulta assai poco differenziato, presentandosi come un tubo dritto il cui diametro va aumentando cefalo-caudalmente ed in cui, all'osservazione macroscopica, non sono distinguibili suddivisioni. Faringe ed esofago possono essere delimitati solo riferendosi al punto di inserzione dei muscoli estrinseci dorsali. Nella porzione anteriore, riferibile alla faringe ed alla prima parte dell'esofago, lo strato epiteliale, formato di cellule cilindriche regolari, è alquanto spesso e la tunica muscolare assai robusta. Questa consta, come al solito, di fibre circolari interne e di fibre longitudinali esterne. Nella parte posteriore tanto l'epitelio che la tunica muscolare si fanno più sottili, mentre il lume del tubo aumenta di diametro. Non esistono nelle cellule epiteliali granuli di pigmento, come nella specie precedente. Per la valvola cardiaca, costituita come in *Choroterpes Picteti* Eat., rimando alla fig. VIII, 3.

(1) Per questa e per le altre specie che seguono noto solo i punti nei quali il loro comportamento differisce da quello di *Choroterpes Picteti* Eat.

MESENTERO (fig. IX, 1, 2). — Si presenta di solito più largo nei suoi due terzi anteriori che non nel rimanente. Anche in questa specie l'aspetto dello strato epiteliale è tale da far supporre che la funzione secretrice sia devoluta

specialmente alla porzione cefalica delle pareti mesenteriali. Qui infatti le cellule epiteliali sono assai grandi, di forma subcilindrica irregolare, fornite di grossi vacuoli, spesso a limiti indefiniti e sporgenti entro il lume intestinale con protuberanze varie. In diversi casi presentano, nella loro parte distale, varie granulazioni. Tali caratteri si mostrano anche in quei territori dell'epitelio che rivestono all'esterno i lembi della valvola cardiaca. Posteriormente invece le cellule epiteliali hanno forma cilindrica o cubica assai regolare, mancano di vacuoli e non mostrano mai protuberanze, nè granulazioni. All'estremità caudale il mesentero non presenta alcun inspessimento che possa interpretarsi

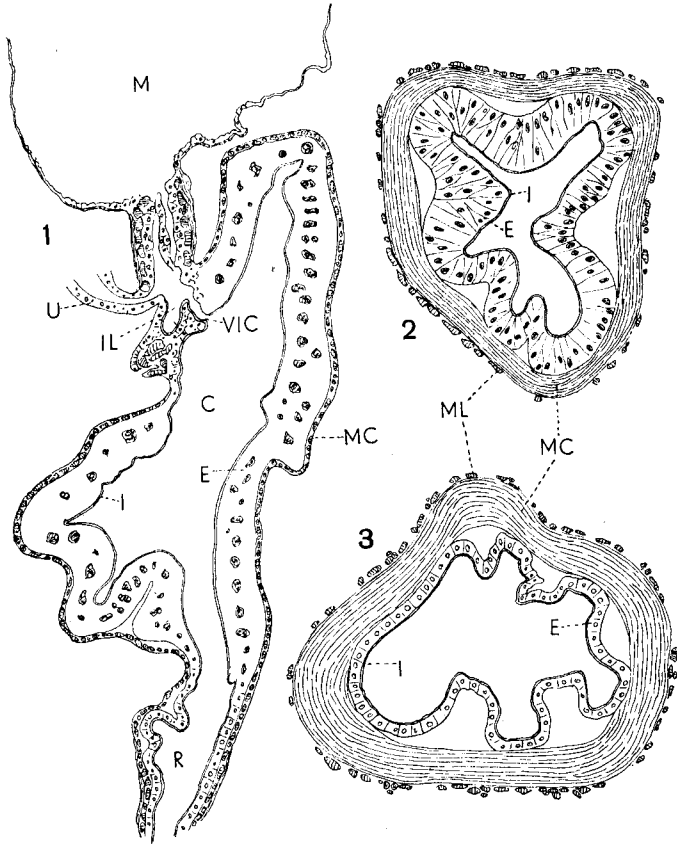


FIG. XIII.

Caenis macrura Steph. — Immagine. — 1. Sezione longitudinale della parte caudale del mesentero e del proctodeo. - 2. Sezione trasversale della parte caudale dell'esofago. - 3. Lo stesso della parte cefalica: C, colon; E, epitelio; I, intima; IL, ileo; M, mesentero; MC, muscoli circolari; ML, muscoli longitudinali; R, retto; U, uretere; VIC, valvola ileo-colica.

come una valvola pilorica. Per gli altri caratteri istologici del mesentero rimando a quanto si è detto per la specie precedente e alle citate figure.

PROCTODEO (fig. XI, 3). — L'ileo (fig. X, 1) è un assai breve tratto dell'intestino e mantiene il calibro dell'ultima porzione del mesentero. Il passaggio da quest'ultimo all'ileo (figg. VIII, 4; X, 1) è indicato semplicemente da una linea circolare lungo la quale la parete intestinale si fa assai più sottile, sia perchè l'epitelio è costituito qui di cellule molto più piccole delle circostanti, sia perchè il rivestimento muscolare si riduce ad un solo strato di sottili fibre circolari, oltre alle longitudinali esterne che non subi-

scono mutamenti. È a livello di tale linea che si aprono, in posizione diametralmente opposta, i due ureteri. Non è presente alcun inspessimento che possa considerarsi una valvola pilorica. L'epitelio dell'ileo forma insieme con l'intima numerose pieghe longitudinali, assai prominenti nel lume del tubo. La tunica muscolare è molto robusta e consta di un duplice strato di grosse fibre circolari e di più esili fibre longitudinali esterne. Posteriormente l'ileo partecipa alla formazione della valvola ileo-colica (figg. X, 1; XI, 1, 2), che è assai più sviluppata di quella della specie precedente, sebbene la sua costituzione fondamentale resti la stessa. Essa risulta eccentrica rispetto al colon, addossandosi alla parete ventrale dello stesso. I lembi della valvola sono formati internamente dalle pareti dell'ileo, che, salvo l'ingrossarsi delle fibre muscolari circolari, mantengono la loro costituzione; esternamente da quelle del colon, che mostrano qui la struttura istologica dei ciechi colici (vedi oltre) e risultano quindi costituiti (dall'interno all'esterno) dei seguenti strati:

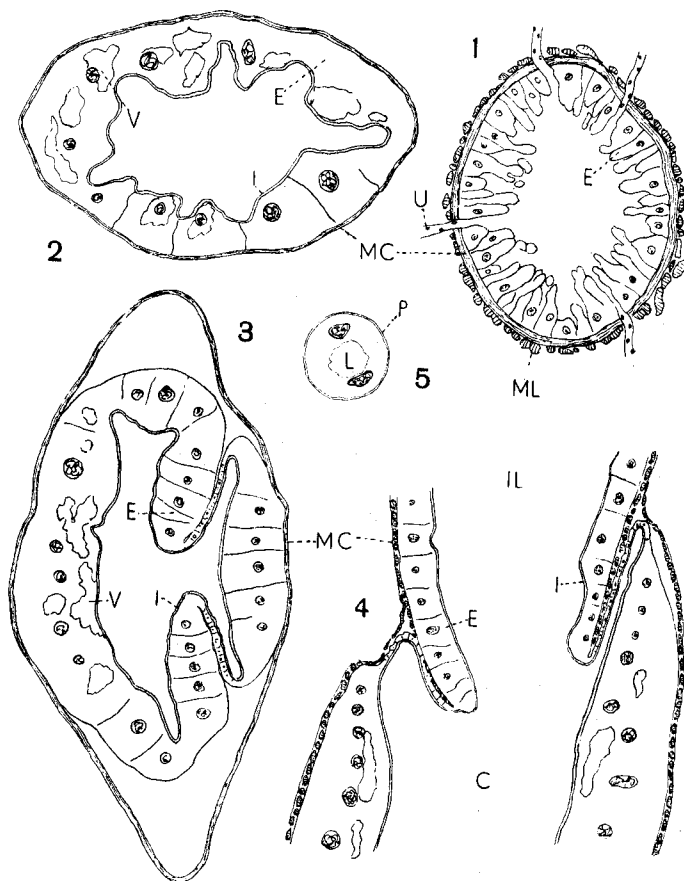


FIG. XIV.

Baetis atrebatinus Eat. — Stadi preimmaginali. — 1. Sezione trasversale del mesentero a livello dello sbocco degli ureteri. - 2. Sezione trasversale dell'ileo. - 3. Lo stesso del colon. - 4. Sezione longitudinale del tubo digerente nella zona della valvola ileo-colica. - 5. Sezione trasversale di un tubo malpighiano: C, colon; E, epitelio; I, intima; IL, ileo; L, cavità interna del tubo malpighiano; MC, muscoli circolari; ML, muscoli longitudinali; P, membrana propria; U, ureteri; V, vacuoli.

dei seguenti strati:

- 1°) intima iliaca;
- 2°) epitelio iliaco;
- 3°) un duplice strato iliaco di fibre muscolari circolari;

4°) un esilissimo strato iliaco di fibre muscolari longitudinali;

5°) un sottile strato colico di fibre muscolari circolari;

6°) epitelio colico;

7°) intima colica.

Per un certo tratto della sua superficie ventrale, però, le pareti della valvola non sono rivestite esternamente dall'epitelio del colon, ma direttamente unite, mediante brevi e robuste fibre muscolari, alla tunica muscolare dello stesso.

Il colon (figg. X, 1, 2; XI, 1, 4), di calibro assai maggiore dell'ileo, è piriforme, con la parte più stretta volta caudalmente e si prolunga in avanti con due tozze prominente ventro-laterali, che costituiscono due ciechi colici. Come si è visto anche nella specie precedente, le pareti del colon constano dell'intima, di uno spesso strato epite-

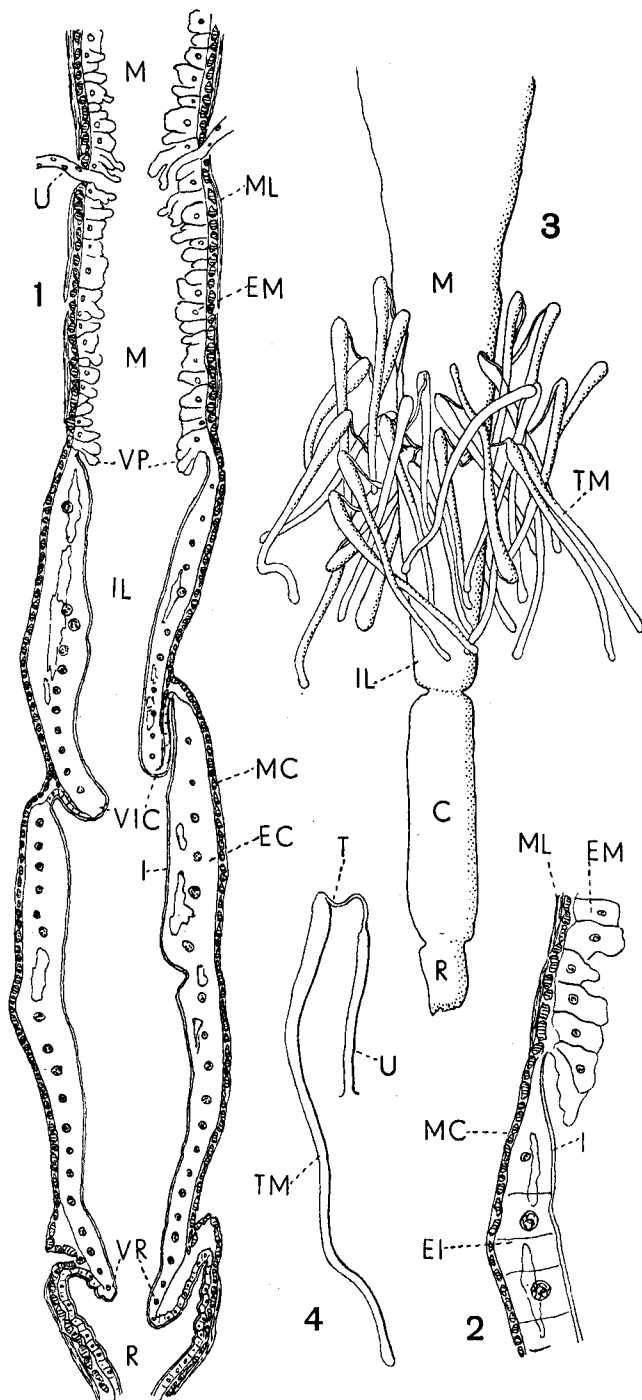


FIG. XV.

Baetis atrebatinus Eat. — Stadi preimmaginali. — 1. Sezione longitudinale della parte caudale del mesentero e del proctodeo. - 2. Sezione longitudinale della parete del tubo digerente nella zona della valvola pilorica. - 3. Parte caudale del mesentero, proctodeo e tubi malpighiani veduti dorsalmente. - 4. Tubo malpighiano coi propri dotti escretori: C, colon; EC, epitelio del colon; EI, epitelio dell'ileo; EM, epitelio del mesentero; I, intima, IL, ileo;

M, mesentero; MC, muscoli circolari; ML, muscoli longitudinali; R, retto; T, tubulo urinifero; TM, tubi malpighiani; U, ureteri; VIC, valvola ileo-colica; VP, valvola pilorica; VR, valvola rettale.

liale fatto di cellule assai grandi e fornita di grossi nuclei, di una sottile tunica muscolare, costituita di sole fibre circolari e della tunica intestinale. Tale costituzione non si estende però nè ai ciechi colici, nè alla parte del colon che partecipa alla formazione della valvola ileo-colica, nè ad un certo tratto della parete ventrale (1) del colon stesso. In tali zone infatti l'epitelio risulta di cellule molto piccole ed appiattite (2) e la tunica muscolare è esilissima. Posteriormente il colon termina con la valvola rettale (fig. X, 2), che è formata da una ripiegatura circolare assai prominente verso l'interno del tubo (si da ridurre il lume di questo ad uno stretto forellino) e costituita in piccola parte dalle pareti del colon ed in gran parte da quelle del retto. Le sottili pareti di quest'ultimo formano molte altre ripiegature longitudinali e circolari, sì da dare la massima tortuosità alla cavità interna, come si vede nella fig. X, 2, alla quale rimando anche per la costituzione istologica del tratto.

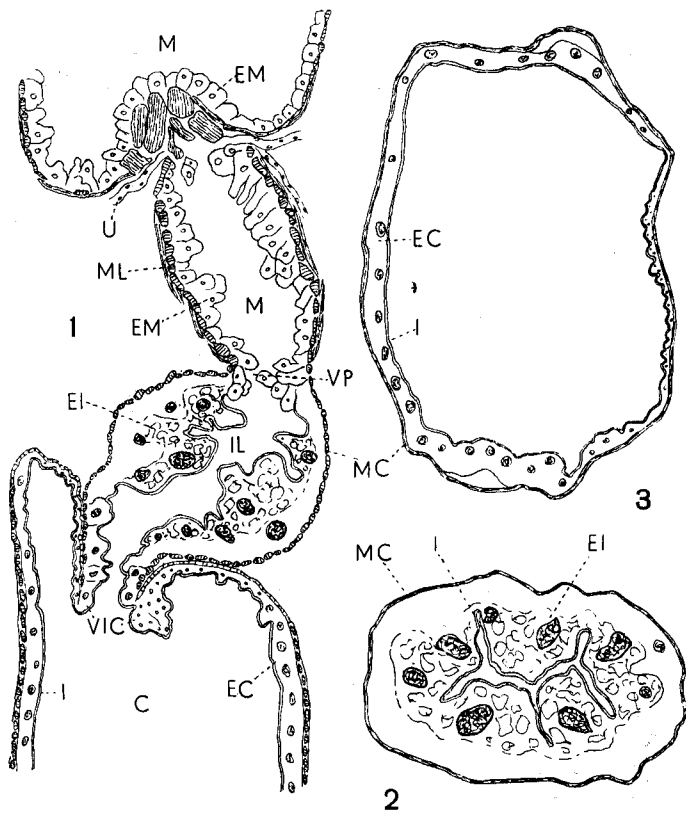


FIG. XVI.

Baetis atrebatimus Eat. - Immagine. - 1. Sezione longitudinale della parte caudale del mesentero e di quella cefalica del proctodeo. - 2. Sezione trasversale dell'ileo. - 3. Lo stesso del colon: C, colon; EC, epitelio del colon; EI, epitelio dell'ileo; EM, epitelio del mesentero; I, intima; IL, ileo; M, mesentero; MC, muscoli circolari; ML, muscoli longitudinali; U, ureteri; VIC, valvola ileo-colica; VP, valvola pilorica.

(1) La parete ventrale è quella alla quale, come si è detto sopra, si appoggia la valvola.

(2) Vedi nota a pag. 68.

TUBI MALPIGHIANI.

I tubi malpighiani (fig. XII, 1, 2, 3, 4, 5) sono costituiti come nella specie precedente, ma i loro tubuli uriniferi vengono raccolti da due ureteri solamente, cosicchè nel loro complesso assumono l'aspetto di due lunghi grappoli situati ai lati del tubo digerente. Ciascuno degli ureteri ha inizio distalmente come un esile tubicino che aderisce alla parete di un tubo malpighiano il quale, a differenza degli altri, non è ricurvo a C, ma dritto e di forma affusolata presentando un leggero rigonfiamento mediano (fig. XII, 3). L'uretere lo segue da una estremità fino a metà circa e qui se ne distacca rendendosi libero e dirigendosi in senso caudale, parallelamente all'intestino. Nei suoi due terzi distali esso riceve lo sbocco di tutti i tubuli uriniferi dei tubi malpighiani di quel lato.

Immagine.

APPARATO DIGERENTE.

STOMODEO. — Presenta circa le stesse modificazioni della specie precedente. Anche qui nella faringe e nel primo tratto dell'esofago (fig. XIII, 3) la tunica muscolare è assai robusta, mentre nella parte caudale dell'esofago (fig. XIII, 2) prevale l'inspessimento dello strato epiteliale ed è specialmente per opera di questo che si compie la chiusura del lume intestinale a livello della valvola cardiaca. A tale chiusura, che negli individui da me esaminati era completa, concorre anche l'epitelio del mesentero.

MESENTERO. — Le pareti di tutto il mesentero (salvo la sua porzione più caudale) sono ridotte, come di regola nell'ordine, ad una sottile pellicola che può considerarsi come un epitelio estremamente appiattito, limitato all'esterno da una membrana propria e privo di tunica muscolare. Nella parte posteriore, poco prima cioè dello sbocco degli ureteri, il mesentero si restringe bruscamente, mentre le sue pareti si inspessiscono ad opera sia di fibre muscolari, sia dello strato epiteliale, così che il lume del tubo viene totalmente oblitterato.

PROCTODEO (fig. XIII, 1). — Subito dietro il restringimento posteriore del mesentero si aprono i due ureteri ed il loro sbocco segna l'inizio del proctodeo, nel quale però solo il colon e il retto sono parti ancora bene distinte, mentre l'ileo si presenta così contratto da non risultare più facilmente individuabile. Infatti si ha una sorta di insaccamento dell'ultima porzione del mesentero (quella che diviene impervia) e della prima del proctodeo, entro il colon, che viene ad abbracciare queste parti su tre lati, cioè dorsalmente e lateralmente. Le parti così contratte ed insaccate nel colon sono l'ileo, la valvola ileo-colica ed una porzione cefalica del colon stesso compren-

dente i ciechi colici. Il loro raggrinzimento non viene però a chiudere completamente il lume intestinale, così che l'escreto dei tubi malpighiani, se pure tali organi sono ancora funzionanti, può quindi riversarsi nel proctodeo. Il colon è stato come tirato in avanti dal contrarsi delle parti soprastanti e, come già si è detto, viene a formare una specie di ampio diverticolo dorso-laterale a fondo cieco ⁽¹⁾ volto in avanti. Esso infatti è qui assai più breve

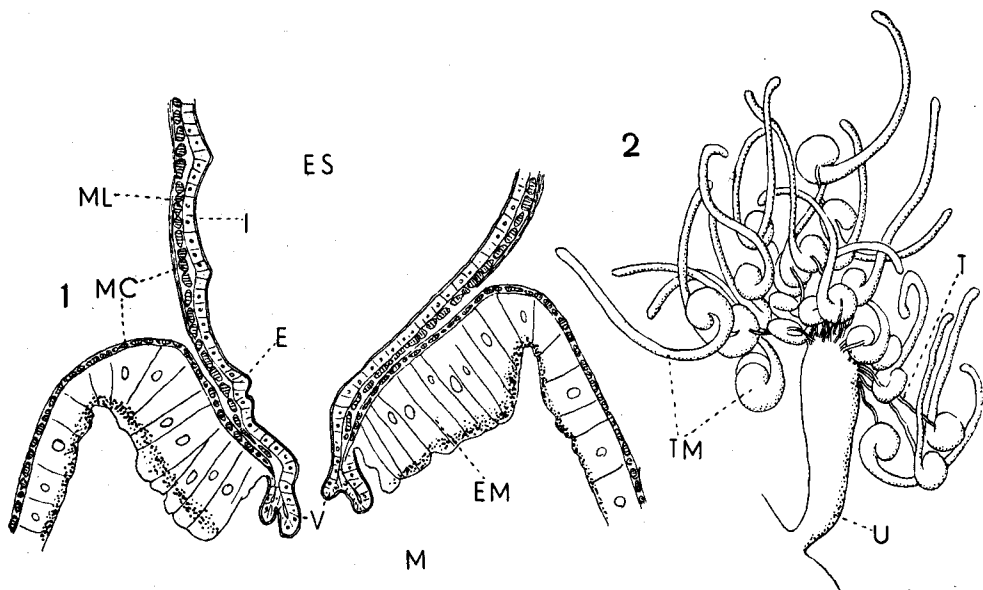


FIG. XVII.

Ecdyonurus fluminum Pict. - Stadi preimmaginali. — 1. Sezione longitudinale della valvola cardiaca e parti limitrofe. - 2. Complesso dei tubi malpighiani facenti capo ad un uretere: *E*, epitelio dello stomodeo; *EM*, epitelio del mesentero; *ES*, esofago; *I*, intima; *M*, mesentero; *MC*, muscoli circolari; *ML*, muscoli longitudinali; *T*, tubuli uriniferi; *TM*, tubi malpighiani; *U*, uretere; *V*, valvola cardiaca.

che non nella ninfa. Le sue pareti mantengono la costituzione vista negli stadi preimmaginali, salvo che le grandi cellule epiteliali non sono più bene distinte fra loro ed i nuclei appaiono contratti e spezzettati. Posteriormente il colon si attenua ed un semplice restringimento del lume intestinale ricorda la valvola rettale. Il retto è breve, piriforme. Le sue pareti sono costituite come negli stadi preimmaginali, ma le pieghe formate dall'epitelio appaiono assai meno pronunciate.

TUBI MALPIGHIANI.

Anche in questa specie le cellule dei tubi malpighiani e quelle degli ureteri mostrano nuclei piccoli, spesso malamente distinguibili, talora

(1) Che non corrisponde quindi affatto ai ciechi colici presenti nella ninfa.

ridotti in frammenti sparsi nel citoplasma e ciò fa supporre che la loro funzionalità sia per lo meno ridotta durante la brevissima vita immaginale della specie.

Baetis atrebatinus Eat.

Stadi preimmaginali.

APPARATO DIGERENTE.

STOMODEO. — Faringe ed esofago non presentano nulla di notevolmente diverso da quelli delle specie già descritte. Anche la valvola cardiaca, alquanto sviluppata, è costituita come di consueto.

MESENTERO. — Nella parte anteriore il mesentero mostra la solita costituzione: l'epitelio è assai spesso, fatto di cellule allungate, di forma irregolare, ricche di protuberanze sporgenti nel lume intestinale; la tunica muscolare è sottilissima, formata quasi esclusivamente di fibre circolari. Procedendo caudalmente lo strato epiteliale diviene più sottile, le sue cellule più regolari e la tunica muscolare più robusta. Circa a livello del sesto urite, però, l'epitelio mostra di nuovo cellule assai allungate e ricche di protuberanze mentre il rivestimento muscolare consta di fibre sia circolari che longitudinali. È qui che sboccano gli ureteri (figg. XIV, 1; XV, 1) i quali quindi, a differenza di quanto avviene in tutte le altre specie studiate, non si aprono al limite fra mesentero e proctodeo, ma più cefalicamente nel mesentero (1). I numerosi e sottili ureteri paiono insinuarsi fra le fibre della tunica muscolare ed aprirsi fra le cellule epiteliali che in tal punto si discostano un poco l'una dall'altra. Dietro lo sbocco degli ureteri le pareti del mesentero (fig. XV, 1) conservano una tunica muscolare alquanto robusta e un grosso epitelio di cellule irregolari. Circa a livello del settimo urite il mesentero ha termine con la valvola pilorica (fig. XV, 1, 2). Questa però è costituita diversamente da quella di *Choro-terpes Picteti* Eat.: infatti la tunica muscolare non subisce nessun sensibile inspessimento, ma le ultime cellule dell'epitelio mesenteriale si mostrano assai allungate e protese entro la cavità dell'ileo. La valvola dunque è formata totalmente dall'epitelio mesenteriale.

PROCTODEO. — L'ileo (figg. XIV, 2; XV, 1) mantiene lo stesso calibro dell'ultima parte del mesentero, ma le sue pareti hanno uno spessore anche maggiore e ciò ad opera essenzialmente dello strato epiteliale, le cui cellule, assai malamente distinte fra loro, sono molto grandi, fornite di grossi nuclei

(1) TIRELLI (op. cit. a pag. 61) aveva già constatato questo fatto in *Cloëon dipterum* L. Poichè tale genere appartiene, come *Baetis* Leach., alla fam. *Baetidae*, si può supporre che il carattere si estenda a tutta la famiglia.

e di ampi vacuoli e rivestite internamente di una spessa cuticola. La tunica muscolare è invece sottilissima e formata di sole fibre circolari. Da osservarsi dunque che in questa specie, a differenza delle precedenti, le pareti dell'ileo hanno gli stessi caratteri di quelle del colon (vedi oltre). La valvola ileocolica (fig. XIV, 4) è alquanto sviluppata e costituita nella già nota maniera; da osservarsi tuttavia che il sottilissimo epitelio del colon, che ne viene a far parte, aderisce strettamente alla parete dell'ileo, senza essere più rivestito dalla propria tunica muscolare, la quale va ad attaccarsi all'ileo davanti alla formazione valvolare.

Il colon (figg. XIV, 3; XV, 1) ha calibro maggiore del segmento precedente. Come al solito la tunica muscolare è sottile e fatta di fibre circolari; l'epitelio invece è, nella maggior parte, assai grosso e presenta gli stessi caratteri descritti per l'ileo. Due profonde pieghe longitudinali percorrono tutto il colon latero-ventralmente e in esse l'epitelio diviene molto sottile, essendo formato di cellule assai piccole ⁽¹⁾. Tali pieghe non sono tuttavia visibili esternamente perchè la tunica muscolare vi passa sopra senza adattarvisi.

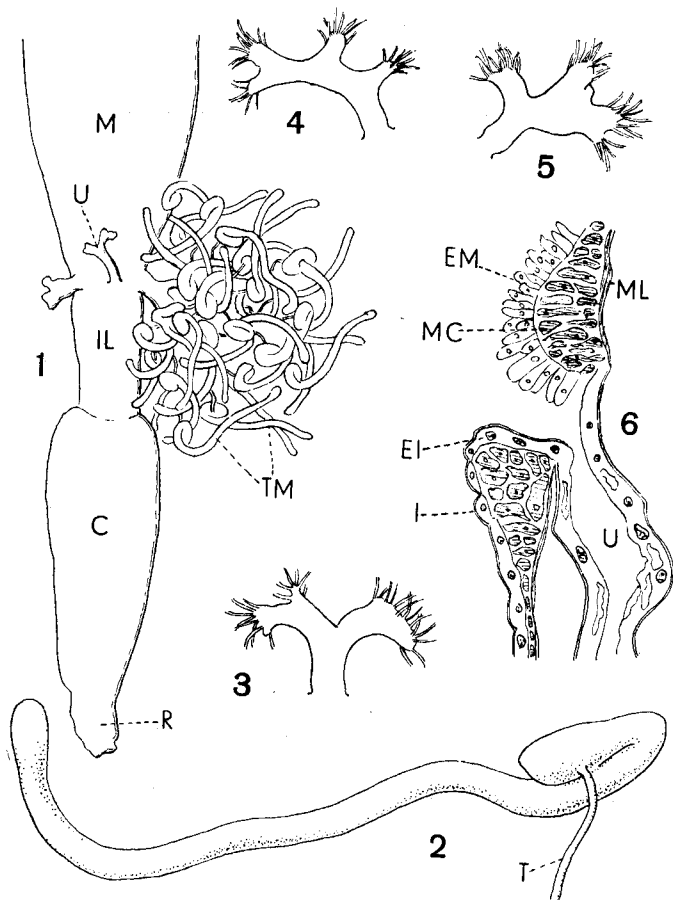


FIG. XVIII.

Oligoneuriella rhenana Imh. — Stadi preimmaginali. — 1. Porzione caudale del mesentero, proctodeo e parte dei tubi malpighiani veduti dorsalmente. - 2. Tubo malpighiano. - 3, 4, 5. Ureteri. - 6. Sezione longitudinale della parete del tubo digerente nella zona della valvola pilorica: C, colon; EI, epitelio dell'ileo; EM, epitelio del mesentero; I, intima; IL, ileo; M, mesentero; MC, muscoli circolari; ML, muscoli longitudinali; R, retto; T, tubuli uriniferi; TM, tubi malpighiani; U, ureteri.

(1) Vedi nota a pag. 68.

Esiste in questa specie una valvola rettale (fig. XV, 1) bene sviluppata, di aspetto simile a quella ileo-colica, dovuta cioè al prolungarsi in seno al retto delle pareti del colon, le quali vengono esternamente rivestite dall'epitelio rettale. La tunica muscolare non vi prende parte. Il retto è breve ed allargato ad ampolla. Le sue pareti presentano un sottile epitelio di piccole cellule ed una tunica muscolare piuttosto robusta poichè formata da fibre circolari interne e longitudinali esterne. Non vi sono pieghe circolari.

TUBI MALPIGHIANI.

I tubi malpighiani (figg. XIV, 5; XV, 3, 4) di *Baetis atrebatinus* Eat. non hanno la forma caratteristica di quelli di tutte le altre specie studiate, ma si mostrano come tubicini dritti o leggermente sinuosi, mai avvolti a spirale o ricurvi a C, un poco più grossi all'estremità prossimale, ma terminati all'altra estremità con un piccolo rigonfiamento. Guardati in sezione trasversale (fig. XIV, 5) essi mostrano, al centro o di lato, una cavità abbastanza ampia ed a limiti piuttosto definiti, alla cui periferia, in seno al citoplasma, sono uno o due grossi nuclei. Le cellule si mostrano raramente distinte. La cavità interna, come rivelano le sezioni longitudinali, ha andamento sinuoso. Dall'estremità prossimale del tubo malpighiano si diparte un esile tubicino, il tubulo urinifero, che, dopo un non lungo percorso, aumenta bruscamente il proprio calibro di circa il doppio. Quest'ultima porzione, a calibro maggiore, può considerarsi l'uretere. Ogni tubo malpighiano (sono in tutto circa una quarantina) ne ha dunque uno proprio che si apre, indipendentemente dagli altri, nel mesentero.

Subimmagine.

Rimando a quanto dissi per la subimmagine di *Choroterpes Picteti* Eat.

Immagine.

APPARATO DIGERENTE.

STOMODEO. — Ha costituzione normale. La valvola cardiaca, negli individui da me esaminati, era aperta.

MESENTERO. — Circa nei due terzi cefalici le pareti del mesentero constano, come di norma, di un sottile strato epiteliale a cellule indistinte (ove sono però bene visibili grandi nuclei) e privo di tunica muscolare. Nella parte caudale invece l'epitelio mesenterico, pur mantenendo il carattere sinciziale, aumenta il proprio spessore e compare inoltre una sottilissima tunica muscolare di fibre circolari. Poco prima dello sbocco degli ureteri l'epitelio si

inispessisce ancora e le cellule si fanno distinte; la tunica muscolare si irrobustisce e presenta anche fibre longitudinali. Proprio davanti all'apertura degli ureteri il mesentero si mostra totalmente chiuso ad opera specialmente di brevi ma grossi fasci muscolari, i quali, inflettendosi, formano una sorta di tappo, che, rivestito dall'epitelio, chiude del tutto la cavità mesenterica (fig. XVI, 1). Subito dietro tale chiusura si aprono i numerosi ureteri. La parte di mesentero che resta dietro di essi, per quanto un po' contratta e con le cellule epiteliali alquanto irregolari e mal distinte, non differisce però molto dalla stessa parte nella ninfa e mantiene la sua tunica muscolare di fibre circolari e longitudinali. In corrispondenza della valvola pilorica il diminuito calibro del tubo digerente e le cellule dell'epitelio mesenterico protese verso l'interno concorrono a ridurre molto, ma non ad obliterare, il lume del tubo stesso. È interessante osservare che, mentre nelle specie ove gli ureteri si aprono fra il mesentero ed il proctodeo la chiusura posteriore dell'intestino medio avviene all'estremità cau-

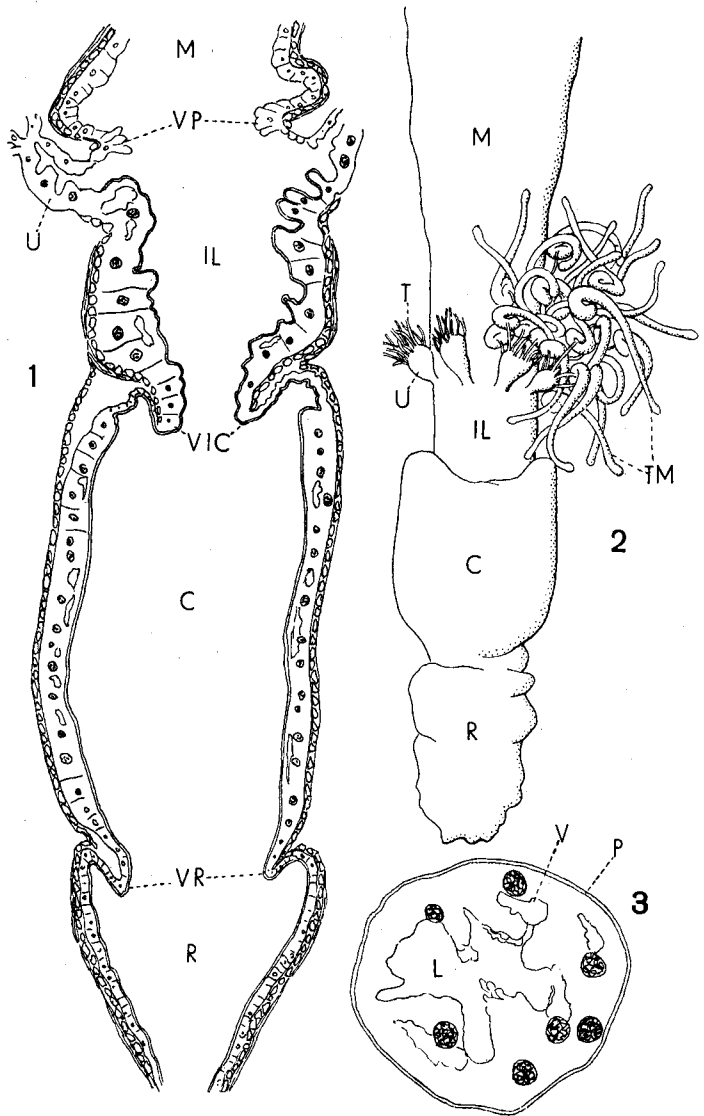


FIG. XIX.

Ephemera ignita Poda. — Stadi preimmaginali. — 1. Sezione longitudinale della parte caudale del mesentero e del proctodeo. — 2. Gli stessi pezzi e parte dei tubi malpighiani veduti esternamente. — 3. Sezione trasversale di un uretere: C, colon; IL, ileo; L, cavità interna dell'uretere; M, mesentero; P, membrana propria; R, retto; T, tubuli uriniferi; TM, tubi malpighiani; U, ureteri; V, vacuoli; VIC, valvola ileo-colica; VP, valvola pilorica; VR, valvola rettale.

dale di questo, in *Baetis atrebatinus* Eat., ove gli ureteri sboccano nel mesentero, la chiusura si produce ancora davanti ad essi, cioè nel mesentero stesso ad una certa distanza dalla sua estremità posteriore. L'ultima parte del mesointestino non partecipa dunque alla funzione aerostatica e di conseguenza non subisce durante la metamorfosi profonde modificazioni, mantenendo nell'immagine, più o meno, la costituzione che aveva negli stadi preimmaginali. Quanto sopra mostra evidentemente che i tubi malpighiani restano in ogni caso in comunicazione col proctodeo ove, anche durante la vita subimmaginale e immaginale, potranno riversare il loro escreto. Il fatto che la loro comunicazione con l'esterno persiste farebbe pensare che la loro funzione non sia totalmente cessata negli adulti.

PROCTODEO. — Presenta le modificazioni istologiche comuni alle altre specie, come si vede nella fig. XVI, 1. L'epitelio dell'ileo (fig. XVI, 2) ha un grande spessore, ma le cellule sono assolutamente indistinte. In esso si distingue un territorio citoplasmatico compatto nella zona prossimale (cioè esterna) ed uno estremamente vacuolizzato e contenente i grossi nuclei nella zona distale, la quale può essere molto prominente verso l'interno, così da restringere assai il lume del pezzo. La valvola ileo-colica presenta pareti assai spesse sia ad opera dell'epitelio iliaco, che forma qui numerose pieghe longitudinali, sia ad opera delle fibre muscolari circolari e longitudinali. Sottilissimo invece il rivestimento esterno di pertinenza del colon. Questo (fig. XVI, 3) presenta, a differenza dell'ileo, pareti piuttosto sottili, specialmente nella sua parte anteriore. Le due pieghe longitudinali sono appena accennate o del tutto assenti. La valvola rettale si mostra variamente sviluppata, talora obliterante quasi totalmente il lume del tubo. Il retto è breve ed ha forma di ampolla.

TUBI MALPIGHIANI.

Rimando a quanto ho detto per i tubi malpighiani degli stadi preimmaginali, dai quali quelli dell'immagine non differiscono notevolmente.

Edyonurus fluminum Pict.

Stadi preimmaginali.

APPARATO DIGERENTE.

STOMODEO. — La faringe e l'esofago sono distinti da una strozzatura bene evidente. La valvola cardiaca (fig. XVII, 1) è assai sviluppata, prolungandosi l'esofago per un certo tratto nel mesentero, rivestito esternamente dalle pareti di questo, che presentano qui cellule epiteliali cilindriche assai allungate.

MESENTERO. — Presenta i caratteri tipici. Nella parte cefalica le cellule epiteliali sono ricche di granulazioni. È presente una valvola pilorica mesentero-proctodeale, che limita sensibilmente il lume intestinale, costituita come in *Choroterpes Picteti* Eat.

PROCTODEO. — L'ileo è breve e quasi dello stesso calibro del colon. La valvola ileo-colica è alquanto sviluppata, costituita similmente a quella di *Caenis macrura* Steph. Struttura istologica delle varie parti come nelle specie precedenti.

TUBI MALPIGHIANI.

I tubi malpighiani (fig. XVII, 2) sono circa 160 ed hanno la caratteristica forma descritta per tutte le altre specie studiate, eccettuato *Baetis atrebatinus* Eat. Internamente la cavità è oltremodo irregolare, ma quasi continua. I tubuli uriniferi fanno capo a otto ureteri non molto lunghi e leggermente claviformi, cioè più larghi distalmente (fig. XVII, 2). Questi si aprono nel tubo digerente al limite fra il mesentero ed il proctodeo.

Subimmagine e Immagine.

Basti osservare che i lembi della valvola cardiaca sono accostati e fusi insieme sì da chiudere praticamente il passaggio. La chiusura posteriore avviene, come al solito, all'estremità caudale del mesentero, ad opera essenzialmente del mesentero stesso, sebbene anche l'ileo e la valvola ileo-colica si mostrino assai contratti.

Oligoneuriella rhenana Imh.

Stadi preimmaginali (1).

APPARATO DIGERENTE.

In questa specie va solamente messo in rilievo il notevole sviluppo della valvola pilorica (fig. XVIII, 6), che presenta però la costituzione già vista in *Choroterpes Picteti* Eat., alla cui descrizione rimando. La valvola ileo-colica è invece poco pronunciata, presentandosi come una semplice ripiegatura circolare, formata dalle pareti dell'ileo e del colon, che restano però fra loro indipendenti. A tale proposito può osservarsi che, di solito, nelle specie ove la valvola pilorica ha un certo sviluppo, quella ileo-colica è più ridotta e viceversa.

(1) Di questa specie e della seguente ho potuto studiare solo gli stadi preimmaginali.

TUBI MALPIGHIANI.

I tubi malpighiani (fig. XVIII, 1, 2) hanno la stessa forma di quelli di *Choroterpes Picteti* Eat., salvo che la porzione cilindrica è alquanto lunga e quasi per niente ricurva a C. Le grosse cellule che li compongono sono inter-

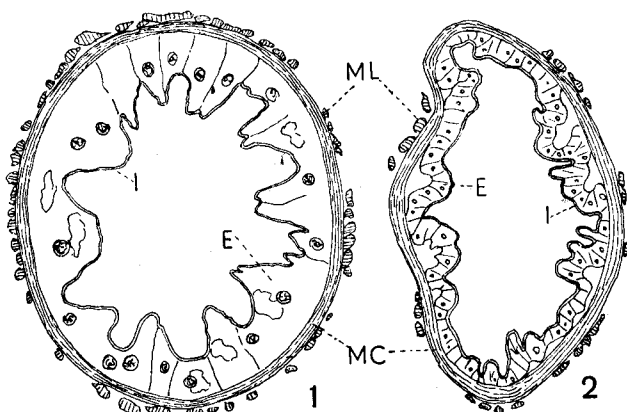


FIG. XX.

Ephemera ignita Poda. — Stadi preimmaginali. — 1. Ileo. — 2. Retto (sezioni trasversali): E, epitelio; I, intima; MC, muscoli circolari; ML, muscoli longitudinali.

namente ricche di ampi vacuoli che formano spesso una cavità quasi continua, sebbene di ampiezza molto varia, a limiti indefiniti e ad andamento assai irregolare. Sottili tubuli uriniferi congiungono i tubi malpighiani agli ureteri. Questi sono sei, brevi e di forma irregolare (fig. XVIII, 3, 4, 5). Infatti talora sono semplici, ma più spesso si biforcano all'estremità distale in due rami, uguali fra loro o no, che si presentano un poco allargati distalmente ove ricevono i tu-

buli uriniferi. Talora la biforcazione è tanto vicina all'apertura intestinale che questa sembra ricevere due dotti. Le sei aperture sono situate nell'intestino una dorsalmente, una ventralmente, due dorso-lateralmente e due ventro-lateralmente; queste ultime quattro danno accesso a ureteri più grossi degli altri due.

Ephemera ignita Poda.

Stadi preimmaginali.

APPARATO DIGERENTE.

Lo stomodeo è piuttosto ampio, ma ha pareti sottili. La valvola cardiaca è bene sviluppata e simile a quella di *Ecdyonurus fluminum* Pict. Come in questa specie, le cellule dell'epitelio mesenterico che fanno parte della valvola sono cilindriche e assai allungate. Si ha un accenno della valvola pilorica (fig. XIX, 1) in una ripiegatura circolare della parete intestinale all'estremità caudale del mesentero, immediatamente prima del-

l'apertura degli ureteri. In corrispondenza di questa piega le cellule dell'epitelio assumono forma irregolare e allungata ed il lume intestinale ne risulta sensibilmente limitato. Non esiste una formazione simile dietro lo sbocco degli ureteri, all'inizio del proctodeo, così che in questa specie la valvola pilorica, se tale vogliamo considerare la piega sopra descritta, risulta di origine solamente mesenterica.

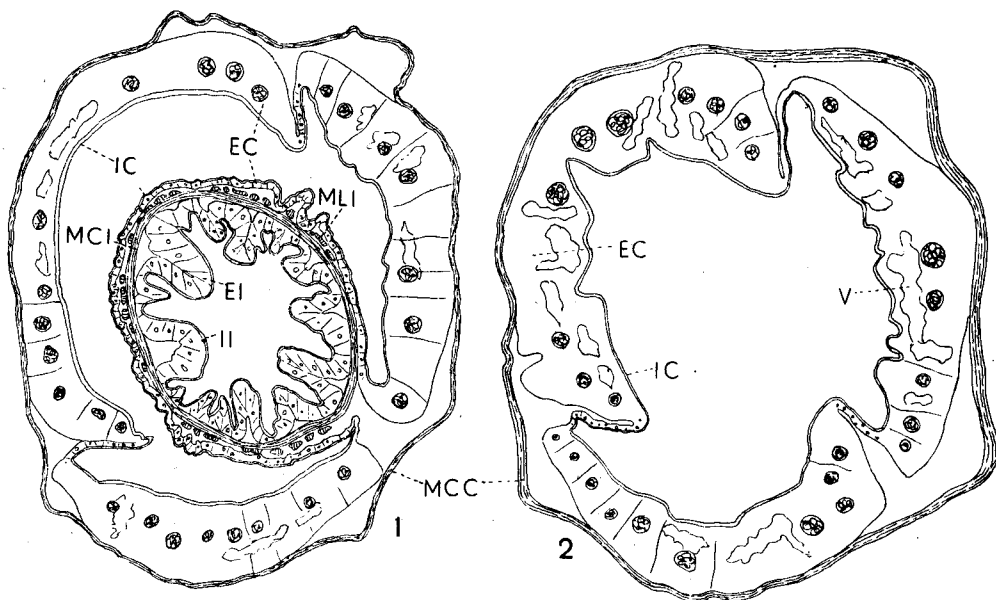


FIG. XXI.

Ephemerella ignita Poda. - Stadi preimmaginali. — 1. Sezione trasversale del tubo digerente a livello della valvola ileo-colica. - 2. Sezione trasversale del colon: EC, epitelio del colon; EI, epitelio dell'ileo; IC, intima del colon; II, intima dell'ileo; MCC, muscoli circolari del colon; MCI, muscoli circolari dell'ileo; MLI, muscoli longitudinali dell'ileo; V, vacuoli.

L'ileo (fig. XX, 1) è breve, ma le sue pareti sono molto spesse ad opera specialmente dell'epitelio, le cui grandi cellule, rivestite internamente da una robusta cuticola, risultano mal distinte fra loro e presentano grossi nuclei e diversi vacuoli. La tunica muscolare consta di fibre circolari (interne) e longitudinali (esterne). La valvola ileo-colica (fig. XXI, 1) è assai sviluppata e nel complesso simile a quella di *Caenis macrura* Steph., alla cui descrizione rimando.

Il colon (fig. XXI, 2), la cui tunica muscolare consta, come al solito, di sole fibre circolari, ha un grosso epitelio che presenta gli stessi caratteri di quello dell'ileo. Sono presenti tre pieghe longitudinali in corrispondenza delle quali l'epitelio, come abbiamo visto in altre specie, diviene assai sottile.

Esiste una valvola rettale (fig. XIX, 1) costituita come una ripiegatura circolare assai pronunciata delle pareti intestinali Il retto (fig. XX, 2) ha forma di imbuto. Le sue pareti mostrano una tunica muscolare alquanto

robusta (di fibre circolari e longitudinali) ed un epitelio di piccole cellule ricco di pieghe longitudinali non molto prominenti.

TUBI MALPIGHIANI.

I tubi malpighiani (fig. XIX, 2) sono una cinquantina ed hanno la forma consueta. I loro tubuli uriniferi fanno capo ad otto ureteri assai brevi, di forma ampullacea. In sezione trasversale (fig. XIX, 3) essi mostrano uno strato epiteliale a cellule indistinte, ove sono sparsi grossi nuclei ed ampi vacuoli, limitato esternamente da una membrana propria e che lascia internamente una cavità di forma assai irregolare.

CONCLUSIONI

Dall'esame comparato dell'apparato digerente e dei tubi malpighiani delle specie sopra studiate si possono trarre le seguenti conclusioni:

1°) La tunica muscolare del tubo digerente degli Efemeroidei, in tutti gli stadi del loro sviluppo, è costituita prevalentemente, e talora esclusivamente, da fibre circolari. Quelle longitudinali infatti sono sempre meno robuste e di rado formano uno strato continuo. In particolare esse mancano costantemente nel colon.

2°) Le stesse fibre muscolari longitudinali, quando risultino presenti, si trovano di regola esternamente rispetto a quelle circolari ⁽¹⁾ e ciò anche nello stomodeo, contrariamente a quanto avviene di solito negli altri Insetti.

3°) L'epitelio del mesentero degli stadi preimmaginali mostra di possedere una funzione prevalentemente secernente nella sua porzione cefalica, assorbente in quella caudale.

4°) Le aperture degli ureteri si trovano di regola a livello del passaggio fra mesentero e proctodeo. Fa eccezione solamente, fra le specie qui studiate, *Baetis atrebatinus* Eat. ⁽²⁾, nella quale gli ureteri sboccano nel mesentero ad una certa distanza dall'inizio dell'intestino posteriore.

5°) Esiste, nella maggior parte dei casi, una valvola pilorica, sebbene sempre di scarso sviluppo. In diverse specie (*Choroterpes Picteti* Eat., *Ecdyonurus fluminum* Pict., *Oligoneuriella rhenana* Imh.) essa è di natura mesentero-proctodeale, formata cioè da due cercini circolari prominenti entro il lume intestinale, uno avanti e uno dietro lo sbocco degli ureteri e appartenenti rispettivamente al mesentero e al proctodeo. Essi sono dovuti essenzialmente all'inspessirsi delle fibre muscolari circolari. In *Baetis atrebatinus*

⁽¹⁾ Ho trovato una sola eccezione a tale regola: vedi pag. 70-71.

⁽²⁾ Vedi nota a pag. 82.

Eat. ^f(1) e in *Ephemerella ignita* Poda la valvola è invece solo di origine mesenterica e formata a spese dello strato epiteliale o per una lieve ripiegatura circolare delle pareti del tubo digerente, senza che la tunica muscolare subisca alcun inspessimento. In *Caenis macrura* Steph. non esiste valvola pilorica.

6°) Le modificazioni subite dall'apparato digerente durante la metamorfosi riguardano essenzialmente il mesentero. Infatti lo stomodeo ed il proctodeo, sebbene contratti, ridotti e con segni evidenti di una certa degenerazione istologica, mantengono tuttavia di massima la costituzione che avevano negli stadi preimmaginali.

7°) Nell'immagine le pareti del mesentero, che, come già era ben noto, funziona da organo aerostatico ed è pertanto chiuso alle due estremità, sono ridotte ad un sottilissimo epitelio pavimentoso, a cellule non bene distinte, con aspetto cioè sinciziale, rivestito esternamente da una membrana propria e privo di tunica muscolare.

8°) La chiusura anteriore del mesentero è compiuta dalla valvola cardiaca, con la partecipazione, nel nostro caso, sia dello stomodeo che del mesentero e ad opera specialmente degli epiteli.

9°) La chiusura posteriore è dovuta invece all'estremità caudale dello stesso mesentero ⁽²⁾ e ad opera sia di fibre muscolari che di tessuto epiteliale. Tuttavia anche la parte anteriore del proctodeo (ileo, valvola ileocolica e, talora, porzione cefalica del colon) si presenta in un accentuato stato di contrazione, che restringe moltissimo e rende tortuosa la cavità interna senza tuttavia obliterarla del tutto, così che gli ureteri restano in comunicazione con l'intestino posteriore.

10°) Di particolare interesse il fatto che in *Baetis atrebatinus* Eat. la chiusura posteriore del mesentero non avviene all'estremità caudale del pezzo, ma più cefalicamente, davanti agli sbocchi degli ureteri; e ciò prima di tutto conferma il persistere in ogni caso della comunicazione dei tubi malpighiani col proctodeo. La porzione di mesentero che resta dietro la detta chiusura non partecipa naturalmente alla funzione aerostatica e mantiene, a un di presso, la costituzione che aveva negli stadi preimmaginali. Il che mostra come la degenerazione istologica delle pareti del mesentero sia in stretta relazione col cambiamento funzionale del pezzo.

11°) L'apparato digerente della subimmagine non differisce sensibilmente da quello dell'immagine e tale reperto può venire discusso con riferimento ai concetti di POYARKOFF (1914), DÜRKEN (1907), CARPENTIER (1928), PICKLES (1931) e HINTON (1948), ecc., che considerano lo stato di subimmagine come uno stadio pupale.

(1) In questa specie la valvola pilorica non si trova a livello dello sbocco degli ureteri, che, come si è detto sopra, si aprono più cefalicamente.

(2) Salvo che in *Baetis atrebatinus* Eat.: vedi oltre.

12°) I tubi malpighiani, vari per numero e per forma, non presentano sempre all'interno una cavità continua e definita, ma le loro cellule sono ricche di vacuoli che evidentemente servono alla circolazione e all'espulsione degli escreti da esse elaborati.

RIASSUNTO

L'autore studia l'anatomia e l'istologia dell'apparato digerente e dei tubi malpighiani degli stadi preimmaginali, subimmaginali ed immaginali delle seguenti specie di Efemeroidei: *Choroterpes Pieteti* Eat. (fam. Leptophlebiidae), *Caenis macrura* Steph. (fam. Caenidae), *Baetis atrebatinus* Eat. (fam. Baetidae), *Ecdyonurus fluminum* Pict. (fam. Ecdyonuridae), *Oligoneuriella rhenana* Imh. (fam. Oligoneuriidae) ed *Ephemerella ignita* Poda (fam. Ephemerellidae).

In tutti gli stadi di sviluppo si nota nella parete del tubo digerente la riduzione o la totale mancanza di fibre muscolari longitudinali, le quali, quando sono presenti, si mostrano sempre esterne rispetto a quelle circolari.

Nelle neanidi e nelle ninfe faringe ed esofago sono poco distinti. La valvola cardiaca è di natura stomo-mesenterica. Il mesointestino ha una tunica muscolare poco sviluppata, salvo che nella parte caudale; l'epitelio mostra di possedere una funzione prevalentemente secernente nella parte cefalica, assorbente in quella caudale. In tutte le specie studiate, eccetto che in *B. atrebatinus* Eat., il mesentero termina posteriormente con lo sbocco degli ureteri e allo stesso livello esiste, nella maggior parte dei casi, una valvola pilorica mesentero-proctodeale o solo mesenterica, che non presenta però mai un notevole sviluppo. In *B. atrebatinus* Eat. invece lo sbocco degli ureteri avviene nel mesentero, ad una certa distanza dall'inizio del proctodeo, ove esiste, anche in questa specie, una valvola pilorica non molto accentuata. Il proctodeo consta di tre parti bene distinte: ileo, colon e retto. Fra la prima e la seconda esiste sempre una valvola ileocolica talora assai sviluppata; fra la seconda e la terza può essere presente una vera valvola rettale o solo un accenno a questa. I tubi malpighiani sono assai numerosi (anche un centinaio o più) e costituiti di solito da una parte centrale a forma di disco che si continua con una porzione cilindrica, diritta o ricurva a C, e terminante a fondo cieco. Dal centro della parte discoidale si diparte un sottile tubulo urinifero che di solito si apre prossimalmente in un uretere. Il numero degli ureteri varia da due a otto. In *B. atrebatinus* Eat. i tubi malpighiani sono invece dritti ed i loro dotti escretori si aprono indipendentemente l'uno dall'altro nel tubo digerente.

Nelle immagini stomodeo e proctodeo non presentano profonde modificazioni, mentre il mesentero, che funziona da organo aerostatico, si mostra chiuso, o quasi, alle due estremità e le sue pareti sono ridotte ad un sottile epitelio a carattere sinciziale, privo di tunica muscolare. La chiusura anteriore del mesentero è dovuta alla valvola cardiaca; quella posteriore all'ispessirsi delle pareti dell'estremità caudale del mesentero stesso, salvo che in *B. atrebatinus* Eat. ove essa si produce più cefalicamente davanti alle aperture degli ureteri. Il tratto di mesentero che, in tale specie, resta dietro le dette aperture non partecipa alla funzione aerostatica e non subisce le modificazioni istologiche sopra descritte.

L'apparato digerente della subimmagine non differisce sensibilmente da quello dell'immagine.