

十足目动物(甲壳纲)的循环系统

陈宽智

(山东海洋学院生物系)

十足目 Decapoda 的循环系统属开放型,由心脏、额心、动脉、微血管、血窦、鳃血管及围心腔组成,是甲壳纲 Crustacea 中构造最典型的一个类群,也是无脊椎动物中开放型循环系统的代表,因此在教学和科研上,皆占有相当重要的位置。

本文拟在观察东方对虾 (*Penaeus orientalis*) 基础上,对十足目主要类群的循环系统结构,作一概要比较,以祈在澄清目前教科书^[1]中一些与实际不符的记载时提供参考。

一、心脏

心脏是血液循环的动力器官,十足目动物的心脏位于胸部背面,通常成囊状,心脏壁由数层肌肉组成,但无真正内皮层。心脏由韧带(图五,14、见封2)、血管和结缔组织支持、悬挂于围心腔中(图一;1,13见封2,下同)。

十足目心脏单室,表面具有心孔三对(图二、三、四、五、六:12),心孔是血液从围心腔流入心脏的通道。心孔有瓣膜,可以防止血液倒流。

心脏具有神经支配,以调节心脏搏动。十足目的心脏神经主要由一对抑制纤维和二对加速纤维组成,抑制纤维由食道下神经节发出,加速纤维由第三颚足与第一步足神经发出处附近发出,三对神经纤维各自在围心腔两侧汇合成一支从心脏背面两侧穿入心脏,和心脏的“神经节干”(自主系统)相联,神经节干发出神经分布于心肌(图七,15,16)。

二、围心腔

围心腔(图一:13)是由角质膜包围着心脏的一个空腔,十足目的围心腔壁有时可延伸到后鳃腔附近,围心腔壁外表面分布有纵走肌肉

带,故有收缩能力。

围心腔有管道与出鳃血管相通,在鳃内已进行气体交换的血液,通过此管道进入围心腔。

当心脏舒张时心室膨大,心孔开放,血液则由围心腔进入心脏;当心脏收缩时,心室缩小,心孔关闭,血液则从动脉送出。十足目围心腔在结构功能上起着心耳的作用,亦称围心窦。

三、额心

十足目动物常具有额心(图八、九:17),因其位置在额区而得名。额心是中央动脉末端在分支之前管壁局部增大而形成,额心壁结构与原来管壁相同。

额心具有二支背腱和一支腹腱(图八,九:18,19)。龙虾 *Panulirus* 的背腱附着在额角后方的头胸甲内表面,蟹类 *Brachyura* 的背腱附着在眼柄后方头胸甲内表面,腹腱皆由额心下部沿脑神经节(图九:27)后方伸向腹面,附着在腹甲内突起上。

额心肌肉很不明显,而且与眼柄肌(图九:29)很靠近,因此曾一度被误认为是眼柄肌所分布,直到1978斯坦涅卡(Steinacker)^[9]才确定额心肌的构造;额心肌两条(图九:22),延伸约近额心全长。背面各自与二背腱相联,腹面汇合共联于腹腱上。

额心具有神经支配,额心神经起源于皮肤神经(图九:26),在龙虾额心神经直接进入额心或绕过胃前肌(图九:28)从背面进入额心(图九:23),在背腱形成神经节——腱神经节(图九:24),腱神经节发出神经分支分布于额心。额心背腱神经(图九:25)也起源于皮肤神经。

额心血液来自中央动脉(图八:2),血液流经额心的脑动脉至脑神经节;经眼动脉至复眼

及动眼肌(图八:20、21)。

额心是在心脏功能不能满足脑部及复眼血液供给需要时,起着辅助循环作用,因此 Steinacker 称它为“辅心”(auxiliary heart)^[9],他认为麦纳德(Maynard)称它为“附心”(accessory heart)^[6]不甚恰当。

四、动脉管系及其构造比较

动脉连接心脏,是心脏将血液送到全身器官组织的通道。十足目的动脉管分布较有规律,从心脏发出的动脉管有七支或八支,包括中央动脉一支,前侧动脉一对、肝动脉一对、背腹动脉一支或侧背动脉二支和胸动脉一支。

中央动脉和前侧动脉:

中央动脉由心脏前端中央发出(图一、二、三、四、五:2),供给脑神经节及复眼血液。前侧动脉由心脏前方中央动脉两侧发出(图一、二、三、四、五:3),供给触角、排泄器官及前肠血液。

龙虾和蟹类的中央动脉和前侧动脉均发达。异尾类 Anomura 的中央动脉较退化而前侧动脉较发达。对虾属动物的中央动脉很退化而前侧动脉很发达。据我们观察,东方对虾的中央动脉极细小,这一点和白对虾(*Penaeus setiferus*)^[10]相符合,杨格(Young)和麦拉特(Mayrat)认为对虾属动物中央动脉的功能,已被前侧动脉所取代。故在东方对虾没有发现额心与上述情形有关。池田的日本对虾(*Penaeus japonicus*)解剖图^[3],中央动脉很发达,与我们的观察相差甚悬殊。

肝动脉:

肝动脉从心脏近前方腹面两侧发出,直接进入肝脏。十足目的肝动脉大致相似(图一、三、六:4),仅有寄居蟹科 Paguridae 和海蛄虾科 Thalassinidae 动物肝脏移到腹部,由右边侧背动脉供给血液,而肝动脉变得很小,仅分布消化道。

背腹动脉:

东方对虾的背腹动脉从心脏后方中央发出,在腹部背面的肌肉与消化道之间,纵走背全长(图一:5)。背腹动脉在各腹体节都发出成

对体节动脉(图一:10),体节动脉由身体两侧向下延伸,沿途发出分支分布于中肠,卵巢和肌肉。体节动脉在体侧中部处分二支,外一支粗大,直接进入游泳足(图一:11),内一支较小,穿入肌肉,最后到达神经索。这种情况与白对虾^[10]相似,但与日本对虾^[3]差别甚大,在池田的图中,日本对虾游泳足由腹下动脉供给血液,显得很特殊。目前我们正采用的动物学教科书^[1]采用池田的图用于东方对虾,显然与实际不符。

十足目各类群的背腹动脉差异较大(图十, I—VI:5,6),对虾、龙虾和蟹类背腹动脉单支,对虾与龙虾发达,而蟹类较退化。铠甲虾 *Galathea*、瓷蟹 *Porcellana* 和真寄居蟹 *Eupagurus* 的背腹动脉分成二支称为侧背动脉。瓷蟹和真寄居蟹背腹动脉发出后延伸一段短距离,然后分成二支侧背动脉。铠甲虾二支侧背动脉直接由心脏发出。真寄居蟹二支侧背动脉不对称,左支保持背位,右支下降到腹面,供给腹肌、肝脏及后肠血液。

胸动脉(图一,二,六,十:7)

在对虾与龙虾胸动脉是背腹动脉的分支(图十: I, II),在蟹类则直接从心脏发出(图十: III),铠甲虾胸动脉和侧背动脉一起,从心脏后方同一处发出。

对虾胸动脉发出后通常沿肠的左侧向下延伸,穿过第四与第五对胸神经节之间的孔^[2]达到腹面(图一:7),在神经索的下方分为二支,前支为胸下动脉(图一:8),其分支供给胸部附肢血液,后支为腹下动脉(图一:9)。胸下动脉各类群相类似,腹下动脉差异较大。

东方对虾腹下动脉短,仅延伸到第一腹神经节下方(图一:9),然后有一细小动脉分支延神经索左侧向上,在神经索背面向后延伸到第五腹体节。日本对虾^[3]腹下甚发达,一直延伸到末端,与东方对虾及白对虾差别甚大,而却和龙虾和蟹虾 *Astacus* 相似,是否正确,令人怀疑。

铠甲虾腹下动脉延伸到第五腹体节,与侧背动脉没有联系(图十: IV);瓷蟹腹下动脉与侧背动脉联系可能在第二腹体节(图十: V),

蟹类各自不同,方蟹 *Grapsus* 在第四腹体节、黄道蟹 *Cancer* 在第三腹体节、梭子蟹 *Portunus* 在第二腹体节(图十: III)。真寄居蟹无腹下动脉(图十: VI)。

血窦:

血窦是器官之间空隙,属静脉系,十足目动物血窦较复杂,主要有背血窦、胸血窦和腹部血窦。背血窦占满头部背区;胸血窦最大,位于沿胸部腹甲上方的广大区域;腹部血窦分两部分,背面部分是沿肠周围的空隙,为背腹血窦,腹面部分沿腹甲内方按体节排列,并互相连接,为腹下血窦。

背血窦接收来自头部各器官血液,腹部血窦接收来自腹部器官血液,这二处血液最后汇集于胸血窦,胸部附肢静脉血直接进入胸血窦。胸血窦血液经入鳃血管进入鳃,在鳃内进行气体交换,然后由出鳃血管送入围心腔。

五、血液

血液包括血浆和血球二种成分,血浆中含血青蛋白,故血液无色,血球是变形细胞,每毫升血液约含 75,000 个血球。

海洋十足目动物血浆密度在 1.025—1.052

之间,粘滞系数在 1.20—1.50 之间。

六、血液循环

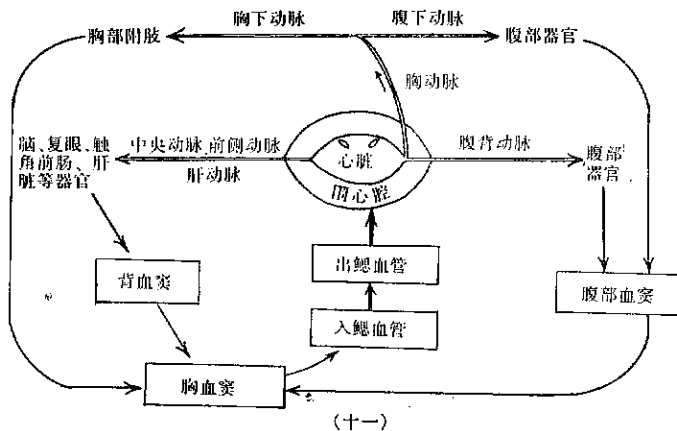
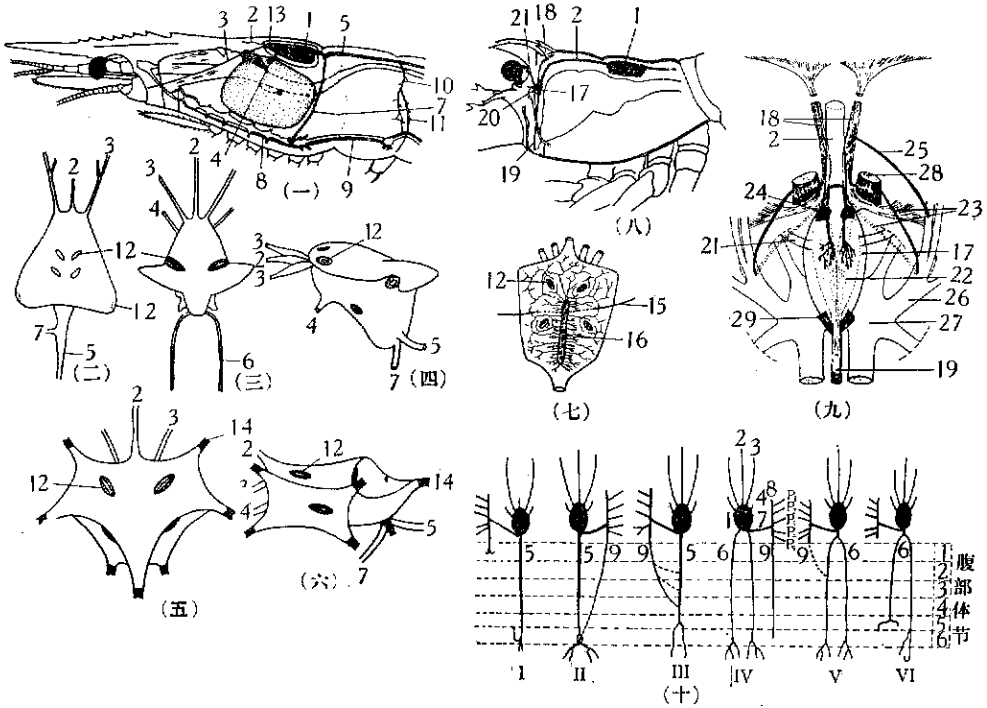
根据上述十足目动物循环系统构造,可归纳出一个血液循环模式(图十一)。

参 考 文 献

- [1] 武汉大学、南京大学、北京师范大学合编 1978 普通动物学(高等学校试用教材) 187—200 页。人民教育出版社。
- [2] 陈宽智 1980 山东海洋学院学报 10(3)91—99。
- [3] 池田嘉平監修 1946 日本动物解剖圖说 日本出版社。
- [4] Bullock, T. H. and Horridge, G. A., Ed. 1965 Structure and Function in the Nervous System of Invertebrates. Vol. 2. pp. 988—997. San-Francisco and London.
- [5] Jackson, H. G. 1913 L. M. B. C. Mem., XXI. Liverpool.
- [6] Maynard, D. M. 1960 in T. H. Waterman, ed., The Physiology of Crustacea. Vol. 1. pp. 161—226. New York.
- [7] Pearson, J. 1908 L. M. B. C. Mem., XVI. Liverpool.
- [8] Pike, R. B. 1947 Ibid., XXXIV.
- [9] Steinacker, A. 1978 Biol. Bull., 154: 497—507.
- [10] Young, J. H. 1959 Morphology of the white shrimp *Penaeus setiferus* (Linneus 1758). Fishery Bulletin of the Fish and Wildlife Service 145. Vol. 59.

《十足目动物(甲壳纲)的循环系统》一文之附图

(正文见 1 页)



图版说明

1.心脏 2.中央动脉 3.前侧动脉 4.肝动脉 5.腹背动脉 6.侧背动脉 7.胸动脉 8.胸下动脉 9.腹下动脉 10.体节动脉 11.游泳足动脉 12.心孔 13.围心腔 14.韧带 15.心脏神经 16.神经节干 17.额心 18.背腱 19.腹腱 20.脑动脉 21.眼动脉(额心) 22.额心肌 23.额心神经 24.腱神经节 25.背腱神经 26.皮肤神经 27.脑神经节 28.前胃肌 29.后眼柄肌 P₁-P₅: 第一—第五步足动脉

(一) 东方对虾 *Penaeus orientalis* 循环系统解剖侧面观(作者图) (二) 东方对虾心脏背面观(作者图) (三) 铠甲虾 *Galathea* 心脏背面观(仿 Pike) (四) 真寄居蟹 *Eupagurus* 心脏侧面观(仿 Jackson) (五)(六) 梭子蟹 *Portunus* 心脏背面观(左),侧面观(右)(作者图) (七) 龙虾 *Panulirus* 心脏的神经分布(仿 Bullock & Horridge) (八) 龙虾的额心(仿

Steinacker) (九) 龙虾额心的构造(仿 Steinacker) (十) 十足目 Decapoda 各类群动物动脉系统比较图解(根据 Pike 修改补充) I. 东方对虾 II. 龙虾和螯虾 III. 蟹类 IV. 铠甲虾 V. 瓷蟹 VI. 真寄居蟹 (十一) 十足目动物 Decapoda 血液循环模式图(作者图)