

水螅的消化、排遗和触手生长模式的研究

汪 安 泰

(安徽师范大学生物学系 芜湖市 241000)

摘要 用中性红标记水螅饵料、手术触手及组织切片等方法,研究水螅的消化、排遗和触手生长模式。结果表明:1. 水螅在消化期间常出现纵向收缩运动和局部横向扩张运动,运动方式特点与腔肠的消化、物质输送及排遗机能相适应。2. 触手腔食物残渣逐渐贮存于触手腔顶端,待顶端衰老死亡组织破裂时喷出体外。3. 沿触手近端至远端,组织摄取养料的机能呈梯度衰退;组织生长速率亦呈梯度减慢,直至解体。触手组织不断生长,推移,衰老死亡组织间断地在顶端脱落。4. 在良好的营养条件下能人工产生畸形触手。

关键词 水螅 消化 排遗 触手生长

水螅在正常状态下常出现间歇性收缩或局部扩张现象,有学者曾对此现象做过一些研究^[1],至于其生理意义,目前尚未见报道。另有一些学者发现水螅触手离体后无再生能力,触手组织4—7d更新一次,方式是,增长的体柱组织推移到触手上,并不断向末端推移和逐渐衰老,衰老死亡组织在顶端丢失。由此提出,触手组织是日渐衰老的组织,不能生长,组织更新依赖于基部体柱组织的生长推移^[2,3]。对此认识,至今仍很少有学者置疑。作者于1991年9月至1994年11月对水螅(*Pelmatohydra pseudoligactis*)进行了较为详细的研究,揭示了水螅消化期间的运动方式特点与消化作用的关系,以及触手顶端排遗现象,同时解决触手组织能否增殖和生长的问题。

1 材料与方法

1.1 材料

实验用水螅从野外采回,选择具多芽体水螅1个,饲养于直径15cm培养皿,隔日喂蚤状溞(*Daphnia pulex*)为主的饵料1次,换水1次。实验用杆吻虫(*Stytaria fossularis*)的采集与培养同作者1991年使用的方法^[4]。实验前临时用蒸馏水 and 中性红试剂配制成0.01%的中性红溶液。

1.2 方法

1.2.1 取1条杆吻虫置于蒸发皿,吸干虫体周围的水,加5滴中性红溶液,染色5min,吸除染液,清水洗3次后喂水螅。待水螅吞入杆吻虫,置于明、暗视野光镜下,观察至杆吻虫残渣排出为止。后每隔12h观察1次。正常投食与换水。观察中若发现触手末端异常,对其连续跟踪观察。以此方法共观察12个水螅。

1.2.2 取20个水螅。于双筒解剖镜下将每个水螅上的其中2条触手进行手术。以昆虫针作临时工具。方法是,在触手近基部位,用针尖切开1个缺口;2条触手从缺口处分别向远端和向基端方向撕拉,劈开成1cm(注:触手充分伸展时的长度)以上的分支(图6:A,B)。术后置于50ml烧杯培养,每杯1个水螅,每天定时喂食、换水和观察。烧杯置于控温 $23 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 的生化培养箱。

1.2.3 取5个水螅,各喂1条经中性红染色的杆吻虫,1h后,用杆吻虫汁液刺激水螅^[4],待口张开后,用 60°C 的F.A.A.固定液杀死固定。石蜡切片,切片厚 $7-8\mu\text{m}$ 。H.E.染色。

收稿日期:1994-02-08,修回日期:1995-09-28

2 结 果

2.1 水螅细胞外消化过程观察

2.1.1 收缩运动 水螅消化期间常出现间歇性收缩和伸展交替进行活动现象。完成1次收缩运动过程是,水螅在自然松弛状态下,突然迅速收缩,持续片刻,待身体稍松弛时,突然发生紧张性收缩。在1次收缩运动中发生紧张性收缩约0—8次。收缩运动在细胞外消化期间约出现7—10次,每次经历时间依频次递增而减少,初次约5—8min,末次约7—30s。紧张性收缩频次,在初次收缩运动中出现1—2次,第2—3次中没出现,第4次起依次增多,末次中几乎以0.5—1次/s的频率发生,至杆吻虫残骸排出为止。

2.1.2 收缩运动期间消化腔中物质的动态 杆吻虫呈红色,易区别于消化腔中原有物质。初次收缩,远端消化腔中透明液体和半透明物质迅速注入中央胃腔。紧张性收缩,中央胃腔中物质沿杆吻虫表面逐流,松弛时缓流。杆吻虫体在流动物质冲击下逐渐模糊,初步分解的红色微粒被流动物质带走。伸展时,中央胃腔物质回流到远端。分解物扩散于胃腔的数量依紧张性收缩频次增多而增加。分解物向远端腔中扩散的数量依收缩运动频次增多而增加。

2.1.3 扩张运动 水螅消化期间还常出现局部的间歇性扩张和收缩交替进行活动现象。触手和亚垂唇区的扩张运动部位见图5。扩张运动通常在个体伸展状态时发生。发生时,局部组织缓慢扩张,持续片刻,迅速收缩成正常形态。触手和亚垂唇2个部位的扩张运动是交替发生的。另外,茎区也有类似的扩张运动。

2.1.4 扩张运动期间消化腔中物质的动态 扩张依亚垂唇和触手基部前后顺序进行,胃腔物质先后流入亚垂唇和触手基部腔中。由于触手基端向内收缩在前,扩张部位收缩在后,收缩发生时,腔中多数物质流向触手远端,回流到体腔的物质较少。茎区扩张时,可见到胃腔物质向基部流动,收缩时,部分物质回流到胃腔。

在暗视野强光刺激下,细胞外消化过程约经历48(41—63)min,杆吻虫残骸从口端排出。胃区内胚层呈红色,其它腔中呈淡红色。

2.2 营养物质在内胚层分布情况

2.2.1 活体检查 杆吻虫残骸排遗后12h,触手着色深度沿远端方向依次降低。触手腔顶端异常,色彩很深,与胃区类似,可能是腔中剩余物质粘附于顶端。芽区至头部呈深红色。茎区淡红色,与触手情况相类似。基盘内胚层与胃区类似。

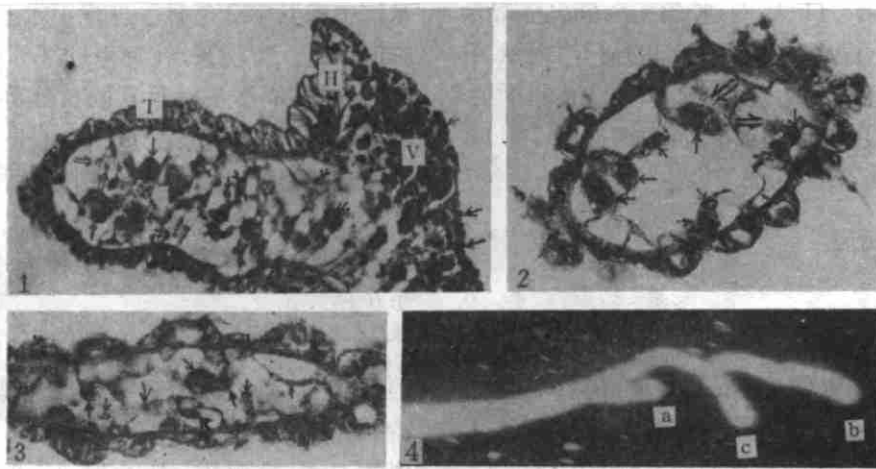


图1 触手基部纵切×800, T触手, H垂唇, V头部内胚层, 箭头示部分食物泡, 双箭头示细胞核; 图2 触手中部纵切×1600, 箭头示部分食物泡, 双箭头示细胞核; 图3 触手远端纵切×800, 箭头示部分食物泡; 图4 人工畸形触手×200, a和b示人工产生的分支触手, c为原来触手末端。

2.2.2 切片检查 由图 1—3 可见,食物泡内可能因含有中性红试剂而着色较深,食物泡大小相差显著。在头部内胚层中,大小食物泡分布极为密集,较难辨认细胞界线和细胞核(图 1)。触手基部的食物泡数量明显比头部稀少。触手中部食物泡分布比基部少,可辨认细胞核和衰老细胞形成的空泡(图 2)。触手远端大食物泡分布甚少,空泡结构较多见,细胞核不易见到,其组织结构类似茎区内胚层。茎区内胚层空泡结构丰富,食物泡甚少。胃区内胚层分布情况与头部相似。基盘内胚层分布情况与触手基部相似。上述养料分布及组织中空泡结构分布的情况与 Burnett (1959) 等学者的观察结果一致。

2.3 食物泡残骸排遗途径及排遗过程

2.3.1 触手顶端排遗及顶端细胞脱落 水螅摄食后 24h, 在 12 个实验个体中, 发现 8 个的触手末端明显比正常形态膨大, 膨大处腔内充满金黄色颗粒物质。整条触手已明显退色。跟踪观察发现, 水螅在光镜电光照的刺激下, 仍出现收缩运动和扩张运动, 促使腔中物质流动。触手腔内的金黄色颗粒数量流向基部比流向末端少, 流向末端的颗粒大多滞留于顶腔。排遗

时间似乎是随机的, 有个体观察至 12min 开始排遗, 另有个体连续观察 2h 未发现排遗, 至第 2d 继续观察, 触手末端已呈正常形态。本实验共观察到 5 个实验个体触手顶端排遗现象, 其过程是, 触手突然迅速地纵向收缩, 其顶端组织裂开, 喷出事先贮存于顶腔内的全部物质。经 400 倍光镜下分析, 排遗物是糊状物和一些大小不同的圆球体, 圆球体外包一层极薄的透明物, 几秒至十几秒后破碎, 流出的内含物与糊状物一样, 是一些大小不同的金黄和土黄色微小颗粒。因此, 排遗物有可能是食物泡残骸和组织代谢废物的混合物。废物排出后, 原来膨大部位细胞开始成群地脱落, 细胞脱落过程中, 触手不停地变换顶端位置, 使顶端细胞脱落进程加快。约 1h, 触手末端恢复正常形态。

2.3.2 基盘排遗 基盘内侧腔中也有一些废物堆积贮存, 基盘正中有 1 小孔, 小孔开启时, 贮存的废物从该孔排遗。

2.3.3 口端排遗 水螅在捕食时, 口张开后首先排放腔内废物, 然后才开始吞食刚捕获的水蚤等小动物。排遗时, 胃区组织横向收缩, 口张开, 促使胃腔内废物从口端流出。

2.4 触手生长情况

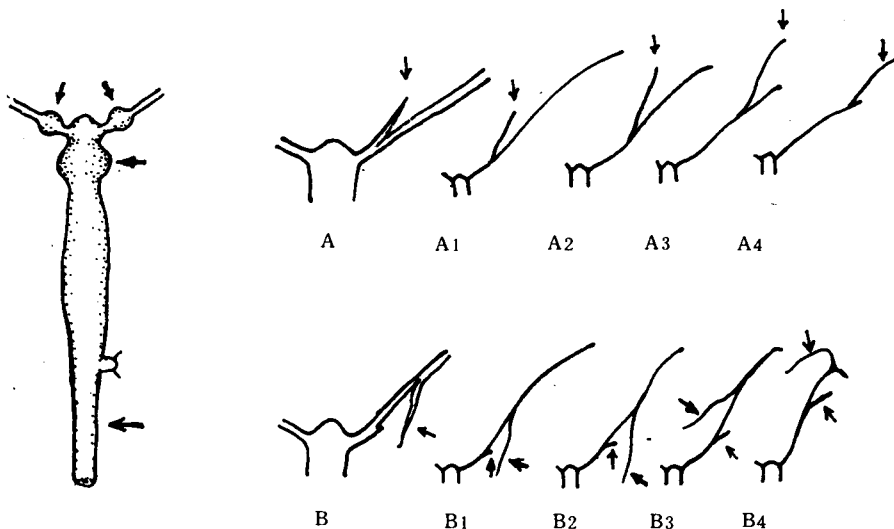


图 5

图 6

图 5 水螅扩张运动的部位(箭头所指)

图 6 手术触手的 2 种方式及演变过程(箭头所指为人工产生的支触手)

向触手基部方向劈开的手术方式(图 6: A)成功率仅为 20%,演变过程见图 6: A1—A4。另一手术方式(图 6: B)成功率达 75%,其中 15%呈 3 分支触手(图 4),演变过程见图 6: B1—B4。人工产生的支触手逐渐向远端推移,其长度和体积都有明显增加。支触手在推移途中,在近端 1/2 主触手上时,支触手生长速率逐渐变慢;在远端 1/2 主触手上时,支触手不再有明显生长现象,而是逐渐加快萎缩,最后消失在顶端。

3 结论与讨论

3.1 水螅收缩运动和扩张运动的生理意义

本实验主要目的是,关注水螅运动期间消化腔中物质的动态。结果表明,收缩能压迫远端腔中物质注入胃腔,伸展能引导胃腔物质扩散。扩张运动能引导胃腔物质流向远端腔中。这些现象的生理意义可能是,使分布于腔中的消化液有效地汇聚于胃腔,与刚吞入的食物充分接触。自然环境中水螅主要捕食轮虫、水蚤等小动物,轮虫具被甲,水蚤具壳瓣。一般情况下,消化液较难渗入轮虫或水蚤内部。水螅在细胞外消化后期,收缩运动期间发生连续多次紧张性收缩,能有效地使消化液渗透到食物深处,对食物的消化分解和充分利用具有重要意义。收缩运动和扩张运动协调进行,能及时分散和输送养料至身体远端部,供远端细胞利用。细胞内消化后期,这类运动有助于腔内废物向固定部位输送和临时贮存,如触手顶腔等,以便排遗。总之,水螅的运动方式及特点是与腔肠的消化、物质输送及排遗机能相适应的。

3.2 水螅的排遗途径与方式

本文活体观察实验所使用过的水螅能正常捕食和出芽生殖,表明实验使用的中性红浓度和染色时间比较合适。有不少学者用活体染料标记水螅,发现触手上标记细胞不断向末端推移,几天后在触手顶端消失^[2,3],对于顶端细胞

丢失过程或顶端排遗现象,尚未见描述。作者发现,触手腔内食物泡残骸等废物事先逐渐积累并临时贮存于顶腔,顶端衰老死亡组织裂开时排出体外。死亡细胞脱落在排遗后进行。

总之,水螅的排遗有如下途径:触手腔中多数废物临时贮存于顶腔,待顶端死亡组织裂开时排出;基腔多数废物临时贮存于基盘内侧腔中,待基盘正中小孔开启时排出;剩下废物待下次捕食,口刚启开时排出。

3.3 触手生长模式

Brien 用活染水螅方法做过很多工作,于 1949 年首次提出“亚垂唇生长”的观点,当时曾获较多学者支持^[2]。至 1965 年后, Campbell 以分裂细胞在水螅体上分布广泛的事实否定了局部生长的观点,提出组织生长在体柱上是普遍的^[3]。Campbell 虽发现触手近基部有极少量分裂细胞分布,由于他又发现水螅(*Hydra littoralis*)的触手组织 4d 就更新 1 次^[3],因此没有否定触手生长仅局限于基部体柱组织的认识。至今尚未见有学者对此置疑。本实验表明,手术产生的支触手在近端 1/2 主触手上推移时,具有明显生长现象(见图 4,图 6)。触手内胚层细胞摄取养料的机能,由基端至末端呈梯度衰退。衰老死亡细胞在顶端间断地成群脱落。鉴于此,作者认为触手生长不局限于基部体柱组织的生长推移,触手本身亦具生长能力,但其生长能力由基端至末端呈梯度衰退。

参 考 文 献

- 1 Passano L.M. and C.B. McCullough. Co-ordinating Systems and Behaviour in *Hydra*. *J. Exptl. Biol.* 1964, 41: 643—664.
- 2 Burnett A.L. Histophysiology of Growth in *Hydra*. *J. Exp. Zool.* 1959, 140: 281—342.
- 3 Campbell R.D. Tissue Dynamics of Steady State Growth in *Hydra Littoralis*. *J. Morph.* 1967, 121: 19—28.
- 4 汪安泰. 水螅腔肠的活体观察. 动物学杂志, 1991, 26 (5): 36—38.