

스파르가눔 表皮의 電子顯微鏡的 觀察

Ultrastructural Observation on the *Sparganum* Tegument

서울大學校 醫科大學 寄生蟲學教室 및 風土病研究所

李純炯 · 洪性台 · 蔡鍾一 · 徐丙高

緒 論

條蟲類의 表皮는 電子顯微鏡을 통하여 外側부터 microtriches, vesicular layer, fibrous layer, muscle layer로 구성되어 있고 表皮下層에 表皮細胞(tegumental cell)가 위치하는 基本構造를 갖는다는 사실(Lee, 1966 & 1972)이 잘 알려져 있다. 특히 條蟲類에서 表皮의 微細構造가 많이 관찰된 理由는, 條蟲類에는 消化器官이 따로 없고 表皮를 통해서 物質의 吸收, 排泄 消化 및 蟲體保護등의 여러가지 生理代謝機能을 수행하는 特徵(Smyth, 1972)이 다른 寄生蟲과 다르기 때문이다. 表皮構造中 가장 外側에 있는 microtriches는 條蟲類의 特有한 것이고 또 種에 따라 그 形態가 特異하며 蟲體의 部位에 따라 다르기 때문에 主要研究對象이 되어왔다(Smyth, 1976).

스파르가눔(*Sparganum mansoni*)은 만손裂頭條蟲(*Spirometra mansoni*)의 幼蟲(plerocercoid)으로 有鉤囊尾蟲(*Cysticercus cellulosae*)과 함께 우리나라의 主要組織內 侵入 寄生蟲으로, 人體感染例가 적지 않은 實情이다(Cho et al., 1975).

이 스파르가눔에서 microtriches의 機能에 대해서는 Yamane(1968)가 *Spirometra erinacei*의 表皮를 관찰하고 營養吸收와 蟲體의 宿主內位置를 유지하는데 필요한 것이다 하였고, Park et al. (1981)은 스파르가눔의 表皮를 投射電子顯微鏡으로 관찰하여 두가지 形態의 microtriches가 있음을 報告한 바 있다. 그리고 그 機能에 대해서 Smyth(1976)가 주장한 ① 表皮를 통한 營養物質의 吸收面積 極大化, ② 宿主體內에서의 位置維持, ③ 宿主組織과 蟲體表面사이에 一定間隔을 유지하여 營養物質의 흐름과 接觸消化(contact digestion)의 원활등의 기능을 할 것이라 동조한 바 있다.

이 研究에서는 스파르가눔 蟲體의 部位에 따른 表皮 특히 microtriches의 形態學的 差異를 走査 및 投射電

子顯微鏡으로 觀察하고 Park et al.(1981)의 報告와 比較檢討하여 스파르가눔의 microtriches의 基本構造를 確立하고, 나아가 스파르가눔과 다른 條蟲類幼蟲과의 鑑別診斷 및 治療效果判定에 基礎가 되는 知見을 마련하고자 하였다.

材料 및 方法

스파르가눔의 蟲體를 자연감염된 뱀(유혈목이: *Natrix tigrina lateralis*)의 皮下組織에서 분리하여 生理食鹽水에 24時間 냉장 보관한 것을 사용하였다. 그 중 육안적으로 훼손되지 않은 蟲體를 골라 前端 5mm이 내에서 1mm³를 여러 조각메어 頭節部의 標本으로 사용하였고 또 前端의 2cm와 3cm사이에서 頸部標本을, 그리고 後端 5mm 이내에서 尾部標本으로 各各 1mm³씩 여러개의 組織切片을 採取하여 電子顯微鏡用 標本을 만들었다. 즉 組織切片을 2.5% glutaraldehyde溶液(pH 7.2 phosphate buffer)에서 2~3時間 냉장고정하고 다시 osmium tetroxide로 後固定하였다. 이 組織片들은 다시 通常의인 方法으로 走査 및 投射電子顯微鏡用 標本으로 만들었는데 이때 走査用 標本은 gold-palladium 6:4合金으로 表面處理(coating)하여 Cambridge Stereo Scan 100走査顯微鏡으로 觀察하고, 投射電子顯微鏡은 AEI Corinth 500을 使用하였다.







結 果

1. 頭節部(Scolex part)

走査電子顯微鏡으로 관찰한 表皮의 外面은 많은 microtriches로 덮혀 있었고 一定한 方向으로 配列되어 있었으며 그끝이 굽어 있었다(Figs. 1, 2, 3). 投射電子顯微鏡으로 관찰한 바 이 蟲體 역시 條蟲類의 一般의 表皮構造를 하고 있었으며 많은 microtriches의 斷面을 볼 수 있었다.

Microtriches의 形態를 보다 자세히 살펴보면 近位部(proximal part)는 길이가 짧고 電子密度가 낮았으며,

Table 1. Summary of microtrix types by the location

Type	Longitudinal section	Cross section	Major location
Pyramidal(Type 1)			Scolex
Filariform(Type 2)			Neck & posterior body
Wide-rooted (Type 3)			Neck & posterior body

그 幅이 電子密度가 높고 길이가 긴 遠位部(distal part) 보다 넓은 것으로 나타났다. 遠位部の 末端은 가늘고 뾰족하게 끝나고 있었다(Fig. 4). 橫斷된 microtriches의 近位部和 遠位部는 대부분 稜形이었고 一部 三角形에 가까운 形態도 관찰되었다(Fig. 5). 이것은 Park et al. (1981)이 第1型이라 칭한 長피라밋형과 一致하는 所見이었다. 이 사이에 등글고 가는 microtriches의 斷面도 간헐적으로 관찰되었다.

2. 頸部(Neck part)

走査電子顯微鏡에서 관찰된 頸部の microtriches는 頭節部の 것에 비하여 크기가 작고 길이도 짧았다(Fig. 6). 頸부에 널리 分布하는 이 microtriches는 近位部가 높고 遠位部보다 길이가 相對的으로 긴 가늘고 뾰족한 Park et al.(1981)의 第2型 즉 圓筒絲狀型과 一致하는 것이었다(Fig. 7). 이들은 一般的으로 電子密度가 낮았다.

이 짧은 圓筒絲狀型사이에 遠位部가 길고 近位部가 넓고 등근 microtriches(Fig. 6, 화살표)가 몇개 散在해 있음을 볼 수 있었고, 投射電子顯微鏡像에서 近位部の 最大幅이 遠位部の 約2배이상 넓으면서도 등근모양을 하고 있음을 알 수 있었는데 遠位部の 電子密度는 역시 높았다(Fig. 7).

이 頸部에서는 頭節部에서 관찰된 長피라밋型도 볼

수 있어 결국 3種의 microtriches가 混在함을 알 수 있었다.

또한 高電子密度의 卵形 또는 圓形의 顆粒이 膜에 싸여 생긴 顆粒囊(packet of granules)이 vesicular layer 및 表皮下層의 筋束사이에서 觀察되었다(Fig. 8). 이 顆粒은 表皮細胞의 核 周의 細胞質內에 많이 모여 있기도 하고(Fig. 9), 또 vesicular layer의 通路(pit organelle)안에서도 관찰되었다(Fig. 10).

3. 尾部(Tail part)

走査電子顯微鏡上으로 microtriches의 密度 및 길이가 뚜렷이 減小되었다(Fig. 11). 앞에서와 같이 역시 一定方向으로 配列되었고 단독으로 길게 솟아있는 것과 遠位部の 끝이 몇개씩 붙어있는 것들이 觀察되었다(Figs. 12 & 13). 또한 表面에 排泄孔같은 陷沒部가 관찰되었으나 이것이 pit organelle 인지는 確認할 수 없었다. 投射電子顯微鏡에서도 microtriches의 密度가 낮고 크기가 작아진 것을 볼 수 있었다. 一部 橫斷된 microtriches가 관찰되었는데 여기서 近位部가 넓고 球形인 microtriches의 등근 斷面을 잘 볼 수 있었고(Figs. 15 & 16), 아울러 圓筒絲狀型的 縱斷面도 觀察되어 比較가 되었다.

以上の 觀察結果를 要約하면 Table 1과 같다.

考 察

條蟲類의 表皮는 一般的으로 이미 幼蟲時期에 그 基本構造가 完成되는 것으로 보인다. 이런 傾向은 廣節裂頭條蟲(Braten, 1968)과 *Spirometra mansonioides*(Lumsden et al., 1974)에서 proceroid時期부터 나타나는 것으로 報告되고 있다. 그 發生過程을 관찰한 바에 의하면 oncosphere에서 proceroid로 分化하면서 vesicular layer가 形成되고, proceroid가 된 후 vesicular layer에서 microtrix가 생기기 시작한다고 되어있다. 그 끝은 電子密度가 높은 物質이 모자를 쓴 듯(capping)이 덮고 있으면서 점차 길어지는데, 近位部는 vesicular layer가 연장되어 形成하고, 遠位部는 高電子密度의 끝부분이 길게 늘어나면서 形成된다. 또 이 microtriches의 끝이 모두 蟲體의 後尾를 향해 整列된다고 한다(Yamane, 1968).

한 蟲體에서 몇가지 다른 形態의 microtriches가 관찰된다는 事實이 *Mesocestoides tetrathyridia*(Voge et al., 1979), 有鉤囊尾蟲(Suk et al., 1980), *Proteocephalus todswelli*(Thompson et al., 1980), 스파르가눔(Park et al., 1981) 및 廣節裂頭條蟲(Yamane et al., 1982)에서 報告되어 있다.

그런데 이 研究에서 관찰한 바로는 Park et al., (1981)이 既述한 두가지 形態以外에 또 한가지 型的, 즉 第3型的 microtriches가 있는 것으로 나타났다. 이것은 近位部가 짧고 遠位部가 길며 電子密度가 높다는 점에서 Park et al., (1981)의 第1型(長피라미트型)과 비슷하나 그 近位部의 幅이 遠位部의 約2배에 달하고 등글며 橫斷面이 圓形이라는 점에서 區別이 된다. 이 球形 近位部를 갖는 microtriches는 Yamane et al. (1982)이 廣節裂頭條蟲의 陰莖(cirrus) 表面에서 관찰한 것과 같은 形態를 하는 것이다. 스파르가눔에서는 이 第3型的 microtrix가 頭節部에서 관찰되지 않았고 頸部 以下에서 分布하고 있었다.

Park et al. (1981)이 記述한 第1型的 長피라미트型 microtrix는 그 橫斷面과 縱斷面의 모양이 *Spirometra erinacei*의 頭節部와 그 plerocercoid(Yamane, 1968; Kwa, 1972), 有鉤囊尾蟲의 頭節部(Suk et al., 1980), *Proteocephalus tidswelli*(Thompson et al., 1980) 등에서 관찰한 것과 거의 一致하고 있으며, 이 研究의 스파르가눔 頭節部에서도 특징적으로 관찰되었다.

Yamane(1968)가 *Spirometra erinacei*와 廣節裂頭條蟲에서 幼蟲과 成蟲의 microtriches를 比較觀察한 結果, 成蟲에서는 짧았던 近位部가 몇배 길어지고 이런 現象

이 頭節部에서 보다 특히 片節部에서 더욱 뚜렷하다 하였다. 이러한 近位部의 變化는, McCracken & Lumsden (1975)이 縮小條蟲(*Hymenolepis diminuta*)을 이용하여 lectin concanavalin A 受容實驗을 한 結果에서와 같이 그 receptor가 microtrix의 近位部에 있다는 사실을 감안할 때, 成蟲이 되어 매우 활발해진 物質代謝에 適應하는 現象으로 說明된다. 그러므로 스파르가눔도 近位部가 모두 짧은 狀態이지만 成蟲으로 變할때 第2型인 圓筒絲狀型 microtrix, 특히 그 近位部가 길어질 것으로 豫想된다.

이와 같이 蟲體의 部位와 成長時期에 따른 microtriches의 變化는 그 分布된 部位의 機能과 밀접한 關係가 있을 것으로 보이는데, 스파르가눔에서 頭節의 역할은 運動性的 始發部(pace-maker)로 組織을 파고 들어가는 核心部이고 終宿主體內에서 寄生生活에 成功하여 成蟲으로 成長하는데 있다면 頭節部를 주로 덮고 있는 第1型 microtrix는 斷面이 稜形이고 遠位部가 단단한 가시(spine) 모양의 構造이므로 이런 역할에 適合한 形態라 생각된다.

이에 比하여 圓筒絲狀型(第2型)과 球形近位部(第3型) microtrix는 頸部와 그 下部에서 物質代謝를 하기에 알맞도록 形態變化가 이루어진 것이라 생각할 수 있고, 특히 數的으로 지배적분포를 하고 있는 第2型 microtrix는 成蟲이 될 때 近位部가 길어져서 代謝作用에 주로 關與할 것으로 추측된다.

그러나 第3型은 近位部의 表面積이 가장 넓은 것이므로 Yamane(1968)의 주장 대로 遠位部 microtrix는 機械的인 機能을, 그리고 近位部가 生理的機能을 한다고 생각할때, 스파르가눔에서는 近位部가 짧은 第1, 2型보다는 이 第3型에서 實際 生體膜現象을 통한 物質代謝가 활발할 것으로 判斷된다. 실제로 第3型的 microtrix 近位部內에 vesicular layer의 代謝物質로 보이는 작은 顆粒이 많이 관찰되어 이를 뒷받침해 주고 있다. 이와 같은 사실은 앞으로 特定物質의 吸收實驗을 통하여 精確히 證明할 수 있을 것으로 생각된다.

그리고 이 세가지 型的 microtriches의 形態는 다른 組織寄生蟲과 스파르가눔을 鑑別하는데 有用할 것으로 생각된다.

Kwa(1972)가 *Spirometra erinacei*에서 記述한 顆粒囊(packet of granules)과 通路(pit organelle)가 이 研究에서도 觀察되었고 이 顆粒은 表皮細胞의 核 주위에서 생겨나는 分泌顆粒으로 생각되었다.

끝으로 分類學上 아직도 論議가 계속되고 있는 *Spirometra mansoni*와 *S. erinacei*의 異同에 關해서 그 plerocercoid 時期인 스파르가눔 表皮의 微細構造를仔

細히 檢討한다면 보다 뚜렷한 解明을 할 수 있는 方案이 되지 않을까 생각하였다.

要 約

스파르가눔(Sparganum)의 表皮를 走査 및 投射 電子顯微鏡으로 頭節部, 頸部 및 尾部 등 3個 部位를 觀察하고 다음과 같은 結果를 얻었다.

表皮의 最外側에서 세가지 形態의 microtrix가 觀察되어 각각 長괴라뿔型(第1型), 圓筒絲狀型(第2型), 球形近位部型(第3型)으로 區分하였다.

第1型은 주로 頭節部에서 觀察되는 近位部가 짧고 遠位部가 길며 斷面이 稜形 또는 三角形인 microtrix이다. 第2型 및 第3型은 頸部 以下에 고루 分布하고 있으며 그 斷面은 圓形이나, 第3型은 近位部가 현저히 넓고 球形으로 vesicular layer의 顆粒과 같은 物質이 含有되어 있었다.

以上の 所見을 綜合하여 볼 때, microtrix의 遠位部가 단단한 가지(spine)로서 機械的 機能을 한다는 사실로 미루어 頭節部の 第1型은 宿主內 位置維持 및 運動에서 機械的 機能을 할 것이 확실하다. 第2型 및 第3型은 近位部가 길고 넓다는 觀點에서 物質代謝의 生理, 生化學的 機能을 수행할 것으로 생각된다.

(電子顯微鏡用 標本製作과 觀察에 많은 도움을 주신 서울醫大 電子顯微鏡室의 李夏珪先生과 姜美淑嬢에게 깊은 感謝를 드립니다.)

—ABSTRACT—

Ultrastructural Observation on the Sparganum Tegument

Soon-Hyung Lee, Sung-Tae Hong, Jong-Yil Chai and Byong-Seol Seo

Department of Parasitology and Institute of Endemic Diseases, College of Medicine, Seoul National University

The tegument of *Sparganum mansoni* was observed through scanning and transmission electron microscope on the scolex, neck and tail parts.

The tegument had the general surface structure of cestodes in all 3 parts observed. However, the microtriches were observed in 3 types; pyramidal (Type 1), filariform (Type 2) and bulb-rooted (Type 3).

The pyramidal microtrix had a short proximal part and a long and electron dense distal part. Both parts revealed rhomboidal or triangular cut surface at cross section. Microtriches of this type were abundantly distributed on the tegument of scolex portion. It was supposed to be related with the role of scolex, such as movement, penetration into host tissue and survival or positioning in the host. The filariform type microtrix was short, slender and less electron dense. It was the dominant type among those distributed on the tegument of neck to tail portions. This type was thought to be important in absorptive function of the worm. The bulb-rooted microtrix had distinctively wide and round proximal part, which was round in cross sections. It randomly intervened among filariform microtriches from neck to tail. The microtrix of this type was also considered to be the locus of membrane phenomena of this larval cestode.

The microtriches decreased in length and density gradually from scolex to tail. Also the packets of secretory granule and pit organelle were observed in tegumental and subtegumental layers.

REFERENCES

Braten, T.: *An electron microscope study on the tegument and associated structures of the proceroid of Diphyllbothrium latum (L.)*. Z.f. Parasitenkd., 30(1): 95-103, 1968.
Cho, S.Y., Bae J., Seo, B.S. and Lee, S.H.: *Some aspects of human sparganosis in Korea*. Korean J. Parasit., 13(1):60-77, 1975.
Kwa, B.H.: *Studies on the sparganum of Spirometra erinacei-III The fine structure of the tegument in the scolex*. Int. J. Parasit., 2(1):35-43, 1972.
Lee, D.L.: *The structure and composition of the helminth cuticle*. Adv. Parasit., 4:187-254, London & New York, Academic Press, 1966.
Lee, D.L.: *The structure of the helminth cuticle*. Adv. Parasit., 10:347-379, London & New York, Academic Press, 1972.
Lumsden, R.D., Oaks, J.A. and Mueller, J.F.: *Brush border development in the tegument of the tapeworm, Spirometra mansonioides*. J. Parasit., 60(2): 209-226, 1974.

- McCracken, R.O. and Lumsden, R.D.: *Structure and function of parasite surface membranes-II. Concanavalin A adsorption by the cestode Hymenolepis diminuta and its effect on transport. Comp. Biochem. Physiol.*, 52B: 331-337, 1975.
- Park, W.C., Kang, S.Y. and Lee, S.H.: *Study on fine structure of Sparganum tegument. Chung-Ang J. Med.*, 6(1):29-38, 1981(in Korean).
- Smyth, J.D.: *Changes in the digestive-absorptive surface of cestodes during larval/adult differentiation. Symp. Br. Soc. Parasit.*, 10:41-70, Oxford, Blackwell Scientific Publication, 1972.
- Smyth, J.D.: *Introduction to animal parasitology*, 2nd ed., London, Hodder & Stoughton, 1976.
- Suk, J.S., Sim, B.S. and Lee, S.H.: *Fine structure of Cysticercus cellulosae from human brain. Korean J. Parasit.*, 18(1):1-14, 1980.
- Thompson, R.C.A., Hayton, A.R. and Jue Sue, L.P.: *An ultrastructural study of the microtriches of adult Proteocephalus tidswelli (Cestoda: Proteocephalidea). Z.f. Parasitenkd.*, 64(1): 95-111, 1980.
- Voge, M., Sogandares-Bernal, F. and Martin, J.H.: *Fine structure of the tegument of Mesocestoides tetrahyridia by scanning and transmission electron microscopy. J. Parasit.*, 65(4):562-567, 1979.
- Yamane, Y.: *On the fine structure of Diphylobothrium erinacei with special reference to the tegument. Yonago Acta Med.*, 12(3):169-181, 1968.
- Yamane, Y., Nakagawa, A., Makino, Y., Yazaki, S. & Fukumoto, S.: *Ultrastructure of the tegument of Diphylobothrium latum by scanning electron microscopy. Jap. J. Parasit.*, 31(1):33-46, 1982.

EXPLANATION FOR FIGURES

- Fig. 1.** Scanning electron micrograph (SEM) of scolex tegument, $\times 2,070$
- Fig. 2.** SEM of scolex tegument, showing waved hair-like microtriches, $\times 6,900$
- Fig. 3.** Higher magnification of microtriches on scolex, $\times 16,560$
- Fig. 4.** Transmission electron micrograph (TEM) of scolex tegument with longitudinally sectioned microtriches which were composed of pyramidal type, $\times 6,500$
- Fig. 5.** TEM showing cross sectioned microtriches on scolex, majority of them were rhomboidal and a few triangular with intervening round ones, $\times 3,500$
- Fig. 6.** SEM of neck part tegument, major microtriches are short & slender filariform and a few tall bulb-rooted ones (arrows) intervene, $\times 7,200$
- Fig. 7.** TEM of neck tegument with 3 types of microtriches, pyramidal, filariform and bulb-rooted, $\times 3,000$
- Fig. 8.** TEM of neck tegument showing 2 packets of granules, $\times 3,000$
- Fig. 9.** TEM of perinuclear cytoplasm in neck tegument with numerous granules, $\times 2,000$
- Fig. 10.** TEM of neck tegument showing a pit organelle with granules, $\times 3,000$
- Fig. 11.** SEM of tail tegument with short microtriches in decreased density, $\times 1,020$
- Fig. 12.** SEM of tail tegument showing grouped microtriches (arrows), $\times 6,980$
- Fig. 13.** SEM of tail tegument with sharp filariform microtriches and grouped ones, $\times 8,160$.
- Fig. 14.** TEM of tail tegument with microtriches, wrinkled vesicular layer, basement membrane, subtegumental layer and a packet of of granules, $\times 1,000$
- Fig. 15.** TEM of microtriches on tail tegument, bulb-rooted ones intervene among filariform ones, $\times 12,000$
- Fig. 16.** TEM of bulb-rooted microtriches on tail tegument, $\times 20,000$

