

다람쥐 肝脂肪攝取細胞의 電子顯微鏡的 觀察

李 在 鉉 李 俊 燮

慶北大學校 農科大學 獸醫學科

서울大學校 獸醫科大學

서 론

伊東¹²⁾가 발견한 간지방섭취세포(Fat-storing cell, FSC)에 대한 연구는 현재까지 많이 이루어졌으며 각종 동물을 대상으로 한 비교연구도 상당수 보고된 바 있으나^{1,3-10,12-15,26)} 아직까지 다람쥐의 FSC에 대한 연구는 찾아 볼 수 없다.

伊東^{16,17)}는 FSC가 가지는 지방적의 형태는 동물종에 따라 특이하여 지방적의 형태에 의해 동물종을 구별할 수 있다고 하였고, 같은 설치류 중에서도 토끼, 흰쥐, 모르못트의 간장내에 있는 FSC가 갖는 지방적의 형태는 각각 다르다고 하였다.

다람쥐는 겨울철에 가동면을 하는 동물로서 다른 설치류와는 상이한 생체적인 특징을 가지고 있는 것으로 알려질 바 있다. 다람쥐의 FSC에 대한 형태학적인 특징을 관찰하여 동면하는 다른 동물의 FSC와의 구조적 및 기능적인 차이점이 있는지를 알고자 이 실험을 수행하였다.

재료 및 방법

1980년 12월(A군)과 1981년 5월(B군)에 대구 팔공산 부근에서 각각 포획한 다람쥐(체중 100~120g)를 이 실험에 사용하였다.

광학현미경적 관찰을 위하여 에텔로 다람쥐를 마취시킨 후 개복하고, 간조직편을 절취하여 Levi 고정액으로 고정한 후 파라핀포매 절편을 만들었으며, 이와 같은 절편은 H-E 염색을 행하여 광학현미경으로 관찰하였다.

한편 전자현미경적 관찰을 위해서는 에텔로 마취시킨 다람쥐의 간조직편을 절취하여 2.5% glutaraldehyde (0.1M phosphate buffer, pH 7.4)로 0~4°C에서 2시간 전고정하고, 이어서 2% osmium산(0.1M phosphate buffer, pH 7.4)으로 0~4°C에서 2시간 고정한 후 ethanol-acetone 계열에 탈수하여 Epon 812로 포매 하였으며, 초박절편은 유리칼을 사용 하였고,

Porter-Blum ultramicrotome MT₂-B type으로 제작하여 uranyl acetate와 lead citrate로 이중염색한 후 HU-11C type 전자현미경으로 관찰하였다.

결 과

1. 광학현미경적 관찰 : 다람쥐의 FSC는 세포질내에 원형 또는 타원형의 지방적을 1개 또는 수개씩 가지며, 이와 같은 지방적은 Levi 고정에서 osmium산에 검게 염색 되었고 핵은 원형이었다. 또한 간세포도 때로는 작은 지방적을 가지고 있었다. 한편 FSC의 지방적의 수는 B군에서는 대소 부동의 작은 지방적이 수개씩 출현하나(Fig.2), A군에서는 대형의 지방적이 소수 출현하였다(Fig.1).

FSC의 분포는 A군에서는 간소엽의 주변대에 그리고 B군에서는 간소엽의 중간대와 중심부에 주로 분포하는 경향이였다.

2. 전자현미경적 관찰 : 전자현미경으로 관찰한 결과 다람쥐의 간세포는 일반 포유동물의 것과 형태가 유사하나 A군에서는 B군에서 보다 세포질내의 glycogen 야가 넓고 glycogen 파립의 전자밀도는 다소 낮은 경향이 있으며 rough surfaced endoplasmic reticulum(r-ER)의 cisternae의 발달이 다소 미약 하였으나(Fig.3) B군에서는 Golgi 장치의 발달이 더 양호하였다(Fig.4).

한편 FSC는 교원섬유로 위요된 유동주위강내에 출현 하였으며, 내피세포에 의해 유동과 격리되어 있었고, 유동강에는 간세포로부터 다수의 microvilli가 돌출하였으며, 지방적을 가지고 있었다(Fig.5,6,10). 또한 지방적은 서로 결합하지 않고 얇은 막에 의해 서로 격리 되어 있었으며(Fig.8), 좁은 세포질내에는 지방적 이외에 소수의 mitochondria, free ribosomes, 확장된 r-ER과 r-ER의 cisternae 내에 중등도의 전자밀도를 가진 균등질의 물질이 인정 되었고(Fig.6,7,8,9), 세포중심부에 위치한 타원형의 핵과 명료한 핵소체, 그리고 pinocytotic vesicle의 출현 등을 볼수 있었다(Fig.11). A군에서는 지방적이 소수 출현 하였으나(Fig.5,6), B군에서는 지방적이 다수 출현하였고(Fig.7,8,9), r-ER

의 cisternae가 더 확장 되었으며, pinocytotic vesicle의 출현도 다수 인경되었다(Fig. 11).

고 찰

다람쥐 간장의 FSC 속에서 관찰한 지방적은 원형 내지 타원형을 나타 내었으며 Levi 고경에서 osmium산에 검게 염색되었다. FSC는 A군에서는 주로 간소엽의 주변부에 분포하고 있었으나 B군에서는 중간부와 중심부에 분포하는 경향이였으며, A군에서의 지방적의 크기와 수는 B군에서 보다 대형인 것이 소수 출현하였다.

한편 전자현미경적 관찰에서 FSC는 교원섬유에 의해 둘러싸인 유동주위강내에 출현 하였으며, 내피세포에 의해 유동강과 격리되어 있었고, 지방적을 가지며, 지방적은 서로 결합하지 않고 얇은 막에 의해 서로 격리되어 있었다. 또한 좁은 세포질내에는 지방적 이외에 소수의 mitochondria, free ribosomes, 확장된 r-ER과 cisternae내에 중등도의 전자밀도를 가진 물질의 출현, 세포 중심부에 위치한 타원형의 핵과 명묘한 핵소체, pinocytotic vesicle 등의 소견을 볼 수 있었으며 이와 같은 소견은 다른 포유동물의 FSC의 소견과 대체로 유사하였다.^{3-5,7-10,12-18,26} 그러나 A군에서는 B군에 비해 지방적이 소수 출현 하였으며, B군에서는 r-ER의 고도의 확장과 pinocytotic vesicle의 출현 등 상이한 소견을 볼 수 있었다.

伊東 등¹³⁾은 여러 척추동물에서 FSC를 관찰하고 FSC가 가지는 지방적의 크기는 동물종에 따라 다르나 동일종의 동물에서는 일정하며 지방적의 형태가 동물종에 따라서 특이하므로 지방적의 형태로서 동물종의 판정이 어느 정도 가능하다고 하였다. 설치류는 거의 같은 크기와 같은 형태의 작은 지방적을 가지나 동일한 설치류종에서도 FSC의 지방함량이 다르다고 하였다. 이 실험에서 다람쥐 FSC의 지방적은 매우무거운 중등도의 크기를 가지며 합스타^{14,16,18)}의 지방적과 유사한 형태를 나타내고 있었다.

FSC의 지방적은 FSC 자신의 대사에 의해 합성 저장되며 glycogen과 밀접한 관계를 가지고 있다.^{14,16)} 또한 FSC내의 지방함량은 사료, 기아 및 영양상태, 계절에 따른 변동을 나타내며^{8,15,16,20-25)} 동물의 성숙도 및 병적상태의 인자,¹⁶⁾ 인삼성분,¹¹⁾ 기타 흡본 혹은 내분비기관과의 관계¹²⁾ 등도 제시되고 있다. 그러나 이 실험의 A군과 B군 사이에서 관찰한 지방적의 크기 및 수적 차이는 FSC의 계절적 및 영양상태에 따른 지방대사의 변동으로 추정된다.

高橋 등²⁴⁾은 개구리에서, 高橋²³⁾는 박쥐에서, 渡²⁵⁾

는 뱀, 그리고 伊東 등¹⁵⁾은 가토에서 각각 간세포와 FSC의 지방함량에 대한 계절적인 변동을 조사한 결과, FSC의 지방함량은 간세포의 저장지방 함량에 반비례하는 계절적 변동을 나타내며, 각각 간세포의 기능이 가장 저하되었다고 추정되는 시기 즉 개구리와 박쥐는 5월에, 뱀은 6~10월에, 가토는 8월에 FSC의 지방함량이 가장 많았다고 하였으며, 伊東¹⁶⁾는 사람 기타 포유동물에서도 이와 유사한 계절적 변동을 나타낼 것으로 추정하고, 동면하는 동물은 간세포에 영양물질저장의 역할로 glycogen 이외에 지방이 저장되며, FSC는 그 보조적 역할을 담당하므로 간세포의 에너지원으로서 지방의 저장을 유지하는 것으로 생각 하였다.

이 실험에서 다람쥐 FSC는 겨울에는 소수의 지방적이 대형으로, 봄에는 다수의 지방적이 소형으로 출현하는 소견으로 봐서 동면하는 다른 동물의 FSC의 소견과 유사하며, 광학현미경적으로 다수의 소형 지방적의 출현이 FSC의 지방함량의 증가로 간주 할 수 있는지는 의문이나, 다람쥐는 가동면하는 동물이므로 이러한 지방적 출현의 차이는 계절적 영향과 그에 따른 영양상태에 의한 것으로 추정된다.

한편 山岸²⁶⁾는 가토의 간장에서 최초로 FSC를 전자현미경으로 관찰하고, 그 형태학적소견으로 미루어 보아 내피세포 및 Kupffer 세포와는 별개의 세포임을 증명 하였는데, 그 형태학적 특징으로서 FSC는 세포질내에 항상 지방적을 간직하고 있으며 지방적 이외에 Golgi장치, 소수의 작은 mitochondria, r-ER, ribosomes 등의 소견을 보고한 바 있다.^{1,3,4,8,9,26)} 그리고 伊東¹⁶⁾는 사람 간장의 FSC에서 Golgi 내부에 쌍중심자와 cilia가 있음을 증명하였고, 또 pinocytosis를 나타내는 vesicle과 형질막의 요철이 상당히 많으며 이들의 일부는 소위 coated vesicle과 invagination으로서, FSC는 제법 왕성한 대사를 영위하는 세포임이 분명하다고 주장 하였으나, 이 세포의 탐식능력은 없다고 하였다.^{8,16,19)}

이 실험에서는 쌍중심자나 cilia의 출현은 볼 수 없었으며, B군에서 r-ER의 cisternae가 더 확장되고, pinocytotic vesicle중 coated vesicle과 세포막의 요철의 출현은 이 시기에 FSC의 대사가 더 왕성함을 시사해 주는 것으로 생각된다. 왜냐하면 pinocytotic vesicle은 지방세포에서 r-ER의 증가와 지방저장 또는 지방소비의 경우 지방산 또는 glycogen 합성을 위해 포도당의 세포내 수송에 관여하고 있기 때문이다.¹⁶⁾ FSC의 지방합성 기구도 지방세포에서의 유사하기때문에 FSC에서의 pinocytotic vesicle의 소견은 중요한 의의를 가지며, 이와 같은 소견은 포유동물 중 사슴¹⁶⁾에서

보고된 바 있을 뿐이다. 또한 FSC내의 glycogen은 지방 합성과 관계가 있는 것으로 알려졌고,⁷⁾ Tanikawa 및 Tanaka¹⁰⁾는 백쥐에서의 FSC의 glycogen에 대한 보고를 한 바 있으나, 다람쥐를 실험에 사용한 본 실험에서는 FSC에 glycogen 과립이 축적되는 것을 볼수 없었다.

계절에 따른 실험동물 FSC의 형태학적 변화와 기능적인 변동에 대하여는 앞으로 더 연구 할 과제라고 생각되나, 이상의 성격으로 미루어 보아 다람쥐 FSC는 겨울의 가동면 상태에서 보다 봄의 활동기에 더욱 활발한 대사가 영위된다는 사실을 형태학적으로 증명해 주는 것으로 사료된다.

결 론

다람쥐 FSC의 형태와 기능을 알아보기 위하여 1980년 12월(A군)과 1981년 5월(B군)에 대구부근 팔공산에서 포획한 다람쥐 간장의 FSC에 대해서 광학 및 전

자현미경적 관찰을 행하였던 바 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 광학현미경적으로 FSC는 1개 또는 수개의 원형 내지 타원형의 지방적을 가지며, 지방적의 형태와 수, 그리고 FSC의 분포는 A군과 B군 사이에서 다소 차이점을 볼 수 있었다. 이상의 소견으로 봐서 다람쥐 FSC는 hamster의 FSC와 유사하였다.

2. 전자현미경적 관찰에서는 다른 포유동물의 FSC의 형태와 유사 하였으나 B군에서는 A군에서 보다 더 확장된 r-ER과 pinocytotic vesicle의 출현을 볼 수 있었다.

3. 이상의 소견으로 봐서 다람쥐 FSC는 겨울보다 봄에 더 활발한 대사를 영위하는 것으로 생각된다.

附記: 이 논문은 1980년도 문교부 학술연구조성비에 의하여 연구되었음.

Legends for Figures

Fig. 1. Light microscopic finding of the FSC in the Group A. FSC containing a single large fat-droplet (arrows). Levi fix. Hematoxylin and eosin(H-E) stain. x 600.

Fig. 2. Light microscopic finding of the FSC in the Group B. FSC containing several small round fat-droplets(arrow). Levi fix. H-E stain. x 600.

Fig. 3. Electron micrograph of the liver cell(LC) in the Group A. Large glycogen area with low dense glycogen particles. M: Mitochondria. x 16,000.

Fig. 4. Electron micrograph of the liver cell(LC) in the Group B. Small glycogen area with dense glycogen particles and well-developed Golgi apparatus(G). M: Mitochondria. x 18,000.

Fig. 5. A FSC containing a single lipid droplet(L at top of the nucleus) in the Group A. x 16,000.

Fig. 6. A FSC containing a single lipid droplet(L) in the Group A. The dilated r-ER and the moderate dense materials in the enlarged cisternae. PS: Perisinusoidal space. x 27,000.

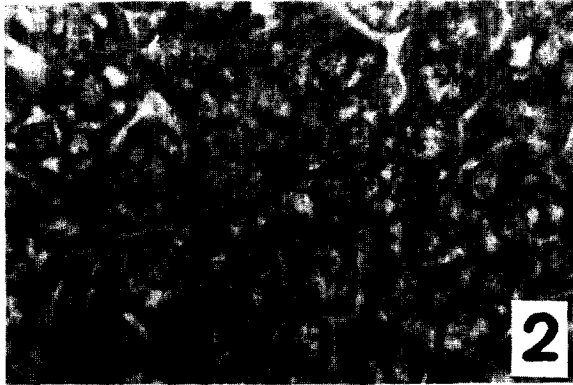
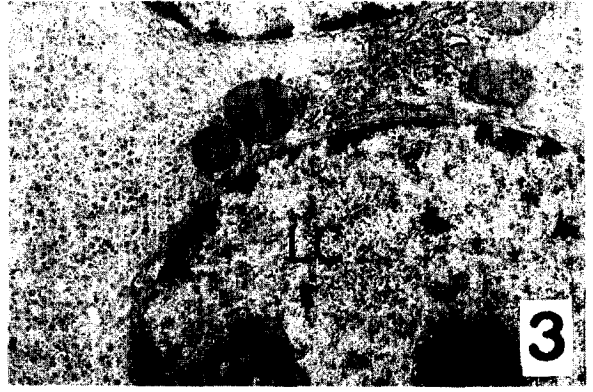
Fig. 7. FSC and Kupffer's cell(K) in the Group B. FSC showing the appearance of two lipid droplets (L and unmarked small one) and dilated r-ER located in the perisinusoidal space (PS). LC: Liver cell. x 12,000.

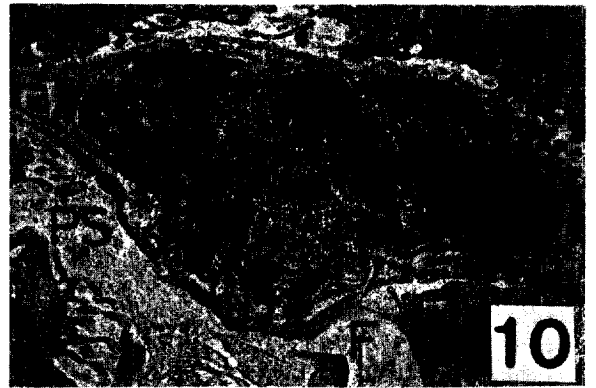
Fig. 8. A FSC containing three lipid droplets(L and two others) in the Group B. K: Kupffer's cell. LC: Livercell. x 10,000.

Fig. 9. A FSC in the Group B. A single lipid droplet(L) and the dilated r-ER. Collagen fibers(F) around the FSC. PS: Perisinusoidal space. x 14,000.

Fig. 10. A FSC containing a single lipid droplet(L) in the Group B. Collagen fibers(F) around the FSC. PS: Perisinusoidal space. x 18,000.

Fig. 11. A FSC in the Group B. A coated vesicle and pinocytotic vesicle (arrow).x 27,000.





참 고 문 헌

1. Bronfenmajer, S., Schaffner, F. and Popper, H.: Fat-storing cells(lipocytes) in human liver. Arch. Pathol. (1966) 82 : 447.
2. Callahan, W.P., Hackett, R.L. and Lorincz, A.E.: New observations by light microscopy on liver histology in the Hurler's syndrome. A needle biopsy study of 11 patients utilizing plastic-embedded tissue. Arch. Pathol.(1967) 83 : 507.
3. Ito, T., und Nemoto, M.: Über die kupferschen Sternzellen und die "Fettspeicherungszellen"(fat-storing cells) in der Blutkapillarenwand der menschlichen Leber. Fol.Anat. Jap. (1952) 24 : 243.
4. Ito, T., und Nemoto, M.: Morphologische Studien über die "Fettspeicherungszellen" der Leber bei verschiedenen Wirbeltieren. 1. Über die Fettspeicherungszellen der Huftiere. Fol. Anat. Jap. (1956) 28 : 521.
5. Ito, T. and Shibasaki, S.: Electron microscopic study on the hepatic sinusoidal wall and the fat-storing cells in the normal human liver. Arch. Histol. Jap. (1968) 29 : 137.
6. Kobayashi, K. and Takahashi, Y.: Effect of the administration of large doses of vitamin A on the fine structure of rat liver with special reference to changes in the fat-storing cell. Arch. Histol. Jap. (1971) 33 : 421.
7. Müller, H.: Feinstruktur und Lipidbildung der Fettzellen im Perimeningalgewebe von Neunaugen unter normalen und experimentellen Bedingungen. Z. Zellforsch.(1968) 84 : 585.
8. Nakane, P.K.: Ito's fat-storing cell of the mouse liver. Anat. Rec. (1963) 145 : 265.
9. Schnack, H., Stockinger, L. and Wewalka, F.: Die Bindegewebszellen des Disseschen Raumes in der menschlichen Leber bei Normalfällen und pathologischen Zuständen. Wien. klin. Wochenshr. (1966) 78 : 715.
10. Tanikawa, K. and Tanaka, M.: Fine structure of fat-storing cell. J. Electron Microscopy (1967) 16 : 205.
11. 李在鉉, 元鳳來: 人蔘投與家兔 肝脂肪攝取細胞의 電子顯微鏡的觀察. 大韓獸醫學會誌 (1980) 20 : 143.
12. 伊東 俊夫: 人のクツプセル氏星細胞と肝毛細血管壁に見られる脂肪攝取細胞の研究. 解剖誌 (1951) 26 : 42.
13. 伊東 俊夫, 札木照一郎, 狩野好一郎, 塚越 昇: 諸種脊椎動物の肝臓に於ける所謂 脂肪攝取細胞の研究. 日組録(1952) 3 : 239.
14. 伊東 俊夫, 札木照一郎: 肝臓の所謂 脂肪攝取細胞の研究. 日組録 (1953) 5 : 541.
15. 伊東 俊夫, 柴崎 晋, 北村長朗: 哺乳動物に於ける肝機能の季節的變化に關する實驗形態學的研究. 家兔に於ける飢餓實驗. 日組録 (1960) 20 : 629.
16. 伊東 俊夫: 肝臓の類洞壁の微細構造について. 北關東醫學 (1969) 19 : 429.
17. 伊東 俊夫: 肝臓の 脂肪攝取細胞の構造と機能. 解剖誌 (1978) 53 : 393.
18. 根本 万次: ハムスタの肝「脂肪攝取細胞」に就て. 解剖誌 (1953) 28 : 151.
19. 札木照一郎: 肝「脂肪攝取細胞」のカルシンと墨嚙取能に關する研究. 日組録 (1952) 3 : 449.
20. 札木照一郎: 飢餓家兔に於ける肝臓及びその「脂肪攝取細胞」の變化について. 日組録 (1953) 6 : 33.
21. 札木照一郎, 角田公男, 新藤勝己: 靜脈へ注入された 脂肪乳劑に對するモルモットの肝細胞, 星細胞及び脂肪攝取細胞の態度について. 日組録 (1956) 9 : 517.
22. 須永吉朗: 飼料が肝「脂肪攝取細胞」に及ぼす影響について. 日組録 (1951) 7 : 241.
23. 高橋照明: 蝙蝠の肝臓の糸粒體, グリコゲン量, 脂肪量及び鹽基好性物質(RNA)の季節的變化の形態的研究, 並に脂肪攝取細胞について. 日組録(1959) 17 : 343.
24. 高橋嘉幸, 大屋正夫, 新藤勝己: 蛙の肝臓の糸粒體グリコゲン量及び脂肪量の季節的變化の形態學的研究, 並に脂肪攝取細胞について. 日組録 (1957) 12 : 87.
25. 渡 仲三: 蛇の肝臓の糸粒體, 脂肪量及びグリコゲン量の季節的變化の形態學的研究. 特に脂肪攝取細胞について. 日組録 (1959) 16 : 369.
26. 山岸三男: 家兎肝臓の類洞壁並びに脂肪攝取細胞の電子顯微鏡的研究. 日組録 (1959) 18 : 223.

Electron Microscopic Observations of Fat-storing Cells on the Liver of Squirrels

Jae-Hyun Lee, D.V.M., M.S., Ph.D.

Department of Veterinary Medicine, College of Agriculture, Gyeongbuk National University

Joon Sup Lee, D.V.M., M.S., Ph.D.

College of Veterinary Medicine, Seoul National University

Abstract

In order to know the morphology and the function of the fat-storing cells (FSC) of the squirrels which were captured at the Pal-Gong mountain near Taegu in December, 1980 (Group A) and May, 1981 (Group B), respectively, the light and electron microscopic observations were conducted on the liver of the squirrels. The results obtained are as follows:

1. Light microscopically, the size of the lipid droplets in the FSC of group A was uniformly larger than those in the cells of group B, and number of the droplets in the FSC of group A was less than those in the cells of group B. The distribution of the FSC of group A was mainly perilobular area while those of group B was centrolobular and midzonal areas. In this point of view, the FSC of the squirrels was similar to those cells of the hamsters.

2. Electron microscopically, general morphology of the squirrel's FSC was accorded with those of the other mammals. However, the rough surfaced endoplasmic reticulum in the FSC of group B was more dilated than those in the cells of group A, and more lipid droplets and pinocytotic vesicles were observed in the FSC of group B than those in the cells of group A.

3. From the above evidences, it could be suggested that the metabolic rates in the FSC of the squirrels collected in the spring were higher than those in the cells of the animals collected in the winter.