

정관절제수술이 흰쥐 고환의 미세구조에 미치는 영향

고신대학 의학부 해부학교실

우재형, 김순옥

Effect of Vasectomy on the Testicular Ultrastructure of Rat

Jae Hyung Woo, Soon Ok Kim

*Department of Anatomy
Kosin Medical College, Pusan 602-030, Korea*

= Abstract =

The fine structure of the rat was studied at intervals of up to ten months after bilateral vasectomy. Controls were bilaterally sham operated. Objective was to determine whether the fine structure of the testis is altered as a result of vasectomy. Attention was directed toward the ultrastructure of seminiferous epithelium. Focal alterations in the restricted region were detected, but this fact didn't prove the effect of vasectomy on the testis. Sperm granulomas developed in all the vasectomized rats. Factors are discussed which may qualify this conclusion, the structural complexity of developing germ cells, the multiplicity of stages in the cycle of the seminiferous epithelium, and development of sperm granulomas.

I. 서 론

정관절제수술이 남성 생식기에 미치는 영향은 19세기부터 관심을 갖고 연구되어 왔다. 한 때는 회춘법(rejuvenation)의 한 방법³⁶⁾으로 정관수술을 시행하여 널리 유행하였으나, 그 후 Grewal과 Sachan¹¹⁾에 의하여 부정되었으며 오늘날에는 회춘의 목적으로는 이용되지

않고 있다. 현재는 가족계획의 한 방법으로 남성에게 실시하는 영구적 피임법으로 많이 이용하고 있다.

우리나라에서는 산아제한의 목적으로 정관수술을 하는 것이 주된 이유이다.⁴⁰⁾ 한편 이²⁴⁾에 의하면 우리나라에서 1965년부터 1971년까지 국고보조로 약 25만명이 수술을 받았으며 자비로 수술한 경우도 연간 5만명이 넘을 것

으로 추산된다고 하였다. 그러나 70년대부터는 정관수술을 받으려는 사람이 오히려 조금씩 줄어드는 경향이 있음을 발표한 바 있다. 그러므로 정관수술에 대한 확실한 실험적 뒷받침없이 국민계몽에 차질을 가져 올 우려가 있다.

다른 외분비선의 도관을 결찰하면 선세포의 변성이 온다. 예를 들면 췌장에서는 대췌장관(pancreatic duct)을 결찰하면 외분비부가 완전히 위축된다.³¹⁾ 그렇기 때문에 정관수술이 고환에 해로운 영향을 미치는 지의 여부를 밝히는 것은 중요한 문제이다.

Oslund²⁸⁾는 흰쥐와 guinea pig의 정관절제수술후 관찰된 정자세포발생의 변화는 수술자체가 원인이 아님을 보고 하였고 그 후 많은 연구자들이 광학 현미경에 의한 연구 결과 정관수술이 고환자체에는 아무런 변화를 초래하지 않는다고 하였다.^{3, 17, 27, 29, 30, 35)} 그러나, 여러 연구자들이 각기 실험동물에 따라, 수술후 경과 시간에 따라, 서로 다른 결과를 보고하기도 하였다.^{32, 34, 37)}

Smith³⁵⁾는 쥐에서 정관절제수술후 세정관의 상피세포의 주기(cycle)는 정상적으로 나타난다고 발표하였고 Igboeli와 Rakha¹⁵⁾는 소에서 정관절제수술후 고환정자의 총수는 정상고환에서 보다 소수 감소한다고 하였으며 Joshi 등¹⁶⁾은 정관수술한 개의 고환을 생검하여 2주간격으로 8주간 관찰한 결과, 제2주부터 정자발생이 정지되기 시작하였음을 보고하였다. 이렇게 개에서는 정관수술이 일시적으로 정자발생에 저해를 미치나 6개월안에 다시 정상으로 회복된다고 하였다.^{7, 39)} 그러나 토끼^{9, 29)}와 guinea pig³⁸⁾에서는 정자발생이 방해받는다고 보고한 바 있으며 이에 반해 쥐에서는 일반적으로 정자발생에 변화를 일으키지 않는다고 하였다.^{10, 25)}

Kubota²⁰⁾는 정관수술후 3~7년 후 사람의 정자세포(spermatid)를 전자현미경에 의하여 관찰한 바 핵막의 불연속, 선체하극(subacrosomal space)의 확대, 선체(acrosome)의 변

화, 핵 주변 세포질(postnuclear cytoplasm)의 소포(vesicle)의 밀집 등이 나타나는 퇴행성변화를 일으킨다고 하였으며 쥐에 있어서는 2주 및 3개월 경과 후 고환에서는 변화를 일으키지 않는다고 보고하였다.

Heidger 등¹³⁾과 Chapman 등⁶⁾은 원숭이에 의한 실험에서 고환의 부분적인 퇴행성변화가 관찰되었는데 그 정도는 정관절제수술 후 경과되는 시간에 따라 비례한다고 발표하였다.

그러나, 그러한 변화가 정자발생을 크게 저해하는 것 같지는 않다. Tung과 Alexander³⁸⁾는 원숭이에게서 정관절제수술 실시 후 상당한 기간이 경과한 후에는 고환염과 정자형성결여(aspermatogenesis)빈도가 높아진다고 하였으나 Hadley와 Dym¹²⁾은 정관절제수술후 18개월까지 정자발생에 있어서 양적인 변화는 방해받지 않는다고 하였다.

또, 일부 연구자들은 정관수술이 남성호르몬에 어떠한 영향을 미치는 지를 연구하였으며 이 부분의 연구에서도 서로 다른 결과가 발표되었다.^{5, 19, 32, 33)}

현재 이와 같이 정관절제수술 후 고환에 미치는 영향이 확실히 규명되어있지 않으므로 자세히 규명하여 정관수술과 정관 복원술(vasovasotomy)을 시행함에 정보를 제공하고자 본 실험을 실시했다.

II. 실험재료 및 방법

실험동물은 건강상태가 양호한 생후 3개월 된 Sprague-Dawley계 흰쥐 숫컷 30마리를 사용하였다. 6마리를 한 군으로 5군으로 나누고 한 군에서 3마리를 실험군으로 하고 3마리를 대조군으로 하였다. 실험군의 흰 쥐는 ether로 전마취시키고 nembutal(sodium pentobarbital, 50mg/kg body weight)를 복강내로 주사하여 전신마취시킨 후 복부의 하중양선으로 약 3.5cm 정도 복부를 절개하여 양쪽 정관을 노출시킨 다음 부고환의 미부로부터 약 3cm 하부에서 3-0 굵기의 silk 흑색봉합사로 두 번

결찰하고 바로 그 하부에서 정관을 절단하고 절개한 복부를 봉합하였다. 대조군의 환귀는 실험군에서와 똑같은 방법으로 마취하고, 절개하고, 봉합하였으나 정관은 그대로 두었다. 각 실험군과 대조군의 환귀를 수술한 다음 충분한 먹이를 주어 사육하면서 수술후 2개월, 4개월, 6개월, 8개월, 10개월 경과후 ether로 전마취시키고 nembutal로 전신마취시킨 후 흉곽을 열고 4℃ 생리식염수를 좌측심실에 12 gauge의 주사바늘로 주입하면서 우측 심방의 이개를 절단하여 관류시켜 혈액을 완전히 씻어낸 다음 0.2N sodium cacodylate buffer (pH7.4)로 완충된 4℃의 2% glutaraldehyde 4% paraformaldehyde의 고정액을 관류시켜 일단 고정시켰다. 즉시 고환조직을 적출하여 같은 고정액에서 4℃ 상태로 2시간 고정한 후 같은 완충액으로 10분 간격으로 3번 세척하고 2% O_3O_4 용액으로 4℃ 냉장고에서 2시간 후 고정하였다(Bone & Benton, 1971). 같은 완충액으로 10분간격으로 3번 세척하고 각급 alcohol농도 상승순으로 탈수하여 propylene-oxide로 완전 치환하고 Epon 수지(Epon 812) 혼합액을 침투시켜 포매하였다. 포매한 재료는 ultramicrotome(Sorvall MT-2B)로 먼저 1 μ m의 두께로 박절하고 toluidine blue 용액으로 염색하여 관찰부위를 결정한 다음, 다시 초박절편을 만들어 uranyl acetate와 lead citrate로 이중 전자염색(Reynolds, 1963)한 다음 투과전자현미경(Hitachi-600A)으로 관찰하였다.

III. 결 과

양측 모두 정관절제수술을 시행한 쥐의 고환과 대조군 쥐의 고환의 전자현미경적 구조를 비교하여 관찰하였다. 실험군과 대조군 각각 15마리씩 실험하여 수십 장의 전자현미경 사진을 찍었다. 물론 고환을 형성하는 모든 세포를 관찰하기에는 어려움이 따르므로 정관절제수술 후 가장 변화에 예민한 세정관 상피

세포의 생식세포에 주안점을 두고 관찰하였다. 이와 같은 면을 잘 나타내주는 대표적인 사진만 택하였다.

Sertoli cell의 변화는 실험군 및 대조군에서 모두 Fig. 1에서 나타나는 것과 같은 양상을 관찰할 수 있었다. 정상적인 정자세포발생에 있어서도 세정관 상피세포의 주기 중 특별한 단계에서는 정상생식세포가 퇴행변화를 일으킨 세포와 정자세포가 세정관 내강으로 유리된 다음 떨어져 남은 세포질을 Sertoli cell이 탐식하는데 그 결과로 Fig. 1에서와 같이 지질소적(lipid droplets)과 퇴행변성된 정자가 관찰된다. 이러한 현상은 실험군이나 대조군에서 차이를 관찰할 수 없었다.

정관절제수술후 2개월된 실험군의 쥐나 대조군의 쥐에서 모두 특별한 변화를 볼 수 없었고 정상고환에서 볼 수 있듯이 2차 정모세포(secondary spermatocyte)에서 큰 내강(internal cavity)을 가진 mitochondria를 다량 관찰할 수 있었다.(Fig. 1, 5) 수술 후 4개월된 실험군의 쥐에 있어서 일부의 정자세포(spermatid)에서는 공포(vacuole)와 지질소적(lipid droplets)등이 관찰되어 정자세포가 퇴행성 변화를 일으키는 것이 입증되었다(Fig. 2). 대조군에서도 빈도는 적으나 그와 같은 양상을 띤 정자세포가 관찰되었다. 수술 후 6개월된 실험군에서는 4개월 실험군에서 보이는 양상도 일부 나타나나 Fig. 3에서 보는 것 같이 일부 정조세포(spermatogonia)의 세포질에서 지질소적이 밀집되어있고 공포도 많이 나타나는 데 이것을 정관절제수술로 인한 변화로 추정하기는 어렵고 단지 국소적으로 나타나는 퇴행성 변화로 추측된다. 대조군에서는 4개월 실험군에서와 비슷한 양상만 관찰할 수 있었다. 수술 후 8개월된 실험군에서는 4개월 실험군이나 6개월 실험군에서 볼 수 있는 변화 외에는 별 다른 변화를 관찰할 수 없었다. 대조군에서도 4개월 실험군에서와 비슷한 양상만 관찰할 수 있었다. 수술 후 10개월된 실험군과 대조군에서 다같이 정자세포의 세포질에

공포와 지질소적이 나타나는데 이와 같은 현상은 실험군에서 좀 더 뚜렷한 소견을 보일 뿐 그외의 별다른 차이는 나타나지 않았다 (Fig. 4, 6).

모든 실험군에서 정자육아종(sperm granuloma)을 발견할 수 있었는데 정관을 결찰한 부위에서 대부분 생겼고 수술 후 4개월과 6개월이 지난 실험군에서 각각 한 마리씩 부고환에 생겼으나 고환에서의 변화는 같은 실험군의 다른 쥐와 별 다른 차이가 없었다. 그 크기는 정관수술 후 경과시간에 어느 정도 비례하는 것으로 나타났다. 이와같은 성적을 두고 볼 때 실험군의 쥐 고환에서 나타난 퇴행성 변화는 국소적이며 이것을 정관절제수술로 인한 변화로 간주하기는 어렵다.

IV. 고 찰

세정관상피의 복잡성때문에 세정관의 조직을 알맞게 절취한다는 것이 어렵고 정조세포(spermatogonia)에서 성숙한 정자(mature sperm)에 이르기까지 생식세포의 발달에 많은 단계가 있다. 또 각 단계에서는 그 특징적 형태를 가진다. 많은 연구에도 불구하고 발생 중 변화와 기능적 중요성의 상세한 것은 아직도 불분명한 것이 사실이다. 또 쥐에서는 세정관 상피의 주기에 14개의 성숙단계가 있음이 밝혀졌다.²³⁾ 이와 같은 점을 고려할 때 본 실험은 정관 수술후 세정관 상피의 미세구조의 일반적 양상을 관찰하는 것이기 때문에 세정관상피의 주거나 생식세포의 발생 중 일부 단계에 국한된 변화를 배제하기는 현재로는 거의 불가능한 실정이다. 더우기 정관수술 후의 반응은 종과 종 사이에 차이점이 있는 것 같다. 쥐에서는 정관수술후 부고환 미부에 정자가 발견¹⁰⁾ 되었으나 원숭이에서는 그렇지 않았다.²⁾ 이것은 아마 쥐에서는 부고환 미부에 있는 상피세포의 미세구조는 변화하지만 원숭이에서는 수출소관(efferent ductule)에 변화가 나타나기 때문인 것으로 추측된다. 사람에서

는 정관수술 후 발생 중의 정자세포에서 미세구조의 변화가 관찰되나 쥐에서는 비슷한 변화가 발견되지 않았다고 Kubota²⁰⁾는 보고하였다. 이와 같은 점은 종의 차이점인지, 수술을 시행하는 기술상의 문제인지 혹은 수술 후 시간경과의 차이 때문인지는 현재 지식으로는 단정하기가 어렵다.

어떤 종에서 정관수술 후 고환의 변화를 조사하고자 할 때 몇가지 점이 고려되어야 하는데 첫째 수술 후 잠복고환(cryptorchidism), 감염 등과 같은 부작용을 피할 수 있는 수술법, 둘째 실험동물의 생식기의 도관계(duct system)의 확장성, 셋째 수술 후 정관이나 부고환에 생기는 정자육아종 등이 포함된다. 이러한 점들을 생각해서 본 실험을 고찰하고자 한다. 본 실험에서는 잠복고환이나 감염 등의 부작용은 없었다. 이러한 부작용들에 의한 영향은 분명히 배제할 수 있다. 정관수술 후 생식기관의 도관계의 확장성과 고환내 압력의 영향에 대해 많은 연구가 되었다. Flickinger⁹⁾와 Alexander와 Tung¹¹⁾이 토끼에서 전자현미경적으로 관찰한 바에 의하면 수술 후 6개월까지 토끼고환에서는 변화가 없었고 도관계는 상당히 많이 확장되었다고 하였다. 개에서는 수술 후 도관계가 거의 확장되지 않았고 광학현미경 및 전자현미경으로 관찰한 바 수술 후 1개월 후에 벌써 고환에 변화가 나타났다고 보고하였다.^{7, 11, 14)}

정관수술후 생기는 고환내압의 증가는 도관계의 확장뿐만 아니라 정자육아종의 형성에 의해 최소화될 수 있다. Kuwahara와 Frick²¹⁾은 수술 후 3주된 쥐에서 정자육아종이 생겼고 고환은 정상상태와 같았으나 정자육아종이 생기지 않은 쥐에서는 세정관의 퇴행성 변화가 나타났다고 하였다. 쥐에서 정자육아종의 발생빈도는 상당히 높은 것^{8, 18, 26)}으로 알려져 있으며 수술방법에 상관없이 절제한 정관의 근위부 끝에서 대부분 형성된다.^{4, 10, 22, 35)}

본 실험에서도 이와같은 결과를 볼 수 있었고 이러한 점때문에 세정관 상피세포에서 정

관수술로 인한 퇴행성 변화가 관찰되었다고 할 수 있겠다. 그러나 이것만으로 정관수술 후 정자육아종의 발생이 고환의 변화에 어떤 역할을 하는지는 아직 불분명하다고 사료된다. 이러한 사실은 본 실험에서도 어느 정도 추측할 수 있는데 실험군에서는 대조군에서보다 국소적이기는 하나 좀 더 퇴행성 변화를 볼 수 있었다는 것이다. 하지만 그 정도의 변화만 가지고 그것이 전적으로 정관절제수술의 결과라고 보기는 어렵다는 사실이다. 또 대조군에서 시간이 많이 경과한 군에서도 그 정도는 약하지만 그러한 변화를 볼 수 있다는 것도 그와 같은 사실을 뒷받침해 주는데 도움이 된다고 할 수 있다.

저자들은 본 실험의 결과를 두고 볼때 세정관 상피세포에 나타나는 변화는 국소적인 것이며 정자육아종의 형성이 쥐에 있어서는 고환의 변화를 별로 가져오지 않는데 중요한 역할을 한다고 판단된다. 그러나 이러한 실험에서 어려움은 세정관 상피세포의 주기의 복잡성때문에 실험목적에 알맞은 세포들을 취하기가 어렵다는 점에 있다. 앞으로 이와같은 점만 잘 해결할 수 있다면 더 좋은 결과를 얻을 수 있으리라 생각된다.

V. 결 론

원 쥐에 정관절제수술을 시행한 후 2개월부터 2개월간격으로 10개월까지 고환의 변화를 전자현미경을 이용하여 관찰한 바, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 수술 후 일정시간 경과에 따라 실험군과 대조군에서 모두 Sertoli cell의 변화는 관찰할 수 없었다.

2. 생식세포는 수술 후 2개월된 실험군이나 대조군에서 모두 특별한 변화를 관찰할 수 없었고, 수술 후 4, 6, 8, 10개월된 실험군에서 대조군 보다는 조금 빈도가 높게 국소적으로 퇴행성변화를 관찰할 수 있었다.

3. 실험군과 대조군 모두 생식세포가 국소

적으로 퇴행성변화를 나타내는 빈도가 수술 후 시간 경과에 따라 약간씩 증가하는 경향을 보였다.

4. 모든 실험군의 쥐에서 정자육아종이 생겼고 거의 대부분이 결찰한 부위의 정관에서 관찰되었다.

이와같은 사실로 미루어 생식세포의 국소적 퇴행성 변화를 정관 절제 수술에 의한 결과라고 단정하기는 어렵다.

REFERENCES

1. Alexander NJ, Tung KSK : Immunological and morphological effects of vasectomy in the rabbit. *Anat. Rec.* 188 : 339, 1977
2. Alexander NM : Vasectomy : Effect on the ductuli efferents. Abstracts. American Society for Cell Biology. New Orleans. 9, 1971
3. Amann RP, Almquist JO : Reproductive capacity of dairy bulls. VI. Effect of unilateral vasectomy and ejaculation frequency on sperm reserves : Aspects of epididymal physiology. *J. Reprod. Fertil* 3 : 260, 1962
4. Bedford JM : Adaptation of the male reproductive tract and the fate of spermatozoa following vasectomy in the rabbit, rhesus monkey, hamster and rat. *Biol. Reprod.* 14 : 118, 1976
5. Bunge RG : Plasma testosterone levels in man before and after vasectomy. *Invest. Urol.* 10 : 9, 1972
6. Chapman ES, Heidger PM, Harrison RM, Roberts JA, Domingue GJ, Schlegel JU : Vasectomy in rhesus monkey : Electron microscopic studies of the seminiferous epithelium. *Anat. Rec.* 192 : 41, 1978
7. Derrick FC, Glover WL, Kanjuparamban

- Z, Jacobson CB, McDougal M, McConwin K, Mercer HD, Rollins JD : Histological changes in the seminiferous tubules after vasectomy. *Fertil. Steril.* 25 : 649, 1974
8. Flickinger CJ, Yarbrow ES, Howards SS, Herr JC, Caloras D, Gallien TN, Spell DR : The incidence of spermatic granulomas and their relation to testis weight after vasectomy and vasovasotomy in Lewis rats. *J. Androl.* 7 : 285, 1986
9. Flickinger CJ : Fine structure of the rabbit testis after vasectomy, *Biol. Reprod.* 13 : 61, 1975
10. Flickinger CJ : Ultrastructure of the rat testis after vasectomy. *Anat. Rec.* 174 : 477, 1972
11. Grewal RS, Sachan MS : Changes in testicle after vasectomy. *Int. Surg.* 49 : 460, 1968
12. Hadley MA, Dym M : Spermatogenesis in the vasectomized monkey : Quantitative analysis. *Anat. Rec.* 205 : 381, 1983
13. Heidger PM, Chapman ES, Harrison RM, Roberts JA, Dominique GJ Schlegel JU : Vasectomy in rhesus monkeys : Light microscopic studies of testicular morphology. *Urology.* 11(2) : 148, 1978
14. Heidger PM, Jr., Sawatzke CL : Fine structural effects of vasectomy upon the male reproductive system. In : *The Male Reproductive System.* RD Yates, M Gordon, eds, Masson. New York. 1977, pp. 131-153
15. Igboeli G, Rakha AM : Bull testicular and epididymal functions after long-term vasectomy. *J. Animal Sci.* 31 : 72, 1970
16. Joshi KV, Ramedo IN, Sachder KN : Effects of vasectomy on testes. *Int. Surg.* 57 : 711, 1972
17. Kar AB, Chandra H, Kamboj VP : Long-term effect of vasectomy on the gonad-pituitary system of rats. *Acta Biol. Med. Germ.* 15 : 381, 1965
18. Kennedy SW, Heidger PM : Fine structure of the spermatic granuloma of the rat vas deferens following vasectomy, *Anat. Rec.* 198 : 461, 1986
19. Kothari LK, Mishra P, Mishra RK : Effects of bilateral vasectomy on the structure and function of the tests. *Am. J. Surg.* 126 : 84, 1973
20. Kubota R : Electron microscopic studies of the testis after vasectomy in rats and men. *Jpn. J. Urol.* 60 : 373, 1969
21. Kuwahara M, Frick J : The ligation of the male reproductive organs and the role of the spermatic cyst. *Andrologia.* 7 : 1, 1975
22. Kwart AM, Coffey DS : Sperm granulomas : An adverse effect of vasectomy. *J. Urol.* 110 : 416, 1973
23. Leblond C, Clermont Y : Definition of the stages of the seminiferous epithelium of the rat. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 55 : 548, 1952
24. 이희영 : Studies on vasovasostomy, 대한 비뇨기학회지, 14 : 11, 1973
25. McGlynn JM, Erpino MJ : Effects of vasectomy on the reproductive system and sexual behavior of rats. *J. Reprod. Fertil.* 40 : 241, 1974
26. Mock EJ, Kamel F, Wright WW, Frankel AI : Plasma testosterone levels in vasectomized rats. *J. Reprod. Fertil.* 44 : 575, 1975
27. Moore CR : Biology of the testes. In : *Sex and internal secretions.* E. Allen, C. H. Danforth and E. A. Doisey, eds. Williams and Wilkins, Baltimore, 1939, pp.

- 353~451
28. Oslund R : A study of vasectomy on rats and guinea pigs. *Am. J. Physiol.* 67 : 422, 1924
29. Paufler SK, Foote RH : Spermatogenesis in the rabbit following ligation of the epididymis at different levels. *Anat. Rec.* 164 : 339, 1969
30. Poynter H : Testis hormone secretion of the rat under conditions of vasectomy or isolation. *Anat. Rec.* 74 : 355, 1939
31. Robbins ES, Pathology, Saunders, Philadelphia, 1967, p. 967
32. Sackler AM, Weltman AS, Pandhi V, Schwartz R : Gonadal effects of vasectomy and vasoligation. *Science.* 179 : 293, 1973
33. Sadi A, Chioboli E, Saad F : Vasectomy in rats. Hormonal and histological study. *Hospital(Rio de J.).* 72 : 1885, 1967
34. Segal RJ : Effect of vasoligation of 14 day old and 21 day old rats on spermatogenesis. *Int. J. Fertil.* 17 : 33, 1972
35. Smith G : Effects of ligation of the vasa efferentia and vasectomy on testicular function in the adult rat. *J. endoc.* 23 : 385, 1980
36. Steinach E : Biological methods against the process of old age. *Med. J. & Rec.* 125 : 77, 1927
37. Thakur AN, Sheth AR, Rao SS : Biochemical studies on rat testes and sex accessory organs after vasoligation operation. *Fertil. Steril.* 23 : 834, 1972
38. Tung KSK, Alexander NJ : Monocytic orchitis and aspermatogenesis in normal and vasectomized rhesus macaques (*macaca mulatta*). *Am. J. Pathol.* 101 : 17, 1980
39. Vare AM, Bansal PC : Changes in the canine testes after bilateral vasectomy : an exerimental study. *Fertil. Steril.* 24 : 793, 1973
40. 염영학, 한영택 : 정관절제술 490예에 대한 임상적 고찰. *대한비뇨기지.* 19 : 227, 1978

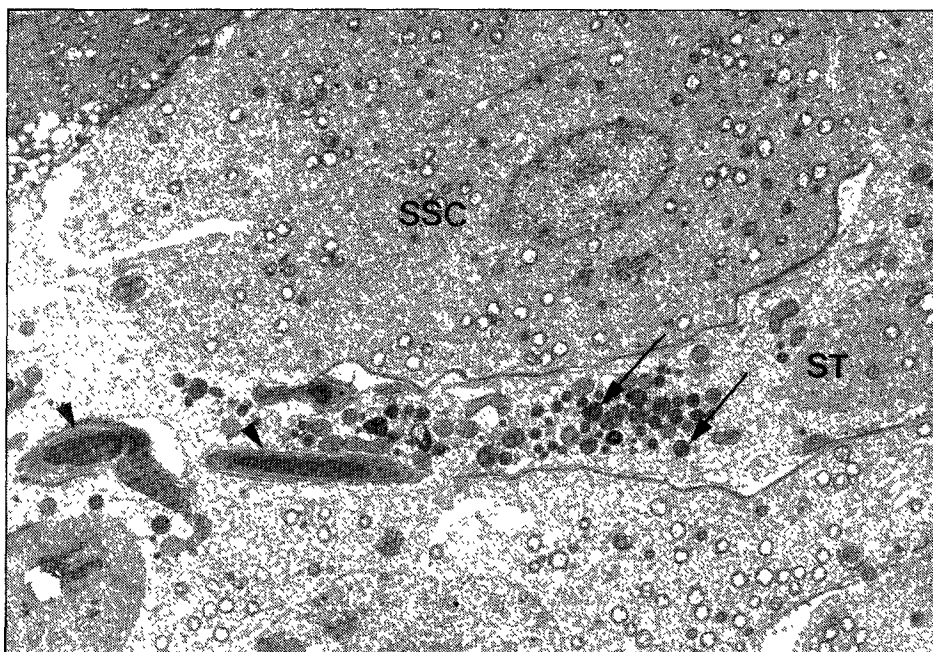


Fig 1. Rat seminiferous epithelium, two months after vasectomy. SSC ; secondary spermatocyte. ST ; Sertoli cell. arrow ; lipid droplets. arrow head ; sperm residues X2,500

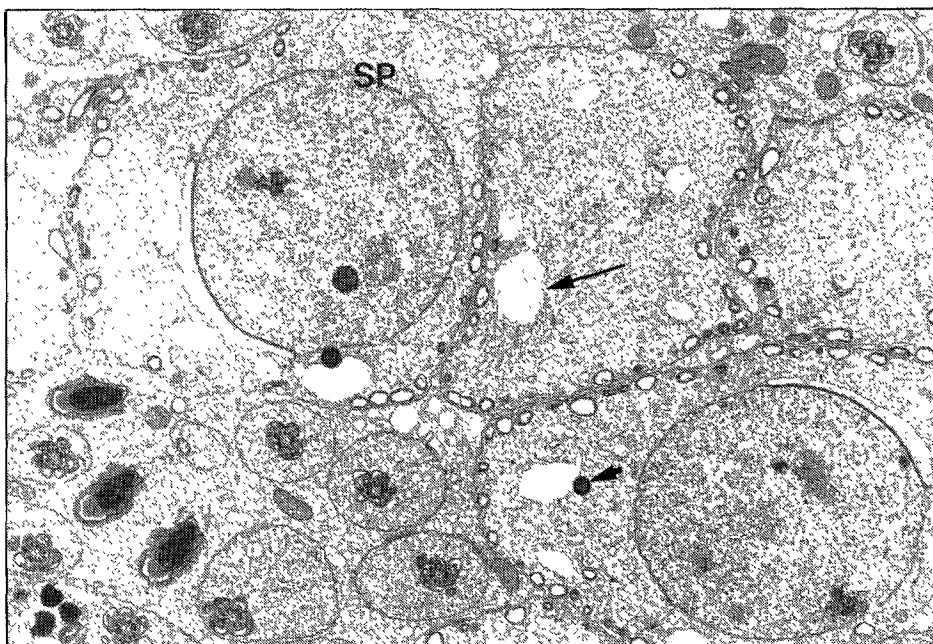


Fig. 2. Rat seminiferous epithelium, four months after vasectomy. SP ; spermatid. arrow ; vacuole. arrow head ; lipid droplet X3,000

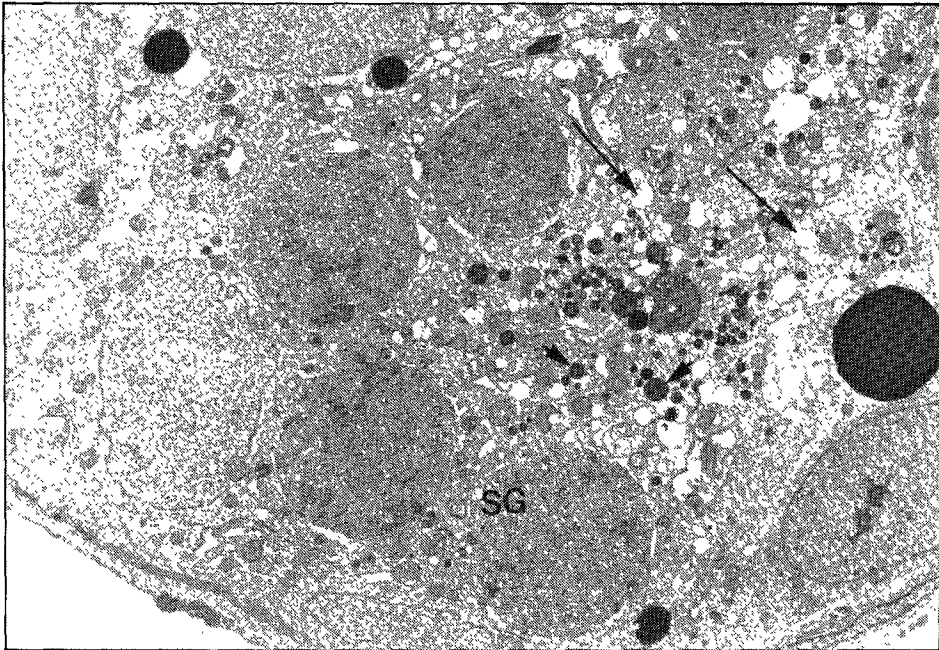


Fig. 3. Rat seminiferous epithelium, six months after vasectomy.
SG ; spermatogonium. arrow ; vacuoles arrow head ; lipid droplets. X2,000

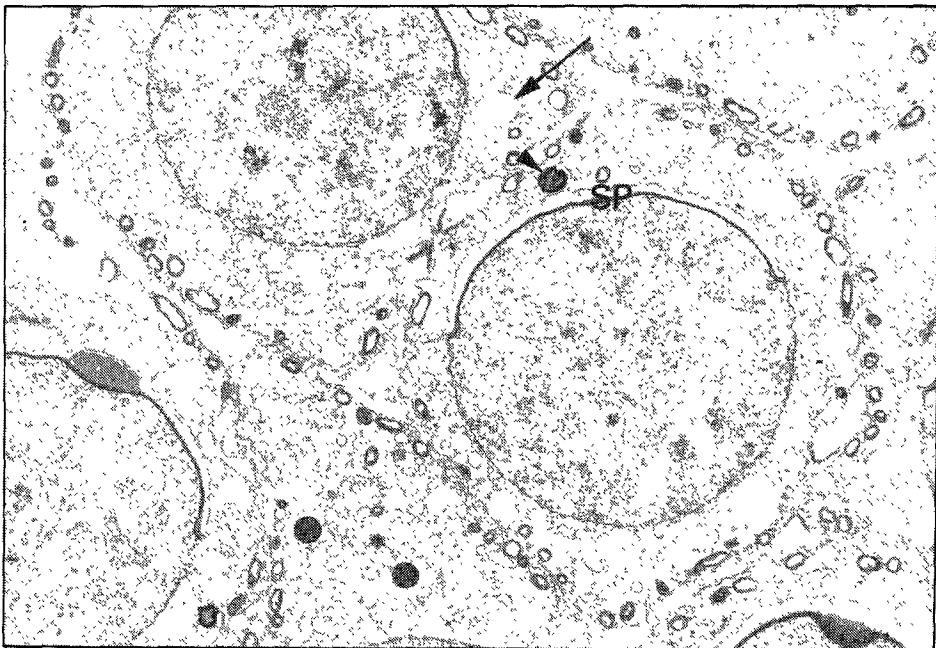


Fig. 4. Rat seminiferous epithelium, ten months after vasectomy.
SP ; spermatid. arrow ; vacuole arrow head ; lipid droplet X3,500

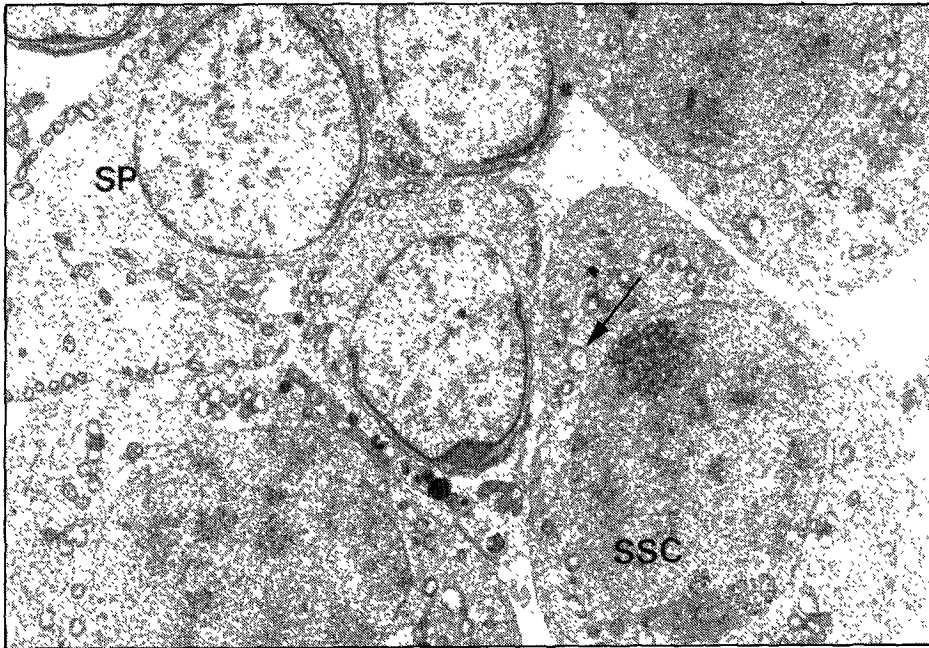


Fig. 5. Rat seminiferous epithelium, two months after sham operation. SSC ; secondary spermatocyte. SP ; spermatid. arrow ; mitochondrion with large cavity. X2,500

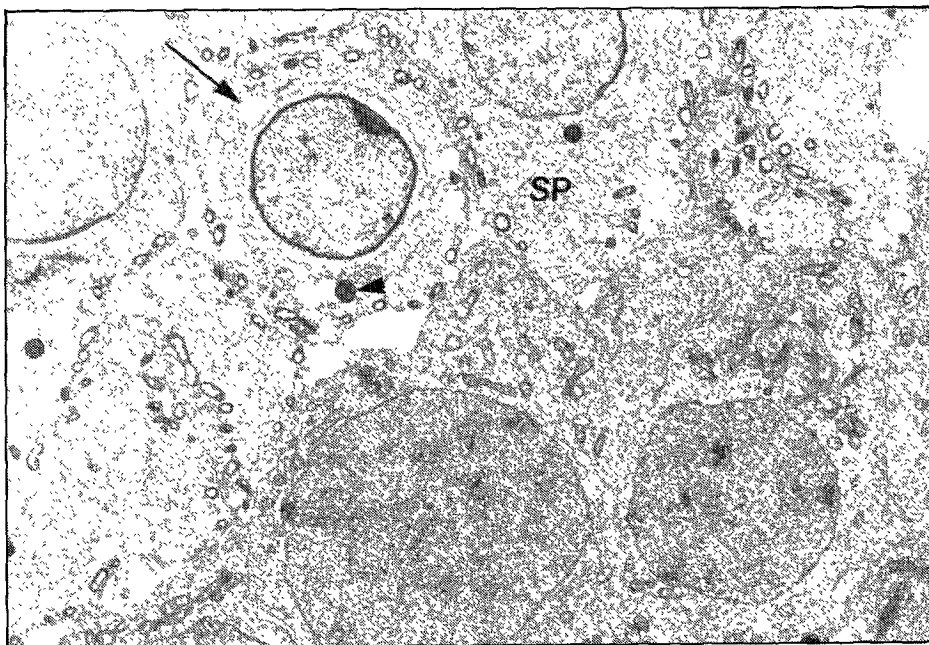


Fig. 6. Rat seminiferous epithelium, ten months after sham operation. SP ; spermatid. arrow ; vacuole. arrow head ; lipid droplet X2,500