

방사선 조사가 백서 악하선 줄무늬관세포에 미치는 영향에 관한 투과전자현미경적 연구

경희대학교 치과대학 치과방사선학교실

이 규 찬 · 이 상 래

목 차

- I. 서 론
- II. 실험 재료 및 방법
- III. 실험 성적
- IV. 총괄 및 고안
- V. 결 론
 - 참고 문헌
 - 영문 초록
 - 사진 설명

I. 서 론

악성종양의 치료목적으로 이용되는 방사선은 이들의 직접, 간접작용에 의하여 치료 목표 부위와 인접한 정상조직에도 부작용을 야기시킨다¹⁾. 악성종양의 치료에 이용되는 방사선이 두경부에 조사되었을 경우에는 치아와 악골의 발육장애, 방사선골괴사, 치아우식증, 저작장애, 미각과 연하장애등이 초래되며^{2,3,4,5,6)}, 구강점막염, 점막하출혈, 궤양등이 유발될 수 있고^{2,7)}, 더우기 구강내의 생리적인 환경을 마련해주는 타액선에도 많은 영향이 미치게 된다⁸⁾.

Takinami(1988)⁸⁾는 타액 분비의 감소로 인한 구강건조증을, Dreizen등(1976)⁹⁾은 타액내의 전해질 농도 증가 및 완충 능력 저하를, Frank등(1965)¹⁰⁾은 타액의 pH의 감소등의 화학적인 변화를 보고한 바 있다.

타액선의 방사선 감수성에 대해 Anderson등(1981)¹¹⁾은 타액선조직 중, 선포세포가 가장 예민하게 반응하고, 엽내타액선관이 중등도의 반응을 보이며, 엽외조직과, 엽외타액선관이 방사선에 가장 내성이 강하다고 보고하였다. Cherry와 Glucksmann(1959)¹²⁾은 선포간 타액선관의 변화가 선포의 변성에 의해 더욱 뚜렷이 나타났다고 보고하였고, Greenspan등(1964)¹³⁾은 백서 타액선에 40Gy의 방사선을 흡수시킨 결과, 초기에 선포세포의 부분적인 괴사와 선포간의 부종, 선포의 점진적인 소실이 있었으나 타액선관은 잔존되었다고 보고한 바 있어, 타액선관세포가 선포세포에 비하여 방사선에 내성이 높음을 시사해 주고 있다.

선포세포의 변성, 괴사, 회복등의 기능적 변화는 Kaplan(1985)¹⁴⁾, Norberg와 Lundquist(1988)¹⁵⁾등의 많은 선학들에 의하여 연구 보고되어 있으나, 이에 비하여 타액선관세포에 대한 연구 보고는 비교적 드문 것으로 사료된다.

Pindborg등(1954)¹⁶⁾이 Swiss 마우스 하악에 625R의 방사선을 조사한 결과, 타액선관의 크기가 위축되었고 타액선관 세포의 수도 감소되었다고 보고하였으며, Kashima등(1965)¹⁷⁾은 인체의 타액선을 대상으로 관찰한 결과, 선포간의 타액선관과 소엽간의 타액선관들은 확장되기는 하지만 타액선관상피는 건전하게 남아서 타액선관의 외형을 유지한다고 보고하였고, 최와 이(1988)¹⁸⁾는 방사선조사에 의한 사이관세포의 변성과 이의 회복과정을 보고한 바이다.

타액선관계의 줄무늬관은 선포세포에서 분비된 1차 타액으로부터 수분과 칼슘, 염화물, 중탄산염, 나트륨, 칼륨등의 전해질을 능동적으로 분비하거나 재흡수시켜 타액의 성분을 결정지우는데¹⁹⁾, 여러가지 환경요인에 의하여 줄무늬관에서 일어나는 변화를 조직병리학적으로 관찰함으로써 이의 본태를 구명하는 것은 매우 중요할 것으로 사료된다.

이에 저자는 방사선 조사에 의해 야기되는 백서 악하선 줄무늬관세포의 변화를 관찰함으로써, 이의 변화가 구강조직 및 구강내 환경에 미칠수 있는 영향을 구명하기 위한 근거를 마련하고자 본 실험을 시행하였던 바, 다소의 의견을 얻었기에 이를 보고하는 바이다.

II. 실험 재료 및 방법

실험동물로는 일정한 조건 하에서 사육한 체중 160gm 내외의 Sprague Dawley계 웅성 백서 40마리를 사용하였으며, 이들 실험동물 중 36마리는 실험군으로, 4마리는 정상 대조군으로 배정하였다.

실험동물은 체중 gm당 0.001mg의 phenobarbital을 복강내로 주사하여 마취시킨 후, Co-60 심부 치료장치(4M60, Picker Co.)로 감마선 조사를 실시하였다. 방사선 조사시 특별히 고안된 장치를 사용하여 방사선이 동시에 10마리의 백서 두정부에만 조사되도록 조사야의 크기를 12x5cm로 하였으며, 선원과 피부간의 거리는 50cm, 조사심도는 1cm로 하여 흡수선량이 18Gy가 되도록 하였다.

실험동물은 방사선 조사후 1, 2, 3, 6, 12, 24, 48, 72시간에 각각 4마리씩 희생시켜, 이들의 악하선을 절취하였으며, 두마리로부터 절취된 조직은 10% 중성 formalin용액에 24시간 고정하고, 통법에 따라 paraffin에 포매하여, 4~6um 두께의 조직 절편을 제작한 후, Hematoxylin-Eosin(H-E) 중염색을 시행하여 광학현미경으로 관찰하였고, 나머지 두마리로부터 절취된 조직은 2.5% glutaraldehyde 고정액에 3시간 전고정한 후, Phosphate 완충액(pH 7.4)으로 세척하였고, 4°C에서 1% osmium tetroxide에 90분간 후고정하였다. 이어 Phosphate 완충액으로 다시 세척하였고, 각급 alcohol로 탈수시킨 다음, propylene oxide를 침투시켰고, Epon 812에 포매하여 60°C에서 48시간 중합시켰다. 제작된 시료는 초박절편기(Sorvall MT600)로 60nm의 초박절편을 제작하여, uranyl acetate와 lead citrate로 중염색한 후 투과전자현미경(Hitachi 600)으로 관찰하였다.

III. 실험 성적

1. 정상군

타액선의 줄무늬관세포는 단층 또는 위중층의 입방형으로서, 기저막 위에 잘 배열되어 있었고, Hematoxylin-Eosin 중염색에 세포질이 호산성으로 밝게 염색되었으며, 핵은 대체로 세포의 중앙부에 위치하는 소견들이 광학현미경 사진에서 관찰되었다.(사진 1)

한편 전자현미경 사진에서는 세포 기저부와 측부의 세포막이 주름지워지고, 세포막의 침부에서는 짧은 미세융모가 다수 관찰되었다. 또한 많은 사립체가 세포질 기저부와 수직된 방향으로 평행하게 배열되었고 세포질의 침부에서도 풍부하게 발달되어 있었으며, 침부측의 세포질막 주위에서는 많은 유막소포들이 관찰되었다. 또한 세포와 세포는 교소체에 의해 서로 결합되어 있었으나, 과립내형질망과 골지체의 활발한 발달 소견은 관찰되지 않았다.

2. 실험군

1) 방사선 조사후 1시간군

광학현미경 사진에서, 입방형을 이루는 줄무늬관 세포는 기저막 위에 잘 배열되어 있었으며, 이의 핵은 둥근 모양으로 세포의 중앙에 위치하는 소견들이 관찰되었는데, 세포질은 Hematoxilin-Eosin 중염색에 호산성으로 밝게 염색되었으며 기저부측에 줄무늬를 가지고 있었다. (사진 2)

전자현미경 사진에서, 불규칙한 줄무늬관 세포의 핵은 진염색질과 이염색질이 거친 과립상으로 잘 관찰되었으며, 세포질내에서 사립체는 불규칙하게 배열되면서 뚜렷한 사립체능을 가지고 있었고, 과립내형질망이나 골지체는 풍부하게 발달되지는 않았으며, 당원과립이 산재되는 소견이 관찰되었다. 한편 세포막은 세포 기저부와 주위세포와의 인접면에서 주름지워져 있었으며, 세포의 침부에는 짧은 미세융모가 있었고, 미세융모 주위의 세포질 내에는 전자밀도가 다양한 유막소포가 다수 발달되어 있었다. 또한 세포와 세포는 교소체에 의해 결합되어 있었으며 이들은 세포침부에서 많고 뚜렷하게 관찰되었다. (사진 10)

2) 방사선 조사후 2시간군

광학현미경 사진에서, 줄무늬관세포의 일부의 핵은 농축되고 위축되었으며, 핵의 위치 및 세포의 배열도 비교적 불규칙하게 관찰되었다. (사진 3)

전자현미경 사진에서, 줄무늬관세포의 핵은 이염색질이 소실되고 진염색질만이 과립상으로 산재되는 소견을 보였다. 세포질내에는 사립체능이 뚜렷하지 못한 사립체들이 다수 관찰되었으며, 핵주위의 과립내형질망과 골지체는 변성이완되었고, 매우 작은 당원과립이 산재되어 있었다. 세포막은 세포 기저부와 주위 세포와의 인접면에서 주름지워져 있었으며, 세포 침부의 미세융모는 매우 위축되었고, 미세융모 주위의 세포질 내에는 크기가 다소 증가되고 전자밀도가 감소된 크고 작은 많은 유막소포가

있었다. 또한 세포와 세포는 교소체에 의해 결합되어 있었으며 이들은 세포 침부에서 뚜렷하게 관찰되었다. (사진 11)

3) 방사선 조사후 3시간군

광학현미경 사진에서, 줄무늬관세포와 핵의 배열은 여전히 불규칙하였으나, 핵의 크기가 다소 증가된 소견이 관찰되었다. (사진 4)

전자현미경 사진에서, 줄무늬관세포의 핵내에는 과립상의 핵내소체가 형성되기 시작하였고, 세포질내의 사립체는 사립체능이 뚜렷하지 못하며 부종된 소견을 보였다. 핵주위의 골지체는 이완되었고, 사립체 사이에 소수의 과립내형질망이 있었으며, 세포질 전체에 걸쳐 당원과립이 산재되었다. 세포 침부의 미세융모는 거의 소실되었으며, 미세융모 주위의 세포질 내에는 전자밀도가 더욱 감소되고 크기도 다양한 유막소포가 관찰되었다. (사진 12)

4) 방사선 조사후 6시간군

광학현미경 사진에서, 줄무늬관세포의 왕성한 분열상을 관찰할 수 있었고, 기저부의 줄무늬는 뚜렷하였으며 핵은 타액선관강축으로 치우쳐 위치하였다. (사진 4)

전자현미경 사진에서, 핵의 진염색질과 이염색질은 분명하지는 않으나 일부의 세포에서 관찰되었다. 또한 세포질내에는 비교적 뚜렷한 사립체능을 갖는 많은 사립체가 핵주위와 세포질 전체에 걸쳐 불규칙하게 분포되었으며, 골지체와 과립내형질망이 발달되었고, 일차 용해소체와 이차 용해소체도 소수 관찰되었으며, 보다 증가된 당원과립이 전 세포질내에 산재되어 있었다. 세포질 침부에는 전자밀도가 감소된 많은 유막소포가 축적되었으며, 세포와 세포사이의 교소체는 세포 침부에서 뚜렷하게 관찰되었다. (사진 13)

5) 방사선 조사후 12시간군

광학현미경 사진에서, 줄무늬관세포의 수는 현저히 증가되었으며, 세포 배열은 여전히 불규칙한 소견이 관찰되었다. (사진 6)

전자현미경 사진에서, 줄무늬관 세포의 핵내

에는 거친 과립상을 보이는 소수의 치밀한 환상의 핵내소체가 관찰되었고, 핵주위에는 부종된 사립체가 다수 분포되었으며, 중등도의 전자밀도를 가진 다수의 용해소체가 있었고, 세포질내의 침부에서는 높은 전자밀도를 갖는 비교적 작은 크기의 많은 유막소포들이 관찰되었다. 또한 타액선관내강에서는 세포로부터 부분 분비된 원형의 분비체가 관찰되었으며, 세포와 세포 사이의 교소체는 특히 세포 침부에서 많고 뚜렷하였다.(사진 14)

6) 방사선 조사후 24시간군

광학현미경 사진에서, 줄무늬관세포의 수는 더욱 증가되었으며, 핵의 크기도 증가되었고, 기저부의 줄무늬는 더욱 뚜렷하게 관찰되었다.(사진 7)

전자현미경 사진에서, 핵은 진염색질과 이염색질의 거친 과립상으로 뚜렷하였고, 세포질내에는 잘 발달된 사립체능을 가지며 전자밀도가 높고 불규칙한 다수의 사립체가 있었으며, 골지체도 발달되어 이완된 소견이 관찰되었다. 또한 당원과립도 점차 증가되었고, 전자밀도가 높은 구상의 용해소체도 다수 관찰되었다.(사진 15)

7) 방사선 조사후 48시간군

광학현미경 사진에서, 줄무늬관세포는 증가되었고 세포 및 핵의 배열도 비교적 규칙적이었으며, 기저부의 줄무늬는 매우 뚜렷하였다.(사진 8)

전자현미경 사진에서, 줄무늬관의 핵은 매우 치밀한 과립상으로 관찰되었고, 핵내소체를 함유하고 있었으며, 세포질내에는 뚜렷한 사립체능을 갖는 많은 사립체가 관찰되었다. 핵주위에는 비교적 많고 이완된 과립내형질망과 골지체가 잘 발달되어 있었으며, 당원과립도 더욱 증가되었다. 세포 기저부와 주위세포와의 인접면에는 세포막의 주름이 뚜렷하였고, 세포 침부에서는 짧은 미세융모가 다시 관찰되기 시작하였으며, 유막소포는 미세융모 주위의 세포질 침부에서 전자밀도와 크기가 다양하게 나타났으며, 세포 침부의 교소체도 매우 뚜렷하게

관찰되었다.(사진 16)

8) 방사선 조사후 72시간군

광학현미경 사진에서, 줄무늬관세포는 거의 정상으로 회복되었으며, 뚜렷한 기저부의 줄무늬가 관찰되었다.(사진 9)

전자현미경 사진에서, 줄무늬관세포의 핵은 작은 과립상의 염색질로 채워져 있었으며, 핵주위에 이완되고 잘 발달된 과립내형질망과 골지체가 관찰되었고, 매우 증가된 당원과립이 산재되어 있었다. 세포질내에는 뚜렷한 사립체능을 갖는 많은 사립체가 기저부 원형질막의 주름을 따라 비교적 규칙적으로 잘 배열되었고, 세포 침부에는 짧은 미세융모가 다수 있었으며, 미세융모 주위의 세포질내에서는 작은 유막소포가 풍부하게 관찰되었다. 또한 세포사이의 교소체는 더욱 발달되었으며, 세포질 침부에는 불분명하기는 하지만 세포질내 섬유세사에 의해 종말분비망을 형성하였다. 줄무늬관의 기저부에서는 원형질막의 주름을 갖지 않고 둥근 정상핵을 가진 삼각형의 세포도 관찰되었다.(사진 17)

IV. 총괄 및 고안

방사선은 세포내의 DNA와 같은 표적을 여기 또는 이온화시킴으로써 세포의 변화를 일으키는 직접작용과, 이때 형성된 유리기가 타 유리기나 물분자 또는 타물질등과 반응함으로써 형성된 OH, HO₂, H₂O₂가 세포내에서 확산되면서 표적에 도달하여 세포를 손상시키는 간접작용에 의하여, 세포, 조직, 기관, 개체에 생물학적인 영향을 발현시킨다²⁰⁾. 또한 이의 영향은 조사방사선 자체에 의한 요인과 조사환경의 요인, 생물학적인 요인 등에 의하여 많은 차이가 있다.

본 실험에서는 감마선이나 X선이 조직에 미치는 영향은 아주 유사하다는 Coady 등(1967)²¹⁾의 보고를 기초로 하여, Co-60의 감마선을 단회 조사하였고, 본 실험의 대상이 비교적 방사선에 대해 내성이 강한 타액선관조직이므로, 김과 민(1985)²²⁾의 실험에서 사용된

5, 10, 15, 20 Gy의 방사선 선량중 치사율이 가장 높았던 20Gy보다는 적으나, 충분한 방사선의 효과를 기대할 수 있는 18Gy로 흡수선량을 결정하여 실험하였다.

타액선은 타액내의 전분 가수분해 효소를 비롯한 여러가지의 효소, 중탄산염과 단백질, 점액질, Ig A와 같은 항체가 함유된 타액을 구강내로 분비하여 소화작용, 유허작용, 완충작용 및 항균작용을 하는 외분비기관인 동시에²³⁾, 활성도가 높은 국소적 성장인자를 분비하여 생리적으로 매우 중요한 작용을 하는 내분비기관²⁴⁾이기도 하다.

동물실험에서 치아와 악골이 방사선에 조사되는 경우, 타액선이 방사선에 직접 조사되지 않는다면, 방사선 조사로 인한 치아의 병변은 발생되지 않는다는 Frank등(1965)¹⁰⁾의 보고로 미루어 볼 때, 타액이 구강내의 환경을 조성하는데 매우 중요한 역할을 담당하고 있다고 생각된다.

그러나 타액선이 방사선의 조사를 받으면 타액선에 중창이 유발되며, 타액의 pH와 양의 감소, 타액의 점조도의 증가로 인하여 구강건조증 및 다발성 치아우식증이 발현되고 연하장애 등의 2차적인 기능장애도 나타나게 된다⁸⁾. 방사선 조사를 받은 타액선으로 부터 분비되는 타액에서는 효소계, 호르몬계, 전해질등의 이상이 초래되는데^{9,10,24)}, Frank등(1965)¹⁰⁾은 타액의 pH가 6.5에서 5.5로 감소되었음을 보고하였고, Dreizen등(1976)⁹⁾은 타액의 감소와 함께 전해질 농도가 증가되어, 타액의 완충능이 저하된다고 하였다. 이와같은 변화는 English(1955)²⁵⁾, Santangelo와 Toto(1965)²⁶⁾, Stern등(1976)²⁷⁾이 보고한 타액선 선포조직의 변화에 기인된다고 할 수 있으나, 타액의 성분 조절에 관여하는 줄무늬세포의 변화도 이에 관여될 것으로 생각하며, 본실험에서는 이하선에서보다는 길이가 길고 조직표본에서 잘 관찰되는 악하선의 줄무늬관¹⁹⁾을 실험대상으로 선택하였다.

줄무늬관세포는 선포세포에서 분비된 일차 타액으로부터 수분과 칼슘, 염화물, 중탄산염, 나트륨, 칼륨등의 전해질을 능동적으로 분비하

거나 재흡수하여 타액의 성분을 결정지우는데, 특히 나트륨을 재흡수시켜 저장용액으로 만드는 과정에서, 전해질의 운반기능을 유지하기 위해 필요한 에너지를 생산하는 수많은 사립체가 기저부층의 주름 사이에 분포되어 있다¹⁹⁾.

줄무늬관세포가 방사선의 조사를 받으면, Santangelo와 Toto(1965)²⁶⁾, Shafer(1952)²⁸⁾, Brenk(1965)²⁹⁾, Kasboum(1953)³⁰⁾, Nishi등(1986)³¹⁾과 고와 이(1988)³²⁾ 등의 보고와 같이 세포의 구조와 기능도 변성, 괴사, 회복 등, 일련의 과정을 거치리라고 생각되는데, 본 실험에서도 세포의 배열과 핵, 사립체, 과립내형질망, 골지체, 유막소포, 미세용모 및 당원과립등이 실험 2시간 후부터 변성되었다가 시간의 경과에 따라 점차 회복되어 실험 72시간 후에 이르러서는 정상의 기능을 수행할 수 있는 기능적 형태를 갖추는 것을 관찰할 수 있다.

핵의 변화에 대해서는, Santangelo와 Toto(1965)²⁶⁾가 방사선 조사 후 핵 염색질의 파괴를 보고하였고, Beumer III와 Brady(1976)³³⁾가 DNA 등의 핵 구조물의 손상에 의해 핵이 가장 먼저 변화한다고 하였으며, 최와 이(1988)¹⁸⁾는 핵이 방사선에 가장 예민하고, 또 가장 빨리 회복되는 세포내 기관이라고 보고한 바 있다. 본 실험에서는 핵은 실험 2시간 후에 이염색질이 소실되며 염색질이 가는 과립상으로 변화되어 핵염색질이 변성된 것으로 생각되어지나, 3시간 후부터는 핵의 크기가 다소 증가되고, 6시간 후에는 이염색질이 다시 관찰되며, 48시간 후에는 이의 위치도 규칙적으로 회복된 것으로 보아, 변성되었던 핵이 시간이 경과함에 따라 다시 재생되며 기능을 수행한다는 것을 보여주는 것으로 생각된다.

사립체도 방사선에 대한 감수성이 매우 높은 기관으로서, Warren(1942)³⁴⁾은 핵보다도 더욱 방사선에 예민한 기관이라고 보고하였고, 최와 이(1987)³⁵⁾는 18Gy를 점막상피에 조사하였을 때, 1시간 후에 사립체의 확장과 사립체능의 소실이 관찰되었다고 보고한 바 있는데, 본 실험에서도 사립체능의 소실이 2시간 후에 관찰되었고, 6시간 후에 사립체능이 다시 뚜렷해졌

다. 또한 12시간 후에 핵 주위에서 관찰된 부종된 많은 사립체는 세포내의 활발한 대사들, 72시간 후에 기저부 세포막의 주름을 따라 사립체가 비교적 규칙적으로 배열된 것은 타액선 관 주위의 동양모세혈관총과의 사이에서 타액 구성물질의 분비와 재흡수가 원활하게 이루어질 수 있는 기능적 구조로 회복된 것을 의미하는 것으로 판단된다.

Norberg와 Lundquist (1988)¹²⁾는 방사선 조사시에 설포세포에서의 사립체 이상과 세포질 내 소포형성과 더불어 과립내형질망의 장애를 보고한 바 있는데, 본 실험에서도 방사선 조사 2시간 후에 사립체가 이완되었고 사립체능이 소실되었다. 이는 기능적인 변형이라기 보다는 변성에 의한 것으로 사료되며, 6시간 후에 세포내소기관의 회복과 더불어 나타났던 뚜렷한 사립체와 발달된 골지체, 과립내형질망은 세포의 재생에 관여하는 기능적 회복의 결과라고 생각된다.

또한 2시간 후에 관찰되었던 미세용모의 위축 변화는 타액선관강내 물질과의 교환작용을 어렵게 하는 구조적 변화라고 생각되며, 48시간 후에 미세용모가 다시 관찰된 것은 세포의 회복을 나타내는 것이라고 할 수 있겠다.

세포의 침부에 축적되어 나타났었던 유막소포는 2시간 후에 이의 전자밀도가 감소되었으나, 12시간 후에 이의 전자밀도가 높은 작은 크기의 것으로 관찰되었던 것도, 유막소포내의 vasoactive esterpeptidase와 kallikrein 등의 물질이 방사선에 의해 변성되었다가 재생산된 때문으로 사료된다.

방사선 조사 72시간 후에 관찰되었던 줄무늬를 갖지 않는 삼각형의 작은 기저세포는, 세포질내에 섬유다발을 가지고 있어, 면역화학검사를 통해 actin으로 판명된 섬유질로 보여지는데¹³⁾, 이것이 수축작용을 함으로써 타액의 분비에 관여하리라고 생각된다.

저자는 본 실험을 통해 방사선에 의한 타액선의 줄무늬관세포의 형태적 변화를 관찰할 수는 있었으나, 보다 자세한 줄무늬관세포의 기능적 회복이나 타액 성분의 변화를 관찰하기 위하여는 향후 주위 설포세포와의 상관 관계가

구명되고 나아가 발전된 생화학적인 방법을 통한 검증이 이루어져야 할 것으로 사료된다.

V. 결 론

여러가지 환경요인에 의한 타액선관세포의 변화에 대하여 조직병리학적 및 기능적인 특성을 구명하는 것은 의의가 클 것으로 판단된다. 특히 방사선 조사에 의하여 야기되는 백서 악하선 줄무늬관세포의 변화를 관찰함으로써, 이의 변화가 구강조직 및 구강내 환경에 미칠 수 있는 영향을 구명하기 위한 근거를 마련하고자, 저자는 Co-60 심부치료장치(4M60, Picker Co.)를 이용하여, 백서 두정부에 18 Gy의 감마선을 단회 조사하였으며, 이들 실험 동물을 방사선 조사 후 1, 2, 3, 6, 12, 24, 48, 72시간에 희생시켜, 광학현미경과 투과전자현미경으로 관찰한 바, 아래와 같은 결과를 얻었다.

1. 줄무늬관세포는 방사선 조사 2시간 후에 심하게 위축되었으나, 6시간 후부터 점차 회복되는 상이 광학현미경상에서 관찰되었다.
2. 줄무늬관세포의 핵 염색질은 방사선 조사 2시간 후에 과립상 변화를 보였으나, 6시간 후부터 회복되었으며, 3시간 후부터는 핵 내소체가 관찰되었다.
3. 줄무늬관세포의 사립체는 방사선 조사 2시간 후에 사립체능의 불분명한 변화와 3시간 후에 변성, 부종된 상을 보였으나, 6시간 후에 사립체능이 회복되었고, 48시간 후에는 이의 수가 증가되었고 72시간 후에는 규칙적으로 배열되었다.
4. 줄무늬관세포의 미세용모는 방사선 조사 2시간 후에 위축되었으며, 3시간 후에는 거의 소실되었으나, 48시간 후 다시 관찰되었다.
5. 줄무늬관세포의 과립내형질망과 골지체는, 방사선 조사 1시간 후에는 뚜렷하지 않았으나, 2시간 후에 변성 이완되었다. 그러나 이들은 점차 기능적 형태를 이루어 24시간 후부터는 매우 발달되었다.

이 결과로 미루어 보아 18Gy의 방사선 선량에서 타액선의 줄무늬관세포는 2시간 후에 심한 변화를 보이지만, 그 후 점차 회복되어 72시간 후에 세포의 미세구조가 정상으로 회복됨으로써 이의 정상적인 기능을 수행할 수 있을 것으로 사료된다.

REFERENCES

1. Carl, W., Schaaf, N.G. and Sako, K.: Oral surgery and the patient who has had radiation therapy for head and neck cancer. *Oral Surg.*, 36:651-653, 1973.
2. Cox, F.L.: Endodontics and the irradiated patient. *Oral Surg.*, 42:679-684, 1976.
3. Dale, P.P.: The effects of X-ray irradiation on the rat incisor. *J. Dent. Res.*, 32:117-125, 1953.
4. Koppang, H.S.: The radiosensitive stages of the rat incisor odontoblast as demonstrated by autoradiography. *Scand. J. Dent. Res.*, 81:303-314, 1973.
5. Gowgiel, J.M.: Experimental radio-osteonecrosis of the jaws. *J. Dent. Res.*, 39:176-197, 1960.
6. Rankow, R.M. and Weissman, B.: Osteoradionecrosis of the mandible. *Ann. Otol.*, 80:603-611, 1971.
7. 김광식 : 방사선 조사가 백서 구강점막에 미치는 영향에 관한 실험적 연구. 대한치과의사협회지, 18 : 955-963, 1980.
8. Takinami, S.: Studies on the effect of irradiation in the salivary glands; relationship between xerostomia and secretory function of exposed salivary glands. *Dent. Radiol.*, 28:17-32, 1988.
9. Dreizen, S., Brown, L.R., Handler, S. and Levy, B.M.: Radiation induced xerostomia in cancer patients; effect on salivary and serum electrolyte. *Cancer*, 38:273-278, 1976.
10. Frank, R.M., Herdly, J. and Phillippe, E.: Acquired dental defects and salivary gland lesions after irradiation for carcinoma. *J. Am. Dent. Assoc.*, 70:868-883, 1965.
11. Anderson, M.W., Izutsu, K.T. and Rice, J.C.: Parotid gland pathophysiology after mixed gamma and neutron irradiation of cancer patients. *Oral Surg.*, 52:495-500, 1981.
12. Cherry, C.D. and Glucksmann, A.: Injury and repair following irradiation of salivary glands in male rats. *Br. J., Radiol.*, 32:596-608, 1959.
13. Greenspan, J.S., Melamed, M.R. and Pearse, A.G.E.: Early histochemical changes in irradiated salivary glands and lymphnodes of the rat. *J. Pathol. Bacteriol.*, 88:439-453, 1964.
14. Kaplan, P.: Mantle irradiation of the major salivary glands. *J. Prosthet. Dent.*, 54:681-686, 1985.
15. Norberg, L.E. and Lundquist, P.G.: An ultrastructural study of salivary gland radiosensitivity after alpha-adrenergic stimulation. *Auris Nasus Larynx.*, 15:1-17, 1988.
16. Pindborg, J.J., English, J.A. and Boyle, P.E.: The effect of 625R, 2000Vp, total body X-irradiation upon the salivary glands in Swiss mice. *J. Dent. Res.*, 33:715, 1954.
17. Kashima, H.K., Kirkham, W.R. and Andrews, J.R.: Postirradiation sialadenitis; study of the clinical features, histopathologic changes and serum enzyme variations following irradiation of human salivary glands. *Am. J. Roentgenol.*, 94:271-291, 1965.
18. 최원재와 이상래 : 방사선조사가 타액선 도관세포에 미치는 영향에 관한 전자현미경적 연구. 경희치대논문집, 10 ; 515-530,

- 1988.
19. Mason, D.K. and Chisholm, D.M.: Salivary glands in health and disease. 1st ed. W.B. Saunders Co., pp. 3-72, 1975.
 20. Goaz, P.W. and White, S.C.: Oral radiology. 1st ed., C.V. Mosby Co., pp. 41-60, 1982.
 21. Coady, J.M., Santangelo, M.V. and Toto, P.D.: Gamma irradiated mouse incisor. J. Dent. Res., 46:681-685, 1967.
 22. 김은주와 민병순 : 방사선조사가 구강점막 상피에 미치는 영향에 관한 실험적 연구. 경희치대논문집, 7 : 265-272, 1985.
 23. Ten Cate, A.R.: Oral histology. 2nd ed., C.V. Mosby Co., pp. 303-331, 1985.
 24. Takai, Y., Sumitomo, S., Asano, K. and Mori, M.: Immunohistochemical observation of EGF and NGF in submandibular glands after duct ligation with or without testosterone administration. J. Oral Pathol., 14: 322-331, 1985.
 25. English, J.A., Wheatcroft, M.G., Lyon, H.W. and Miller, C.: Long term observations of radiation changes in salivary glands and the general effects of 1000R to 1750R of X-ray irradiation locally administered to the head of dogs. J. Oral Surg., 8:87-99, 1955.
 26. Santangelo, M.V. and Toto, P.D.: Radiation effects on mouse submandibular glands. J. Dent. Res., 44:1291-1298, 1965.
 27. Stern, M.H., Turner, J.E. Jelt, L.S., Mincer, H. and McGinnis, J.P.: Electron microscopic changes in rat parotid and submandibular glands subsequent to total body irradiation with fast neutrons. Oral Surg., 42:620-630, 1976.
 28. Shafer, W.G.: The effect of selective X-ray irradiation on the histologic structure of the rat salivary glands. J. Dent. Res., 31: 486, 1952.
 29. Brenk, V.D., Hurley, R.A., Gomez, C. and Richter, W.: Serum amylase as a measure of salivary gland radiation damage. Br. J. Radiol., 42:688-700, 1969.
 30. Kasboum, W.J.: Histopathology of irradiated salivary glands. J. Dent. Res., 32:658, 1953.
 31. Nishi, M., Takashima, H., Ohishi, T.O.N. and Yagi, K.: Effects of X-ray irradiation on lipid peroxide levels in the rat submandibular gland. J. Dent. Res., 65:1028-1029, 1986.
 32. 고광준과 이상래 : 방사선조사가 백서 이하선의 선세포에 미치는 영향에 관한 전자현미경적 연구. 경희치대논문집, 10 : 17-38, 1988.
 33. Beumer III, J. and Brady, F.A.: Dental management of the irradiated patient. Int. J. Oral Surg., 7:208-220, 1978.
 34. Warren, S.: Effects of radiation on normal tissues. Arch. Pathol., 34:403-450, 1942.
 35. 최승규와 이상래 : 방사선조사가 백서 혀점막에 미치는 영향에 관한 전자현미경적 연구. 경희치대논문집, 9 : 209-222, 1987.

– ABSTRACT –

**AN ELECTRON MICROSCOPIC STUDY OF THE IRRADIATION
EFFECTS ON THE STRIATED DUCT CELLS OF THE
SUBMANDIBULAR GLAND IN RATS**

Gyu-Chan Lee, Sang-Rae Lee

Department of Oral Radiology, College of Dentistry, Kyung Hee University

The purpose of this study was to investigate the effects of irradiation on the striated duct cells of the rat submandibular gland ductal tissues which control the characteristics of saliva.

For this study, the experimental group was composed of 36 irradiated Sprague Dawley strain rats divided into 8 subgroups- 1 hour, 2 hours, 3 hours, 6 hours, 12 hours, 24 hours, 48 hours, 72 hours after irradiation.

4 non-irradiated rats were used as the control group.

The experimental animals were singly irradiated with a dose of 18 Gy gamma ray to their head and neck region by the Co-60 teletherapy unit and sacrificed after each experimental duration.

The specimens were examined with a light microscope with an H-E stain and with a transmission electron microscope.

The results of this study were as follows.

1. In the light micrograph, a severe atrophic change occurred in the striated duct cells at 2 hours after irradiation and gradual recovery occurred from 6 hours after irradiation.
2. The nuclear chromosomes of the striated duct cells were changed granular at 2 hours after irradiation. Recovery was observed at 6 hours after irradiation. Nuclear bodies were also observed from 3 hours after irradiation.
3. The mitochondria of the striated duct cells had indistinct cristae at 2 hours after irradiation, and were degenerated or swollen at 3 hours after irradiation. They recovered, however, from 6 hours, with an increasing number at 48 hours and a regular arrangement was observed at 72 hours after irradiation.
4. The microvilli showed atrophic changes at 2 hours after irradiation and were almost lost at 3 hours after irradiation. They were observed again from 48 hours after irradiation.
5. The rough endoplasmic reticulum and golgi body were not apparent at 1 hour after irradiation and were dilated with degeneration 2 hours after, but intact rough endoplasmic reticulum were observed from 3 hours after irradiation and developed well at 24 hours after irradiation.

By the result of this study, showing a mild change in the functional morphology of the salivary striated duct cells immediately following irradiation, it is considered that the many complications which occur after radiation therapy, will disappear in time with the histological and the functional recovery of the glandular tissues.

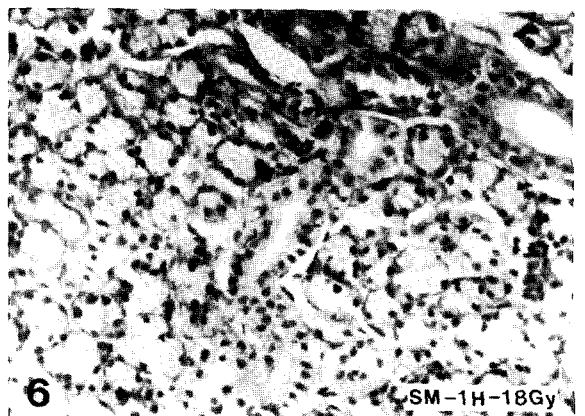
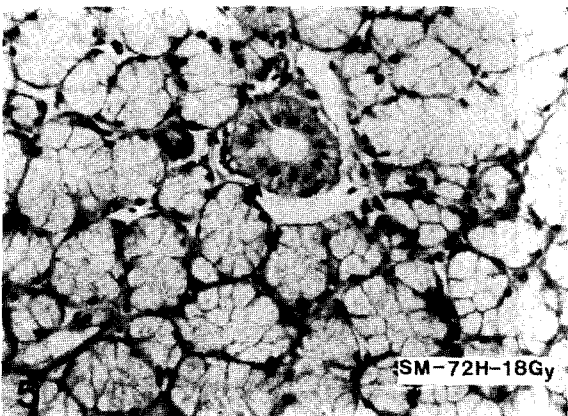
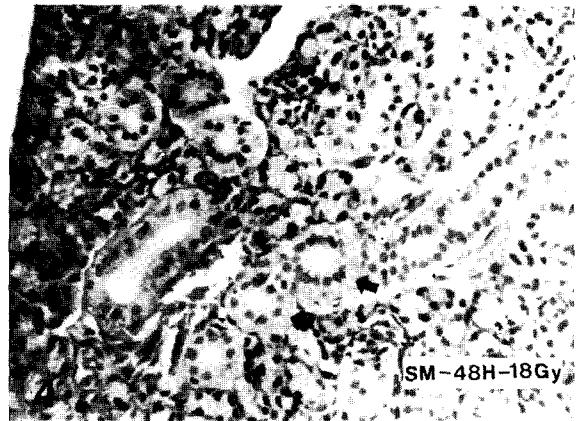
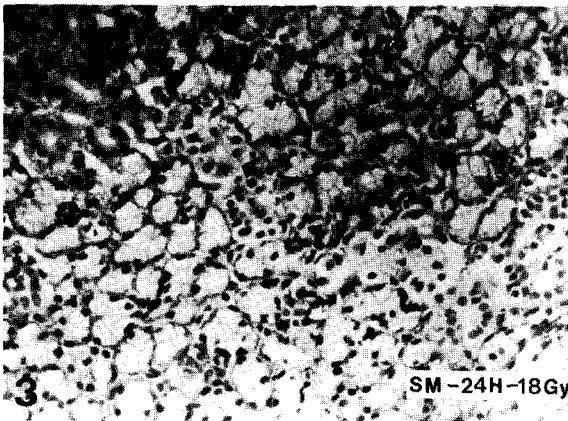
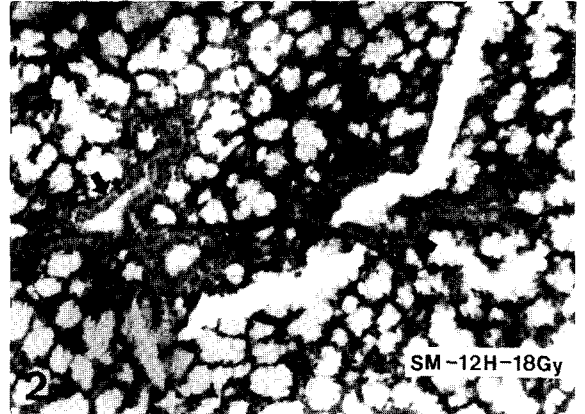
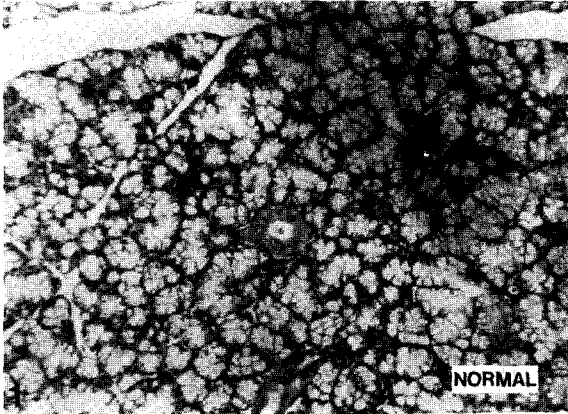
EXPLANATION OF FIGURES

- N; nucleus
M; mitochondria
F; cytoplasmic fold
V; membrane bound vesicle
D; desmosome
rER; rough endoplasmic reticulum
G; golgi body
NB; nuclear body
Gl; glycogen particle
L; lysosome
MV; microvilli
T; terminal web

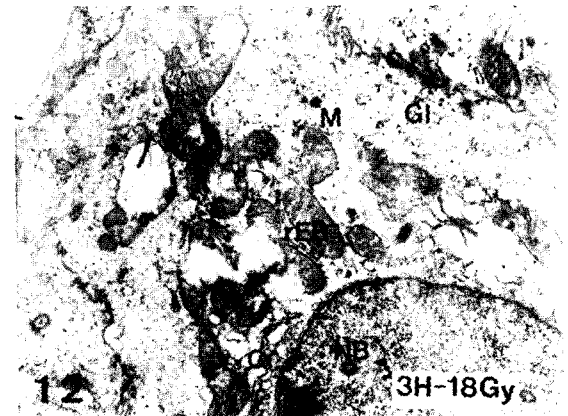
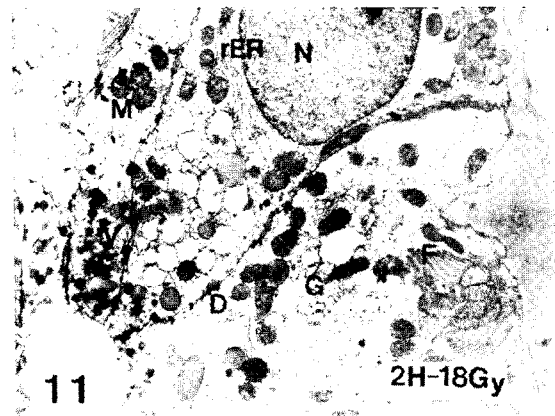
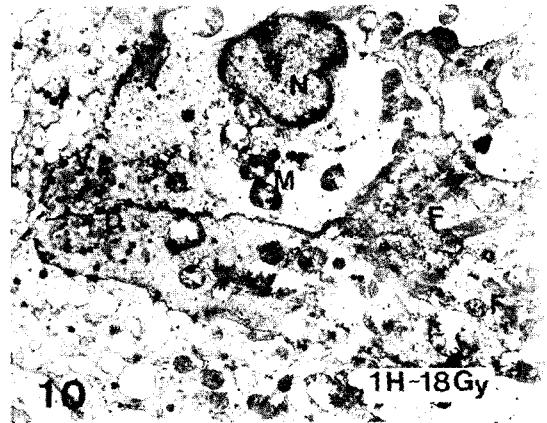
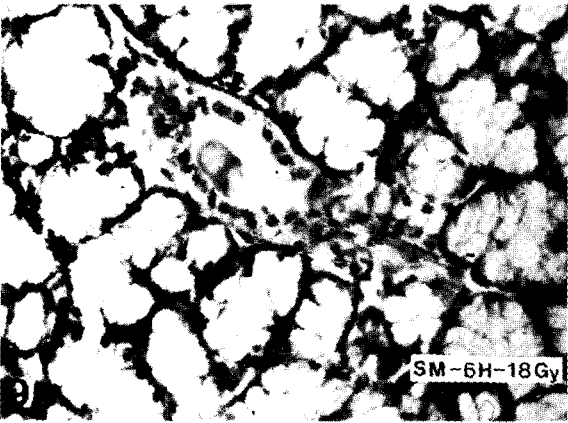
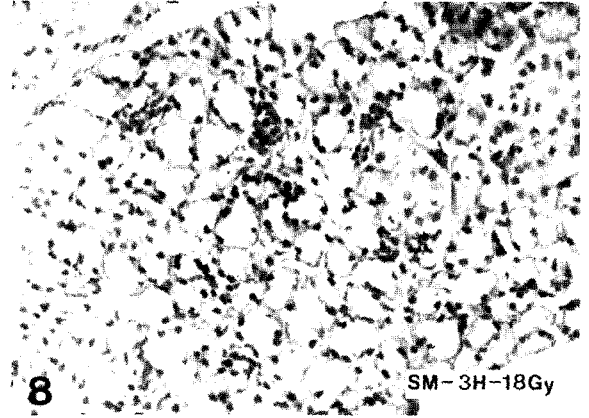
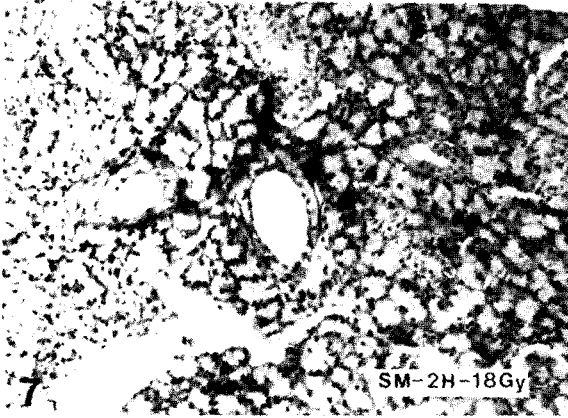
- Fig. 1.** Photomicrograph shows the striated duct of the rat submandibular gland consisted of simple or pseudostratified epithelium. (normal, H-E stain, X100)
- Fig. 2.** Photomicrograph shows eosinophilic striated duct cells in which the nuclei is located in the center of the cytoplasm, with basal striation. (1 hour after 18Gy irradiation, H-E stain, X100)
- Fig. 3.** Photomicrograph shows irregularly arranged duct cells which are atrophic and have karyorrhexis. (2 hours after 18Gy irradiation, H-E stain, X40)
- Fig. 4.** Photomicrograph shows a slight increase in the size of the duct cells and nuclei. (3 hour after 18Gy irradiation, H-E stain, X100)
- Fig. 5.** Photomicrograph shows duct cell hyperplasia with precise basal striations appearing. (6 hour after 18Gy irradiation, H-E stain, X200)
- Fig. 6.** Photomicrograph shows the number of the duct cells with irregular arrangement increasing. (12 hours after 18Gy irradiation, H-E stain, X100)
- Fig. 7.** Photomicrograph shows irregular arrangements of the duct cells with apparent nuclei and basal striations. (24 hours after 18Gy irradiation, H-E stain, X100)
- Fig. 8.** Photomicrograph shows the relatively well arranged hyperplastic duct cells with clear nuclei and basal striation. (48 hours after 18Gy irradiation, H-E stain, X100)
- Fig. 9.** Photomicrograph shows apparent striations on the basal side of the ductal cells. (72 hours after 18Gy irradiation, H-E stain, X200)
- Fig. 10.** Electron micrograph shows apparent mitochondria around the nuclei and between the basal foldings, lots of membrane bound secretory vesicles near the apical microvilli, cytoplasmic fibrils especially in the cone shaped apical cytoplasm, small glycogen particles on the whole cytoplasm and many desmosomes. (1 hours after 18Gy irradiation, X5000)

- Fig. 11.** Electron micrograph shows granular chromosomes in the nucleus, mitochondria with indistinct cristae, microvilli almost disappearing and increasing accumulation of the vesicles. (2 hours after 18Gy irradiation, X6000)
- Fig. 12.** Electron micrograph shows nuclear bodies in the nucleus, degenerated mitochondria, complete loss of microvilli and many vesicles with the electrodensity decreasing. (3 hours after 18Gy irradiation, X12000)
- Fig. 13.** Electron micrograph shows an increasing number of mitochondria, especially on the basal cytoplasm, and primary and secondary lysosomes. (6 hours after 18Gy irradiation, X5000)
- Fig. 14.** Electron micrograph shows apparent nuclear bodies, swollen mitochondria, lysosomes and various small vesicles with increasing electrodensity. (12 hours after 18Gy irradiation, X6000)
- Fig. 15.** Electron micrograph shows a membrane bound nuclear body in the nucleus, apparent mitochondria, dilated golgi bodies and electrodense lysosomes. (24 hours after 18Gy irradiation, X5000)
- Fig. 16.** Electron micrograph shows dilated rough endoplasmic reticulum and golgi bodies on the apical side of the nucleus, many membrane bound vesicles on the apical cytoplasm and short microvilli. (48 hours after 18Gy irradiation, X6000)
- Fig. 17.** Electron micrograph shows many mitochondria on the basal folded cytoplasm and triangular cell which has no cytoplasmic folds on the basal lamina of the duct. (72 hours after 18Gy irradiation, X4000)

논문 사진부도 ①



논문 사진부도 ②



논문 사진부도 ③

