

방사선조사가 악하선세포내 분비과립의 미세구조에 미치는 영향에 관한 실험적 연구

경북대학교 치과대학 치과방사선학 교실

최 미 · 이 강 숙 · 최 갑 식

목 차

- I. 서 론
- II. 실험재료 및 방법
- III. 실험성적
- IV. 총괄 및 고안
- V. 결 론
 - 참고문헌
 - 영문초록
 - 사진부도 및 설명

I. 서 론

타액선은 악안면 영역에 발생하는 종양의 방사선치료시 해부학적 위치로 인해 흔히 조사야에 포함되므로 방사선상해가 야기되며 구강내 여러 후유증이 나타난다¹⁻³⁾. 방사선조사를 받은 타액선에서는 조사직후 선세포의 위축 및 공포화, 세포핵의 형태변화, 세포 구조물의 파괴 등의 조직학적 변화를 통해 급성 염증반응이 야기되고, 점차 만성화되어 미세혈관의 소실과 실질조직의 퇴행성 변화 및 섬유화 등이 나타난다^{4,5)}.

이로 인해 타액의 조성변화 및 분비량 감소로 인해 발생하는 구강 건조증, 다발성 치아우식증, 미각상실, 연하장애 등이 유발된다⁶⁻⁸⁾.

타액선은 비교적 분화도가 높고 세포분열의 빈도는 낮아 일반적으로 방사선감수성은 중등도

로 알려져 있으나, 실제 임상에서는 방사선조사 후 기능변화로 인한 여러 합병증이 나타나기 때문에 비교적 방사선감수성이 높은 조직으로 인식되며, 타액선조직의 방사선감수성은 선세포의 구성에 따라 다양하게 나타나는 바, 점액세포에 비해 장액세포의 방사선감수성이 높으므로, 악하선이나 설하선에 비해 이하선에서의 방사선감수성이 보다 높은 것으로 알려져 있다⁹⁻¹³⁾. 그러므로 두경부영역의 방사선치료시 대부분의 후유증은 이하선에 대한 방사선상해에 의해 나타나는 것으로 알려져 있으나, 안정시 타액양의 대부분을 분비하는 악하선에도 비교적 많은 빈도의 방사선이 조사되므로 이에 관한 연구가 필요하다고 생각된다.

일반적으로 세포에 대한 방사선상해는 방사선의 표적기관으로 알려진 핵과 세포막, 과립형질 내세망, 사립체 등의 세포소기관 뿐만아니라 과립성 구조에도 손상이 나타나며, 특히 타액선세포의 방사선상해에는 분비과립이 중요한 역할을 하는 것으로 보고되고 있다. 그 이전에 관해서 Stern등⁵⁾과 Ito¹⁰⁾가 타액선세포의 방사선감수성이 세포질내 분비과립의 함유량과 연관되며, 분비과립내 포함된 중금속으로 인해 방사선감수성이 증가된다고 보고한 바 있고, Abok등¹⁴⁾도 분비과립이 함유하고 있는 중금속에서 발생하는 이차산란선, 지질막산화의 촉매역할 등으로 인한 방사선상해의 증강을 보고하였으며, 또한

Norberg와 Lindquist¹⁵⁾는 선세포의 과립분비를 촉진시키는 α -adrenergic agonist 약물투입후 방사선상해가 감소됨을 보고한 바 있다.

그러나 이러한 방사선조사후 분비과립으로 인한 전체적인 기능변화에 관한 보고들에 비해 방사선조사로 인한 분비과립 자체의 형태학적 변화에 관해서는 연구가 미미하므로 저자들은 방사선조사에 따른 선세포내 분비과립의 미세구조적 변화를 투과전자현미경으로 관찰하였다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

실험동물은 200mg내외의 Sprague-Dawley계 백서였으며, 실험군은 5Gy 및 10Gy를 단일조사 후 1시간, 3시간, 6시간, 12시간, 1일, 3일, 7일, 14일, 그리고 28일에 각각 희생시키고 대조군과 비교하였다.

2. 실험동물에 대한 방사선조사

실험동물을 pentobarbital sodium으로 마취시킨 후, 고정장치 내에 양와위로 고정하고 선형가속기에서 6MV의 X선 조사를 실시하였다. 이때 방사선이 실험동물의 두경부에만 조사되도록 하였고, 관구와 피조사체간의 거리는 100cm, 조사심도는 1.5cm, 평균 선량률은 2Gy/min로 하여 흡수선량이 각각 5Gy 및 10Gy가 되게 하였다.

3. 투과전자현미경적 관찰

실험동물을 마취시킨 후, Palay씨 고정액으로 관류고정법을 시행하여 악하선을 절취한 다음 1mm³ 크기로 세절하고 동일고정액에 전고정하였다. 그 후 1% OsO₄용액에 후고정한 다음 계열 알콜로 탈수하였으며, prophyllene oxide로 침투시킨 후 epon 812 혼합물로 포매하였다. 이를 두께 1 μ m의 박절편을 형성한 후 alkali toluidine blue로 염색하여 광학현미경으로 관찰부위를 절정한 다음, 두께 40~60nm의 초박절편을 제작하고 uranyl acetate와 lead citrate로 이중전자염색

을 한 후 투과전자현미경으로, 5,000배에서 분비과립의 크기, 수, 분포의 변화를 관찰하였고, 20,000배에서 형태, 전자밀도, 분비과립막 및 세포내 소기관의 변화를 관찰하였다.

III. 실험성적

1. 대조군

악하선세포내 분비과립은 원형 또는 타원형으로 기저층을 제외한 세포질내에서 균등하게 분포되었고, 내부는 비교적 균일한 전자밀도를 가지는 미세한 과립성 물질로 채워진 유막성 구조물로 관찰되었으며, 세포질의 기저부에는 핵과 과립성형질내세망, 골지체 등이 관찰되었다.

2. 실험군

1) 5Gy 조사군

방사선조사후 3시간군에서 일부 분비과립막의 경계가 불분명하게 나타났고, 6시간군에서는 분비과립의 수가 감소되었으며 내부의 전자밀도가 불균일하게 관찰되었다. 방사선조사후 12시간군에서 숫적 감소는 더욱 분명하였고 형태와 분포의 변화가 관찰되었으며, 1일군에서 분비과립의 형태는 불규칙하였고, 내부의 전자밀도는 거친 과립상 또는 세관상으로 관찰되었으며, 과립의 숫적감소와 함께 세포질내 분포는 더욱 불균일하였으며 회선형을 나타내는 과립성형질내세망이 관찰되었다. 방사선조사후 3일군에서는 다양한 크기의 분비과립의 숫적 감소, 불균일한 분포, 불규칙한 형태 및 불균일한 내부 전자밀도 등이 여전히 나타났고, 막의 파괴와 함께 과립성형질내세망의 배열혼란, 핵의 변성 등이 관찰되었다. 방사선조사후 7일군에서 분비과립의 크기는 정상으로 회복되었으나 불규칙한 형태와 분포 및 내부의 비정상적 과립상과 막경계의 혼란은 여전히 관찰되었다. 방사선조사후 14일군에서 분비과립은 원형을 회복하였고 분포도 다시 균일하게 나타났으나 불균일한 내부 전자밀도와 막경계의 혼란은 여전히 관찰되었으며, 28일군에서 정상으로 회복되었다.

2) 10Gy 조사군

방사선조사후 1시간군에서 일부 분비과립에서 막경계의 혼란이 나타났고, 3시간군에서 분비과립은 숫적 감소, 막경계의 혼란, 다각형의 형태를 이루며 내부의 전자밀도가 불균일한 과립상으로 관찰되었다. 방사선조사후 6시간군과 12시간군에서 분비과립은 세포내 분포와 형태가 다소 회복되었으나, 1일군에서 숫적 감소, 불균등한 분포와 형태가 분명하였고, 다양한 크기, 막의 파괴 및 공포 형성 등이 관찰되었으며, 3일군에서 분비과립의 융합상, 숫적 감소, 불균등한 분포 등이 나타났으며, 과립성형질내세망의 배열혼란과 단절상도 관찰되었다. 방사선조사후 7일군에서도 3일군에서와 유사한 소견이 관찰되었으나 3일군에 비해 다소 회복되었다. 방사선조사후 14일군에서 분비과립의 형태는 원형으로 회복되었고 세포질내 분포도 다시 균일하게 관찰되었으며, 28일군에서는 수, 크기, 형태 및 분포 등 대부분의 변화가 회복되었으나, 막경계의 혼란과 불균일한 내부 전자밀도의 소견이 부분적으로 관찰되었다.

IV. 총괄 및 고안

두경부종양의 방사선치료시 초기에 나타나는 구강건조증은 대부분 일시적이나 타액선이 조사야에 포함된 정도에 따라 영구적인 구강건조증을 호소하기도 하므로 종양의 치료에 성공하더라도 타액선 기능의 감소와 연관된 구강내 합병증은 환자의 회복을 지연시킬 수 있으며, 타액선은 생명유지와 직접적인 관련은 없는 기관이나 질병의 발생억제와 건강유지에 중요하다^{1,2)}.

타액선은 여러 가지 소화효소, 항체, 점액질 등을 포함한 타액을 구강내로 분비하여 소화작용, 윤활작용 및 항균작용을 하는 외분비기관인 동시에 활성도가 높은 국소적 성장인자를 분비하므로 생리학적으로 매우 중요한 내분비기관이기도 하다. 백서의 타액선은 방사선조사후 타액선의 변화에 관한 연구에서 널리 이용되어 왔으나 사람의 타액선에 비하여 방사선감수성이 낮고, 성별차 및 내분비선의 영향을 많이 받으며, 방사선조사후에도 hyperamylasemia가 나타나지 않

는 등 구조와 기능에서 차이를 보인다^{14,16-19)}. 그러나 설치류에서 악하선의 과립곡세관은 많은 양의 상피성 및 신경성 성장인자를 생산하고 분비하여, 외배엽과 중배엽조직의 분열과 상피의 분화, 치아의 발육, 신경조직의 성숙에 관여하므로 상피성장인자나 신경성장인자가 연관되어 발육되는 장기에 대한 실험에 백서의 악하선이 적합한 것으로 알려져 있다¹⁷⁻¹⁹⁾.

방사선조사량에 따른 백서의 타액선에서 나타나는 변화는 Ito¹⁰⁾, Kawamata²⁰⁾ 등의 연구를 통해 50Gy와 60Gy정도의 조사량에서는 퇴행성 변화가 진행되어 회복이 불가능한 손상이 야기되며, 30Gy와 40Gy 사이에서는 형태학적으로도 회복되는 것으로 보고된 바 있으며, 그 회복양상은 초기의 급성위축과 괴사를 동반하는 기능변화기, 기능과 구조가 정상과 유사하게 회복되는 회복기, 미약하지만 기능적으로 변화와 위축을 동반하는 이차변화기를 거친다는 보고²¹⁾가 있으며, Stephenes등²²⁾도 rhesus monkey의 이하선에서 방사선조사후 초기의 장액선세포의 괴사를 관찰하고 후기의 만성위축은 비가역적인 초기손상에 의한 결과라고 보고한 바 있다. 그러므로 10Gy이하의 선량을 조사한 본 연구에서의 분비과립의 변화는 20Gy 이하를 조사한 선학들의 연구^{7,23)}에서도 보고된 바와 같이 방사선조사후 3시간군에서 관찰되어 1일군과 3일군에서 분명하였다. 그러나 이차변화기나 후기 만성위축이 관찰되지 않은 것은 방사선조사량이 비교적 적었기 때문이라고 생각된다.

방사선조사에 따른 타액선내 분비과립의 숫적 변화는 본 연구에서 5Gy조사후 6시간군과 10Gy조사후 1시간군에서 분비과립의 수가 감소되어 14일군에서 회복되었으며, 또한 방사선조사후 1일군에서 7일군까지 분비과립의 숫적 감소와 함께 분포도 불규칙하게 관찰되었는 바, 숫적 감소는 핵과 과립성형질내세망의 손상으로 인한 분비과립의 생성과 성숙의 지연에 의한 결과이며, 이로 인해 세포내 분비과립의 분포도 불규칙해지는 것으로 생각된다. 그러나 그 후의 회복과정은 역시 방사선조사직후 분비과립의 숫적 감소를 보고한 Sinn등¹¹⁾과 김과 이²⁴⁾의 보고와 유사하여 방사선조사직후 선세포내 분비과립의 수가

감소되었다가 세포의 기능이 재생되면서 다시 증가하는 것으로 생각된다. 한편 Santangelo와 Toto⁴⁾, 박과 윤²⁵⁾은 방사선조사후 타액선에서 분비과립의 숫적 감소와 연관된 PAS반응도의 감소를 보고하였고, 최등²⁶⁾은 방사선조사후 1일군에서 PAS반응도가 감소되어 3일군에서 회복되었다고 하였으며, 유등²⁷⁾도 6시간군에서 감소되어 3일군이후 점진적으로 회복됨을 보고하여 비교적 빠른 기능적 회복을 보고하였다. 본 연구에서 분비과립 내부의 전자밀도 변화와 숫적 감소 등의 형태학적 변화가 방사선조사후 3일군 이후에서 분명하게 나타난 것은 선행들의 보고에서 관찰된 기능 회복시기 이후에 구조의 변화가 나타난 결과로 생각된다.

분비과립의 형태변화에 관해서는 이와 이²³⁾와 박과 윤²⁵⁾ 등이 방사선조사후 선세포내 분비과립의 다형태성 및 파괴를 보고한 바 있으며, 본 연구에서도 막경계가 혼란되는 부위에서 분비과립의 정상형태인 원형이 유지되지 못하고 다각형을 이루었으며, 이후 막의 변화가 분명해지면서 분비과립은 선행들의 보고와 유사하게 불규칙한 형태로 관찰되었다. 또한 방사선조사후 타액선의 기능변화에 대해서는 조와 박²⁸⁾이 amylase 활성도와 자극 분비계수의 감소, ^{99m}TcO₄⁻ 잔류량의 증가, RNA함량의 감소 등을 보고하였으며, Greenspan등¹⁶⁾과 Nishi등¹⁸⁾이 방사선조사에 따른 효소계의 변화를 보고하였고, Kashima등⁹⁾과 van den Brenk²⁹⁾는 hyperamylasemia를 방사선상해의 생물학적 지표로 사용할 수 있다고 보고한 바 있다. 형태학적 변화를 관찰한 본 연구에서 나타난 분비과립 내부의 전자밀도 변화는 내부 구조물의 조성변화와 형성의 결합 등과 연관되어 기능장애를 초래할 것으로 생각되지만 이를 분명하게 확인할 수는 없었으므로 연구되어야 하겠다.

선세포의 분비과립에 축적되어 내강으로 배출되는 외분비성 단백질은 미성숙된 분비과립과 성숙된 분비과립에서 내용물의 조성 뿐아니라 분비양상에서 차이를 보이는 것으로 알려져 있으며^{30,31)}, 본 연구의 방사선조사후 3일군에서 관찰된 분비과립 크기의 변화는 비정상적으로 크게 유합된 분비과립이 선세포의 내강으로 분비되지 않고

세포내에 계속 저류되어 나타난 소견으로 생각되며, Kaito등³²⁾이 보고한 바 있는 분비과정의 지연과 연관된다고 생각된다. 또한 본 연구에서 10Gy 조사후 1시간군과 5Gy조사후 3시간군에서부터 관찰된 막경계의 혼란은 막의 파괴를 의미하며, 이로 인해 분비과립의 내부물질들이 세포내로 분비되어 주위 세포소기관의 파괴가 야기되고 세포내 공포가 형성된 것으로 생각된다. 이에 관하여 Stern등⁵⁾과 Pratt과 Sodicoff⁶⁾는 방사선조사후 세포내 봉입체와 공포의 형성을 보고하였으며, Sholley등¹²⁾은 방사선조사후 나타나 비교적 초기에 소멸되는 퇴행성 미세구조로 이루어진 cytolitic body와 light body의 존재를 보고하였고, Santangelo와 Toto⁴⁾는 mouse의 악하선에서 방사선조사후 분비과립의 감소와 도관세포에서 퇴행성 및 괴사성 변화를 관찰하고 보고한 바 있으나, 본 연구에서는 방사선조사후 1일군과 3일군에서 공포의 형성은 관찰되었으나 퇴행성 및 괴사성 변화는 나타나지 않았는데, 이러한 차이는 사용된 방사선조사량이 선행들의 경우에 비해 적었기 때문이라고 생각된다.

방사선조사후 선세포내 미세구조의 변화는 과립형질내세망이 비교적 초기에 영향받는 구조물로서 배열혼란, 리보솜의 탈락, 분절상, 회선형 등의 변화가 나타나는 것으로 알려져 있고, 본 연구에서도 이러한 변화들이 방사선조사직후 관찰되었으며, 이는 기능의 변화를 반영하는 것으로 생각되었다. 분비과립의 성숙에 관여하는 골지체의 변화에 관하여는 박과 윤²⁵⁾은 48Gy 조사후 미약한 확장상을 관찰하고 골지체는 방사선 감수성이 비교적 낮은 구조물이라고 하였으나, Sodicoff등³³⁾은 이하선에 4Gy 및 16Gy의 방사선 조사후 골지체의 확장을 보고하였으며, Liu등³⁴⁾은 이러한 소견이 세포의 방어기전으로 나타나는 것으로 보고하였다. 그러나 사용된 방사선조사량이 비교적 적었던 본 연구에서 특기할만한 골지체의 변화는 관찰되지 않았다. 한편 방사선 조사후 사립체의 변화는 사립체의 확장상, 기질밀도의 감소 및 사립체능의 소실 등으로 알려져 있으며, 본 연구에서도 미약한 확장상이 관찰되었다.

타액선세포에 대한 방사선조사후의 변화는 선

세포 자체의 손상 뿐아니라 주위 미세혈관의 변화와도 연관되며^{15,24,26)}, Sinn등¹¹⁾이 타액선의 실질조직과 결합조직, 혈관 등은 다양한 정도의 방사선감수성을 가진다고 하였고, 방사선감수성이 낮은 것으로 알려진 주위의 신경조직 또한 방사선조사후 타액의 분비과정에 영향을 미친다는 보고³⁵⁾도 있으므로, 이러한 선세포의 주변조직들에 대한 방사선상해의 평가도 함께 이루어져야 방사선조사에 따른 선세포의 변화에 대한 보다 전반적인 이해가 가능하겠다. 한편 선세포내 분비과립은 분비시기에 따라 다양한 형태로 나타나기 때문에 형태학적으로만 방사선상해를 이해하기에는 어려움이 있었으며, 또한 본 연구가 선학들의 연구에 비해 비교적 낮은 선량의 방사선조사후 세포내 미세구조 변화에 관한 연구였으므로 이후 타액선 기능의 변화, 타액 조성물의 세포내 미세구조에서의 분포변화 등에 대한 보다 정확한 평가를 위해서는 조직계측학적 방법이나 PAG법을 이용한 면역전자현미경적 연구 또는 생화학적 연구를 통해 추후 보완되어야 할 것으로 생각된다.

V. 결 론

방사선조사에 따른 타액선세포내 분비과립의 변화를 관찰하기 위하여 백서의 악하선에 6MV X선 5Gy 및 10Gy를 조사한 후 시일경과에 따라 각각 희생시키고 분비과립의 미세구조적 변화를 투과전자현미경으로 관찰하여 다음의 결과를 얻었다.

악하선세포내 분비과립은 방사선조사후 3시간 군에서 막경계가 불분명하게 관찰되었고, 1일군과 3일군에서는 분비과립의 수와 크기의 감소, 형태와 분포 및 내부 전자밀도의 불균일성, 막의 파괴 등이 분명하였으며, 14일군에서 형태와 분포의 회복이 관찰되었고, 28일군에서 내부 전자밀도와 막경계의 회복이 관찰되었다. 세포내 소기관들의 변화는 과립성형질내세망의 배열혼란과 단절상이 관찰되었으며, 골지체에서의 변화는 관찰되지 않았다. 이상의 소견으로 미루어보아 방사선조사후 악하선세포내 분비과립에서 다양한 형태학적 변화가 관찰되었고, 5Gy조사군에

비해 10Gy조사군에서 초기 변화가 더욱 빠르고 분명하였으며, 회복이 지연되는 것으로 나타났다.

REFERENCES

1. Shanon, I.L., Trodahl, J.N., and Starckey, E.N.: Radiosensitivity of the human parotid gland, *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 157:50-53, 1978.
2. Mira, J.G., Wescott, W.B., Starke, E.N., and Shannon, I.L.: Some factors influencing salivary function when treating with radiotherapy, *Int. J. Ultrast. Res.*, 7:535-541, 1981.
3. Mossman, K., Shatzman, A., and Chencharick, J.: Long-term effects of radiotherapy on taste and salivary function in man, *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.*, 8:991-997, 1982.
4. Santangelo, M.V. and Toto, P.D.: Radiation effects on mouse submandibular gland, *J. Dent. Res.*, 44:1291-1298, 1965.
5. Stern, M.H., Turner, J.E., Jett, L.S., Mincer, H., and McGinnis, P.: Electron microscopic changes in rat parotid and submandibular glands subsequent to total body irradiation with fast neutrons, *Oral Surg.*, 42:620-629, 1976.
6. Pratt, N.E. and Sodicoff, M.: Ultrastructural injury following X-irradiation of rat parotid gland acinar cells, *Arch. Oral Biol.*, 17:1177-1186, 1972.
7. Markes, J.E., Davis, C.C., Gottman, V.L., Purdy, J.E. and Lee, F.: The effects of radiation on parotid salivary function, *Int. J. Ultrast. Res.*, 7:1013-1019, 1981.
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. Kashima, H.K., Kirkham, W.R., and Andrews, J.R.: Postirradiation sialadenitis, *Am. J. Roentgenol.*, 94: 271-291, 1965.
10. Ito, M.: Biologic effect of X-ray irradiation on salivary glands of mice, *Radiat. Res.*, 30:283-300, 1967.
11. Sinn, D.P., Stocker, N.G., and Epker, B.N.: Effects of fractionated doses of cobalt-60 irradiation on rabbit submandibular gland ; light microscopic studies, *Oral Surg.*, 30:277- 283, 1972.

12. Sholley, M.M. Sodicoff, M., and Pratt, N.E.: Early radiation injury in the parotid gland ; reaction of acinar cells and vascular endothelium, *Lab. Inv.*, 31: 340-354, 1974.
13. Andreason, 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.
14. Abok, K., Bruk, U., Jung, B., and Ericsson, J.: Morphologic and histochemical studies on the differing radiosensitivity of ductular and acinar cells of the rat submandibular gland., *Virch. Arch. Cell Pathol.*, 45:443-460, 1984.
15. Norberg, L.E. and Lindquist, P.: An ultrastructural study of salivary gland radiosensitivity after alpha-adrenergic stimulation, *Auris Nasus Larynx*(Tokyo), 15:1-17, 1988.
16. Greenspan, J.S., Melamed, M.R., and Pearse, A.G.E.: Early histochemical changes in irradiated salivary glands and lymph nodes of the rat, *J. Path. Bact.*: 88:439-453, 1964.
17. 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.
18. Nishi, M., Takashima, H., Ohishi, T.O.N., and Yagi, K.: Effects of X-irradiation on lipid peroxidase levels in the rat submandibular gland, *J. Dent. Res.*, 65:1028-1029, 1986.
19. Nagato, T. and Nagaki, M.: Occurrence of a third type of secretory cell in the acinus of the rat submandibular gland, *Anat. Rec.*, 236:427-432, 1993.
20. Kawamata, F.: The effects of ionizing radiation on the function and vascular structure of the rat submandibular gland, *Shigaku*, 79:115-138, 1991.
21. Phillips, R.M.: X-ray induced changes in function and structure of the rat parotid gland, *J. Oral Surg.*, 28:432-437, 1970.
22. Stephenes, L.C., King, G.K., Peters, L.J., Ang, K.K., Schultheiss, T.E., and Jardine, J.H.: Acute and late radiation injury in rhesus monkey parotid glands, *Am. J. Pathol.*, 124:469-478, 1986.
23. 이창환, 이상래: 방사선조사가 백서 악하선조직에 미치는 영향에 관한 실험적 연구, 대한 구강악안면 방사선학회지, 20:139-150, 1990.
24. 김성수, 이상래: 방사선 분할조사가 타액선 도관 세포에 미치는 영향에 관한 전자현미경적 연구, 대한구강악안면방사선학회지, 18:177-192, 1988.
25. 박창서, 윤중호: Cobalt-60 방사선조사가 백서의 타액선에 미치는 영향에 관한 전자현미경적 연구, 대한구강악안면방사선학회지, 15:27-45, 1985.
26. 최갑식, 최순철, 박태원 : 방사선조사가 백서 악하선 미세혈관계에 미치는 영향에 관한 연구, 대한구강 악안면방사선학회지, 22:43-66, 1992.
27. 유영아, 손정익, 최미, 배용철, 최갑식: 방사선 조사가 악하선 미세혈관과 내피세포에 미치는 영향에 관한 실험적 연구, 대한구강악안면방사선학회지, 24:67- 84, 1994.
28. 조용진, 박태원: 방사선조사가 이하선 기능에 미치는 영향에 관한 연구, 대한구강악안면방사선학회지, 20:53-61, 1990.
29. van den Brenk, H.A.S., 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. Tooze, S. A., Flatmark, T., Tooze, J., and Huttner, W.B.: Characterization of the immature secretory granule, an intermediate in granule biogenesis, *J. Cell Biol.*, 115:1491-1503, 1991.
31. Izutsu, K.T., Goddard, M.K., Iversion, J.M., Robinovitch, M.R., Oswald, T.K., Cantino, M., and Johnson, D.: Maturation-related changes in mass and elemental contents of secretory granules as measured by electron-microprobe, *Cell Tissue Res.*, 261:535-540, 1991.
32. Kaito, T., Nasu, M., Kondoh, N., and Furumoto, K.: Effect of irradiation on the formation of secretory granules in the submandibular gland ; study by electron microscopic autoradiography with ³H-leucine, *Shigaku*, 80:51-61, 1992.
33. Sodicoff, M., Pratt. M., and Sholley, M.M.: Ultrastructural radiation injury of rat parotid gland ; a histologic dose response study, *Radiat. Res.*, 58:196-208, 1974.
34. Liu, H.M., Meyer, J., and Waterhouse, J.P.: An ultrastructural study of the effects of X-irradiation on the oral epithelium of the rat, *J. Oral Pathol.*, 5:194-208, 1976.
35. Kohn, W.G., Grossman, E., Fox, P.C., Armando, I., Goldstein, D.S., and Baum, B.J.: Effect of ionizing radiation on sympathetic nerve function in rat parotid glands, *J. Oral Pathol.*, 21:134-137, 1992.

-ABSTRACT-

AN EXPERIMENTAL STUDY OF THE RADIATION-INDUCED CHANGES ON THE SECRETORY GRANULES OF THE RAT SUBMANDIBULAR GLAND ACINAR CELL

Mi Choi, Kang-Sook Lee, Karp-Shik Choi

Department of Dental Radiology, College of Dentistry, Kyungpook National University

The purpose of this study was to investigate the irradiation effects on the secretory granules of the rat submandibular gland acinar cell. For this study, Sprague-Dawley strain rats were irradiated to their neck region with the dose of 5Gy and 10Gy by 6MV X-radiation, and sacrificed on the experimental periods after irradiation. The authors observed the ultrastructural changes of the secretory granules of the rat submandibular gland acinar cell under a transmission electron microscope.

The results were as follows:

In the transmission electron microscopic examination, secretory granules were blurred in limiting membrane on the 3hours groups after irradiation. And they showed decrease in number, irregularities in shape and distributional pattern, and inhomogeneous internal electron density on the 1day and 3days groups. After then, these changes were recovered in shape and distributional pattern on the 14days groups, and changes of internal electron density and limiting membrane were recovered on the 28days groups after irradiation. Among the intracellular organelles, rough endoplasmic reticulum was scattered, but golgi complex was not changed. And such pathologic changes were earlier and more prominent in 10Gy irradiated groups than in 5Gy irradiated groups.

사진 부도

Abbreviations

G: golgi complex

L: lumen

M: mitochondria

N: nucleus

rER: rough endoplasmic reticulum

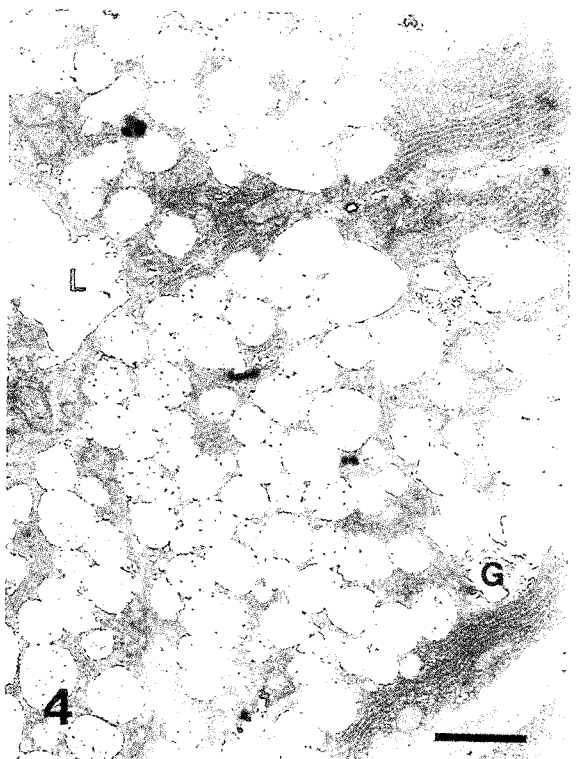
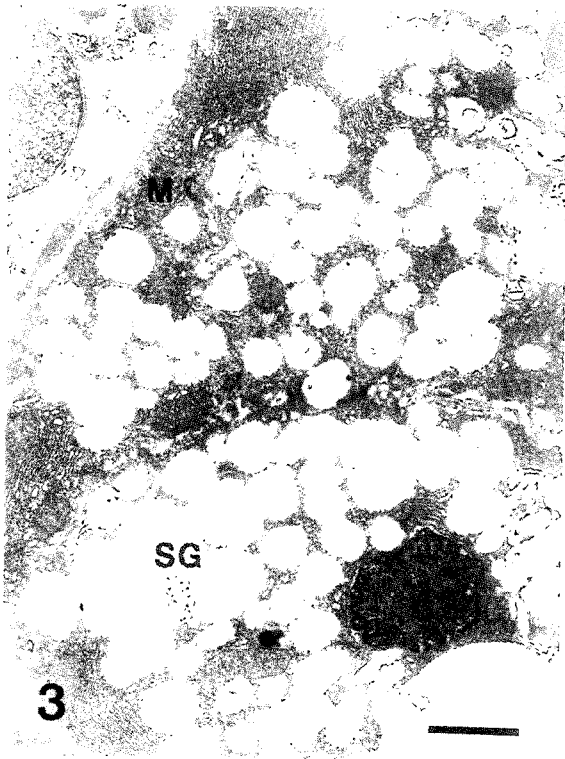
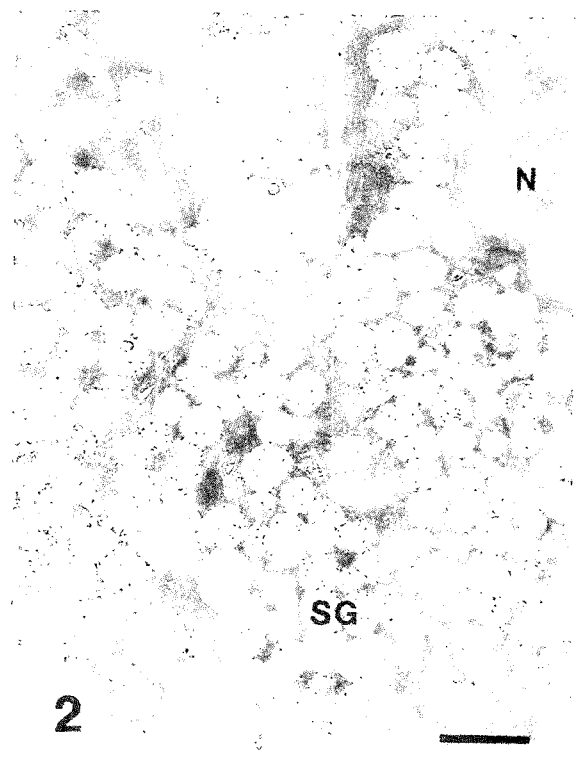
SG: secretory granule

each thick sole bar measures 2 μ m

each thin sole bar measures 0.5 μ m

- Fig. 1.** Secretory granules show inhomogeneous internal electron density are unevenly distributed in the cytoplasm of the acinar cell on the 1day group after 5Gy irradiation.
- Fig. 2.** Secretory granules are slightly increased in number, but inhomogenous internal electron density and blurred limiting membrane are still on the 7days group after 5Gy irradiation.
- Fig. 3.** Unevenly distributed secretory granules show irregular shape with inhomogenous internal electron density on the 3days group after 10Gy irradiation.
- Fig. 4.** Secretory granules are recovered to normal shape and distribution on the 28days group after 10Gy irradiation.
- Fig. 5.** Slightly blurred limiting membrane are noted on the 6hours group after 5Gy irradiation.
- Fig. 6.** Secretory granules are recovered to round-shape, but inhomogeneous internal electron density are still observed on the 14days group after 5Gy irradiation.
- Fig. 7.** Secretory granules are decreased in number, and show angular-shape with slightly blurred limiting membrane on the 3hours group after 10Gy irradiation.
- Fig. 8.** Secretory granules show slightly blurred limiting membrane and inhomogenous internal electron density on the 6hours group after 10Gy irradiation.

논문사진부도 ①



논문사진부도 ②

