

방사선조사가 흰쥐의 악하선에 미치는 영향에 관한 현미경적 연구

— An Microscopic Study of the Irradiation Effect
on the Submandibular Glands of the White Rat —

한서대학교 방사선학과 · 신성대학 치위생과*

김명수 · 임청환 · 김창희*

— 국문요약 —

두 경부 악성종양 치료를 위한 방사선조사가 정상 타액선 조직에 미치는 영향을 관찰하기 위하여 체 중 100 gm 내외의 sprague dawley종 암컷흰쥐 42마리를 대조군, 실험 1, 2군으로 분류하고 대조군은 6 마리, 실험군은 18마리씩 나누어, CLINAC 2100 C-D 6 MV X-RAY를 사용하여 조사거리 100 cm 분당 100 cGy로 실험군 흰쥐의 두 경부에 조사시켜 희생시킨 후 통법에 따라 현미경 표본을 제작 관찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 악하선의 소포세포의 손상은 분할조사의 양이 증가할수록 심하였으며 12 Gy군은 매우 경미한 손상을 보이는데 비해 24 Gy군은 심한 손상을 야기하였다.
2. 악하선의 소포세포는 핵의 다형태성, 분비파립의 감소와 다형태성, 과립형질내세망의 확장, 사립체의 팽창과 창백, 골지체의 확장 등이 관찰되었다.
3. 방사선감수성이 예민한 순서는 장액세포, 장점액세포, 분비소관세포의 순이었다.
4. 도관상피세포 및 점액세포에는 중요한 변화가 없었다.
5. 모든 실험군을 통하여 미세혈관의 손상 소견이 없어 미세혈관 손상이 타액선에 조기 손상을 유발시키지 않는 것으로 생각된다.

I. 서 론

두 경부에 발생한 악성종양의 치료법으로는 외과적, 화학적 치료법과 더불어 방사선 조사에 의한 치료법 등이 있는데. 이중 방사선 치료는 종양조직부분만 아니라 주위정상조직 즉, 비강, 인두강, 구강점막 및 타액선 등에 영향을 미쳐 타액선 종창, 미각소실, 악골 괴사증, 연하곤란, 구강건조증, 치아우식증 등이 유발될 수 있다^{1,2)}.

Bergonie와 speder¹⁾는 최초로 인체에서 방사선 조사 후 타액선 종창이 수 시간 이내에 발생된 10예를 보고하였으며, 그 후 방사선을 인체와 동물에 단회 또는 분할조

사한 후 타액선에 미치는 영향에 대하여 광범위하게 보고되었다. 방사선 조사 후 타액선에 미치는 생리학적 및 조직화학적 변화에 관한 보고로서 Frank⁴⁾등은 타액의 pH가 5.5로 감소된 것을, Kashima⁵⁾등과 Wolf⁶⁾등은 혈청 내 아밀라아제가 현저히 증가된 것을, Ben-Aryeth⁷⁾등은 타액 내 acidogenic microflora의 증가를, Dreizen⁸⁾등과 Eneroeth⁶⁾ 등은 타액의 완충능력이 감소된 것을 보고하였다. 타액선에 나타나는 일반적인 변화로 핵의 농축, 분비파립의 감소, 선세포의 위축, 세포질의 공포변성 및 섬유조직의 증식들이 보고되었다⁹⁾.

Chomette¹⁰⁾는 흰쥐에 2,000, 2,500, 3,000 rads의 co-

balt-60을 단회조사 후 핵융해, autophagosome 등을 관찰하고 도관 내 산화성 효소의 작용이 감소된 것과 사립체의 변화가 있음을 보고하였다. 이¹¹⁾는 흰쥐에 cobalt-60을 1,200, 2,000 rads로 각각 단회조사 후 악하선세포들의 미세 구조 변화를 관찰하여 개재관, 과립성도관, 선소포의 순으로 방사선 감수성이 있음을 보고하였다.

또한 stern¹²⁾등은 흰쥐에 fast neutron을 조사 후 이하선과 악하선의 손상으로 소포세포의 세포질 내 미세구조들이 다양한 형태로 변성된 것을 관찰하고, 두 타액선은 유사한 손상을 보였다고 하였다.

이상과 같이 흰쥐의 두 경부에 방사선 단회조사 후 타액선에 미치는 영향에 관한 연구는 다수 있으나 분할조사 후 타액선에 미치는 영향에 관한 연구는 적다고 사료되어 암컷흰쥐의 두 경부에 CLINAC 2100 C-D 6 MV X-ray를 12 Gy, 24 Gy씩 각각 megavoltage로 분할 조사하여 흰쥐의 악하선 선도관에서 나타나는 변화를 관찰하여 보고한다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

실험동물은 일정조건하에서 사육된 체중 100 gm 내외의 sprague-Dawley계 암컷흰쥐 42마리를 대조군 6마리, 실험군은 1, 2군 각각 18마리씩이었다.

2. 실험방법

1) 방사선 조사

특별히 고안된 목판위에 앙와위로 사지와 상악전치를 실로 견인 고정 후 두 경부만 조사되도록 납판으로 보호한 후, CLINAC 2100 C-D 6MV X-ray를 사용하여 조사범위 12×5 cm, 선량률 100 cGy/min, 관구와 피사체간의 거리 100 cm, 심도 1.5 cm가 되도록 하여 실험 1군에서는 총 조사량이 12 Gy, 실험 2군에서는 24 Gy 1일 1회 6 Gy씩 3일 간격으로 2회 4회로 각각 분할조사 시켰다 (Table 1 참조).

2) 희생 및 표본제작

실험군은 소군별로 방사선 조사 후 3, 6, 12시간 1, 3, 7일에 3마리씩 2.5% glutaraldehyde액(Phosphate buffer, pH 7.4)으로 혈관 관류고정을 하고 대조군은 3시간, 1

Table 1. The numbers of rat about each groups and irradiation methods.

조사방법 군	동물 수	분할 조사량	조사 횟수	총 조사량
대조군	6	0	0	0 Gy
실험 1군	18	6 Gy	2	12 Gy
실험 2군	18	6 Gy	4	24 Gy

Table 2. The numbers of rat following sacrifice time after irradiation.

방사선조사 후 희생시기 군	3시간	6시간	12시간	1일	3일	7일	계
대조군	2			2	2	2	6
실험 1군	3	3	3	3	3	3	18
실험 2군	3	3	3	3	3	3	18
총계	8	6	6	8	6	8	42

일, 7일에 2마리씩 희생시켰다(Table 2 참조).

희생시킨 즉시 악하선을 절취하여 3% glutaraldehyde 용액(phosphate buffer, pH 7.4)에 2시간 전 고정하였다.

전 고정된 조직편을 1% osmium tetroxide액(phosphate buffer, pH 7.4)에 후 고정한 후 각급 alcohol과 acetone으로 탈수시킨 다음 Epon 812에 포매하였다. 포매조직은 ultramicrotome으로 초박절편을 작성하였고, 이들을 uranyl acetate와 lead citrate로 염색한 다음 JEN 1200EX 전자현미경으로 관찰하였다. 광학현미경 관찰을 위하여 제작된 시료를 ultramicrotome으로 1 μm 두께의 절편을 작성하여 H-E(Hematoxylin Eosin) 염색, PAS(Periodic Acid Schiff)염색 및 TB(Toluidine Blue)염색을 시행하여 관찰하였다.

III. 실험결과

1. 광학현미경적 소견

1) 대조군 H-E 염색소견

선세포, 개재관, 엽내관, 엽간관으로 구성되며 엽내관은 엽내조문관을 통하여 분비소관으로 갈라지며 이것은 짧은 개재관으로 지속되어 장점액성 소포로 이어진다 (Fig. 1).

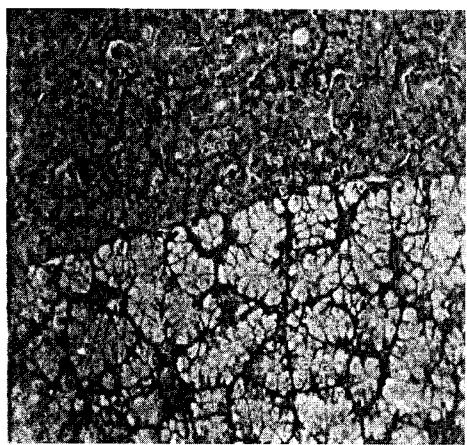


Fig. 1. Control group (H-E stain, $\times 200$)

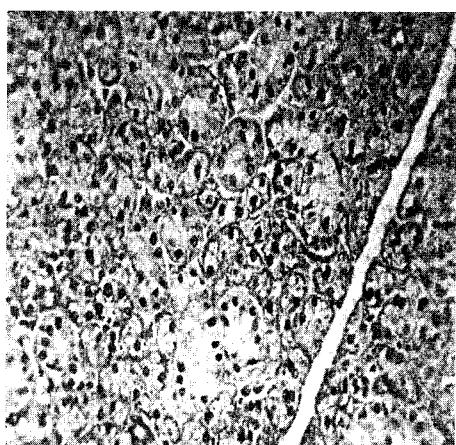


Fig. 3. Group 1 at 4 days (PAS, $\times 400$)

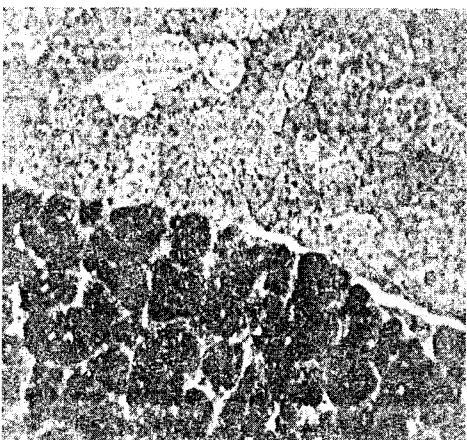


Fig. 2. Control group (PAS, $\times 200$)

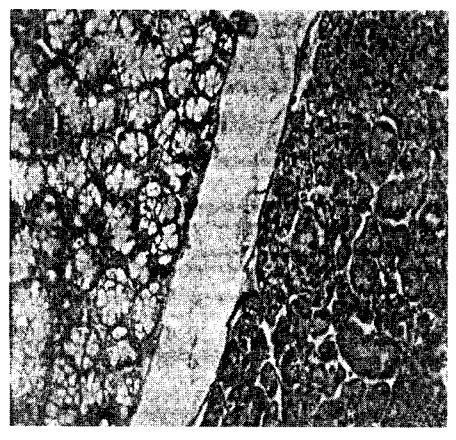


Fig. 4. Group 2 at 3 hours (H-E, $\times 200$)

Table 3. The microscopic aspects of submandibular gland of experimental groups.

관찰부위 조 직 소 견 회 생 시 기 실 험 군	장점액 소포세포			분비소관	도 관		기 질	
	핵 의 다형태성	과립의 소실	공포변성		과립의 소실	화장	상피세포의 변화	혈관내피 세포의 변화
1군	3 HR	—	—	—	—	—	—	—
	6 HR	—	+	—	—	—	—	—
	12 HR	—	+	—	—	—	—	—
	1 D	+	+	—	—	—	—	—
	3 D	+	+	—	±	—	—	—
	7 D	+	+	—	±	—	—	—
2군	3 HR	±	+	—	—	—	—	—
	6 HR	±	+	—	—	—	—	—
	12 HR	±	+	—	+	—	—	—
	1 D	+	+	—	+	—	—	—
	3 D	+	+	—	+	—	—	—
	7 D	+	+	—	+	—	—	—

— : 무반응, ± : 경반응, + : 약반응, ++ : 강반응

2) 대조군 PAS 및 TB 염색소견

세포질 내 과립의 변화를 보기 위한 PAS 및 TB 특수 염색 소견에서 악하선 소포는 TB에 중등도 양성반응을, 악하선 분비소관 세포는 PAS에 중등도 양성반응을 보였다(Fig. 2).

3) 실험군

1군 : 장점액 소포에서 핵의 다형태성은 1일부터 7일 까지 미약하게 관찰되었으며, 과립의 감소는 6시간부터 7일까지 미약하게 관찰되었으나 공포변성은 없었다. 분비 소관 세포에서 과립의 감소는 4일부터 7일까지 경미하게 관찰되었으나 도관 및 기질에서의 변화는 전시기를 통하여 관찰할 수 없었다(Fig. 3)

2군 : 장점액 소포세포 핵의 다형태성은 3시간부터 12 시간까지 경미하게 1일부터 7일까지는 미약하게 관찰되었으며 과립의 감소는 3시간부터 7일까지 미약하게 보였으나 공포변성은 없었다. 분비소관 세포에서 과립의 감소는 12시간부터 7일까지 미약하게 관찰되었으나 도관 및 기질에서의 변화는 없었다.

(Fig. 4)(Table 3 참조)

2. 전자현미경적 소견

1) 대조군

소 포 : 장점액 세포로 구성되며 핵은 중앙 또는 기저부에 위치하며 분비과립은 보통 상호 융합하여 골지체는 미세소포를 구성하며 사립체와 과립형질내세망은 주로 기저부에 위치하고 세포 간에는 연합 복합체가 발달되어 있었다.

개 재 관 : 장방형 상피세포로 구성되며 핵은 관강의 장축에 평행하게 길게 늘어져 있고 분비과립은 드물게 관찰되었다.

분비소관 : 구성세포내에 다수의 사립체가 기저부에서 수직으로 배열되어 조문형태를 이루고 과립형질내세망 및 분비과립이 관찰되었다.

(Fig. 5)

2) 실험군

1군

소 포 : 핵의 다형태성 및 분비과립의 감소는 3시간부터, 과립형질내세망의 확장 및 분비과립의 현저한 융합은 6시간부터 관찰되었고 사립체의 내부기질 소실로

인한 창백은 1일에서 현저 하였으나 전시기를 통하여 골지체의 확장은 경미하였다.

분비소관 : 6시간부터 사립체의 확장이 관찰되었다.

개 재 관 : 현저한 변화가 없었다.

(Fig. 6)

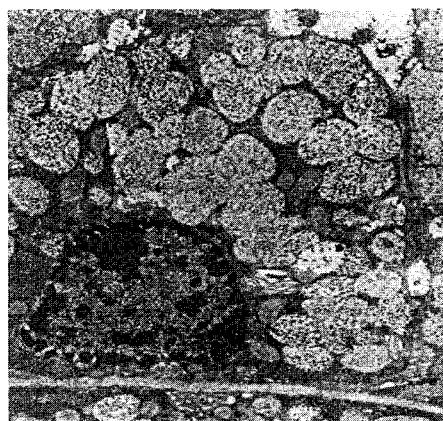


Fig. 5. Control group ($\times 5,000$)

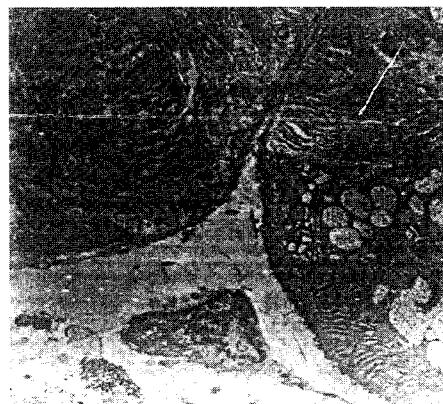


Fig. 6. Group 1 at 4 days ($\times 3,000$)

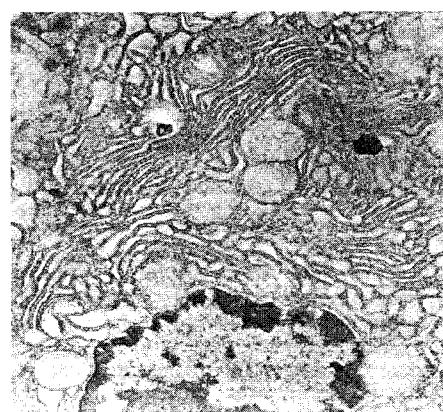
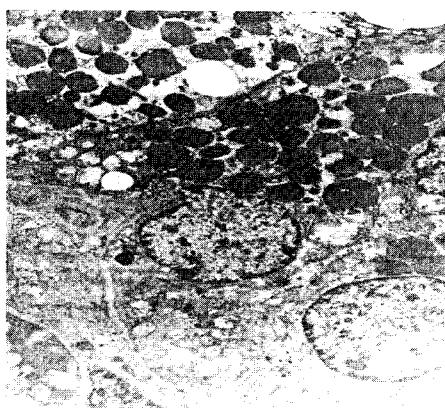


Fig. 7. Group 2 at 4 days ($\times 2,500$)

Fig. 8. Group 2 at 7days ($\times 6,000$)

2군

소 포 : 핵의 다형태성, 사립체 및 과립형질내세망의 확장은 3시간부터 보였고, 7일에는 지방소적에 출현도 관찰되었다.

분비소관 : 6시간부터 사립체의 확장이 관찰되었다.

개 재 관 : 현저한 변화가 없었다.

(Fig. 7, 8)

IV. 고 찰

방사선감수성 차이에 관해 Bergonie와 Tribondeau¹³⁾는 세포핵 분열이 활발하고 진행중인 세포분열의 수가 많고 덜 분화된 세포일수록 감수성이 높다고 주장하였다. 방사선으로 인하여 손상을 받는 기전은 세포의 분자가 에너지를 전달 또는 흡수함으로써 직접 손상을 받게 되거나 또는 물과 같은 용매제가 방사선과 상호 작용하여 방사선용해성입자를 방출함으로써 DNA, RNA, 효소, 세포막 등에 손상을 주어^{14,15)} 세포의 신진대사와 세포분열에 장애가 있게 된다.

생물학적 영향의 정도는 방사선의 조사방법, 조사량, 조사대상조직 등에 따라 다르며, 이러한 방사선의 생리를 이용하여 방사선이 치료의학에 이용된다¹⁶⁾.

그러나 이들은 세포의 실활이나 변이 또는 악성전환 등의 부작용을 야기할 수 있다¹⁷⁾. 특히 두 경부에 발생된 악성종양의 치료방법으로 사용되는 방사선치료법은 외과적 절제술에 의해 야기될 수 있는 치명적인 기능장애나 심미적 손상을 피할 수 있는 장점을 갖는 반면에, 두 경부 각 조직에 영향을 미쳐 구강점막염, 점막하출혈, 궤양, 방사선골괴사 등의 합병증을 유발시킬 수도 있다^{18~21)}. 타액선등의 선조직은 세포주위 또는 세포내에 수분의 함량

이 많아²²⁾ 방사선의 간접작용에 의해서도 큰 영향을 받으리라고 생각된다.

타액선은 방사선에 의해 효소변화를 일으키는 등 비교적 감수성이 높은 조직²³⁾으로서 타액선중 이하선이 방사선 감수성이 가장 높다²⁴⁾. English(1955), Santangelo와 Toto(1965)⁹⁾, Stern¹²⁾등(1976)과 고(1988)²⁷⁾는 방사선조사에 의하여 타액선조직에서는 핵의 크기 및 형태변화, 선포의 위축 및 공포화, 선포내의 과립감소, 세포의 분절 및 세포내 구조의 붕괴 등이 나타난다고 하였고, 이러한 변화는 각 세포의 방사선에 대한 감수성에 따라서 다양하게 나타나는데, 이와 같은 방사선감수성은 LD50(30)이 기준이 된다²⁸⁾. Anderson등(1981)²⁴⁾은 타액선조직 중 선포가 방사선조사에 가장 민감하고, 곡세관과 직세관은 중등도의 반응을 보이며, 혈외도관이 방사선에 가장 저항력이 크다고 하였으며 Sholley등(1974)²⁹⁾, Ito(1967)²³⁾, Shafer(1952)³⁰⁾등도 이와 같은 타액선조직의 방사선 감수성을 보고한 바 있다.

방사선에 의한 선도관세포의 변화로서는 대체적으로 선도관세포의 위축 및 불규칙한 증식, 편평세포의 화생, 염색도의 증가, 관강의 협소화 및 폐쇄, 핵막의 소실, 염색질의 이상배열, 사립체의 부종과 파괴, 분비과립의 파괴와 감소, 세포간극의 이개 등이 관찰되는데 Cherry와 Glucksman(1959)이 3000R 이상의 조사군에서는 선세포가 변화를 일으킨 후, 이차적으로 윤관세포에서 증식성의 변화가 일어나고 선세포가 변성된 후에는 선도관세포가 입방형 내지 원주형에서 편평형으로 화생되었으며 관강은 이완되었다고 보고한 바 있다. 또한 Greenspan등(1964)은 방사선조사 4시간 후에 혈내선도관이 변화되어 불규칙한 반점상으로 농염되었으며 거친 과립이 응집되었다고 보고하였으며, Phillips(1970)은 방사선조사 후 선도관조직이 4일째 가장 심한 변화를 보였고, 8~16일이 경과하여 회복되었다고 하였다.

본 실험군의 전자현미경적 소견에서 조직세포의 미세구조 중 현저한 변화로 핵의 다형태성, 분비과립의 감소와 크기의 변화, 사립체의 확장과 사립체능의 소실, 과립형질내세망의 변화 및 골지체의 확장 등을 관찰하였다.

핵의 다형태성은 악하선의 소포세포에서 각각 실험초기인 3시간부터 7일까지 계속 관찰되었으나 핵인의 변화는 없었다.

과립형질내세망의 변화는 리보솜에서 생성된 단백질이 제거됨으로써 내망이 변형되거나 회선형으로 나타나며 이것은 세포에 유해한 자극이 가해졌을 때 나타나는 퇴행성 또는 증식성변화로 알려져 있다³¹⁾. 또한 회선형내망은

세포형질 및 핵의 팽창 후 볼 수 있는 소견이라고 Liu²⁶⁾ 와 이¹¹⁾는 주장하였다. 본 실험에서 과립형질내세망의 확장은 악하선 1군 6시간부터 관찰되었다. 이로서 회선형내망은 핵의 변화 후 볼 수 있으며, 또한 장점액성 세포질보다는 장액성 세포질에서 흔히 볼 수 있는 소견으로 생각되었다.

분비과립의 변화에 관하여 Hand³²⁾는 흰쥐를 16~48시간 금식시킨 후 이하선에서 변형된 분비과립, 용해소체, 지방질 등을 관찰함으로써 용해소체가 분비과립의 퇴행성변화에 관여한다고 주장하였다. 그러나 본 실험군에서는 악하선의 소포세포에서 실험초기인 1군 3시간부터 분비과립의 감소를 보여 Sodicoff³³⁾의 주장과 마찬가지로 실험동물의 금식상태가 분비과립의 퇴행성변화에 전적으로 영향을 미치지 않는 것으로 생각되었다.

골지체의 확장을 Sodicoff는 흰쥐이하선 장액세포에서 400, 800R의 단회조사 후 관찰하였으나 1,600, 6,400R의 단회조사에서는 변화가 없었다고 하였으며, Liu²⁶⁾는 골지체의 확장을 세포의 방어기전으로 유추하였으며 이는 악하선소포에서 장기간 관찰하였다. 본 실험에서는 전실험군을 통하여 악하선소포에서 모두 경미하게 관찰되어 골지체는 다량의 방사선에도 심하게 영향을 받지 않는 방어기전을 지닌 미세구조로 생각되었다. 사립체의 확장소견은 사립체의 직경증가, 기질밀도의 감소 및 사립체 능의 소실 등으로 나타나며³³⁾ 사립체의 확장소견은 모두 유형의 세포손상 후 실제로 발생된다고 보고되었으나^{34,35)} 아직까지는 복잡한 기전으로 알려져 있다. 사립체가 확장되면 기질이 희게 보이는데 이것은 사립체내로 수분이 유입되어 희석되거나 또는 사립체내의 용질이 세포질내로 소실된 결과라고 보고된 예도 있었다³⁴⁾.

Chomette¹⁰⁾ 등은 2일째 도관에서 관찰하였고 이¹¹⁾는 개재관에서 회복이 늦은 미세구조로 관찰하였다. 본 실험에서도 사립체의 확장은 악하선 소포세포에서 1군 1일, 악하선 분비소관세포에서 1군 6시간부터 관찰되어 방사선 조사에 의해 초기에 영향을 받는 미세구조로 생각되었다.

미세혈관은 본 실험군을 통해서 현저한 변화가 없어 Rubin, Casarett²⁵⁾의 주장을 부인하는 Sodicoff³³⁾와 Sholley의 견해와 동일하게 미세혈관의 손상으로 인하여 이차적으로 타액선기질이 손상을 받지 않는 것으로 생각되었다.

또한 방사선조사 후 초기에 발생하여 곧 소멸되는 퇴행성 미세구조로 이루어진 cytolytic body와 light body의 존재를 Sodicoff, Sholley³³⁾ 등은 악하선 소포세포에서 관찰하였으나 본 실험군에서는 전 시기를 통하여 관찰되지 않았다.

그 이유로는 선학들은 다량의 방사선을 단회조사 후 전자현미경적 관찰을 한 반면에 본 실험에서는 총 조사량을 분할조사 시켜 분할조사 기간 사이에 세포들이 회복되어 총 조사량의 조사 후에도 세포에 미치는 손상이 적었던 것으로 생각되었다.

이에 암컷흰쥐의 두 경부에 분할조사 후 광학 및 전자현미경적 관찰을 통하여 타액선에 미치는 손상이 악하선, 분비소관 등에서 미약하게 관찰되어 megavoltage의 분할조사방법이 선학들의 단회 또는 orthovoltage의 분할조사방법보다 흰쥐의 타액선에 미치는 영향이 적었음을 유추하였다.

V. 결 론

체중 100 gm 내외의 sprague dawley종 암컷흰쥐 42마리를 대조군, 실험 1, 2군으로 분류하고 대조군은 6마리 실험군은 18마리씩 나누어, CLINAC 2100 C-D 6 MV X-RAY 치료기를 사용하여 조사거리 100 cm에서 매분 당 100 cGy로 실험군 흰쥐 두 경부에 각각 총 조사량 12 Gy, 24 Gy를 1일 1회 6 Gy씩 3일 간격으로 2회, 4회, 각각 분할조사 후 대조군은 3시간, 1일, 7일에 2마리씩 희생시키고 실험군은 3시간, 6시간, 12시간, 1일, 3일, 7일에 희생시켜 악하선을 적출하여 각각 통법에 따라 광학현미경 및 전자현미경 표본을 제작 관찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 악하선의 소포세포의 손상은 분할조사의 양이 증가 할수록 심하였으며, 12 Gy군은 매우 경미한 손상을 보이는데 비해 24 Gy군은 심한 손상을 야기하였다.

2. 악하선의 소포세포는 핵의 다형태성, 분비과립의 감소와 다형태성, 과립형질내세망의 확장, 사립체의 팽창과 칭백, 골지체의 확장 등으로 관찰되었다.

3. 방사선감수성이 예민한 순으로는 장액세포, 장점액세포, 분비소관세포의 순이었다.

4. 도관상피세포 및 점액세포에는 중요한 변화가 없었다.

5. 전 실험군을 통하여 미세혈관의 손상소견이 없어 미세혈관의 손상이 타액선에 조기손상을 유발시키지 않는 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. Bergonie, J. and Speder, E. : Sur quelques formes

- de reactions precoces apres irradiations. Roentgen. Arch. d'electric. Med., 19 : 211, 1911. cited, from 10.
2. Ceresole, G.A. : La connaissance des reactions precoces apres des irradiations. Roentgen. Arch. Elect. Med., 20 : 304, 1912. cited from 7.
 3. Sodicoff, M., Pratt, N.E. and Sholley, M.M. : Ultrastructural radiation injury of rat parotid gland, A histopathologic dose-response study. Radiat. res., 58 : 196-208, 1974.
 4. Frank, R. M., Herdly, J. and Philippe, E. : Acquired dental defects and salivary gland lesions afterirradiation for carcinoma, J. A. D. A., 70 : 868-883, 1965.
 5. Kashima, H. K., Kirkham, N. R. and Andrews, J. R. : Post irradiation sialadenitis - a study of the clinical features : histopathologic changes and serum enzyme variations following irradiation of human salivary glands, Am. J. Roentgenol., 94 : 27, 1965.
 6. Wolf, R. O., Taylor, L. L. and Brace, K. : Effects of irradiation of the parotid gland and pancreas on human isoamylases, Am. J. Clin. Pathol., 54 : 214-218, 1970.
 7. Ben-Aryeth, H., et al. : Effects of radiation on saliva in cancer patients, J. Oral Surg., 4 : 205-260, 1975.
 8. Dreizen, S. and Brown, L. : Xerostomia and dental caries, proceeding of microbial aspects of dental caries, Sp. Suppl. Microbiol. Abstr., 1 : 263-273, 1976. cited from oral radiology., St. Louis, Mosby Co, 1982.
 9. Santangelo, M. V., and Toto, P. D. : Radiation effects on mouse submandibular glands, J. Dent. Res., 44 : 1291. Nov-Dec, 1965
 10. Chomette, G., et al. : Effects of irradiation on the submandibular gland of the rat, Virchows Arch. (Pathol Anat.), 391 : 291-299, 1981
 11. 이건주, 이상철 : Co^{60} 방사선 조사가 흰쥐악하선에 미치는 영향에 관한 전자현미경적 연구. 경희치대논문집, 5 : 33-44, 1983
 12. Stern, M. H., et al. : Electron microscopic changes in rat parotid and submandibular glands subsequent to total body irradiation with fast neutrons, Oral Surg., 42 : 620-630, 1976
 13. Bergonie, J. and Tribondeau, L. : Interpretation de quelques resultats de la radiotherapie et essai de fixation d'une technique rationnelle, Compt. Rend. Acad. d. sc., 143 : 983-984, 1906. Cited from 45.
 14. Altman, K. I., Gerber, G. B. and Okada, S. : Radiation biochemistry, Vol. 1, New York, 1970, Academic Press. cited from 57.
 15. Wills, E. D. : Effects of irradiation on subcellular component, Int. J. Radiat. Biol., 17 : 217-228, 1970. cited from 57.
 16. Blozis, G. G. and Robinson, J. E. : Oral tissue changes caused by radiation therapy and their management. Dent. Cln. North Am., 12 : 643-656, 1968.
 17. Fry, R. J. N. and Ainsworth, E. J. : Radiation injury ; some aspects of the oncogenic effects. Fed. Proc., 36 : 1703, 1977.
 18. Goepfert, R. A. and Fitch, F. W. : Radiation effects on oral epithelium in mice. J. Dent. Res., 48 : 641-645, 1969.
 19. Gowgier, J. M. : Experimental radio-osteonecrosis of the jaws. J. Dent. Res., 39 : 176-197, 1960
 20. Rankow, R. M. and Weissman, B. : Osteoradionecrosis of the mandible. Ann. Otol., 80 : 603-611, 1971.
 21. Beumer, III, J. and Brady, F. A. : Dental management of the irradiated patient. Int. J. Oral Surg., 7 : 208-220, 1978.
 22. Ten Cate, A. R. : Oral histology ; development, structure and function. 2nd ed., pp.303-331, The C. V. Mosby Co., 1985.
 23. Ito, M. : Biological effect of x-irradiation on salivary glands of mice. Radiat. Res., 30 : 283-300, 1967.
 24. 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.
 25. Rubin, P. and Casarett, G. W. : Clinical radiation

- pathology, philadelphia, W. B. Saunders co, 1 : 38-66, 1978.
26. Liu, H. M., Meyer, J. and waterhouse, J. H. : An ultrastructural study of the effects of X-irradiation on the oral epithelium of the rat, *J. oral path.*, 5 : 194-208, 1976.
27. 고광준 : 방사선조사가 흰쥐 이하선의 선세포에 미치는 영향에 관한 전자현미경적 연구. 경희대학교 대학원 박사학위논문, 1988.
28. 北皇隆 : 放射線生物學, 第2版, 通商產業研究士, pp.72-77, 1977.
29. Sholley, M. M., Sodicoff, M. and Pratt, N. E. : Early radiation of acinar cells and vascular endothelium. *Lab. Inv.*, 31 : 340-354, 1974.
30. Shafer, W. G. : The effect of selective x-ray irradiation on the histologic structure of the rat salivary glands. *J. Dent. Res.*, 31 : 486-487, 1952.
31. Helminen, H. J. and Ericsson, J. L. E. : Ultrastructural studies on prostatic involution in the rat : Mechanism of autophagy in epithelial cells with special reference to the rough surface endoplasmic reticulum, *J. Ultrestruct. Res.*, 36 : 708-724, 1971.
32. Hand, A. R. : The effects of acute starvation on parotid acinar cells : Ultrastructural and cytochemical observation on ad libitum-fed and starved rats, *Amer. J. Anat.*, 135 : 71-92, 1972.
33. Trump, B. F., et al. : Studies on necrosis of mouse liver in vitro ultrastructural alterations in the mitochondria of hepatic parenchymal cells, *Lab. Inv.*, 14 : 343, 1965.
34. Lechninger, A. L. : The mitochondrion : Molecular basis of structure and function, New York, W. A. Benjamin, Inc., 1964. cited from 58.
35. Rouiller, C. : physiological and pathological changes in mitochondrial morphology, *Int. Rev. Cytol.*, 9 : 227, 1960. cited from 58.
36. Schafer, W. G. : The effect of single and fractionated doses of selectively applied x-ray irradiation on the histologic structure of the major salivary glads of the rat, *J. Dent. Res.*, 32 : 796, 1953.

• Abstract

An Microscopic Study of the Irradiation Effect on the Submandibular Glands of the White Rat

Myeong Soo Kim · Cheong Hwan Lim · Chang Hee Kim*

Dept. of Radiology Science, Hanseo University

*Dept. of Dental Hygiene, Sinsung College**

This study was undertaken to observe the histopathologic changes in submandibular glands of the white rats when exposed to megavoltage fractionated dose of CLINAC 2100 C-D 6 MV X-RAY irradiation and 42 female white rats, weighing approximately 100gm, were divided into control and 2 experimental groups.

At sacrifice, submandibular glands were excised and examined microscopically and electromicroscopically. The results were as follows :

1. The acinar cells of submandibular gland showed damage varied with dose, 12 Gy resulted in very mild injury while 24 Gy caused extensive injury.
2. The acinar cells of submandibular gland showed similar ultrastructural alterations, appeared as pleomorphic nucleus, decreased numbers and pleomorpgism of secretory granules, distention of rough endoplasmic reticulum, expansion and pallor appearance of mitochondria, and hypertrophy of Golgi complex.
3. A serous cells were the most sensitive components, displaying morphological alterations of radiation damage as early as 3 hours, followed by submandibular seromucinous cells and secretory tubular cells.
4. The mucous cells, as well as the whole ductal lining cells, displayed no significant alterations.
5. No evidence of microvascular injury through whole experimental groups indicated that microvascular impairment dose not contribute to early. salivary gland injury.

Key words : submandibular gland, microscopic, histopathologic