

# 방사선 조사가 이하선 기능에 미치는 영향에 관한 연구

서울대학교 치과대학 치과방사선학 교실

조용진 · 박태원

## 목 차

- 국문 초록
- I. 서 론
- II. 실험 재료 및 방법
- III. 실험 성적
- IV. 고 찰
- V. 결 론
- 참고 문헌
- 영문 초록

## I. 서 론

악성종양의 치료를 위하여 외과적 시술이 곤란한 경우나 외과적 절제후 처치의 과정으로 방사선을 조사하는 경우에 병소부위와 인접한 장기조직에도 상당량의 방사선이 조사되는데, 이러한 방사선 피폭에 의하여 정상조직의 세포 피사가 초래되고 대부분 심한 기능장애가 나타나는 것을 볼 수 있다. 특히 상기도와 상부 소화기등 두경부의 종양치료를 위한 방사선 조사시에 이러한 장애가 자주 나타나는데 이는 두경부의 해부학적 구조가 복잡하여 병소에만 선택적으로 조사하기가 어려우며 방사선에 예민한 조직들이 많기 때문으로 알려져 있다<sup>1,2)</sup>. 악안면 영역의 장애 증상으로는 구강건조증, 악골괴사증, 치아우식다발, 치아 및 악골발육장애 등의 증상이 나타나는 것으로 알려져 있

tion)에 쉽게 손상되며 그로 인하여 타액선염과 구강건조증이 발생한다. 이러한 증상은 타액선의 설포세포가 방사선에 의해 손상을 받기 때문이며, 과다한 양을 받으면 그 증상이 심하여 손상된 타액선은 때로 치료가 어렵고 조사 후 장기간 기능의 회복이 일어나지 않는다.

타액선 질환의 진단이나 타액선 기능을 평가하는 경우에는 자세한 병력추적과, 시진, 촉진 이 중요한 진단방법이나 이러한 임상적 판단의 확인이 필요하며, 이를 위해 이용할 수 있는 방법은 타액선 조영술, 타액 성분검사, 전산화 단층촬영, 미생물 검사, 초음파 검사, 타액선 스캔, 생검등이 있다<sup>3)</sup>. 이들중 타액선 조영술은 타액선 질환을 평가하는 유용한 방법으로 도관계의 자세한 형태를 보여주며 Borner등에 의해 소개된 technetium 스캔은 타액선의 기능적 상태를 평가하는 유효한 방법이라고 할 수 있다<sup>4)</sup>. 최근에는 타액선 스캔이 임상적으로 도관(duct)에 탐침 혹은 카눌을 삽입할 수 없거나, 선천성 기형, 폐쇄성 염증질환, 외상성 병소, 누공, 수술후의 치유 경과를 확인하는 경우등에 유용하게 사용되고 있다. <sup>99m</sup>Tc-pertechnetate ( $TcO_4^-$ )은 1937년 Segre에 의해 발견되어 1964년 갑상선의 스캔에 처음으로 이용되었고, Stephen등에 의해 <sup>99m</sup>TcO<sub>4</sub><sup>-</sup>가 타액선에 농축되는 것이 확인되었으며<sup>5,6)</sup>, 많은 학자들이 타액선에 대한 연구를 보고하였다<sup>7-11,14)</sup>.

방사선 조사후 타액선에 미치는 생리학적,

생화학적 변화에 대한 많은 보고가 있었는데, Frank등<sup>12)</sup>은 방사선 조사후 타액의 pH는 6.5로 감소된다고 하였고, Eneroth등<sup>11)</sup>은 타액의 완충력이 저하된 것을 보고하였으며 Ben-Aryeth등<sup>13)</sup>은 산생성 균주가 증가된 것을 보고하였다. 그리고 Choi<sup>15)</sup>은 감마선 조사가 타액선의 핵산 인산화합물에 미치는 영향을 연구하였으며, Furuno등<sup>16)</sup>, Sasaki와 Yamada<sup>17)</sup>는 타액선의 핵산대사와 단백질 교체에 대한 방사선의 효과에 대해, Hokin과 Hokin<sup>18)</sup>은 췌장 세포의 단백질 생합성에 대한 방사선 조사의 효과를 보고하였고, Mande<sup>19)</sup>은 각종 타액선 질병과 방사선 조사시의 타액 성분 변화를 보고한 바 있다.

또한 방사선 조사는 미소혈관 특히 모세혈관의 내피세포에 현저한 영향을 주며<sup>20,21)</sup>, 혈관 내피세포의 퇴행성 변화, 붕괴, 괴사가 혈관내경을 좁혀 국소순환 장애의 원인이 된다는 보고가 있다<sup>22,23)</sup>.

본 실험에서는 임상적으로 방사선 치료에 사용하는 방사선 양을 단일 조사하고  $^{99m}\text{TcO}_4^-$ 의 타액선내 섭취 및 자극분비 후의 잔류량을 측정하고, 자극분비계수로 산정하여 방사선 조사후 시간경과에 따른 이하선의 혈류와 분비기능의 변화를 관찰하였으며, 선포세포의 기능변화와 그 기전을 알아보기 위하여 효소 활성도 및 핵산을 측정하였다.

## II. 실험재료 및 방법

서울대학교 동물실에서 사육한 체중 160-200gm의 Sprague-Dawley계 흰쥐를 실험동물로 하였으며, 물과 고형사료를 제한없이 공급하면서 사육하였고, 방사선 조사후 6시간, 3일, 7일, 14일, 28일 경과군으로 나누어 비조사군과 비교 관찰하였다.

### 1. 이하선에 대한 방사선 조사

서울대학교 병원 치료방사선과 장비를 이용하여  $^{60}\text{Co}\gamma$ 선을 조사하였다. 조사량은 20Gy를 단일조사하였고, 실험에 앞서 ionic chamber

를 사용하여 선량률을 측정하였으며 조사시간은 13분으로 하였다. 우측 이하선 이외의 장기는 피폭되지 않도록 두께 5cm의 납판에 상면  $3.35 \times 1.71\text{cm}$ 의 직사각형의 구멍을 형성하여 납판의 하면이 방사선원으로부터 54cm의 거리에 있게 하고 방사선원으로부터 60cm 떨어진 조사야의 크기가 가로 4cm, 세로 2cm가 되도록 하였다. 조사시에는 Nembutal(30mg/kg)을 사용하여 전신마취한 후 고정장치에 앙와위로 고정하고 monitor로 관찰하면서 조사하였다.

### 2. $^{99m}\text{Tc}$ -pertechnetate( $^{99m}\text{TcO}_4^-$ )을 이용한 기능 검사

$^{99m}\text{TcO}_4^-$ 의 섭취량 측정실험에서는 각 군의 흰쥐에  $^{99m}\text{TcO}_4^-$ 를  $0.2\mu\text{Ci/g}$ , 체중으로 복강내에 주입하고 30분후 경부염전으로 희생하여 좌우 이하선을 적출한 다음 적출선체 주위의 혈액을 충분히 제거하였다. 분비자극 후  $^{99m}\text{TcO}_4^-$ 의 잔류량 측정시는  $^{99m}\text{TcO}_4^-$ ( $0.2\mu\text{Ci/g}$ , 체중)를 복강내 주사하고 30분 후에 pilocarpine nitrate(8mg/kg)를 복강내에 주사하여 타액분비를 유도하였고, 다시 30분 후에 동물을 희생하여  $^{99m}\text{TcO}_4^-$  섭취실험에서와 같은 방법으로 처리하였다. 적출된 각 이하선의 무게를 정확히 측정하고  $\gamma$  counter(Cobramodel 5002, Packard Instrument Co., U.S.A.)를 사용하여 방사선 양을 측정하였고 측정치는 짧은 반감기를 고려하여 1분단위로 보정하였으며 각 군에서 잔류량 측정 실험군의 방사선 활성화도(cpm)에 대한 섭취 측정군 방사선 활성화도의 비율(섭취량 측정군 cpm/잔류량 측정군 cpm)로 자극분비계수를 계산하였다.

### 3. 이하선의 Amylase활성도 및 핵산 정량

Amylase 활성도를 측정하기 위하여 방사선을 조사한 실험군과 대조군의 이하선을 적출하여 습중량을 측정하고 일정량의 인산 완충용액을 첨가하여 유리 homogenizer로 4°C에서 균질화한 후 초음파세포막 파절기로 30초간 2회

파절하고 초고속 원심분리기(Beckman Co., model IL-8)로 10,000XG에서 20분간 원심분리하여 상청액을 얻었다. Amylase활성도는 Caraway 방법<sup>24)</sup>을 이용하여 분광분석법으로 시행하였고, amylase활성도의 단위(unit)는 30분간 10mg의 녹말이 요도(iodine)로 발색되지 않을 만큼 가수분해하는데 필요한 효소량으로 표시하였으며, 단백질 함량은 Lowry법<sup>25)</sup>으로 측정하였다.

이하선의 DNA와 RNA 함량 변화는 diphenylamine과 orcinol시약을 이용하여 분광분석법으로 측정하였다. 이하선의 중량을 계측한 후 일정비율로 2% citric acid를 첨가하여 균질화하고 이에 10% trichloroacetic acid (TCA)용액 2ml를 가하고 원침하여 침전물을 얻었다. 침전물에 5%와 50% TCA용액을 가하여 핵산을 추출하고 DNA는 diphenylamine 시약으로 600nm의 파장에서 측정하였고, RNA는 orcinol시약으로 660nm에서 측정하였다.

### III. 실험성적

#### 1. 방사선 조사가 이하선 중량에 미치는 효과

이하선의 중량을 체중 100gm당의 무게로 계산하여 Table 1에 표시한 바, 대조군에서 73.3±6.6mg이던 이하선 중량은 방사선 조사후 6시간군에서는 다소 증가하는 경향을 보였으나

3일군과 14일군에서는 감소경향을 보이며, 28일군에서는 유의한 감소를 보였다. 그러나 7일군에서는 이하선 무게가 일시적으로 회복되는 경향을 보였다.

#### 2. 방사선 조사가 이하선 기능에 미치는 영향

##### 1) <sup>99m</sup>Tc섭취(uptake)에 미치는 영향

생체내에서 타액선에 축적되어 임상적으로 타액선 기능검사에 응용되는 <sup>99m</sup>TcO<sub>4</sub><sup>-</sup>를 투여하고 30분 후 이하선을 적출하여 이하선 단위 무게(mg)당 방사성 활성도를 측정된 결과 대조군에서 291.3×10<sup>3</sup>cpm이었으며 방사선 조사후 6시간 경과시에는 거의 변화가 없었으나 그 후 증가하여 3일 경과군에서는 최고치인 380.1×10<sup>3</sup>cpm을, 7일 경과군에서는 337.4×10<sup>3</sup>cpm을 보였고 14일과 28일 경과군에서도 다소 증가하는 양상을 보였으나 대조군에 대해 통계적으로 유의한 변화를 보이지는 않았다(Table 2, Fig. 1).

##### 2) <sup>99m</sup>Tc 잔류량에 미치는 영향

필로칼핀(8mg/kg)의 복강내 투여로 이하선 타액분비를 유발하여 타액선에 섭취된 <sup>99m</sup>TcO<sub>4</sub><sup>-</sup>의 배설을 촉진시킨 다음 이하선내에 잔류하고 있는 <sup>99m</sup>TcO<sub>4</sub><sup>-</sup> 활성도를 단위 무게(mg)당 측정된 결과 대조군에서는 253.9×10<sup>3</sup>cpm이었으나, 6시간 경과군에서는 269.3×10<sup>3</sup>cpm으로 거의 변화가 없었으나, 3일과 7일 경과군에서는 각 348.7×10<sup>3</sup> 및 318.2×10<sup>3</sup>cpm

Table 1. Effect of <sup>60</sup>Co gamma irradiation (20Gy) on the weight of parotid gland.

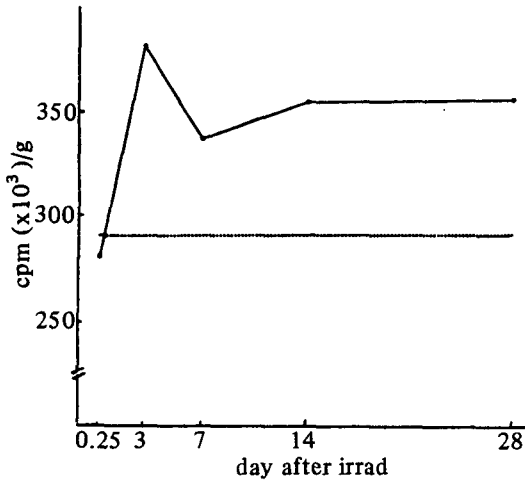
Exp. Group	Body Weight (gm)	Gland Weight (mg)	Gland weight/ 100gm, body wt.
Control	150.0 ± 6.8	111.2 ± 12.9	73.3 ± 6.6
6 Hr	153.5 ± 6.9	131.7 ± 10.1	84.7 ± 4.2
3 Day	181.6 ± 5.6	101.4 ± 5.9	56.2 ± 4.8
7 Day	170.0 ± 6.1	136.8 ± 12.4	78.4 ± 8.1
14 Day	182.3 ± 8.4	115.7 ± 10.2	63.8 ± 5.1
28 Day	194.3 ± 4.5	94.2 ± 11.6	49.0 ± 6.6

(Mean ± S.E.)

**Table 2.** Effect of  $^{60}\text{Co}$  gamma irradiation (20Gy) on uptake and clearance of  $^{99\text{m}}\text{TcO}_4^-$  and uptake/clearance ratio of rat parotid gland.

Exp. Group	Uptake ( $\times 10^3$ cpm/g)	Clearance ( $\times 10^3$ cpm/g)	Uptake/Clearance
Control	291.3 $\pm$ 6.4	253.9 $\pm$ 20.1	1.15
6 Hour	280.1 $\pm$ 52.4	269.3 $\pm$ 27.6	1.04
3 Day	380.1 $\pm$ 22.7	348.7 $\pm$ 8.0	1.09
7 Day	337.4 $\pm$ 11.3	318.2 $\pm$ 14.3	1.06
14 Day	355.2 $\pm$ 24.1	288.5 $\pm$ 46.9	1.23
28 Day	356.4 $\pm$ 26.2	265.1 $\pm$ 20.1	1.34

(Mean  $\pm$  S.E.)

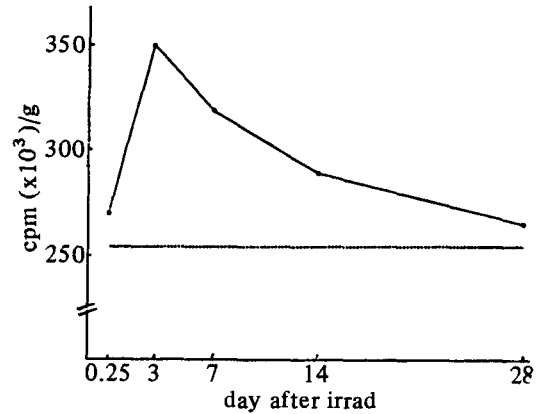


**Fig. 1.** Effect of  $^{60}\text{Co}$  gamma irradiation (20Gy) on uptake of  $^{99\text{m}}\text{TcO}_4^-$  of rat parotid gland.

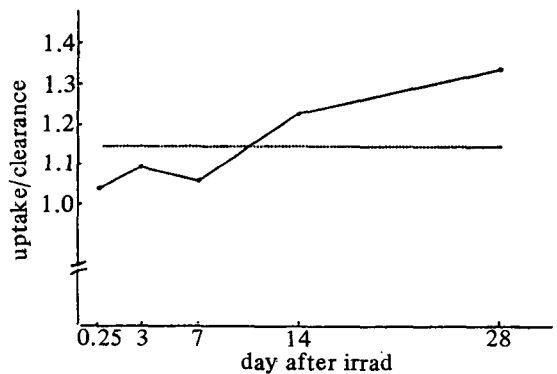
으로 증가하였고, 14일과 28일 경과군에서는 회복되는 양상을 보였으나 대조군 보다는 다소 높은 값을 보였다(Table 2, Fig. 2).

3) 자극분비계수에 미치는 영향

이하선의 분비 기능을 반영하는 자극분비계수는 대조군의 1.15에 비해 6시간 경과군에서는 1.04, 3일 경과군에서는 1.09, 7일 경과군에서는 1.06으로 감소하며, 14일과 28일 경과시에는 약간 증가되어 각각 1.23과 1.34를 보였다. 이러한 결과로 볼 때 20Gy의 방사선 조사는 이하선의 타액 분비기능을 초기에 저하시킬 수 있었다.



**Fig. 2.** Effect of  $^{60}\text{Co}$  gamma irradiation (20Gy) on clearance of  $^{99\text{m}}\text{TcO}_4^-$  of rat parotid gland.



**Fig. 3.** Effect of  $^{60}\text{Co}$  gamma irradiation (20Gy) on uptake/clearance ratio of  $^{99\text{m}}\text{TcO}_4^-$  of rat parotid gland.

### 3. 이하선 Amylase활성도에 미치는 영향

20Gy 선량을 이하선에 조사하고 이하선의 amylase활성도와 단백질 함량을 측정된 결과를 Table 3에 표시하였다. 대조군의 amylase활성도는 평균  $807.6 \pm 104.0$  unit/mg, gland wt였고, 단백질 함량으로 환산하여 표시하면  $4.48 \pm 0.47$  unit/ $\mu$ g, protein이였으며, 각 실험군의 효소 활성도는 대조치와 유의한 차이를 보이지 않으나 3 및 7일 경과군에서 감소되는 경향을 보였고, 3일 경과군에서 최소치를 나타내었다(Fig. 4).

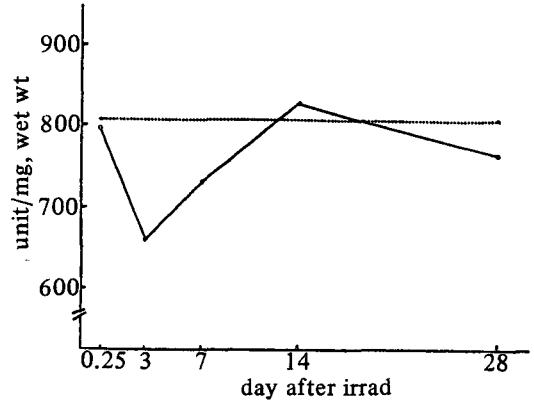


Fig. 4. Effect of  $^{60}\text{Co}$  gamma irradiation (20Gy) on amylase activity of parotid gland.

Table 3. Effect of  $^{60}\text{Co}$  gamma irradiation (20Gy) on amylase activity of parotid gland

Exp. Group	Amylase activity		Protein ( $\mu$ g/mg, wet wt.)
	Unit/mg, wet wt.	Unit/ $\mu$ g, protein	
Control	$807.6 \pm 104.0$	$4.48 \pm 0.47$	$155.5 \pm 14.2$
6 Hour	$794.9 \pm 78.9$	$5.22 \pm 0.30$	$157.5 \pm 5.8$
3 Day	$661.9 \pm 69.9$	$4.16 \pm 0.58$	$161.3 \pm 8.7$
7 Day	$731.5 \pm 41.7$	$4.57 \pm 0.57$	$164.6 \pm 14.2$
14 Day	$826.5 \pm 165.0$	$5.56 \pm 0.85$	$146.5 \pm 7.5$
28 Day	$763.8 \pm 45.7$	$4.76 \pm 0.15$	$160.0 \pm 4.6$

(Mean  $\pm$  S.E.)

### 4. 핵산 함량에 미치는 영향

이하선의 DNA함량은 대조군에서  $2.12 \pm 0.12$   $\mu$ g/mg, wet wt.를 보였으나 20Gy의 방사선 조사 후 3일과 7일 경과군에서 다소 증가하는 경향을 보여 각각  $2.74 \pm 0.12$   $\mu$ g/mg, wet wt.와  $2.99 \pm 0.37$   $\mu$ g/mg, wet wt.를 나타냈으며, 14일과 28일 경과군에서는 회복되는 양상을 보였다(Table 4). RNA의 함량은 DNA보다 높아 대조군에서  $8.17 \pm 0.98$   $\mu$ g/mg, wet wt.를 보였으나 방사선 조사후 시간경과에 따라 감소하는 경향이 관찰되어 14일과 28일 경과군에서 각각  $4.83 \pm 0.05$ 와  $5.28 \pm 0.29$   $\mu$ g/mg, wet wt.를 나타내었고 7일 경과군에서 일시 회복하는 양상을 보였다(Table 4, Fig. 5).

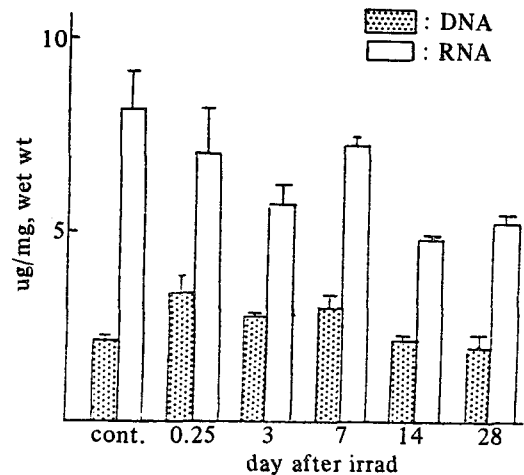


Fig. 5. Effect of  $^{60}\text{Co}$  gamma irradiation (20Gy) on content of DNA and RNA of parotid gland.

**Table 4.** Effect of  $^{60}\text{Co}$  gamma irradiation (20Gy) on content of DNA and RNA of parotid gland

Exp. Group	DNA ( $\mu\text{g}/\text{mg}$ , wet wt.)	N ( $\mu\text{g}/\text{mg}$ , wet wt.)
Control	2.12 $\pm$ 0.12	8.17 $\pm$ 0.98
6 Hour	3.20 $\pm$ 0.40	7.04 $\pm$ 1.15
3 Day	2.74 $\pm$ 0.12	5.58 $\pm$ 0.58
7 Day	2.99 $\pm$ 0.37	7.23 $\pm$ 0.08
14 Day	2.17 $\pm$ 0.10	4.83 $\pm$ 0.05
28 Day	1.99 $\pm$ 0.32	5.28 $\pm$ 0.29

(Mean  $\pm$  S.E.)

#### IV. 고 찰

악안면 영역의 종양을 치료하기 위해 방사선을 조사할 때 관찰되는 구강건조증은 타액선이 방사선에 대해 매우 예민한 조직이기 때문이다<sup>3)</sup>. 방사선에 대해 가장 큰 영향을 받는 부위는 선포세포와 혈관계로 알려져 있으며<sup>19-22)</sup> 이들 조직의 변화는 매우 신속하게 나타나 6-24시간 후에 조직학적 변화를 보이고, 3일 경과시에는 세포의 파괴와 결체조직 증식이 관찰되며<sup>21,22,29)</sup>, 타액선의 무게가 감소된다<sup>15,26,19)</sup>.

환자에서 타액선 질환을 진단하고 선 기능을 검사할 때  $^{99\text{m}}\text{TcO}_4^-$ 를 많이 이용한다.  $^{99\text{m}}\text{TcO}_4^-$ 의 타액선 섭취는  $^{99\text{m}}\text{TcO}_4^-$ 가 선포세포에 최초로 유입되고 도관세포를 통해 타액으로 배출되는 바<sup>22)</sup>, 정상적인 경우 좌, 우 타액선의  $^{99\text{m}}\text{TcO}_4^-$ 유입은 차이를 보이지 않으며, 차이가 있다는 것은 병적 변화가 존재함을 의미한다고 한다<sup>5)</sup>. 본 실험에서 이하선의  $^{99\text{m}}\text{TcO}_4^-$  섭취율과 잔류량은 대조군에 비해 20 Gy의 방사선 조사 3일 경과시 최대로 증가하고 그후 점진적으로 감소하나 28일 경과군에서도 대조군보다는 높은 섭취율을 나타내어 완전히 회복되지 않고 있으며, 이러한  $^{99\text{m}}\text{TcO}_4^-$ 의 섭취율 변화는 방사선 조사에 따른 이하선내의 급성 염증성 변화에 의해 일어난 현상이라 생각된다. 방사선을 조사하면 타액선에는 급성

염증이 관찰되는데<sup>3,28)</sup> 염증으로 인해 이하선내의 혈관이 확장되어 혈류량이 증가함으로써  $^{99\text{m}}\text{TcO}_4^-$ 의 섭취율이 증가한다고 볼 수 있으며, 방사선 조사후 3-7일 경과시 중정도의 혈관확장이 관찰된다고 하는 Sumi등의 보고와 연관있다고 볼 수 있다<sup>22)</sup>. 이하선에 분비자극을 가하면 이하선에 섭취되었던  $^{99\text{m}}\text{TcO}_4^-$ 가 타액을 통해 배출되는데 3일 경과시 잔류 방사성 활성도가 최대치를 보여 이하선 기능이 이때 저하되어 있음을 알 수 있으며, 이하선 기능의 변화를 반영하는 자극분비계수는 방사선 조사후 6시간부터 7일까지 대조군 보다 감소하여 기능저하가 현저함을 볼 수 있으며, 그 후 회복되는 경향을 볼 수 있는데 이 결과는 Sumi등의 보고<sup>22)</sup>와 유사하였으며, 사람에서도 방사선 치료를 받는 경우 타액의 배출력이 현저히 나빠진다는 보고와<sup>27)</sup> 일치하고 있다.

방사선 조사로 인해 타액선 기능의 변화가 초래되면 타액선과 타액의 성분이 변화한다는 보고가 있으며<sup>11,19,28,29,30)</sup>, 타액선 손상으로 인해 타액선에서 유래된 amylase가 혈액으로 이동하여 hyperamylasemia를 초래한다고 한다<sup>11,31)</sup>. 본 실험에서 관찰된 이하선 amylase 활성도는 방사선 조사 후 3 및 7일 경과시에 감소하는 경향을 보였고 3일에 최소 활성도를 나타내었으며, 그 이후 회복되는 양상을 보인 것은 Philips의 결과<sup>26)</sup>와 유사하였다. 이하선 amylase 활성도의 변화는 방사선으로 인해 급성적으로 나타나는 선포세포의 괴사와 위축으로<sup>22,26,29)</sup> amylase생산에 장애가 있기 때문이며, 방사선 조사후 이하선 amylase 활성도가 최소를 나타내는 시기(3일 경과)와 혈청 amylase 활성도가 최대치를 나타내는 시기(방사선 조사 후 4일)가 일치하는 사실로 보아<sup>11,31)</sup> 타액선에서 amylase가 혈액이나 타액으로 많이 이동하였기 때문이라고 생각된다.

방사선 조사는 타액선의 핵산 인화합물을 24시간 후에 현저히 저하시키고<sup>15)</sup>, isoproterenol에 의한 DNA 및 단백질 생성을 거의 완전하게 억제시킨다고 하나<sup>16,17)</sup>, Hokin과 Hokin<sup>18)</sup>은 방사선을 조사하더라도 시험관 실험에서 RNA나 amylase 생산에 영향을 주지 않는다

고 보고하였다. 이하선은 고도로 분화된 세포라는 사실이 알려져 있으며<sup>16)</sup>, 특별한 약물이나 자극이 없으면 타액선 증식이 일어나지 않는다. 세포증식과 관련되는 DNA의 함량은 본 실험에서 사용한 20Gy의 조사량으로는 큰 변화를 보이지 않은 바 이는 선포세포의 손상이 현저하지 않았기 때문인 것으로 생각되며, 방사선 조사 후 3일 경과시 관찰되는 RNA의 감소는 이하선 amylase 활성도가 3일 경과시 최소인 사실과 관련있으며, 14일과 28일 경과시에도 계속 감소하고 있어 이 시기의 이하선 단백질 생성에 장애가 있었을 것으로 생각되나 본 실험의 결과으로는 설명할 수 없으며, 방사선 조사가 이하선 핵산대사에 미치는 영향은 다른 실험방법등으로 계속 연구하여 볼 필요가 있을 것으로 생각된다.

## V. 결 론

두경부의 악성종양 치료를 위한 방사선 조사 시 주변장기에 대한 피폭은 피하기 어려우며 특히 타액선과 같은 선조직은 방사선 장애가 빈번하게 나타나는 조직중의 하나이다. 본 실험은 흰쥐 이하선을 대상으로 방사선을 조사한 후 시간 경과에 따른 이하선의 분비기능의 변화를 관찰하였다. 실험동물을 대조군과 조사군으로 구분하고 조사군은 6시간, 3일, 7일, 14일 및 28일 경과군으로 세분하고 일정기간 동일 조건에서 사육되었다. 방사선 조사는  $^{60}\text{Co}\gamma$ 선을 이용하였으며, 조사량은 20Gy로 하고  $^{99\text{m}}\text{TcO}_4^-$  0.2 $\mu\text{Ci/g}$ 을 실험동물의 복강내에 주사하여 시간에 따른 섭취율, 잔류량 및 분비계수를 측정하고 amylase활성도, DNA와 RNA함량을 측정하였던 바 다음과 같은 결론을 얻었다.

1.  $^{60}\text{Co}$  방사선 조사 후 이하선의  $^{99\text{m}}\text{TcO}_4^-$  섭취량은 6시간 경과군을 제외한 전 실험군에서 대조군에 비해 증가하는 경향을 보이며 3일 경과군에서 최대치를 보였다.
2. 분비자극 후 이하선에 잔류하는  $^{99\text{m}}\text{TcO}_4^-$ 의 단위 체중당 방사선량은 3일 경과군

에서 최고치에 도달하였으며, 그 이후 회복되는 경향을 보였다.

3. 이하선의 자극 분비계수는 방사선 조사후 6시간, 3일 및 7일 경과군에서 감소하며, 14일과 28일 경과군에서는 증가하는 경향을 보였다.

4. 이하선의 amylase활성도는 방사선 조사 후 3일과 7일 경과군에서 감소하는 경향을 보였고 3일 경과군에서 최소치를 나타내었다.

5. 방사선 조사시 이하선의 DNA 함량은 전 실험군에서 거의 차이를 보이지 않았으나, RNA함량은 시간이 경과함에 따라 감소하였다.

## REFERENCES

1. Eneroth, C.M., Henrikson, C.O. and Jakobs-son, P.A.: The effect of irradiation in high doses on parotid glands. Acta. Otolaryng. 71:349, 1971.
2. Van den Brenk, H.A.S., Hurley, R.A. and Gomez, C.: Serum amylase as a measure of salivary gland radiation damage. Br. J. Radiol. 42:688, 1969.
3. Van den Akker, H.P.:  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -pertechnetate. Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. 60:440, 1985.
4. Schmitt, G., Lehmann, G., Strotges, M.W., Wehmer, W., Reinecke, V., Teske, H.J. and Rottinger, E.M.: The diagnostic value of sialography and scintigraphy in salivary gland disease. Br. J. Radiol. 49:326, 1976.
5. Stephen, K.W., Robertson, J.W.K. and Harden, R.M.: Quantitative aspects of pertechnetate concentration in human parotid and submandibular salivary glands. Brit. J. Radiol. 49:1028, 1976.
6. Stephen, K.W., Robertson, J.W.K., Harden, R. McG. and Chisholm, D.M.: Concentra-

- tion of iodide, pertechnetate, thiocyanate and bromide in saliva from parotid, submandibular and minor salivary glands in man. *J. Lab. Clin. Med.* 81:219, 1973.
7. Borner, W., Grunberg, H. and Moll, E.: Die szintigraphische Darstellung der kopfspeicheldrüsen mit Technetium-99m. *Med. Welt.* 42:2378, 1965.
  8. Gates, G.A. and Work, W.P.: Radioisotope scanning of the salivary glands. *Laryngoscope.* 77:861, 1967.
  9. Abramson, A.L., Levy, L.M., Goodman, M. and Attie, J.N.: Salivary gland scintigraphy with technetium 99m pertechnetate. *Laryngoscope* 79:1105, 1969.
  10. Kashima, H.K., Kirkham, W.R. and Andrews, J.R.: Postirradiation sialadenitis; A study of the clinical features, histopathologic changes and serum enzyme variations following irradiation of human salivary glands. *Am. J. Roentgenol.* 94:271, 1965.
  11. Wolf, R.O., Taylor, L.L. and Brace, K.: Effects of irradiation of the parotid gland and pancreas on human isoamylases. *Am. J. Clin. Path.* 54:214, 1970.
  12. Frank, R.M., Herdly, J. and Philippe, E.: Acquired dental defects and salivary gland lesions after irradiation for carcinoma. *J.A.D.A.* 70:868, 1965.
  13. Ben Aryeth: Radionuclide salivary gland imaging. *Semin. Nucl. Med.* 11:259, 1981.
  14. Ban den Akker, H.P., Sokole, E.B. and Van der Schoot, J.B.: Origin and location of the oral activity in sequential salivary gland scintigraphy with 99m Tc-pertechnetate. *J. Nucl. Med.* 17:959, 1976.
  15. Choi, S.S.: Effects of <sup>60</sup>Co gamma irradiation on the submaxillary glands of rats. *K.A.D.A.* 9:585, 1971.
  16. Furuno, I., Asami, K. and Matsudaira, H.: Inhibition by X-irradiation and antimetabolites of DNA synthesis without affecting cAMP elevation in isoproterenol-stimulated mouse parotid gland. *Exp. Cell Res.* 89:47, 1974.
  17. Sasaki, T. and Yamamoto, M.: Collagen turnover in isoproterenol-induced DNA synthesis and its modification by X-ray irradiation. *Bioch. Biophys. Acta* 610:130, 1980.
  18. Hokin, M.R. and Hokin, L.E.: Protein synthesis and ribonucleic acid metabolism in mouse pancreas in vitro whole body irradiation with x-rays. *J. Biol. Chem.* 219:85, 1956.
  19. Mandel, I.D.: Sialochemistry in diseases and clinical situations affecting salivary glands. *CRC Critical Rev. Clin. Lab. Sci.* 12:321, 1980.
  20. Reinhold, H.S. and Buisman, G.H.: Radiosensitivity of capillary endothelium. *Brit. J. Radiol.* 46:54, 1973.
  21. Hopewell, J.W.: Early and late changes in the functional vascularity of the hamster cheek pouch after local X-irradiation. *Radiat. Res.* 63:157, 1975.
  22. Sumi, T., Kawamata, F., Nasu, M. and Furumoto, K.: A study on the radiation effects toward function and vessels of parotid gland in rat. *Shigaku* 77:355, 1989.
  23. Sholley, M.M., Sodicoff, M. and Pratt, N.E.: Early radiation injury in the rat parotid gland. Reaction of acinar cells and vascular endothelium. *Lab. Invest.* 31:340, 1974.
  24. Caraway, W.T.: A stable starch substrate for the determination of amylase in serum and other body fluids. *Amer. J. Clin. Path.* 32:97, 1959.
  25. Lowry, O.H., Rosebrough, N.J., Farr, A.L.



- and Randall, J.: Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.* 193:265, 1951.
26. Philips, R.M.: X-ray induced changes in function and structure of the rat parotid glands. *J. Oral Surg.* 28:432, 1970.
27. Blue, P.W. and Jackson, J.H.: Stimulated salivary clearance of technetium-99m per-technetate. *J. Nucl. Med.* 26:308, 1985.
28. Maier, H. and Bihl, H.: Effect of radioactive iodine therapy on parotid gland function. *Acta Otolaryngol.* 103:318, 1987.
29. Stephens, 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 gland. *Am. J. Pathol.* 124:469, 1986.
30. Marks, J.E., Davis, C.C., Gottsman, V.L., Purdy, E. and Lee, F.: The effects of radiation on parotid salivary function. *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* 7:1013, 1981.
31. Borok, T.L. and Cooper, J.S.: Time course and significance of acute hyperamylasemia in patients receiving, *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* 8:1449, 1982.

— ABSTRACT —

## IRRADIATION EFFECT ON SECRETING FUNCTION, AMYLASE ACTIVITY AND NUCLEIC ACID CONTENTS OF RAT PAROTID GLAND

Yong Jin Cho, D.D.S., M.S.D., Tae-Won Park, D.D.S., M.S.D., Ph. D.

*Department of Oral Radiology, College of Dentistry, Seoul National University*

This experiment was performed to clarify the effects of  $^{60}\text{Co}$  gamma irradiation on secretory function, amylase activity and contents of nucleic acids of parotid gland in rat. Experimental animals were divided into 6th hours, 3rd, 7th, 14th and 28th days after irradiation and control. The experimental animals are singly irradiated with 20Gy (2,000rad) through protective lead block. Secretory function of parotid gland was evaluated by uptake and clearance of  $^{99\text{m}}\text{TcO}_4$ .  $^{99\text{m}}\text{TcO}_4$ , 0.2 $\mu$  ci/gm, was injected into peritonium in uptake groups. Rats were sacrificed with cervical dislocation after 30 minutes and gland was excised. In the clearance group, pilocarpine nitrate (8mg/kg) was intraperitoneally injected at 30 minutes after  $^{99\text{m}}\text{TcO}_4$  injection and rats were sacrificed 30 minutes after pilocarpine injection. Radioactivity of excised parotid gland was measured by using of gamma counter and stimulation-secretion coefficients, uptake radioactivity divided by clearance radioactivity, was calculated. Amylase activity and contents of DNA and RNA were determined by spectrophotometry.

The results obtained were as follows:

1. In the uptake test, the radioactivity of  $^{99\text{m}}\text{TcO}_4$  per unit weight increase in experimental group except 6th hours group, compared with control groups and showed a peak at 3rd days after irradiation.
2. In the clearance test, the radioactivity of  $^{99\text{m}}\text{TcO}_4$  per unit weight rose to a peak at 3rd days after irradiation and gradually recovered thereafter.
3. Stimulation-secretion coefficient of parotid gland decreased at 6th hours, 3rd and 7th days after irradiation, and gradually increased.
4. Amylase activity of parotid gland decreased in 3rd and 7th days group, and especially lowest in 3rd days after irradiation.
5. The contents of DNA showed no definite difference in all the experimental groups, but RNA was seemed to decrease with time after irradiation.

---

Key words: irradiation uptake, clearance,  $^{99\text{m}}\text{TcO}_4$ , rat parotid gland, DNA, RNA.