

^{60}Co 감마선 전신조사가 백서 악하선에 미치는 영향에 관한 연구

서울대학교 치과대학 구강병리학교실

(지도 김 동 순 교수)

최 선 수

.....> Abstract <.....

EFFECTS OF ^{60}Co GAMMA IRRADIATION ON THE SUBMAXILLARY GLANDS OF RATS

Department of Oral Pathology, College of Dentistry, S.N.U.

Sun-Soo Choi

(Directed by Prof. **Dong-Soon Kim**, D.D.S., M.S., Ph. D.)

Studies were done to see the effects of ionizing radiation to the submaxillary gland of rats on the contents of ascorbic acid and the contents and distributions of phosphorus compound, those are, total phosphorus, lipid phosphorus, nucleic acid phosphorus, acid soluble phosphorus, and protein phosphorus, which are all important parameters on the cellular component changes in submaxillary gland.

Twenty-four, 48, 72 hours after a single dose of 500, 800, 1,000 Roentgen of ^{60}Co gamma ray application to the whole body, 5 rats for each experimental group and 10 rats for control group were sacrificed, and the submaxillary glands rapidly removed; ascorbic acid contents were determined by Roe and Kuether, using 2,4-dinitrophenyl hydrazine-thiourea copper sulfate reagent; after the phosphorus compound was fractionated by Schneider's method, phosphorus contents of each fraction was determined by Fiske-SubbaRow's method.

The results were obtained as follows.

1. Comparing to the control rats, slight decrease of the submaxillary gland weights of irradiated rats was observed.
2. Throughout the experimental periods, marked decrease of the phosphorus compound concentrations in each fraction were sustained by irradiations, irrespective of doses used.
3. Throughout the experimental periods, marked decrease of the ascorbic acid contents were sustained by the irradiations, irrespective of doses used.

4. Comparisons of phosphorus compound content and distribution between the control group and the irradiated group (500R. 24 hours) are as follows.

| | Acid soluble-P | Lipid-P (mg. P/100g. fresh tissue) | Nucleic acid-P | Protein-P | Total-P |
|------------|----------------|---------------------------------------|----------------|-----------|---------|
| Irradiated | 45.8 | 27.1 | 29.8 | 11.2 | 113.9 |
| Control | 74.1 | 40.3 | 49.3 | 20.3 | 184.0 |

실험재료 및 방법

서 론

최근 이온화된 방사능 물질이 진단 및 치료의 목적으로 의학에 이용될뿐 아니라 공업에 이용되고, 또한 그밖에 다른 영역에서도 널리 이용이 되고 있어, 우리 일상 생활에 항상 위험이 동반하게 된다. 자연방사능물질의 위험은 인간이 외계, 특히 달에 도달하게 되어 항상 도전을 받게 되어서 이를 어떻게 극복하여야 하는가 하는 문제가 생기게 되는 것이다.

감마선을 조사한 생체의 조직학적 연구¹⁾²⁾³⁾는 많이 행하여 졌으며 조사된 세포의 생화학적 변화에 관한 연구 및 여러 장기의 조직손상이 일어나는 정확한 기전은 아직도 논의의 대상이 되고 있다.

특히 구강영역에서 X-선 조사한 조직의 연구는 비교적 적어 Smith(1938)⁴⁾, English와 Tullis(1951)⁵⁾, Medak(1952)⁶⁾, English(1955)⁷⁾, Greulich와 Ershoff(1961)⁸⁾와 Collett와 Thonard(1965)⁹⁾등 및 그 밖의 연구가에 의해 치아의 발육 및 그 주위 조직의 변화를 조직학적으로 관찰하였고, Schlack et al.(1951)¹⁰⁾등은 흰쥐에서 치아우식이환과 X-선 조사와의 관계를 보고한 바 있으며, Shafer(1952)¹¹⁾, English(1955)⁷⁾, English et al.(1955)¹²⁾등은 흰쥐 타액선의 X-선 조사에 미치는 조직학적 관찰을 보고하였다. 또한 Lurie(1969)¹³⁾는 기저상피세포의 방사선 조사가 mitotic index에 미치는 영향에 관하여 조사된 조직의 mitotic index가 대조군보다 적다는 것을 보고한바 있다.

이온화된 방사선의 생물학적 효과중에 전선조사는 일반적으로 조직의 ascorbic acid(Alper, 1959)¹⁴⁾ 및 핵산, 특히 DNA(Holmes, 1957¹⁵⁾; Painter와 Rasmussen, 1964¹⁶⁾; Lee et al., 1969¹⁷⁾)량이 감소된다는 보고가 있다.

저자는 본 실험에서 ⁶⁰Co원으로 부터 감마선을 전선 조사한 백서 악하선을 적출하여 악하선의 중량, 인산화합물, ascorbic acid의 변화를 관찰하였기에 보고하는 바이다.

1) 실험재료

실험동물은 성숙한 270g 내지 310g의 건강한 흰쥐를 대상으로 하였다. 감마선 조사전일에는 흰쥐를 공복으로 하고 다음과 같은 방법으로 ⁶⁰Co을 조사하였다.

본 교실에서 제작한 나무상자에 흰쥐를 고정하고 ⁶⁰Co원으로 부터 500R, 800R 및 1000R의 감마선을 전선 조사하였다.

대조군으로 조사하지 않은 흰쥐를 조건을 같게 하기 위하여 상기와 같은 방법으로 의성조사하였다.

각군은 10마리의 흰쥐를 사용하였다. ⁶⁰Co원으로 부터 감마선을 조사한 흰쥐는 각각 24, 48 및 72시간에, 그리고 조사하지 않은 대조흰쥐를 도살하여 혈액을 채취하고 즉시 악하선을 적출하여 병병생리적식염수에 세척하고 filter paper로 빨아드리고 -15°C의 냉장고에 보관하여 사용하였다.

2) 인산화합물의 분획정량

적출한 악하선을 주위의 결체조직 및 이물질을 제거하고 Schneider(1945)¹⁸⁾법을 근거로하여 인산화합물을 분획하고 각 분획의 인산함량을 Fiske-SubbaRow¹⁹⁾법으로 정량하였다.

(1) 산용성인 fraction : 신선악하선조직 300mg을 재빨리 평량하여 glass homogenizer에 넣고 병병 10% trichloroacetic acid(TCA) 5ml를 가하여 잘 마쇄한 다음 병동원침하여 상청액을 따로두고 그 잔사를 다시 10% TCA 5ml로 반복 washing하여 상청액을 합쳐 정확히 15ml로 하여 산용성(acid soluble)인 fraction으로 하였다.

(2) 지질인 fraction : 1)의 잔사에 95% ethanol 5ml를 가하여 잘 흔든 다음 10분간 방치하였다가 원침하고, 그 잔사에 또 ethanol-ether(3:1) 혼액 5ml를 가하고 비등욕상에서 3분간 추출한 후 이들 추출액을 합하여 15ml로 하였다.

(3) 핵산인 fraction : 2)의 잔사를 증류수 2ml와 병병 10%TCA 3ml로 추출한 다음 원침하고, 그 잔사를

5%TCA 8ml에 부유시켜서 비등욕상에서 15분간 가열한 후 냉각을 기다려 원침하였으며, 그 잔사를 5%TCA 2ml로 반복추출하고 이 TCA추출액들을 모두 합쳐서 15ml로 만들어 핵산분획으로 삼았다.

(4) 단백질 fraction : 3)의 잔사를 2%NaOH로 수욕상에서 수회 가열추출하여 합치고 최종용량 15ml로 만들어 단백질분획으로 하였다.

(5) 각 fraction의 인산정량 : 인정량은 Fiske-SubbaRow¹⁹⁾법에 의해 시행하였다.

3) Ascorbic acid의 정량

각 신선악하선조직을 일정량 평량하여 빙냉 5%TCA를 넣고 glass homogenizer로 마쇄하여 12시간 방치한 후 Roe와 Kuether(1943)²⁰⁾법에 의해 2,4-dinitrophenyl hydrazine-thiourea-copper sulfate reagent를 사용하여 정량하였다.

4) Nitrogen 정량

Micro-Kjeldahl법²¹⁾에 의해 정량하였다.

Table I. Effect of ⁶⁰Co gamma irradiations on the weight of salivary submaxillary gland of rats

| Radiation dose | Hours after irradiation | Body weight (g) Mean±S.D.** | Gland weight (mg) Mean±S.D. | Gland wt. mg/100g Body wt. | |
|----------------|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------|---------|
| | | | | Mean±S.D. | %Change |
| 500R*** | 24(5)* | 287.5±26.3 | 450.0±36.2 | 157±11.3 | -22.3 |
| | 48(5) | 295.0±20.7 | 495.0±28.5 | 167±6.4 | -12.8 |
| | 72(5) | 302.0±28.5 | 495.0±60.2 | 164±9.8 | -18.8 |
| 800R | 24(5) | 272.5±36.2 | 426.0±81.7 | 153±20.1 | -24.3 |
| | 48(5) | 305.0±40.2 | 418.0±30.2 | 137±15.8 | -32.2 |
| | 72(5) | 280.5±28.7 | 448.0±68.6 | 161±16.2 | -20.3 |
| 1000R | 24(5) | 306.0±30.6 | 464.0±80.3 | 150±20.3 | -25.8 |
| | 48(5) | 285.5±39.1 | 433.0±20.5 | 152±10.5 | -24.8 |
| | 72(5) | 305.0±15.2 | 488.0±40.3 | 164±18.3 | -18.8 |
| Control | (10) | 305.5±18.3 | 671.0±50.2 | 202±28.2 | |

* Figures in parentheses: number of samples(rats)

** Standard deviation

*** Abbreviation of Roentgen

Table II. Effect of ⁶⁰Co gamma irradiations on the contents and distributions of phosphorus compound of submaxillary gland homogenate of rats.

| Radiation dose | Hrs. after irradiation | Acid soluble P. | | Lipid P. | | Nucleic acid P. | | Protein P. | | Total P. | |
|----------------|------------------------|--------------------------------------|-------------|--------------------------------------|-------------|--------------------------------------|-------------|--------------------------------------|-------------|--------------------------------------|-------------|
| | | mg/100g** f. t. Mean± S. D. | % Change | mg/100g** f. t. Mean± S. D. | % Change | mg/100g** f. t. Mean± S. D. | % Change | mg/100g** f. t. Mean± S. D. | % Change | mg/100g** f. t. Mean± S. D. | % Change |
| 500R*** | 24(5)* | 45.8±2.8 | -29.1 | 27.1±2.2 | -33.0 | 29.8±7.3 | -41.0 | 11.2±1.8 | -46.0 | 113.9±11.2 | -39.0 |
| | 48(5) | 33.5±3.2 | -53.4 | 35.5±3.8 | -12.0 | 36.0±5.1 | -27.0 | 12.4±1.2 | -39.1 | 117.0±15.3 | -36.5 |
| | 72(5) | 38.6±6.1 | -47.9 | 42.0±6.0 | +4.2 | 45.5±6.2 | -10.0 | 12.3±1.7 | -39.5 | 138.0±12.6 | -25.0 |
| 800R | 24(5) | 42.9±2.3 | -42.1 | 26.4±3.1 | -35.0 | 39.5±3.8 | -41.0 | 23.9±7.4 | +17.7 | 122.7±14.5 | -33.4 |
| | 48(5) | 34.6±4.3 | -53.3 | 25.5±6.2 | -37.0 | 40.0±3.6 | -20.0 | 10.0±2.5 | -52.0 | 110.2±13.1 | -40.2 |
| | 72(5) | 44.4±3.5 | -40.0 | 35.3±2.5 | -13.0 | 45.4±2.1 | -10.0 | 11.1±1.4 | -46.0 | 136.3±10.8 | -25.9 |
| 1000R | 24(5) | 44.8±2.0 | -39.5 | 27.5±1.9 | -32.0 | 33.8±1.2 | -32.0 | 22.0±6.2 | +8.4 | 128.2±9.5 | -31.0 |
| | 48(5) | 39.0±1.5 | -47.3 | 26.2±3.8 | -35.0 | 35.7±3.0 | -28.0 | 13.2±1.5 | -35.0 | 114.7±14.2 | -37.7 |
| | 72(5) | 37.7±4.3 | -49.2 | 33.3±2.9 | -18.0 | 34.6±2.0 | -29.9 | 10.5±2.2 | -45.0 | 116.2±10.0 | -36.9 |
| Control | (10) | 74.1±6.2 | | 40.3±3.0 | | 49.3±4.3 | | 20.3±2.1 | | 184.0±16.3 | |

* Figures in parentheses: number of samples(rats)

** mg/100g fresh tissue

*** Abbreviation of Roentgen

**

●—● 500R series ■—■ 800R series ×—× 1000R series

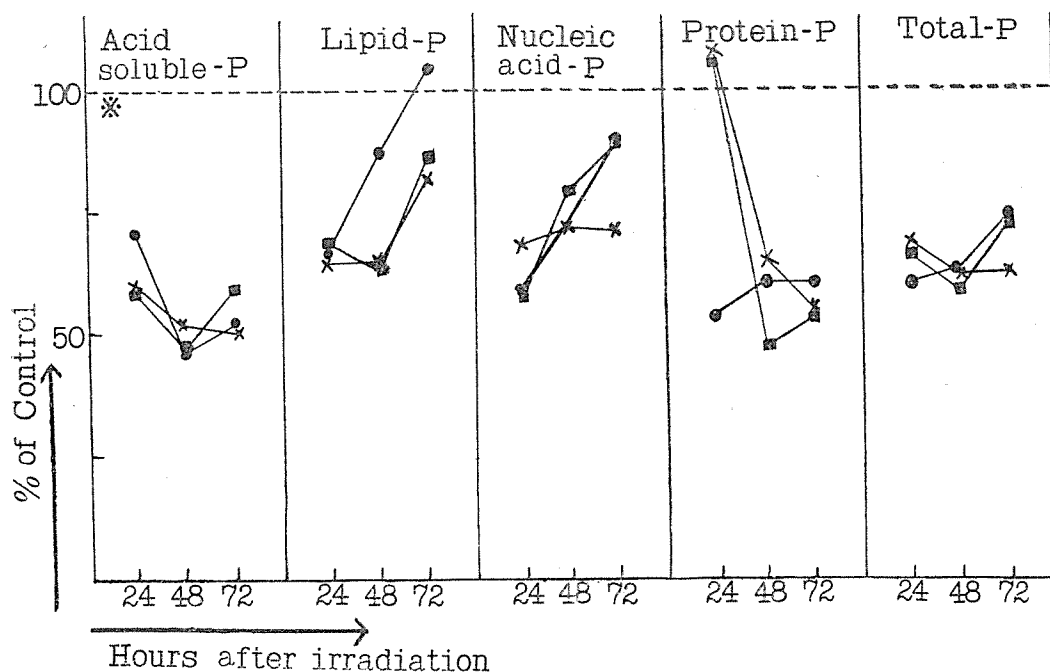


Figure 1. Effect of ^{60}Co gamma irradiations on the contents and distributions of phosphorus compound of submaxillary gland homogenate of rats.

* Horizontal dotted line represents the value of control group.

** Mean submaxillary phosphorus compound contents of irradiated groups expressed as per cent of that of control group.

Table III. Effect of ^{60}Co gamma irradiations on the ascorbic acid contents of submaxillary gland of rats.

| Radiation dose | Hours after irradiation | $\mu\text{g}/100\text{mg N}$ | % Change | $\mu\text{g}/\text{g}$ fresh tissue | % Change |
|----------------|-------------------------|------------------------------|----------|-------------------------------------|----------|
| | | Mean \pm S. D. ** | | Mean \pm S. D. ** | |
| 500R*** | 24 (5)* | 442.6 \pm 32.3 | -63.0 | 13.1 \pm 1.5 | -68.8 |
| | 48 (5) | 355.1 \pm 41.8 | -66.4 | 12.0 \pm 1.6 | -71.4 |
| | 72 (5) | 389.1 \pm 45.6 | -67.3 | 16.5 \pm 1.9 | -60.7 |
| 800R | 24 (5) | 631.1 \pm 60.2 | -47.1 | 11.8 \pm 0.9 | -71.9 |
| | 48 (5) | 350.7 \pm 58.4 | -70.6 | 14.6 \pm 1.4 | -65.3 |
| | 72 (5) | 404.5 \pm 43.0 | -66.2 | 16.3 \pm 1.9 | -61.2 |
| 1000R | 24 (5) | 523.8 \pm 45.7 | -54.6 | 15.4 \pm 1.7 | -63.4 |
| | 48 (5) | 380.6 \pm 60.2 | -68.1 | 12.1 \pm 0.9 | -71.2 |
| | 72 (5) | 572.1 \pm 80.4 | -56.3 | 11.5 \pm 0.6 | -73.4 |
| Controls | (10) | 1193.0 \pm 122.5 | | 42.0 \pm 6.8 | |

* Figures in parentheses: number of samples(rats)

** Standard deviation

*** Abbreviation of Roentgen

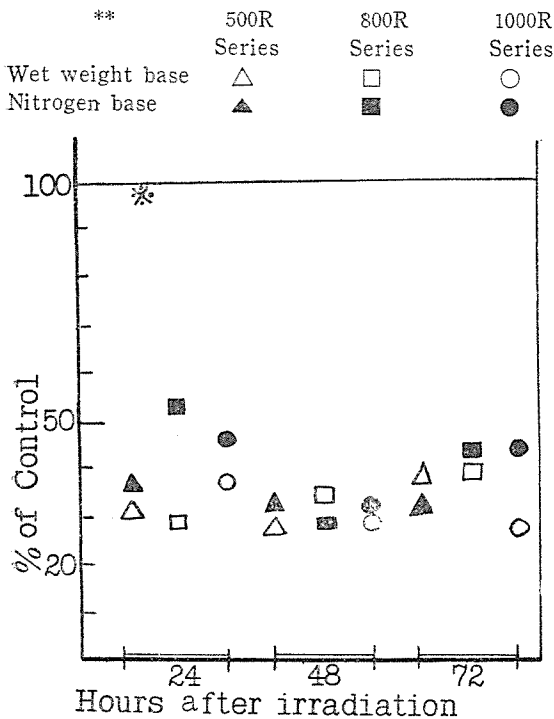


Figure 2. Effect of ^{60}Co -gamma irradiation on the ascorbic acid content of submaxillary gland of rats.

* Horizontal line represents the value of control group.

** Mean Submaxillary gland ascorbic acid content of irradiated groups expressed as per cent of that of control group.

실험 성적

1) 악하선증상에 미치는 영향

Table I에서 보는 바와 같이 악하선증상에 있어 대조군에 비해 ^{60}Co 감마선 조사군이 현저히 감소되었다. ^{60}Co 감마선 500R 조사군에서 대조군에 비해 24시간후 약 22%의 감소를 보였으며 48시간후는 24시간후 보다 약간 증가하였다가 72시간에서는 다시 약간 감소되었다. 800R조사군에서는 24시간에 약 24%까지 감소하였다가 48시간에는 더욱 감소하였으며 72시간에는 재차 약간 증가하였다. 1000R조사군에서는 24시간후에 약 26%까지 감소하였으며 48시간과 72시간후에 약간 증가하는 경향을 보였다.

^{60}Co 감마선 조사량이 증가함에 따라 악하선증상이 감소하는 비율도 비례적으로 약간 증가되었으나 48시간과 72시간에서는 차이가 심하여 대조군보다는 감소되었으

나 조사량에 따른 감소율을 확정시키기는 곤란하였다.

2) 인산화합물 분획에 미치는 영향

대조군과 ^{60}Co 감마선조사군에서 적출한 악하선조직의 인산화합물을 Schneider의 인산화합물분획방법¹⁸⁾에 의해 분획하고 각 분획의 인산함량을 Fiske-SubbaRow 법¹⁹⁾으로 측정한 결과는 Table II와 Fig. 1에서 보는 바와 같다.

대조군에 비하여 ^{60}Co 감마선조사군의 인산화합물은 대체적으로 감소를 보였으며 총인산량은 조사군에 있어서 대조군에 비해 약 34%의 감소를 나타내고 있다.

각 분획에 있어서 즉 산용성인, 지질인, 핵산인 및 단백질인은 대조군에 비해 ^{60}Co 감마선조사군이 각각 약 45%, 33%, 29% 및 30%의 감소를 나타내고 있다.

본 실험에서 사용한 ^{60}Co 감마선조사량과 조사후 시간에 따른 각 인산화합물의 분획과 총량의 뚜렷한 변화는 보이지 않았다.

3) Ascorbic Acid 함량에 미치는 영향

본 실험에서 방사선 생체장래의 기준으로 타액선조직의 ascorbic acid를 측정된 결과는 Table III과 Fig. 2에서 보는 바와 같다.

즉 500R 조사군에서 대조군에 비해 24시간에서 질소량을 기준으로 약 63%의 감소를 보였으며 48시간에는 계속 감소(66%)를 보였으며 72시간에는 67%의 감소를 보였다. 800R과 1000R조사군에서도 역시 24시간 후에는 각각 약 47%와 54% 감소를 보였고 48시간 후에는 계속 70.6%와 68%로 감소를 보이다가 72시간에는 각각 약 66%와 56%만큼 감소되었다.

고 찰

방사선조사가 구강영역에 미치는 영향에 관한 병리조직학적인 연구는 비교적 눈에 띄나 조사된 조직의 생화학적 변화를 보고한 문헌은 거의 찾아볼 수 없었다.

이온화된 방사선이 백혈구, 조혈장기 및 선조직에 에민하게 작용한다는 사실을 고려하여 ^{60}Co 원으로 부터 감마선을 조사한 백색악하선 조직의 생화학적 영향을 관찰하려고 본 실험을 착수하였다.

Friedman²⁾은 타액선에 방사선 조사시에는 점액선 세포가 장액선세포보다 방사선에 더욱 예민하고, English¹²⁾ 등은 점액선 세포와 장액선세포가 혼합된 악하선과 같은 선조직에서는 방사선에 가장 예민한 손상을 받는다고 하였다.

Desjardins¹⁾은 병리조직학적으로 선포상피세포의 변성, 포상세포내의 mucin감소, 분비관주위조직의 lym-

phocyte침윤과 기질결체조직의 증식등이 있다고 하였다. 이 모든 변화들은 방사선의 다른 실험적 처리시에도 어느정도 일어날 수 있어 양적인 평가가 필요하게 되는 것이다. 위와같은 조직학적 변화외에 평가하기가 극히 어려운 생리적 혹은 분체적 변화가 있어, 즉 기질의 부종, 타액분비율의 감소, 지질변성과 혈관의 출현 등이 있어서⁷⁾, 방사선에 의한 조직학적인 영향과 생리적인 영향을 관찰하기 위하여는 조직학적인 변화나 생화학적인 변화를 구명하여야 할 것이다.

그래서 본 실험에서는 ⁶⁰Co원 감마선을 백서에 500, 800 및 1000R을 조사하여 조사후 24, 48 및 72시간에 따르는 타액선중량, ascorbic acid, 인산화합물 함량의 변화를 관찰하였다.

본 실험에서 관찰한 타액선중량은 조사량이 500, 800 및 1000R으로 증가함에 따라 24시간후에는 각각 22, 24, 26%의 감소를 나타내고 있으며 48시간에는 계속 감소하다가 72시간에는 다소 방사선량에 따라 차이가 있는 것으로 나타났다. 타액선중량의 감소는 방사선조사량, 조사회수, 조사후 시간에 따라 차이가 있다는 English와 Tullis⁵⁾ 및 Greulich와 Ershoff⁸⁾의 보고와 본 실험과 일치한다.

타액선내 총 인산화합물의 감소는 34%를 보이고 있으며, 즉 산용성인, 지질인, 핵산인 및 단백질인은 ⁶⁰Co감마선조사군에서 각각 45, 33, 29 및 30%의 감소를 나타내고 있는데 이는 이온화된 방사선 조사가 생체의 여러 장기의 핵산의 합성이나 대사에 현저한 장애를 일으켜서 세포의 분열도 억제가 되고 따라서 여러 종류의 효소를 함유하는 단백질의 합성도 영향을 받게 된다는 Holmes¹⁵⁾, Painter와 Rasmussen¹⁶⁾과 이¹⁷⁾등의 보고와 일치한다. 또한 이¹⁷⁾등의 보고에서와 같이 산용성인과 핵산의 전구물질이 방사선조사에 의해 파괴된다는 것은 조사군에서 핵산합성이 장애를 받는 결과를 가져오는 것이다.

ascorbic acid량은 ⁶⁰Co감마선 500R을 조사한 악하선조직이 대조군보다 24시간에서 63%의 감소를 보였는데 이는 Alper¹⁴⁾가 보고한 예와 비슷한 결과를 나타내나 조사량과 조사후 도달한 시간에 따른 감소는 변동이 심해 감소율을 결정키는 곤란하였다.

방사선효과에 관한 기본적기전²²⁾은 방사선이 생체세포내의 분자들을 먼저 이온화시킨다는 개념에 근거를 두고 있다. 생체조직내의 가장 많은 분자는 물(H₂O)이므로 물의 이온화는 활성을 띠고있는 산화인자인 hydroxyl radical(HO·)를 내놓는 주요한 초기 반응(H₂O + ionizing radiation → H₂O·e⁻ → H₂O⁺ → H⁺ + HO·)을 형성한다. 분자에서 제거된 베-타입자는 다른 물분

자에 의해 잡히게 된다(H₂O + e⁻ → H₂O⁻ → OH⁻ + H·). Hydrogen radical은 환원인자이나 용액내에 산소가 존재하면 강력한 산화인자를 형성하게 된다(H· + O₂ → HO₂·; Hydroperoxy radical). Hydroxyl radical의 혼합산물인 H₂O₂와 H·, HO· 및 HO₂ radical 등은 생체세포내에 작용하여 활력이 있는 분자를 불활성으로 만든다. 이런 현상을 방사선의 간접효과라 한다. 반면에 생체에 대한 방사선효과는 활력있는 분자와 방사선이 직접 상호반응하여 일어날수도 있는데 이를 직접효과라 한다.

방사선의 생체내에서 직접 및 간접작용은 아직도 잘 알려져 있지 않다.

H₂O₂는 생체내에 catalaseenzyme 때문에 방사선작용에 비교적 적은 역할을 하는 것 같으나 물에서 형성된 radical들은 활력있는 분자들에 많은 변화 즉 hydroxylation, oxidation, reduction 및 peroxide형성등을 일으킬 수 있다. 분자의 radical형성과 이온화가 활력있는 분자에 직접 작용하면 분자의 구조변화, main chain의 분열, 분자내 및 분자간 결합의 변화나 기능등의 상실을 가져올 수 있다. 이러한 변화들은 생체내의 활력있는 분자를 불활성으로 만들고 방사선손상에서 볼 수 있는 변화를 일으킬 수 있는 것이다.

타자기에서와 같이 구강영역 특히 악하선에 대한 ⁶⁰Co 원으로 부터 감마선에 민감하게 장애를 받는 것으로 생각된다. 즉 선세포의 구성요소를 급격히 감소시키는 것으로 미루워 보아서 선세포에 방사선의 직접효과와 간접효과가 동시에 발생함을 추측할 수 있다.

결 론

저자는 본 실험에서 ⁶⁰Co원으로부터 감마선을 500, 800 및 1000R의 양으로 조사한 백서 악하선을 24, 48 및 72시간후에 격출하여 중량, 인산화합물의 각 분획 즉 총산용성인, 지질인, 핵산인 및 단백질과 ascorbic acid의 양적인 변화를 관찰한 바 결과를 얻었기에 보고하는 바이다.

1) 악하선중량은 ⁶⁰Co원 감마선 500R 조사군이 대조군보다 24시간후 약 22%의 감소를 나타냈고 조사량의 증가에 따라 약간씩 계속 감소하는 경향을 보였다.

2) ⁶⁰Co원감마선 조사군이 조사량과 시간에 관계없이 대조군에 비해 인산화합물의 각 분획에 있어서 현저한 감소를 보였다.

3) ascorbic acid도 역시 전조사군이 조사량과 시간에 관계없이 약 50%이상의 감소를 보였다.

4) ⁶⁰Co 감마선 500R 조사 24시간군과 대조군의 인산

화합물함량과 분포는 다음과 같다. (mg/100g 신선조직)

| | 산용성인 | 지질인 | 핵산인 | 단백인 | 총인 |
|-----|------|------|------|------|-------|
| 대조군 | 74.1 | 40.3 | 49.3 | 20.3 | 184.0 |
| 조사군 | 45.8 | 27.1 | 29.8 | 11.2 | 113.9 |

「끝으로 본 논문을 완성함에 있어 시종 지도와 교열을 하여주신 은사 김동순 교수님과 조한국 조교수님께 심심한 사의를 표하며 일창윤 선생과 구강병리학교실원 계위 및 구강생화학교실의 경태영 선생과 최근배 선생에게 감사사를 드립니다.」

REFERENCES

- 1) Desjardins, A.U.: Am. J. Roentgenol., 26:145, 1931.
- 2) Friedman, N.B.: Arch. Path., 34:749, 1942.
- 3) Tullis, J.L.: Am. J. Path., 25:829, 1949.
- 4) Smith, R.A.: Am. J. Orthodont. and Oral Surg., 24:428, 1938.
- 5) English, J. A. and Tullis, J.L.: J. Dent. Res., 30:33, 1951.
- 6) Medak, H., Weinreb, M., Sicher, H., Weinmann, J. and Sohour, I.: J. Dent. Res., 31:559, 1952.
- 7) English, J.A.: J. Dent. Res., 14:4, 1955.
- 8) Greulich, R.C. and Ershoff, B.H.: J. Dent. Res., 40:1210, 1961.
- 9) Collet, W.K. and Thonard, J.C.: J. Dent. Res., 44:84, 1965.
- 10) Schlack, C.A. and Ellinger, F.: J. Dent. Res., 30:787, 1951.
- 11) Shafer, W.G.: J. Dent. Res., 31:486, 1952.
- 12) English, J. A., Wheatcroft, M.G., Lyon, H. W. and Miller, C.W.: Oral Surg., Oral Med., & Oral Path., 8:87, 1955.
- 13) Lurie, A.: J. Dent. Res., 48:1049, 1969.
- 14) Alper, T.: Nature, 184: 1112, 1959.
- 15) Holmes, B.E.: Ann. Rev. Nuclear Sci., 7:89, 1957.
- 16) Painter, R.B., and Rasmussen, R.E.: Nature, 201:162, 1964.
- 17) Lee, K.Y., Kim, H.S., Cheon, H.W., Ahn, H. J. and Choi, Y. J.: Korean Biochem. J., 2:35, 1969.
- 18) Schneider, W.C.: J. Biol. Chem., 161:293, 1945.
- 19) Fiske, C.H., and SubbaRow, Y.: J. Biol. Chem., 66:375, 1925.
Fiske, C.H., and SubbaRow, Y.: *ibid.*, 81: 629, 1929.
- 20) Roe, J. H. and Kuether, C.A.: J. Biol. Chem., 147:399, 1943.
- 21) Oser, B. L.: Hawk's physiological chemistry. 14th ed. p.1215 McGraw -Hill Co. 1965.
- 22) Giese, A.C.: Cell Physiology. 2nd ed. Saunder Company. 1962.