

12) 두부방사선사진 촬영시 주요 조직의 방사선흡수선량

삼성서울병원 치과방사선과 · 치료방사선과*
강정기, 정천영, 주상규*

1. 서 론

치과에서 방사선 사진은 환자를 치료하는데 있어 필수 검사항목으로 대부분 환자에게 방사선사진을 요구하게 된다. 특히 교정치료를 목적으로 하는 환자의 경우는 방사선 사진 촬영횟수가 많으며, 두부에는 뇌하수체, 수정체(안구), 갑상선, 타액선 등 방사선 감수성이 높은 조직들이 분포해 있다. 결국 두부방사선 사진을 많이 이용하는 교정학적 치료는 환자 대부분이 어리고 방사선 감수성 또한 높기 때문에 생물학적 효과에 대한 고찰이 요구된다 하겠다. 이에 본 연구에서는 두부에 있는 7개 부위 12개 측정지점을 정하여 각 부위에 대한 방사선 흡수선량을 측정하여, 그 위험도를 제시 하고자 하였다.

II. 연구 재료 및 방법

1. 장비 및 재료

방사선원은 Orthophos Plus CD(독일), Gendex-770(미국)을 사용하였다. 두부의 방사선 흡수선량을 측정하기 위해서는 두부팬텀과 열자루발광선량계(Thermoluminescence Dosimeter(TLD)가 필요한데 두부팬텀은 Rando humanoid팬텀을 사용하였고, TLD소자는 Harshaw Chemical사에서 제작된 TLD-100과 이 TLD 소자를 읽을 Reader(Model 5500)기를 사용하였으며 이외에 질소공급장치, 컴퓨터, 오븐 등을 사용하였다.

2. 실험방법

1) TLD의 제작

본 실험에 사용한 TLD는 4MeV의 에너지를 가진 선형가속 치료기에 노출시켜 교정한 TLD만을 사용하였는데, 크기는 $0.32 \times 0.32 \times 0.03 \text{cm}^3$ 였다. 이 TLD는 92.5%의 Lithium과 7.5%의 Fluoride로 구성되어있고, 시각적인 구별이 불가능하므로 각 TLD chip 마다 고유번호를 부여하여 투명 비닐로 봉합하였다.

2) 측정부위 및 조사조건

교정된 TLD를 두부팬텀에 삽입하여 흡수선량을 측정하는데, 측정부위 및 측정지점은 뇌하수체, 수정체(좌.우), 상악동(좌.우), 전치부위, 구치부위(좌.우), 악하선(좌.우), 갑상선(좌.우)으로 7개부위 12개 지점으로 한정하였다. 사용된 관전압 및 관전류는 파도라마 표준촬영(이하 PAN) : 80kv 14mA 14.1s, 파도라마 측두하악관절촬영(이하 T.M.J) : 73kv 15mA 25.3s, 두부규격측방촬영(이하 Centric) : 73kv 15mA 0.50s, 두부규격후전방촬영(이하 P-A) : 80kv 14mA 0.80s, 치근단전치부촬영(이하 Periapical) : 70kv 2.9mA ~s, 교익촬영(이하 Bite-wing) : 70kv 4.2mA ~s 였다.

3) 선량 측정 방법

측정방법(표 1 참조)은 먼저 각 촬영법마다 1회씩 조사하여 흡수선량을 측정하였고 이후 혼합처방(예 : Pan+Centric+...)을 예상하여 단계별 측정을 하였다.

표 1. 선량 측정 방법

1차 조사	PAN	Centric	P-A	T.M.J
2차 조사 (각 1회)	PAN + Centric + P-A		PAN + Centric + P-A + T.M.J	
3차 조사	PAN(5회) + Centric(5회) + P-A(5회) + T.M.J(3회) + Periapical(6회) + Bite - wing(12회)			

표 2. Absorbed Dose from PAN, T.M.J, Centric and P-A

unit: μ Gy

Site	PAN	T.M.J	Centric	P-A
Hypophysis	430 \pm 21.2	1,076 \pm 82.7	227 \pm 1.4	598 \pm 7.0
Lens Rt	267 \pm 14.8	286 \pm 4.2	152 \pm 11.3	305 \pm 4.2
Lt	225 \pm 22.6	303 \pm 21.2	317 \pm 18.3	305 \pm 5.6
Max.sinus Rt	270 \pm 0.7	248 \pm 15.5	173 \pm 24.0	202 \pm 9.8
Lt	325 \pm 6.3	239 \pm 5.6	286 \pm 15.5	208 \pm 14.1
Anterior teeth	292 \pm 26.1	147 \pm 11.3	296 \pm 26.8	266 \pm 28.2
Posterior teeth Rt	327 \pm 9.8	173 \pm 11.3	298 \pm 21.2	336 \pm 25.4
Lt	341 \pm 5.6	210 \pm 12.7	334 \pm 6.3	331 \pm 31.8
Submadibular gland Rt	415 \pm 49.4	255 \pm 14.1	312 \pm 9.8	316 \pm 7.7
Lt	400 \pm 43.8	234 \pm 18.3	394 \pm 11.3	365 \pm 16.9
Thyroid gland Rt	213 \pm 11.3	182 \pm 5.6	161 \pm 4.9	198 \pm 4.2
Lt	221 \pm 9.8	174 \pm 8.4	157 \pm 9.8	188 \pm 5.6
평균흡수선량	310 \pm 75.8	294 \pm 50.8	248 \pm 67.9	300 \pm 111.6

측정값은 2회 조사한 다음 평균값을 적용하였으나, 측정값이 평균값보다 월등히 많거나 적은 경우는 1-2회 더 조사한 다음 그 평균값을 적용하였다. 측정값이 평균값의 차이에 관계없이 적어도 3회 이상 조사법이 평균값적용에 용이하다. 조사된 TLD는 방사선에 노출된 후 6~24시간 이내에 Reader(Model 5500)기에 넣어 측정하였고 사용된 TLD는 188개였다.

III. 결 과

1. PAN촬영시 최고 흡수선량을 보인곳은 뇌하수체로 430 μ Gy였고, 그 다음은 악하선으로 415 μ Gy(Rt), 400 μ Gy(Lt)였다. 갑상선의 흡수선량은 좌, 우 각 213 μ Gy, 221 μ Gy로 가장 낮았다. 조직의 평균흡수선량은 310 μ Gy였다<표 2>.

2. T.M.J(6컷) 촬영시 최고 흡수선량을 보인 곳은 뇌하수체로 1,076 μ Gy였고, 그 다음으로는 수정체로 286 μ Gy(Rt), 303 μ Gy(Lt)였다.

가장 낮게 나타난 곳은 전치부로 147 μ Gy였다.조직의 평균흡수선량은 294 μ Gy였다<표 2>.

3. Centric촬영시 최고 흡수선량을 보인 곳은 구치부로 334 μ Gy(Lt)였으며, 수정체 왼쪽이 317 μ Gy로 그다음으로 높게 나타났다. 낮게 나타난 곳은 상악동은 오른쪽이 173 μ Gy, 갑상선 오른쪽이 165 μ Gy로 가장적었다. 평균흡수선량은 248 μ Gy였다<표 2>.

4. P-A촬영시 최고 흡수선량을 보인 곳은 뇌하수체로 710 μ Gy였고, 반대로 가장 낮게 나타난 곳은 갑상선으로 198 μ Gy(Rt), 188 μ Gy(Lt)였다. 상악동은 202 μ Gy(Rt), 208 μ Gy(Lt)로 갑상선과 비슷한 분포를 보였다.평균흡수선량은 300 μ Gy였다<표 2>.

1. PAN+Centric+P-A 촬영에서 흡수선량이 가장 높게 나타난 곳은 뇌하수체로 643 μ Gy였고, 악하선에서 비교적 높은 514 μ Gy(Rt), 569 μ Gy(Lt)를 보였다. 가장 낮은 흡수선량을 보인 곳은 갑상선으로 228 μ Gy(Rt), 237 μ Gy(Lt)였다. 평균흡수선량은 386 μ Gy였다<표 3>.

2. PAN+Centric+P-A+T.M.J 촬영시 흡수선량이 가장 높게 나타난 곳은 뇌하수체로 1,658 μ Gy였고, 악하선에서 561 μ Gy(Rt), 647 μ Gy(Lt)로 두번째로 높게 나타났다.

가장 낮은 흡수량을 보인 곳은 갑상선으로 271 μ Gy(Rt), 272 μ Gy(Lt)였다. 평균흡수선량은 553 μ Gy였다<표 3>.

3. PAN(5회)+Centric(5회)+P-A(5회)+T.M.J(3회)+Periapical(6회)+Bite-Wing(12회) 촬영시 흡수선량은 뇌하수체에서 최고 5,829 μ Gy였고, 수정체 오른쪽이 794 μ Gy로 가장 적었다. 반면에 왼쪽 수정체는 1,321 μ Gy로 오른쪽에 비해 2배나 높았다. 평균흡수선량은 4,869 μ Gy였다<표 3>.

표 3. Absorbed Dose from PAN+Centric+P-A+ , PAN+Centric+P-A+T.M.J and PAN+ Centric + P-A + T.M.J+ Periapical+ Bite- wing

unit: μ Gy

Site	PAN + Centric + P-A	PAN + Centric + P-A + T.M.J	PAN(5회) + Centric(5회) + P-A(5회) + T.M.J(3회)+ Periapical(6회)+ Bite- wing(12회)
Hypophysis	643±14.1	1,658±21.2	5,829±405.1
Lens Rt	329±2.8	386±17.6	794±114.5
Lt	365±25.4	414±16.9	1,321±155.5
Max.sinus Rt	274±4.2	325±8.4	2,920±591.8
Lt	280±7.0	491±15.5	2,610±12.7
Anterior teeth	352±12.7	495±18.3	13,600±42.4
Posterior teeth Rt	376±9.1	551±19.7	8,982±175.3
Lt	468±1.3	571±18.3	9,986±345.0
Submandibular gland Rt	514±8.4	561±14.1	4,906±502.7
Lt	569±14.1	647±9.8	4,434±984.2
Thyroid gland Rt	228±1.4	271±2.8	1,562±103.2
Lt	237±2.8	272±4.2	1,488±21.9
평균흡수선량	386±134.3	553±368.6	4,869±4055.3

IV. 고 찰

방사선에 의한 장해는 결정론적 효과와 확률적 효과로 나눈다. 확률적 효과는 그 발생확률이 피폭선량에 비례하고 어떤 발단선량의 존재 여부가 분명치 않으며, 지발성이면서 영향이 없다. 발단선량이 분명치 않으면서도 피폭선량에 비례하여 발생확률이 증가한다는 것은 비록 낮은 선량에서도 확률은 작으나 위험이 있다는 것을 의미한다. 여기서 발생확률이란 통계적 기대값이므로 실제적 장해의 발생은 무작위성의 법칙이 적용된다. 즉, 피폭선량이 낮은 사람의 발생확률은 피폭선량이 높은 사람보다 작은 것이 분명하나, 그것은 기대치상의 문제이며 실제로는 발병되는 쪽은 낮은 선량을 받은 사람일 수도 있다는 뜻이다. 현재의 방사선학적 지식으로는 단위 방사선량에 피폭될 때 생애 중 발암으로 사망할 위험은 성인의 경우 0.1sv당 1,000명중 5명으로 보고 있다. 발생위험은 피폭자의 성별과 피폭당시의 연령에 따라 달라진다.

결정론적 영향은 “발단선량”이 존재하기 때문에 저선량에서는 발생하지 않는다는 점과 대개 급성으로서 증상의 고유한 특성이 있으며, 그 심각도가 피폭선량에 비례한다는 특징이 있다. 결정론적 영향은 세포의 사멸로 발생하고 세포의 사멸은 피폭후 단기간에 일어나는 급성형태로 나타난다. 백내장이 결정론적 영향이면서 발생에 시간을 요하는 것은 수정체 조직의 특이성 때문이다. 발단치는 조직과 증상에 따라서 차이가 있으나 대개 0.5Gy이상으로 볼 수 있다. 이 발단선량은 방사선작업종사자의 연간 허용선량인 20mGy의 25배 상당을 수 주 정도의 단기간에 피폭하는 것에 해당하므로 방사선안전관리가 시행되는 체제하에서는 이 결정론적 영향은 근본적으로 방지된다고 볼 수 있다.

따라서, 치과방사선사진 촬영시 문제가 되는 것은 본 실험에서도 나왔듯이 저선량의 방사선에 관련된 확률적 영향이 더 크다.

갑상선은 첫번째 경추에서부터 다섯번째 경추까지 분포해 있는데, 병적 상태에서 방사선 감수성이 매우 높다. 특히 아동기 초기에 감수성이 높고, 여성은 남성에 비해 자연발생적인 갑상선암과 방사선에 의한 것 모두 2~3배 위험성이 높다. 일반적으로 갑상선은 65mGy(65,000 μ Gy)정도의 적은 양으로도 암이 유발될 수 있다고 보고하고 있다.

본 실험에서는 상부조직에서만 흡수선량을 측정하였는데, 가장 낮은 흡수선량은 198 μ Gy(Rt), 188 μ Gy(Lt)로 무시할 만한 수준이었다. 가장 높게 나타난 곳은 1,562 μ Gy(Rt), 1,488 μ Gy(Lt)로 가장 낮게 측정된 선량에 약 8배 정도 되었으나 65,000 μ Gy보다 훨씬 적은 선량이었다. 또한, 갑상선은 조사야 범위에 전부 포함이 되는것이 아니고 상부만 조사범위가 미치기 때문에 실제로는 이보다 적은 양이 측정된다고 해야 옳을 것이다.

타액선은 50mSV에서 치명적 암 유발 가능성을 보고하고 있을 정도로 방사선 감수성이 높다. 특히 이하선은 악하선이나 설하선보다 방사선 감수성이 더 높다.본 실험에서는 타액선의 흡수선량을 측정하기 위하여 악하선만을 측정하였으므로 이하선에서의 흡수선량을 정확한 이하선의 흡수선량을 표시하면 좋겠다. 흡수선량이 가장 낮은 수치는 255 μ Gy(Rt), 234 μ Gy(Lt)였고,반대로 흡수선량이 가장 높은 곳은 4,906 μ Gy(Rt), 4,434 μ Gy(Lt)로 가장 낮게 측정된 선량에 약 20배 정도되었다. 그러나 50,000 μ Gy(50mSV)보다 훨씬 적은 양이었다. 수정체는 방사선에 대해 비교적 고감수성이기때문에 ICRP60(1990)는 선량한도를 150mSV로 하향조정하였다.

표 4. 성별 및 나이에 따른 확률적영향의 발생위험

피폭당시	나이/성별	남자	여자
	5세	1.3%	1.5%
	45세	0.60%	0.54%

수정체에 5Gy를 급성조사시 백내장이 나타날 확률이 높다. 본 실험에서 측정된 흡수선량은 다른 조직에 비해 중간 정도로 나타났으며, 교정치료를 가당한 조사(32회조사)에서는 1,321 μ Gy(Lt), 794 μ Gy(Rt)였다.

교정치료시는 감수성이 예민한 성장기 어린아이에서 많이 이루어지므로 방사선 방어에 대한 주의가 요구된다.

뇌에 대한 선량측정을 위하여 본 실험에서는 뇌하수체를 선택하였다. 뇌하수체는 정상조직에서는 방사선 저항성이 높으나 병적인 상태에서는 방사선 감수성이 높다. 뇌하수체를 이용한 뇌에 대한 선량측정은 Underhill 등이 이미 실험에 이용하였으며, Gilda 등도 같은 실험을 하였다. 뇌하수체는 다른 조직에 비해 적게는 2배~10배정도 흡수되는 양이 많았으며, 특히 T.M.J 1회 촬영시 흡수선량이 1076 μ Gy(1.076mGy)나 되었다. 이 같은 원인은 T.M.J. 촬영법 특성상 뇌하수체 부위가 집중적으로 노출되고 조사시간 또한 23.5초로 길기 때문인 것으로 이해된다. 교정치료를 가당한 측정(32회조사)에서는 5,829 μ Gy(5.829mGy)였다.

두부방사선사진 촬영시 두부에 있는 조직은 대부분이 노출 위험성에 놓여 있으며 갑상선하부 외에는 차폐가 힘든 실정이다. 그러므로 환자에 대한 방사선방어가 무엇보다도 중요하며, 결국 진단적 가치를 벗어 나지 않는 범위에서 환자에 대한 피폭선량을 최소화 할 수 있는 연구가 지속적으로 이루어져야 한다.

V. 결 론

Rando humanoid 팬텀을 이용한 두부방사선사진 촬영시 연구결과는 다음과 같았다.

1. 1회 촬영시 최대흡수선량을 보인 곳은 측두하악관절 촬영으로 뇌하수체에서 1,076 μ Gy였다. 또한 각 촬영법마다 최대흡수선량을 보인 조직도 뇌하수체였다.

2. 두부규격측방 촬영시 오른쪽 조직보다 왼쪽 조직이 0.5배~2배 가량 높게 나타났으며, 두부규격후전방 촬영시 오른쪽 조직과 왼쪽 조직은 비슷한 흡수선량을 보였다.

3. 대체적으로 갑상선에 흡수되는 양이 적었다.

4. 교정치료를 가당한 흡수선량 측정에서는 전치부가 13,600 μ Gy(13.6mGy)로 가장 높은 선량을 보였으며, 수정체 오른쪽이 794 μ Gy로 가장 낮은 선량을 보였다.

본 연구의 결과로 나타난 두부방사선사진 촬영시 조직이 받는 흡수선량은 인체에 어떤 장애를 일으킬 만한 높은 선량은 되지 못하였다. 하지만 교정치료시 치료의 효과를 높이기 위해 감수성이 예민한 어린아이에게서 빈번히 방사선사진을 촬영하는 경우 보통의 성인보다 흡수선량의 위험도가 더 높을 수 있어 적절한 방어가 필요하다.

참 고 문 헌

1. 유동수의: 구강악안면 방사선학,이우문화사, 1996
2. 강성숙의: 두부규격방사선사진촬영시 주요조직의 등가선량, 유효선량 및 위험도, 대한구강악안면방사선학회지, 1995
3. 김문찬의: 고식적 CT와 나선형 CT검사시 장기 및 조직의 방사선 흡수선량, 대한방사선사협회지, 1998
4. 김병삼의: 파노라마촬영시 두경부 주요기관에 대한 흡수선량 분포. 대한구강악안면방사선학회지, 1990
5. 대한방사선서비스 뉴스 2호, 3호, 1999
6. ICRP Publication 60: Radiation protection, 1990
7. Underhill T.E: Radiobiologic risk estimation from dental radiology, part I. Absorbed doses to critical organs, Oral Surg.Oral Med.Oral Pathol. 1992
8. Gild J.E: Dosimetry of aborbed radiation in radiographic cephalometric, Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol, 1992