

# $^{32}\text{P}$ 표식실험에 있어서의 손끝 $\beta$ 선 선량분포 측정

篠塚 秋子(北里대학 의학부 R계) 외 5명

## 머리말

근년에 눈부신 분자생물학의 발전과 더불어 많은 DNA 분석기술이 개발되었다. 특히 DNA에서 발생하는 유전자의 증폭, 재편성, 결실 등의 큰 변화의 檢出에는 사잔브룻트法이 흔히 이용된다. 그러나 DNA내의 鹽基置換이나 짧은 鹽基配列의 삽입, 결손 등의 변화는 檢출하기가 어렵다. 그러므로 PCR-SSCP法(Polymerase Chain Reaction-Single Strand Conformation Polymorphism)이 개발되었다. 또한 이 방법은 암 DNA의 이상을 檢출하는 방법으로서도 많이 이용되고 있다.

반면에 앞에 말한 분석기술은 방사성동위원소  $^{32}\text{P}$ 를 이용하기 위해 방사선관리의 입장에서 외부피폭의 가능성이 있는 손끝이 받는 선량을 측정할 필요가 생겼다.

금번에 우리는 의학분야에서 널리 사용되고 있는 앞의 PCR-SSCP에 주목하여 그 실험계에 있어서의 손끝선량을 손가락 장착형 TLD(열 루미네센스 선량계)를 사용하여 측정하였기에 여기 보고한다.

Table 1 TLD와 필름뱃지의 장착부위

장착부위	TLD장착 No.	필름뱃지 장착 No.
양손목의 복사뼈	1, 2	
왼쪽 목덜미	3	1
흉부(왼쪽 가슴)	4	2
양눈의 바깥쪽 (방호안경테)	5, 6	
왼손 엄지손가락	7	
왼손 집게손가락	8	
왼손 중지	9	
왼손 약지	10	

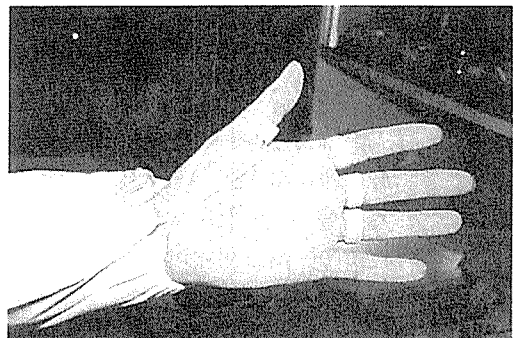


사진 1 손가락 장착형 TLD의 장착도

## 방 법

### 1. 측정용구의 장착위치

손가락 장착형 TLD(千代田 테크놀  $\beta$ 선용 ATL링, 이하 TLD라 함) 및 필름뱃지의 장착위치를 Table 1에 제시한다.

TLD는 피실험자의 방호안경의 좌우, 오른쪽 목덜미, 흉부, 좌우의 손목, 왼손 엄지손가락, 집게손가락, 중지, 약지 등 모두 10개소에 장착하였다.

한편 필름뱃지는 왼쪽 가슴의 포켓부위에 오른쪽 목덜미 부위에 장착하였다. 또한 TLD는  $\beta$ 선에서의 방향의존성이 생각되기 때문에 손 부위에 장착한 TLD에 대해서는 모두 손바닥 쪽으로 素子が 향하도록 장착하였다(사진 1).

또한 이 피실험자는 수년전부터 PCR-SSCP法을 사용하여 실험을 하는 숙련자이다.

### 2. 장착기간

TLD, 필름뱃지의 1회 장착기간은 1개월로 작년 12월부터 금년 2월까지 3회 실시하였다.

또한 PCR-SSCP法은 3.7MBq에서 185MBq 정도의 「 $\alpha$ - $^{32}\text{P}$ 」 dCTP, 또는 「 $\gamma$ - $^{32}\text{P}$ 」 ATP를 사용하여 실시하는 프라이머의 표식조작과 표식한 프라이머를 0.5ml의 플라스틱튜브에 分取하여, PCR 처리후 전기 泳動 시퀀스를 일으키는 두가지 조작으로 대별할 수 있다. 프라이머 표식조작시 만의 선량을 검토하기 위해 앞의 3회의 장착에 이어 금년 3월에 프라이머 표식조작시에 TLD를 왼손 부위(엄지손가락, 집게손가락, 중지, 약지) 및 좌우 손목에 장착한 선량을 측정하였다.

### 3. TLD 장착시의 실험조작

TLD 장착시는 体幹部의 피폭을 방지하기 위해 두께 5mm의 염화 비닐판으로 차폐하며 실험을 하였다(사진 2).

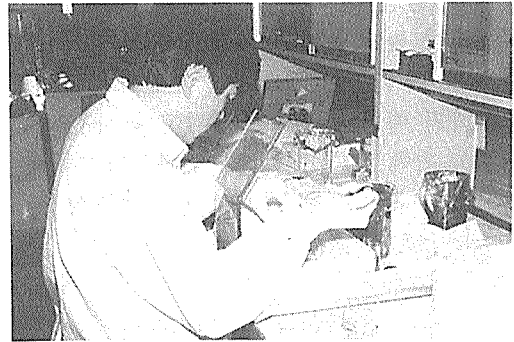


사진2 PCR-SSCP法 조작시 광경



사진3 프라이머 표식시의 튜브와 왼손의 관계

## 측정결과와 평가

필름뱃지와 TLD의  $\beta$ 선량 측정과 산정은 千代田보안용품 주식회사(현 千代田테크놀)가 하였다.

각 산정결과를 Table 2 및 Table 3에 제시한다.

각 Table에는 그 달에 취급한 방사능도 제시하였다.

1994년 12월부터 3회에 걸쳐 PCR-SSCP법을 사용한 전조작시의 손가락끝의 피폭을 측정된 결과 왼쪽 집게손가락이 40.3, 15.7, 65.1mSv라는 가장 높은 값을 나타내었다(Table 2). 특히 제3회의 65.1mSv의 값을 기준으로 年間으로 환산한 경우, 피부에 있어 조직선량당량의 법정 한도치인 500mSv/연을 초과할 가능성이 높다. 이것은 조작시에 방사성 동위원소가 들어 있는 시험관을 왼손으로 가지고 조작하기 때문인 것으로 생각된다(사진 3, 사진 4). 왼쪽 집게손가락의 선량치가 제1회와 제3회에 다른 것은 TLD의 방향의존성에 의

한 것으로 생각된다.

体幹部의 피폭인 흉부(왼쪽 가슴)의 피부선량은 검출한계 이하 내지 1.1mSv였다. 이것은 체간부를 5mm 두께의 염화 비닐판으로 차폐하고 있기 때문인것으로 생각된다(사진 2).

또한 좌우의 손목은 0.8에서 2.9mSv, 왼손 눈 바깥은 검출한계 이하 내지 0.3mSv였다(Table 2). 그러나 방사성물질에서의 飛散 등을 고려할 때 안경 장착도 검토할 필요가 있다고 생각된다.

Table 2 PCR-SSCP法을 사용한 실험계(전조작)에 있어 TLD의 조직선량당량(피부) 측정결과(단위mSv)

장착 No와 장착부위	측정치( )안은 필름벤티의 결과		
	제1회	제2회	제3회
취급량(MBq)	370	159	370
1. 왼손 엄지손가락	38.6	11.5	23.5
2. 왼손 집게손가락	40.3	15.7	65.1
3. 왼손 중지	33.2	16.2	47.8
4. 왼손 약지	4.8	14.1	32.1
5. 오른쪽 손목	0.8	1.5	2.2
6. 왼쪽 손목	0.8	2.9	2.1
7. 오른쪽 목덜미	×(×)	×(×)	0.9(×)
8. 흉부(왼쪽 가슴)	×(1.1)	×(1.1)	×(0.5)
9. 오른쪽 눈 바깥	×	×	×
10. 왼쪽 눈 바깥	×	×	0.3

×는 측정한계 미만치

플라이머 표식시의 피폭에 대해서는 100MBq취급시의 선량이 왼손 집게손가락에는 2.0mSv, 왼손 중지에는 23mSv, 왼손 약지에는 2.0mSv, 왼손 엄지 손가락에는 1.6mSv였다(Table 3). 전조작시에 가장 선량이 많았던 왼손 집게손가락에 있어 플라이머 표식시에는 왼손 중지가 가장 높은 선량치를 나타

내었다. 이것은 플라이머 표식시에 사용한 1.5ml 반응용 튜브를 엄지손가락과 중지의 손가락끝으로 가지는 자세가 되어, 튜브에서 가장 가까운 TLD는 중지엔 장착되어 있는 TLD인 것으로 생각된다(사진 3). 그것과 대조적으로 PCR 및 전기영동 시퀀스시의 조작에서는 0.5ml의 튜브를 왼손 집게손가락의 복

부와 엄지손가락끝으로 가지는 자세가 되어 왼손 집게손가락에 장착한 TLD가 가장 가깝기 때문이라 생각된다(사진 4).

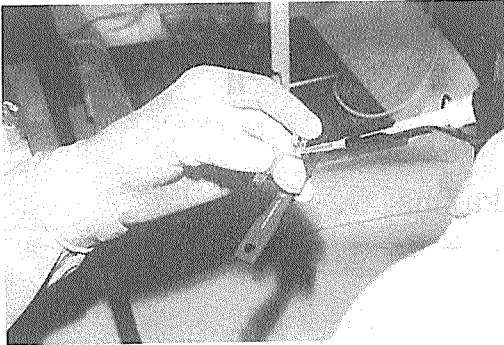


사진 4 전기영동 시퀀스시의 튜브와 왼손의 관계

금번의 플라이머 표식시의 선량치는 100MBq를 취급하였을 때의 선량치이다. 이것을 전조작시의 취급량 370MBq로 환산하면 왼손 집게손가락에서 7.4mSv, 왼손 중지에서 8.5mSv가 된다. 이것은 전조작시의 왼손 집게손가락의 선량치 65.1mSv의 약 11%, 왼손 중지로는 약 18%에 해당된다. 이것으로 플라이머 표식시의 선량보다 오히려 PCR처리 및 전기영동 시퀀스시의 선량이 크게 관여하고 있다는 것을 생각할 수 있다. 이것은 플라이머 표식시의 취급시간에 대해 PCR처리 및 전기영동 시퀀스시의 취급시간 쪽이 길기 때문이라 생각된다. 따라서 손끝 선량을 경감하기 위해서는 플라이머 표식시 뿐만 아니라 그 다음의 조작에 대해서도 검토할 필요가 있다고 생각된다. 또한 선량경감책으로는 튜브를 갖지 않고 조작하는 것이 가장 유효하다고 생각되지만 그 반면 액체가 들어 있는 피트 등의 조작이동에 의한 실험대 등의 오염확대를 생각해보면 차폐용기에 튜브를 장착하여 조작하는 대책을 강구할 필요가 있다. 또한

본 측정 산정치는 모두 피부의 조직선량당량 값이며, 실효선량당량 값은 모두 검출한계 미만이었다.

Table 3. PCR-SSCP법에 의한 플라이머 표식시의 TLD의 조직선량당량(피부) 측정결과(단위mSv)

장착 No. 와 장착부위	측정치
취급량(MBq)	100
1 왼손엄지손가락	1.6
2 왼손집게손가락	2.0
3 왼손 중지	2.3
4 왼손 약지	2.0
5 오른쪽 손목	×
6 왼쪽 손목	0.4

×는 측정한계 미만치

### 맺는 말

금번 우리는 DNA 분석기술의 한 수법인 PCR-SSCP 조작시의 손가락끝의 선량(조직선량당량)에 대해 손가락 장치형 TLD를 사용하여 측정하였다. 그 결과

1. 왼손 집게손가락, 왼손 중지를 중심으로 선량이 인정되었다.
2. 선량은 연간으로 환산하면 피부에 있어 조직선량당량의 법령 한도치를 초과할 염려가 있다.
3. 선량은 플라이머 표식시보다 오히려 그 후의 PCR처리 및 전기영동 시퀀스의 경우가 더 높다.
4. 손끝 장치형 TLD를 사용함으로써 정확히 손끝 선량을 추정할 수 있었다.

금후에는 이 손끝의 선량 경감책에 대해 더욱 검토할 예정이다.