放治技學會誌 第三卷 第一號 1989年

MATCH-LINE-WEDGE(MLW)를 이용한 인접조사야 치료방법

서울대학교병원 치료방사선과

유숙현 · 박진홍 · 박흥득 · 정호용

1. 서 론

방사선 치료시 조사야를 둘, 또는 그 이상으로 인접시켜 치료해야 할 경우가 있다. 그 예로써

1) 치료부위가 기계의 콜리메터 최대치를 초과하거나 (호즈킨씨병, 각종 중추신경계 종양)
2) 치료부위의 선속(beam)의 입사방향이 다른 경우 등을 들수 있다.

이상과 같은 치료시 인접한 두 조사야 경계면에서의 선량을, 인접하지 않은 부위와 마찬가지로 균등히 하고, 100 % 선량을 조사하기 위해 여러가지 방법이 다음과 같이 개발되어 왔다.

1) Skin Gap 법
2) Shifting Gap 법
3) Half-Block 법
4) Match-Line-Wedge (MLW) 법

Skin gap 법과 Match-Line-Wedge 법 (이하 MLW라 약칭)의 모식도를 그림 1A, 1B에 나타내었다.

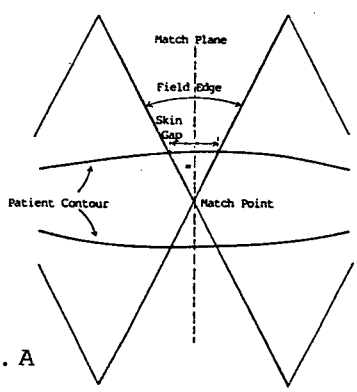

그림1. A
Schematic of Skin Gap Geometry

그림에서 보는 바와 같이 Skin Gap법은 Skin에 기하학적으로 계산된 Gap을 두어 match point에 100 %의 정확한 선량이 조사되도록 하였다. 그러나 match point 외의 영역 즉 두 field의 edge부분 (penumbra)이 겹쳐지는 곳에서는 과선량(over dose)현상이 나타나고 match plane상에는 skin가까운 지점에 저선량(under dose)현상이 나타나는 문제점등이 있어 왔다. 따라서 Skin gap을 좌우로 조금씩 이동시켜 주어 over 또는 under로 조사되는 지점을 조금씩 상쇄시켜 보완하는 방법으로써 shifting gop법이 있다. 하지만 이 방법으로서도 정확한 균등한 선량분포를 가져 왔다고는 할수가 없다. 여기서 MLW를 삽입하는 방법으로 이 문제점들을 개선해 보기로 하자.

2. 본 론

-실험장치 및 측정기구-

- 6 MV X-ray linear accelerator -Varian Clinac 6/100
- Water Phantom
- One dimensionally X-Y recorder system - Therados
- Styrofoam & Styrofoamer cutter
- Acryl tray (5 mm)
- Cerrobend
- Polystylene Phantom
- X-Omat V_2 film - kodak -
- Auto-Isodensitometer

○Treatment Planning system

– Capintec

–MLW법의 개요–

그림 1B) 에서 보는 바와같이 두 인접한 조사야에 조사되는 open beam 에 MLW 를 삽입하여 Beam margin 으로부터 open Beam 의 50% edge 까지의 선량분포도를 조절한다. 이때 합성한 이 두 beam이 심부내 Match Line에서 부터 Skin 까지 100%의 선량분포도를 나타낼 수 있도록 한다.

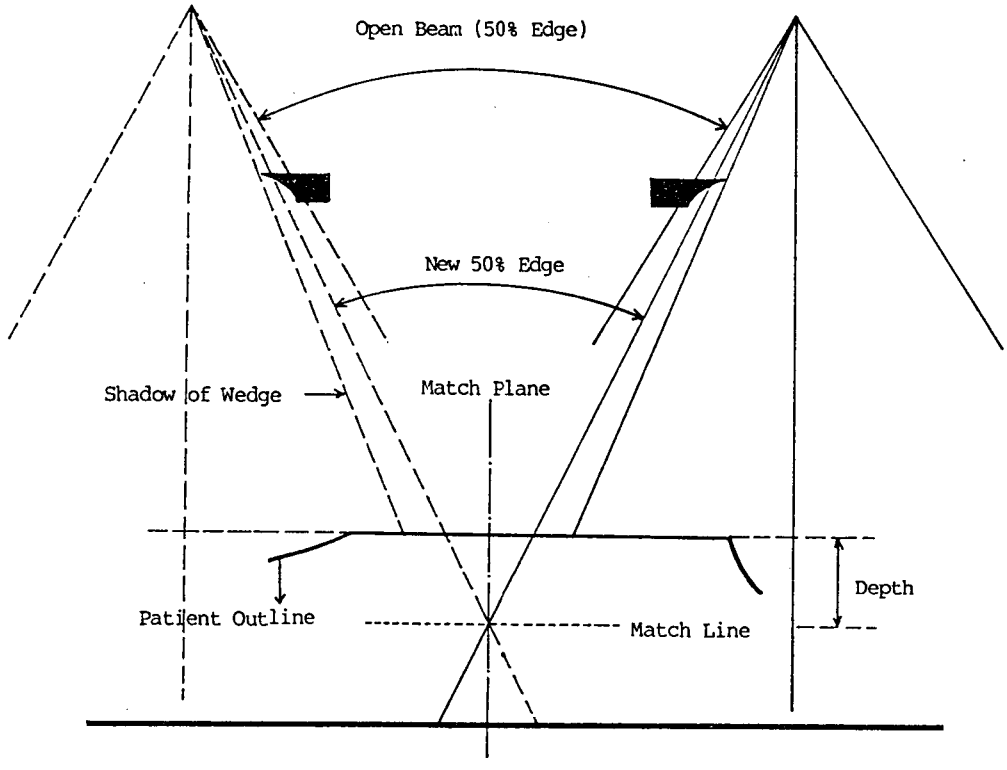

그림 1. B Schematic of MLW Geometry

–MLW의 제작법–

○기준조사야의 크기 및 깊이(depth)를 결정한다.

조사야(Field size) : 20 × 20 *cm*

깊이 (Depth) : 10 *cm*

○기준조사야의 Beam profile을 구한다.

(그림 2 참조)

여기서 구한 Beam profile을 이용하여 MLW 삽입시의 Beam profile을 가상적으로 그려본다. (그림 2 참조)

○이상에서 제도된 Beam profile을 이용하여 MLW 설계를 위한 형상좌표를 설정한다.

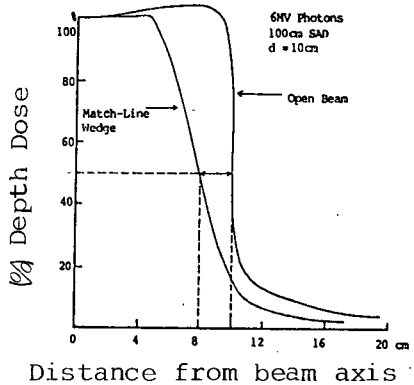

그림 2.

Effect of Match-line Wedge on Beam Profile

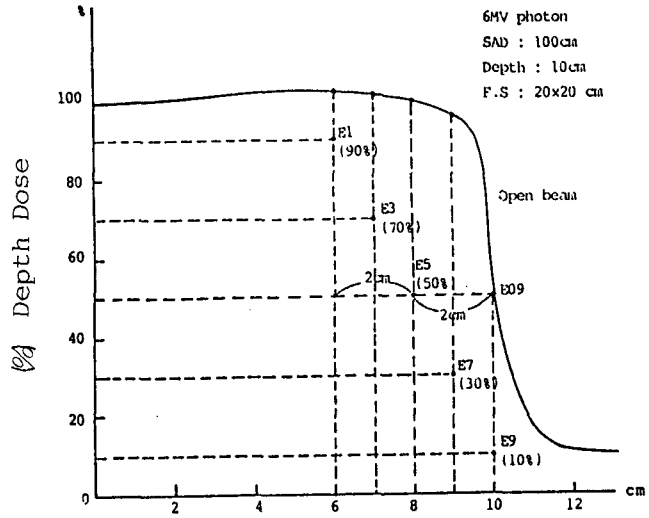

그림 3. Distance from central ray (*cm*)

MLW (Match-line-wedge)의 설계를 위한 형상좌표

이때 Open Beam의 50% Edge를 기준으로 20%/*cm* 감소하도록 계획한다. 설정된 형상좌표를 그림 3에 나타내었다.

○ Wedge제작에 앞서 Wedge의 두께 및 크기를 재질에 따라 산출해 낸다.

－두께 (thickness)－

$$E = E_0 e^{-\mu x} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad 1)$$

X : 흡수체의 두께

μ : 선감쇠계수

E : 투과 energy

E_0 : 입사 energy

$$X = \frac{\log E_0 - \log E}{\mu \cdot \log e} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad 2)$$

－크기－

○ SWD (Source MLW Distance)

○ Beam Divergence

○ SAD (Source Axis－Distance) 등을 고려하여 크기를 결정한다.

이상과 같이 하여 모은 자료들을 토대로 MLW의 모형도를 제작한다.

(그림 4 참조)

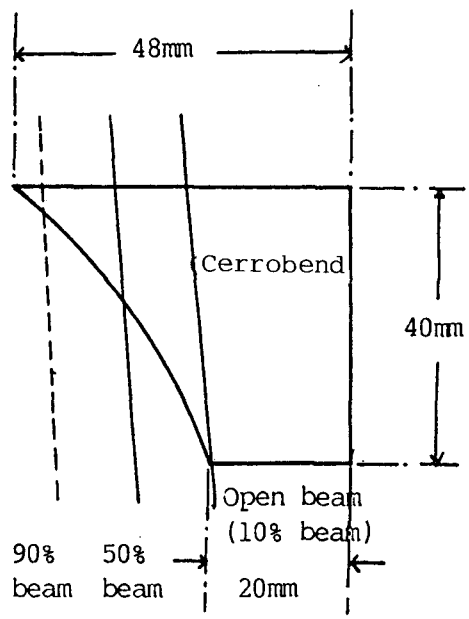

그림 4.
Design of Match-Line-Wedge

	No.	1	2	3	4	5	6	7	8
형 상	E_0	103	102.5	102	101.5	101	99	98	93
좌 표	E	90	80	70	60	50	40	30	20
흡수체	Lucite	2.4	4.4	6.7	9.3	12.4	16	20.9	27.2
의두께	Lead	0.26	0.47	0.72	1.0	1.34	1.73	2.26	2.94
(cm)	Cerrobend	0.3	0.6	0.9	1.21	1.6	2	2.7	3.5

본 실험에서는 MLW의 제작이 용이한 Cerrobend를 사용하여 MLW를 제작하였다. (참조 그림 5)

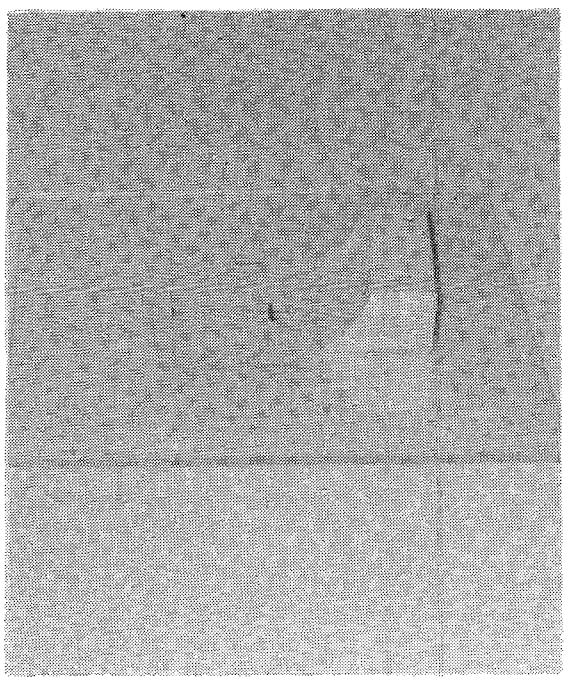

그림 5. Cerrobend로 제작한 MLW

그림 6) 에 MLW법 사용시의 모식도를 나타내었다.(그림 6)

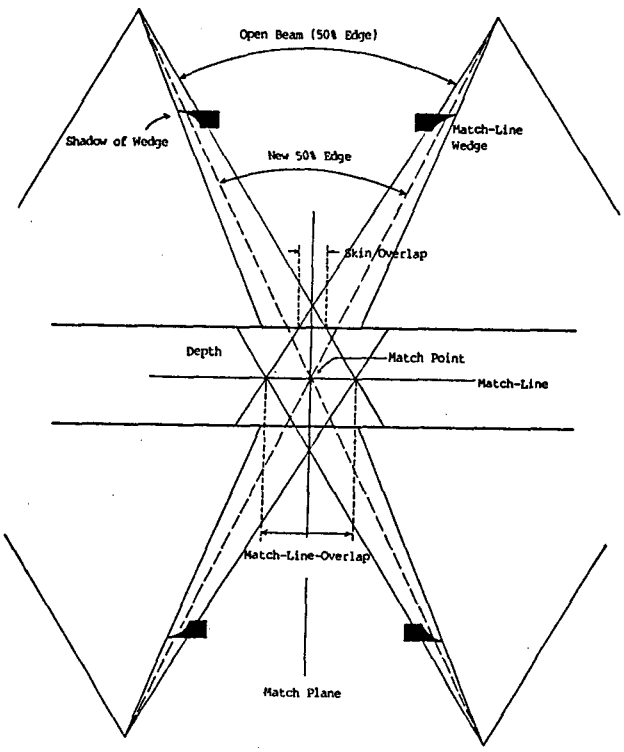

그림 6. MLW법 사용시 모식도

- MLW 사용시 조사야(field)선정 및 Skin Overlap 폭 산출방법 -

○ SAD법

$$SO = \{MLO - \frac{1}{2} d_3 (L_1 + L_2)\} / SAD$$

○ SSD법

$$SO = [\frac{1}{2}\{SSD(L_1 + MLO)/(SSD+d_3)\} + \{SSD(L_1 + MLO)/(SSD+d_3)\}] - (L_1+L_2)$$

$$= SSD\{MLO - \frac{1}{2} d_3 (L_1 + L_2)/(SSD + d_3)\} \times d_3 = \frac{1}{2}(d_1 + d_2)$$

○ Field Size설정

F·S = S_0 + 기준조사야

L_1, L_2 : 인접하는 조사야에 조사되는 Beam의 길이

S_0 : Skin Overlap 폭

d_1, d_2 : 인접하는 조사야의 각각의 depth

MLO : Match Line Overlap 폭

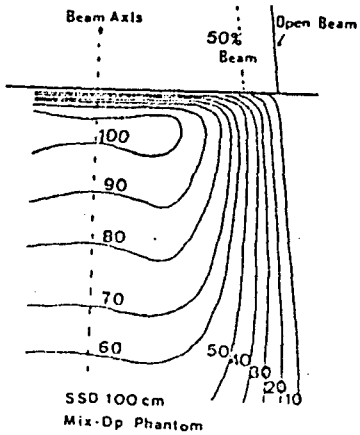

그림 7.
Isodose Curve of MLW

3. 결 론

MLW를 Open Beam에 삽입시킨 등선량 분포곡선(isodose curve)를 그림7에 나타 내었다.

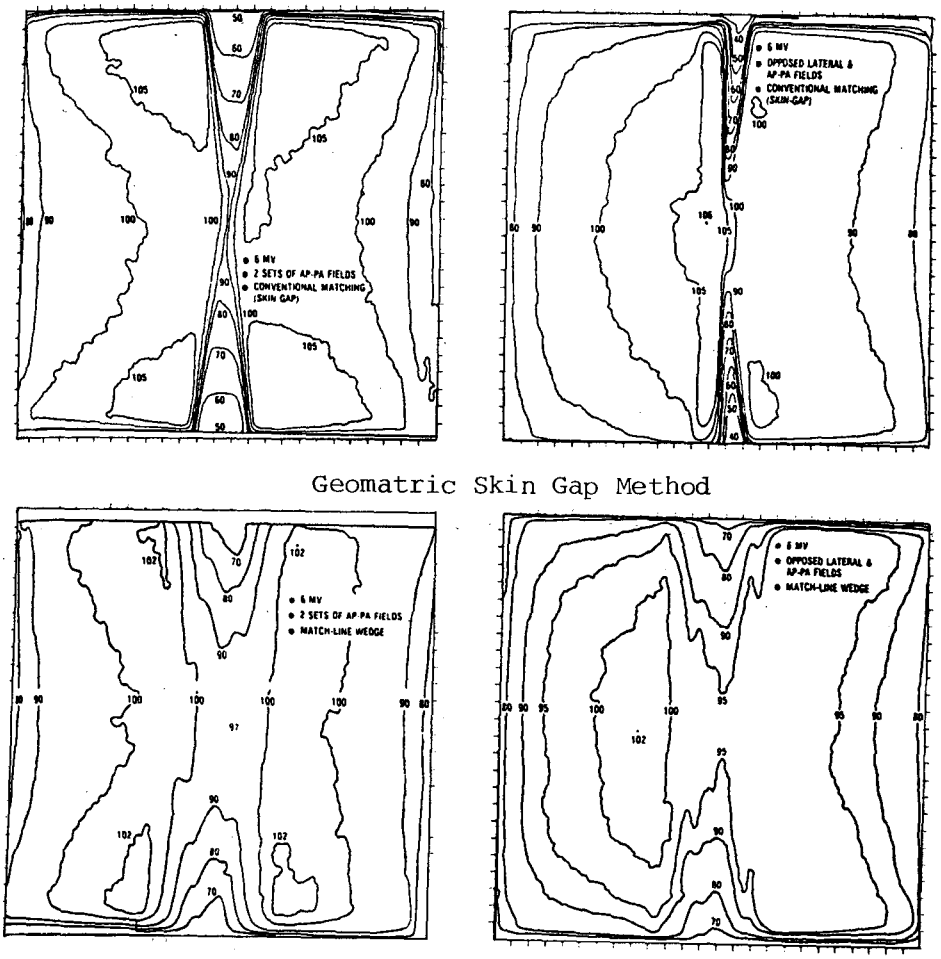

그림 8. Dose Distribution in the Sagittal Plane

Skin gap법 사용시 조사된 두 선속(Beam)의 등선량 분포곡선(isodose curve)및MLW법 사용시 조사된 두선속(Beam)의 곡선(Curve)를 각각 그림 8에 나타내었다.

조사야가 인접되는 경계면에서 두 곡선(Curve)를 비교해 보면 과선량(Over dose)와 저선량(Under dose)의 현상이 MLW법보다 Skin gap법에서 현저히 나타나는 것을 볼 수가 있다.

또한 Match Line상에서 Set-up error에 의해 0.5 *cm* Under lap되었거나 Overlap 되었을 시 과선량(Over dose) 또는 저선량(Under dose)으로 되는 양이 MLW보다 Skin gap상에서 훨씬 두드러 진다는 것을 알수가 있다. (그림 9 참조)

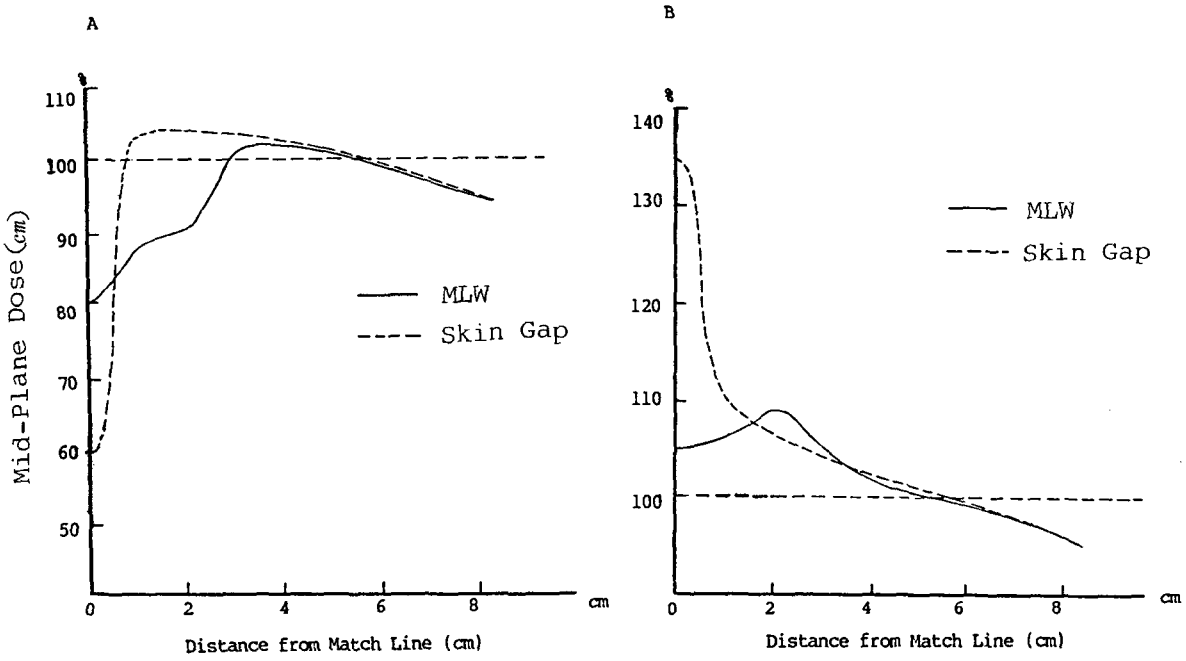

그림 9. Dose vs Distance from Match Line

A) 0.5*cm* Underlap (6 Mv photon, FS 20×20*cm*, Depth 10 *cm*)
B) 0.5*cm* Overlap (6 Mv photon, FS 20×20*cm*, Depth 10 *cm*)

이상에서 얻은 결과를 도표1,2에서 나타내었다. 본 실험의 결과로 살펴본 바에 의하면 MLW 법 사용시

1) 두 field margin의 인접한 조사야 부분의 선량분포가 균일하게 된다.

표1.
Relative Dose Errors for 3 Types of Field Matching Technique

Technique error	MLW technique	Skin gap technique
Zero error	90-100%	100%
+5㎜ error	100-105%	100-135%
-5㎜ error	80- 90%	60-100%
± error	±5- 10%	±35-±40%

2) Set-up error에 의한 영향이 적다.

3) 선량분포의 평단도에 대한 보정이 동시에이루어진다.

4) 모든 인접조사 치료시 응용이 가능하다.

표2.
Comparison of adjacent Field Treatment Technique

	Uniformity of dose distribution	Effect of set up error
Skin gap	poor	fair
Shifting gap	fair	fair
Half field block	good	poor
MLW	good	good