

## MULTILAMELARNI KOLIMATOR – KLINIČKA DOZIMETRIJA I KONTROLA KVALITETA

Gordan Nišević, Goran Kolarević, Odeljenje raditerapije VMA, Beograd  
Zoran Bošković, Institut za medicinu rada ZPM VMA, Beograd  
Sanja Trajković, Nacionalni centar za trovanje VMA, Beograd

**Sadržaj** – Multilamelarni kolimator (MLC) se primenjuje u radioterapiji iz dva razloga: da redukuje volumen ozračenog tkiva, što pruža mogućnost eskaliranja doze radi bolje lokalne kontrole i zbog mogućnosti primene iregularnih polja radi poštode normalnog tkiva i smanjenja komplikacija. Na Odeljenju radioterapije Vojnomedicinske akademije u Beogradu, od februara 2000 godine, u kliničkoj upotrebi je linearni akcelerator Sli-plus, ELEKTA sa MLC-om. U radu su prikazani neki elementi iz programa Kontrole kvaliteta (QC) MLC-a sa posebnim osvrtom na dozimetriju pomoću dozimetrijskog filma.

### 1. UVOD

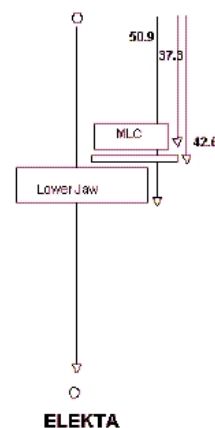
**MULTILEAF COLLIMATOR:** X-ray collimator comprising many “leaves” and thus able to create an irregularly shaped window for the radiation to pass through. Typically there might be some 40 pairs of these leaves with each leaf projecting to a width about 1 cm at isocentre [1].

Radioterapijski režimi (tehnike) kod kojih je posebna pažnja posvećena poklapanju ozračenog volumena sa ciljnim volumenom (target volume) nazivaju se konformalnim. [2] Osnovni princip radioterapije je da se tumorski volumen ozrači (steriliše) što većom dozom, a da se normalna tkiva i organi poštede koliko je god to moguće. Tumorske doze su sve do početka osamdesetih bile ograničene na 60-65 Gy, koji su se aplicirali u frakcionisanom režimu (5-6 nedelja). Snažan tehnološki napredak koji je usledio, uvođenje u praksu sistema za planiranje radioterapije (Treatment Planning System - TPS), elektronskih uređaja za portal imidžing (Electronic Portal Imaging Device - EPID) i multilamelarnog kolimatora (Multileaf Collimator - MLC), dao je mogućnosti za eskaliranje doze (75-80 Gy) uz veću poštedu rizičnih organa i tkiva. Na klinički potencijal homogenijeg ozračivanja tumorskog volumena, odnosno bolje lokalne kontrole bolesti, ukazao je 1981. Suit [3]. On je ukazao da bolja lokalna kontrola dovodi i do većeg (petogodišnjeg) preživljavanja. U radu su dati neki elementi Kontrole kvaliteta MLC-a. Prvi je Gscheidlen, još 1959 godine, patentirao prototip MLC-a [1]. Moderni multilamelarni kolimatori počeli su da se koriste 1984 godine. Kako konformalna radioterapija obično vodi smanjivanju ozračenog volumena, odnosno smanjenju margina tumora, nameće se zahtev za dodatnom preciznošću i reproducibilnošću kako dozimetrijskih tako i geometrijskih parametara MLC-a. Prijemni test, komisioni klinički test i Program Kontrole kvaliteta, uz odgovarajuće preventivno održavanje i pravovremenu nadogradnju softvera i hardvera MLC-a su potrebni uslovi za adekvatnu kliničku eksploataciju ovog sofisticiranog uređaja. U radu su prikazana iskustva Odeljenja radioterapije Instituta za

radiologiju VMA posle 5 godina uspešne kliničke upotrebe MLC-a.

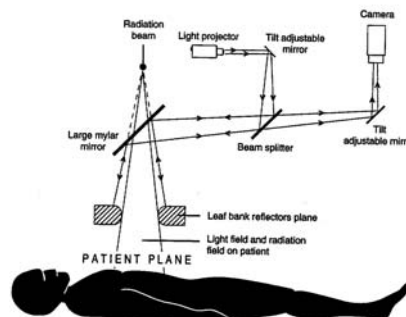
### 2. MATERIJAL I METODE

Elektrin multilamelarni kolimator sastoji se od 80 nezavisnih lamela podeljenih na dve strane. MLC je postavljen umesto gornjeg para klasičnih kolimatora (Slika 1), na rastojanju od 298 mm od mete linearnog akceleratora Sli-plus, ELEKTA.



Slika 1 Glava linearnog akceleratora Sli-plus, ELEKTA (blok šema)

Visina lamela je 75 mm i napravljene su od legure, koja sadrži 95% wolframa, 3,75% nikla i 1,75% gvožđa (gustina:  $18 \pm 0,2$  g/cm<sup>3</sup>). Projekcija lamele u ravni izocentra (na rastojanju 100 cm od mete linearnog akceleratora) je 1 cm [4]. Svaku lamelu pokreće poseban servo motor, a tačnost pozicioniranja se kontroliše pomoću optičkog sistema (Slika 2).



Slika 2 Optički sistem za pozicioniranje lamela

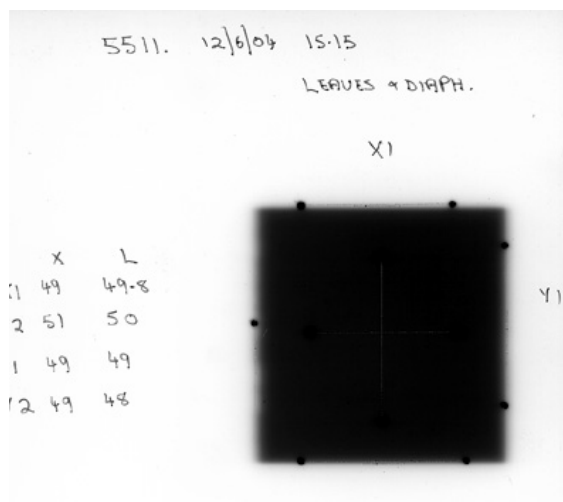
Par Y backup dijafragmi služi da smanji curenje kroz MLC. Prosečno curenje je 2% (max. 4,3%) u odnosu na dozu na osi snopa. Polusenka (80%-20%) 6 mm za 20 MV. Detaljniji podaci o Elektnom multilamelarnom kolimatoru mogu se naći u referenci [4].

Merenja su vršena na linearnom akceleratoru SLi-plus, ELEKTA (tri fotonske energije: 4,10 i 18 MV). Korišćen je dozimetrijski film X-Omat V, Kodak. Očitavan je pomoću optičkog densitometra 301 X-Rite (apertura 0,5 mm). Film je ozračivan u izocentru (na rastojanju od 100 cm od mete), sa build-up pleksijem odgovarajuće debljine (u zavisnosti od energije), sa 40 MU – približno 40 cGy.

### 3. REZULTATI

U Radu su, zbog ograničenog prostora, prikazani samo neki od rezultata, što je sasvim dovoljno da se stekne utisak kako izgleda Program kontrole kvaliteta (QC) za jedan medicinski uređaj ovog tipa.

Na Slici 3 prikazani su rezultati testa backup dijafragme, čija je funkcija da smanj curenje zračenja kroz MLC. Merenja su izvršena u juna 2004, posle hardverske nadogradnje MLC-a. U prijemnom testu [5] zahtevana je i dobijena tačnost od  $\pm 1$  mm, a na Slici3 se vidi da je ta tačnost postignuta i posle nadogradnje i podešavanja.

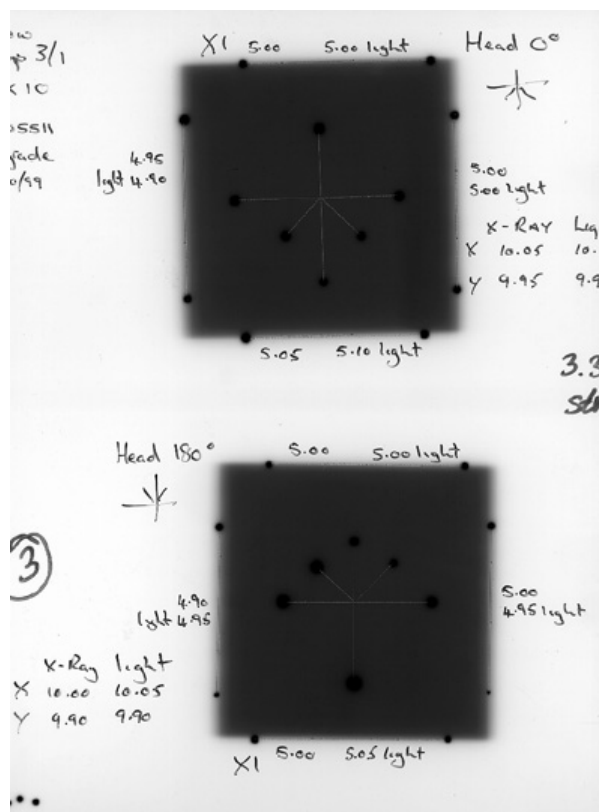


Slika 3 Dozimetrijski film sa urađenim testom 3.2.2. iz Prijemnog testa

Na Slici 4 prikazan je dozimetrijski film posle podešavanja optičkog i zračnog polja prilikom prijemnog testa (3.3.2 u [5]). Rezultati su dati u Tabeli 1.

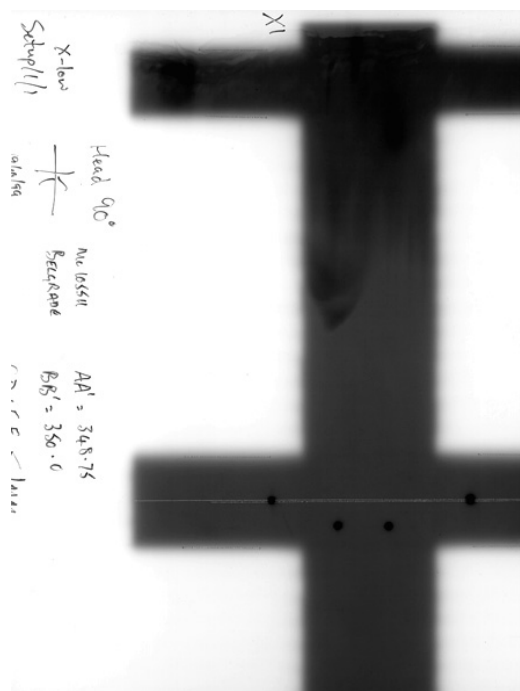
Tabela 1 Rezultati podešavanja optičkog i zračnog polja

Ugao gentrinja	Osa	Limit greške	Izmereno na Prijemnom testu
0°	G-T	2 mm	0,05 mm
	A-B	2 mm	0,05 mm
180°	G-T	2 mm	0,05 mm
	A-B	2 mm	0 mm

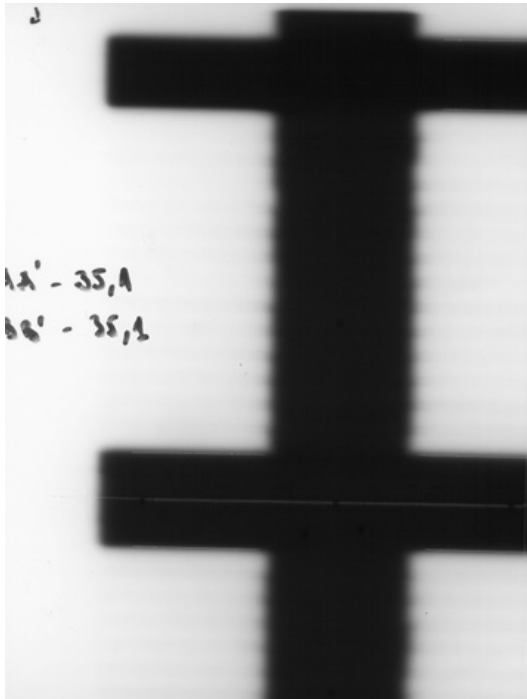


Slika 4 Podešavanje poklapanja optičkog i zračnog polja

Na Slici 5 (Prijemni test) i Slici 6 (test posle nadogradnje MLC-a) su prikazani rezultati testa podešavanja MLC-a u odnosu na glavu linearnog akceleratora. Dozvoljni limiti za distance AA' i BB' su  $350 \pm 2$  mm. Na prijemnom testu su dobivene vrednosti: 348,7 i 350 mm, a posle nadogradnje: 351 i 351 mm.



Slika 5 Podešenost MLC-a u odnosu na glavu linearnog akceleratora – Prijemni test



Slika 6 Podešenost MLC-a u odnosu na glavu linearnog akceleratora – posle nadogradnje MLC-a

#### 4. ZAKLJUČAK

Multilamelarni kolimator je relativno nov i veoma značajan uređaj koji se primenjuje u radioterapiji u cilju što preciznijeg i homogenijeg ozračivanja tumorskog volumena. U ovom radu nije bilo reči o Intenzitetom Modulisanom R(T) radioterapiji (IMRT), kod koje se lamele kreću u toku zračenja, jer naš linearni akcelerator ne raspolaže tom opcijom, a koja zahteva još zahtevniji Program kontrole kvaliteta. Prijemni test i parametri koji su utvrđeni tom prilikom su od velikog značaja u uspostavljanju Programa kontrole kvaliteta MLC-a. Sve procedure iz programa QC treba obavljati, kako je to predviđeno, mesečno, polugodišnje, godišnje ili u vanrednim prilikama – posle intervencija do kojih je došlo usled kvara ili nadogradnje MLC-a. Procedure možemo podeliti u više grupa [6]:

- očitavanje položaja lamela i izocentričnost
- polusenka u funkciji položaja lamela,
- poklapanje svetlosnog i radijacionog polja,
- curenje kroz kolimator,
- interlokovi,
- brzina lamela uključujući usporavanje i ubrzanje.

Kada je u pitanju provera dozimetrijskih parametara, dozimetrijski fil se, zbog odlične prostorne rezolucije i brzini provere, pokazao kao najbolji detektor.

Kako u Srbiji od prošle godine rade još dva linearna akceleratora sa MLC-om potrebno je objediniti radioterapijske fizičare, inženjere i radioterapeute na jednom multidisciplinarnom projektu koji bi obuhvatio sve aspekte jednog ozbiljnog Programa kontrole kvaliteta multilamelarnog kolimatora, jer je to posao koji prevazilazi mogućnost jednog radioterapijskog centra ili Instituta.

#### LITERATURA

- [1] S. Webb. The physics of three-dimensional radiation therapy, Bristol: Institute of Physics Publishing, 1993.
- [2] S. Takahashi, "Conformation radiotherapy, rotation techniques as applied to radiotherapy," Acta Radiol 1965; Suppl. 242.
- [3] H.D. Suit, "Potential for improving survival rates for the cancer patient by increasing the efficacy of treatment of the primary lesion," Cancer 1982; (50) pp. 1227-1234.
- [4] T.J. Jordan, PC Williams, "The design and performance characteristics of a multi-leaf collimator," Phys Med Biol 1994; (39) pp. 231-51.
- [5] Customer acceptance test schedule for SL series linear accelerator with MLCi. Publication No. 4513 370 91422. 1997 Philips Electronics U.K. Limited.
- [6] J.M. Galvin, "The multileaf collimator a complete guide" Thomas Jefferson University Hospital – Jefferson Medical School.

**Abstract** – There are two reasons why is multileaf collimator (MLC) in use in radiotherapy. The first is to reduce the volume of irradiated tissue, which allows higher doses to be used and better local control. The second reason is implementation of irregular fields due to sparing healthy tissues and reducing complications. At the Department of Radiotherapy, Military Medical Academy, Belgrade, linear accelerator SLi Plus, ELEKTA with MLC is in clinical use since February 2000. In this paper are presented elements of quality control program of MLC with emphases on film dosimetry.

#### MULTILEAF COLLIMATOR – CLINICAL DOSIMETRY AND QUALITY CONTROL

Gordan Nišević, Goran Kolarević, Zoran Bošković, Sanja Trajković