Journal of Ilam University of Medical Sciences

P-ISSN: 1563-4728
E-ISSN: 2588-3135

Implementation of MLC-based techniques for kidney protection as isolated organs during radiotherapy of abdominal malignancies

Warya Parvaii [1], **Ghazal Mehri Kakavand** [2], **Tahereh Hadisinia** [3*]

[1] Medical Physics Dept, Ilam University of Medical Science, Ilam, Iran
[2] Dept of Anatomy and Medical Imaging, Faculty of Medical and Health Sciences, University of Auckland, Auckland, New Zealand
[3] Radiology Dept, School of Paramedical sciences, Guilan University of Medical Sciences, Rasht, Iran

Article Info

Article type:
Research article

Article History:
Received: Mar. 20, 2025
Received in revised form: Apr. 29, 2025
Accepted: May. 03, 2025
Published Online: May. 26, 2025

**** Correspondence to:***
Tahereh Hadisinia
Radiology Dept, School of Paramedical sciences, Guilan University of Medical Sciences, Rasht, Iran

Email:
Sahebehs@yahoo.com

A B S T R A C T

Introduction: Radiotherapy is one of the therapeutic options for malignancies associated with the abdominal cavity. However, the delivered dose must be limited to the kidneys' custom shielding blocks. This study aimed to propose a method in which kidney shielding blocks can be replaced with multi-leaf collimators (MLCs).

Materials & Methods: In the initial phase, both kidneys were protected, and the open field area was irradiated. However, the region between each kidney and the lateral abdominal wall was inevitably shielded. Therefore, in subsequent phases, the dose to the shielded region was necessarily compensated. This process was analyzed by treatment planning and Kodak EDR2 film dosimetry. The dosimetric film results, read with MATLAB, were compared with TPS data, showing a mean difference of less than 5%, indicating acceptable agreement between the two methods.

Results: The MLC-based shielding method demonstrated a noticeable reduction in treatment time compared to the time required for custom block fabrication and patient setup. The use of MLCs resulted in only a 3.86% increase in MU, which was not clinically significant. The mean dose to both kidneys in the MLC and cerrobend block methods remained within the renal tolerance limits. Furthermore, the consistency of average V10, V15, and V20 data for the left and right kidneys supported the agreement between the cerrobend block and MLC methods.

Conclusion: MLC application to the island organ as a shield is suggested, especially in AP/PA WAR. But sufficient accuracy in field matching is needed.

Keywords: MLC, Cerrobend block, WAR, kidney, Dosimetry

How to cite this paper: Parvaii W, Mehri Kakavand Gh, Hadisinia T. Implementation of MLC-based techniques for kidney protection as isolated organs during radiotherapy of abdominal malignancies. *Journal of Ilam University of Medical Sciences*. 2025;33(2):1-12.

Introduction

Radiotherapy remains a critical modality for the treatment of various intra-abdominal malignancies, especially in cases where complete surgical resection is not feasible or the disease has recurred (1). In abdominal cavity radiotherapy, extensive regions of the peritoneum are irradiated, inevitably exposing adjacent vital organs such as the kidneys to unintended radiation doses (2). Protecting these organs is essential because kidneys are among the most radiosensitive organs, and radiation-induced nephropathy can significantly impair patient outcomes (1-3). Traditionally, cerrobend blocks have been employed to shield the kidneys during treatment; however, the fabrication of these blocks is time-consuming, labor-intensive, and can expose staff to toxic materials (6). Additionally, manual placement of blocks in each treatment session increases the risk of positioning errors and prolongs treatment times (1, 6). Multi-leaf collimators (MLCs) have emerged as a promising alternative, offering dynamic and precise beam-shaping capabilities without the drawbacks of physical block production (5). MLCs have been widely adopted in modern radiotherapy centers for sparing organs at risk and improving treatment workflow (6). Despite these advantages, comprehensive dosimetric comparisons

© The Author(s)
Publisher: Ilam University of Medical Sciences

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-09]

between MLCs and Cerrobend blocks in abdominal radiotherapy settings are limited. The aim of this study was to evaluate the efficacy of multi-leaf collimators (MLCs) as an alternative to cerrobend blocks in protecting the kidneys during abdominal cavity radiotherapy. This study aimed to propose a method in which kidney shielding blocks can be replaced with multi-leaf collimators (MLCs).

Methods

The study was conducted on ten patients diagnosed with abdominal cancers at Milad Hospital, Isfahan, Iran. Treatment planning was performed using the PROWESS system for advanced radiotherapy simulation. Organs at risk, including kidneys, were contoured following RTOG guidelines and verified by an experienced radiation oncologist. The study compared conventional shielding blocks and multi-leaf collimators (MLC) in 3D conformal radiotherapy with 15 MV photon beams. In this study, treatment was performed with AP/PA fields to deliver 300 cGy to the patient's treatment area at an SAD of 100cm. Four Cerrobend blocks for kidneys (two blocks for anterior and two blocks for posterior field) were designed and constructed according to patient kidney size in block mode. For MLC mode, each of the anterior and posterior fields was divided into three steps. Firstly, the entire abdomen-pelvis minus the kidneys and two small inadvertently blocked areas was irradiated. Then, the second and third exposure fields were created to cover the area missed by the first irradiation step. Dosimetric measurements were conducted using Kodak EDR2 films, and data processing was performed in MATLAB software. The significance level was set at $p < 0.05$.

Results

The dosimetric analysis demonstrated that the use of multi-leaf collimators (MLC) led to a noticeable reduction in treatment preparation time compared to conventional Cerrobend shielding blocks, which often require labor-intensive fabrication and positioning. Although the average monitor unit (MU) values increased by approximately 3.86% when using MLC, this increment was not statistically or clinically significant ($p = 0.142$). A comparison between the dose distribution from TPS (Treatment Planning System) and Kodak EDR2 film measurements showed strong agreement, with a mean difference of less than 5%, confirming the reliability of both the planning system and the MLC-based technique. Furthermore, the average dose received by the kidneys was within safe tolerance levels in both approaches, with no significant difference observed ($p = 0.318$). Volume-based indicators, including V10, V15, and V20, also revealed close similarity between the two shielding methods ($p = 0.274$, $p = 0.362$, and $p = 0.291$, respectively). Importantly, the MLC technique provided adequate protection of critical organs while improving workflow efficiency and minimizing human error. Overall, the findings confirmed that MLC is a viable and effective alternative to traditional Cerrobend blocks in abdominal radiotherapy, offering comparable organ protection with added logistical and clinical benefits.

Conclusion

The findings of this study demonstrated that replacing traditional Cerrobend shielding blocks with multi-leaf collimators (MLCs) in whole abdominal radiotherapy offers both dosimetric and practical advantages. The MLC-based method not only maintained kidney dose within acceptable limits but also improved treatment preparation efficiency and reduced manual workload. Although a slight increase in monitor units (3.86%) was observed, it was clinically insignificant. These results suggest that MLCs can serve as a reliable and safer alternative for organ-at-risk protection during large-field irradiation. Future studies are recommended to assess this technique in a broader patient population and to evaluate long-term outcomes related to kidney function and overall treatment efficacy using advanced planning systems and adaptive radiotherapy.

Authors' Contribution

Conceptualization, Investigation, Resources: TH, GMK, WP, Validation, Data Curation, Writing– Original Draft Preparation: GMK, Formal Analysis, Software: TH, WP, Writing– Review & Editing, Visualization: WP, Methodology, Supervision, Project Administration: TH.

Ethical Statement

No human or animal subjects were used in this study, and therefore, no ethical approval was required. The authors avoided data fabrication, falsification, plagiarism, and

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-09]

misconduct.

Conflicts of Interest

The authors declare no conflict of interest.

Funding

This research received no financial support.

Acknowledgment

The authors thank the all of participants and persons who help in this project.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-09]

مجله دانشگاه علوم پزشکی ایلام

JIUMS

P-ISSN: ۱۵۶۳-۴۷۲۸

E-ISSN: ۲۵۸۸-۳۱۳۵

محافظت از کلیه‌ها به‌عنوان ارگان جزیره‌ای با استفاده از کولیماتورهای چندبرگی در پرتودرمانی سرطان‌های حفرهٔ شکمی

وریا پروایی [۱]، غزل مهری کاکاوند [۲]، طاهره حدیثی نیا [۳*]

[۱] گروه فیزیک پزشکی، دانشکده پیراپزشکی ایلام، دانشگاه علوم پزشکی ایلام، ایلام

[۲] گروه آناتومی و تصویربرداری پزشکی، دانشکده علوم پزشکی و بهداشت اوکلند، اوکلند، نیوزلند

[۳] گروه رادیولوژی، دانشکده پیراپزشکی شرق گیلان، دانشگاه علوم پزشکی گیلان، گیلان

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۲/۳۰

تاریخ ویرایش: ۱۴۰۴/۰۲/۰۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۲/۱۳

تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۳/۰۵

نویسنده مسئول:

طاهره حدیثی نیا

گروه رادیولوژی، دانشکده پیراپزشکی شرق گیلان، دانشگاه علوم پزشکی گیلان، گیلان

Email:
Sahebehs@yahoo.com

چکیده

مقدمه: پرتودرمانی در سرطان‌های مرتبط با حفرهٔ شکمی یکی از گزینه‌های درمان است. بااین‌حال، دوز تحویلی محدود به کلیه‌ها باید با بلوک‌های سفارشی محافظت شوند. هدف از این مطالعه پیشنهاد روشی است که در آن، بلوک‌های کلیه می‌توانند توسط کولیماتور چندبرگی جایگزین گردند.

مواد و روش‌ها: در اولین مرحله، هر دو کلیه محافظت شد و بخش باز میدان تحت تابش قرار گرفت؛ اما منطقهٔ میان هر کلیه و دیوارهٔ جانبی شکم به‌طور اجتناب‌ناپذیر محافظت گردید؛ بنابراین، در مراحل بعدی، دوز دریافتی منطقهٔ محافظت‌شده به‌طور اجتناب‌ناپذیر جبران شد. این فرایند با استفاده از برنامه‌ریزی درمان و دزیمتری فیلم Kodak EDR2 تحلیل گردید. نتایج فیلم دزیمتری خوانده‌شده با MATLAB با داده‌های دستگاه TPS مقایسه شد و میانگین اختلاف کمتر از ۵ درصد بود که نشان‌دهندهٔ تطابق قابل‌قبول میان این دو روش است.

یافته‌های پژوهش: روش محافظت با MLC کاهش چشمگیری در زمان اختصاص داده‌شده به درمان، در مقایسه با زمان ساخت بلوک سفارشی و تنظیم بیمار نشان داد. روش استفاده از MLC میزان MU را ۳/۸۶ درصد افزایش داد که چندان قابل‌توجه نبود. میانگین دوز در هر دو کلیه در هر دو روش MLC و بلوک سروبندی در محدودهٔ حد تحمل کلیه بود؛ همچنین همخوانی داده‌های میانگین V10، V15 و V20 برای کلیهٔ چپ و کلیهٔ راست انطباق میان دو روش، استفاده از بلوک‌های سروبندی و شیوهٔ استفاده از کولیماتورهای چندصفحه‌ای را تأیید کردند.

بحث و نتیجه‌گیری: استفاده از MLC به‌عنوان یک محافظ برای اندام‌های ایزوله، به‌ویژه در پرتودرمانی کل شکم به روش AP/PA توصیه می‌شود؛ اما دقت کافی در تطابق میدان ضروری است.

واژه‌های کلیدی: کولیماتور چندبرگی، بلوک سروبندی، پرتودرمانی کامل شکم، کلیه، دزیمتری

استناد: پروایی وریا، مهری کاکاوند غزل، حدیثی نیا طاهره. محافظت از کلیه‌ها به‌عنوان ارگان جزیره‌ای با استفاده از کولیماتورهای چندبرگی در پرتودرمانی سرطان‌های حفرهٔ شکمی. *مجله دانشگاه علوم پزشکی ایلام*، خرداد ۱۴۰۴؛ (۲)۳۳: ۱۲-۱.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-09]

CC BY NC

مقدمه

سرطان‌های داخل حفرهٔ شکمی، ازجمله سرطان معده، کولورکتال و سارکومای صفاقی، به علت ماهیت تهاجمی و پیچیدگی درمان، چالش‌های متعددی را ایجاد می‌کنند. این سرطان‌ها اغلب به سبب گسترش در سراسر صفاق، به گزینه‌های درمانی چندوجهی ازجمله جراحی، شیمی‌درمانی و پرتودرمانی نیاز دارند (۱). پرتودرمانی کل شکم Whole Abdomen Radiation Therapy(WAR) یکی از روش‌های استفاده‌شده در برخی از این بیماران است که در آن، همهٔ سطوح صفاقی تحت تابش قرار می‌گیرند؛ به‌عبارت‌دیگر، با وجود پیشرفت در روش‌های جراحی و درمان‌های سیستمیک، این نوع پرتودرمانی همچنان در موارد خاصی مانند بیماری‌های عودکننده یا پس از جراحی‌های ناقص، به‌عنوان یک گزینهٔ درمانی ارزشمند مطرح است، هرچند که کاربرد آن نسبت به گذشته محدودتر شده است.

بااین‌حال، حداکثر دوز تجویزی (معمولاً ۳۰ گری) به علت حساسیت بالای اندام‌های حیاتی مانند کلیه‌ها، کبد و روده‌ها محدود می‌شود. بر اساس مرجع Quantec در پرتودرمانی، کلیه‌ها باید دوز میانگین کمتر از ۱۵ تا ۱۸ گری دریافت کنند و بهتر است حجم بیش از یک‌سوم هر کلیه دوز بالای ۲۰ گری نگیرد. برای کبد، دوز میانگین باید کمتر از ۲۸ گری باشد و بهتر است حداقل ۷۰۰ سی‌سی از کبد دوزی کمتر از ۱۵ گری دریافت کند. در رودهٔ کوچک نیز، دوز نقطه‌ای نباید از ۵۰ گری فراتر رود و حجم دریافت‌کنندهٔ بیشتر از ۴۵ گری بهتر است که کمتر از ۱۹۵ سی‌سی باشد؛ بنابراین، در میان ارگان‌های ذکرشده، کلیه‌ها حساس‌تر هستند و محافظت از آن‌ها با استفاده از بلوک‌های حفاظتی سفارشی در روش پرتودرمانی کل شکم امری ضروری است (۵-۲). استفاده از بلوک‌های سفارشی (مانند سروبند Cerrobend) با وجود کارایی بالا، معایبی ازجمله زمان‌بر بودن فرایند ساخت، نیاز به طراحی ویژه برای هر بیمار و استفاده از مواد بالقوهٔ سمی دارد؛ همچنین این بلوک‌ها در هر جلسهٔ درمان، باید به‌صورت دستی روی سینی شتاب‌دهندهٔ خطی Linear (LINAC) Accelerator Machine نصب و جدا شوند که می‌تواند خطر آسیب برای کارکنان و بیماران را افزایش دهد (۵). از سویی، با توجه به تغییرات آناتومیکی اندام‌ها از زوایای مختلف پرتودهی، گاهی نیاز به استفاده از چندین بلوک برای یک بیمار وجود دارد که این مسئله کارایی روش را کاهش می‌دهد (۷، ۸).

در مقابل، کولیماتور چندبرگی Multi-Leaf Collimator (MLC) می‌تواند جایگزین مناسبی برای این بلوک‌ها باشد. کولیماتور چندبرگی علاوه بر کاهش زمان آماده‌سازی درمان، امکان شکل‌دهی سریع‌تر میدان پرتویی را فراهم می‌کند (۸). البته MLC در مقایسه با بلوک‌های سفارشی، محدودیت‌هایی دارد. ازجملهٔ این محدودیت‌ها می‌توان به ایجاد نیم‌سایه‌های بزرگ‌تر در لبه‌های میدان به علت عرض مشخص هر تیغه اشاره کرد که ممکن است به پخش دز ناخواسته در نواحی مجاور منجر شود؛ همچنین اثر پله‌ای (Step effect) ناشی از تغییرات تدریجی در امتداد حرکت برگ‌ها می‌تواند به ناهمگنی دوز در لبه‌های میدان منجر گردد. علاوه بر این، به علت حساسیت بالای تیغه‌های MLC و احتمال تغییرات مکانیکی در طول زمان، نیاز به کنترل کیفی مداوم برای اطمینان از دقت موقعیت‌یابی برگ‌ها و یکنواختی دوز تحویلی وجود دارد. با وجود این، مطالعات متعددی نشان داده‌اند که توزیع دوز در MLC و بلوک‌های سفارشی تطابق بالایی دارد و استفاده از MLC در درمان‌های دقیق اجتناب‌ناپذیر است (۱۲).

بر اساس توانایی‌های بیان‌شدهٔ کولیماتور چندبرگی در شیلدینگ، محافظت از ارگان‌های ایزوله با استفاده از MLC امکان‌پذیر است؛ اما تطابق مرز میدان‌های بزرگ یکی از معایب این تکنیک به‌شمار می‌آید؛ بنابراین، هدف از این مطالعه ارزیابی امکان‌سنجی فنی و عملکرد بالینی کولیماتور چندبرگی (MLC)، به‌عنوان جایگزینی برای بلوک‌های حفاظتی سفارشی در پرتودرمانی کل شکم و مقایسهٔ دقت دوزیمتریک و کارایی آن با روش‌های سنتی مبتنی بر بلوک‌های سروبند است.

مواد و روش‌ها

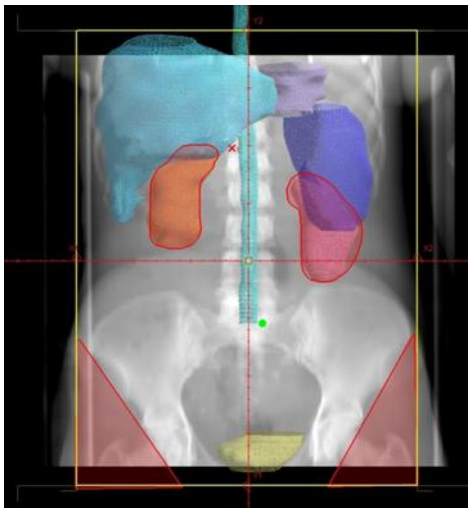
ده بیمار مبتلا به انواع مختلف سرطان‌های داخل حفرهٔ

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-09]

شکمی به‌عنوان کاندیدای پرتودرمانی در ناحیهٔ شکم و لگن انتخاب شدند. از این بیماران در وضعیت طاق‌باز با دست‌های بالای سر بی‌حرکت، تصاویر سی‌تی (CT) با ضخامت برش ۲/۵ میلی‌متر به‌عنوان بخشی از درمان خود گرفته شد. تصاویر سی‌تی (CT) از طریق شبکهٔ DICOM به دستگاه طراحی درمانی PROWESS منتقل گردید. در هر برش از تصاویر سی‌تی‌اسکن، اندام‌های مختلف مانند کلیه‌ها، کبد، معده، طحال، نخاع و مثانه تفکیک و ترسیم شدند. همهٔ کانتورینگ‌های انجام‌شده بر اساس راهنماهای کنترلی RTOG صورت گرفت و یک متخصص انکولوژی پرتو آن‌ها را تأیید و اصلاح نهایی کرد. در مراحل اولیه، فیزیسیست پزشکی در تعیین حدود تقریبی اندام‌ها همکاری داشت؛ اما بازنگری نهایی و تأیید کانتورینگ را متخصص انجام داد؛ همچنین به علت حساسیت بالا و خطر آسیب به کلیه‌ها در پرتودرمانی ناحیهٔ شکم و لگن، استفاده از شیلد کلیه در برنامه‌ریزی درمانی ضروری بود. مارکرهای استخوانی و حجم هدف برنامه‌ریزی‌شده (PTV) برای ایجاد تشابه در شکل مرز میدان درمان در حالت‌های استفاده از MLC و بلوک سروبندی استفاده شدند. تعیین واحد مانیتور یونیت (MU) برای دوز 300 cGy در هر دو حالت بلوک و MLC بر اساس عامل‌های مربوط به‌اندازهٔ میدان شامل عامل پراکندگی از کولیماتور Sc، عامل پراکندگی از فانتوم Sp و فاصلهٔ چشمه از محور چرخش گانتری SAD محاسبه گردید.

حفاظت کلیه با بلوک

در دستگاه طراحی درمان، از میدان‌های قدامی–خلفی (AP) و خلفی–قدامی (PA) با وزن نامساوی استفاده شد تا کل حفرهٔ ازپیش‌تعیین‌شدهٔ شکم و لگن بیمار در حالت استفاده از بلوک‌های سروبندی با پرتو فوتون 15 MV دستگاه شتاب‌دهندهٔ Artist و درSAD=100cm تحت تابش قرار گیرد. این تابش در حضور بلوک‌های محافظ کلیه انجام گردید تا دوز 300cGy به ناحیهٔ درمان بیمار تحویل داده شود. چهار بلوک محافظتی برای کلیه‌ها طراحی و ساخته شد که شامل دو بلوک برای نمای قدامی و دو بلوک برای نمای خلفی بود و بر اساس اندازهٔ کلیه‌های بیمار تنظیم گردید. شکل شمارهٔ ۱ نمایی از میدان PA بیمار در حضور بلوک‌های سروبندی محافظ کلیه‌ها و بلوک‌های قسمت‌های تحتانی را نشان می‌دهد.

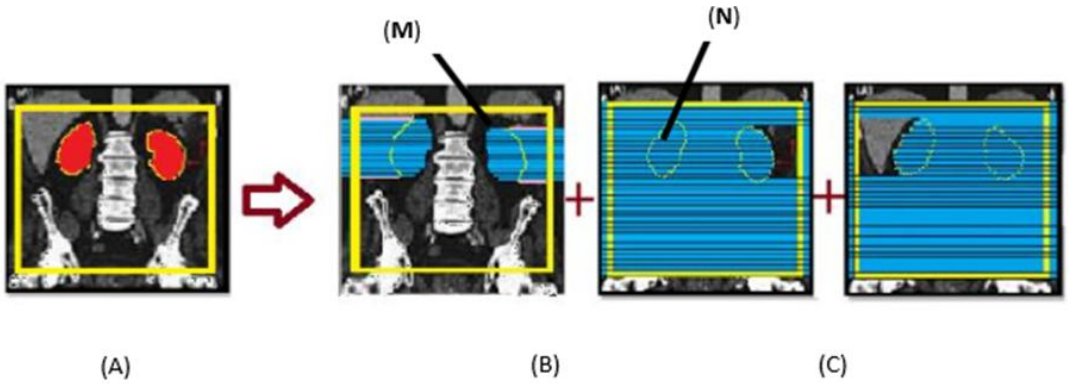


شکل شماره ۱. میدان PA بیمار در حضور بلوک محافظ کلیه‌ها

حفاظت کلیه با MLC

برای تحویل دوز تجویزشدهٔ پرتودرمانی 300 (cGy) به بیمار در حالت استفاده از MLC، برای میدان AP یک شیلد جزیره‌ای در چند مرحله با استفاده از زاویهٔ پرتو و زاویهٔ کولیماتور مشابه روش بلوک سروبندی طراحی شد. هر یک از میدان‌های قدامی و خلفی به سه مرحله تقسیم گردید. در مرحلهٔ اول، کل ناحیهٔ شکم و لگن به‌جز کلیه‌ها و دو ناحیهٔ کوچک که در انتهای میدان تابشی مسدود شده بودند، تحت تابش قرار گرفتند (شکل شمارهٔ ۲. B)؛ سپس میدان‌های تابشی دوم و سوم برای پوشش ناحیه‌ای ایجاد گردیدند که در مرحلهٔ اول تابش ازدست‌رفته بود (شکل شمارهٔ ۲. C و ۲. D). دوز پرتوی میدان PA به‌طور مشابه تحویل داده شد. برای تجویز دوز، برای هر زیرمیدان MLC یک نقطهٔ مرجع در صفحهٔ میانه در نظر گرفته شد و کل درمان با استفاده از تکنیکSAD انجام گردید. شکل شمارهٔ ۲ نمایی از میدان‌های PA بیمار در حالت استفاده از MLC و معادل بودن حفاظت آن با حالت استفاده از بلوک سربی را نشان می‌دهد.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-09]



شکل شماره ۲. تصویری از روش باز کردن MLC برای جایگزینی شیلدهای سربی در ارگان‌های جزیره‌ای

فیلم دزیمتری

برای مقایسهٔ نتایج دزیمتری دستگاه طراحی درمانی (TPS) خود، دزیمتری عملی این تکنیک با استفاده از فیلم Kodak EDR2 (شرکت Eastman Kodak Company آمریکا) و فانتوم RW3 (محصول شرکت PTW Freiburg آلمان) به ابعاد ۲۵×۲۵ سانتی‌متر مربع در عمق ۱۵ سانتی‌متر (به‌عنوان عمق معمولی برای کلیه‌ها در میدانAP)، برای حالت‌های بلوک و MLC انجام شد. ابعاد شیلد کلیهٔ راست از اندازهٔ متوسط کلیه‌های ۱۰ بیمار زن با داده‌های سی‌تی استخراج گردید. یک کد اختصاصیMATLAB برای ارزیابی توزیع‌های دوز دوبعدی بر اساس اندازه‌گیری‌های فیلم Kodak تابش‌شده نوشته شد. شکل شمارهٔ ۳ تصویری از فانتوم استفاده‌شده در فیلم دزیمتری را به همراه شیلد کلیه نشان می‌دهد.



شکل شماره ۳. تصویر ستاپ آزمایش فیلم دزیمتری

یافته‌های پژوهش

مدت‌زمان درمان

روش محافظت باMLC کاهش چشمگیری در زمان اختصاص داده‌شده به درمان در مقایسه با زمان ساخت بلوک سفارشی و تنظیم بیمار نشان داد. زمان درمان در روش استفاده از MLC، به علت نیاز به طراحی سه زیرمیدان و تنظیم دقیق لبه‌های میدان برای جلوگیری از نقاط داغ و سرد غیرقابل‌قبول، حدود ۱۰ دقیقه بیشتر از روش بلوک بود؛ اما کمتر بودن زمان موردنیاز برای تنظیم بیمار در این روش، این افزایش زمان تابش‌دهی را جبران کرد.

مانیتور یونیت

متوسط دوز تحویل داده‌شده به ده بیمار در حالت استفاده از بلوک و MLC، به‌ترتیب ۳۰۲ و ۳۱۴ واحد مانیتور (MU) موردنیاز بود؛ بنابراین، روش MLC میزان MU را ۳/۸۶ درصد افزایش داد که چندان چشمگیر نبود.

پوشش‌دهی حجم هدف

متوسط دوز میانگین (Dmean) تحویل داده‌شده به ده بیمار به حفرهٔ شکمی-لگنی با حجمی معادل ۱۴۱۸۰ سی‌سی برای بلوک و MLC به‌ترتیب ۲۷۶۲ و ۲۸۲۱ سانتی‌گری بود.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-09]

حفاظت کلیه

میانگین Dmax و Dmean در هر دو کلیه، با تفاوت جزئی میان روش‌های MLC و بلوک، در محدودهٔ حد تحمل باقی ماندند؛ اما Dmax در روش MLC برای هر دو کلیه حدود ۶ گری بیشتر از روش بلوک بود. داده‌های میانگین V10، V15 و V20 برای کلیهٔ چپ و کلیهٔ راست نیز نشان‌دهندهٔ همخوانی میان این دو روش بودند. جدول شمارهٔ ۱ متوسط داده‌های دزیمتریک مربوط به کلیه را در روش‌های MLC و بلوک سفارشی نشان می‌دهد.

جدول شمارهٔ ۱. متوسط داده‌های دزیمتریک مربوط به کلیه برای مقایسهٔ روش‌های MLC و بلوک سفارشی

	V_{20}	V_{15}	V_{10}	Dmax (Gy)	Dmean (Gy)
کلیهٔ راست- بلوک	۱/۲۰	۱/۶۰	۱/۹۰	۳/۳۷	۰/۵۰
کلیهٔ راست-MLC	۱/۲۰	۱/۷۰	۲/۴۰	۹/۴۶	۰/۶۴
کلیهٔ چپ- بلوک	۱/۳۰	۱/۷۰	۲/۰۰	۴/۴۴	۰/۶۷
کلیهٔ چپ-MLC	۲/۵۰	۲/۸۰	۳/۱۰	۹/۶۳	۱/۱۳

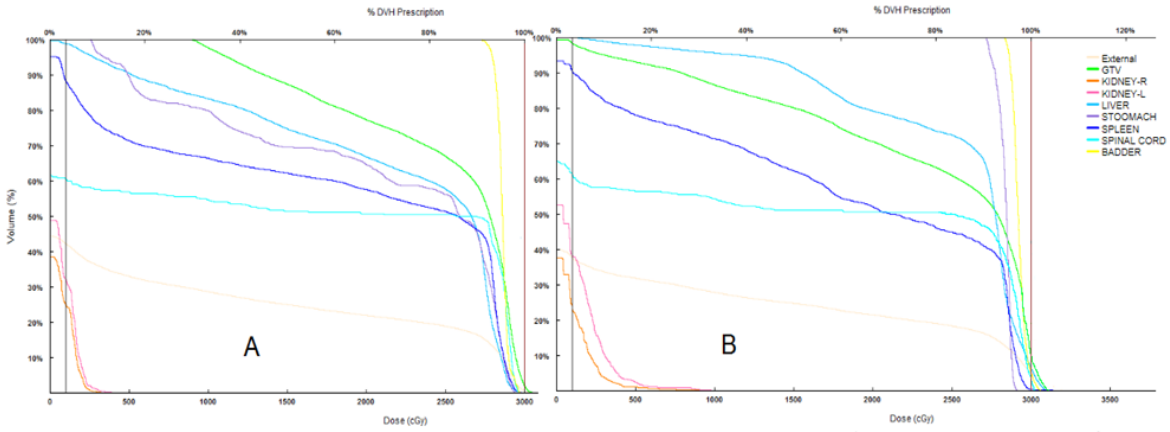
دوز رسیده به ارگان‌های سالم

بر اساس نتایج هیستوگرام حجمی دوز DVH برای هر دو روش، دوز دریافتی اندام‌های سالم در محدودهٔ حد تحمل باقی ماند. به‌جز معده، معیارهای Dmin،Dmean و Dmax برای سایر اندام‌ها در حالت MLC و بلوک مشابه یکدیگر هستند. دربارهٔ معده، روش بلوک حفاظت بهتری ارائه داد و حداقل دوز دریافتی آن ۲۵ گری کاهش یافت و به حدود ۲/۵۴ گری رسید. جدول شمارهٔ ۲ متوسط داده‌های دزیمتریک مربوط به سایر ارگان‌های حیاتی در معرض خطر ناحیهٔ شکم و لگن برای روش‌های MLC و بلوک سفارشی را نشان می‌دهد. هیستوگرام‌های حجمی دوز مربوط به دو روش استفاده از بلوک سروبندی و MLC در شکل شمارهٔ ۴ آمده است.

جدول شمارهٔ ۲. متوسط داده‌های دزیمتریک مربوط به سایر ارگان‌های حیاتی در معرض خطر ناحیهٔ شکم و لگن برای مقایسهٔ روش‌های MLC و بلوک سفارشی

	Dmin (Gy)	Dmax (Gy)	Dmean (Gy)
کبد- بلوک	۰	۲۹/۹۵	۲۱/۲۵
کبد-MLC	۱/۰۷	۳۱/۱۱	۲۴/۸۹
طحال- بلوک	۰	۲۹/۸۹	۱۷/۹۷
طحال-MLC	۰	۳۱/۶۵	۱۸/۱۵
نخاع- بلوک	۰	۲۹/۶۹	۱۵/۳۱
نخاع-MLC	۰	۳۱/۲۵	۱۶/۷۰
معده- بلوک	۲/۵۴	۲۹/۵۰	۲۰/۵۸
معده-MLC	۲۷/۱۳	۲۹/۱۵	۲۸/۳۴
مثانه-بلوک	۲۷/۲۹	۲۹/۸۱	۲۸/۵۹
مثانه-MLC	۲۸/۳۰	۳۰/۶۷	۲۹/۲۳

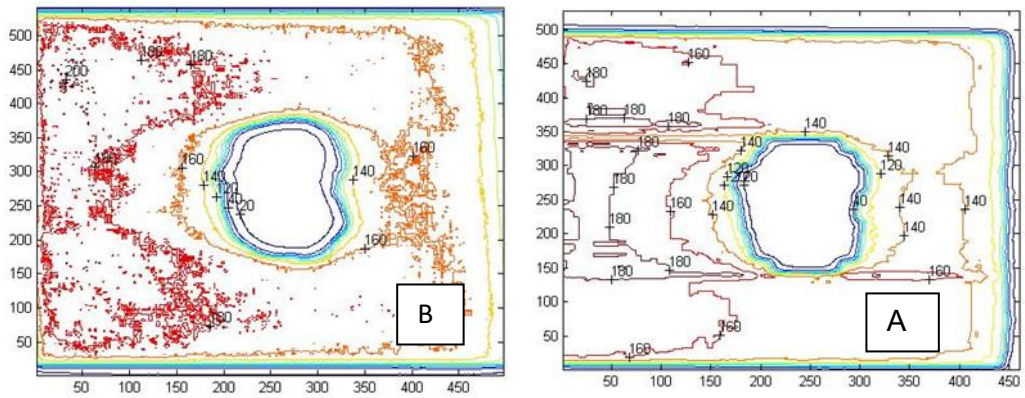
[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-09]



شکل شماره ٤. هیستوگرام‌های حجمی دوز مربوط به روش‌های مختلف؛ A. استفاده از بلوک سروبندی؛ B. استفاده از MLC

فیلم دزیمتری

شکل شمارهٔ ۵ نقشهٔ دزیمتری فیلم EDR2 برای میدان AP را نشان می‌دهد که توسط کد نوشته‌شده در MATLAB تولید گردیده است. داده‌های دزیمتری عملی سازگاری این دو روش را مجدداً تأیید می‌کند. در روش بلوک، یکنواختی فیلم EDR2 در مرز میدان اندکی متغیر است. این ناهمگنی جزئی دوز در لبهٔ میدان که در طراحی درمان بلوک سروبند مشاهده شد، از آثار نیم‌سایه است.



شکل شماره ۵. نقشهٔ دزیمتری Kodak EDR2 با استفاده از کد متلب؛ A. حالت بلوک؛ B. حالت MLC

بحث و نتیجه‌گیری

در پرتودرمانی سرطان‌های حفرهٔ شکمی و برخی بیماری‌های دیگر، هر دو کلیه به علت محدودیت دوز باید محافظت شوند. ساخت بلوک‌های سفارشی فرایندی زمان‌بر و دشوار است و به‌جز برای اندام‌های ایزوله، در بیشتر مراکز با MLC جایگزین شده است. این مطالعه روشی ساده برای استفاده از MLC در محافظت از کلیه‌ها (به‌عنوان یک ارگان ایزوله) ارائه داد که همچنین برای سایر اندام‌های ایزوله مانند نخاع و تیروئید در تابش‌های AP/PA قابل کاربرد است.

در این مطالعه، نتایج فیلم دزیمتری Kodak EDR2 که با استفاده از کد MATLAB خوانده شد، با دوز محاسبه‌شده توسط دستگاه برنامه‌ریزی درمان (TPS) مقایسه گردید. میانگین اختلاف میان مقادیر دوز اندازه‌گیری‌شده (V15،V10 و V20) برای کلیهٔ چپ و راست در دو روش MLC و بلوک سروبندی، کمتر از ۵ درصد بود. این میزان اختلاف نشان‌دهندهٔ تطابق قابل‌قبول میان داده‌های تجربی و نتایج دستگاه TPS است. برای این کار، محافظت از کلیه‌ها با استفاده از MLC، از طریق سه مرحلهٔ پرتودهی متوالی در زیرمیدان‌های طراحی‌شده انجام گردید. در مرحلهٔ اول، تیغه‌های MLC برای پوشش هر دو کلیه جابه‌جا شدند و بخش

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-09]

باز میدان تحت پرتودهی قرار گرفت. در مراحل بعدی، دوز ناحیه‌ای که به‌طور ناگزیر میان هر کلیه و دیوارهٔ جانبی شکم محافظت‌شده بود، از طریق پرتودهی زیرمیدان‌ها جبران شد. همان‌طور که مشاهده گردید، در میدان‌های سادهٔ AP/PA، نتایج دزیمتری حاصل از دستگاه طراحی درمان از نظر شیلدینگ کلیه‌ها، دوز دریافتی اندام‌های حیاتی و زمان درمان، بسیار مشابه روش بلوک سروبندی بود. هر دو روش سطح یکسانی از حفاظت کلیه‌ها را زیر حد تحمل ارائه دادند. بااین‌حال، در حالت استفاده از MLC، Dmax بالاتری برای کلیهٔ چپ دیده شد که احتمالاً به علت تطابق نداشتن زیرمیدان چپ در MLC است. چندین مطالعه به استفاده از MLC به جای بلوک برای ارگان‌های ایزوله در پرتودرمانی پرداخته‌اند. شاراد گویال و همکارانش روش جدیدی برای بلوک ایزوله با استفاده از تکنیک جبران بافت الکترونیکی اصلاح‌شده (MECOMP) گزارش کردند و با استفاده از دستگاه طراحی درمان، تجزیه‌وتحلیل دزیمتری این روش را با تکنیک سنتی پرتودرمانی خارجی مبتنی بر بلوک Cerrobend مقایسه نمودند و مشاهده کردند که این روش می‌تواند روش جایگزینی برای استفاده از بلوک‌های سروبندی باشد (۱۳)؛ همچنین راماچاندران و همکارانش با استفاده از یک روش ساده، به‌راحتی میدان منتل را با استفاده از MLC به جای بلوک جایگزین کردند (۱۴). در این مطالعات، یافته‌ها نشان دادند که روش‌های جایگزین بلوک‌های سروبندی از نظر نتایج دزیمتریکی، با آن همخوانی دارند که کاملاً با یافته‌های این پژوهش انطباق داشت.

پوشش دوز Gross Tumor Volume (GTV) و دوز اندام‌های در معرض خطر در روش بلوک با حالت MLC همخوانی خوبی داشت. داده‌های به‌دست‌آمده نشان دادند که این دو روش از نظر نتایج درمانی برای بیشتر اندام‌های در معرض خطر، به‌جز معده، مشابه هستند. به علت قرارگیری معده در سمت چپ شکم فوقانی، احتمالاً این ارگان تحت تأثیر تطابق نداشتن مرز زیرمیدان چپ قرارگرفته است؛ بنابراین، یکی از مسائل مهم در اجرای این طرح، یکنواختی دوز در مرز میدان‌های ترکیبی است که با طراحی دقیق درمان قابل‌دستیابی خواهد بود. مقایسهٔ منحنی‌های DVH میان دو روش اهمیت تطابق مرز میدان‌ها را از طریق V20 (حجمی که ۲۰ گری و کمتر دریافت کرده است) و V10 (حجمی که ۱۰ گری و کمتر دریافت کرده است) مربوط به GTV، نخاع و کبد نشان داد. زیرمیدان‌ها باید به‌گونه‌ای طراحی شوند که از نقاط داغ و سرد در مرز میدان‌ها جلوگیری گردد.

برای تحویل cGy300 در هر جلسهٔ درمانی در حالت استفاده از MLC، MUها ۳/۸۶ درصد بیشتر از روش بلوک بودند. نتایج دزیمتری فیلم برای میدان AP نشان داد که اجرای این روش امکان‌پذیر است؛ اما برای دستیابی به نقشهٔ دوز مشابه‌تر، نیاز به استفاده از میدان‌های AP/PA با وزن نابرابر و تطابق دقیق میدان‌ها وجود دارد. این نتایج نشان داد که استفاده از MLC برای درمان بیمارانی که به بلوک‌های ایزوله نیاز دارند، قابل‌قبول است. بااین‌حال، تطابق زیرمیدان‌ها مسئلهٔ مهمی برای دستیابی به یکنواختی دوز و جلوگیری از ایجاد نقاط داغ محسوب می‌شود.

با توجه به فرایندهای زمان‌بر در درمان با بلوک سفارشی، نظیر زمان ساخت و همچنین قرار دادن روی سینی در حین درمان، استفاده از MLC به‌عنوان یک محافظ برای اندام‌های ایزوله، به‌ویژه در پرتودرمانی کامل حفره‌های شکمی به روش درمانی AP/PA، قابل‌اجرا است. در پرتودهی با میدان‌های AP/PA ، تنظیم چندین زیرمیدان ساده است؛ اما در مقایسه با بلوک سفارشی، نیاز به‌دقت بیشتری دارد.

سپاس‌گزاری

نویسندگان از همه شرکت‌کنندگان و افرادی که در این پروژه همکاری نمودند، تشکر و قدردانی می‌کنند..

تعارض منافع

نویسندگان هیچ تعارض منافعی ندارند.

کد اخلاق

با توجه به اینکه این تحقیق روی موجود زنده نبود، نیاز به اخذ کد اخلاق نداشت.

حمایت مالی

این تحقیق هیچ کمک مالی خاصی از سازمان ها ی تأمین مالی در بخش های عمومی، تجاری یا غیر انتفاعی در

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-09]

یافت نکرده است.

مشارکت نویسندگان

مفهوم‌سازی، تحقیق و بررسی منابع: طاهره حدیثی نیا، غزل مهرایی کاکاوند، و وریا پروایی

روش‌شناسی، نظارت و مدیریت پروژه: طاهره حدیثی نیا

اعتبارسنجی و پیش نویس اولیه: غزل مهرایی کاکاوند

تحلیل و تنظیم داده ها و کد نویسی: وریا پروایی، طاهره حدیثی نیا

نگارش – بازبینی و ویرایش: وریا پروایی

تصویری‌سازی: وریا پروایی و غزل مهرایی کاکاوند.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-09]

References

1. Dang YZ, Li X, Ma YX, Li XL, Yang T, Lu WL, et al. 18F FDG PET/CTguided intensity modulated radiotherapy for 42 FIGO III/IV ovarian cancer: A retrospective study. Oncol Lett. 2019;17:149-58. doi: 10.3892/ol.2018.9601.
2. Brady LW, Wazer DE, Perez CA. Perez & Brady's principles and practice of radiation oncology: Lippincott Williams & Wilkins; 2013.
3. Fields EC, McGuire WP, Lin L, Temkin SM. Radiation treatment in women with ovarian cancer: past, present, and future. Front Oncol. 2017;7:177. doi: 10.3389/fonc.2017.00177.
4. Siegel RL, Miller KD, Jemal A. Cancer statistics, 2019. CA Cancer J Clin. 2019;69:7-34. doi: 10.3322/caac.21551.
5. Bentzen SM, Constine LS, Deasy JO. Quantitative analyses of normal tissue effects in the clinic (QUANTEC): an introduction to the scientific issues. Int J Radiat Oncol Biol Phys. 2010;76: S3–S9. doi: 10.1016/j.ijrobp.2009.09.040.
6. Committee ART, Boyer A. Basic applications of multileaf collimators: American Association of Physicists in Medicine Alexandria, VA; 2001.
7. Clarkson J. A note on depth doses in fields of irregular shape. Brit J Radio. 1941;14:265-8. doi: 10.1259/0007-1285-14-164-265.
8. Tajiri M, Sunaoka M, Fukumura A, Endo M. A new radiation shielding block material for radiation therapy: A shielding block made from a new material. Med Phys. 2004;31:3022-3. doi: 10.1118/1.1809767.
9. Boyer AL, Ochran TG, Nyerick CE, Waldron TJ, Huntzinger CJ. Clinical dosimetry for implementation of a multileaf collimator. Med Phys. 1992;19:1255-61. doi: 10.1118/1.596757.
10. LoSasso T, Chui CS, Ling CC. Physical and dosimetric aspects of a multileaf collimation system used in the dynamic mode for implementing intensity modulated radiotherapy. Med Phys. 1998;25:1919-27. doi: 10.1118/1.598381.
11. Fernandez E, Shentall G, Mayles W, Dearnaley D. The acceptability of a multileaf collimator as a replacement for conventional blocks. Radiother Oncol. 1995;36:65-74. doi: 10.1016/0167-8140(95)01571-w.
12. Antolak J. The Physics of Radiation Therapy. Wiley Online Library; 2015.
13. Goyal S, Osusky K, Gabel M, Yue NJ, Narra V. A Novel Method of Island Blocking in Whole Abdominal Radiotherapy Using a Modified Electronic Tissue Compensation Technique. Med Dosim. 2010;35:220-5. doi: 10.1016/j.meddos.2009.06.003.
14. Medicine AAoPi. Basic applications of multileaf collimators. AAPM Task Group. 2001;50.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-09]