

# KOMPARASI *TREATMENT PLANNING* PADA KANKER LEHER RAHIM MENGGUNAKAN TEKNIK 3DCRT DAN IMRT

Suwandi <sup>1\*</sup>, Oktarina Damayanti <sup>2</sup>, Surdiyah Asriningrum <sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Politeknik Al Islam Bandung

Email: [idnawus74@gmail.com](mailto:idnawus74@gmail.com)

## ABSTRAK

Kanker merupakan jenis penyakit tidak menular yang masih menjadi masalah kesehatan di dunia termasuk Indonesia. Sekitar 50 persen pengobatan kanker di seluruh dunia dilakukan menggunakan radioterapi. Dalam pelaksanaannya, radioterapi meliputi beberapa tahapan yang salah satunya adalah treatment planning. Penelitian ini bertujuan untuk menilai perbedaan dosis yang diterima oleh PTV dan OARs pada planning menggunakan teknik IMRT dan 3DCRT pada pasien kanker leher rahim. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah scanning menggunakan pesawat CT simulator, membuat deleniasi pada PTV dan organ sehat di sekitar tumor (OARs), dan membuat perencanaan menggunakan software treatment planning system. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada OARs, planning 3DCRT menghasilkan dosis sebesar 4000 cGy dengan mengenai 58,28% volume buli, dan dosis sebesar 5000cGy dengan mengenai 17,76% volume rectum. Sedangkan planning IMRT, dosis sebesar 4000cGy mengenai 31,50% volume buli, dan dosis sebesar 5000cGy mengenai 12,29% volume rectum. Pada PTV, dosis yang dihasilkan planning 3DCRT dan IMRT sebesar 4750cGy dan 4750 cGy, serta mengenai 95,18% dan 98.71% volume PTV, untuk masing-masingnya. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa planning menggunakan IMRT lebih baik daripada planning menggunakan 3DCRT pada kasus kanker leher rahim. Hal ini ditunjukkan oleh dosis yang melingkupi target tumor (PTV) dan penurunan dosis yang signifikan pada OARs.

**Kata kunci:** dosis, IMRT, kanker leher rahim, *treatment planning*, 3DCRT.

## ABSTRACT

*Cancer is a non-communicable disease that is still a health problem in the world, including Indonesia. About 50 percent of cancer treatments worldwide are performed using radiotherapy. In its implementation, radiotherapy includes several stages, one of which is treatment planning. This study aims to assess the difference in dose received by PTV and OARs in planning using IMRT and 3DCRT techniques in cervical cancer patients. The method used in this study is scanning using a CT simulator, delineating PTV and healthy organs around the tumor (OARs), and planning using treatment planning system software. The results showed that in OARs, 3DCRT planning resulted in a dose of 4000 cGy by hitting 58.28% of the buli volume, and a dose of 5000cGy by hitting 17.76% of the rectum volume. While planning IMRT, a dose of 4000cGy hits 31.50% of the buli volume, and a dose of 5000cGy hits 12.29% of the rectum volume. In PTV, the doses produced by 3DCRT and IMRT planning were 4750cGy and 4750 cGy, and hit 95.18% and 98.71% of PTV volume, respectively. This study concludes that planning using IMRT is better than planning using 3DCRT in cases of cervical*

*cancer. This is shown by the dose that covers the target tumor (PTV) and a significant dose reduction in OARs.*

**Keywords:** *cervical cancer, dose, IMRT, treatment planning, 3DCRT.*

## PENDAHULUAN

Penyakit kanker merupakan salah satu jenis penyakit tidak menular yang menjadi masalah kesehatan utama di seluruh dunia. Di Indonesia, prevalensi penyakit kanker cukup tinggi dan juga mengalami peningkatan setiap tahunnya. Berdasarkan data dari Riskesdas Kementerian Kesehatan Republik Indonesia tahun 2013, secara nasional prevalensi kanker di Indonesia sebanyak 1,4 per 1000 penduduk atau sekitar 347.792 orang pada tahun 2013 meningkat menjadi 1,79 per 1000 penduduk pada tahun 2018. Sementara itu, salah satu jenis kanker tertinggi adalah kanker leher rahim. Berdasarkan penelitian yang dirilis WHO pada tahun 2014, lebih dari 92 ribu kasus kematian pada wanita di Indonesia disebabkan oleh penyakit kanker. Dari jumlah tersebut, 10% diantaranya disebabkan karena kanker leher rahim. Menurut data Kementerian Kesehatan RI, setidaknya terjadi 15000 kasus kanker leher rahim setiap tahunnya di Indonesia.

Sekitar 50 persen penderita kanker di seluruh dunia dilakukan pengobatan menggunakan radioterapi (Johnson, 2007). Pengobatan menggunakan radioterapi melibatkan tahapan-tahapan tertentu yang saling berkaitan satu dengan yang lain. Di antara tahapan dalam radioterapi yang sangat penting adalah tahap perencanaan radioterapi (*treatment planning*) menggunakan unit sistem perencanaan radioterapi (*treatment planning system*) atau TPS. Unit TPS menjadi sebuah modalitas yang mutlak diperlukan untuk perencanaan di bidang radioterapi terutama yang menggunakan teknik konformal tiga dimensi (*Three Dimensional Conformal Radiation Therapy* atau 3DCRT) atau teknik lain yang lebih canggih seperti *Intensity Modulated Radiation Therapy* atau IMRT.

Di dalam sistem perencanaan radioterapi, perhitungan dosis yang akurat untuk diberikan ke target tumor dilakukan dengan mengandalkan unit TPS (*treatment planning system*). Ketidakakuratan pemberian dosis dapat mempengaruhi hasil (*outcome*) setiap perlakuan radioterapi karena curamnya kurva dosis-respon, baik pada kontrol tumor lokal maupun pada komplikasi jaringan normal (*normal tissue complication*). Di dalam radioterapi, perencanaan dan pemberian dosis yang presisi dan akurat sangat penting untuk memperoleh eradikasi pada tumor dan menyelamatkan jaringan sehat dari dosis radiasi yang tidak perlu (Aarup et al., 2009).

Jumlah kesalahan dan ketidakpastian memainkan peranan penting terhadap hasil radioterapi. Berdasarkan kurva dosis-respon klinis, akurasi keseluruhan pemberian dosis seharusnya kurang dari 5% (Thwaites, 2013). Jaminan mutu (QA) dalam proses perencanaan radioterapi penting untuk memastikan pemberian dosis yang akurat ke pasien dan untuk meminimalkan kecelakaan penyinaran (IAEA TECDOC 1540, 2007). Terdapat berbagai teknik perencanaan dalam radioterapi, antara lain radioterapi konvensional 2 dimensi (*two dimensional radiation therapy*), 3DCRT (*three dimensional conformal radiation therapy*), IMRT (*intensity modulated radiation therapy*), VMAT (*volumetric modulated arc therapy*) dan lain sebagainya.

Teknik tiga dimensi atau planning berbasis CT image merupakan sebuah kemajuan besar dalam perencanaan radioterapi, karena telah memperhitungkan anatomi aksial dan kontur jaringan yang kompleks, yang memungkinkan perhitungan dosis lebih akurat untuk bentuk target yang tidak teratur (Ashraf et al., 2014). Perencanaan dengan teknik tiga dimensi telah menjadi standard perlakuan radioterapi untuk berbagai jenis kanker. Distribusi dosis optimal yang dibuat menggunakan teknik 3DCRT menghasilkan permukaan isodosis yang sesuai dengan planning volume target, dan sering dirancang untuk mencapai conformal, antara lain membuat gradien dosis

yang curam antara planning volume target dengan organ kritis terdekat (Bayouth & Morrill, 2003). Tujuan radioterapi berkas eksternal konformal adalah memberikan dosis secara optimal ke volume target dan menghindari sebanyak mungkin jaringan sehat di sekitar target dari dosis radiasi. Dengan menggunakan perencanaan radioterapi 3DCRT, daerah dosis tinggi bisa dibatasi hanya pada volume target (Brugmans et al., 1998). Pada tahap perencanaan menggunakan unit TPS, salah satu hal yang sangat penting dilakukan adalah pendefinisian volume target dan keakuratan perhitungan distribusi dosis. Pendefinisian volume target ini mengikuti publikasi *International Commission on Radiation unit and Measurement* (ICRU Report 50, 1993), (ICRU Report 62, 2001).

Sistem perencanaan terapi yang digunakan untuk perencanaan terapi berkas eksternal dimaksudkan untuk menghasilkan bentuk berkas dan distribusi dosis dalam rangka memaksimalkan kontrol tumor dan meminimalkan komplikasi pada jaringan sehat. Anatomi pasien dan tumor dapat ditampilkan dalam bentuk tiga dimensi. Keseluruhan proses melibatkan banyak tahapan, dimana seorang fisikawan medis bertanggung jawab terhadap seluruh integritas TPS yang meliputi distribusi dan perhitungan dosis yang akurat dan terpercaya (Podgorsak, 2008).

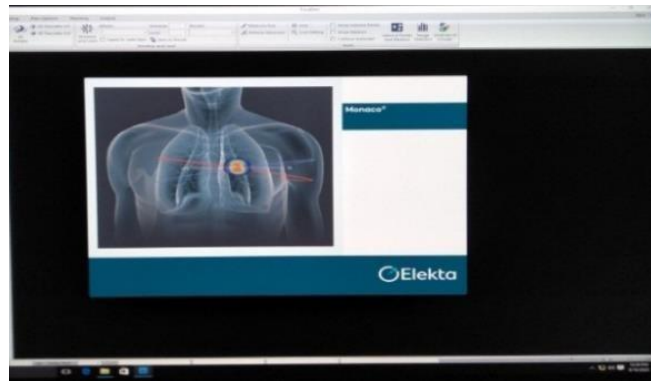
Pusat radioterapi di Indonesia pada umumnya sudah memiliki unit TPS yang sudah memiliki teknik 3DCRT dan IMRT, sedangkan teknik yang lebih tinggi seperti VMAT hanya beberapa Pusat radioterapi yang memilikinya. Semakin tinggi teknik yang digunakan diharapkan dapat meningkatkan akurasi dosis yang diterima jaringan tumor, demikian juga organ sehat di sekitar tumor tidak mengalami kerusakan yang berarti. Dalam penelitian ini dilakukan komparasi hasil *treatment planning* kanker leher rahim menggunakan teknik 3DCRT dan IMRT. Komparasi meliputi kurva isodosis, DVH (*dose volume histogram*) dan statistik DVH. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisa perbedaan hasil *treatment planning* menggunakan teknik 3DCRT dan IMRT pada kanker leher rahim.

## METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan CT Simulator merk GE Discovery, Virtual simulator Monaco, dan TPS Monaco. Pasien dilakukan *scanning* menggunakan CT Simulator, memasukkan data CT image ke dalam unit virtual simulator. Selanjutnya dokter spesialis onkologi radiasi melakukan deleneasi tumor dan organ sehat di sekitar tumor (OARs). Selanjutnya peneliti membuat *treatment planning* menggunakan unit TPS Monaco, baik *planning* menggunakan teknik 3DCRT maupun IMRT. Analisa dilakukan dengan cara membandingkan kurva isodosis, *dose vome histogram* (DVH) dan statistik DVH hasil *treatment planning* menggunakan teknik 3DCRT dan IMRT. Penelitian ini dilakukan di center radioterapi RSUP. Dr. Hasan Sadikin Bandung pada bulan Maret sampai dengan Juni 2021.



Gambar 1. CT Simulator GE



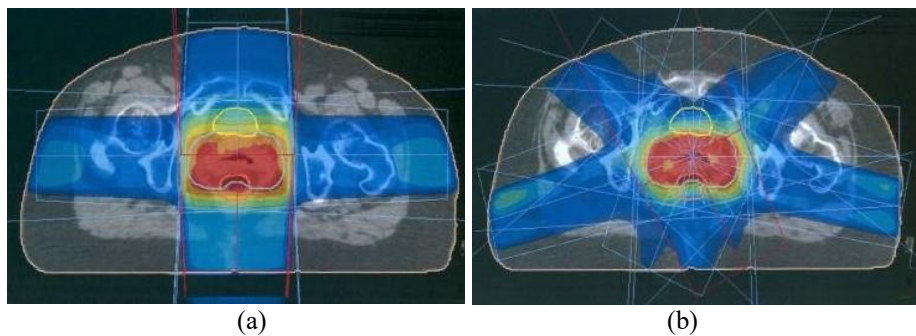
Gambar 2. TPS Monaco

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Kurva isodosis, *dose volume histogram* (DVH) dan statistik DVH hasil *treatment planning* menggunakan teknik 3DCRT dan IMRT dari penelitian ini ditunjukkan sebagai berikut.

#### Kurva Isodosis

Dari Gambar 3. berikut menunjukkan dengan jelas adanya perbedaan bentuk kurva isodosis, dimana pada Gambar 3.(a) yang merupakan kurva isodosis *planning* 3DCRT, bentuk kurva tidak bisa mengikuti bentuk PTV, sedangkan pada Gambar 3.(b) yang merupakan kurva isodosis *planning* IMRT dapat dilihat dengan jelas bahwa bentuk kurva hampir mengikuti bentuk PTV (*conform*).

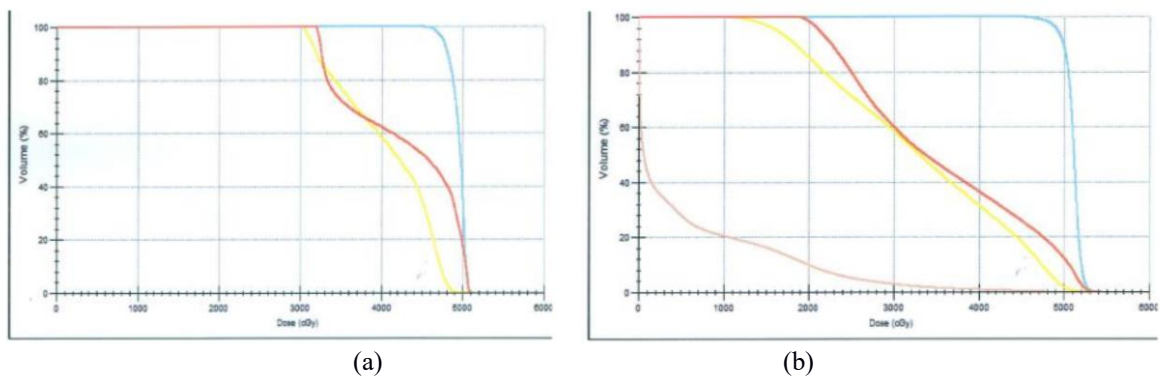


Gambar 3. Kurva isodosis (a) *Planning* 3DCRT, (b) *Planning* IMRT

Disamping itu tampak juga bahwa organ buli (garis warna kuning) pada *planning* 3DCRT tidak terkena *prescription dose* (kurva warna merah tua) sehingga cukup aman dari tingkat kerusakan, sedangkan pada kurva isodosis *planning* IMRT tampak bahwa sebagian organ buli terkena sedikit *prescription dose*. Dari Gambar 3. (a) dan (b) juga dapat dilihat bahwa organ rectum pada *planning* menggunakan teknik 3DCRT mendapatkan *prescription dose* yang cukup besar sehingga tingkat kerusakan organ kurang terjamin, sedangkan pada isodosis *planning* IMRT, organ rectum hanya sedikit mendapatkan *prescription dose*, sehingga cukup aman dari tingkat kerusakan. Namun demikian untuk bisa menilai dengan lebih akurat, besarnya dosis baik pada PTV, buli dan rectum, bisa dilihat pada statistik DVH karena dapat menampilkan nilai dosis yang diterima PTV, buli dan rectum secara lebih detail seperti min dose, max dose, mean dose maupun dose-volume. Dosis-volume dalam radioterapi dinyatakan dengan  $V_{x,y}$  seperti  $V_{20,8}$  pada paru kontra lateral, dimana 20 Gy dosis tidak boleh mengenai lebih dari atau sama dengan 8 % volume paru.

**Dose Volume Histogram**

Dari gambar 4. (a) dan (b) dapat dilihat adanya perbedaan bentuk kurva baik PTV ( warna cyan), buli (warna merah) dan rectum (warna kuning). Dari kurva tersebut tampak bahwa kurva PTV planning IMRT 4.(b) lebih tegak daripada kurva planning 3DCRT (gambar 4.(a) Hal ini menunjukkan capaian prescription dose planning 3DCRT yang mengenai volume PTV lebih rendah daripada planning menggunakan IMRT. Semakin tinggi volume PTV yang terkena oleh prescription dose akan semakin baik. Pada organ buli dan rectum, tampak bahwa kurva keduanya lebih landai pada *planning* menggunakan IMRT gambar 4.(b) daripada *planning* menggunakan 3DCRT gambar 4.(a). Hal ini menunjukkan bahwa secara umum dosis yang diterima buli dan rectum pada *planning* menggunakan IMRT lebih rendah daripada menggunakan 3DCRT.



Gambar 4. Dose Volume Histogram (a) Planning 3DCRT, (b) Planning IMRT

**Statistik Dose Volume Histogram**

Untuk menilai dosis yang diterima organ buli dan rectum dan PTV, digunakan parameter dosis-volume. Menurut ketentuan, 40 Gy dosis tidak boleh melingkupi 40% volume buli sedangkan untuk rectum, 50 Gy dosis tidak boleh melingkupi 50% volume rectum. Untuk menilai PTV, menurut ketentuan, paling tidak 95% *prescription dose* harus melingkupi 95% volume PTV (ICRU Report 83, 2019). Kecuali kondisi organ di sekitar PTV sangat dekat yang tidak memungkinkan ketentuan tersebut dicapai, maka perlu adanya kesepakatan antara fisikawan medis dengan dokter.

Untuk buli, pada *planning* menggunakan 3DCRT (Tabel 1.), dosis sebesar 40 Gy mengenai 58,28 % volume buli sedangkan untuk rectum, dosis 50 Gy mengenai 17,76 % volume rectum. Sementara itu, pada planning IMRT (Tabel 2.) dosis sebesar 40 Gy pada buli hanya mengenai 31,51 % volume buli, sedangkan pada rectum, dosis 50 Gy hanya mengenai 12,29 % volume rectum. Dari kedua tabel tersebut dapat dilihat bahwa dosis yang diterima rectum dan buli pada *planning* menggunakan teknik IMRT lebih rendah daripada *planning* menggunakan teknik 3DCRT. Dengan demikian *planning* menggunakan IMRT lebih baik dalam mengontrol dosis yang diterima oleh buli dan rectum.

Tabel 1. Statistik DVH *Treatment planning* 3DCRT

Organ	Min Dose (cGy)	Max Dose (cGy)	Mean Dose (cGy)	Capaian dosis (cGy)	Persen Volume PTV dan Organ (%)
PTV	4271,7	5115,4	4946,1	4750	95,18
Buli	3022,1	4936,4	4075,6	4000	58,25
Rectum	3189,4	5104,9	4277,4	5000	17,76

Tabel 2. Statistik DVH *Treatment planning* IMRT

Organ	Min Dose (cGy)	Max Dose (cGy)	Mean Dose (cGy)	Capaian dosis (cGy)	Persen Volume PTV dan Organ (%)
PTV	4050,2	5427,1	5098,4	4750	98,71
Buli	1115,3	5280,9	3286,9	4000	31,51
Rectum	1838,0	5380,8	3541,0	5000	12,29

Untuk PTV, pada *planning* menggunakan teknik 3DCRT (Tabel 1.) menunjukkan bahwa 95% *prescription dose* (4750 cGy) mengenai 95,18 % volume PTV sedangkan *planning* menggunakan teknik IMRT (Tabel 2.), 95% *prescription dose* (4750 cGy) mengenai 98,71% volume PTV yang mana lebih besar daripada volume yang terkena radiasi pada *planning* 3DCRT. Dengan demikian *planning* menggunakan teknik IMRT menghasilkan capaian dosis yang lebih baik pada PTV daripada menggunakan teknik 3DCRT, karena semakin tinggi volume tumor yang terkena *prescription dose*, maka akan semakin baik karena kemampuan eradikasi (merusak) sel-sel tumor lebih baik.

### Distribusi Dosis Keseluruhan

Jika dilihat distribusi dosis secara keseluruhan, menunjukkan bahwa area organ sehat yang terkena radiasi lebih luas pada *planning* menggunakan teknik IMRT daripada *planning* menggunakan 3DCRT (Gambar 3. (a) dan (b)) meskipun dosis tersebut rendah nilainya dan berada dibawah batas toleransi. Namun demikian dilihat dari efek samping penggunaan radiasi, terutama efek samping stokastik, dampak dari dosis rendah yang diterima organ sehat bisa saja akan muncul di masa yang akan datang. Hal ini ini perlu dijadikan bahan pertimbangan ketika seseorang akan melakukan perencanaan radioterapi, teknik mana yang akan digunakan harus disesuaikan dengan kasus yang ada.

### KESIMPULAN

Pada OARs, *planning* menggunakan 3DCRT diperoleh hasil dosis 4000 cGy mengenai 58,28 % volume buli dan untuk rectum dosis 5000 cGy mengenai 17,76 % volume rectum, sedangkan pada *planning* menggunakan teknik IMRT, dosis 4000 cGy mengenai 31,50 volume buli dan untuk rectum dosis 5000 cGy mengenai 12,29 % volume rectum. Pada PTV, *planning* menggunakan teknik 3DCRT diperoleh hasil dimana dosis 4750 cGy mengenai 95,18 % volume PTV sedangkan *planning* menggunakan teknik IMRT, dosis 4750 cGy mengenai 98.71 % volume PTV. *Planning* menggunakan teknik IMRT pada kanker leher rahim, diperoleh hasil yang lebih baik daripada *planning* menggunakan teknik 3DCRT.

### DAFTAR PUSTAKA

- Aarup, L. R., Nahum, A. E., Zacharatou, C., Juhler-Nøttrup, T., Knöös, T., Nyström, H., Specht, L., Wieslander, E., & Korreman, S. S. (2009). The effect of different lung densities on the accuracy of various radiotherapy dose calculation methods: Implications for tumor coverage. *Radiotherapy and Oncology*, 91(3), 405–414. <https://doi.org/10.1016/j.radonc.2009.01.008>
- Ashraf, M., Janardhan, N., Bhavani, P., Shivakumar, R., Ibrahim, S., Reddy, P. Y., Surrendharen, J., Sarangnathan, B., Johnson, B., Madhuri, B., & Dar, R. A. (2014). Dosimetric comparison of 3DCRT versus IMRT in whole breast irradiation of early-stage breast cancer. *Original Article Abstract. Int. J of Cancer Therapy and Onc*, 1–9.

- Bayouth, J. E., & Morrill, S. M. (2003). MLC dosimetric characteristics for small field and IMRT applications. *Medical Physics*, 30(9), 2545–2552. <https://doi.org/10.1118/1.1603743>
- Brugmans, M. J. P., Van Der Horst, A., Lebesque, J. V., & Mijnheer, B. J. (1998). Dosimetric verification of the 95% isodose surface for a conformal irradiation technique. *Medical Physics*, 25(4), 424–434. <https://doi.org/10.1118/1.598217>
- IAEA TECDOC 1540. (2007). *Specification and Acceptance Testing of Radiotherapy Treatment Planning Systems*. Iaea Tecdoc, April.
- IAEA TRS 430. (2007). Commissioning and Quality Assurance of Computerized Planning Systems for Radiation Treatment of Cancer. *Health Physics*, 92(4), 407–408. <https://doi.org/10.1097/01.HP.0000256888.06234.e3>
- ICRU Report 50. (1993). *Prescribing, Recording, and Reporting Photon Beam Therapy*.
- ICRU Report 62. (2001). Prescribing, Recording, and Reporting Photon Beam Therapy (Supplement to ICRU Report 50). *In The British Journal of Radiology* (Vol. 74, Issue 879).
- ICRU Report 83. (2019). Prescribing, Recording, and Reporting Photon-Beam Intensity-Modulated Radiation Therapy. *In Journal of the ICRU* (Vol. 19, Issue 1). <https://doi.org/10.1177/1473669119895169>
- Johnson, T. K. (2007). Commissioning and Quality Assurance of Computerized Planning Systems for Radiation Treatment of Cancer. *Health Physics*, 92(4), 407–408. <https://doi.org/10.1097/01.hp.0000256888.06234.e3>
- Podgorsak. (2008). *Radiation Oncology Physics: A Handbook for Teachers and Students*. In Vienna (Vol. 98). <https://doi.org/10.1038/sj.bjc.6604224>
- Thwaites, D. (2013). Accuracy required and achievable in radiotherapy dosimetry: Have modern technology and techniques changed our views. *Journal of Physics: Conference Series*, 444(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/444/1/012006>