

Gastrointestinal Sistem Kanserlerinde Planlama, Risk Altındaki Organlar ve Yapay Zeka

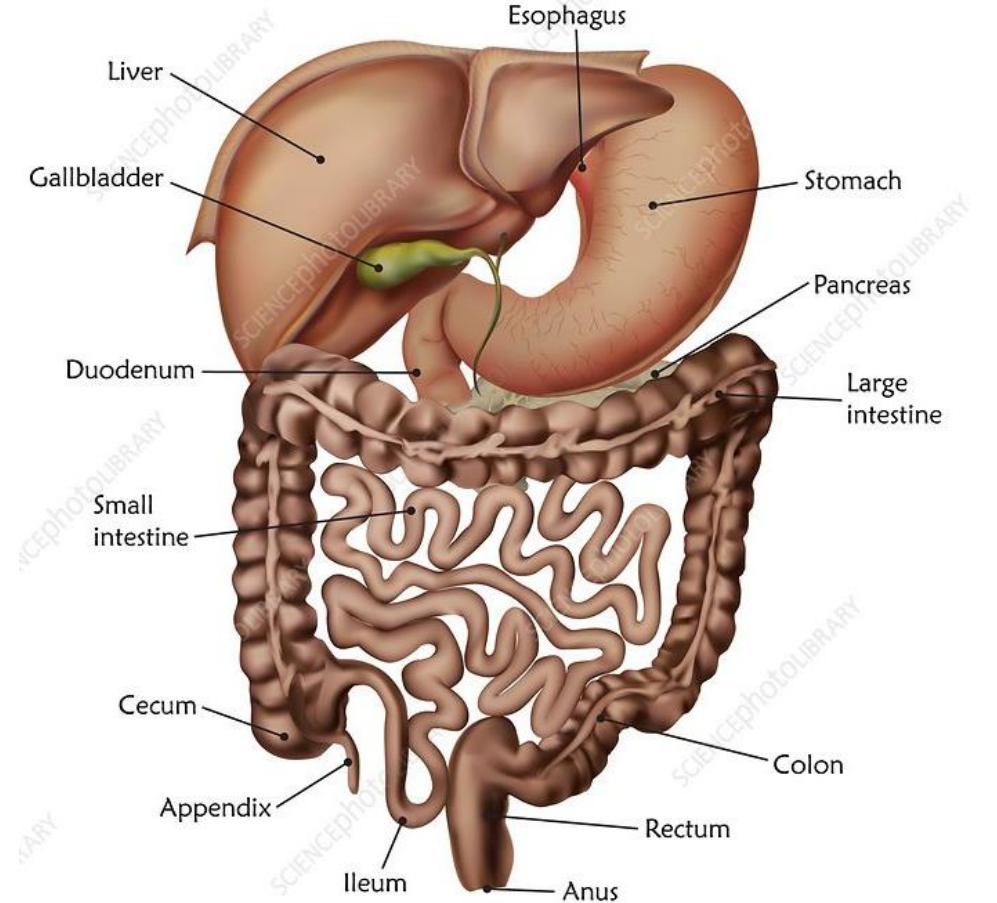
Öğr. Gör. Dr. Kerem Duruer

18.03.2022

Giriş

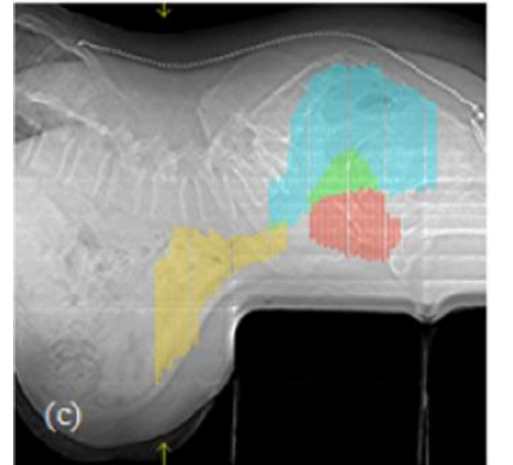
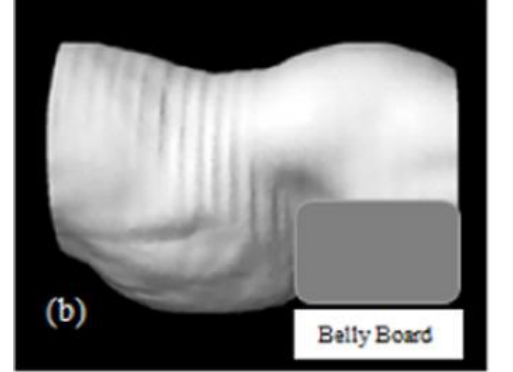
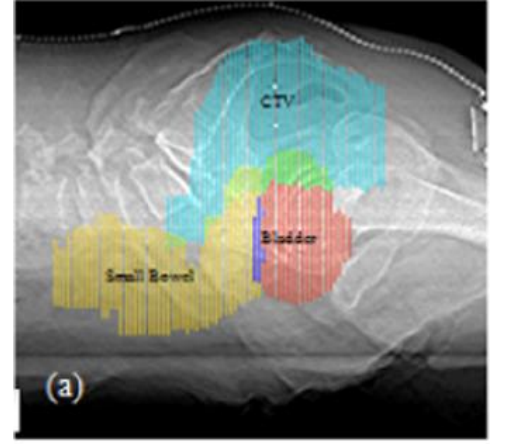
Günümüzde **Gastrointestinal (GI)** kanseri yaygın bir sağlık sorunu olmaya devam etmektedir. 2018 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) 319.160 yeni GI kanser vakası görülmüş olup bunların 160.820 tanesi ölümlle sonuçlanmıştır (Siegel vd. 2018). Amerika Birleşik Devletleri'ndeki vakaların neredeyse %50'sini kolorektal tümörler oluşturmasına rağmen (140.250), yemek borusu, mide, karaciğer ve pankreas kanserleri düzenli olarak görülmeye devam etmekte ve yüksek mortalite oranlarına sahiptirler (Tepper,2021).

Gastrointestinal tract



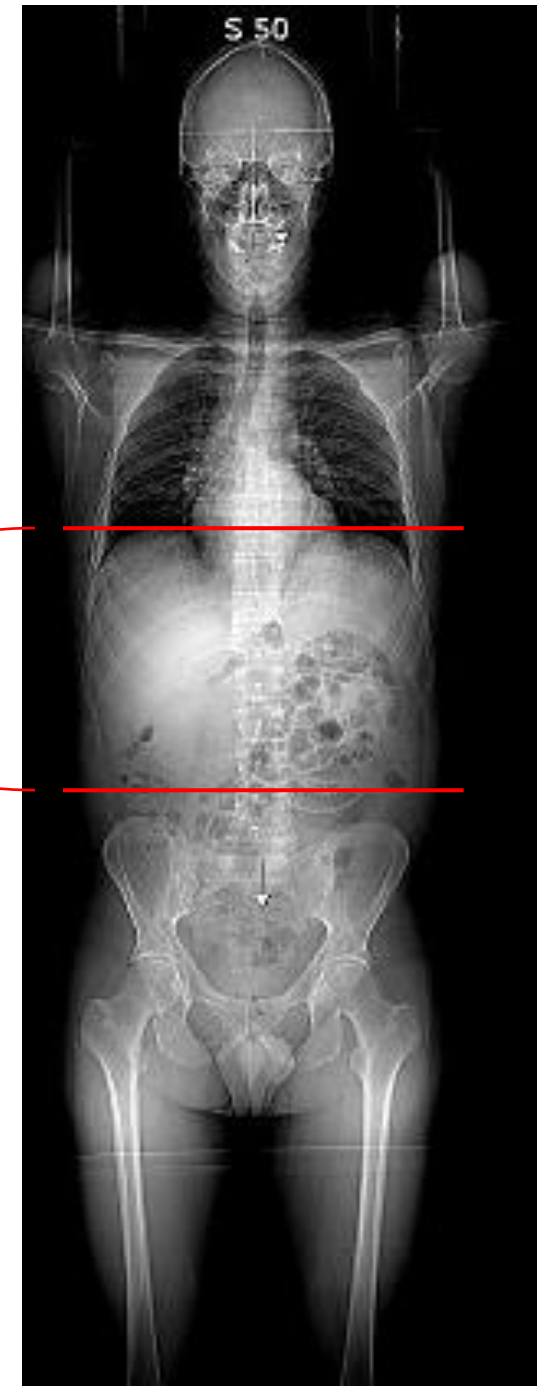
İmmobilizasyon ve Simülasyon

- Hasta sırt üstü yatar ve ellerini başının arkasında birleştirir.
- İmmobilizasyon için geniş bir ürün gamı bulunmakla birlikte aşağı GI radyoterapisinde belly board'un kullanılması ince barsağın yukarı doğru kaydırılması için kullanılabilir



İmmobilizasyon ve Simülasyon

- 3-5 mm'lik CT kesit kalınlığı ile CT çekilmesi tavsiye edilmiştir.
- Pankreas ve gastrik tümörler için diyaframın yukarisından böbreklerin aşğısına,
- Rektal ve anal kanserler için de L3 vertebra hizasından dış anal markerin 6 cm aşğısına kadar CT kesitleri alınır.



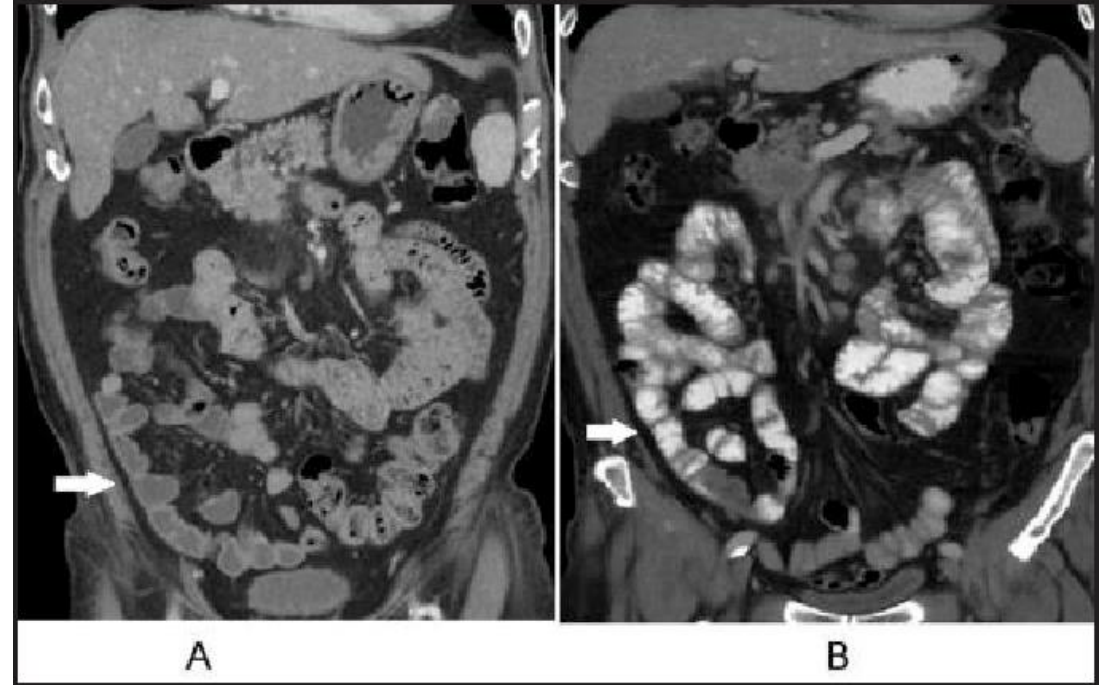
İmmobilizasyon ve Simülasyon

- 3-5 mm'lik CT kesit kalınlığı ile CT çekilmesi tavsiye edilmiştir.
- Pankreas ve gastrik tümörler için diyaframın yukarısından böbreklerin aşağısına,
- Rektal ve anal kanserler için de L3 vertebra hizasından dış anal markerın 6 cm aşağısına kadar CT kesitleri alınır.



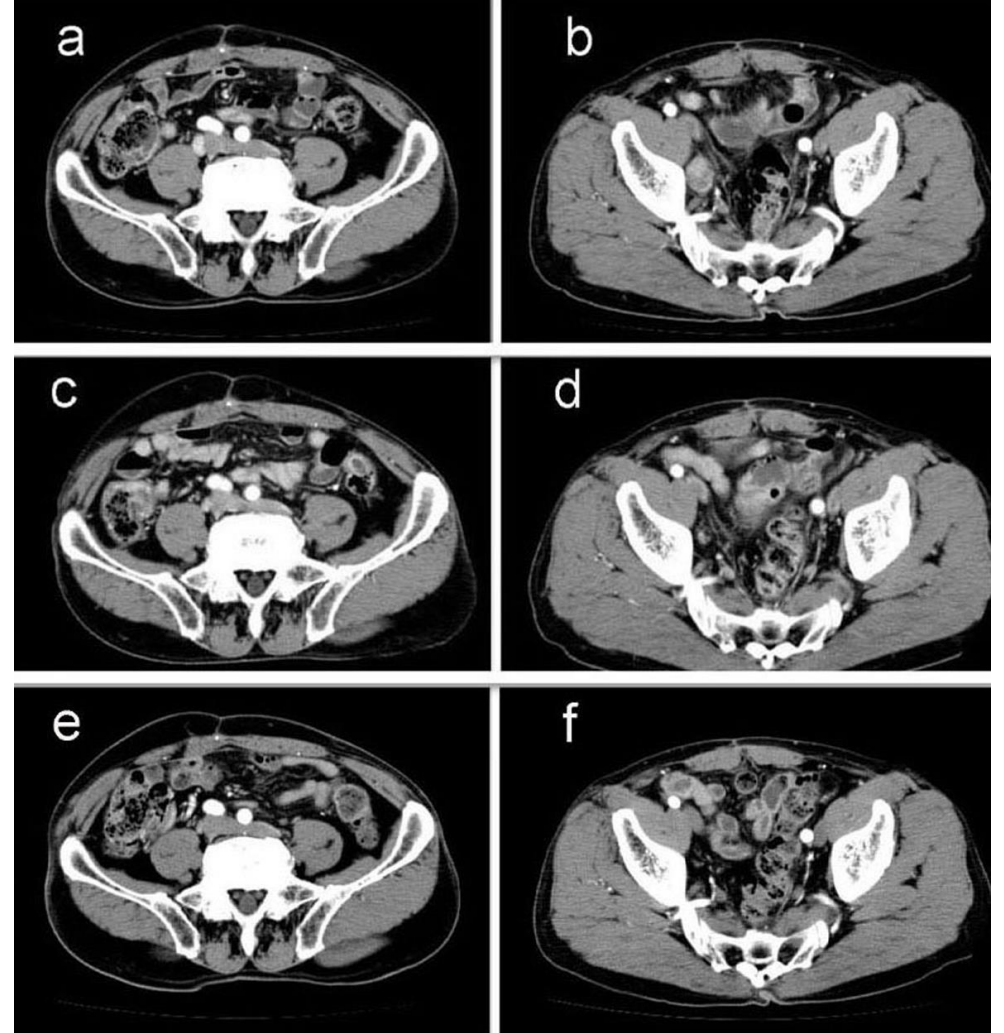
İmmobilizasyon ve Simülasyon

- İnce barsağın belirlenmesinde oral kontrast kullanılabilir.
 - Oral maddenin rektuma ulaşması için yaklaşık 2 saat geçmektedir (Balagamwala vd. 2021).
 - Yukarı GI tümörlerinde duodenum ve jejunumun daha iyi belirlenebilmesi için daha kısa süre beklemek gerekebilir.



İmmobilizasyon ve Simülasyon

- Tümör ve lenf nodlarının belirlenmesinde intravenöz (IV) kontrast kullanılabilir.
 - Buna alternatif olarak da, kontrastlı diyagnostik CT görüntüleri planlama CT'sine füzyon yapılabilir.



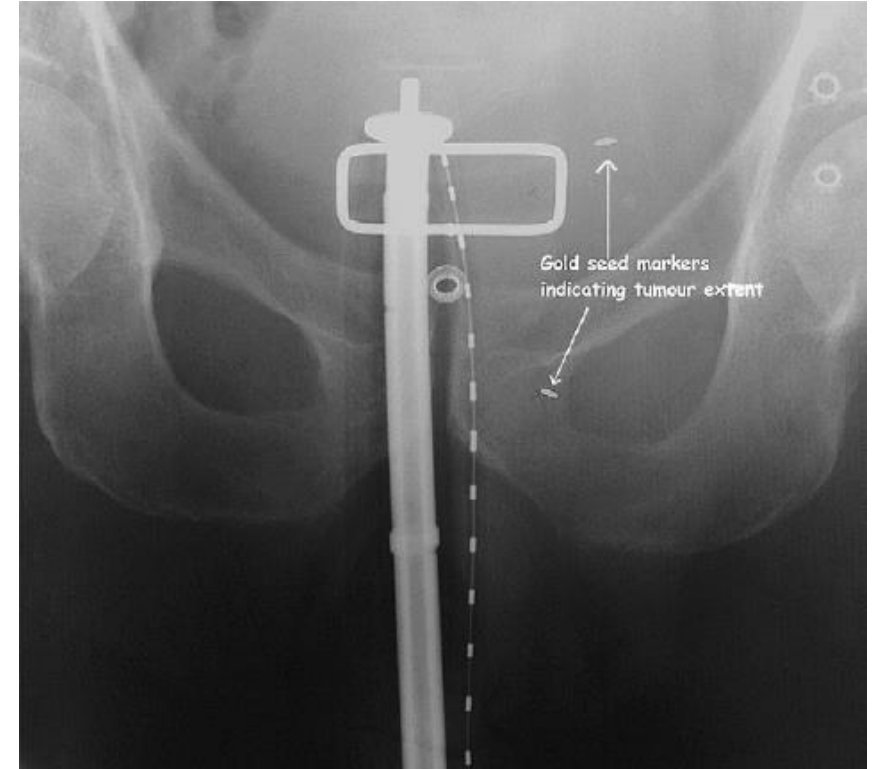
İmmobilizasyon ve Simülasyon

- Baryum lavmanı rektal ve anal tümörlerin belirlenmesinde kullanılabilir.
 - Bunun kullanılması durumunda tedavi planlama sisteminde heterojenite düzeltmesi uygulanması gerekebilir ve bu uygulama neticesinde tümörün yeri değişebilir. (Not: Eğer kontrast kullanılacaksa kontrastsız bir tarama yapılması ve tümörün orijinal yerinin belirlenmesi tavsiye edilmektedir)



İmmobilizasyon ve Simülasyon

- Rektal ve anal malinitelerde anüs seviyesindeki marker inferiyör alan sınırlarının belirlenmesinde yardımcı olabilir.
- Ameliyat sonrası hastalarda ameliyat klipslerinin yeri ameliyat öncesi görüntüler ile eşleştirip ameliyatta rezeke edilen yer belirlenebilir.
 - Not: Cerrahi normal anatomiye değiştirebileceği için klipsler sadece referans amaçlı kullanılmalıdır.
 - Not 2: Klips yerleşimi her zaman tümörün tam konumunu yansıtmayabilir.



Hedef Hacim ve İlgilenilen Organ Tanımları

- Pankreas ve gastrik kanserdeki rutin olarak tanımlanan organlar:

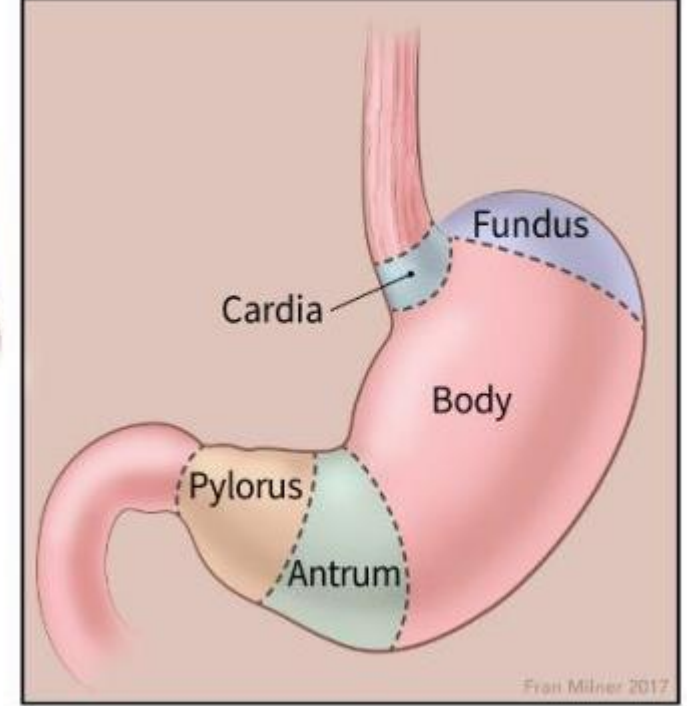
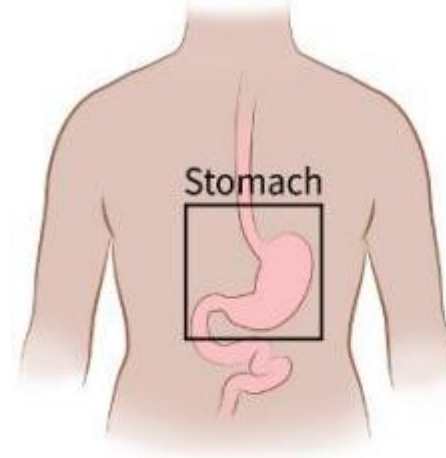
- Karaciğer
- İnce barsak
- Duodenum
- Mide
- Böbrekler
- Spinal kord

- Rektal ve anal kanserdeki rutin olarak tanımlanan organlar:

- İnce barsak
- Mesane
- Femur başları (iskiyatik çıkıntı seviyesinin inferiyörüne kadar konturlanmalı)
- Eksternal genitalya
- Kalın kalın barsak (consider)
- İliak kanat (consider, IMRT yapılacak uygulamalarda)

Mide Kanseri

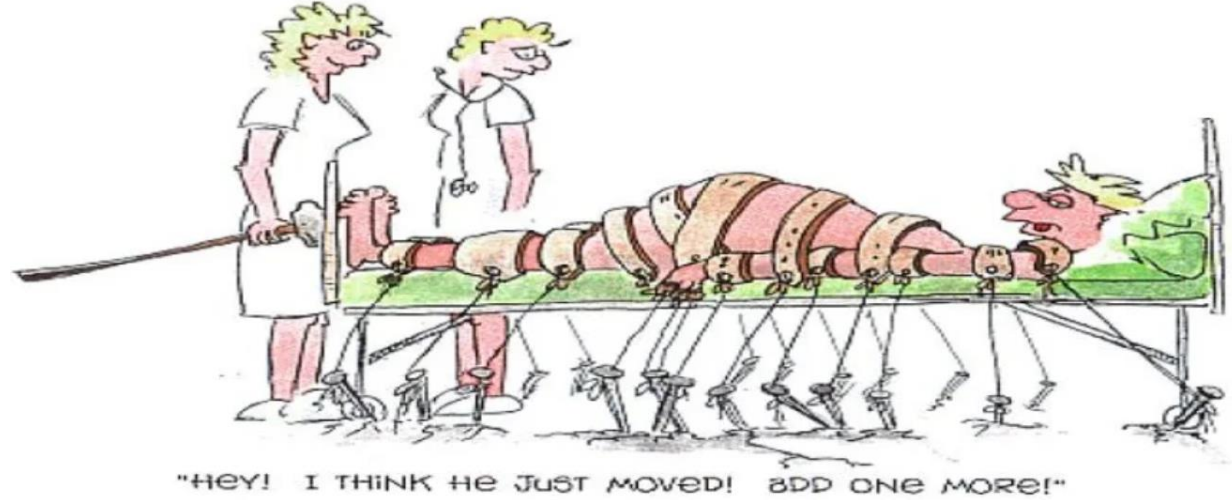
- Tüm dünyada sıklıkla görülen, hızlı seyreden ve yayılan bir kanser türü olan **mide kanseri** sıklıkla 5. ve 7. dekatlar arasında ve düşük sosyo-ekonomik gruplarda ortaya çıkmaktadır (Kapan 2021).
- Mide, özefagus alt kısmında 11. torokal vertebra düzeyinden başlayıp duodenumda sonlanmaktadır ve intraperitoneal yerleşimlidir.
- Mide; 5 bölümden meydana gelmektedir.



Mide Kanseri

SİMÜLASYON

IMMOBILIZATION IN RADIOTHERAPY

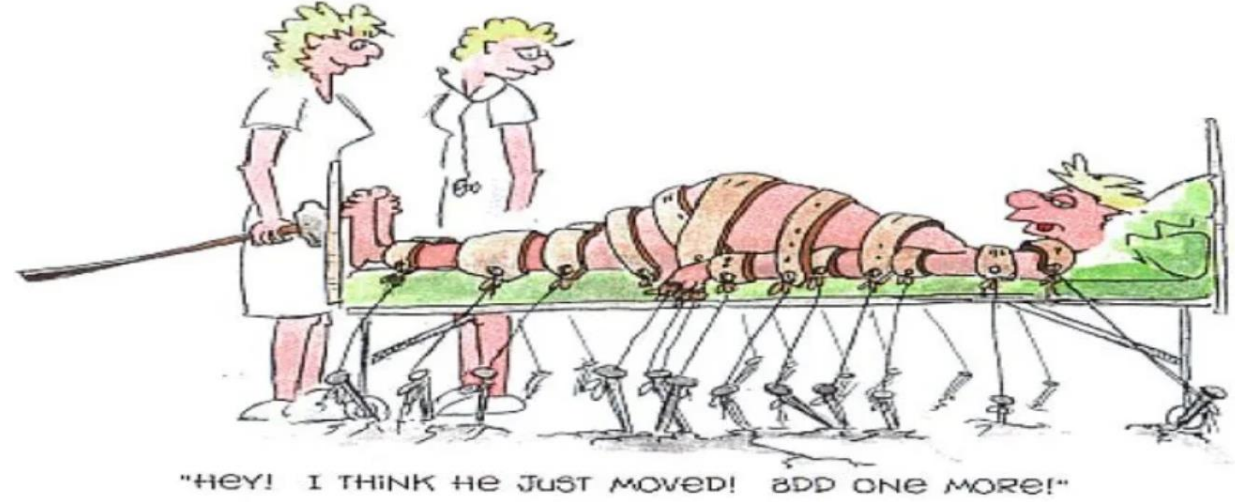


- Simülasyon ve tedaviden en az 2 saat önce hasta bir şey yemeyip içmemeli
- Kontra endikasyonu yoksa ve durum buna uygunsa IV kontrast tavsiye edilmektedir
- Eğer IV kontrast kullanılmayacaksa oral kontrast değerlendirilmelidir (mide pozisyonunun/gerginliğinin tekrarlanabilirliği üzerindeki etkisi dikkate alınmalıdır.)
- Hasta, immobilizasyon sistemi içerisinde, kolları başın üstünde olacak şekilde supin pozisyonda yatmalıdır

Mide Kanseri

SİMÜLASYON

IMMOBILIZATION IN RADIOTHERAPY



- CT tabanlı simülasyon yapılır
- 4DCT değerlendirilmelidir (özellikle intak hastalıkta)

Mide Kanseri

6.4.1 Dose

- Preoperative: 41.4–50.4 Gy in 1.8–2 Gy/fraction
- Postoperative: 45–50.4 Gy in 1.8–2 Gy/fraction
- Definitive: 45–54 Gy in 1.8–2 Gy/fraction

6.6 Normal Structures and Constraints

- EORTC guidelines: [7]
 - Spinal cord: maximum < 45 Gy
 - Lungs: V20 < 20 %
 - Heart: V40 < 30 %, V25 < 50 %
 - Kidneys: total V20 < 50 %, at least 1 with V20 < 30 %
 - Liver: V30 < 30 %
- National Comprehensive Cancer Network guidelines: [12]
 - Liver: V30 < 40 %, mean < 25 Gy
 - Kidneys: at least 1 with V20 < 33 %
 - Spinal cord: maximum < 45 Gy
 - Heart: V40 < 33 %
- Efforts should be made to reduce dose to bowel outside of the PTV

Mide Kanseri

Asian Pac J Cancer Prev, **18 (3)**, 741-746

DOI:10.22034/APJCP.2017.18.3.741
Radiotherapy Planning in Stomach Cancer

RESEARCH ARTICLE

Dosimetric Comparison of Three Different Radiotherapy Techniques in Antrum-Located Stomach Cancer

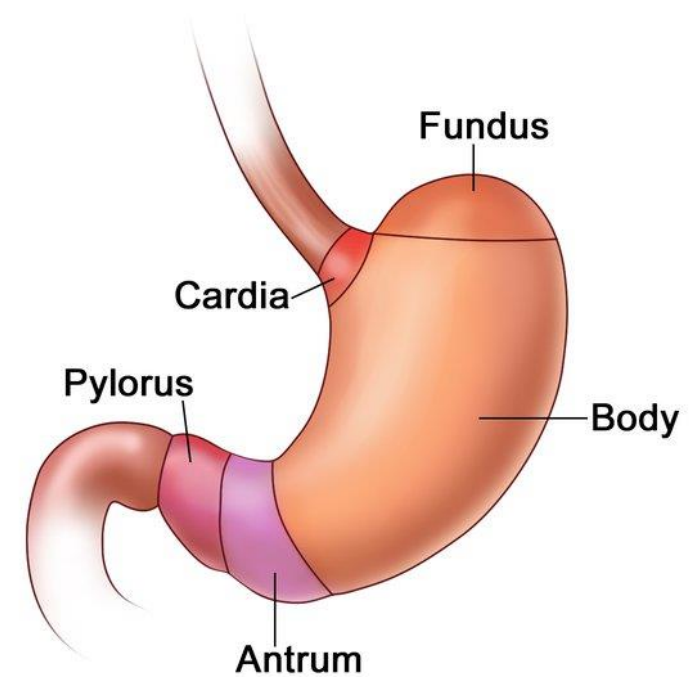
Alparslan Serarlan*, Nilgun Ozbek Okumus, Bilge Gursel, Deniz Meydan, Yalcin Dastan, Talat Aksu

- Antrum yerleşimli 20 mide kanserli hasta
- Wedgeli 3D Konformal RT (WB-CRT)
- Field-in-field RT (FIF-IMRT)
- Dinamik IMRT (IMRT)

Mide Kanseri

- Tüm hastalar T1-3 ve lenf nodu pozitif
- CT çekiminden 6 saat önce hastalar bir şey yemeyip içmemiş
- Oral kontrast kullanılmamış, IV kontrast kullanılmış
- Hastalar supin pozisyonda kollar başın üstünde olacak şekilde pozisyonlandırılmış
- CT, serbest solunumda, 3 mm'lik kesit kalınlığında çekilmiş
- PTV için 45Gy'lik doz tanımlanmış (1,8 Gy/gün)

Sections of the Stomach



Mide Kanseri

Wedgeli 3D CRT (WB-CRT)

- 4 co-planar alan (0° , 90° , 180° , 270°)
- 18 MV foton enerjisi

FIF-IMRT

- Wedgeli planların kopyası
- Tek fark wedge yerine alt alanlar kullanılmış
- Alan başına 2 alt alan kullanılmış (toplamda 8 alt alan)
- 18 MV foton enerjisi

IMRT

- 9 non-coplanar alan (alan ve masa açıları makalede belirtilmemiş)
- 6 MV Foton

Mide Kanseri

Table 1. Dosimetric Parameters for Planning Target Volumes with Three Planning Techniques

	Mean±SD (minimum-maximum)			P-value		
	WB-CRT	FIF-IMRT	IMRT	WB-CRT vs. FIF-IMRT	WB-CRT vs. IMRT	FIF-MRT vs. IMRT
Mean dose (cGy)	4,640.95±27.74 (4,601-4,709)	4,606.80±22.84 (4,563-4,648)	4,657.05±27.67 (4,611-4,729)	0.0002	0.059	0.0001
Maximum dose (cGy)	4,830.70±50.39 (4,755-4,971)	4,741.60±32.61 (4,677-4,812)	4,913.75±64.22 (4,780-4,970)	0.00008	0.001	0.00008
V95 (%)	97.07±1.5 (95.00-99.50)	97.07±1.61 (95.00-99.40)	96.89±1.63 (95.00-96.60)	0.823	0.614	0.852
D2 (cGy)	4,771.85±37.93 (4,712-4,858)	4,697.30±29.20 (4,644-4,737)	4,814.25±54.25 (4,722-4,879)	0.00008	0.006	0.00008
D98 (cGy)	4,487.00±29.57 (4,434-4,538)	4,485.45±32.35 (4,435-4,543)	4,466.65±44.58 (4,397-4,530)	0.538	0.173	0.247
V > 107 (%)	0.74±1.91 (0.00-7.82)	0.00 (0.00-0.00)	3.61±3.69 (0.00+11.35)	0.012	0.003	0.0002
V < 95 (%)	2.87±1.58 (0.50-5.00)	2.88±1.60 (0.60-5.61)	3.10±1.63 (0.40-5.00)	0.823	0.575	0.808
Homogeneity index	6.32±0.76 (5.31-7.67)	4.70±0.84 (2.93-6.29)	7.72±1.96 (4.49-10.53)	0.0001	0.021	0.0002
Conformity index	0.58±0.04 (0.50-0.67)	0.60±0.05 (0.49-0.71)	0.75±0.03 (0.68-0.83)	0.0003	0.00008	0.00008

SD, standard deviation; WB-CRT, wedge-based conformal radiotherapy; FIF-IMRT, field-in-field intensity modulated radiotherapy; IMRT, intensity modulated radiotherapy; cGy, centigray.

- PTV açısından, her 3 teknik için de V%95 ve D98 değerleri benzer bulunmuş
- En homojen doz dağılımı (HI, Dmax, D2 ve V>%107) FIF-IMRT'de bulunmuş
- CI açısından IMRT daha başarılı bulunmuş

The CI was defined as: $CI = (TV_{ref} / TV) \times (TV_{ref} / V_{ref})$, where TV_{ref} is the target volume (cm^3) covered by the reference isodose, TV is the target volume (cm^3), and V_{ref} is the volume (cm^3) covered by the reference isodose. The values ranged between 0 and 1. Values closer to 1 indicate higher dose conformity to the target (Gursel et al., 2011).

HI was defined as: $HI = [(D2-D98) / D_{pres}] \times 100$, where D_{pres} is the prescribed dose. The value should be <15 for an acceptable plan. Lower HI values mean more homogeneous dose distributions (Gursel et al., 2011).

Mide Kanseri

Table 2. Dosimetric Parameters for Organs at Risk with Three Planning Techniques

	Mean±SD (minimum-maximum)			<i>P</i> -value		
	WB-CRT	FIF-IMRT	IMRT	WB-CRT vs. FIF-IMRT	WB-CRT vs. IMRT	FIF-MRT vs. IMRT
Right kidney Dmean (cGy)	1,095.5±542.05 (219-2265)	1,086.45±540.94 (218-2189)	1,196.9±278.77 (538-1764)	0.211	0.108	0.117
Right kidney V20 (%)	28.12±17.50 (1.32-64.70)	28.05±17.67 (1.32-64.32)	17.54±6.98 (7.37-34.90)	0.396	0.005	0.006
Left Kidney Dmean (cGy)	998.15±441.77 (199-1863)	1,000.90±441.45 (202-1876)	1,334.20±230.14 (840-1689)	0.059	0.001	0.001
Left Kidney V20 (%)	27.04±15.62 (1.08-57.90)	27.15±15.69 (1.08-58.10)	18.82±5.58 (8.27-29.00)	0.244	0.023	0.028
Liver Dmean (cGy)	2,589.55±303.98 (2,057-3024)	2,556.20±292.86 (2,035-2955)	2,244.40±223.77 (1,951-2635)	0.0002	0.0001	0.0001
Liver V30 (%)	35.07±11.48 (16.00-64.08)	33.77±10.82 (16.00-60.95)	23.75±4.99 (17.50-32.93)	0.005	0.0001	0.0002
Spinal cord Dmax (cGy)	2,927.55±575.21 (2,422-4652)	2,956.30±566.38 (2,424-4631)	3,758.70±337.06 (3,144-4333)	0.057	0.001	0.001

SD, standard deviation; WB-CRT, wedge-based conformal radiotherapy; FIF-IMRT, field-in-field intensity modulated radiotherapy; IMRT, intensity modulated radiotherapy; Dmean, mean dose; Dmax, maximum dose; V20, the volume receiving greater than or equal to 20 Gy of the prescribed dose; V30, the volume receiving greater than or equal to 30 Gy of the prescribed dose; cGy, centigray

- Genel olarak IMRT sağlam dokuları korumada daha başarılı bulunmuş (Spinal cord max doz ve sol böbrek mean doz hariç).

Mide Kanseri

Original Article

Dosimetric comparison of modern radiotherapy techniques for gastric cancer after total gastrectomy

ABSTRACT

Purpose: The purpose of this study is to investigate the optimal radiotherapy technique for postoperative irradiation of gastric cancer treated with total gastrectomy.

Materials and Methods: The database of ten patients was used for this study. Three-dimensional (3D) conformal radiotherapy, intensity-modulated therapy (IMRT), volumetric modulated arc therapy (VMAT), and helical tomotherapy (HT) plans were created for each dataset. The prescription dose was 45 Gy in 25 fractions. Comparative analyses of the target volume coverage and the doses of organs at risk were performed.

Results: HT was significantly provided more homogeneity. The best conformal plans were achieved with VMAT. Both kidneys were better preserved with HT and VMAT. HT significantly lowered the V13 of the left kidney and VMAT significantly lowered V20. However, the mean left kidney doses were not statistically different. The lowest liver V30 was obtained with VMAT but not with statistically different than IMRT and HT. Mean liver doses were statistically inferior with 3D. The worst spinal cord doses were seen with 3D. The integral dose of the body did not differ among the techniques.

Conclusion: In comparison of the four techniques, 3D seems to be the most unsuitable method regarding sparing the normal tissues. According to availability, HT and VMAT should be primarily preferred. IMRT can also be used with carefully paying attention to the clinical condition of the patient.

KEY WORDS: Gastric cancer, helical tomotherapy, intensity-modulated therapy, three-dimensional conformal radiotherapy, volumetric

© 2019 Journal of Cancer Research and Therapeutics | Published by Wolters Kluwer - Medknow

Pelin Altinok,
Ertugrul Tekçe,
Fatih Karaköse,
Kemal Berk,
Ümmühan
Kalafat¹,
Huriye Senay
Kiziltan,
Züleyha Akgün¹,
Alpaslan
Mayadagli

Department of
Radiation Oncology,
Bezmialem
Vakif University,
¹Department of
Radiation Oncology,
Memorial Hospital
Sisli, Istanbul, Turkey

- Total gastrektomi uygulanış 10 hasta verisi kullanılmış
- 3D Konformal RT (FiF), IMRT, VMAT ve helikal tomoterapi (HT) planları karşılaştırılmış

Submitted: 19-Aug-2018

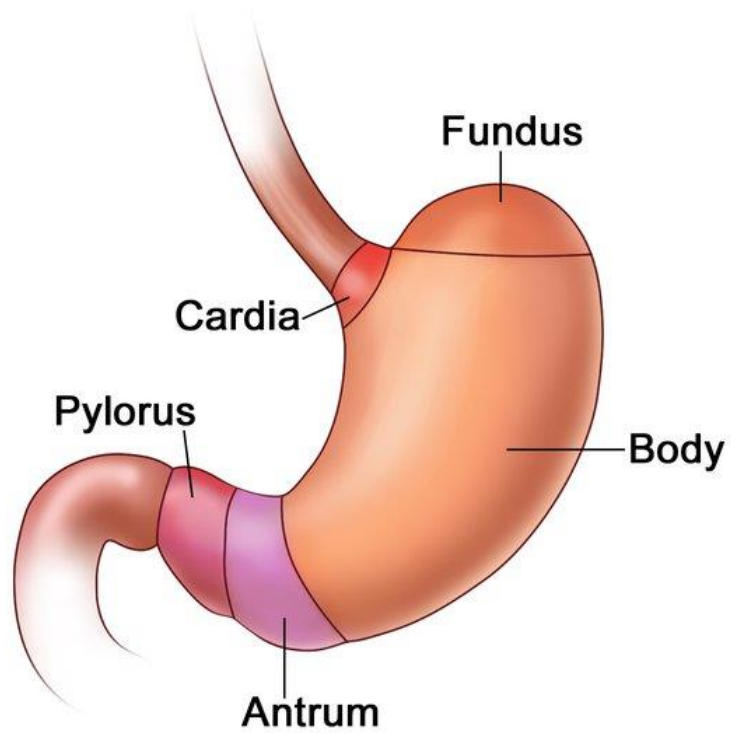
Revised: 13-Nov-2018

Accepted: 16-Dec-2018

Published: 01-Nov-2019

Mide Kanseri

Sections of the Stomach



© 2018 Terese Winslow LLC
U.S. Govt. has certain rights

- Tüm hastalarda fundus, corpus, antrum yerleşimli tümörlere total gastrektomi uygulanmış
- Hepsi T4aN2-3 evrede
- CT çekiminden 3-4 saat önce hastalar bir şey yemeyip içmemiş
- Hastalar supin pozisyonda T-bord kullanılarak kollar başın üstünde olacak şekilde pozisyonlandırılmış
- CT çekimlerinde, hastanın ameliyat öncesi kontrastlı CT'si varsa IV kontrast kullanılmamış.
- CT, serbest solunumda, 3 mm'lik kesit kalınlığında çekilmiş
- Hedef için 45Gy'lik doz tanımlanmış (1,8 Gy/gün)

Mide Kanseri

3DRT (FiF)

- 5 alan (0° , 90° , 270°)
- 18 MV foton enerjisi

IMRT

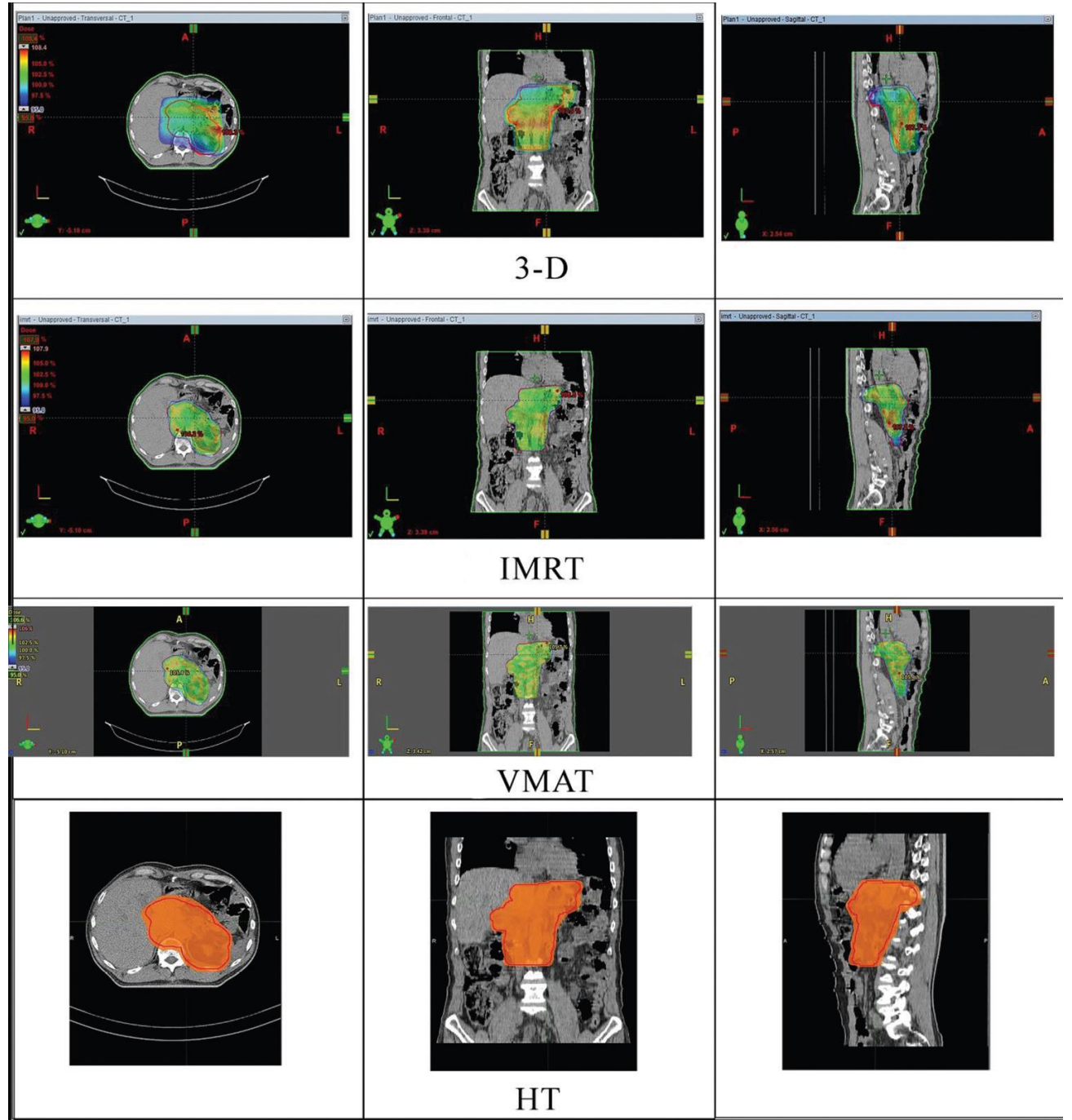
- 7 coplanar alan (150° , 100° , 50° , 0° , 310° , 260° , 210°)
- 6 MV foton enerjisi

VMAT

- 2 coplanar tam arc (30° kolimatör açılı)
- 10 MV foton enerjisi

HT

- 6 MV foton enerjisi



Mide Kanseri

Table 1: Mean values and significance levels of the comparisons

	Mean±SD				P
	3-D	IMRT	HT	VMAT	
Spinal cord	41.56±6.29	38.97±1.68	36.35±3.88	38.08±2.35	0.043
Right kidney D_{mean}	14.91±4.27	13.77±2.36	10.84±2.63	12.59±1.26	0.019
Right kidney V13	47.82±15.75	48.46±8.10	23.23±10.45	30.40±4.99	<0.001
Right kidney V20	26.96±11.64	18.01±8.45	10.12±6.47	13.83±2.82	<0.001
Left kidney D_{mean}	15.51±3.79	15.04±1.69	15.12±4.61	15.14±1.57	0.988
Left kidney V13	43.57±11.66	50.30±8.42	31.78±11.94	37.56±4.24	0.001
Left kidney V20	29.94±10.81	20.79±6.84	23.70±12.39	17.95±5.05	0.04
Liver D_{mean}	30.89±1.57	22.38±2.08	22.00±2.52	21.98±2.24	<0.001
Liver V30	64.49±5.73	24.75±6.31	24.49±5.18	21.82±4.31	<0.001
Body V5	48.95±9.19	50.55±9.99	54.01±9.86	52.56±9.94	0.671
Body V20	28.78±5.87	25.62±4.73	27.54±5.04	22.79±4.36	0.061
CI	0.57±0.04	0.89±0.02	0.72±0.23	1.00±0.01	<0.001
	Mean±SD/median				
HI	0.10±0.01/0.097	0.10±0.01/0.099	0.17±0.24/0.059	0.07±0.02/0.070	0.005

IMRT=Intensity-modulated radiation therapy, HT=Helical tomotherapy, VMAT=Volumetric modulated arc therapy, 3-D=Three-dimensional, HI=Homogeneity indexes, CI=Conformity indexes, D_{mean} =Mean dose, SD=Standard deviation

- PTV açısından, en iyi konformite VMAT planlarında elde edilmiş. En iyi homojenite HT planlarından elde edilmiş (Tabloda 0,17 olarak belirtilmiş fakat metin içerisinde 0,06 olarak yazılmış. Bu sonuç 0,06 olarak kabul edildiği durum için geçerlidir).

Dose-volume histograms were generated for all plans. Conformity indexes (CIs) and homogeneity indexes (HIs) were calculated for each plan. $CI = (PTV \cap 95\%)^2 / (PTV_v \times 95\%)$.^[12] This ratio is preferred to take into account the volume of overlap between the structures. The ideal value for perfect conformity is 1. $HI = (D_2\% - D_{98}\% / D_{50}\%)$ where D98 and D2 were the dose values covering 98% and 2% of the PTV, respectively, and D50 was the median dose. The smaller values closer to 0 indicate superior homogeneity. The planning

Mide Kanseri

Table 1: Mean values and significance levels of the comparisons

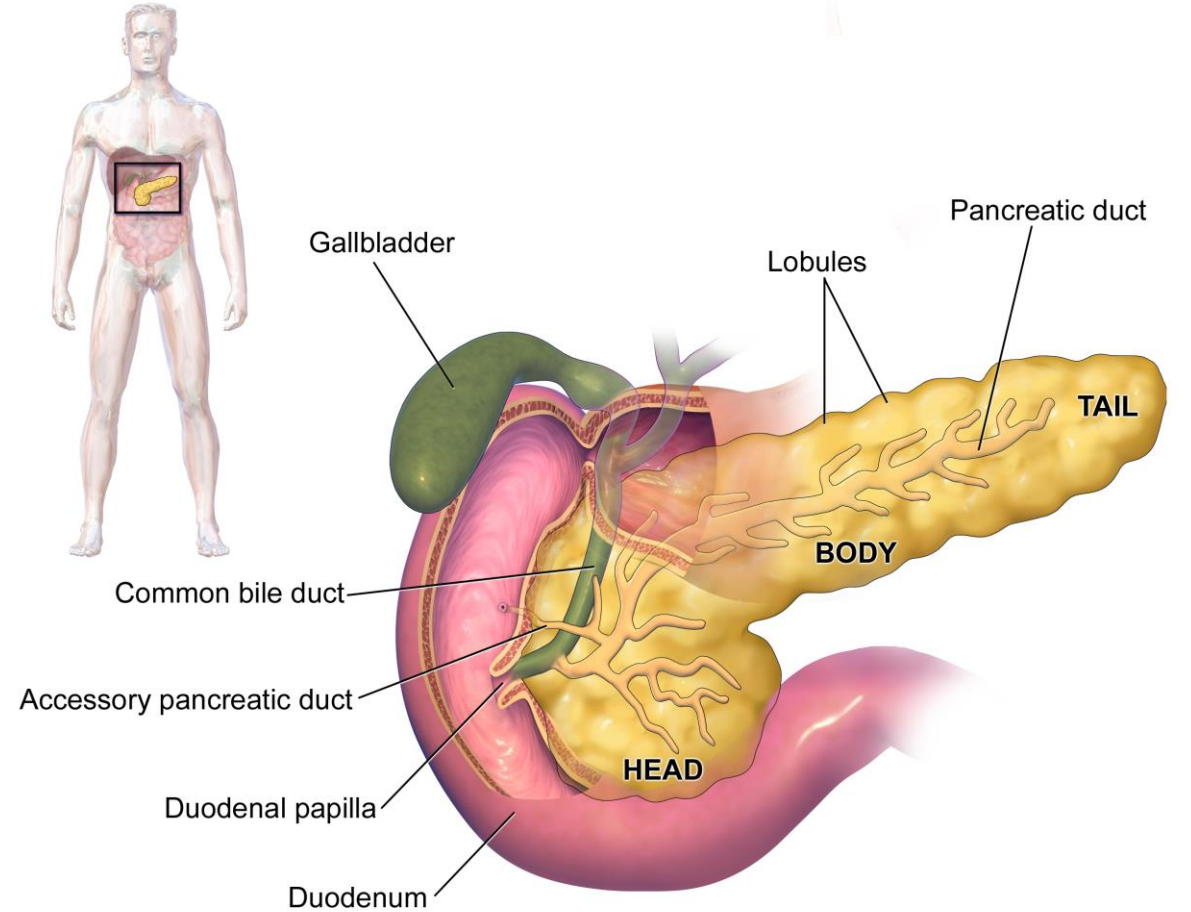
	Mean±SD				P
	3-D	IMRT	HT	VMAT	
Spinal cord	41.56±6.29	38.97±1.68	36.35±3.88	38.08±2.35	0.043
Right kidney D_{mean}	14.91±4.27	13.77±2.36	10.84±2.63	12.59±1.26	0.019
Right kidney V13	47.82±15.75	48.46±8.10	23.23±10.45	30.40±4.99	<0.001
Right kidney V20	26.96±11.64	18.01±8.45	10.12±6.47	13.83±2.82	<0.001
Left kidney D_{mean}	15.51±3.79	15.04±1.69	15.12±4.61	15.14±1.57	0.988
Left kidney V13	43.57±11.66	50.30±8.42	31.78±11.94	37.56±4.24	0.001
Left kidney V20	29.94±10.81	20.79±6.84	23.70±12.39	17.95±5.05	0.04
Liver D_{mean}	30.89±1.57	22.38±2.08	22.00±2.52	21.98±2.24	<0.001
Liver V30	64.49±5.73	24.75±6.31	24.49±5.18	21.82±4.31	<0.001
Body V5	48.95±9.19	50.55±9.99	54.01±9.86	52.56±9.94	0.671
Body V20	28.78±5.87	25.62±4.73	27.54±5.04	22.79±4.36	0.061
CI	0.57±0.04	0.89±0.02	0.72±0.23	1.00±0.01	<0.001
	Mean±SD/median				
HI	0.10±0.01/0.097	0.10±0.01/0.099	0.17±0.24/0.059	0.07±0.02/0.070	0.005

IMRT=Intensity-modulated radiation therapy, HT=Helical tomotherapy, VMAT=Volumetric modulated arc therapy, 3-D=Three-dimensional, HI=Homogeneity indexes, CI=Conformity indexes, D_{mean} =Mean dose, SD=Standard deviation

- Spinal cord ve karaciğer dozları, 3D (FiF) planlarında diğer planlamalara orana daha yüksek çıkmış
- Sağ ve sol böbrek HT ve VMAT'de daha iyi korunmuş

Pankreas Kanseri

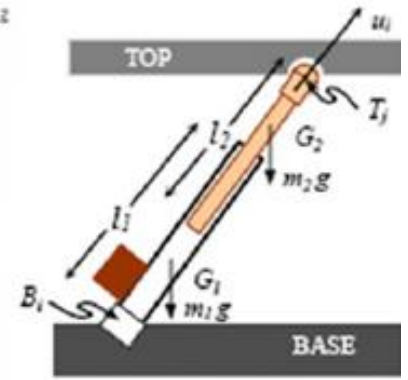
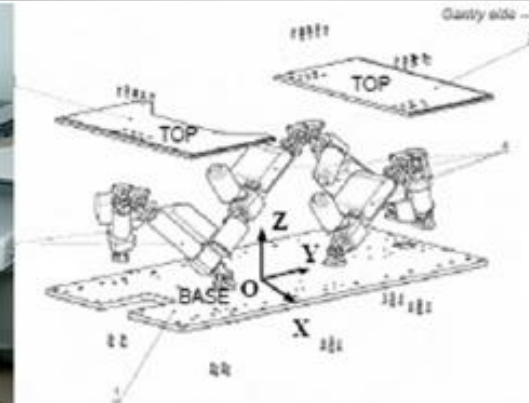
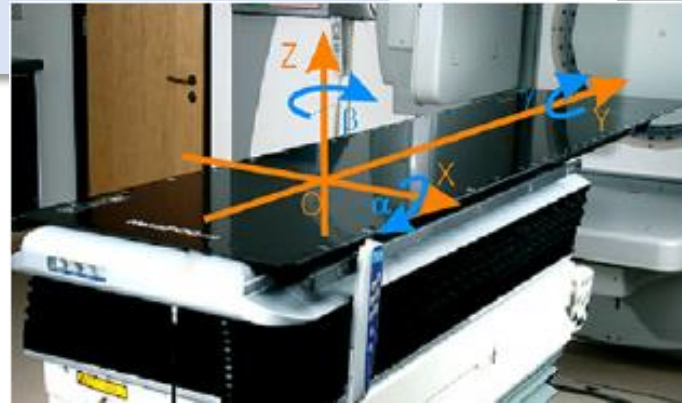
- Pankreas kanseri, erken tanı şansı düşük olan kötü prognoza sahip bir kanser türüdür.
- Pankreas, posterior batin duvarında rölatif olarak fikse, ikinci lumbarvertebra hizasında bulunan yaklaşık 15 cm uzunluğunda bir organdır.
- Pankreas lomber 1-2 vertera boyunca uzanır; baş, uncinatproçes, boyun, korpus ve kuyruk olmak üzere beş bölümden oluşmaktadır.
- Pankreas kanserleri yaklaşık %65 oranında pankreas başında görülmektedir.



Pankreas Kanseri

SİMÜLASYON

- 3 mm'lik CT kesit kalınlığı kullanılmaktadır.
- Hastalar supin olarak yatırılır.
- Wing-board ile birlikte Alpha Cradle ya da bunun eşleniği sabitleme cihazı kullanılır.
- Tedavi ve simülasyonda 6 boyutlu masa kullanımı tavsiye edilmektedir.



Pankreas Kanseri

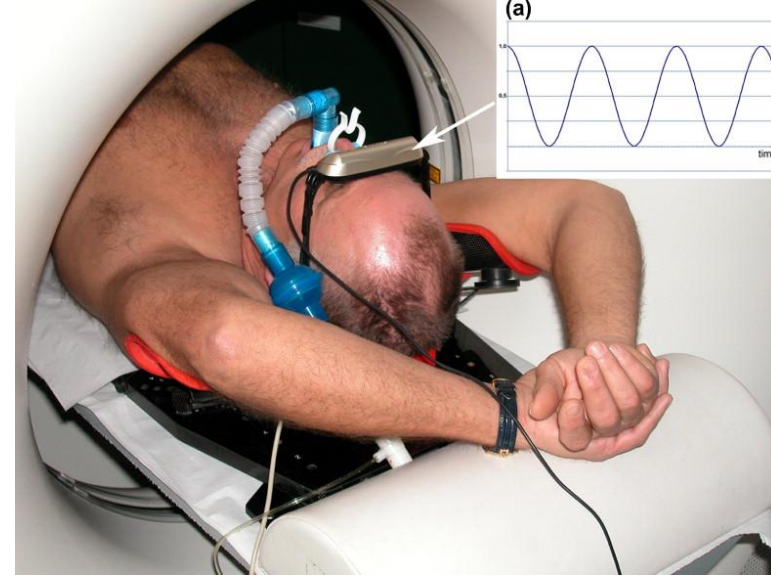
SİMÜLASYON

- IV ve oral kontrastın kullanılması tümör/tümör yatağının, lenf nodlarının ve çevre riskli organların belirlenmesine yardımcı olmaktadır.
 - Hastalara, simülasyondan 2 saat öncesinden itibaren bir şey yemeyip içmemelerin söylenmesi ve 240 cc kontrast maddenin oral yolla verilmesi mide ve ince barsak volümlerinin belirlenmesinde yardımcı olmaktadır.
- Cerrahi klipsler ya da endoskopi yardımıyla yerleştirilmiş altın markerlar tümör/tümör yatağındaki hareketin kontrolünde yardımcı olmaktadır.
- Safra stentleri de bu açıdan yardımcı olabilmektedir fakat bunların kayma olasılığı daha yüksektir ve bu nedenle daha az güvenilirlerdir.

Pankreas Kanseri

SİMÜLASYON

- Tümör hareketinin tespiti için 4DCT ya da ABC (Active Breathing Control) sistemleri kullanılabilir.
 - ABC tipik olarak, hareket süperiyor-inferiyor doğrultuda 3-5 mm den büyükse kullanılır.
- Simülasyon esnasındaki hareket takibi duedonum, ince ve kalın barsak, mide, karaciğer ve böbrek organlarındaki dozun sınırlandırılmasına yardımcı olur.



Pankreas Kanseri

SİMÜLASYON

- Pek çok çalışmada pankreasın tedavi esnasında özellikle superiyor-inferiyor (SI) ve anterior-posteriyor (AP) yönlerinde hareket ettiği gösterilmiştir.
- Belirtilen hareket genlikleri görüntüleme moduna ve sesli koçluğun kullanımına bağlı olarak değişmektedir.
 - SI yönünde pankreas hareketi 0,5–2,4 cm, AP yönünde 0,16–1,2 cm ve LR yönünde 0,07–0,6 cm olarak ölçülmüştür (Hallman vd. 2012, Bussels vd. 2003).

Pankreas Kanseri

Table 8.1 Dose constraints for standard chemoradiation

Structure	Unresectable/neoadjuvant recommendations ^a	Adjuvant/resected recommendations ^b
Kidney (right and left)	Not more than 30 % of the total volume can receive ≥ 18 Gy. If only one kidney is functional, not more than 10 % of the volume can receive ≥ 18 Gy	If two functioning kidneys are present, no more than 50 % of the right and 65 % of the left kidney should receive > 18 Gy. For IMRT planning, mean dose to bilateral kidneys should be ≤ 18 Gy. If only one kidney is present, not more than 15 % should receive ≥ 18 Gy, and no more than 30 % should receive ≥ 14 Gy
Stomach, duodenum, jejunum	Max dose ≤ 55 Gy; not more than 30 % of the volume can be between 45 and 55 Gy	Max dose ≤ 55 Gy; < 10 % of each organ volume can receive between 50 and 53.99 Gy. < 15 % of each organ volume can receive 45–49.99 Gy
Liver	Mean dose cannot exceed 30 Gy	Mean liver dose ≤ 25 Gy
Spinal cord	Max dose to a volume of at least 0.03 cc must be ≤ 45 Gy	Max dose ≤ 45 Gy

Adapted from the National Comprehensive Cancer Network Clinical Practice Guidelines

^aAdapted from RTOG 0936 (3D conformal, 1.8–50.5) and RTOG 1102 (IMRT, 2.2–55 Gy)

^bAdapted from RTOG 0848 (3D or IMRT)

Treatment Techniques

Long-Course Fractionation

- Conventional fractionation: 1.8 Gy/fx
- Neoadjuvant RT: 45 to 50.4 Gy to CTV, boost GTV to 50.4 to 56 Gy (sequentially or SIB)
- Adjuvant RT: 50.4 Gy to CTV
- Definitive RT: 50.4 to 54 Gy to GTV

Pankreas Kanseri

8.4.2 Short-Course Hypofractionation

- SBRT'yi deneyimli klinikler yapmalıdır.
- SBRT tipik olarak 3-5 fraksiyonda 1-2 haftada yapılır.
- Neoadjuvan, definitif ve adjuvan durumlarında SBRT dozu genellikle 25-40 Gy, fraksiyon başına 5-12 Gy olarak verilmesi şeklindedir.
- SBRT uygulamalarında 1-5 adet (tercihen ≥ 3) fiducial marker, tümör takibi için kullanılmalıdır.
 - Fiducial markerlar endoskopik ultrason (tercihen) ya da CT eşliğinde tümörün içerisine ve/veya çevresine yerleştirilir.

Table 8.2 Published dose constraints to surrounding organs at risk (OARs) for 3–5 fraction SBRT regimens

	Mahadevan et al. (2011)	Chuong et al. (2013)	Herman et al. (2015)
SBRT regimen	8–12 Gy \times 3 fractions	<i>Dose painting technique:</i> 7–10 Gy \times 5 fractions to the region of vessel involvement; 5–6 Gy \times 5 fractions to the remainder of the tumor	6.6 Gy \times 5 fractions
Disease stage	LAPC	BRPC and LAPC	LAPC
kidney (right and left)	75 % < 12 Gy	Mean < 10 Gy	75 % < 12 Gy
Stomach, duodenum, jejunum	Dmax < 10Gy/fraction	Dmax 35 Gy Mean < 20 Gy <5 cc < 30 Gy <1 cc < 35 Gy	9 cc < 15 Gy 3 cc < 20 Gy 1 cc < 33 Gy
Liver	30 % < 15 Gy	10 % < 30 Gy	50 % < 12 Gy
Spinal cord	Maximum 12 Gy	Maximum 20 Gy	1 cc < 8 Gy
PTV/GTV coverage	Rx isodose line covers ≥ 95 % of the PTV A 5 mm or smaller expansion margin (extending up to the outer bowel wall) was included to determine the final planning target volume. Elective nodes not included	GTV to PTV expansion is 3 to 5 mm and treated in 25 to 30 Gy while simultaneously delivering 35 to 50 Gy delivered to the tumor vessel interface. Elective nodes were not included to limit dose to nearby normal structures	No more than 1 cc of the mPTV received >130 % of the prescription dose (49.2 Gy) and >90 % of the modified PTV received 100 % of the prescription dose (33 Gy). If these constraints could not be met, then 100 % of the GTV received ≥ 25 Gy

Pankreas Kanseri

Current Problems in Cancer 44 (2020) 100607



ELSEVIER

Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

Current Problems in Cancer

journal homepage: www.elsevier.com/locate/cpcancer



Radiation therapy for patients with locally advanced pancreatic cancer: Evolving techniques and treatment strategies



Joseph Abi Jaoude¹, Ramez Kouzy¹, Nicholas D. Nguyen, Daniel Lin, Sonal S. Noticewala, Ethan B. Ludmir, Cullen M. Taniguchi*

The University of Texas MD Anderson Cancer Center, Houston, Texas

Many radiation regimens can be considered, and no standard treatment has demonstrated a clear improvement in clinical outcomes. We advise that the modality of choice be dependent on the availability of equipment, the dose and fractionation of treatment, as well as the dose received by normal tissue. Moreover, a candid discussion with the patient concerning treatment goals is equally as essential. Three notable strategies for LAPC are intensity-modulated radiation therapy, volumetric modulated arc therapy, and proton.

Pankreas Kanseri

Intensity-modulated radiation therapy

Table 1

Summary of the literature on the use of IMRT in LAPC.

Study ID	Study design	Number of patients	Overall survival	Progression free survival
Wang, 2015 ¹⁸	Retrospective	LAPC = 31 Metastatic = 32	Median OS LAPC = 15.7 months 1-year OS LAPC = 62.4% 2-year OS LAPC = 32.2%	N/A
Huguet, 2017 ⁵⁵	Retrospective	134	OS = 23 months after 20-month follow-up 1-year OS: 85% 2-year OS: 47%	N/A
Goto, 2018 ⁵⁶	Prospective	11	Median follow-up of 22.9 months OS = 100% at 23.6 months	1-year LRPFS = 90.9% DMFS = 70.7%
Goto, 2018 ⁵⁷	Retrospective	107	Overall OS = 17.5 months, 1-year OS = 74.3% 3DCRT: 1-year OS = 68.2% IMRT: 1-year OS = 92.3%	3DCRT: 1-year LRPFS = 63.2%, 1-year DMFS = 48.4% IMRT: 1-year LRPFS = 73.1%, 1-year DMFS = 49.3%
Nakamura, 2018 ¹⁹	Prospective	10	1-year OS: 100% 2-year OS: 50% Median OS: 25.9 months	2-year: 30% Median: 14.6 months
Oh, 2018 ⁵⁸	Prospective	47	OS = 14.2 months	LRPFS = 18.1 months DMFS = 10.3 months
Felice, 2019 ²⁰	Prospective	10	1-year OS = 83.3%	DMFS = 68.6%

3DCRT, 3D conformal radiation therapy; DMFS, distant metastasis free survival; IMRT, intensity-modulated radiation therapy; LAPC, locally advanced pancreatic cancer; LRPFS, locoregional progression free survival; OS, overall survival; PFS, progression free survival.

Pankreas Kanseri

Stereotactic body radiation therapy (SBRT)

Table 2

Summary of the literature on the use of SBRT in LAPC.

Study ID	Study design	Number of patients	Overall survival	Progression free survival
Koong, 2004 ²⁵	Prospective	15 15 Gy = 3 20 Gy = 5 25 Gy = 7	Median OS = 11 months	Median PFS = 2 months
Hoyer, 2005 ⁵⁹	Prospective	22	Median OS = 5.4 months 1-year OS = 5%	Median PFS = 4.8 months 1-year PFS = 9%
Mahdevan, 2011 ²⁷	Retrospective	47	Median OS = 20 months	Median PFS = 15 months
Shellenberg, 2011 ²⁶	Prospective	20	Median OS = 11.8 months 1-year OS = 50% 2-year OS = 20%	Median PFS = 9.2 months
Chuong, 2013 ⁶⁰	Retrospective	73	OS = 22.5 months	Median PFS = 14.9 months
Herman, 2014 ²⁹	Prospective	49	Median OS = 13.9 months 1-year OS = 59% 2-year OS = 18%	Median PFS = 7.8 months 1-year PFS = 32% 2-year PFS = 10%
Lin, 2015 ⁶¹	Retrospective	41 SBRT = 20 IMRT = 21	OS = 22.5 months SBRT = 20 months IMRT = 13.5 months	N/A
Pollom, 2014 ²⁸	Retrospective	167	Median OS = 13.6 months	N/A
Mellon, 2015 ⁶²	Retrospective	159	Median OS = 18.1 months	Median PFS = 12.7 months
Comito, 2016 ³⁰	Prospective	45	Median OS = 13 months 1-year OS = 59% 2-year OS = 18%	Median PFS = 8 months 1-year PFS = 39% 2-year PFS = 15%
Gurka, 2017 ⁶³	Retrospective	15 15 Gy = 31 25 Gy = 13 30 Gy = 24	Median OS = 14.3 months	Median PFS = 9.2 months

IMRT, intensity-modulated radiation therapy; OS, overall survival; PDAC, pancreatic ductal adenocarcinoma; PFS, progression free survival; SBRT, stereotactic body radiation therapy.

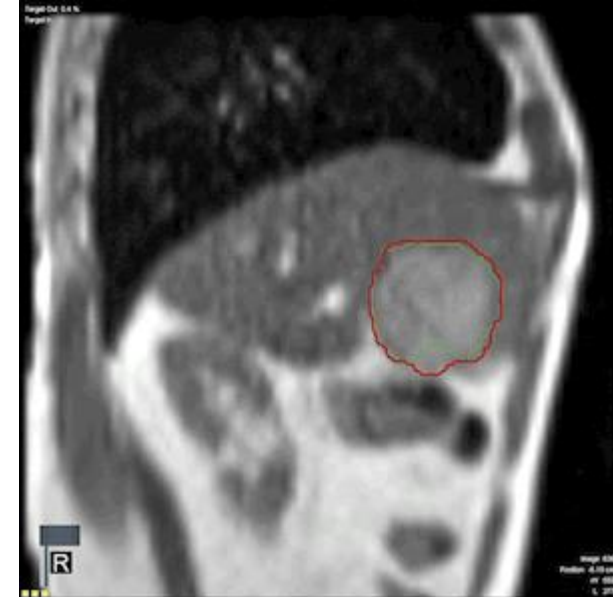
Pankreas Kanseri

Magnetic resonance linac-based treatment

- Pankreas organı, çevresindeki sayıca fazla ve yakın riskli organlardan ve solunum nedeniyle yüksek tümör hareketi nedeniyle RT uygulanması zor bir organdır. Bunların yanı sıra pankreas kanserinde yanıt elde edilebilmesi için yüksek dozlara çıkmak gerekir. Bu sebeplerden dolayı pankreas kanseri için MR linac uygun bir seçenek olabilir.
 - Rudra ve ark. 44 adet inop pankreas kanserli hastada yapmış oldukları çalışmada MR rehberliğindeki radyoterapide 2 yıllık sağ kalımın %49 olduğunu göstermişlerdir.
 - Bununla birlikte yüksek radyasyon dozuna rağmen (BED>70Gy) hiçbir grade 3 toksite gözlenmemiş.

Particle therapy: Proton and carbon ion therapy

- Proton radyoterapisi, foton radyoterapisine oranla demet giriş yolunda daha düşük doz bırakır ve çıkış dozu yoktur. Bu tip çevre sağlam dokuyu koruma sebeplerinden dolayı proton terapi ile tümördeki doz arttırımı daha mümkün olup bu da lokal kontrol olasılığını arttırmaktadır.



Pankreas Kanseri

Particle therapy: Proton and carbon ion therapy



Proton Therapy and Concomitant Capecitabine for Non-Metastatic Unresectable Pancreatic Adenocarcinoma

Suzanne Sachsman, MD¹; R. Charles Nichols, Jr, MD¹; Christopher G. Morris, MS¹; Robert Zaiden, MD¹; Elizabeth A. Johnson, MD²; Ziad Awad, MD³; Debashish Bose, MD⁴; Meng Wei Ho, MSc¹; Soon N. Huh, MD¹; Zuofeng Li, DSc¹; Patrick Kelly, MD⁴; Bradford S. Hoppe, MD¹

¹University of Florida Proton Therapy Institute, Jacksonville, FL, USA

²Mayo Clinic Jacksonville, Jacksonville, FL, USA

³University of Florida Department of Surgery, Jacksonville, FL, USA

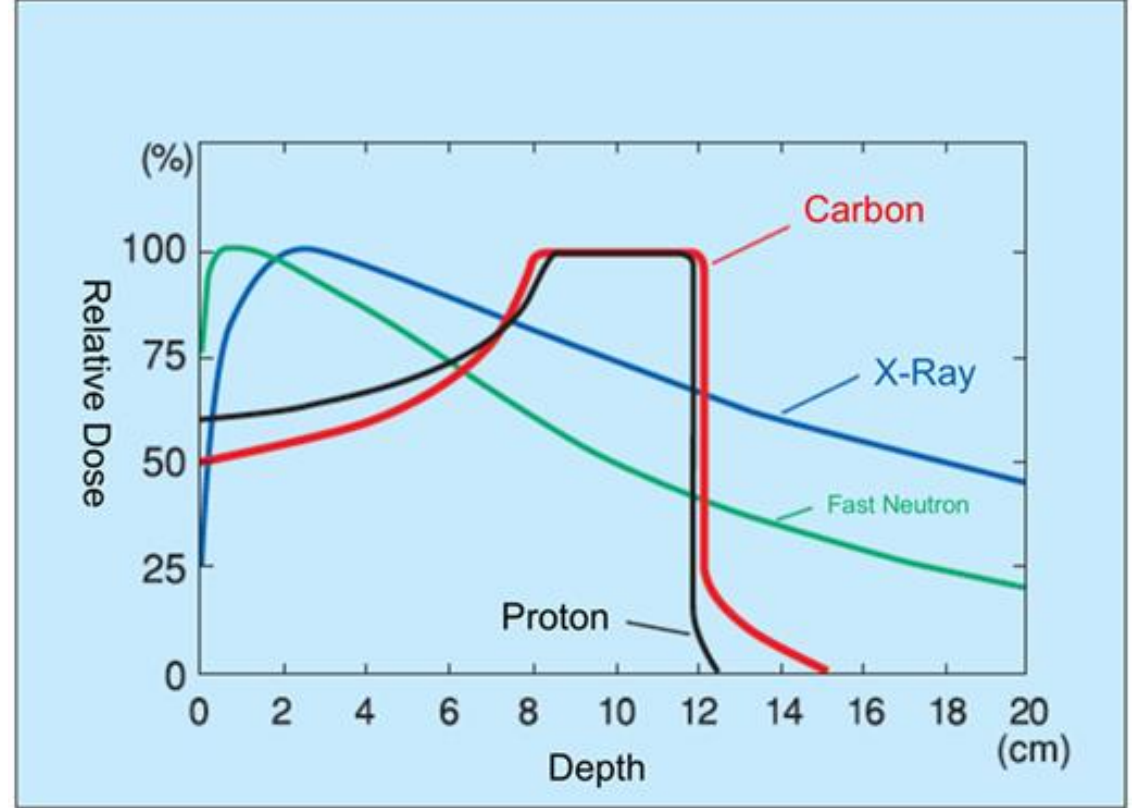
⁴UF Health Cancer Center, Orlando Health, Orlando, FL, USA

- Sachsman ve ark. 2014 yılında 11 hastada yapmış oldukları çalışmada eş zamanlı capecitabine ve proton terapi ile tedavi edilen hastaların tedaviyi iyi tolere ettiklerini göstermiştir (Grade2 ve üstü gastrointestinal toksite yok).
- Tedavi sonuçlarında aynı zamanda 18.4 ay medyan sağ kalım ve 2 yıllık %69 lokal progresyonsuzluk gösterilmiştir.

Pankreas Kanseri

Particle therapy: Proton and carbon ion therapy

- Karbon iyon tedavisi, ağır ve yüklü parçacıkları kullanan yeni bir radyoterapi tekniğidir.
- Karbon iyonlarının kullanımının protona göre bazı avantajları bulunmaktadır.
 - Daha yüksek BED'e sahiptirler
 - Daha düşük lateral saçılmaya sahiptirler
 - Hipoksik radyorezistans tümörlerde daha etkinler



Pankreas Kanseri

Particle therapy: Proton and carbon ion therapy

Policy Review

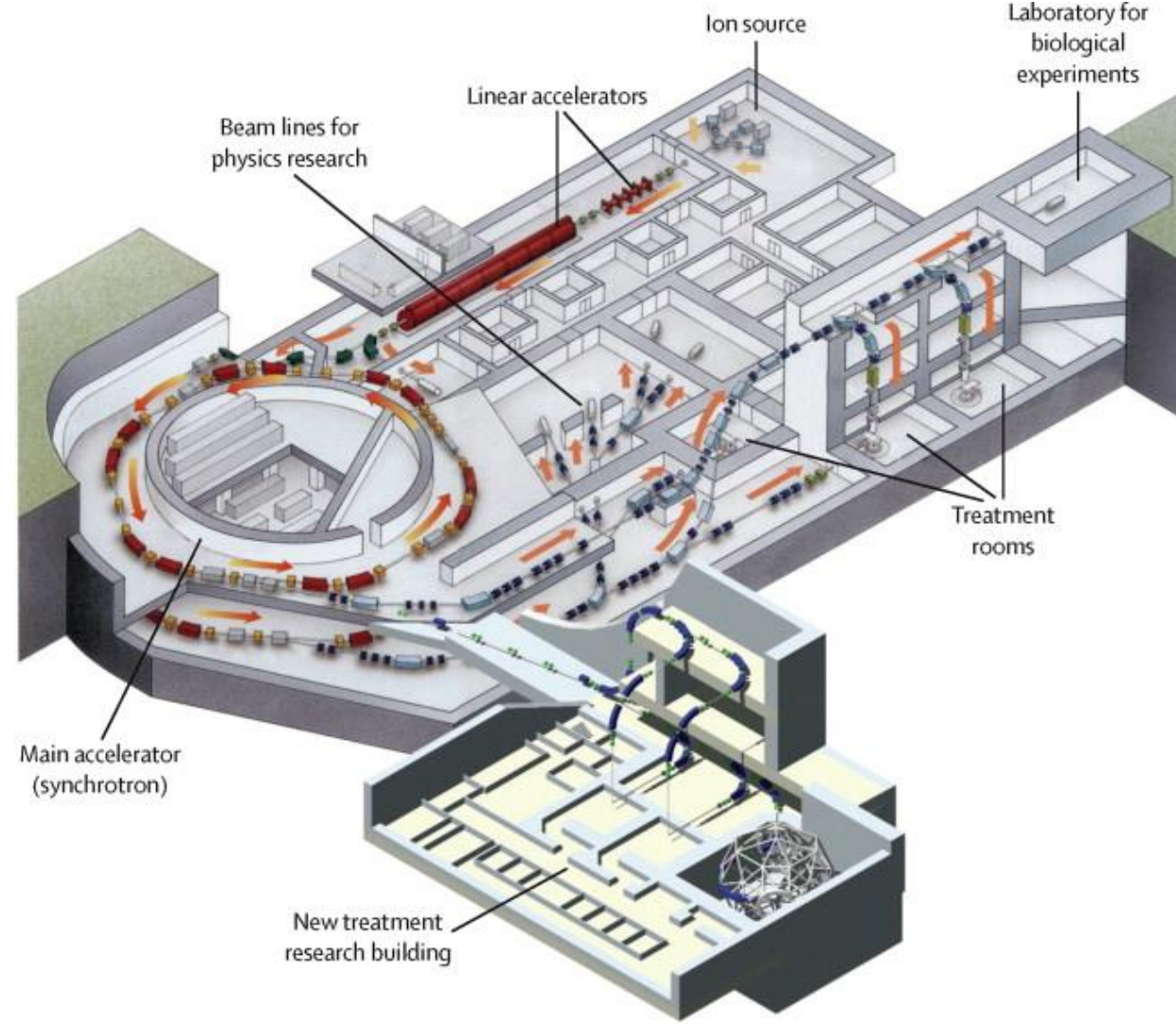
Carbon ion radiotherapy in Japan: an assessment of 20 years of clinical experience



Tadashi Kamada, Hirohiko Tsujii, Eleanor A Blakely, Jürgen Debus, Wilfried De Neve, Marco Durante, Oliver Jäkel, Ramona Mayer, Roberto Orecchia, Richard Pötter, Stanislav Vatnitsky, William T Chu

Lancet Oncol 2015; 16: e93-100

- Kamada ve ark. karbon iyon tedavisi görmüş 353 lokal ileri pankreas kanserli hasta üzerinde yaptıkları çalışmada 2 yıllık lokal kontrol %58, sağ kalım ise %54 olarak gösterilmiştir.



Pankreas Kanseri



C U R R E N T

ORIGINAL ARTICLE

ONCOLOGY

Dosimetric and clinical toxicity comparison of critical organ preservation with three-dimensional conformal radiotherapy, intensity-modulated radiotherapy, and RapidArc for the treatment of locally advanced cancer of the pancreatic head

L. Jin MSc,^{*†} R. Wang MD,^{*} S. Jiang MSc,^{*} J. Yue PhD,^{*} T. Liu MSc,^{*} X. Dou MSc,^{*} K. Zhu MSc,^{*}
R. Feng MSc,^{*} X. Xu MSc,^{*} D. Chen MSc,^{*†} and Y. Yin PhD^{*}

- 20 lokal ileri pankreas başı kanserli hasta
- 3DCRT
- IMRT
- VMAT
- Medyan doz 50,4 Gy (45Gy-54Gy)

Pankreas Kanseri

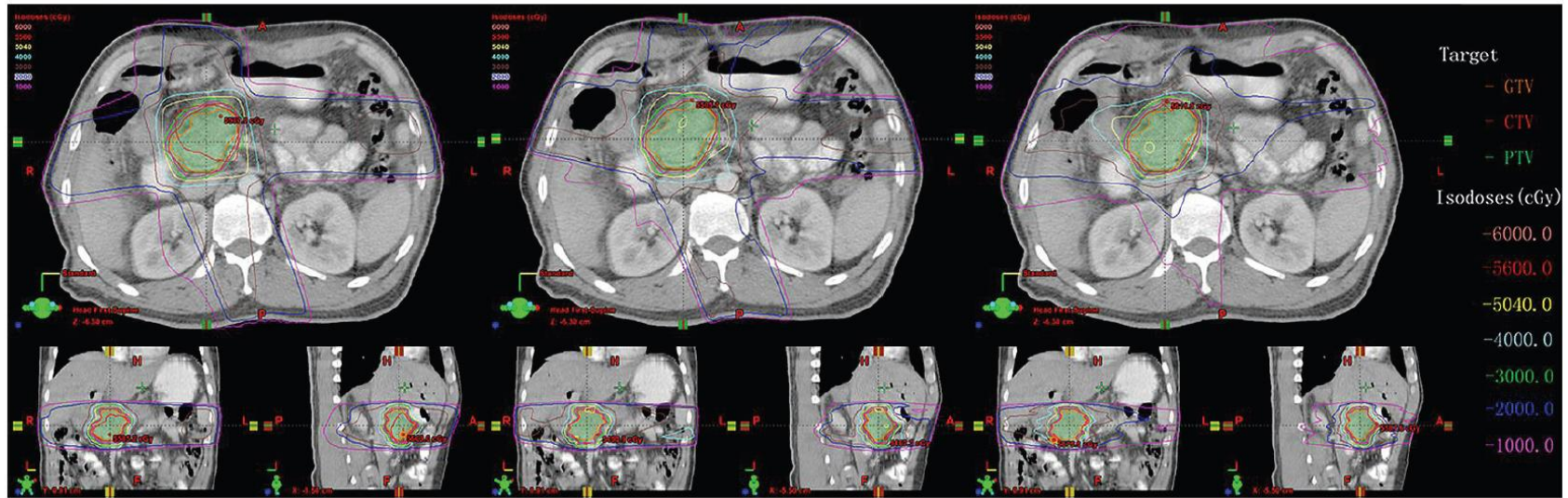


FIGURE 1 Isodose curves on axial, coronal, and sagittal views for one representative case of pancreatic cancer. Left panel: 3-Dimensional conformal radiotherapy (3D-CRT). Middle panel: Intensity-modulated radiotherapy (IMRT). Right panel: RapidArc (Varian Medical Systems, Palo Alto, CA, U.S.A.). Compared with 3D-CRT and IMRT, RapidArc achieved better conformality. GTV = gross target volume; CTV = clinical target volume; PTV = planning target volume.

3D CRT

- 4 co-planar alan
- 6 MV foton enerjisi

IMRT

- 5 alan (Step and Shot)
- 6 MV foton enerjisi

VMAT

- 2 co-planar tam arc
- 6 MV foton enerjisi

Pankreas Kanseri

TABLE II Summary of the dosimetric results for the planning target volumes

Parameter	(A) 3D-CRT	(B) IMRT	(C) RapidArc ^a	<i>p</i> Value ^b		
				A vs. B	A vs. C	B vs. C
V _{95%} (%)	99.70±0.41	99.96±0.04	99.97±0.04	0.046	0.046	0.707
V _{110%} (%)	8.56±5.24	0.46±0.29	0.23±0.18	0.001	0.001	0.382
D _{max} (Gy)	56.43±0.45	56.08±0.48	56.37±0.85	0.210	0.816	0.371
D _{mean} (Gy)	53.61±0.29	52.99±0.24	53.05±0.01	0.001	0.000	0.409
Conformity index	0.72±0.06	0.84±0.03	0.88±0.05	0.000	0.001	0.036
Homogeneity index	1.09±0.01	1.07±0.01	1.06±0.01	0.001	0.000	0.120
Monitor units	290.4±18.93	630.02±62.14	565.07±76.12	0.000	0.000	0.028
Delivery time (min)	0.97±0.06	2.10±0.21	1.05±0.10	0.000	0.095	0.000

^a Varian Medical Systems, Palo Alto, CA, U.S.A.

^b By paired t-test analysis.

3D-CRT = 3-dimensional conformal radiotherapy; IMRT = intensity-modulated radiotherapy; V_{x%} = volume receiving x% or more of the prescribed dose; D_{max} = maximum dose to the organ; D_{mean} = mean dose to the organ.

Pankreas Kanseri

TABLE III Summary of the dosimetric results for the organs at risk

Organ	Parameter	(A) 3D-CRT	(B) IMRT	(C) RapidArc ^a	<i>p</i> Value ^b		
					A vs. B	A vs. C	B vs. C
Duodenum	V ₁₀	69.13±23.50	61.88±23.23	58.64±23.30	0.012	0.003	0.281
	V ₂₀	56.03±17.21	43.12±13.68	33.99±17.00	0.001	0.002	0.050
	V ₃₅	26.32±18.03	19.11±9.81	14.83±12.20	0.074	0.007	0.051
	V ₄₅	15.19±15.93	8.94±6.88	7.39±9.91	0.078	0.016	0.321
	V ₅₀	9.56±13.13	3.96±4.48	2.04±2.54	0.100	0.069	0.155
	D _{mean}	23.40±7.24	19.48±5.98	17.08±6.47	0.006	0.000	0.034
Small bowel	V ₃₀	5.17±4.40	5.52±2.30	3.74±2.43	0.794	0.185	0.004
	V ₄₅	0.20±0.22	0.16±0.23	0.75±1.38	0.377	0.203	0.158
	D _{mean}	9.76±3.97	8.76±2.79	7.28±2.59	0.097	0.007	0.012
Left kidney	V ₁₅	7.11±10.99	6.33±8.04	5.10±10.39	0.721	0.430	0.679
	V ₂₀	5.74±9.95	3.76±5.04	2.29±6.39	0.482	0.158	0.553
	D _{mean}	4.88±4.01	4.15±2.86	5.01±2.56	0.350	0.891	0.348
Right kidney	V ₁₅	9.38±9.97	6.98±7.90	4.55±4.43	0.260	0.043	0.169
	V ₂₀	6.88±8.28	4.03±4.45	1.67±2.57	0.192	0.047	0.035
	D _{mean}	6.72±3.10	6.37±2.52	5.25±2.21	0.426	0.042	0.039
Stomach	V ₃₀	10.32±16.26	7.33±12.62	6.89±10.23	0.040	0.153	0.742
	V ₄₅	3.32±5.96	0.86±1.43	2.36±3.48	0.124	0.357	0.083
	D _{mean}	8.22±8.96	6.84±7.21	6.81±7.31	0.043	0.097	0.953
Liver	V ₃₀	2.58±5.71	1.84±4.03	1.56±3.34	0.222	0.222	0.419
	D _{mean}	4.05±4.06	3.78±4.02	3.45±3.59	0.005	0.004	0.047
Spinal cord	D _{max}	35.75±2.39	31.44±6.45	27.86±7.97	0.072	0.010	0.202

^a Varian Medical Systems, Palo Alto, CA, U.S.A.

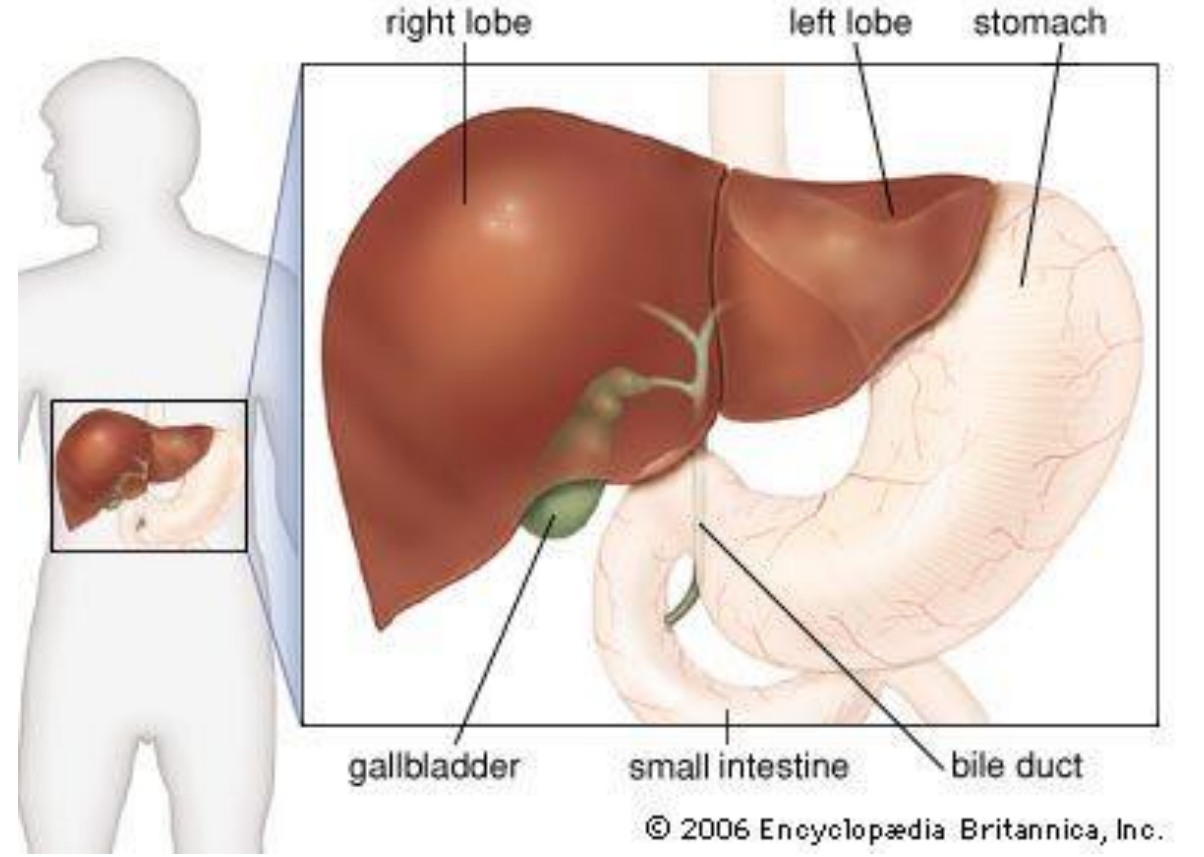
^b By paired t-test analysis.

V_x = volume of the organ at risk receiving a dose greater than x Gy; D_{mean} = mean dose to the organ; D_{max} = maximum dose to the organ.

- Duodenumda mean doz açısından VMAT ile yapılan planların dozu daha düşük. V10 ve V20 doz değerleri de benzer şekilde VMAT lehine daha düşük bulunmuş.
- İnce barsakta mean doz ve V30 ciddi şekilde VMAT lehine düşük bulunmuş.

Karaciğer Kanseri

- Karaciğer, hepatosit olarak adlandırılan hücrelerden oluştuğu gibi karaciğerin içerisindeki safra kanalları ve kan damarlarında bulunan hücrelerden de oluşur.
- Birincil karaciğer kanseri dünyada oldukça yaygın bir kanser türüdür.
- Patolojik olarak Hepato Cellular Carcinoma (HCC) en sık görülen tiptir.
- Karaciğer vücudumuzdaki en büyük katı organımızdır.
- Sağ ve sol lob olmak üzere iki kısımdan meydana gelmektedir.



Karaciğer Kanseri



- Radyoterapideki gelişmeler, minimum toksite ile tümöre öldürücü dozların verilmesini sağlamıştır.
- Ortotopik karaciğer transplantasyonu, cerrahi rezeksiyon veya radyofrekans ablasyon için aday olmayan hastalarda, bir ya da birkaç 3-6 cm'lik lezyonu olan hastalarda ya da 6-10 cm'lik tümörü olup yeterli hacimde normal hepatik parankime sahip hastalarda RT önerilmektedir (Keane ve Hong, 2017).

Karaciğer Kanseri

REPORTS OF PRACTICAL ONCOLOGY AND RADIOTHERAPY 22 (2017) 103–110

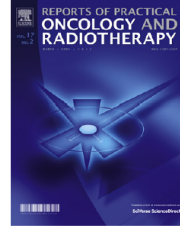


ELSEVIER

Available online at www.sciencedirect.com

ScienceDirect

journal homepage: <http://www.elsevier.com/locate/rpor>



Original research article

SBRT planning for liver metastases: A focus on immobilization, motion management and planning imaging techniques

Olivier Riou^{a,*}, Carmen Llacer Moscardo^a, Pascal Fenoglietto^a, Emmanuel Deshayes^a, Raphaël Tetreau^a, Jessica Molinier^a, Alexis Lenglet^a, Eric Assenat^{a,b}, Marc Ychou^{a,b}, Boris Guiu^b, Norbert Aillères^a, Ludovic Bedos^a, David Azria^a

^a Institut Régional du Cancer de Montpellier, ICM-Val d'Aurelle, Rue de la Croix Verte, Montpellier, France

^b CHU Saint Eloi, 80 Avenue Augustin Fliche, 34090 Montpellier, France



- SBRT tedavilerde riskli organ komşuluğundaki hedefe yüksek BED eşdeğerliğinde dozlar verildiği için uygun ve tekrarlanabilir sabitleme sistemlerinin kullanılması tedavinin güvenli bir şekilde verilmesi ve PTV marjlarının azaltılabilmesi için gereklidir.

Karaciğer SBRT'leri sabitlemesinde genel olarak 3 fikir bulunmakta;

- Genel sabitleme (konvansiyonel RT'de kullanılan)
- Kişisel non-invaziv sabitleme (posteriyordan sabitleyen vakum yatağı)
- SBRT özelinde kullanılan tüm vücut vakum yatakları (Elekta BodyFix)

Bunlardan birincisi diğerleri içerisinde en az doğru ve tekrarlanabilir olanıyken, en sonuncu sistem ise kullanımı en zor ve özellikle uzun tedavilerde hastanın tedavi toleransını azaltan sistemdir.

Karaciğer Kanseri

REPORTS OF PRACTICAL ONCOLOGY AND RADIOTHERAPY 22 (2017) 103–110

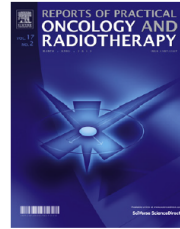


ELSEVIER

Available online at www.sciencedirect.com

ScienceDirect

journal homepage: <http://www.elsevier.com/locate/rpor>



Original research article

SBRT planning for liver metastases: A focus on immobilization, motion management and planning imaging techniques

Olivier Riou^{a,*}, Carmen Llacer Moscardo^a, Pascal Fenoglio^a, Emmanuel Deshayes^a, Raphaël Tetreau^a, Jessica Molinier^a, Alexis Lenglet^a, Eric Assenat^{a,b}, Marc Ychou^{a,b}, Boris Guiu^b, Norbert Aillères^a, Ludovic Bedos^a, David Azria^a

^a Institut Régional du Cancer de Montpellier, ICM-Val d'Aurelle, Rue de la Croix Verte, Montpellier, France

^b CHU Saint Eloi, 80 Avenue Augustin Fliche, 34090 Montpellier, France



Abdominal SBRT'de hareket yönetimi oldukça zordur. Bununla alakalı genel olarak **5 farklı strateji** bulunmaktadır

Bunlardan birincisi serbest nefes. Solunum hareketi hakkında bilgi sahibi olmadan tümör hareketi neticesinde hedefe uygun marjlar verilir.

- Bu stratejide, marjlar hareketi gerçekten bilmeden büyük ölçüde kapsayacak şekilde uyarlandığından, büyük ışınlama hacimleri oluşur.

İkinci strateji, tüm solunum fazlarındaki tümör hacmi ve ek setup marjları olan ITV üzerinde tedavi etmektir.

- Bu strateji, tümör hareketinin ve zaman içinde tekrarlanabilirliğinin değerlendirilmesini gerektirir (4DCT, 4DPET/CT, inhale-exhale fazlarının elde edilmesi)

Karaciğer Kanseri

REPORTS OF PRACTICAL ONCOLOGY AND RADIOTHERAPY 22 (2017) 103–110

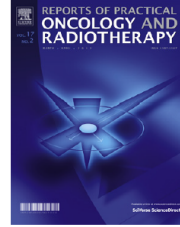


ELSEVIER

Available online at www.sciencedirect.com

ScienceDirect

journal homepage: <http://www.elsevier.com/locate/rpor>



Original research article

SBRT planning for liver metastases: A focus on immobilization, motion management and planning imaging techniques

Olivier Riou^{a,*}, Carmen Llacer Moscardo^a, Pascal Fenoglietto^a, Emmanuel Deshayes^a, Raphaël Tetreau^a, Jessica Molinier^a, Alexis Lenglet^a, Eric Assenat^{a,b}, Marc Ychou^{a,b}, Boris Guiu^b, Norbert Aillères^a, Ludovic Bedos^a, David Azria^a

^a Institut Régional du Cancer de Montpellier, ICM-Val d'Aurelle, Rue de la Croix Verte, Montpellier, France

^b CHU Saint Eloi, 80 Avenue Augustin Fliche, 34090 Montpellier, France



Üçüncü strateji, abdominal kompresyon ile ITV'de bir azalma sağlamaktır.

- Karaciğer SBRT'de abdominal kompresyon sıklıkla kullanılmaktadır.

Dördüncü strateji, ITV temelli tedavide olduğu gibi tüm solunum fazlarını tanımlamak, ancak tedavi için en fazla tekrarlanabilir veya en az hareket olan fazları seçmektir.

- Bu strateji, planlama ve tedavideki tüm fazları tanımlama ve tedavide belirlenmiş fazların dışında ışınlamanın durdurulmasını gerektirmektedir.

Son strateji, zaman ağırlıklı ortalama bir pozisyon belirlemek, marjlar uygulamak ve tüm ITV'den ziyade bu hacim üzerinde işlem yapmaktır.

- Bu strateji ile risk, solunum fazının küçük bir kısmında hedefin kaçırılmasıdır.

Karaciğer Kanseri

REPORTS OF PRACTICAL ONCOLOGY AND RADIOTHERAPY 22 (2017) 103–110

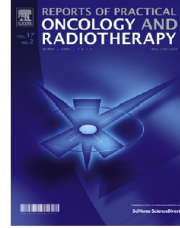


ELSEVIER

Available online at www.sciencedirect.com

ScienceDirect

journal homepage: <http://www.elsevier.com/locate/rpor>



Original research article

SBRT planning for liver metastases: A focus on immobilization, motion management and planning imaging techniques

Olivier Riou^{a,*}, Carmen Llacer Moscardo^a, Pascal Fenoglio^a, Emmanuel Deshayes^a, Raphaël Tetreau^a, Jessica Molinier^a, Alexis Lenglet^a, Eric Assenat^{a,b}, Marc Ychou^{a,b}, Boris Guiu^b, Norbert Aillères^a, Ludovic Bedos^a, David Azria^a

^a Institut Régional du Cancer de Montpellier, ICM-Val d'Aurelle, Rue de la Croix Verte, Montpellier, France

^b CHU Saint Eloi, 80 Avenue Augustin Fliche, 34090 Montpellier, France



Fiducials implants

- Fiducial markerların kullanımı, karaciğer metastazlarının kontrast enjeksiyonu olmadan görüntülemeleri oldukça zor olduğundan, planlama ve/veya tedavi sırasında solunum hareketini değerlendirmede güvenilir bir yoldur.
- Varsa, önceki ameliyatın cerrahi klipsleri, safra kanalı protezi veya kemoterapi kateterleri fiducial markerlar ile aynı rolü oynayabilir.
- Cyberknife ile yapılan karaciğer SBRT'lerde 3-5 altın fiducial marker kullanılması neredeyse zorunlu bir durum olmuştur.

Karaciğer Kanseri

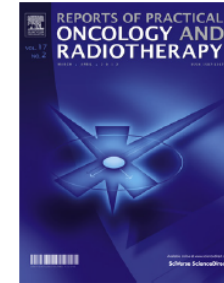
REPORTS OF PRACTICAL ONCOLOGY AND RADIOTHERAPY 22 (2017) 96–102



Available online at www.sciencedirect.com

ScienceDirect

journal homepage: <http://www.elsevier.com/locate/rpor>



Original research article

Dose to organ at risk and dose prescription in liver SBRT



Rives Michel^{a,*}, Izar Françoise^a, Parent Laure^a, Modesto Anouchka^a,
Portier Guillaume^b, Kirzin Sylvain^b

^a Institut Claudius Regaud, 1 avenue Irène Joliot-Curie, 31059 Toulouse Cedex, France

^b Department of Digestive Surgery, Purpan University Hospital, Toulouse, France

Table 1 – Prescription, local control and toxicity from selected series.

	Sample	Dose	Prescription	Local control	Toxicity > = grade 3
Blomgren et al. (1995)	14 pts with mets	7 Gy–45 Gy	ICRU point	50% response rate	1 hemorrhagic gastritis
Herfarth et al. (2004)	37 pts with mets	1x(14–26 Gy)	Isocenter 80%isodose surrounding PTV	71% 1 year 68% 2 years	None
Schefter et al. (2005) Rusthoven et al. (2005)	63 mets	3 × 12 Gy To 3 × 20 Gy	Isodose surrounding PTV (80%–90%)	92% at 2 years 100% for tumors < 3 cm	DLT not reached
Wulf et al. (2006)	39 pts with mets 5 with HCC	3 × 10 Gy 3 × 12.5 Gy 1 × 26 Gy	65% isodose	100% HCC last follow up 66% 2 years mets	None
Mendez-Romero et al. (2006)	34 pts with mets 11 with HCC	3 × 12.5 Gy At risk patients 5 × 5 Gy	65% isodose line	84% 2 years	1 classic RILD (liver failure and fatal infection, pt Child B initial) 1 portal hypertension with melena 2 elevation GGT Grade3 One lethal hepatic failure 1 colic perforation (surgery) 2
Hoyer et al. (2006)	44 pts with mets	3 × 15 Gy	Isocenter	79% 24 mths	
McCammon et al. (2009)	81 pts Mets and primaries	3 × 10 Gy to 3 × 20 Gy	Isodose surrounding PTV (80%–90%)	100% (54–60 Gy) 89% (31.1–53.9 Gy)	None
Lee et al. (2009)	68 pts with mets	Median 41.8 Gy 6 fns 2 wks	Envelop isodose Max in PTV 140%	71% 1 year	Grade 5 SBO + grade 4 bleed (progression) SBO abdominal hernia Grade 3 gastritis/oesophagitis 2 1 grade 3 soft tissue toxicity
Rusthoven et al. (2009)	47 pts with 63 mets	3 × 12–20 Gy	80 or 90% isodose	92% 2 years	
Goodman et al. (2010)	26 pts 40 lesions 19 mets 5 IHC and CHC	18 Gy to 30 Gy single dose Cyber Knife	Isodose surrounding PTV	77% 1 year	No limiting toxicity
Sintzing et al. (2010)	14 pts 19mets (CCR)	24 Gy single dose Cyberknife	Isodose surrounding PTV	87% 1 year	No toxicity
Tse et al. (2008)	47HCC IHC	6 × 9–0 Gy	Unspecified	65% 1 year	10 Grade 3 liver enzymes 1 bleeding from tumor duodenal connection (lethal) 1 SBO (lethal) CTP progression A-B 7/41 20% progression CTP class None nonhematologic tox. > = 3 Within 3 months 1 grade 3 chest wall pain
Andolino et al. (2011)	60 HCC	3 × 14 (CTP)A 5 × 8 (CTP B)	80% isodose	90% 2 years	
Scorsetti et al. (2012)	61 pts with mets 71 lesions	3 × 25 Gy	Mean dose (VMAT)	94% 12 mths	
Bujold et al. (2013)	10 HCC	6 × 4 Gy To 6 × 9 Gy		87% 1 year	
Huerta et al. (2015)	77 pts 97 HCC	3 × 15 Gy Cyberknife		99% 1 year	
Meyer et al. (2015)	14 pts 17 mets	35–40 Gy single dose		Local control 2.5 years 100%	No limiting toxicity
Andratschke et al. (2015)	74 pts 91 mets	5–12.5 Gy 3–5 fns	60–95% surrounding isodose	Local control 74.7% 1 year	

Karaciğer Kanseri

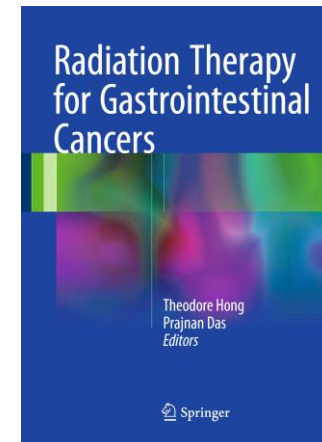
- Birincil veya sekonder karaciğer tümörleri, tedaviden sonraki ilk yılın sonunda %75'in üzerinde lokal kontrol ile ablatif tedavi olarak SBRT ile tedavi edilebilmektedirler.
- Radyoterapi tedavisinin olumlu sonuçlanması için gereken doz tek fraksiyonda 24-30 Gy, 3 fraksiyonda 45-60 Gy, 5 fraksiyonda 40-50 Gy, 6 fraksiyonda 48-60 Gy olabilir.
- Karaciğer SBRT'sindeki fraksiyonlar 1-6 arasında değişmekle birlikte genellikle 3-5 arasında fraksiyon kullanılmaktadır.

Mets: metastasis
Pts: patients
HCC: hepatocellular carcinoma
IHC: intra hepatic cholangiocarcinoma
CTP class: Child Turcotte Pugh class
SBO: small bowel obstruction
Fx: fractions

VMAT: volumetric modulated arc therapy
Fns: fractions



Original research article

Dose to organ at risk and dose prescription in liver SBRTRives Michel^{a,*}, Izar Françoise^a, Parent Laure^a, Modesto Anouchka^a, Portier Guillaume^b, Kirzin Sylvain^b^a Institut Claudius Regaud, 1 avenue Irène Joliot-Curie, 31059 Toulouse Cedex, France^b Department of Digestive Surgery, Purpan University Hospital, Toulouse, France**Table 2 – Dose-volume constraints for organs at risk with Biologic Equivalent Dose (BED) from selected studies.**

Organs at risk	Study	Dose – volume constraint (VGy)	Biologic Equivalent Dose
Liver (alpha/beta 3)	Herfarth (2001)	V12 < 30%	V60 < 30%
	Wulf (2006)	V7 < 30%	V29.3 < 50%
	Mendez Romero (2006)	D30 < 7 Gy/D50 < 5 Gy V21 < 33% V15 < 50%	3 fx V12.4 < 30%/V7.8 < 50%
Duodenum (alpha/beta 8)	Wulf (2006)	D100 < 7 Gy	1 fx 13.1 Gy max/3 fx 9 Gy max
	Mendez Romero (2006)	D5 cc < 21 Gy V30 < 0.5 cc	3 fx V39 < 5 cc/5 fx V32 < 5 cc
	Tse (2008)		V 48.8 < 0.5 cc
Bowel (alpha/beta 8)	Herfarth	12 Gy max	30 Gy max
	Wulf	D100 < 7 Gy	1 fx 13.1 Gy max/3 fx 9 Gy max
	Mendez Romero	D5 cc < 21 Gy	max
	Tse	V30 < 0.5 cc	3 fx V39.4 < 5 cc/5 fx V32 < 5 cc V 48.8 < 0.5 cc
Stomach (alpha/beta 5)	Herfarth	12 Gy max	40.8 Gy max
	Wulf	D100 < 7 Gy	
	Mendez Romero	D5 cc < 21 Gy	1 fx1 6.8 Gy max/3 fx10.3 Gy max
	Tse (2008)	V30 < 0.5 cc	3 fx V50.5 < 5 cc/5 fx V38.6 < 5 cc
Spinal cord (alpha/beta 3)	Schefter (2005)	18 Gy max	54 Gy max
	Hoyer (2006)	18 Gy max	54 Gy max
	Mendez Romero (2006)	15 Gy max V27 < 0.5 cc	3 fx 40 Gy max 5 fx30 Gy max
	Tse (2008)		V67.5 < 0.5 cc

Organs at risk: Constraints include the following items:

- Liver: As noted above, the PTV prescription dose is determined based on the mean liver dose.
 - As a guideline, the liver volume (liver – GTVs) should consist of a volume > 700 cc, with V10Gy < 70 %.
- Spinal cord + 5-mm expansion: $D_{0.5\text{ cc}} \leq 25\text{ Gy}$
- Esophagus: $D_{0.5\text{ cc}} \leq 32\text{ Gy}$
- Stomach, duodenum, small bowel: $D_{0.5\text{ cc}} \leq 30\text{ Gy}$
- Large bowel: $D_{0.5\text{ cc}} \leq 32\text{ Gy}$
- Kidney (bilateral mean dose) < 10 Gy
- It is recommended to avoid hot spots in the common bile duct, keeping $D_{0.5\text{ cc}} \leq 50\text{ Gy}$.

Karaciğer Kanseri



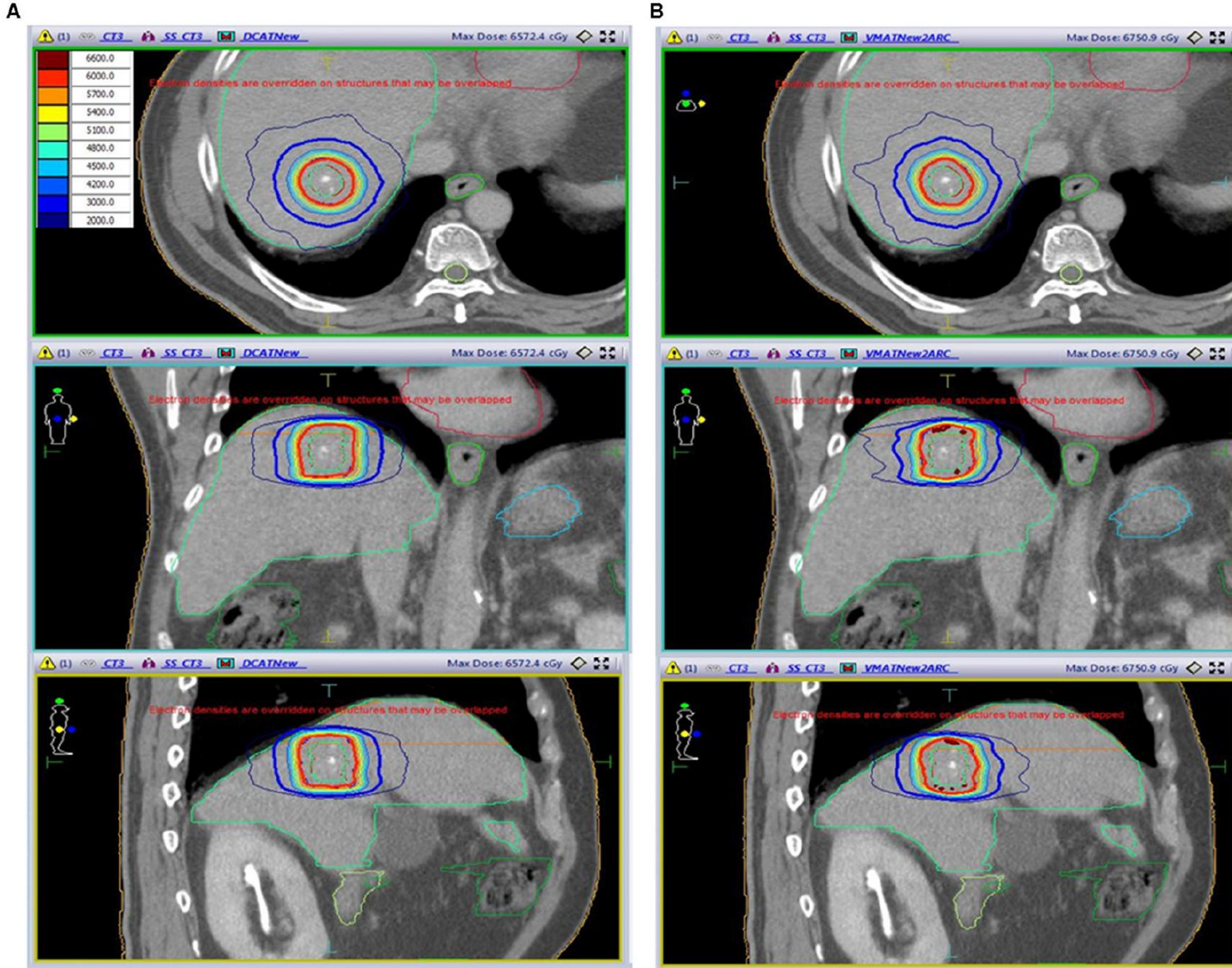
Which Is Better for Liver SBRT: Dosimetric Comparison Between DCAT and VMAT for Liver Tumors

*Young Min Moon, Wan Jeon, Tosol Yu, Sang Il Bae, Jin Young Kim, Jin-Kyu Kang and
Chul Won Choi**

Department of Radiation Oncology, Dongnam Institute of Radiological and Medical Science, Busan, South Korea

- 25 Hasta (Primer ya da metastatik Karaciğer CA), 31 lezyon (2 hastada 3 lezyon, 2 hastada 2 lezyon)
- Elekta Infinity lineer hızlandırıcı ve Monaco (ver. 5.1) TPS kullanılmış
- Dynamic Conformal Arc Therapy (DCAT) ve Volumetric-Modulated Arc Therapy (VMAT) karşılaştırılmış

Karaciğer Kanseri



DCAT

- 1 tam arc (sabit olmayan doz hızı ve segment shape optimization)
- 6 MV foton enerjisi
- 600 MU/dak

VMAT

- 2 co-planar tam arc
- 6 MV foton enerjisi
- 600 MU/dak

FIGURE 2 | The dose distribution for the same patient was shown in axial, coronal and sagittal planes according to the plan type. (A) DCAT. (B) VMAT.

Karaciğer Kanseri

TABLE 2 | PTV coverage.

	DCAT	VAMT	Avg. difference (DCAT – VMAT)	p-value
D _{max} (cGy)	6199.1 ± 419.1	6177.7 ± 428.4	21.4 ± 95.9	0.231
D _{mean} (cGy)	5942.7 ± 409.3	5890.6 ± 438.8	52.2 ± 194.3	0.015
D95% (cGy)	5678.4 ± 425.2	5680.9 ± 421.3	-2.5 ± 12.6	0.050
D98% (cGy)	5580.0 ± 465.2	5596.0 ± 478.7	-16.1 ± 44.9	0.005
D2% (cGy)	5981.1 ± 1100.8	6126.0 ± 434.2	-145.0 ± 960.2	0.289
D50% (cGy)	5968.8 ± 413.1	5954.3 ± 405.2	14.5 ± 73.6	0.042
V95% (mL)	23.5 ± 18.6	23.5 ± 18.6	-0.1 ± 0.7	0.022
HI	1.08 ± 0.04	1.07 ± 0.04	0.01 ± 0.02	0.062
CI	1.05 ± 0.05	1.03 ± 0.04	0.02 ± 0.03	0.003

Avg., average; CI, conformality index; HI, heterogeneity index; PTV, planning target volume.

TABLE 5 | Calculation time, Delivery time, and MU.

	DCAT	VMAT	Avg. difference (DCAT – VMAT)
Calculation time (min)	14.4 ± 7.5	29.0 ± 14.2	-14.6 ± 15.2
Delivery time (min)	3.6 ± 0.5	4.5 ± 0.7	-0.9 ± 0.6
MU	2440.5 ± 340.4	2741.4 ± 417.5	-300.9 ± 340.4

Delivery time and MU for 1 fraction of stereotactic body radiotherapy.
Avg., average; MU, monitor unit.

Karaciğer Kanseri

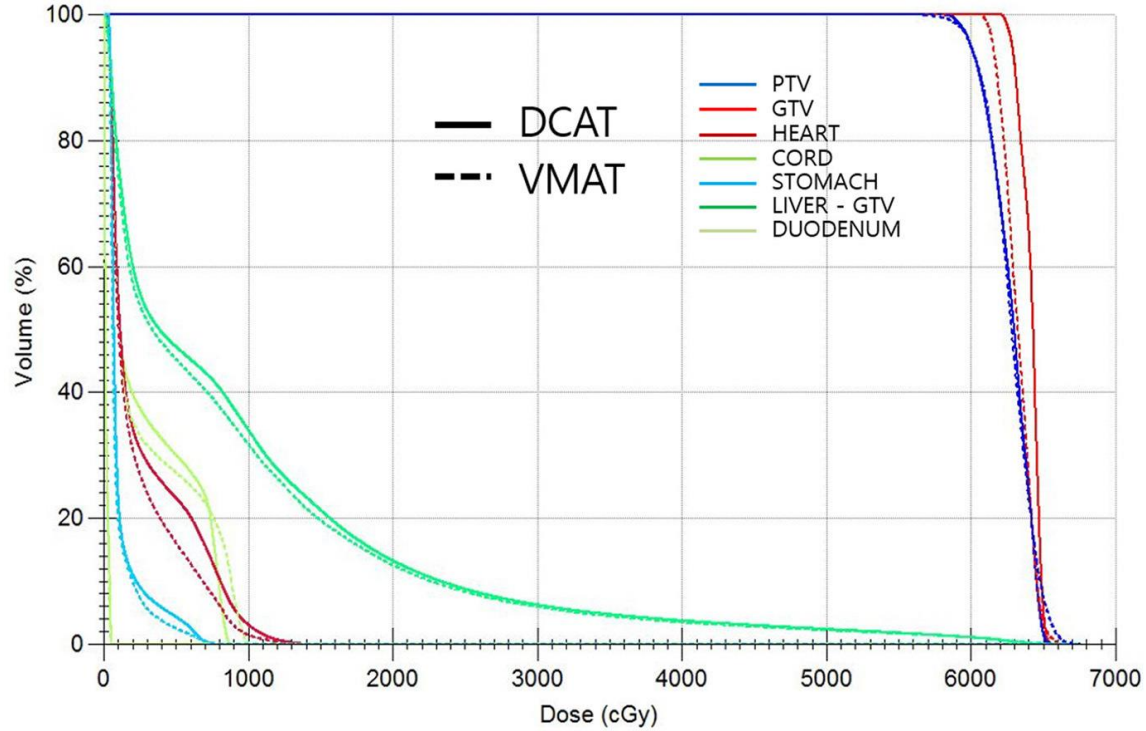


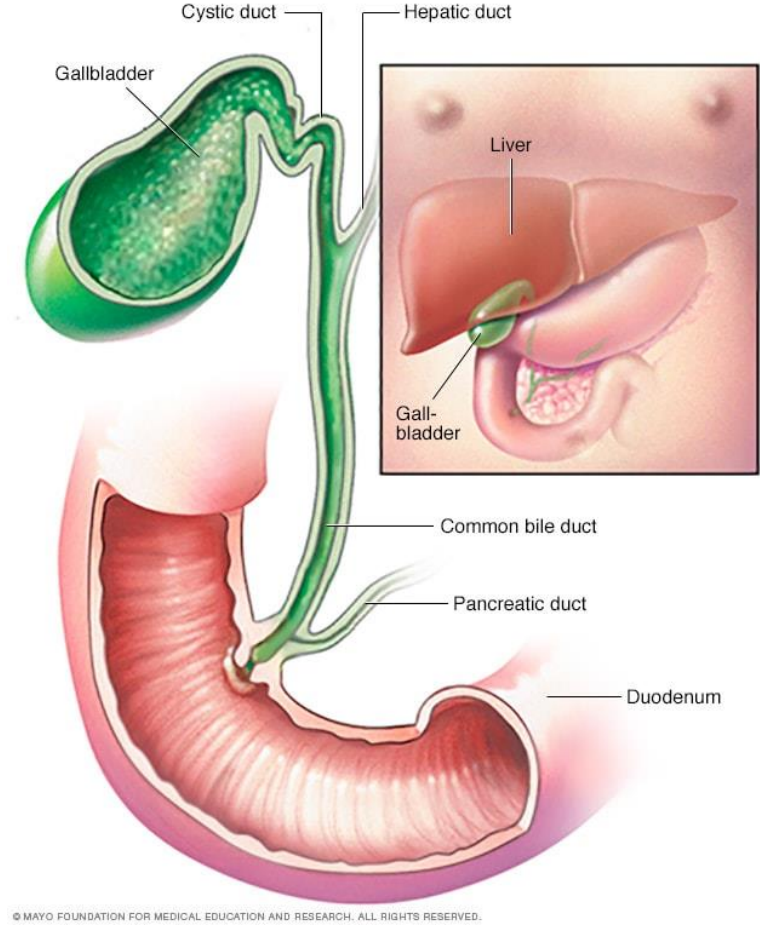
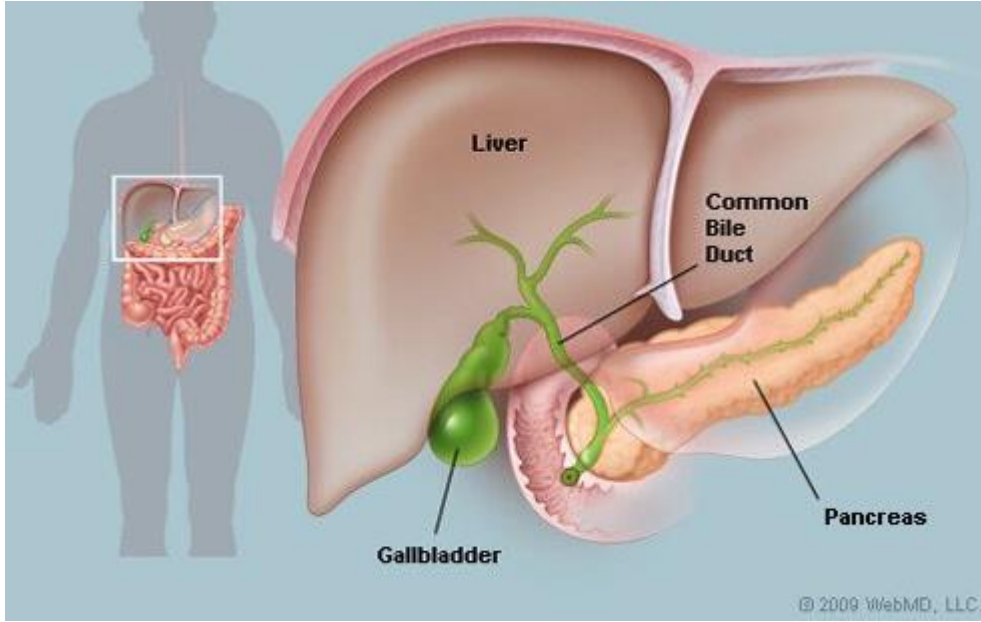
TABLE 3 | Statistically significant differences in OARs.

	DCAT	VMAT	Avg. difference (DCAT - VMAT)
V30 (mL)	65.9 ± 34.4	62.1 ± 29.8	3.8 ± 9.2
V20 (mL)	133.7 ± 65.4	125.6 ± 65.4	8.1 ± 17.2
V10 (mL)	346.2 ± 196.7	318.9 ± 165.3	27.3 ± 48.4
Duodenum D_{max} (cGy)	627.6 ± 1065.3	615.82 ± 1046.7	11.8 ± 119.1
Duodenum D_{1mL} (cGy)	478.9 ± 757.1	461.7 ± 724.1	17.2 ± 123.6
Duodenum D_{2mL} (cGy)	395.3 ± 620.4	378.5 ± 581.6	16.8 ± 136.1
Duodenum D_{mean} (cGy)	85.6 ± 118.8	88.2 ± 130.3	-2.6 ± 56.7
Stomach D_{max} (cGy)	1057.2 ± 1042.6	968.0 ± 1046.4	89.1 ± 191.3
Stomach D_{1mL} (cGy)	913.3 ± 829.5	826.6 ± 796.0	86.7 ± 178.4
Stomach D_{2mL} (cGy)	855.9 ± 755.8	775.0 ± 708.4	80.9 ± 176.9
Heart D_{max} (cGy)	1439.7 ± 1589.5	1361.8 ± 1553.6	77.9 ± 185.2
Heart D_{1mL} (cGy)	1250.4 ± 1354.3	1175.3 ± 1326.4	75.1 ± 176.8
Heart D_{2mL} (cGy)	1167.8 ± 1233.6	1095.0 ± 1214.6	72.8 ± 174.0

Avg., average; D_{mean} , mean dose; D_{max} , maximum dose.

- Sağlıklı karaciğer (karaciğer-GTV) için V30, V20, V10 VMAT lehine daha düşük.
- Duodenum için D_{max} , D_{1mL} , D_{2mL} DCAT için daha yüksek, mean doz VMAT'de daha yüksek
- Mide ve Kalp için D_{max} , D_{1mL} , D_{2mL} DCAT için daha yüksek.

Safra Kesesi Kanseri



- Safra kesesi kanserleri, son derece hızlı yayılan ve oldukça düşük sağ kalıma sahip GI sistemin habis tümörleridir.
- Klinik belirti verdiğinde genellikle ilerlemiş evrelerde ortaya çıkmaktadır.
- Yüksek lenfatik yayılım ve implantasyon yeteneğine sahiptirler.

Safra Kesesi Kanseri

SİMÜLASYON

- CT simülasyon IV ya da oral kontrast ile yapılmaktadır.
- Kollar shuttle board yardımıyla başın üstünde olacak şekilde ve vücudun bir kısmı vakum yatak ile sabitlenir.
- Hedef hareketinin belirlenmesi ve ITV'nin yaratılması için 4DCT kullanılması tavsiye edilmektedir.
- Eğer gross hastalıktan şüpheleniliyorsa MR simülasyonu ya da MR füzyonu değerlendirilebilir.
- Tedavide IGRT için günlük kV görüntüleri ve haftalık CBCT kullanımı tavsiye edilmektedir.



Safra Kesesi Kanseri

12.4 Dose

- General external beam radiation therapy dose guidelines:
 - Gross disease with margin for microscopic extension and daily setup variation treated with 54 Gy to 64.8 Gy in 1.8 Gy per fraction respecting tolerance of organs at risk.
 - Postoperative bed treated with 50.4 to 59.4 Gy in 1.8 Gy per fraction, with consideration to margin status and organs at risk.
 - At-risk nodal stations treated to 45 Gy in 1.8 Gy per fraction.
 - Intensity-modulated radiotherapy (IMRT) technique can be considered to spare organs at risk (see Fig. 12.3a–c).

12.6 Normal Structures and Constraints

- Left or right kidney: V20 Gy <33 %; combined kidney mean <18 Gy.
- Liver: mean dose <30 Gy if no underlying liver dysfunction; 700 cc \leq 15 Gy (for SBRT).
- Stomach and small bowel: maximum dose \leq 54 Gy, 2 % of volume between 50 and 54 Gy, 25 % between 45 and 54 Gy. If the small bowel contoured as a bag, use V45 Gy <150 cc. If the small bowel contoured as loops of bowel, use V15 Gy <120 cc.
- Duodenum: maximum dose \leq 56 Gy; no more than 1 cc >55 Gy; <33 % of volume between 45 and 54 Gy.
- Spinal cord: maximum dose \leq 45 Gy.
- Gallbladder: maximum dose \leq 60 Gy; 75 % of volume less than 55 Gy.

Safra Kesesi Kanseri



Online Submissions: <http://www.wjgnet.com/1007-9327office>
wjg@wjgnet.com
doi:10.3748/wjg.v17.i3.397

World J Gastroenterol 2011 January 21; 17(3): 397-402
ISSN 1007-9327 (print) ISSN 2219-2840 (online)
© 2011 Baishideng. All rights reserved.

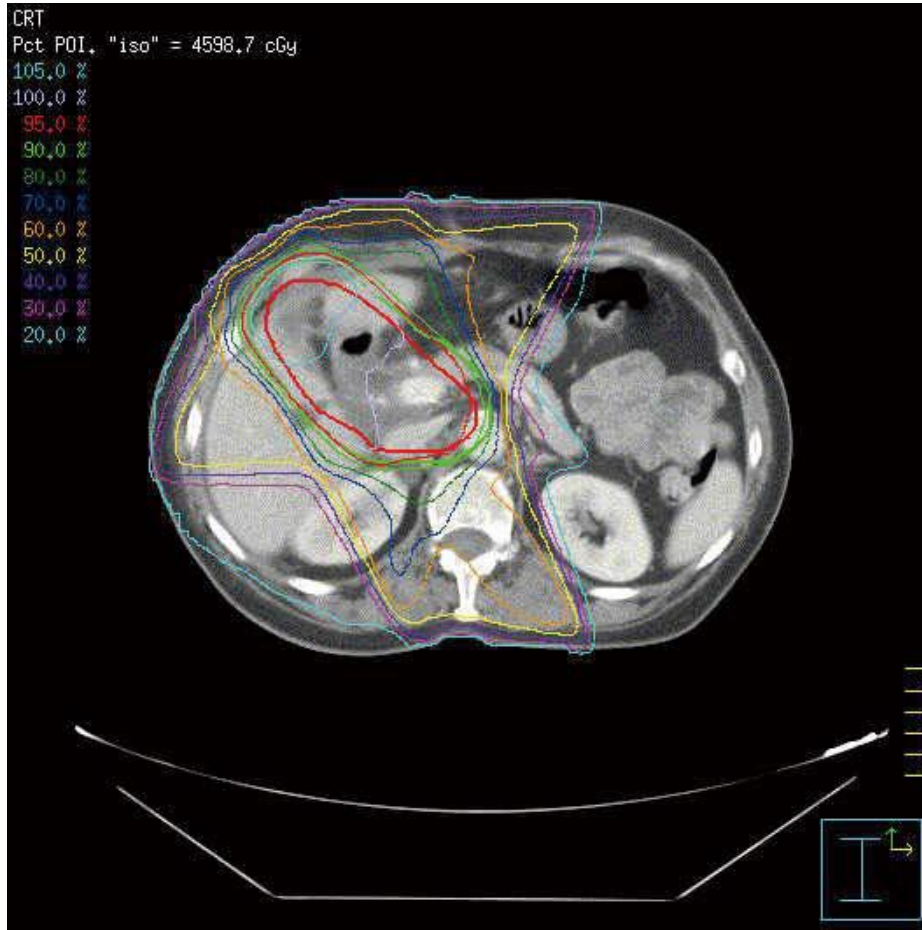
BRIEF ARTICLE

Adjuvant radiotherapy for gallbladder cancer: A dosimetric comparison of conformal radiotherapy and intensity-modulated radiotherapy

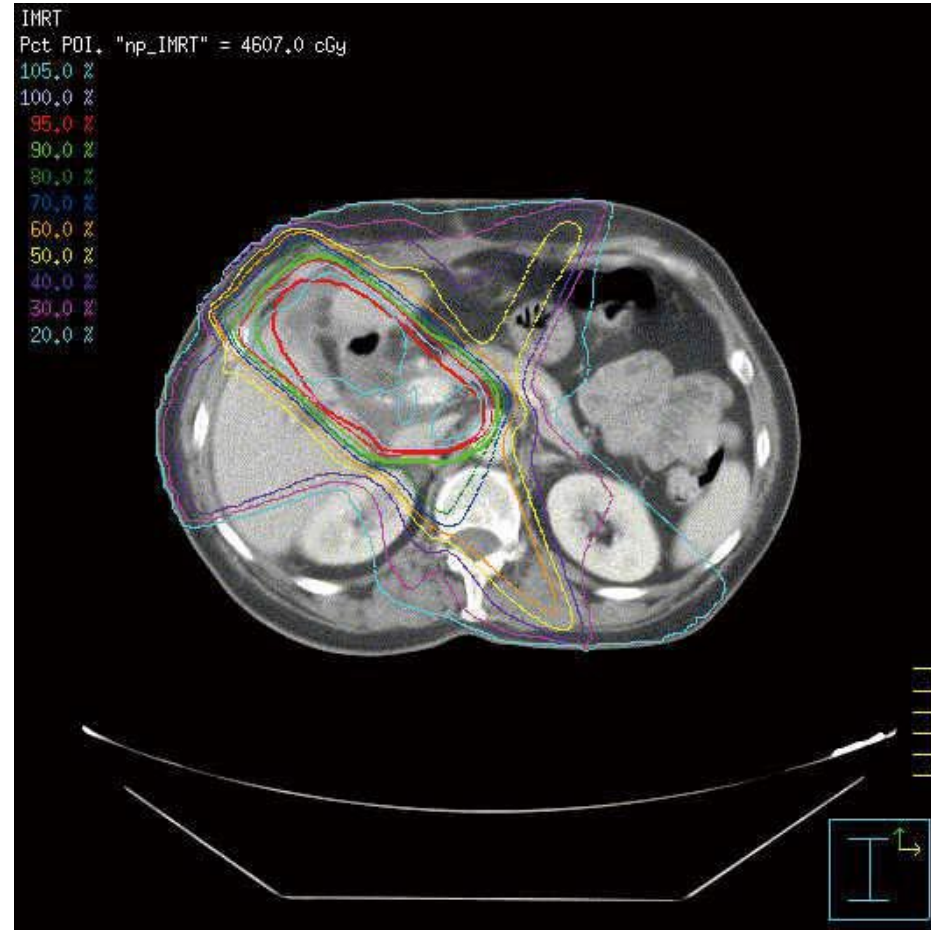
Xiao-Nan Sun, Qi Wang, Ben-Xing Gu, Yan-Hong Zhu, Jian-Bin Hu, Guo-Zhi Shi, Shu Zheng

- 20 patolojik adeno karsinom safra kesesi kanserli hasta
- 3 mm CT kesit kalınlığı kullanılmış (IV kontrast ile)
- 45 Gy (1,8-2,0 Gy)+ 5-10 Gy tümör yatağına

Safra Kesesi Kanseri



3D-CRT



IMRT

Safra Kesesi Kanseri

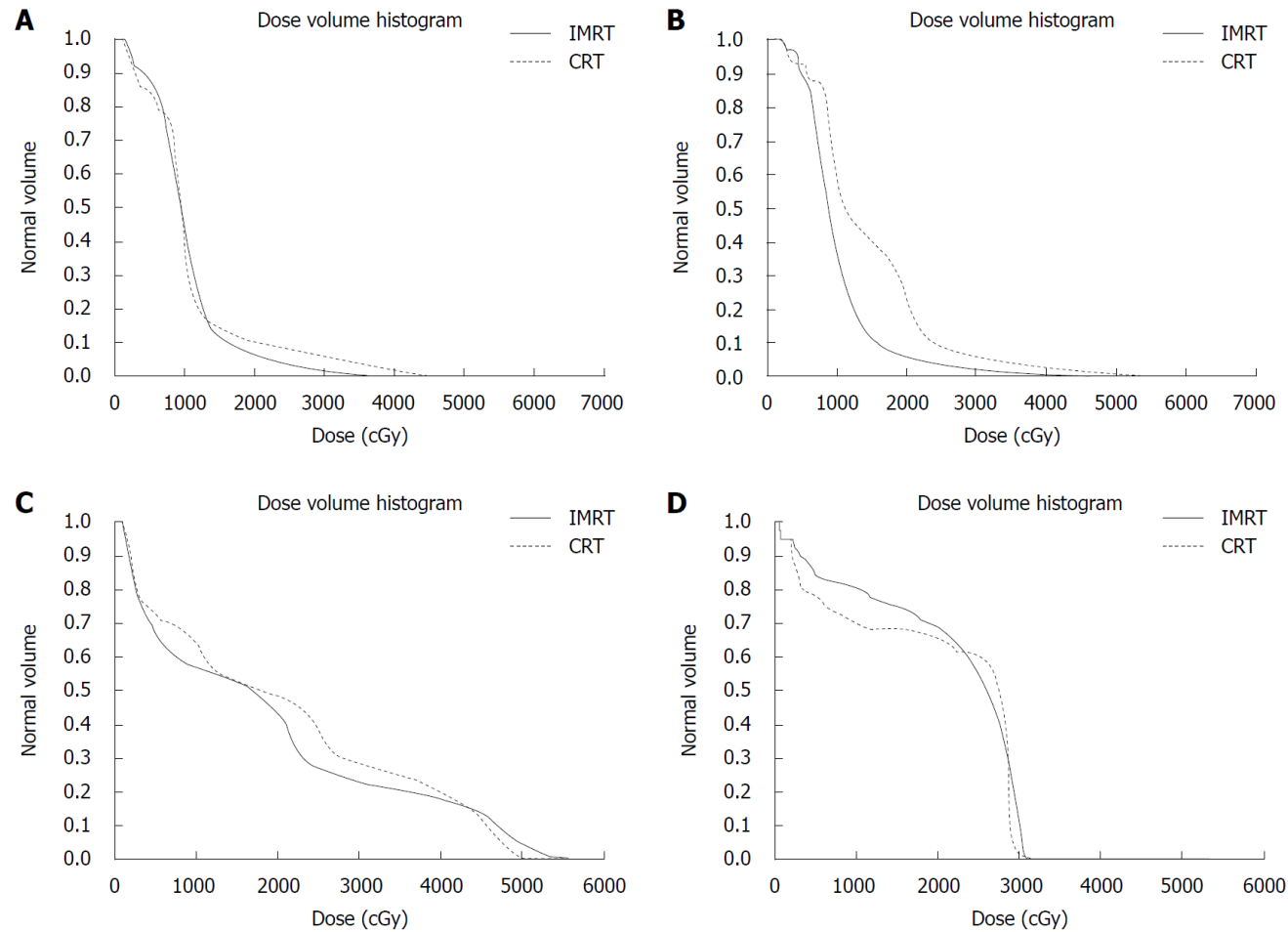


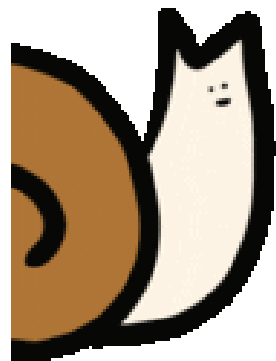
Figure 3 Dose volume histogram curves for the organs at risk in a representative case. Left kidney (A), right kidney (B), liver (C), and spinal cord (D). IMRT: Intensity-modulated radiation therapy; CRT: Conformal radiation therapy.

Table 3 Mean dose to the targeted structures/organs

Structure/organs	Mean dose (Gy)		<i>P</i> value ¹
	CRT	IMRT	
PTV	50.1 ± 2.8	51.5 ± 2.7	0.00015
Right kidney	10.6 ± 4.4	8.6 ± 2.4	0.032
Left kidney	8.1 ± 3.4	9.4 ± 4.6	NS
Liver	22.4 ± 3.9	21.0 ± 2.9	0.027

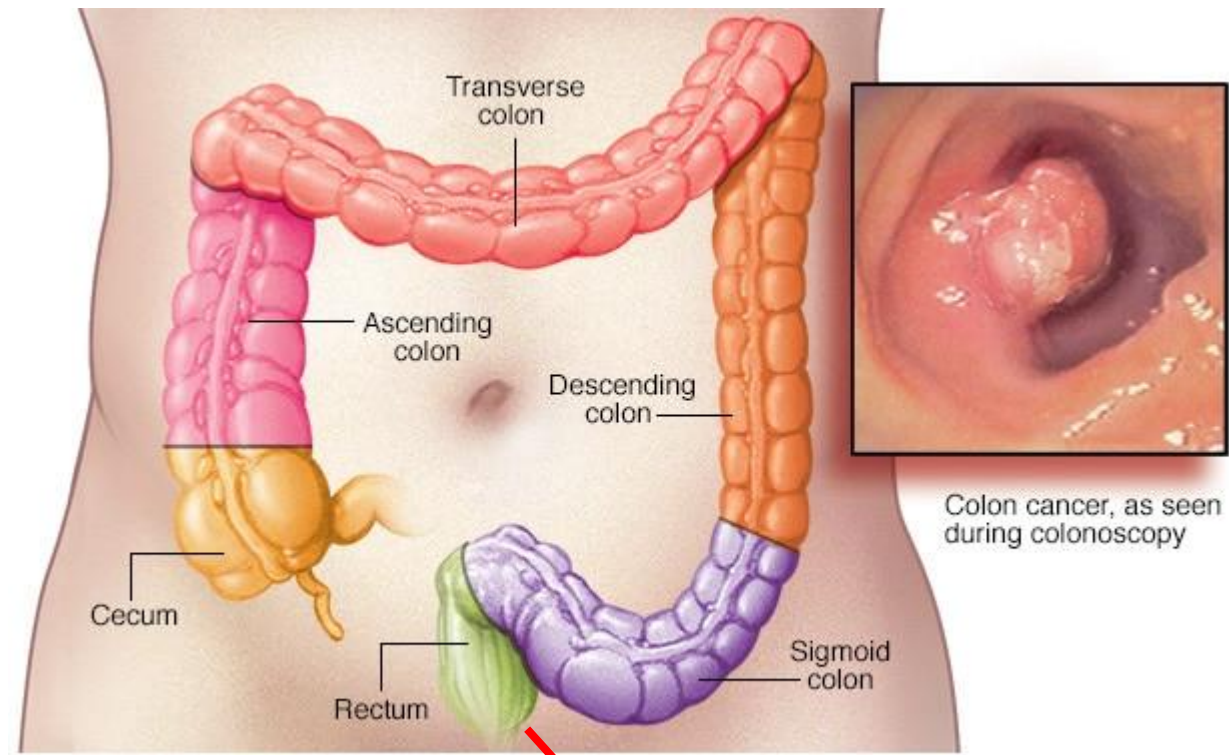
¹Two-tailed paired *t* test. Values are expressed as mean ± SD. CRT: Three dimensional conformal radiation therapy; IMRT: Intensity-modulated radiation therapy; PTV: Planning tumor volume; NS: Not significant (*P* > 0.05).

TO BE CONTINUED...

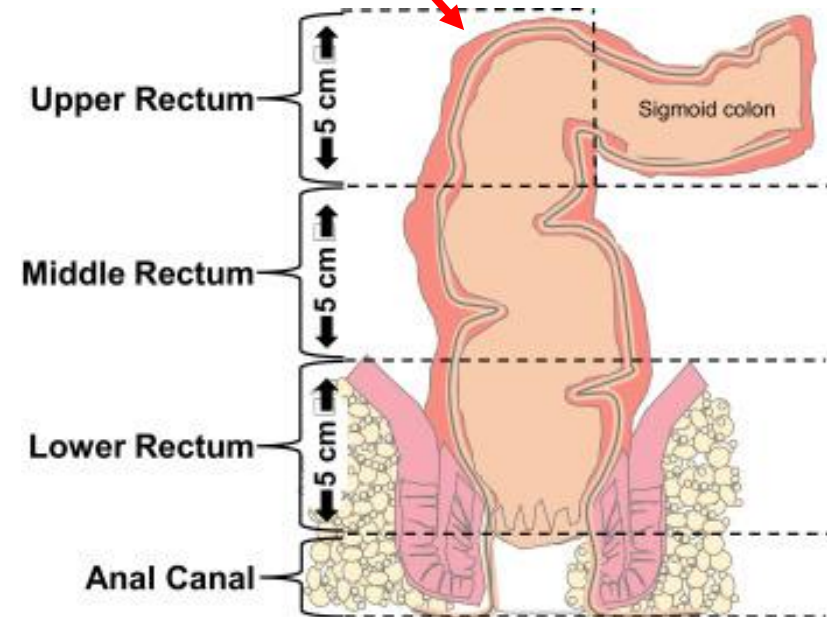


Rektum Kanseri

- 2020 yılı için kolorektal kanser dünyada en sık karşılaşılan üçüncü kanser tipi (%10,7) olmakla birlikte kansere bağlı ölümlerde ise ikinci sıradadır (%9,5) (Globocan, 2020).
- Tipik belirtileri arasında rektumda kanama, kabızlık, diyare, dışkı kalibresinin daralması ve ağrı bulunur.
- Neoadjuvan kemoradyoterapiden fayda sağlayabilecek hastaların seçiminde;
 - Fizik muayene
 - Endoskopik ultrasonografi
 - CT görüntüleme ile doğru klinik evreleme önem taşır



© MAYO FOUNDATION FOR MEDICAL EDUCATION AND RESEARCH. ALL RIGHTS RESERVED.



Rektum Kanseri

SİMÜLASYON

- Hastalar genellikle prone ve kollar yukarıda olacak şekilde yatırılır (inguinal lenf nodlarının tedavisinde ya da IMRT kullanılan uygulamalarında hastalar kolları göğüste olacak şekilde supin pozisyonda yatırılabilir).
- Genellikle ince barsağı tedavi alanının dışarısında tutacak belly board kullanılır.
- Dolu mesane ince barsağın pelvisten ayrılmasına yardımcı olabilmektedir.
- Rektal tüp, anal marker, IV ve oral kontrast nodların ve diğer dokuların belirlenmesine yardımcı olmaktadır.

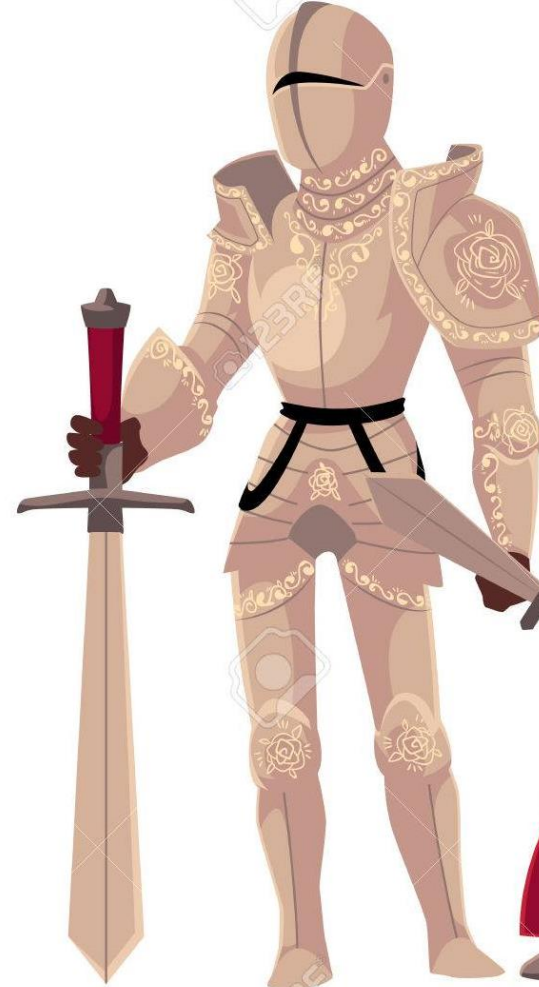


Rektum Kanseri

FRAKSİNASYON

- Kısa rejim preoperatif 5Gy X 5Fr ile uzun rejim preoperatif standart fraksinasyon (eşzamanlı kemoterapi ile) fraksinasyon şemaları karşılaştırıldığında
 - Benzer lokal kontrol ve genel sağkalım oranları bulunmuş
 - ABD'de rektal kanser için kullanılan şema genellikle uzun rejim (50,4Gy: 1,8Gy/fr)
 - Kısa rejim genellikle Avrupa'da kullanılmakta (Hipofraksiyone rejime bağlı geç toksisite ile ilgili endişe, ABD' de doktorlar için önemli bir caydırıcı unsur)

Long Course



Short Course



Rektum Kanseri

TEDAVİ TEKNİKLERİ

- 3D Konformal RT
- IMRT teknikleri
- Proton terapi
- SBRT
- Intraoperatif RT (IORT)



Rektum Kanseri

Medicine®

OPEN

Medicine • Volume 94, Number 1, January 2015

Dosimetric Comparative Study of 3 Different Postoperative Radiotherapy Techniques (3D-CRT, IMRT, and RapidArc) for II–III Stage Rectal Cancer

Min Liu, MD, Bailong Liu, MD, Huidong Wang, PhD, Lijuan Ding, MD, Yinghua Shi, MS, Chao Ge, MS, Xu Su, PhD, Xiaodong Liu, PhD, and Lihua Dong, MD, PhD

- 30 Rektum kanserli (evre 2-3) hasta (17 erkek, 13 kadın)
- 30 hasta 3 gruba bölünmüş (her grupta 10 hasta): 3DCRT, IMRT, VMAT
- Tüm hastalarda mesane ve rektum simülasyondan 1 saat önce boşalttırılmış
- Simülasyondan yarım saat önce oral kontrast uygulanmış (ince barsak kontrastı için)
- Hastalar termoplastik bir sabitleyici ile supin pozisyonda sabitlenmişler
- CT'de kontrastlı 5 mm'lik kesitler kullanılmış (tarama aralığı: L1 vertebranın üst kenarı ile tüberiskiadikuma kadar)
- PTV için 50 Gy (25fr/gün)

Rektum Kanseri

3DCRT

- 3 alan
- Foton enerjisi, alan ağırlıkları ve wedge açıları değişkenlik göstermiş

IMRT

- 7 alan (co-planar)
- 180⁰, 130⁰, 80⁰, 30⁰, 330⁰, 280⁰, 230⁰
- 6 MV foton enerjisi

VMAT

- 2 co-planar tam arc
- 6 MV foton enerjisi

Rektum Kanseri

TABLE 3. Comparison of Average PTV Dose and CI and HI (n = 30)

Radiotherapy Plan	Average Dose, cGy	CI	HI
3D-CRT	5020.270 ± 70.660	0.456 ± 0.149	1.104 ± 0.017
IMRT	5150.680 ± 17.113*	0.912 ± 0.015*	1.057 ± 0.006*
ARC	5154.223 ± 25.112*	0.905 ± 0.045*	1.054 ± 0.007*

3D-CRT = 3-dimensional conformal radiation therapy, CI = conformity index, HI = homogeneity index, IMRT = intensity-modulated radiation therapy, PTV = planning tumor volume.

* $P < 0.01$ compared with 3D-CRT.

TABLE 6. Monitor Unit Comparison (n = 30)

Radiotherapy Plan	MU
3D-CRT	284.983 ± 14.834
IMRT	1331.333 ± 135.018*
ARC	578.400 ± 78.924*,†

3D-CRT = 3-dimensional conformal radiation therapy, IMRT = intensity-modulated radiation therapy, MU = monitor unit.

* $P < 0.01$ compared with 3D-CRT.

† $P < 0.01$ compared with IMRT.

Rektum Kanseri

TABLE 4. Irradiated Dose and Volume for Bladder, Small Intestine, and Colon (n = 30)

OAR	Dmax, cGy	V40, %	V50, %
Bladder			
3D-CRT	5101.877 ± 113.026	43.736 ± 15.659	10.523 ± 14.696
IMRT	5302.763 ± 105.783*	26.277 ± 12.488*	9.842 ± 9.780
ARC	5311.000 ± 90.004*	26.400 ± 12.121*	9.507 ± 9.103
Small intestine			
3D-CRT	5151.537 ± 157.847	33.552 ± 18.502	8.534 ± 8.861
IMRT	5365.487 ± 72.627*	19.993 ± 11.998*	8.116 ± 7.464
ARC	5310.110 ± 54.854*†	20.587 ± 13.445*	7.367 ± 7.511
Colon			
3D-CRT	5042.330 ± 732.619	46.945 ± 21.102	16.182 ± 17.369
IMRT	5139.210 ± 626.571	30.300 ± 20.061*	14.673 ± 11.688
ARC	5143.003 ± 602.108	30.379 ± 21.199*	14.397 ± 11.898

Dmax = maximum dose, 3D-CRT = 3-dimensional conformal radiation therapy, IMRT = intensity-modulated radiation therapy, OAR = organs at risk.

* $P < 0.01$ compared with 3D-CRT.

† $P < 0.01$ compared with IMRT.

TABLE 5. Irradiated Dose and Volume of Proximal Femurs (n = 30)

OAR	Dmax, cGy	V30, %	V40, %
Left proximal femur			
3D-CRT	4829.563 ± 296.784	66.743 ± 15.793	14.892 ± 13.886
IMRT	4525.753 ± 399.675†	18.434 ± 8.973†	1.971 ± 3.603†
ARC	4173.410 ± 451.594†‡	8.284 ± 6.004†‡	0.535 ± 0.982†
Right proximal femur			
3D-CRT	4699.857 ± 363.130	67.623 ± 14.760	11.230 ± 12.313
IMRT	4454.427 ± 356.378*	18.062 ± 7.929†	1.015 ± 1.093†
ARC	4039.097 ± 468.463†‡	6.783 ± 6.056†‡	0.232 ± 0.454†‡

Dmax = maximum dose, 3D-CRT = 3-dimensional conformal radiation therapy, IMRT = intensity-modulated radiation therapy, OAR = organs at risk.

* $P < 0.05$.

† $P < 0.01$ compared with 3D-CRT.

‡ $P < 0.01$ compared with IMRT.

- IMRT ve VMAT teknikleri ile risk altındaki organlarda daha düşük dozlar elde edilmiştir.
- Mesane, ince ve kalın barsak için V40 değerleri IMRT ve VMAT lehine 3DCRT'ye oranla oldukça düşük bulunmuştur.
- Bilateral femur başları için V30 ve V40 değerleri IMRT ve VMAT lehine 3DCRT'ye oranla oldukça düşük bulunmuştur.
- Bilateral femur başları için Dmax ve V30 değerleri VMAT lehine en düşük bulunmuştur.

Rektum Kanseri

www.impactjournals.com/oncotarget/

Oncotarget, 2017, Vol. 8, (No. 26), pp: 42020-42029

Research Paper

Compared planning dosimetry of TOMO, VMAT and IMRT in rectal cancer with different simulated positions

Jang-Chun Lin^{1,2,3,4}, Jo-Ting Tsai^{1,2}, Li-Jhen Chen¹, Ming-Hsien Li¹ and Wei-Hsiu Liu^{5,6}

¹Department of Radiation Oncology, Shuang Ho Hospital, Taipei Medical University, Taipei, Taiwan, ROC

²Department of Radiology, School of Medicine, College of Medicine, Taipei Medical University, Taipei, Taiwan, ROC

³Graduate Institute of Clinical Medicine, College of Medicine, Taipei Medical University, Taipei, Taiwan, ROC

⁴Department of Radiation Oncology, Tri-Service General Hospital, National Defense Medical Center, Taipei, Taiwan, ROC

⁵Department of Neurological Surgery, Tri-Service General Hospital and National Defense Medical Center, Taipei, Taiwan, ROC

⁶Graduate Institute of Medical Sciences, National Defense Medical Center, Taipei, Taiwan, ROC

Correspondence to: Wei-Hsiu Liu, **email:** liubear0812bear@yahoo.com.tw

Keywords: rectal cancer (RC), helical tomotherapy (TOMO), volumetric modulated arc therapy (VMAT), intensity modulated radiotherapy (IMRT), radiation dosimetry

Received: October 21, 2016

Accepted: December 27, 2016

Published: January 31, 2017

Copyright: Lin et al. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License 3.0 (CC BY 3.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

- Lokal ileri rektum kanserli 20 hasta (15 tanesi supin, 5 tanesi prone)
- 9 hasta evre 2, 2 hasta evre 3a, 2 hasta evre 3b ve 7 hasta evre 3c.
- Tomoterapi, VMAT ve IMRT kendi içerisinde ve yatış pozisyonuna göre karşılaştırılmış.

Rektum Kanseri

VMAT

- 2 tam arc
- 10 MV foton enerjisi

IMRT

- 6 ya da 7 co-planar alan
- 10 MV foton enerjisi

TOMO

- 6 MV foton enerjisi

SİMÜLASYON

- Sadece ince barsakların belirlenebilmesi için oral kontrast kullanılmış
- Supin pozisyonda vakum yatağı kullanılmış
- Prone pozisyonda belly board kullanılmış
- 5 mm'lik CT kesit kalınlığı kullanılmış
- 50,4 Gy (1,8Gy/gün)

CTV coverage was evaluated using the conformity index (CI) and the heterogeneity index (HI), which were calculated as follows [15]:

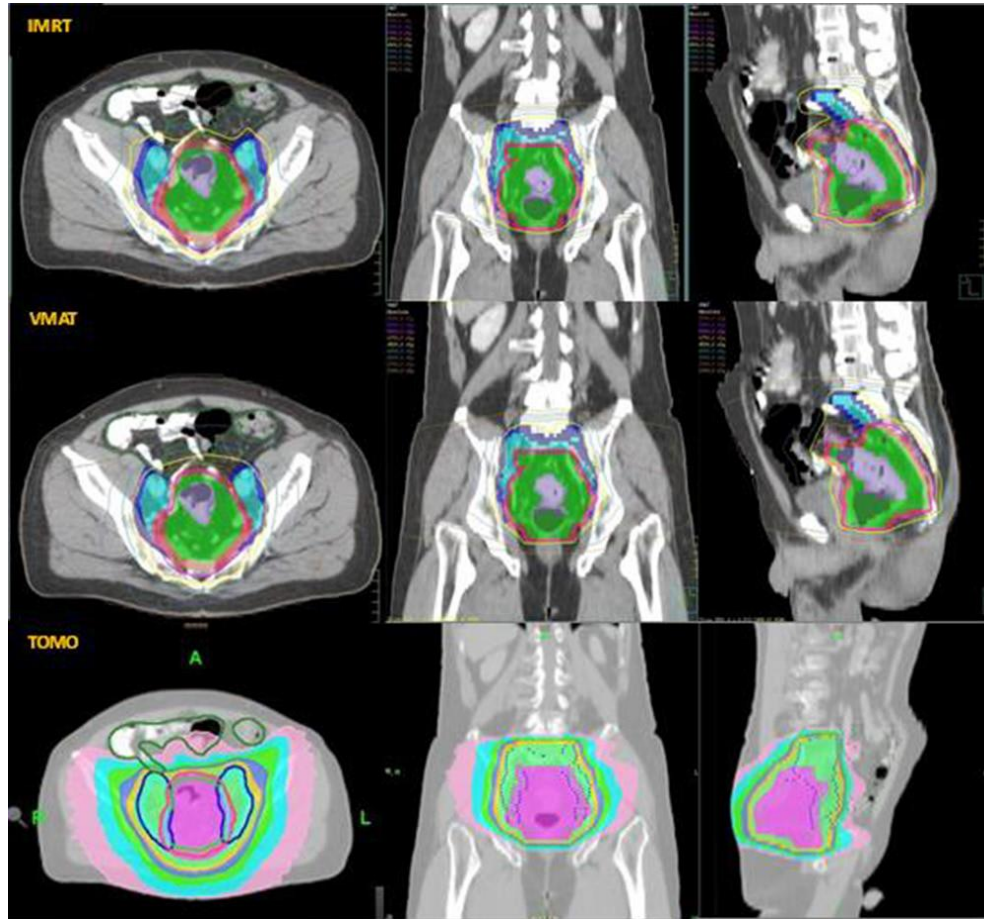
$$CI = \frac{TV_D \times TV_D}{TV \times V_D}$$

TV_D is the target volume covered by the prescribed dose, TV is the target volume, and V_D is the volume enclosed by the prescribed isodose surface.

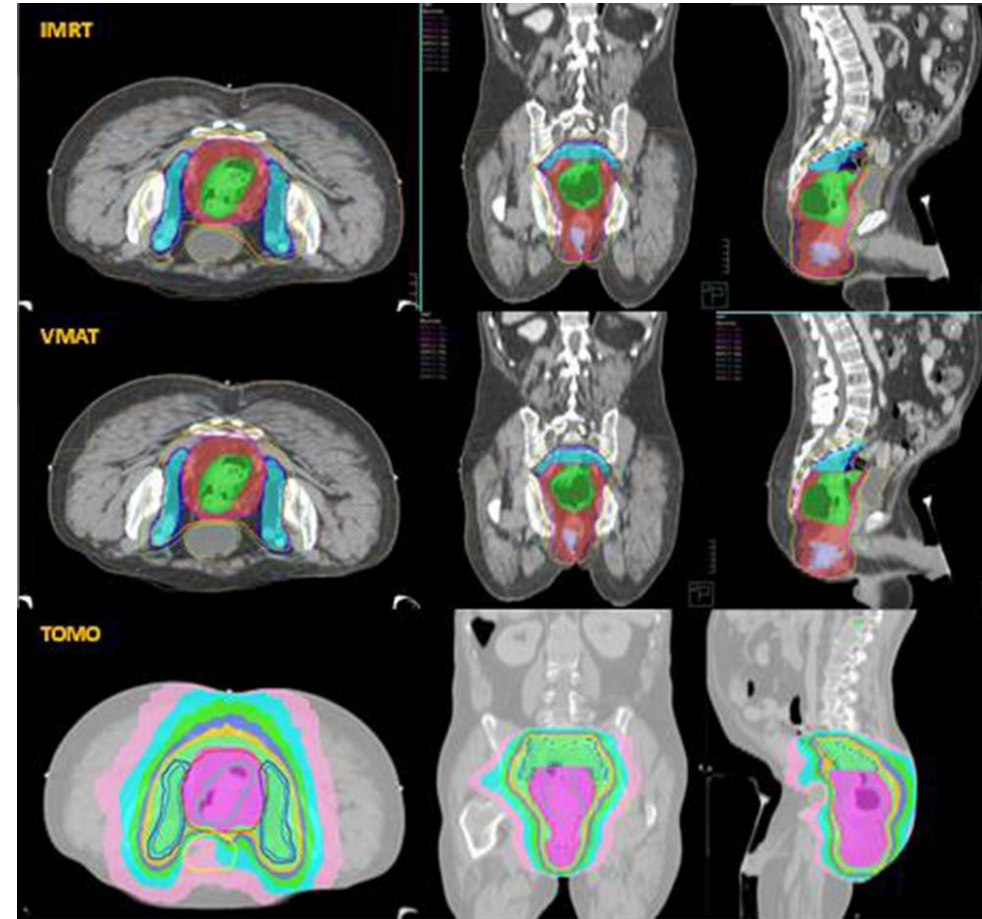
$$HI = \frac{D_1}{D_{95}}$$

D_1 and D_{95} are, respectively, the doses encompassing 1% and 95% of the target volume.

Rektum Kanseri

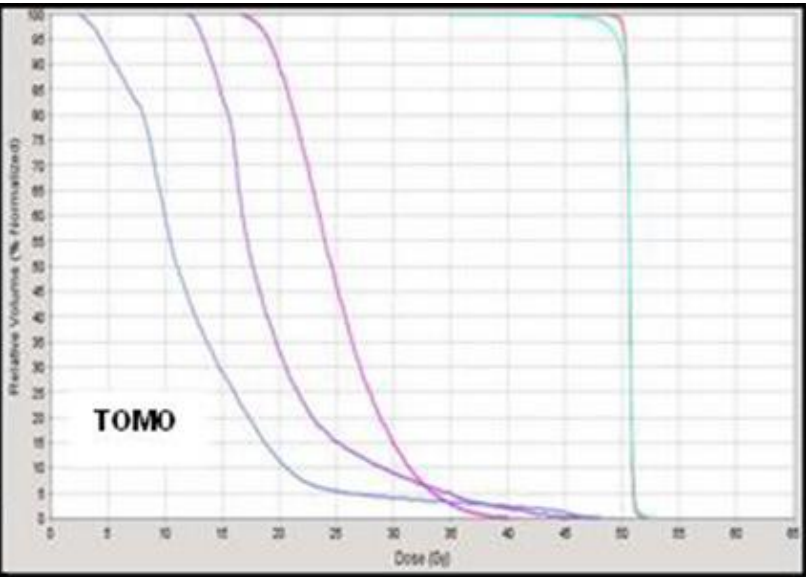
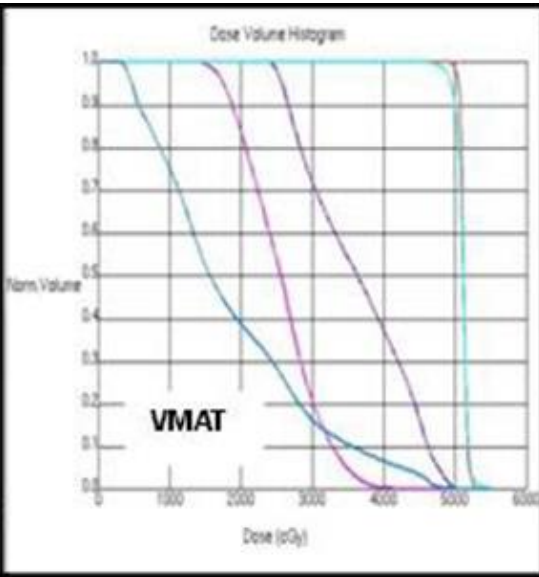
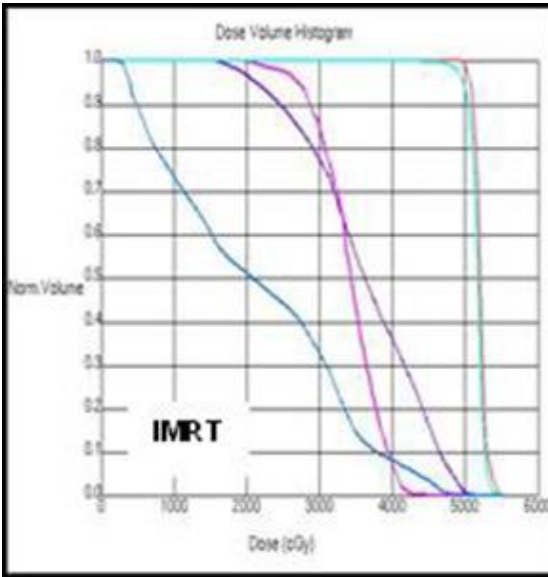


SUPIN

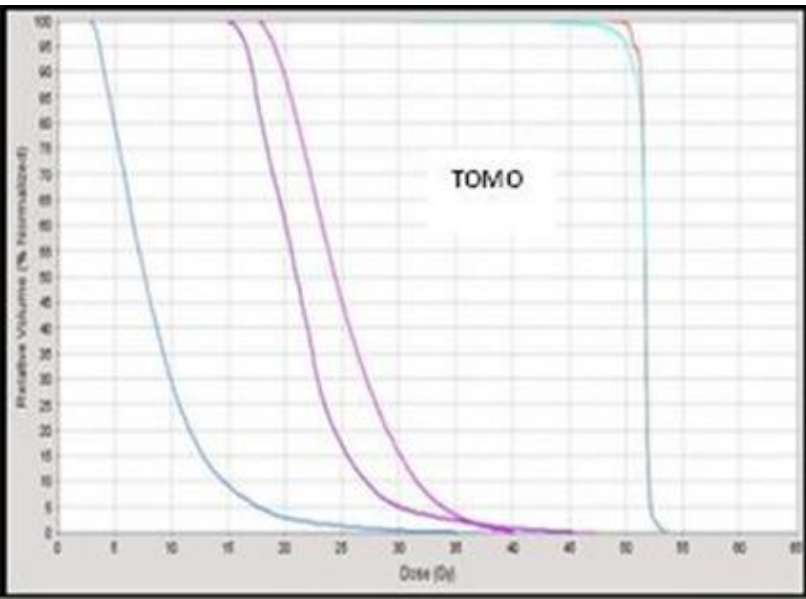
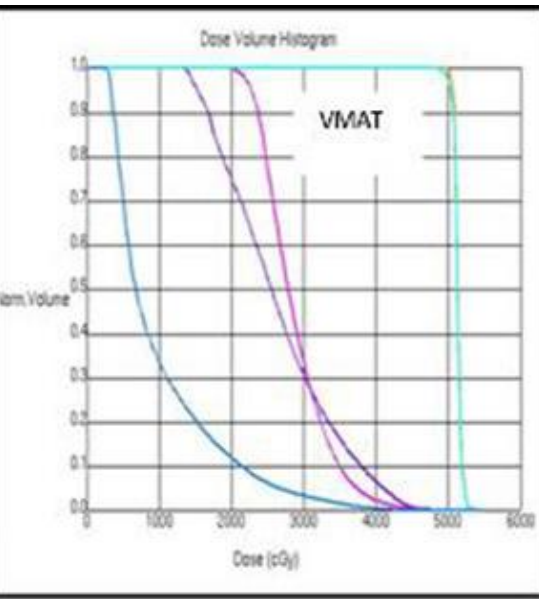
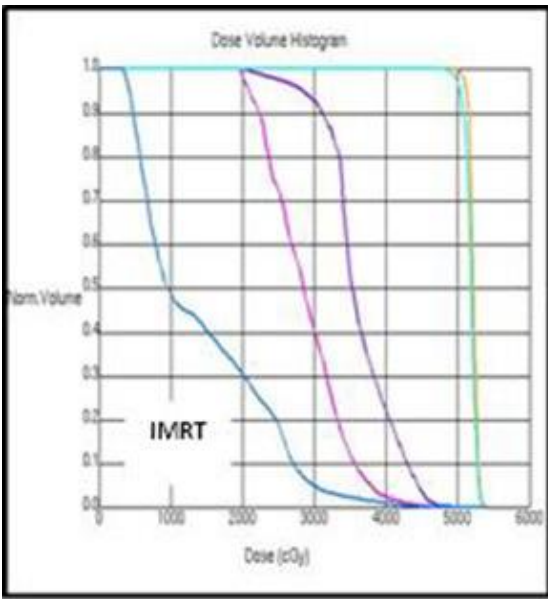


PRONE

Rektum Kanseri



SUPIN



PRONE

Blue line: small bowel; Pink line: femoral head; Purple line: bladder

Rektum Kanseri

Table 2A: Dosimetric results of IMRT, VMAT and TOMO for planning dosimetric parameters and organs at risk

Variable	IMRT		VMAT		TOMO	
	Supine	Prone	Mean \pm SD		Supine	Prone
			Supine	Prone		
D₉₇ (PTV_{48.89})	98.62 ±1.12	98.39 ±0.95	99.02 ±1.16	99.47 ±0.60	98.94 ±1.03	99.21 ±0.71
Hot spot(Gy)	53.95 ±0.78	53.52 ±0.93	53.33 ±0.70	53.84 ±0.90	49.76 ±13.65	53.50 ±0.76
CI	0.81 ±0.04	0.76 ±0.08	0.85 ±0.04	0.80 ±0.08	0.89 ±0.05	0.88 ±0.13
HI	1.07 ±0.02	1.06 ±0.02	1.06 ±0.02	1.05 ±0.01	1.04 ±0.02	1.05 ±0.01
Small bowel	45.32	41.49	45.16	41.54	44.70	39.81
Dmax (Gy)	±12.04	±9.88	±12.04	±10.53	±11.84	±9.08
Bladder	50.39	50.00	50.59	50.16	48.36	50.00
Dmax (Gy)	±1.95	±1.27	±2.49	±4.43	±4.71	±3.47
Mean dose (Gy)	29.30 ±5.75	32.35 ±5.58	26.66 ±6.77	26.77 ±6.78	21.10 ±5.68	22.24 ±9.63
V₃₀ (%)	45.81 ±23.42	57.41 ±31.58	39.19 ±19.73	38.87 ±25.04	14.27 ±11.17	31.75 ±29.50
V_{34.98} (%)	28.98 ±18.67	40.67 ±25.77	24.45 ±15.77	28.95 ±21.85	3.90 ±5.67	8.03 ±12.46
V₄₀ (%)	17.04 ±11.65	25.37 ±19.24	17.01 ±11.95	19.34 ±19.46	7.07 ±7.08	13.97 ±19.18
V_{44.87} (%)	5.93 ±6.14	9.04 ±7.52	7.53 ±6.40	9.16 ±8.18	3.90 ±5.67	8.03 ±12.46
V_{48.07} (%)	1.70 ±2.56	2.05 ±2.69	2.20 ±2.86	2.70 ±3.16	1.64 ±3.77	1.43 ±2.72
V₅₀ (%)	0.83 ±1.72	0.36 ±0.66	0.71 ±1.40	0.92 ±1.58	0.99 ±2.75	3.32 ±6.32
Femoral head	27.60	26.05	28.47	28.49	21.38	17.96
Mean dose (Gy)	±3.91	±8.67	±4.25	±4.71	±9.87	±10.20
V₃₀ (%)	37.10 ±20.65	37.38 ±40.78	41.65 ±31.38	38.55 ±24.51	10.08 ±7.44	12.26 ±10.05
V₄₀ (%)	3.62 ±3.36	6.98 ±14.00	3.77 ±4.24	5.99 ±10.52	0.43 ±0.66	2.29 ±5.12

D₉₇: the percentage of the prescribed dose covering 97% volume of PTV; IMRT: intensity modulated radiation therapy; PTV_{48.89}: planning target volume 48.89 Gy; SD: standard deviation; VMAT: volumetric modulated radiation therapy; TOMO: helical tomotherapy; Vx: the percentage of organ receiving more or equal to x Gy.

- Supin pozisyonda TOMO ile yapılan planlardaki mesane lehine elde edilen V35 değeri haricinde ince barsak, mesane ve femur başlıları için TOMO, VMAT ve IMRT teknikleri açısından ve supin ya da prone yatış pozisyonları açısından anlamlı bir fark bulunmamış.
- CI'nin supin pozisyonda VMAT ya da IMRT lehine daha iyi olmasının haricinde PTV sarımı, CI, HI ve sıcak nokta için TOMO, VMAT ve IMRT teknikleri açısından ve supin ya da prone yatış pozisyonları açısından anlamlı bir fark bulunmamış.

Rektum Kanseri

Strahlenther Onkol (2018) 194:975–984
<https://doi.org/10.1007/s00066-018-1324-0>

ORIGINAL ARTICLE



A treatment planning study of prone vs. supine positions for locally advanced rectal carcinoma

Comparison of 3-dimensional conformal radiotherapy, tomotherapy, volumetric modulated arc therapy, and intensity-modulated radiotherapy

Sergiu Scobioala¹ · Christopher Kittel¹ · Philipp Niermann¹ · Heidi Wolters¹ · Katharina Helene Susek¹ · Uwe Haverkamp¹ · Hans Theodor Eich¹

Received: 14 November 2017 / Accepted: 18 May 2018 / Published online: 31 May 2018
© Springer-Verlag GmbH Germany, part of Springer Nature 2018

Department of Radiation Oncology of the University of Muenster, Albert-Schweitzer-Campus 1, Gebäude A1, 48149 Muenster, Germany

- 20 lokal ileri rektum adenokarsinomlu hasta (14 erkek, 6 kadın).
- 3 mm'lik CT kesit kalınlığı kullanılmış
- Prone pozisyonda belly board kullanılmış.
- Hedefe 50,4 Gy (1,8fr/gün) doz verilmiş
- Her hasta için toplamda 10 adet plan yapılmış (5 adet supin, 5 adet prone için)
 - IMRT
 - VMAT
 - TOMO
 - 3DCRT (2 tip)

Rektum Kanseri

IMRT

- 5 alan (Sliding window)
- AP alan yok (ince barsak koruması için) (60° aralıklı alanlar kullanılmış)
- 15 MV foton enerjisi

VMAT

- 2 tam arc
- 15 MV foton enerjisi
- 600 MU/dak
- 2,5 cm/sn MLC hızı

TOMO

- Helikal planlama yapılmış
- 6 MV foton enerjisi

3DCRT

- 3 Alan tekniği (1 AP-2 Lateral, Lateral alanlar wedgeli)
- Foton enerjisi ?

3DCRT

- 4 alan tekniği (BOX)
- Foton enerjisi ?

Rektum Kanseri

	3-field		4-field		VMAT		SW-IMRT		HT		Ortalama	
	SP	PP	SP	PP	SP	PP	SP	PP	SP	PP	SP	PP
HI	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
CI	1.2	1.1	1.2	1.1	1.0	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1
CN	0.6	0.7	0.7	0.7	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
CIICRU	1.5	1.4*	1.5	1.3	1.1	1.1	1.3	1.2	1.2	1.2	1.3	1.2
CΔ	0.5	0.4*	0.5	0.4	0.1	0.1	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2
COV	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

Fig. 1 Summary of dosimetric indices demonstrating the dose distribution within the planning target volume (PTV) and the healthy tissue. **a** Conformal values averaged from the treatments plans of 20 patients. *Value statistically different ($p < 0.05$). **b** Visualization of indices in the supine and prone positions. The form of the hexagon can detect deviations in dose homogeneity and conformity and also over- and underdosing. A vertical distortion of the hexagon represents an exposure within normal tissue. *SP* supine position, *PP* prone position, *3FCRT* 3-field conformal radiotherapy, *4FCRT* 4-field conformal radiotherapy, *RA* Rapid Arc, *SW* Sliding Window, *HT* helical tomotherapy, *HI* homogeneity index, *CI* conformity index, *CN* conformation number, *CIICRU* ICRU conformity index, *CΔ* coverage index, *COV* coverage index *COV*

- The **homogeneity index** characterizes dose homogeneity inside of the PTV and is calculated using the near maximum (D2%), near minimum (D98%), and the mean dose (Dmean): $D2\% - D98\% / Dmean$ (**optimal at 0**).
- The **CN** provides complementary information about irradiation of PTV and healthy tissues, and is calculated as $PTV_{pi} / PTV \times PTV_{pi} / TVPI$, demonstrating the **optimal results at a value of 1**.
- The **CIICRU** was described in the ICRU 62 report and is defined as a quotient of $TVPI / PTV$ (**optimal at 1**).
- The **CΔ** quantified the radiation exposure of the surrounding healthy tissue and is defined as $TVPI - PTV_{pi} / PTV$ (**optimal at 0**).
- The **CΔCOV** describes the coverage of the target volume by the prescribed isodose and is calculated as PTV_{pi} / PTV , reflecting **ideal PTV coverage for the value of 1**

These indices refer to the PTV volume, partial PTV volume covered by prescribed isodose (PTV_{pi}), and volume treated by prescribed isodose ($TVPI$)

Rektum Kanseri

	3-field		4-field		VMAT		SW-IMRT		HT		Ortalama		
	SP	PP	SP	PP	SP	PP	SP	PP	SP	PP	SP	PP	
HI	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0*	HI	0.1	0.1
CI	1.2	1.1	1.2	1.1	1.0	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	CI	1.1	1.1
CN	0.6	0.7	0.7	0.7	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.9	CN	0.8	0.8
CIICRU	1.5	1.4*	1.5	1.3	1.1	1.1	1.3	1.2	1.2	1.1	CIICRU	1.3	1.2
CΔ	0.5	0.4*	0.5	0.4	0.1	0.1	0.3	0.2	0.2	0.1	CΔ	0.3	0.2
COV	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	COV	1.0	1.0

Fig. 1 Summary of dosimetric indices demonstrating the dose distribution within the planning target volume (PTV) and the healthy tissue. **a** Conformal values averaged from the treatments plans of 20 patients. *Value statistically different ($p < 0.05$). **b** Visualization of indices in the supine and prone positions. The form of the hexagon can detect deviations in dose homogeneity and conformity and also over- and underdosing. A vertical distortion of the hexagon represents an exposure within normal tissue. *SP* supine position, *PP* prone position, *3FCRT* 3-field conformal radiotherapy, *4FCRT* 4-field conformal radiotherapy, *RA* Rapid Arc, *SW* Sliding Window, *HT* helical tomotherapy, *HI* homogeneity index, *CI* conformity index, *CN* conformation number, *CIICRU* ICRU conformity index, *CΔ* coverage index, *COV* coverage index *COV*

- HI en iyi helikal tomoterapinin prone pozisyonunda elde edilmiş.
- Conformite açısından tüm IMRT teknikleri 3DCRT tekniklerine oranla çok daha üstün bulunmuş (özellikle 3 alan prone pozisyonundaki 3DCRT tekniğine göre)

Rektum Kanseri

Table 1 Averaged dosimetric values for organs at risk

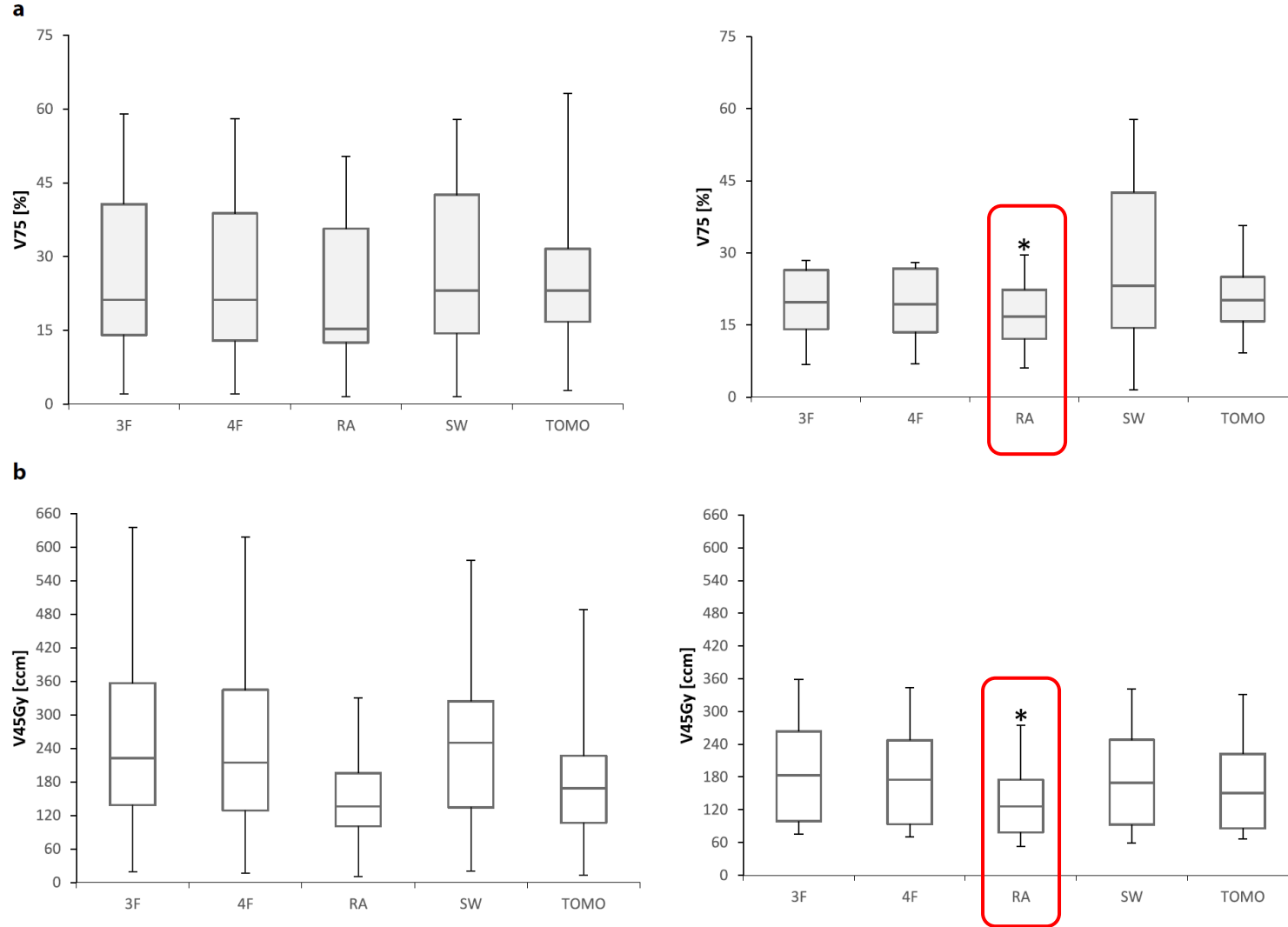
Organ	Parameter	3F	3F	4F	4F	RA	RA	SW	SW	HT	HT
		SP	PP	SP	PP	SP	PP	SP	PP	SP	PP
Femoral head left	D1ccm, Gy	38.2±2.2	35.0±1.7	34.3±2.7	31.6±2.0	33.9±3.7	31.6±2.9	41.4±3.2	41.1±4.1	33.3±2.0	31.8±2.2
Femoral head right	D1ccm, Gy	40.0±3.5	35.8±2.4	36.7±3.1	31.4±2.8	33.7±2.1	32.6±1.9	41.8±3.4	41.5±3.8	34.0±1.8	32.1±2.0
Blader	V50, %	82.8±11.7	70.0*±8.9	100.0±12.2	97.0±10.3	98.9±9.7	96.2±13.6	90.5±12.2	88.3±17.8	99.6±8.4	98.8±14.2
Bladder	V75, %	70.6±8.3	58.5*±6.7	71.7±7.4	59.8±5.8	67.5±8.2	59.6±6.2	76.1±14.4	69.3±11.7	71.7±7.5	64.6±12.2
Bladder	Dmean, Gy	48.8±7.1	42.7±8.7	49.1±7.4	43.8±9.2	47.2±5.7	43.2±6.4	47.9±7.1	45.9±6.5	46.9±8.2	42.5±12.4
Bladder	Dmax, Gy	50.8±6.3	50.6±4.9	50.8±5.3	50.1±7.4	50.8±6.1	50.6±5.8	52.4±7.4	52.8±6.7	52.3±7.8	50.2±9.4
Small bowel	V50, %	47.0±9.1	27.6±11.2	50.6±12.1	47.6±8.7	47.6±10.2	41.8±8.9	48.9±11.1	43.6±8.3	46.4±9.2	46.2±10.4
Small bowel	V75, %	25.6±6.1	19.0±7.4	26.0±7.1	18.7±6.4	22.4±7.1	17.1*±5.2	27.4±6.4	19.9±4.6	26.3±5.8	21.1±7.2
Small bowel	V45Gy, ccm	270.0±24.2	191.7±21.8	258.5±23.4	181.9±19.3	153.6±22.4	139.6*±18.4	255.3±22.5	182.2±20.1	195.7±14.1	166.5±18.2
Small bowel	Dmean, Gy	22.0±8.5	21.5±9.1	23.1±7.6	24.4±6.9	26.1±8.3	25.3±7.1	26.0±8.9	24.2±7.4	27.8±8.0	27.3±9.4
Small bowel	Dmax, Gy	51.8±5.7	53.4±6.2	50.9±5.9	51.0±4.7	52.2±7.3	52.5±6.8	51.4±7.9	53.1±8.2	51.4±7.1	51.5±7.9

Summary of dosimetric parameters of OAR presented as mean± standard deviation at the dose ranges V50–V75, Dmean and Dmax for small bowel and urinary bladder, and D1ccm for femoral heads. *Values with statistically significant difference ($p < 0.05$) obtained by the comparative analysis between supine versus prone radiation positions (Mann–Whitney U-test), or between radiation techniques in one position (Wilcoxon test)

SP supine position, PP prone position, 3F 3-field CRT, 4F 4-field CRT, RA Rapid Arc, SW Sliding Window, HT helical tomotherapy

- Dmean değerleri için teknik ve pozisyonlar arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.
- 3 alan pron pozisyondaki 3DCRT tekniğinde mesane V50 ve V75 değerleri diğer teknik ve pozisyonlara oranla daha düşük bulunmuş.

Rektum Kanseri



- Prone pozisyondaki VMAT ile yapılan tedavilerde ince barsak dozunda özellikle V45Gy ve V%75 değerleri diğer tekniklere oranla daha düşük bulunmuş.

Fig. 3 Variations in the percentage (V75, % (a),) or in absolute values (V45Gy, ccm [cubic centimeter], [b]) of small bowel volume covered by using of different radiation techniques. *Significant lower dose–volume response found for the RA (Rapid Arc) in prone position ($p < 0.05$). 3FCRT 3-field conformal radiotherapy, 4FCRT 4-field conformal radiotherapy, RA Rapid Arc, SW Sliding Window, TOMO helical tomotherapy

Rektum Kanseri

14.4.3 Proton Beam Therapy

Journal of Gastrointestinal Oncology

ISSN 2078-6891

Original Article

Protons offer reduced bone marrow, small bowel, and urinary bladder exposure for patients receiving neoadjuvant radiotherapy for resectable rectal cancer

Rovel J. Colaco, Romaine Charles Nichols, Soon Huh, Nataliya Getman, Meng Wei Ho, Zuofeng Li, Christopher G. Morris, William M. Mendenhall, Nancy P. Mendenhall, Bradford S. Hoppe

University of Florida Proton Therapy Institute, Jacksonville, Florida, USA

Corresponding to: Romaine Charles Nichols, MD. University of Florida Proton Therapy Institute, 2015 North Jefferson St., Jacksonville, FL, 32206, USA. Email: rnichols@floridaproton.org.



Submitted Jun 05, 2012. Accepted for publication Jun 25 2013.

doi: 10.3978/j.issn.2078-6891.2013.041

Scan to your mobile device or view this article at: <http://www.thejgo.org/article/view/1291/2660>

- 8 (T2-T3) rektal kanserli hasta
- 3DCRT
- IMRT
- 3DCPT
- Tüm hastalar prone pozisyonda mesane tam doluyken ve 1 mm'lik CT kesit kalınlığında simüle edilmiş
- 45Gy (1,8Gy/gün)+5,4Gy(1,8/gün)

Rektum Kanseri

14.4.3 Proton Beam Therapy

3D CRT

- 3 co-planar alan (PA ve iki lateral)
- Posterior yüklemeli

IMRT

- 3DCRT ile aynı alanlar

3D CPT

- 3DCRT ile aynı alanlar
- Posterior yüklemeli

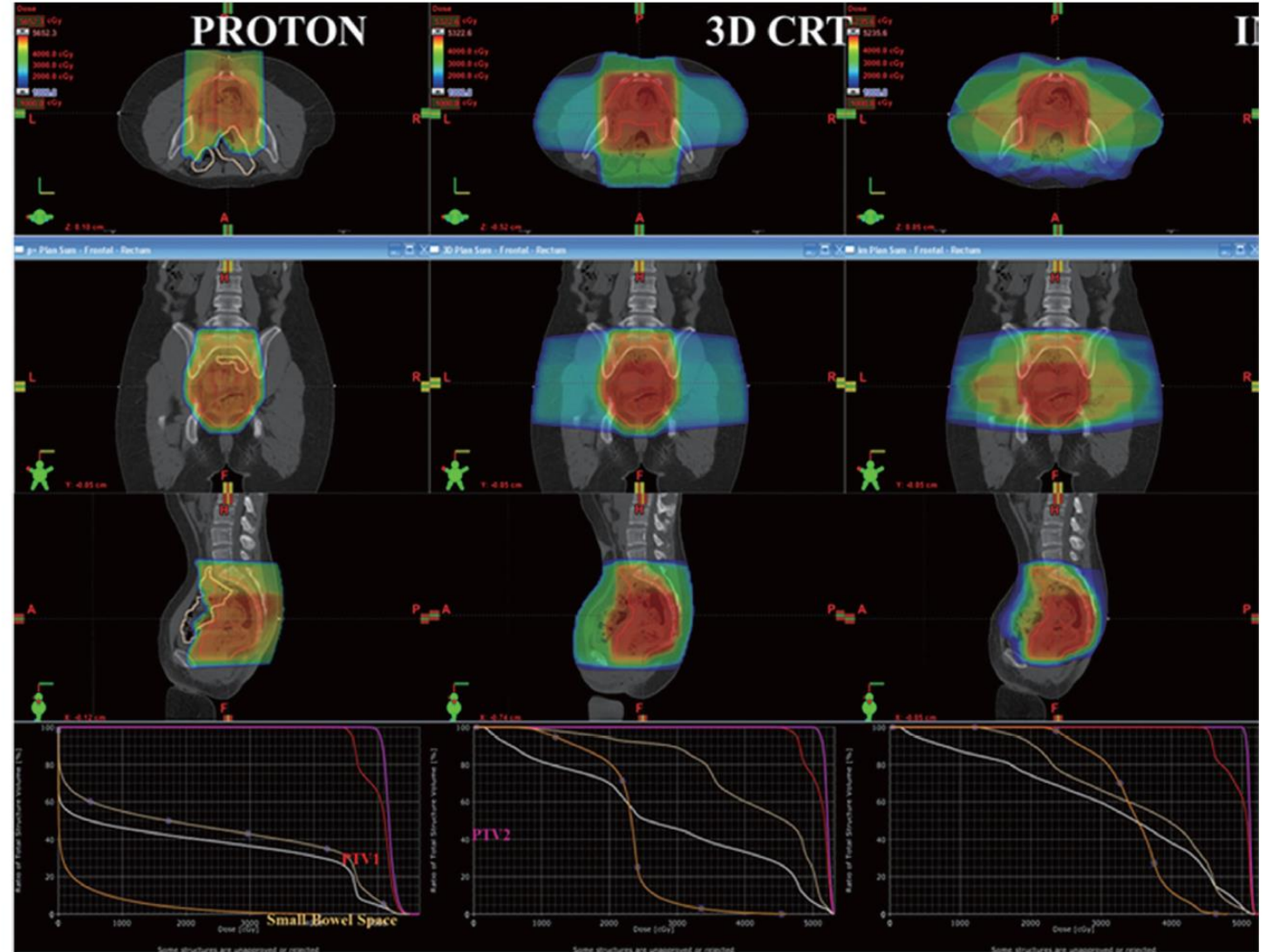


Figure 1 Colorwash dose distributions for typical proton therapy, IMRT and 3DCRT plans for a patient with resectable rectal cancer.

Rektum Kanseri

14.4.3 Proton Beam Therapy

Table 1 Median pelvic bone marrow exposure for 3DCRT versus IMRT versus proton therapy plans (range in parentheses)

	PBM V5Gy [%]	PBM V10Gy [%]	PBM V15Gy [%]	PBM V20Gy [%]
3DCRT	88 [79-100]	81 [70-100]	77 [64-99]	73 [60-95]
IMRT	88 [81-100]	82 [70-99]	76 [70-96]	67 [49-93]
PT	70 [60-95]	43 [38-63]	37 [31-58]	32 [29-55]
PT vs. 3DCRT	P=0.0156	P=0.0156	P=0.0156	P=0.0156
PT vs. IMRT	P=0.0156	P=0.0156	P=0.0156	P=0.0156

Abbreviations: 3DCRT, 3-dimensional conformal radiation therapy; IMRT, intensity-modulated radiation therapy; PBM, pelvic bone marrow; PT, proton therapy.

Table 2 Median small bowel and bladder normal-tissue exposures for each planning technique

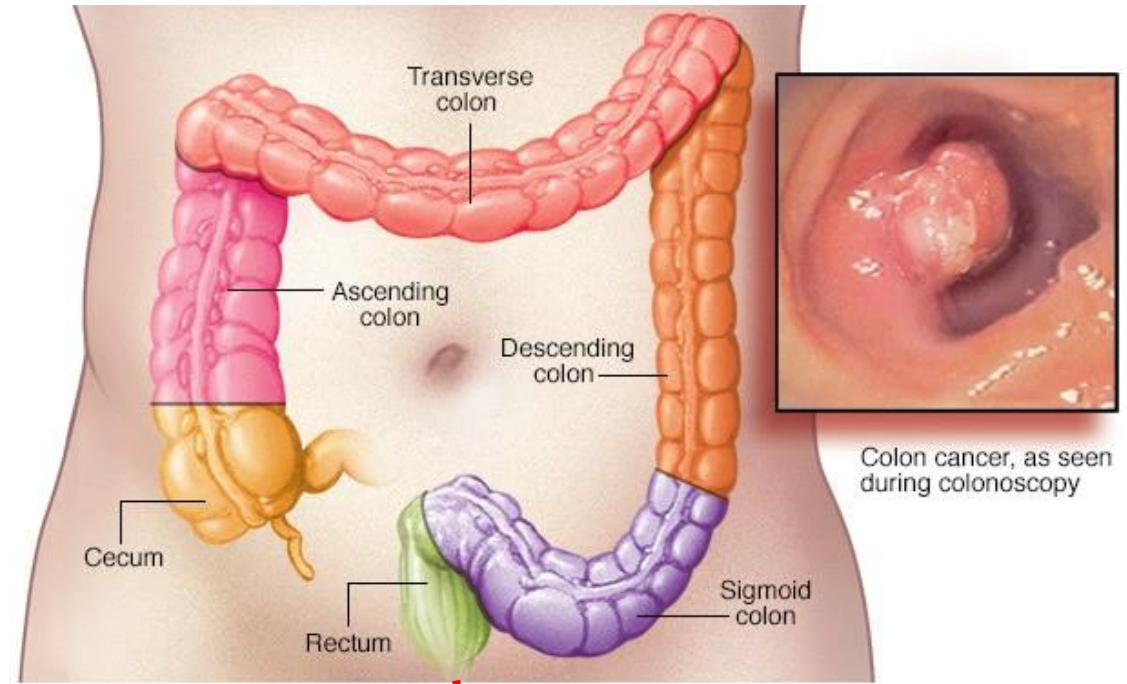
	Small bowel V10Gy (cm ³)	Small bowel V20Gy (cm ³)	Small bowel V30Gy (cm ³)	Small bowel V40Gy (cm ³)	Bladder V40Gy (%)	Bladder V50Gy (%)
3DCRT	91	55	35	27	41	19
IMRT	90	56	29	19	29	12
PT	45	39	32	22	31	13
PT vs. 3DCRT	P=0.0156	P=0.0156	P=0.0156	P=0.0156	P=0.016	P=NS
PT vs. IMRT	P=0.0156	P=0.0156	P=NS	P=NS	P=NS	P=NS

Abbreviations: 3DCRT, 3-dimensional conformal radiation therapy; IMRT, intensity-modulated radiation therapy; NS, not significant; PT, proton therapy.

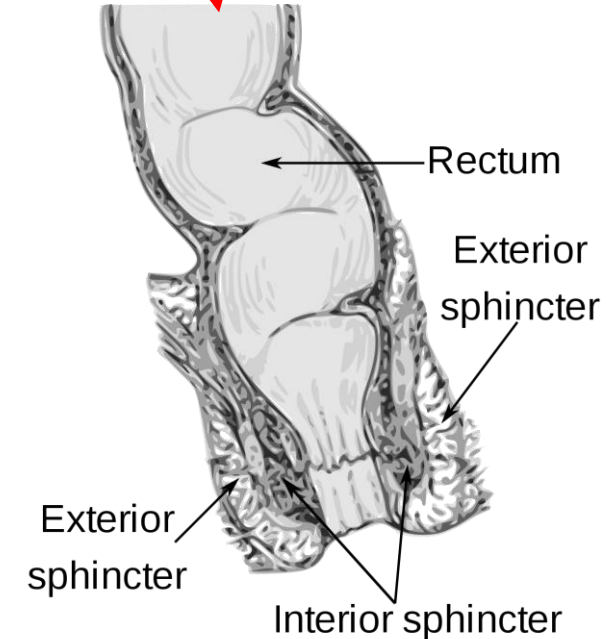
- Pelvik kemik iliği dozu açısından tüm değerlerde proton terapi diğer iki teknikten belirgin derecede düşük bulunmuş.
- Proton terapi ince barsak için tüm değerlerde ve mesane açısından da V40 değeri açısından 3DCRT'den anlamlı derecede düşük bulunmuş.
- Proton terapi aynı zamanda ince barsakta V10 ve V20 değerlerinde daha düşük bulunmuş.

Anal Kanal Kanseri

- Anal kanal kanseri nadir görülen bir hastalıktır ve tüm GI kanserlerin %1-2'si, anal-rektum kanserlerinin ise %4'ünü oluşturur.
- Batı ülkelerinde hastalığın giderek artan bir eğilimi vardır.
- ABD'de 2022 yılı için 9440 yeni vaka (3150 erkek, 6290 kadın) ve buna bağlı 1670 ölüm tahmin edilmektedir (<https://www.cancer.org/cancer/anal-cancer>).
- Anal kanal kanserinin yaygın belirti ve semptomları rektal kanama, rektografi, anal kitle ve ağrıdır.
- Eş zamanlı kemoradyoterapi ana tedavidir (Lu and Brady, 2011).



© MAYO FOUNDATION FOR MEDICAL EDUCATION AND RESEARCH, ALL RIGHTS RESERVED.



Anal Kanal Kanseri

SİMÜLASYON

- Hastalar genel olarak supin ya da prone şekilde ve kolları başın üstünde olacak şekilde pozisyonlandırılırlar.
- Alt ekstremitte sabitleyiciler kullanılarak sabitlenmelidir.
- Anal verge, perianal/dermal tutulum, üretra ve cerrahi skarların sınırlarını belirlemek için bir radyoopak işaretleyici ve radyoopak teller kullanılabilir.

Supine

- Daha iyi setup tekrarlanabilirliği sunar
- Eğer supin pozisyonda simülasyon ve tedavi yapılacaksa hasta «kurbağa bacağı» şeklinde pozisyonlandırıp kasıklardaki deri kıvrımları azaltılarak dermatit riski azaltılabilir

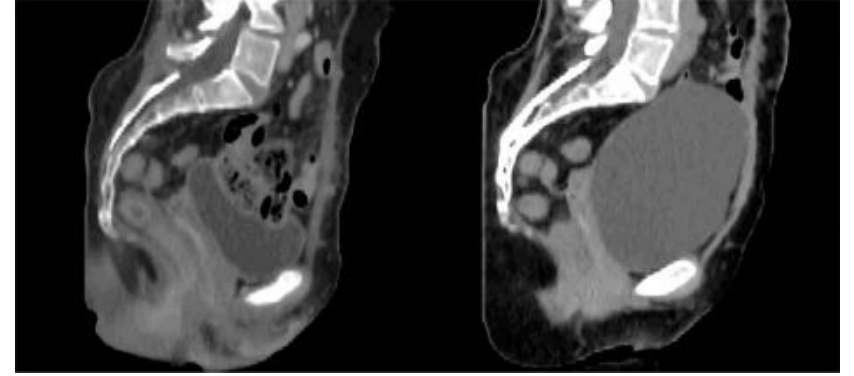
Prone

- Hastanın prone pozisyonda belly board ile yatırılması özellikle pelviste yüksek miktarda ince barsağı olan hastalarda ince barsakların radyasyon alanından uzaklaştırılmasında avantaj sağlamaktadır.
- Prone pozisyonlamanın supin pozisyonlama ile kıyaslanmasında, fraksiyonlar arasındaki setup değişkenliği daha yüksektir

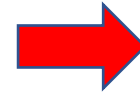
Anal Kanal Kanseri

SİMÜLASYON

- Hastalar, prostat veya jinekolojik tümörlü hastalara benzer şekilde, ince barsağın yerini değiştirmek ve dozu azaltmak için dolu bir mesane ile simüle edilebilir.



- Primer tümör anal sınırı içeriyorsa veya anal kanaldan dışarı çıkıyorsa bolus gerekebilmektedir. Perianal bölgede bolus olarak ıslak gazlı bez kullanılabilir.
- Ek olarak, yüzeysel ve büyük ölçüde tutulmuş kasık lenf düğümleri varsa, yeterli doz birikimini sağlamak için kasıkların üzerinde bolus gerekebilir.

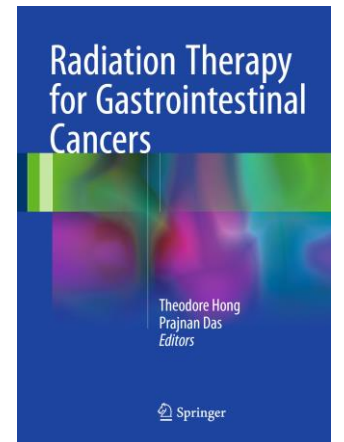


Anal Kanal Kanseri

Risk Altındaki Organ Dozları

remain under investigation. Dose constraints from RTOG 05–29 serve as a useful benchmark for DVH goals [11]. In many cases, adequate coverage of the treatment volume has to be prioritized over strict adherence to these avoidance criteria.

- (a) **Femoral heads:** Femoral head contours should include greater and lesser trochanters. V30 <50 %, V40 <35 %.
- (b) **Bladder:** V35 <50 %, V40 <35 %.
- (c) **Bowel:** Bowel should be contoured from 1 to 1.5 cm cranial to the most superior edge of the PTV down to the rectosigmoid junction. The maximum dose should be less than 50 Gy. V30 <200 cc, V35 <150 cc, V45 <20 cc.
- (d) **External genitalia/perineum:** Include the penile bulb, scrotum, penis, and overlying skin in men. For women, include the labia, clitoris, and skin/fat anterior to the pubic symphysis [22]. V30 <35 %.



Anal Kanal Kanseri

Radiotherapy and Oncology 94 (2010) 60–66

Contents lists available at ScienceDirect

Radiotherapy and Oncology

journal homepage: www.thegreenjournal.com



Treatment planning

A treatment planning study comparing helical tomotherapy with intensity-modulated radiotherapy for the treatment of anal cancer [☆]

Kurian Jones Joseph ^{a,*}, Alasdair Syme ^c, Cormac Small ^a, Heather Warkentin ^c, Harvey Quon ^a, Sunita Ghosh ^b, Colin Field ^c, Nadeem Pervez ^a, Keith Tankel ^a, Samir Patel ^a, Nawaid Usmani ^a, Diane Severin ^a, Tirath Nijjar ^a, Gino Fallone ^c, John Pedersen ^a

^aDivision of Radiation Oncology; ^bDivision of Experimental Oncology; and ^cDivision of Medical Physics, Department of Oncology, University of Alberta, Edmonton, Canada

- 16 lokal ileri anal kanserli hasta (8 erkek, 8 kadın) (T3-4, N0,M0)
- 3 mm'lik CT kesit kalınlığı
 - Supin pozisyonda
 - Mesane tam dolu
 - Kontrast yok
- PTV_{54Gy} 'e 54 Gy ve PTV_{Node} 'a 48 Gy'lik doz 30 fr'da verilmiş

Anal Kanal Kanseri

TOMO

- 2,5 cm'lik alan genişliği
- 13 hasta için pitch 0,43, büyük tedavi volümlerine sahip 3 hasta için pitch 0,86 seçilmiş (tedavi süresi bu şekilde yaklaşık 10 dakika kısalmış).
- 6 MV foton enerjisi

IMRT

- 40° aralıklı 9 alan
- 6 MV foton enerjisi

(HI) and the uniformity index (UI) [18,19]. HI is defined as the difference between D_{max} and D_{min} divided by the prescription dose, whereas UI is the quotient of D_5/D_{95} . A value of zero for HI and unity for UI indicates optimal dose homogeneity. For the OARs,

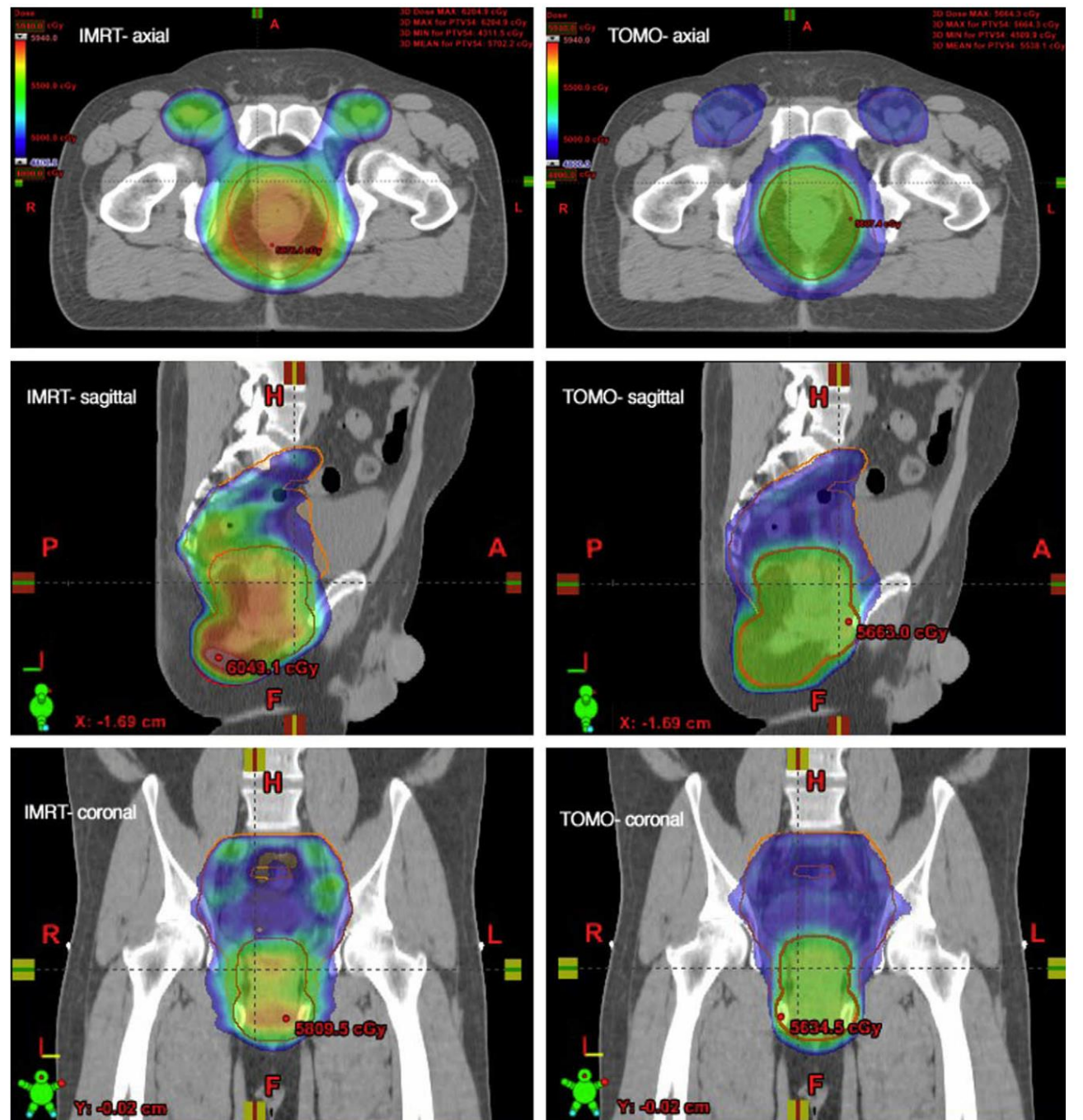


Fig. 1. Axial, sagittal and coronal slices showing the dose distribution for the PTV_{54Gy} and PTV_{Node} at the level of the center of the target for the IMRT and HT techniques.

Anal Kanal Kanseri

Table 1

Comparison of dose statistics and conformity indices for PTV₅₄ and PTV_{Node}.

PTV	Dose (Gy)	Dose statistics and conformity indices (\pm standard deviation)					
		Male			Female		
		HT	IMRT	HT vs. IMRT (<i>p</i> -value)	HT	IMRT	HT vs. IMRT (<i>p</i> -value)
PTV ₅₄	<i>D</i> _{max}	55.87(0.58)	59.17(3.24)	0.036	56.14(0.71)	59.47(0.81)	0.012
	<i>D</i> _{min}	52.91(0.36)	44.09(6.84)	0.012	52.36(0.87)	50.97(1.42)	0.028
	Median	55.18(0.37)	57.08(1.35)	0.017	55.00(0.44)	56.26(0.56)	0.012
	Mean	55.09(0.33)	56.67(1.08)	0.012	54.95(0.37)	56.23(0.45)	0.012
	HI	0.05(0.01)	0.27(0.15)	0.012	0.07(0.02)	0.15(0.03)	<0.001
	UI	1.02(0.01)	1.09(0.41)	0.016	1.03(0.01)	1.07(0.03)	0.001
PTV _{Node}	<i>D</i> _{max}	54.15(1.20)	58.85(2.24)	0.012	53.11(0.30)	55.81(0.52)	0.012
	<i>D</i> _{min}	45.49(2.07)	35.88(5.58)	0.017	44.57(1.10)	43.76(1.71)	NS
	Median	49.22(0.45)	51.35(0.66)	0.012	49.15(0.55)	51.59(0.75)	0.012
	Mean	49.34(0.66)	51.45(0.59)	0.012	49.16(0.57)	51.44(0.58)	0.012
	HI	0.18(0.041)	0.47(0.157)	0.012	0.177(0.02)	0.25(0.04)	0.012
	UI	1.06(0.035)	1.15(0.025)	0.012	1.13(0.01)	1.13(0.03)	NS

PTV, planning target volume; PTV₅₄, PTV receiving 54 Gy; PTV_{Node}, PTV receiving 48 Gy; *D*_{max}, dose to 1% of PTV; *D*_{min}, dose to 99% of PTV; HI, homogeneity index ($D_{max} - D_{min}$ /prescription dose); UI, uniformity index (D_5/D_{95}); IMRT, intensity-modulated radiotherapy; HT, helical tomotherapy; NS, not significant. *p*-Value (Wilcoxon test) ≤ 0.05 is significant. Statistical significance reported against IMRT benchmark.

- Hem erkek hem de kadın hastalarda HI ve UI açısından tomoterapi daha başarılı (kadın hastalarda PTV_{node}'un UI'i hariç)

Anal Kanal Kanseri

Dose-volume constraints for organs at risk (OARs) and comparison of the DVH parameters of the OARs for the different techniques.

Organ	Dose-volume constraints for OARs	Volume receiving specified dose (%) and above – mean (\pm standard deviation)					
		Male			Female		
		HT	IMRT	HT vs. IMRT (<i>p</i> -value)	HT	IMRT	HT vs. IMRT (<i>p</i> -value)
Peritoneal cavity	V30 Gy \leq 50%	37.28(6.97)	39.05(13.89)	NS	48.55(10.26)	56.38(11.11)	0.012
	V40 Gy \leq 35%	23.56(8.46)	24.44(11.03)	NS	32.48(13.86)	38.72(12.75)	0.025
	V50 Gy \leq 5%	1.64(2.61)	5.71(4.49)	NS	1.27(1.38)	16.03(14.57)	0.012
Ext. genitalia	V30 Gy \leq 50%	21.32(9.20)	12.16(4.36)	0.025	12.23(8.68)	18.86(12.23)	0.028
	V40 Gy \leq 35%	0.97(1.00)	5.08(4.92)	0.017	4.66(4.24)	6.38(5.82)	0.046
	V50 Gy \leq 5%	0.37(0.51)	0.87(0.88)	0.028	2.20(2.93)	1.92(2.62)	NS
Bladder	V30 Gy \leq 50%	61.75(9.44)	74.80(11.45)	0.017	76.13(11.47)	79.91(7.93)	NS
	V40 Gy \leq 35%	42.77(6.04)	35.21(8.61)	0.017	47.33(7.52)	44.10(6.95)	NS
	V50 Gy \leq 5%	2.14(3.31)	3.15(3.98)	NS	6.91(5.42)	16.01(9.13)	0.012
Femur	V30 Gy \leq 50%	51.95(2.17)	43.47(4.08)	0.012	52.09(11.86)	46.43(3.24)	NS
	V40 Gy \leq 35%	25.09(4.96)	14.99(3.28)	0.036	27.09(8.36)	22.40(4.57)	NS
	V50 Gy \leq 5%	0.01(0.02)	0.09(0.01)	NS	0.16(0.33)	0.17(0.21)	NS
Iliac crest		81.70(4.22)	72.99(6.99)	0.012	89.27(5.01)	78.19(5.96)	0.012
		56.93(7.58)	64.00(6.36)	NS	68.74(7.47)	67.30(5.65)	NS
	V30 Gy \leq 50%	42.53(5.69)	47.05(2.60)	0.05	50.00(6.61)	49.82(3.51)	NS
	V40 Gy \leq 35%	26.05(4.49)	23.77(4.80)	0.017	30.91(5.39)	25.70(8.14)	NS
	V50 Gy \leq 5%	0.45(0.68)	3.27(0.80)	0.012	1.23(2.06)	2.75(2.98)	NS
Skin	None	15.68(4.65)	14.87(7.60)	NS	33.65(6.25)	27.84(6.61)	NS
		2.87(4.73)	2.25(2.39)	NS	12.92(3.60)	6.08(3.37)	0.012
		0.96(1.27)	0.20(0.39)	NS	2.00(1.88)	1.34(0.98)	NS
		0.06(0.08)	0.01(0.04)	NS	0.32(0.60)	0.40(0.35)	NS

DVH, dose-volume histogram; IMRT, intensity-modulated radiotherapy; HT, helical tomotherapy; NS, not significant.
p-Value (Wilcoxon test) \leq 0.05 is significant. Statistical significance reported against IMRT benchmark.

Organ	Comparison of mean and median dose to OARs (\pm standard deviation)								
		Male				Female			
		Volume (cm ³)	HT	IMRT	HT vs. IMRT (<i>p</i> -value)	Volume (cm ³)	HT	IMRT	HT vs. IMRT (<i>p</i> -value)
Mean dose to OARs	Bladder	245.58	35.33(4.71)	36.67(1.79)	NS	252.72	38.72(2.12)	38.88(1.51)	NS
	Peritoneal cavity	1346.48	26.51(4.58)	25.71(6.81)	NS	1350.70	32.94(6.53)	34.37(4.34)	NS
	Ext. genitalia	284.85	18.96(3.17)	15.72(3.21)	0.017	83.00	20.89(3.55)	21.88(5.20)	NS
	Femur	168.21	32.83(1.02)	30.13(1.03)	0.017	128.17	32.37(2.45)	31.95(0.83)	NS
	Iliac crest	463.68	25.93(2.05)	24.91(4.09)	NS	402.31	29.50(2.42)	27.49(1.88)	0.036
	Skin	817.15	18.95(1.52)	9.73(4.35)	NS	677.40	18.83(1.27)	16.22(1.73)	0.017

OARs, organs at risk; IMRT, intensity-modulated radiotherapy; HT, helical tomotherapy; NS, not significant.

p-Value (Wilcoxon test) \leq 0.05 is significant. Statistical significance reported against IMRT benchmark.

The difference in the mean volumes of skin, external genitalia and femur between male and female patients was statistically significant (*p* = 0.001; *p* \leq 0.0001; *p* = 0.021,

Erkek Hastalar

- İliak kanat ve femur mean ve median dozları IMRT lehine daha düşük bulunmuş.
- Mesanenin korunması açısından tomoterapi planları daha başarılı bulunmuş.

Kadın Hastalar

- İliak kanat ve femurun korunması açısından tomoterapi planları daha başarılı bulunmuş.
- Mesanenin korunması açısından tomoterapi planları daha başarılı bulunmuş.
- Eksternal genitalyanın korunması açısından tomoterapi planları daha başarılı bulunmuş.

Anal Kanal Kanseri

Vieillot et al. *Radiation Oncology* 2010, **5**:92
<http://www.ro-journal.com/content/5/1/92>



RESEARCH

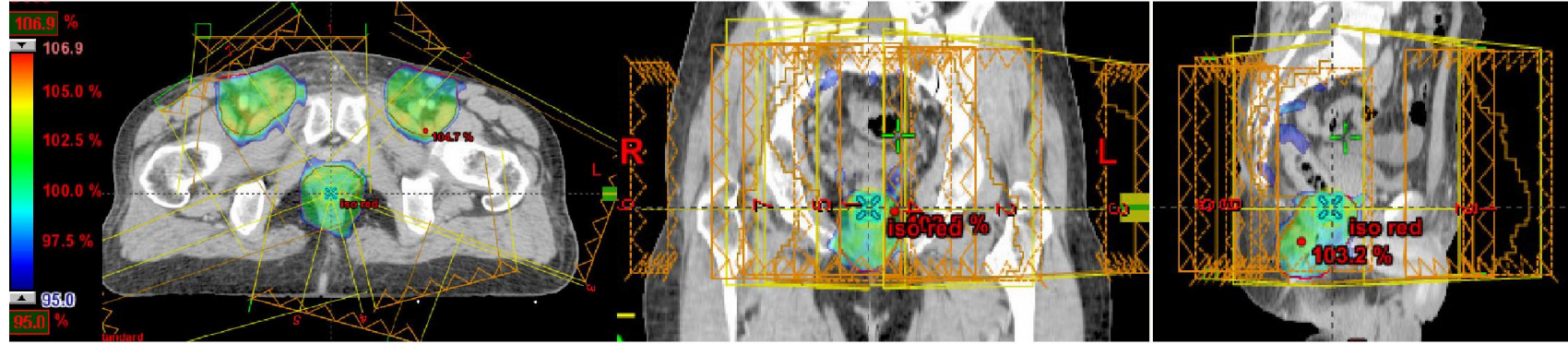
Open Access

Plan comparison of volumetric-modulated arc therapy (RapidArc) and conventional intensity-modulated radiation therapy (IMRT) in anal canal cancer

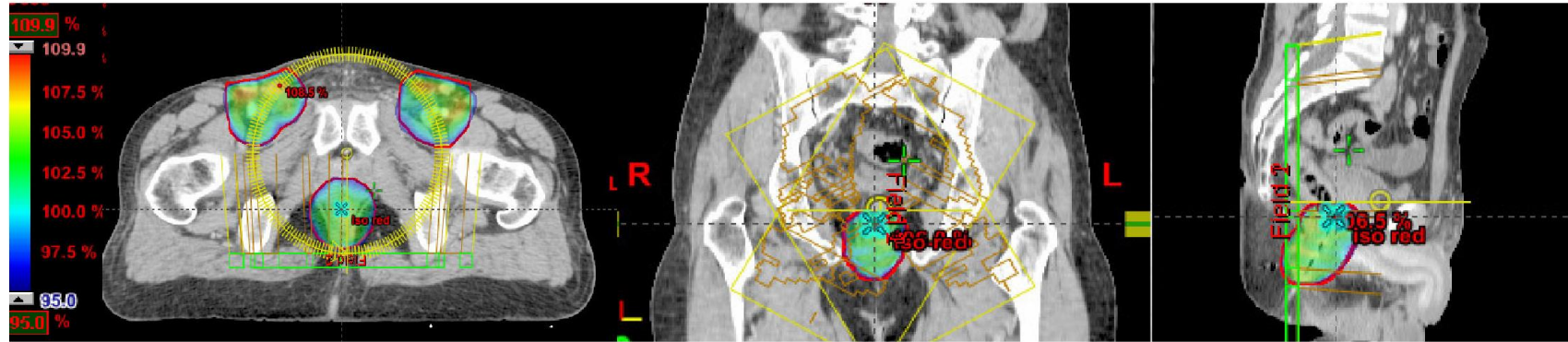
Sabine Vieillot¹, David Azria^{1*}, Claire Lemanski¹, Carmen Llacer Moscardo¹, Sophie Gourgou², Jean-Bernard Dubois¹, Norbert Aillères¹, Pascal Fenoglietto¹

- 10 lokalize anal kanal kanserli hasta (5 tanesi evre 2, 3 tanesi evre 3A, 2 tanesi evre 3B)
- Dorsal vertebranın ortasından femurun ortasına kadar olan tarama alanında 2,5 mm'lik CT kesit kalınlıkları kullanılmış.
- IMRT ve 2 tane VMAT (1 tam arc ve 2 tam arc) planları karşılaştırılmış.

Anal Kanal Kanseri



A



B

Figure 1 Dose distribution by A: Intensity Modulated Radiation Therapy (IMRT) and B: Volumetric Modulated Arc Therapy (VMAT) RapidArc*.

The degree of conformity of the plans was defined as the ratio between the volume receiving at least 95% of the prescribed dose and the volume of the PTV ($CI_{95\%}$).

The homogeneity index (HI) was expressed by $D5\% - D95\%$ (difference between the dose covering 5% and 95% of the PTV).

IMRT

- 7 co-planar alan
- 0° , 45° , 110° , 180° , 250° , 315° (6 tane açı yazılmış)
- 300 MU/dak doz hızı kullanılmış

RA1

- 1 tam arc
- 600 MU/dak doz hızı kullanılmış

RA2

- 2 tam arc
- 600 MU/dak doz hızı kullanılmış

Anal Kanal Kanseri

Table 2 Dosimetric results for PTV1 (49.5 Gy) and PTV2 (59.4 Gy)

	PLANS	IMRT	RA1	RA2
PTV1	D98%, Gy (%)	47.1 ± 0.8 (95.2)	46.6 ± 1.2 (94.2)	46.3 ± 0.9 (93.7)
	D95%, Gy (%)	47.7 ± 0.8 (96.4)	47.8 ± 1.2 (96.6)	47.4 ± 0.8 (95.8)
	D2%, Gy (%)	59.8 ± 0.7 (120)	61.6 ± 1.6 (124) ^{a,b}	60.1 ± 1.3 (121)
	HI, Gy (D5%-D95%)	11.2 ± 0.6	12.8 ± 1.1 ^a	15 ± 1.4
	CI	1.2 ± 0.1	1.2 ± 0.1	1.17 ± 0.1
	Dmean, Gy (%)	52.1 ± 1.5 (105)	53.32 ± 1.7(107)	52.2 ± 1 (105)
PTV2	D98%, Gy (%)	56.8 ± 0.13 (95.6)	57 ± 0.2 (95.9) ^{a,b}	56.8 ± 0.1 (95.6)
	D95%, Gy (%)	57.4 ± 0.3 (96.5)	57.8 ± 0.5 (97.4) ^{a,b}	57.4 ± 0.3 (96.5)
	D2%, Gy (%)	60.6 ± 0.98 (102)	62.7 ± 1.64 (105) ^{a,b}	60.8 ± 1.3 (102)
	HI, Gy (D5%-D95%)	3.0 ± 0.7	4.3 ± 1.3 ^{a,b}	3.21 ± 1.16
	CI	1.2 ± 0.21	1.8 ± 0.5 ^{a,b}	1.15 ± 0.15
	Dmean, Gy (%)	58.9 ± 0.4 (99.2)	60.3 ± 1.1 (101.6) ^a	59.2 ± 0.9 (99.7)

a if the difference with IMRT is significant.

b if the difference with RA2 is significant for RA1.

PTV: Planning Target Volume, Dx%: Dose received by x% of the volume, HI: Homogeneity Index, CI: Conformity Index, D mean: Dose mean.

- IMRT: 1646±332 MU
- RA1: %80 daha az; 330±52 MU
- RA2: 493±66 MU

- IMRT: 14 dakika
- RA1: 1,1 dakika
- RA2: 2,3 dakika

- CI ve HI değerleri için kendi aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmayan RA2 ve IMRT teknikleri ile elde edilen sonuçlar RA1'den daha başarılı olarak bulunmuş.

Anal Kanal Kanseri

Table 3 Dosimetric results for organs at risk

organs	plans	IMRT	RA1	RA2
bowel	Dmean (Gy)	30.4 ± 7.8	29.9 ± 8.4	27.8 ± 7.3
	V30% (cc)	70 ± 26.5 (343 ± 217)	70 ± 27 (343 ± 268)	61.8 ± 24.8 (314 ± 255)
	V40% (cc)	47.7 ± 29.5 (248 ± 182)	49.5 ± 23 (252 ± 203)	42.7 ± 20.8 (224 ± 118)
	V45% (cc)	35.3 ± 21 (193 ± 155)	36.4 ± 19.8 (192 ± 159)	31.5 ± 17.7 (171 ± 150)
	V49.5% (cc)	9.8 ± 15.8 (63 ± 95)	14.9 ± 15.6 (84 ± 99)	10.4 ± 11 (58 ± 82)
bladder	Dmean (Gy)	39.1 ± 4.2	38.8 ± 4.2	37.5 ± 5.4
	V30%	81.9 ± 15.1	80.4 ± 13.6	70.3 ± 19.4
	V40%	46 ± 17.3	45.6 ± 17.2	40.2 ± 17.2
	V45%	30.8 ± 17	30.1 ± 16.1	26.9 ± 15.5
genitalia	Dmean (Gy)	24.5 ± 10.9	19.4 ± 7.3	18.9 ± 6.9
	V20%	62.1 ± 33	51.3 ± 31.6	48 ± 31
	V30%	21.7 ± 22.4	11.8 ± 17.3	9 ± 15.1
		2.3 ± 6,2	1.7 ± 4.9	1.2 ± 3.6
Iliac crests	Dmean (Gy)	20.4 ± 7.2	20.6 ± 5.2	19.6 ± 4.4
	V10%	55.3 ± 15.7	60.1 ± 15.9	58.9 ± 18.2
	V20%	37.6 ± 9,2	45.25 ± 13.9	40.6 ± 10.5
Femoral heads	D mean (Gy)	27.5 ± 2.4	26.2 ± 2.2	24.6 ± 4.1
	V45%	2.2 ± 3,3	2.2 ± 2.3	1.7 ± 1.9
	Dmean (Gy)	27.2 ± 2.4	26.85 ± 2.9	24.1 ± 3.2 ^a
	V45%	0.8 ± 1	1.7 ± 1.9	1.3 ± 1.5
Healthy tissue	V5%	55.7 ± 5.4	57 ± 5.1	57.6 ± 5.1
	V10%	47 ± 5	46.7 ± 6	47.2 ± 5.7
	V20%	31.9 ± 3.9	33.4 ± 7	28.8 ± 4.8

IMRT: Intensity Modulated Radiation Therapy, Vx%: Volume receiving x% of the prescribed dose, D mean: Dose mean a the difference between RA2 and IMRT is significant.

- Her üç planlama için de hem barsak hem de mesane için elde edilen değerler benzer bulunmuş. Bununla birlikte düşük ve orta dozlarda ışınlanan mesane hacmi RA2'de IMRT'ye kıyasla daha düşük bulunmuş. Benzer şekilde barsak için de ortalama doz RA2 lehine IMRT'ye oranla daha düşük bulunmuş.
- Cilt ve genitelyada düşük ve orta dozlarda ışınlanan hacimler RA2 lehine IMRT'ye oranla daha düşük bulunmuş.

Yapay Zeka

MEDICAL PHYSICS

The International Journal of Medical Physics Research and Practice

Complete abdomen and pelvis segmentation using U-net variant architecture

Alexander D. Weston*

Health Sciences Research, Mayo Clinic, 4500 San Pablo Road S, Jacksonville, FL 32250, USA

Panagiotis Korfiatis*, Kenneth A. Philbrick, Gian Marco Conte, Petro Kostandy, Thomas Sakinis,¹ Atefeh Zeinoddini, Arunnit Boonrod,² Michael Moynagh, Naoki Takahashi, and Bradley J. Erickson^{a)†}

Department of Radiology, Mayo Clinic, 200 First St SW, Rochester, MN 55905, USA

(Received 26 February 2020; revised 14 July 2020; accepted for publication 22 July 2020; published 7 October 2020)

Med. Phys. 47 (11), November 2020 0094-2405/2020/47(11)/5609/10 © 2020 American Association of Physicists in Medicine

Yapay Zeka

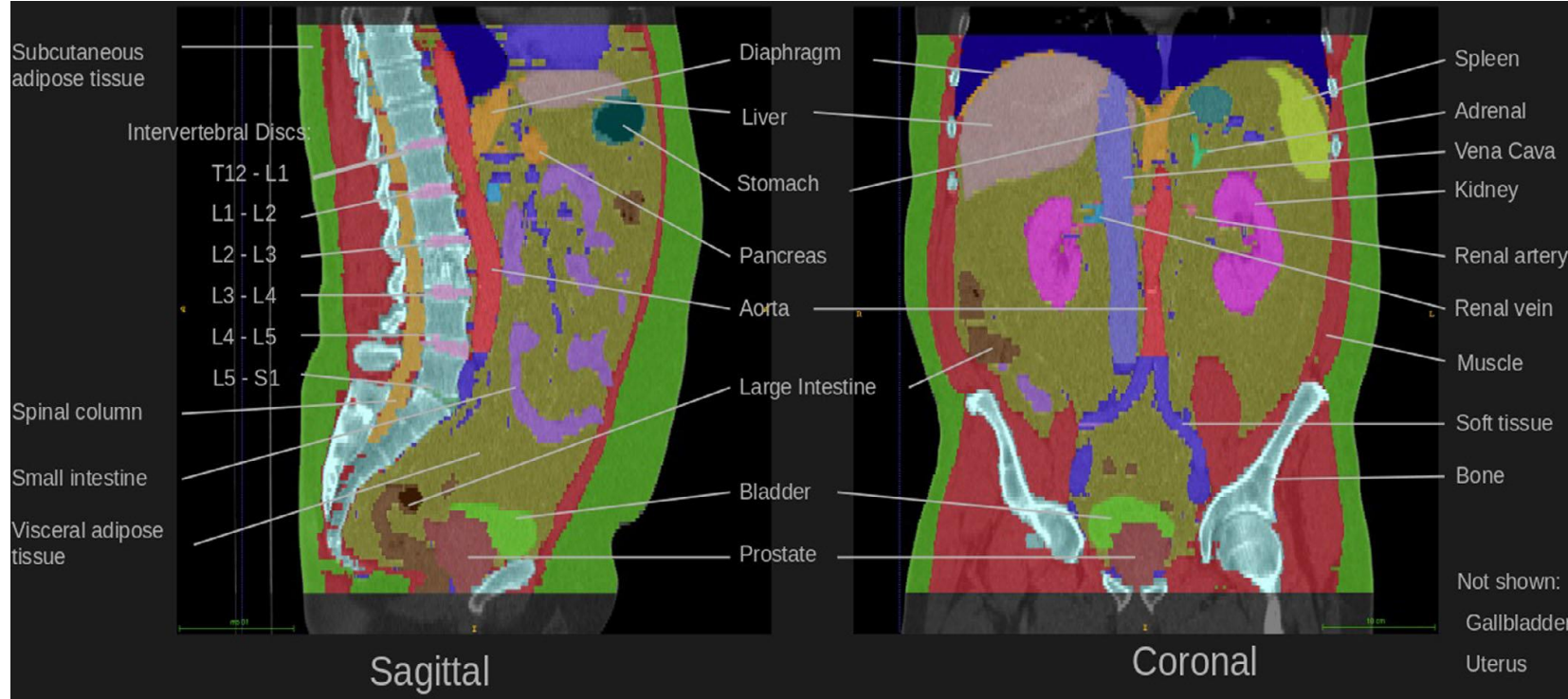


FIG. 1. Sagittal and coronal view of one abdominal computed tomography exam, manually segmented from a machine-generated prior segmentation. For clarity, no distinction is made between left and right structures, although these were differentiated in the training dataset.

- 66 CT data seti (64 Hasta) eğitim ve validasyon için kullanılmış.
- 18 CT data seti (16 hasta) test için kullanılmış
- 52 hasta erkek (%65), 28 hasta kadın (%35)
- CT data setleri renal-cell karsinomlu hastalardan elde edilmiş.
- Toplam 34 yapı çalışılmış.
- Referans segmentasyon 10 araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiş ve abdominal segmentasyon konusunda deneyimli 4 doktor tarafından da kontrol edilip düzeltilmiş.

Yapay Zeka

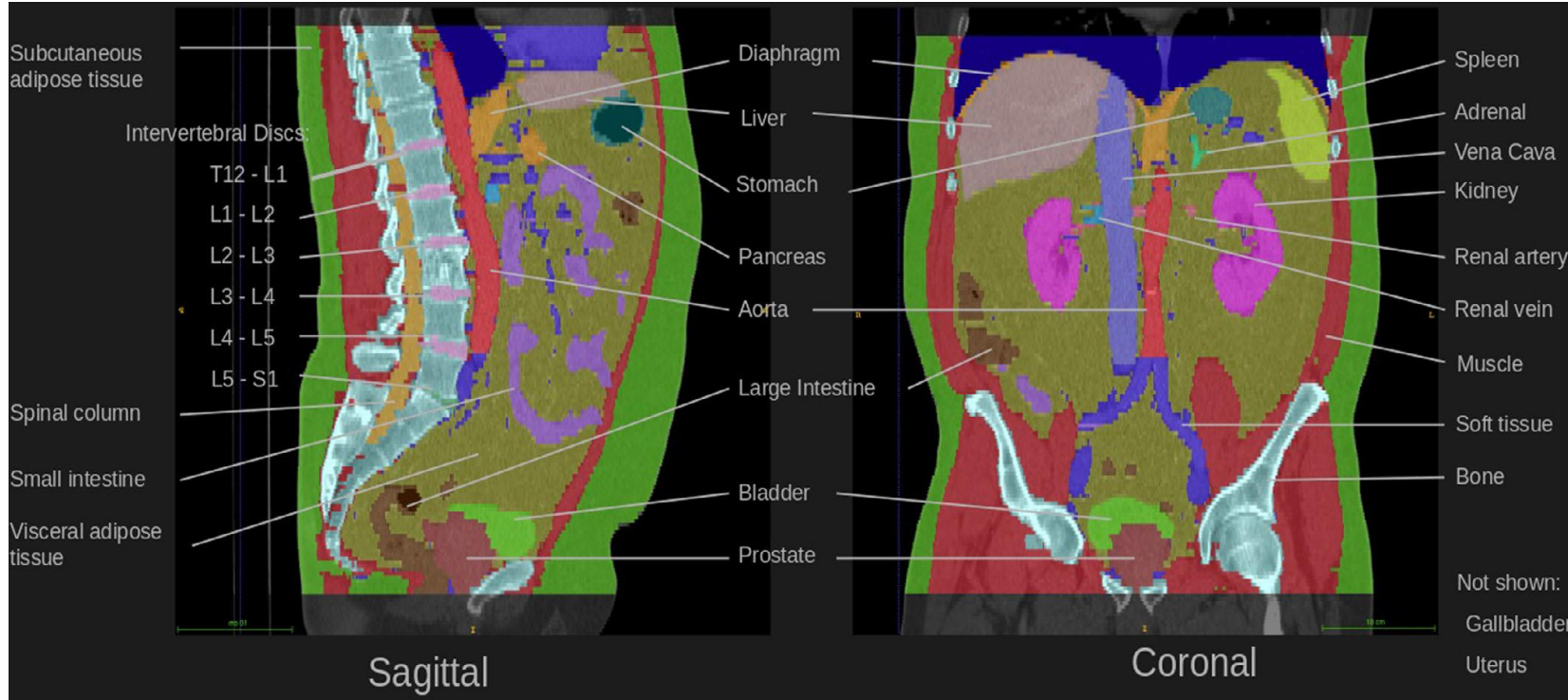


FIG. 1. Sagittal and coronal view of one abdominal computed tomography exam, manually segmented from a machine-generated prior segmentation. For clarity, no distinction is made between left and right structures, although these were differentiated in the training dataset.

- Süreci hızlandırmak için yumuşak doku, kas, yağ ve kemik segmentasyonları daha önceden geliştirilmiş bir model yardımıyla oluşturulmuş ve sonrasında araştırmacılar tarafından kontrol edilip düzeltilmiş.
- Basit segmentasyon araçları da (örneğin: thresholding gibi) kullanılmış.
- Kesit kalınlığı 3 mm'den küçük durumlarda 1 ya da 2 kesit atlayarak segmentasyon yapıp, ara boşluklar interpolate edilmiş ve sonrasında araştırmacılar tarafından kontrol edilip düzeltilmiş.

Yapay Zeka

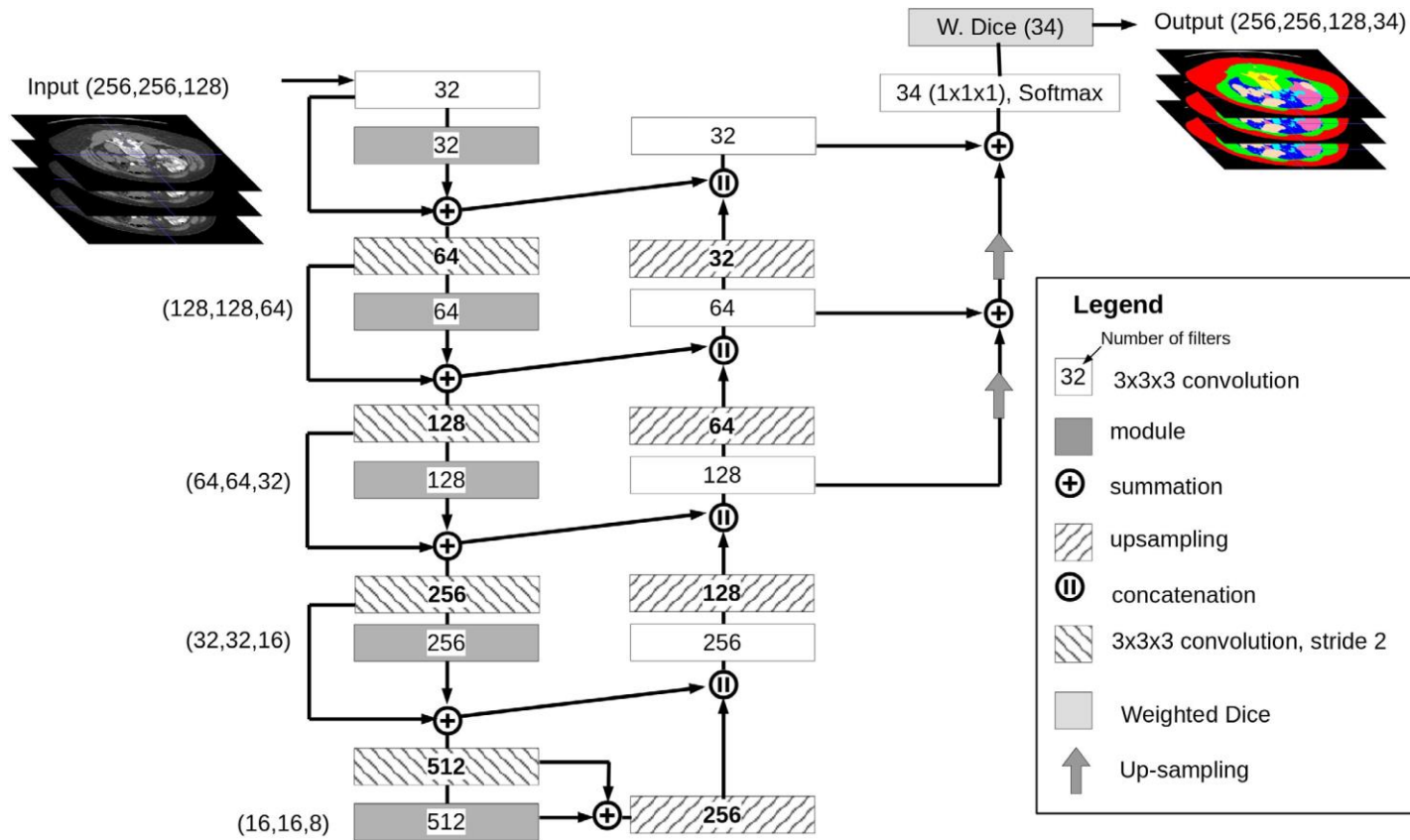


FIG. 2. Schematic of adapted three-dimensional U-Net architecture. [Color figure can be viewed at wileyonlinelibrary.com]

- Çalışmada 3D U-Net mimarisinin bir varyasyonu kullanılmış.

predicted segmentation Y_P and the reference segmentation Y_R is defined as $\text{Dice}(Y_P, Y_R) = \frac{2 * |Y_P \cap Y_R|}{|Y_P| + |Y_R|}$.

The Jaccard coefficient between the predicted segmentation Y_P and the reference segmentation Y_R is defined as $\text{Jaccard}(Y_P, Y_R) = \frac{|Y_P \cap Y_R|}{|Y_P \cup Y_R|}$.

The true-positive fraction for a predicted segmentation is defined as $\text{TPF}(Y_P, Y_R) = \frac{|Y_P \cap Y_R|}{|Y_R|}$.

The false-positive fraction for a predicted segmentation Y_P with respect to the reference segmentation Y_R is defined as $\text{FPF}(Y_P, Y_R) = \frac{|Y_P - |Y_P \cap Y_R||}{|Y_R|}$. For this task, the false-positive fraction is normalized to the voxel count of the reference segmentation because of the high number of negative (e.g., background) voxels.

We also report average volume of the organ predicted by the model, as well as the percent error in volume with respect to the reference segmentation.

Yapay Zeka

TABLE I. Model performance on 18 test volumes.

Name	Dice	Jaccard	TPF	FPF	Volume (cm ³)	Volume error (%)
Adrenals ^a	0.690 (0.067)	0.531 (0.074)	0.722 (0.102)	0.327 (0.082)	5.0 (2.0)	16 (10)
Aorta	0.884 (0.039)	0.794 (0.060)	0.917 (0.039)	0.142 (0.065)	90.9 (23.5)	8 (8)
Bladder	0.850 (0.081)	0.747 (0.117)	0.857 (0.068)	0.146 (0.125)	163.1 (92.7)	12 (12)
Bone	0.886 (0.012)	0.796 (0.019)	0.892 (0.017)	0.117 (0.023)	1821.8 (550.1)	2 (2)
Colon	0.796 (0.059)	0.666 (0.081)	0.817 (0.080)	0.216 (0.073)	717.4 (256.2)	10 (10)
Diaphragm	0.644 (0.065)	0.478 (0.067)	0.662 (0.066)	0.369 (0.081)	148.5 (54.6)	9 (8)
Gallbladder	0.843 (0.049)	0.732 (0.070)	0.845 (0.036)	0.153 (0.084)	33.5 (13.0)	8 (6)
IV discs ^a	0.644 (0.154)	0.491 (0.143)	0.688 (0.198)	0.360 (0.172)	8.4 (6.3)	28 (24)
IVC	0.830 (0.066)	0.714 (0.089)	0.837 (0.105)	0.166 (0.062)	93.4 (27.5)	11 (12)
Kidneys ^a	0.932 (0.012)	0.874 (0.022)	0.949 (0.013)	0.083 (0.025)	225.5 (50.7)	3 (3)
Liver	0.948 (0.010)	0.902 (0.019)	0.955 (0.012)	0.057 (0.017)	1866.2 (344.6)	2 (1)
Muscle	0.909 (0.008)	0.833 (0.014)	0.920 (0.009)	0.101 (0.020)	8111.8 (2534.0)	3 (2)
Pancreas	0.790 (0.050)	0.656 (0.067)	0.766 (0.081)	0.176 (0.053)	86.6 (19.7)	11 (9)
Prostate	0.776 (0.105)	0.645 (0.132)	0.774 (0.182)	0.191 (0.087)	50.5 (23.7)	21 (19)
Renal arteries ^a	0.507 (0.104)	0.346 (0.093)	0.495 (0.154)	0.436 (0.124)	1.9 (0.9)	34 (25)
Renal veins ^a	0.669 (0.087)	0.509 (0.098)	0.711 (0.122)	0.346 (0.118)	7.2 (4.2)	21 (17)
SAT	0.945 (0.011)	0.896 (0.019)	0.952 (0.009)	0.061 (0.020)	10581.8 (4906.7)	2 (1)
Small intestine	0.814 (0.050)	0.689 (0.067)	0.826 (0.058)	0.195 (0.060)	1023.4 (388.8)	6 (4)
Spinal column	0.848 (0.024)	0.737 (0.037)	0.867 (0.049)	0.166 (0.040)	55.1 (11.8)	8 (5)
Spleen	0.932 (0.021)	0.873 (0.037)	0.941 (0.018)	0.076 (0.030)	273.3 (136.3)	2 (2)
Stomach	0.866 (0.059)	0.768 (0.085)	0.886 (0.042)	0.148 (0.090)	344.1 (247.4)	8 (7)
Uterus	0.634 (0.237)	0.496 (0.250)	0.634 (0.217)	0.305 (0.301)	68.9 (91.7)	40 (30)
VAT	0.892 (0.040)	0.808 (0.062)	0.890 (0.030)	0.103 (0.057)	5484.2 (2506.1)	3 (4)

Results of prediction compared to semiautomated human reference segmentation on 18 test cases. Values represent mean (standard deviation). IVC, inferior vena cava, IV Disks, intervertebral discs; SAT, subcutaneous adipose tissue; VAT, visceral adipose tissue. Metrics reported on downsampled volume.

^aValues represent the average of multiple structures.

- Dice skoru açısından en iyi performans karaciğerde (0,95), en kötü performans ise sağ ve sol renal arterde elde edilmiş (0,51).
- Organ hacimleri arasındaki fark hatasında en düşük değer karaciğer için (%2), en yüksek değer uterus için (%40) elde edilmiş.
- Volüm hataları genel olarak küçük hacimli yapılar için daha yüksek bulunmuş.
- Bazı yapılarda sonuçların kötü çıkmasının bir sebebi (örn: Uterus, prostat gibi) tüm data setlerinde bu yapıların olmaması olarak yorumlanmış.

Yapay Zeka

- Yapılan model, rapor edilen 19 organın sekizinde %5 ve 19 organın 13'ünde %10 insan segmentasyonuna kıyasla doğruluk içinde bulunmuş (Dice'a göre).
- Model performansı ile insan performansı arasındaki en büyük farklılık (Dice'a göre) adrenal bezlerde (makine: 0,69, insan: 0,80), böbrek damarlarında (model: 0,67, insan: 0,79), midede (model: 0,87, insan: 0,97), ince bağırsakta (model: 0,71, insan: 0,95) ve kolonda (model: 0,80, insan: 0,96).

TABLE II. Comparison of model to human performance

Organ	Model	Semiautomated human	Manual human
Kidneys ^a	0.932 (0.012)	0.979 (0.018)	0.975 (0.008)
Bladder	0.850 (0.081)	0.975 (0.011)	0.972 (0.015)
Liver	0.948 (0.010)	0.975 (0.007)	0.980 (0.007)
Spleen	0.932 (0.021)	0.969 (0.011)	0.980 (0.009)
Stomach	0.866 (0.059)	0.965 (0.015)	–
Colon	0.796 (0.059)	0.956 (0.024)	–
Small intestine	0.814 (0.050)	0.950 (0.018)	–
Aorta	0.884 (0.039)	0.924 (0.033)	–
Gallbladder	0.843 (0.049)	0.920 (0.039)	–
Spinal cord	0.848 (0.024)	0.881 (0.030)	–
IVC	0.830 (0.066)	0.869 (0.041)	–
IV Discs ^a	0.644 (0.154)	0.863 (0.103)	–
Prostate	0.776 (0.105)	0.831 (0.076)	–
Adrenals ^a	0.690 (0.067)	0.804 (0.126)	0.810 (0.094)
Renal veins ^a	0.669 (0.087)	0.792 (0.090)	–
Pancreas	0.790 (0.050)	0.754 (0.091)	0.909 (0.045)
Diaphragm	0.644 (0.065)	0.696 (0.068)	–
Renal arteries ^a	0.507 (0.104)	0.549 (0.240)	–
Uterus	0.634 (0.237)	–	–

Average Dice similarity coefficients of model (vs semiautomated human reference), semiautomated human (vs STAPLE-combined semiautomated human reference), and manual human (vs STAPLE-combined manual human reference). Values represent mean (standard deviation).

^aValues represent the average of multiple structures.

Yapay Zeka

- Model doğruluğu, literatürde bulunan çoklu organ segmentasyonlarının yapıldığı çalışmalar ile karşılaştırılmış (Dice açısından).
- Tek bir organın çalışıldığı (çoklu organ segmentasyonun yapılmadığı) çalışmalardan elde edilen tüm sonuçlar modelden daha iyi bulunmuş.
- Modelin doğruluğu, 19 organdan 2' sinde literatürdeki çalışmalardan daha başarılı bulunmuş.
- Model, 19 organın 6'sında literatürdeki en iyi değerden %5'lik limit içerisinde kalacak şekilde kötü bulunmuş.

TABLE III. Comparison of model to several top-performing models in the literature.

Organ	Model	Zhou ^b	Gibson ^c	Roth ^d	Individual models
Liver	0.95	0.96	0.95	0.97	0.97 ^e
Spleen	0.93	0.96	0.95	0.97	–
Kidneys ^a	0.93	0.96	0.93	–	–
Aorta	0.88	0.92	–	–	–
Stomach	0.87	0.93	0.87	0.96	–
Bladder	0.85	–	–	–	0.94 ^f
Spinal column	0.85	–	–	–	0.87 ^g
Gallbladder	0.84	0.88	0.73	0.84	–
IVC	0.83	0.83	–	–	–
Small intestine	0.81	0.79	0.63 ^c	–	–
Large intestine	0.80	0.81	–	–	–
Pancreas	0.79	0.82	0.75	0.87	0.90 ^h
Prostate	0.78	–	–	–	0.89 ^f
Adrenals ^a	0.69	0.36	–	–	–
Renal veins ^a	0.67	0.70 ^b	–	0.79	–
IV discs ^a	0.65	–	–	–	0.92 ⁱ

^aValues represent the average of multiple structures.

^bZhou et al. [3], report metrics for nonspecific veins which we have compared to renal veins

^cGibson et al. [4] reports metrics for duodenum which we have compared to small intestine.

^dRoth et al. [5].

^eResults taken from the best-performing model to-date on the LiTS Challenge, *mastermind*.

^fWang et al. [10].

^gIbramigov et al. [2].

^hRoth et al. [5].

ⁱZheng et al. [16].

Yapay Zeka

- Genel olarak, çoğu organ için doğru-pozitif hata (true-positive error) ve yanlış-pozitif hata (false-positive error) benzer özellikte bulunmuş.
- Bu durum, modelin belirli organları tutarlı bir şekilde ne aşırı segmentlere ne de alt segmentlere ayırmamış olduğunu göstermektedir.

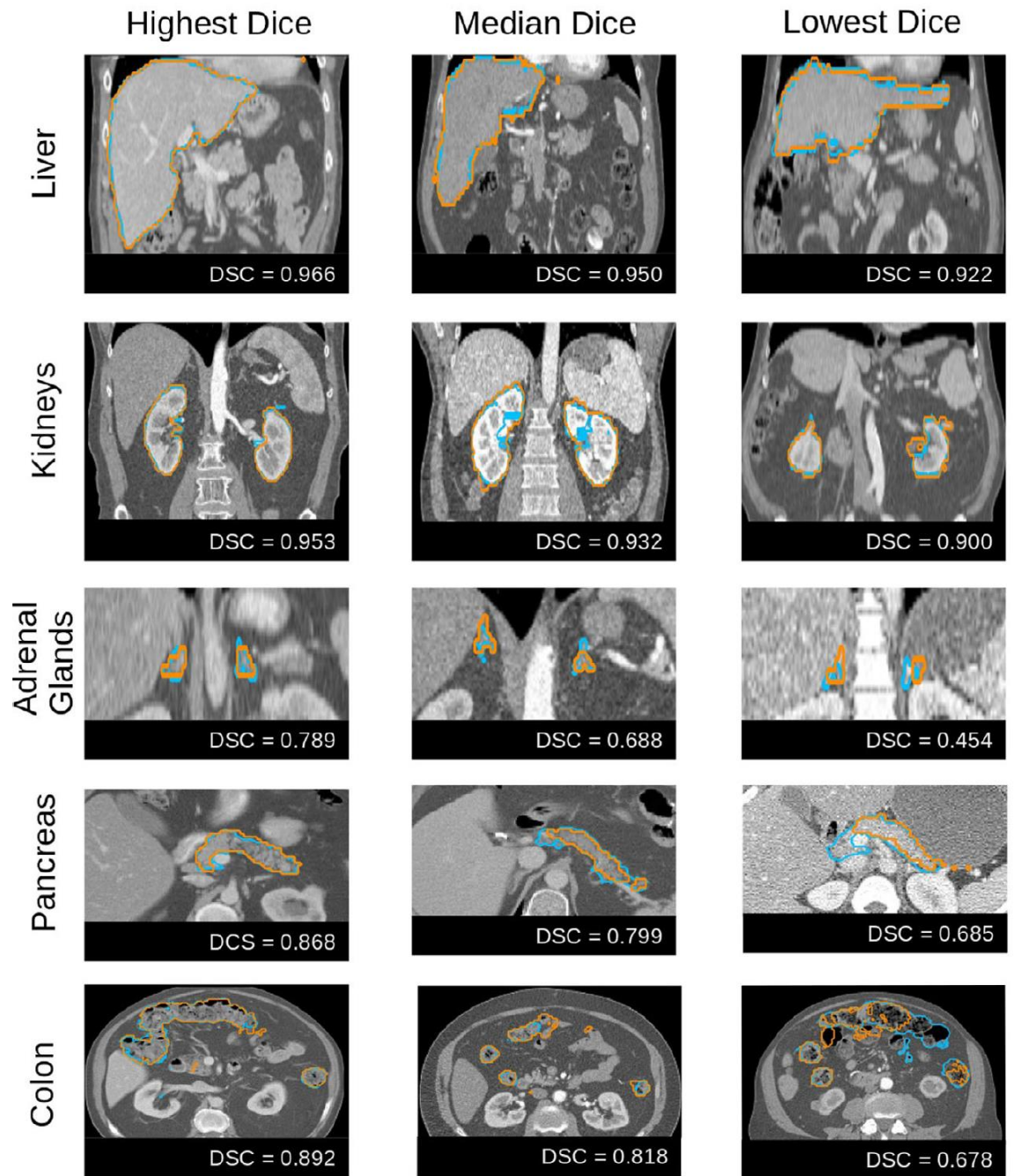


FIG. 4. Representative segmentations of five organs taken from the test set. Model performance is in orange; human semiautomated reference in cyan. The Dice score (DSC) is also displayed.

Yapay Zeka

La radiologia medica (2022) 127:100–107
<https://doi.org/10.1007/s11547-021-01422-z>



RADIOTHERAPY



Radiomic analysis to predict local response in locally advanced pancreatic cancer treated with stereotactic body radiation therapy

Fabiana Gregucci¹ · Alba Fiorentino¹ · Rosario Mazzola² · Francesco Ricchetti² · Ilaria Bonaparte¹ · Alessia Surgo¹ ·
Vanessa Figlia² · Roberta Carbonara¹ · Morena Caliandro¹ · Maria Paola Ciliberti¹ · Ruggero Ruggieri² ·
Filippo Alongi^{2,3}

Received: 16 March 2021 / Accepted: 14 October 2021 / Published online: 1 November 2021
© Italian Society of Medical Radiology 2021

Yapay Zeka

- Yapılan bu çalışmada, pankreas kanserli ve SBRT tedavisi almış hastaların retrospektif bir kohortunda, kontrastlı BT görüntüsüne dayalı radyomik analiz ile lokal yanıtı (LR) tahmin etmeye çalışılmış ve bu çalışmanın ilk amacıdır. Çalışmanın ikinci amacı ise uzun süreli takipte progresyonsuz sağkalımı (PFS) ve genel sağkalımı (OS) değerlendirmektir.



Yapay Zeka

- Lokal ileri pankreas kanserli ve SBRT tedavisi almış 37 hasta datası kullanılmış.
- RT öncesi hedef ve riskli organların daha iyi görüntülenebilmesi amacıyla hem kontrastlı hem de kontrastsız CT çekimleri gerçekleştirilmiş.
- Görüntülerin elde edilmesinde standardizasyonun sağlanabilmesi için hastaların aynı CT cihazında, benzer şartlarda ve aynı CT protokolünde CT'leri çekilmiş.
- 3 mm'lik CT kesit kalınlığı kullanılmış.
- Mide ve duodenum dozlarındaki kısıtlamalar nedeniyle 2 farklı doz/fraksiyon stratejisi izlenmiş;
 - 42 Gy ya da 45 Gy/ 6 Fraksiyon (BED10 >70Gy)
 - 36 Gy/ 6 Fraksiyon (BED10: 57,6 Gy)

Yapay Zeka

- Çalışmada 2 klinik değişken (BED ve CTV hacmi) ve 27 Radyomik özellik incelenmiş.
- Radyomik özellikler 4 ana grupta toplanmış:
 - Intensity Histogram (HI): 9 Radyomik (Energy, Entropy, MaxValue, MeanValue, MinValue, StdValue, Uniformity, Kurtosis, Variance)
 - Gray Level Cooccurrence Matrix (GLCM): 8 Radyomik (Contrast, Correlation, Dissimilarity, Energy, Entropy, Homogeneity, InverseDiffNorm, Variance)
 - Neighbor Intensity Difference (NID): 4 Radyomik (Busyness, Coarseness, Complexity, Contrast)
 - Shape (S): 6 Radyomik (Compactness, Convex, Mass, Roundness, Sphericity, SurfaceArea)
- Tüm kesitlerde VOI görünür tümör olacak şekilde Varian TPS'de genç bir radyasyon onkoloğu tarafından manuel olarak girilmiş.
- Sonrasında deneyimli bir radyasyon onkoloğu tarafından konturlar kontrol edilmiş.

Yapay Zeka

İSTATİSTİKSEL ANALİZ

- Yanıt değişkenleri: Lokal Yanıt, Progresyonsuz Sağ Kalım ve Genel Sağ Kalım
- Klinik ve radyomik değişkenlerin tek değişkenli analizi, oranlar için görelı %95 güven aralıkları (%95 CI) ile kalitatif değişkenler için mutlak ve bağlı frekansların hesaplanması uygulanarak gerçekleştirilmiş.
- Nicel değişkenler için dağılım, ortalamalar ve medyanlar için görelı %95 CI ile uygun merkezilik ve değişkenlik endeksleriyle değerlendirilmiş.
- Nicel değişkenlerde aynı zamanda normal dağılımı değerlendirmek için Shapiro-Wilk testi kullanılmış.

Yapay Zeka

İSTATİSTİKSEL ANALİZ

- Lokal yanıt değişkeni sonucuna dayalı olarak, örnek iki bağımsız gruba ayrılmış ve normal dağılıma sahip olmayan nicel değişkenler için Mann-Whitney testi ve normal dağılıma sahip olanlar için Student's t testi kullanılarak medyan ya da ortalamadaki farklılıkları değerlendirmek için iki değişkenli bir analiz yapılmış.
- Nitel değişkenlerin orantısal farklılıklarını test etmek için Ki-kare testi kullanılmış.
- Değişken sonuç ve değişken yanıt arasındaki korelasyonu değerlendirmek için tek değişkenli bir lojistik regresyon analizi yapılmış ve ardından tek değişkenli analizdeki anlamlı değişkenler çok değişkenli regresyon modelinde dikkate alınmış.
- Progresyonsuz Sağ Kalım ve Genel Sağ Kalımı değerlendirmek için Kaplan-Meier yöntemi kullanılmış.

Yapay Zeka

SONUÇLAR

- Medyan 30,6 cc'lik hacme sahip olan CTV hacmi asimetrik bir dağılım göstermiş (22,8-38,4cc (%95CI), IQR 23,3 cc)
- Hastaların %49'u BED<70Gy, %51'i BED>70Gy olacak şekilde tedavi edilmiş.
- Lokal yanıt açısından 16 vakada (%43) yanıt gözlenmemiş, 21 vakada (%57) yanıt gözlenmiş.
- Sistemik hastalık progresyonu açısından 17 vakada (%46) progresyon gözlemlenmemişken, 20 vakada (%54) progresyon gözlenmiş.

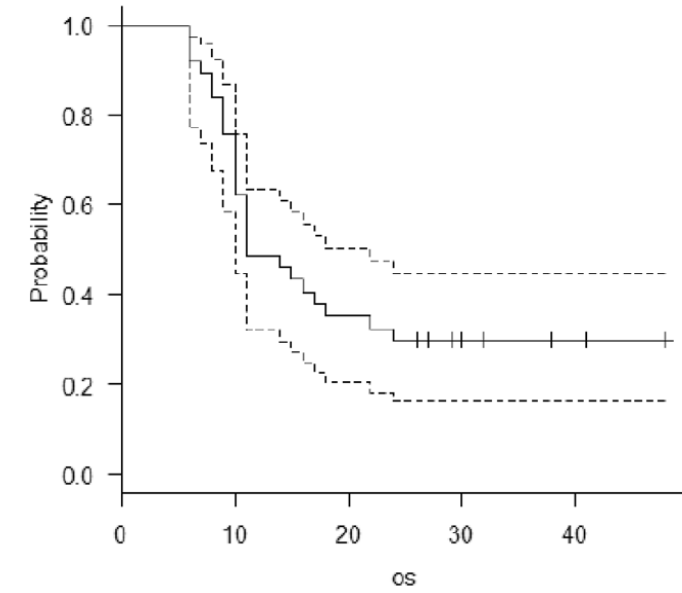
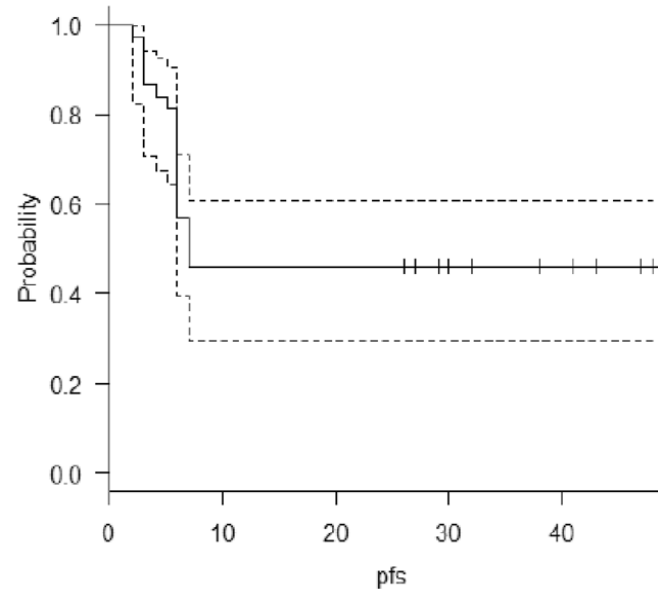
Radiomic variable name	Mean (SD) or median (IQR)	Shapiro–Wilk normality test	95%CI
<i>IH_Energy</i>	14e9 (IQR 17e9)	$P < 0.05$	8e9-20e9
<i>IH_Entropy</i>	3.26 (SD 0.48)	$P > 0.05$	3.1–3.42
<i>IH_Min</i>	885 (IQR 41)	$P < 0.05$	871–899
<i>IH_Mean</i>	1062 (IQR 20.5)	$P < 0.05$	1055–1069
<i>IH_Max</i>	1267 (IQR 253)	$P < 0.05$	1183–1351
<i>IH_StdValue</i>	44.08 (SD 16.94)	$P > 0.05$	38.4–49.7
<i>IH_Uniformity</i>	0.12 (IQR 0.07)	$P < 0.05$	0.097–0.143
<i>IH_Kurtosis</i>	4.4 (IQR 6.38)	$P < 0.05$	2.27–6.53
<i>IH_Variance</i>	1792 (IQR 1858)	$P < 0.05$	1172–2411
<i>GLCM25_Contrast</i>	1.74 (IQR 0.93)	$P < 0.05$	1.43–2.05
<i>GLCM25_Correlation</i>	0.78 (IQR 0.12)	$P < 0.05$	0.74–0.82
<i>GLCM25_Dissimilarity</i>	0.92 (SD 0.24)	$P > 0.05$	0.84–1
<i>GLCM25_Energy</i>	0.044 (IQR 0.003)	$P < 0.05$	0.043–0.045
<i>GLCM25_Entropy</i>	5.01 (SD 0.78)	$P > 0.05$	4.75–5.27
<i>GLCM25_Homogeneity</i>	0.62 (IQR 0.09)	$P < 0.05$	0.59–0.65
<i>GLCM25_InverseDiffNorm</i>	0.99 (SD 0.002)	$P > 0.05$	0.989–0.991
<i>GLCM25_Variance</i>	13.92 (IQR 13.44)	$P < 0.05$	9.44–18.40
<i>NID25_Busyness</i>	4.53e-4 (IQR 2.1e-4)	$P < 0.05$	0–0.001
<i>NID25_Coarseness</i>	0.068 (IQR 0.035)	$P < 0.05$	0.05–0.08
<i>NID25_Complexity</i>	54,226 (IQR 52,693)	$P < 0.05$	36,657–71,795
<i>NID25_Contrast</i>	87.36 (SD 45.49)	$P > 0.05$	72.2–102.5
<i>S_Compactness</i>	1.18 (SD 0.45)	$P > 0.05$	1.03–1.33
<i>S_Convex</i>	0.95 (IQR 0.04)	$P < 0.05$	0.93–0.96
<i>S_Mass</i>	36 (IQR 42)	$P < 0.05$	22–50
<i>S_Roundness</i>	0.37 (SD 0.1)	$P > 0.05$	0.3–0.4
<i>S_Sphericity</i>	0.77 (SD 0.09)	$P > 0.05$	0.74–0.8
<i>S_SurfaceArea</i>	64.85 (IQR 57.14)	$P < 0.05$	45.8–83.9

Abbreviations: SD: standard deviation; IQR: interquartile range

Yapay Zeka

SONUÇLAR

Fig. 1 Kaplan-Mayer curves with CI95% for PFS and OS



- 30 aylık medyan takipte (25-56 ay);
 - 11 hasta hayatta (%30)
 - 26 hasta ölmüş (%70)

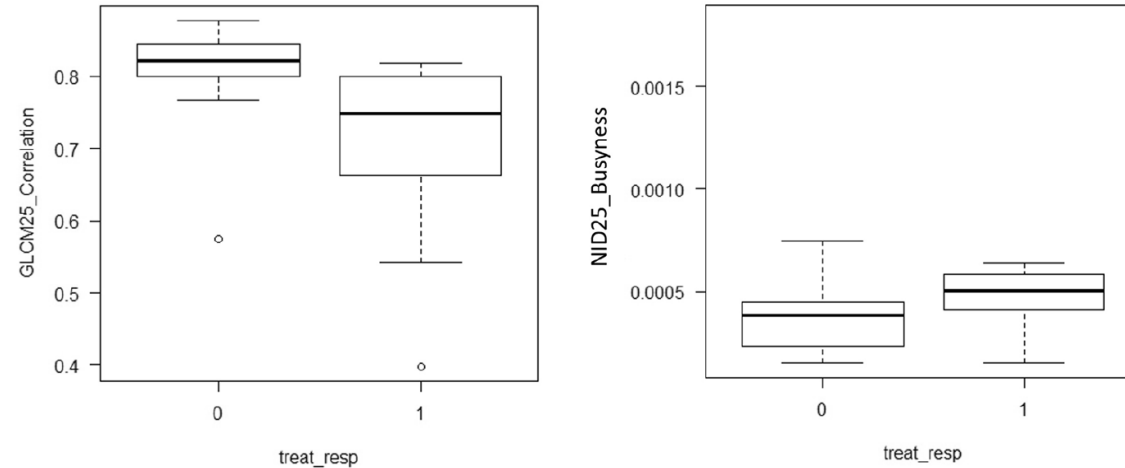
- Medyan progresyonsuz sağ kalım 7 ay (6-NA)
- Medyan genel sağ kalım 11 ay (10-22 ay)

Yapay Zeka

SONUÇLAR

- İki değişkenli analizde, **lokal yanıtın** frekans dağılımı tüm klinik ve radyomik değişkenler için koşullandırılmış ve her bir değişkenin özelliklerine dayalı olarak, karşılaştırılan 2 grup arasındaki orantı veya ortalama/medyan farkının değerlendirilmesi için uygun bir hipotez testi uygulanmış.
- Bu analiz, iki değişken için istatistiksel olarak anlamlı bir fark ortaya çıkarmış: **GLCM25_Correlation** (P = 0,0003) ve **NID25_Busyness** (P = 0,05)

Fig. 2 Box plot for local response related to GLCM25_Correlation and NID25_Busyness



Yapay Zeka

SONUÇLAR

- Tek değişkenli lojistik regresyon, **tedavi yanıtı** ile üç radyomik değişken (IH_StdValue, GLCM25_Correlation ve NID25_Busyness) arasında anlamlı bir korelasyon göstermiş.
- Ayrıca, bazı radyomik değişkenler istatistiksel anlamlılığa yakın bir korelasyon göstermiş (GLCM25_Dissimilarity, S_Compactness, S_Mass ve S_SurfaceArea).

Table 2 Univariate logistic regression for treatment response

Variable name	Odds ratio	Lower–Upper 95%CI	P Value
BED	2.71	0.71 10.40	0.146
CTV	0.98	0.95 1.01	0.228
IH_Energy	0.45	0.12 1.70	0.240
IH_Entropy	0.54	0.14 2.05	0.370
IH_MinValue	1.17	0.32 4.32	0.815
IH_MeanValue	1.71	0.46 6.37	0.421
IH_MaxValue	0.91	0.25 3.34	0.886
IH_StdValue	0.24	0.06 0.96	0.0436*
IH_Uniformity	1.71	0.46 6.37	0.421
IH_Kurtosis	0.71	0.19 2.61	0.603
IH_Variance	0.37	0.09 1.41	0.146
GLCM25_Contrast	1.4	0.38 5.23	0.603
GLCM25_Correlation	0.1	0.01 0.44	0.0029*
GLCM25_Dissimilarity	3.2	0.82 12.6	0.0944
GLCM25_Energy	0.9	0.25 3.34	0.886
GLCM25_Entropy	0.8	0.21 3.03	0.742
GLCM25_Homogeneity	0.4	0.12 1.70	0.240
GLCM25_InverseDiffNorm	0.37	0.09 1.41	0.146
GLCM25_Variance	0.37	0.09 1.41	0.146
NID25_Busyness	6.00	1.41 25.60	0.0155*
NID25_Coarseness	0.45	0.12 1.70	0.240
NID25_Complexity	0.58	0.16 2.17	0.421
NID25_Contrast	1.83	0.49 6.90	0.37
S_Compactness	3.30	0.79 13.60	0.0992
S_Convex	1.71	0.46 6.37	0.421
S_Mass	3.57	0.91 14.20	0.0696
S_Roundness	1.83	0.49 6.90	0.37
S_Sphericity	0.91	0.25 3.34	0.886
S_SurfaceArea	3.57	0.90 14.20	0.0696

Annotations: bold=variables significant or near to significance;
*=statistically significant

Yapay Zeka

SONUÇLAR

- Çok değişkenli lojistik regresyona anlamlı değişkenleri ve anlamlıya yakın değişkenleri dahil eden model, model tarafından hariç tutulan **IH_StdValue**, **GLCM25_Dissimilarity**, **S_Compactness**, **S_Mass** ve **S_SurfaceArea** arasında önemli çoklu bağlantı gösterilmiş.
- Çalışmada sonuç olarak; **GLCM25_Correlation** ve **NID25_Busyness**, tedavi yanıtıyla ilişkili iki bağımsız değişken olarak bulunmuş.
- Çok değişkenli lojistik regresyon modelinin AUC değeri 0,851 bulunmuş.

Table 3 Multivariate logistic regression for treatment response

Variable name	GVIF	Odds ratio	Lower–Upper 95%CI	P value
<i>IH_StdValue</i>	1.13	0.92	0.15 5.51	0.931
GLCM25_Correlation	1.26	0.07	0.01 0.49	0.00758
NID25_Busyness	1.27	8.10	1.20 54.40	0.03140

Annotations: bold = statistically significant variables Abbreviation: GVIF = generalized variance inflation factors

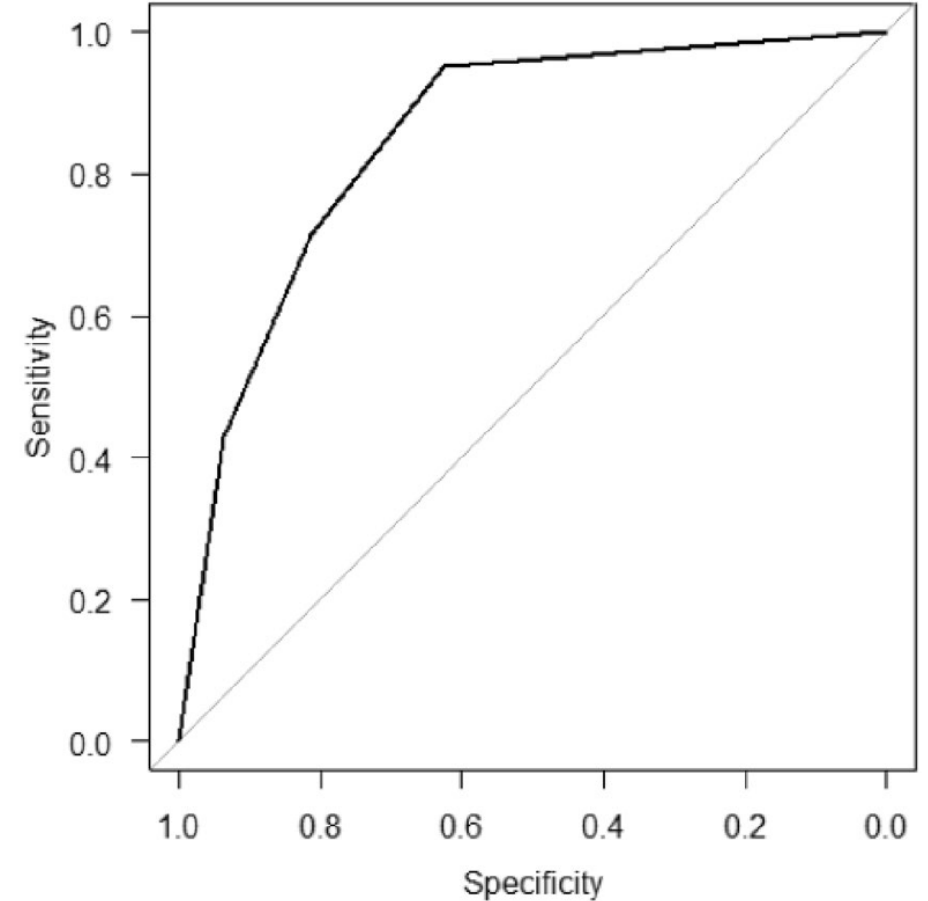


Fig. 4 ROC curve of multivariate regressive model for treatment purpose

Yapay Zeka

Advances in Radiation Oncology (2020) 5, 1179-1187



Scientific Article

Prediction of Survival and Recurrence Patterns by Machine Learning in Gastric Cancer Cases Undergoing Radiation Therapy and Chemotherapy

Melek Akcay, MD,^{a,*} Durmus Etiz, MD,^b and Ozer Celik, PhD^c

^aDepartment of Radiation Oncology, Medical Faculty of Osmangazi University, Eskişehir, Turkey; ^bDepartment of Radiation Oncology, Medical Faculty of Osmangazi University, Eskişehir, Turkey; ^cDepartment of Mathematics-Computer, Eskişehir Osmangazi University, Eskişehir, Turkey

Received 12 March 2020; revised 5 June 2020; accepted 15 July 2020



Submit a Manuscript: <https://www.f6publishing.com>

Artif Intell Gastroenterol 2021 April 28; 2(2): 10-26

DOI: [10.35712/aig.v2.i2.10](https://doi.org/10.35712/aig.v2.i2.10)

ISSN 2644-3236 (online)



REVIEW

Artificial intelligence in rectal cancer

Melek Yakar, Durmus Etiz

Dinlediğiniz için teŝekkür ederim...