

Elektronik portal görüntüleme sistemi kullanılarak hasta Set-up'larının doğrulanması

Verification of patient set-ups using the electronic portal imaging system

Çelik Bağcı Ö. ¹, Eren H. ¹, Köylü M. ¹, Olacak N. ¹, Haydaroglu A. ¹

¹ Ege Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Radyasyon Onkolojisi AD, İzmir, Türkiye.

Corresponding author / Sorumlu Yazar:

Özlem Çelik Bağcı. Ege Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Radyasyon Onkolojisi AD, İzmir, Türkiye.

ozlem.celik.80@hotmail.com

ÖZET

Hastanın konumlandırılmasındaki set-up belirsizlikleri, tümörün yetersiz tedavisine neden olarak lokal tümör nüks olasılığını artırabilirken, bazı hedef olmayan dokular fazla ışınlanabilir. Kliniğimizde üç-boyutlu konformal radyoterapi tekniğiyle tedavi görmüş 15 akciğer, 21 baş-boyun, 10 pankreas, 15 meme, 4 mide ve 33 pelvik bölge kanser hastalarının planlarına ait DRR (Digitally Reconstructed Radiograph) görüntüleri kullanılarak random ve sistematik set-up hataları araştırıldı. En yüksek sistematik set-up hatası akciğer kanseri hastalarında 5,29 mm ile medial-lateral, baş-boyun kanseri hastalarında 5,53 mm ile cranio-caudal, mide kanseri hastalarında 4,22 mm ile medial-lateral, pankreas kanserli hastalarda 6,20 mm ile medial-lateral, pelvik bölge kanserlerinde 5,02 mm ile anterior-posterior ve meme kanseri hastalarında 7,0 mm ile anterior-posterior doğrultuda olmuştur. En yüksek random set-up hatası akciğer kanseri hastalarında 5,98 mm ile medial-lateral, baş-boyun kanserli hastalarda 9,05 mm ile anterior-posterior, mide kanseri hastalarında 4,52 mm ile medial-lateral, pankreas kanseri hastalarında 6,00 mm ile cranio-caudal, pelvik bölge kanserlerinde 9,79 mm ile cranio-caudal ve meme kanseri hastalarında 5,96 mm ile cranio-caudal doğrultuda olmuştur. Klinik olarak tedavi öncesi ve haftalık elektronik portal görüntülemenin tüm kanserli olgularda tedavi alanı doğruluğunun kontrolü için yeterli olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Elektronik Portal Görüntüleme Cihazı (EPID), Tedavi set-up'ı.

ABSTRACT

While set-up uncertainties in patient positioning may result in inadequate treatment of the tumor, increasing the likelihood of local tumor recurrence, some non-target tissues may be over-irradiated. Random and systematic set-up errors were investigated using DRR (Digitally Reconstructed Radiograph) images of the plans of 15 lung, 21 head-neck, 10 pancreatic, 15 breast, 4 stomach and 33 pelvic region cancer patients treated with three-dimensional conformal radiotherapy technique in our clinic. The highest systematic set-up error was 5.29 mm medial-lateral in lung cancer patients, cranio-caudal with 5.53 mm in patients with head and neck cancer, medial-lateral with 4.22 mm in patients with gastric cancer, and medial-lateral with 6.20 mm in patients with pancreatic cancer. in the anterior-posterior direction with 5.02 mm in regional cancers and 7.0 mm in the anterior-posterior direction in breast cancer patients. The highest random set-up error was medial-lateral with 5.98 mm in lung cancer patients, anterior-posterior with 9.05 mm in patients with head and neck cancer, medial-lateral with 4.52 mm in patients with gastric cancer, and 6.00 mm in cranio-caudal and pelvic in patients with pancreatic cancer. It was in the cranio-caudal direction with 9.79 mm in regional cancers and in the cranio-caudal direction with 5.96 mm in breast cancer patients. Clinically, pre-treatment and weekly electronic portal imaging were found to be sufficient to control treatment area accuracy in all cancer cases.

Keywords: Electronic Portal Imaging Device (EPID), Treatment set-up.

Received/Geliş: 28/05/2021

Revised/Revizyon: 06/06/2021

Accepted/Kabul: 22/08/2021

GİRİŞ

Tedavi makinelerine eklenen elektronik portal görüntüleme (EPID) sistemleri, tedavi uygulamalarının doğruluğunun ve tekrarlanabilirliğinin belirlenmesine yardımcı olur (2,4,5). Portal görüntüleme sistemi, tekrarlanan görüntüleme ve görüntü işleme özelliği ile tedavi set-up hatalarının hızlı değerlendirilmesini ve alan şeklinin otomatik olarak doğrulanmasını sağlar (1). Tedavi öncesi hasta set-up, tedavi doğruluğunu belirlemede önemli bir unsur oluşturur (2). Tedavi dozunun tümör ve çevre dokulara doğru olarak uygulanması ve tedavinin tanımlanan hacme isabetle verilmesi radyoterapinin ana hedefidir. EPID doğrulama sistemi, bu hedefe ulaşılmasında önemli bir unsurdur. Haftalık portal görüntüleme, hasta pozisyonlanmasının kontrol edilmesinde standart yöntemdir (2,6). Set-up hataları random ve sistematik olarak iki bileşene sahiptir (3,9).

PTV marjlarını azaltmak için set-up hatalarını azaltmak gerekir. Hastaya verilmek istenen tedavi dozunu verirken PTV etrafındaki sağlıklı yapıların en yüksek oranda korunması gerekmektedir. PTV hacmi ne kadar küçük olursa etraftaki dokular daha iyi korunur. Bunu başarmak için set-up hatalarının mümkün olan en düşük seviyeye getirilmelidir.

Hali hazırda klinik uygulamalarda kullanılan ve lineer hızlandırıcılara entegre edilmiş hastaların set-up hatalarını en aza indirmede kullanılan bir çok görüntüleme sistemi vardır (1,7,8). Set-up hatalarının ortadan kaldırılması veya en aza indirilmesi için kullanılan bu görüntüleme sistemleri kullanılarak yapılan tedavilere, görüntü eşliğinde radyoterapi (IGRT) denilmektedir. Klinik kullanımda olan IGRT gereçleri; iki boyutta görüntüleme yapan Portal Görüntüleme ve üç boyutta görüntüleme yapan “konik ışınli bilgisayar tomografi” (CBCT) sistemidir. Bu sistemler, hastaların tedavi uygulamalarındaki set-up hatalarını en aza indirmemize yardımcı olmaktadır.

Bu çalışmayla kliniğimizde üç-boyutlu konformal radyoterapi tekniğiyle tedaviye giren hastaların alan set-up'larının doğruluğu ve bu alanların ne kadar doğrulukla tekrarlanabilir olduğunun araştırılmasının yanı sıra tedavi için kullanılan immobilizasyon gereçlerinin güvenilirliği araştırılmıştır.

GEREÇ ve YÖNTEM

Kliniğimizde 2006-2010 yılları arasında üç-boyutlu konformal radyoterapi tekniği kullanılarak tedavi görmüş hastaların Toshiba marka Asteion model bilgisayarlı tomografi görüntüleri klinik içi iletişim ağı ile Elekta marka Precise Plan tedavi planlama sistemine (versiyon 2.12) aktarıldı. Tedavi planlama sisteminde risk altındaki organlar (OAR) ve Planlanan

Tedavi Volumü (PTV) konturlandı ve tedavi planlaması yapıldı. Hastaların tedavi bilgileri ve DRR görüntüleri yine IMPAC ağ sistemi aracılığıyla Elekta marka lineer hızlandırıcı cihazına aktarıldı. Kliniğimizde tedaviye girmiş olan farklı hasta gruplarına ait portal görüntüleri ve DRR'ları karşılaştırılarak yapılan tedavi set-up'larının incelendiği bu çalışmada; 15 akciğer, 21 baş-boyun bölgesi, 10 pankreas, 15 meme, 4 mide ve 33 pelvik bölge kanser hastalarına ait veriler incelendi. Her kanser tipi için farklı ve aynı kanser türüne sahip tüm hastalar için ise aynı tip immobilizasyon malzemeleri kullanıldı. Baş-boyun bölgesi hastalarında “termoplastik maske”, meme kanserli hastalarda “eğik düzlem”, prostat, mesane ve rektum gibi pelvik bölge tümörlerine sahip hastalarda “belly board”, “köpük” ve “ayak sabitleme” gereçleri kullanıldı.

Kliniğimizde tedaviye giren hastaların hem tedavi öncesi hem de düzenli haftalık çekilen tedavi portal görüntüleri, Elekta iVieWGT TM yazılımı kullanılarak elde edilmektedir. Işınlanan ve planlanan hasta pozisyonu arasındaki farklar set-up hatalarını oluşturmaktadır. Set-up hataları genel olarak random ve sistematik olarak iki bileşenden oluşmaktadır. Random set-up hataları; tedavi süresi boyunca farklı fraksiyonlar arasındaki sapmalardan kaynaklanan hatalardır. Sistematik set-up hataları ise; planlanan hasta pozisyonu ile tedavi sırasındaki hasta pozisyonu arasındaki sapmalardan kaynaklanan hatalardır.

Sistematik set-up hatalarını değerlendirirken; planlamadan gelen DRR ve hastanın ilk tedavisinden önce çekilen portal film karşılaştırılarak iki veya üç eksen doğrultusunda eşmerkez kaymaları belirlendi. Random hataları değerlendirirken ise; ilk tedavi öncesi çekilen port film referans alınarak sonraki fraksiyonlarda çekilen port filmlerle karşılaştırıldı ve üç eksen doğrultusunda eşmerkez kaymaları belirlendi. Tedavi cihazının yapılan günlük mekanik kontrollerinde, gantri açısındaki sapmanın 10'den küçük olması sebebiyle ölçümlerimizde gantri rotasyonundan gelebilecek hatalar ihmal edildi.

Oluşan tüm set-up farkları iki veya üç eksen baz alınarak değerlendirildi. Cranio-caudal (z-ekseni), medial-lateral (x-ekseni) ve anterior-posterior (y-ekseni) olarak alındı. Bu eksenlerdeki kaymalar sırasıyla, ve eşmerkez kaymaları ölçüldü (Şekil 1).

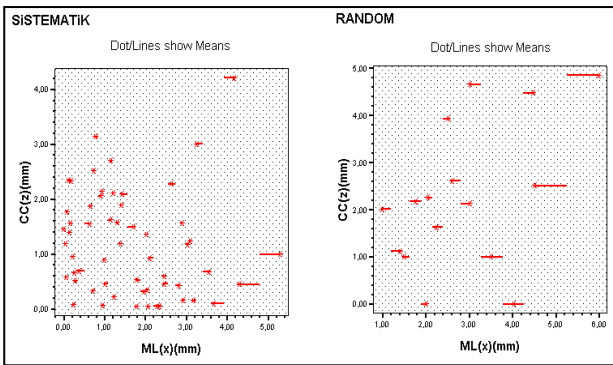
BULGULAR

Akciğer kanserli 15 hasta için iki eksen baz alınarak elde edilen set-up hataları aşağıdaki tablo ve grafikte gösterilmektedir (Tablo 1, Grafik 1).

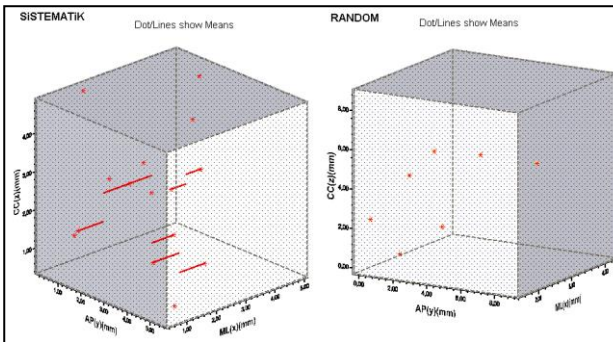
Baş-boyun bölgesi kanserli 21 hasta için üç eksen baz alınarak elde edilen set-up hataları aşağıdaki tablo ve grafikte gösterilmektedir (Tablo 2, Grafik 2).



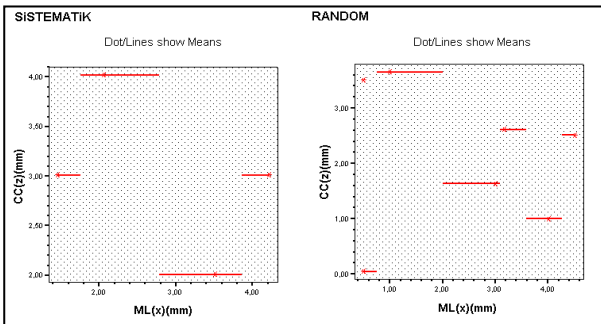
Şekil 1. Bir hastaya ait pelvik bölge tedavi set-up'ü değerlendirilmesi



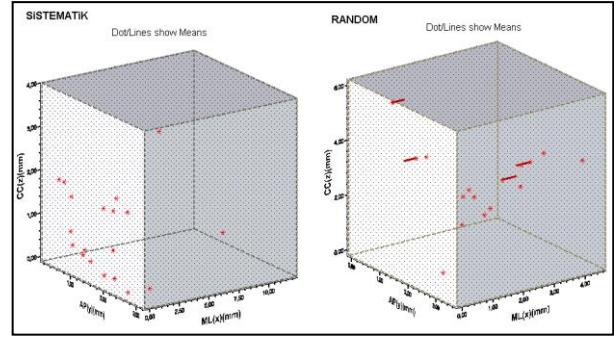
Grafik 1. Akciğer kanserli hastalara ait set-up hataları grafiği.



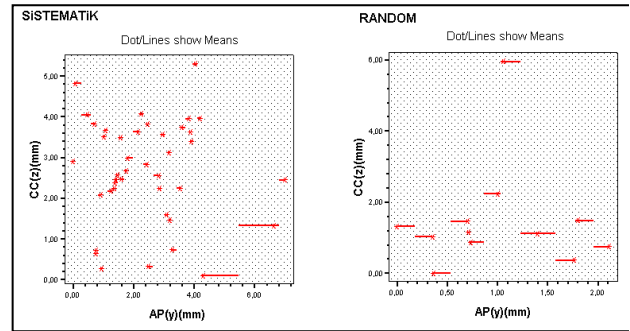
Grafik 2. Baş-boyun bölgesi kanserli hastalara ait set-up hataları grafiği.



Grafik 3. Mide kanserli hastalara ait set-up hataları grafiği.



Grafik 4. Pankreas kanserli hastalara ait set-up hataları grafiği



Grafik 5. Meme kanserli hastalara ait set-up hataları

Mide kanserli 4 hasta için iki eksen baz alınarak elde edilen set-up hataları aşağıdaki tablo ve grafikte gösterilmektedir (Tablo 3, Grafik 3).

Pankreas kanserli 10 hasta için üç eksen baz alınarak elde edilen set-up hataları aşağıdaki tablo ve grafikte gösterilmektedir (Tablo 4, Grafik 4).

Pelvik bölge kanserli 33 hasta için üç eksen baz alınarak elde edilen set-up hataları aşağıdaki tabloda gösterilmektedir (Tablo 5). Meme kanserli 15 hasta için iki eksen baz alınarak elde edilen set-up hataları aşağıdaki tablo ve grafikte gösterilmektedir (Tablo 6, Grafik 5).

TARTIŞMA

PTV marjlarını azaltmak için set-up hatalarını azaltmak gerekir. Hastaya verilmek istenen tedavi dozunu verirken PTV etrafındaki sağlıklı yapıların en yüksek oranda korunması gerekmektedir. PTV hacmi ne kadar küçük olursa etrafındaki dokular daha iyi korunur. Bunu başarmak için set-up hataları mümkün olduğu en düşük seviyeye getirilmelidir. Coen W. Hurkmans ve arkadaşlarının çalışmasında sistematik set-up hatalarına ait standart sapmalar; akciğer için 1.80-5.10 mm, baş-boyun bölgesi için 1.60-4.60 mm, pelvik bölge için 1.10-4.70 mm, meme için ise 1.00-4.70 mm değerler arasındadır (3).

Tablo 1. Akciğer kanserli hastalara ait set-up hata verileri.

Tedavi Bölgesi: AKCİĞER; Hasta Sayısı: 15; Port Sayısı: 80

| Eksenler | SİSTEMATİK HATA | | | RANDOM HATA | | |
|------------------------|-----------------|---------------------|-----------|---------------|---------------------|-----------|
| | Ortalama (mm) | Standart Sapma (mm) | Max. Hata | Ortalama (mm) | Standart Sapma (mm) | Max. Hata |
| Cra-Cau (Δ_z) | 1,16 | 0,92 | 4,21 | 2,27 | 1,46 | 5,52 |
| Med-Lat(Δ_x) | 1,56 | 1,26 | 5,29 | 2,55 | 1,27 | 5,98 |

Tablo 2. Baş-boyun bölgesi kanserli hastalara ait set-up hata verileri.

Tedavi Bölgesi: BAŞ-BOYUN; Hasta Sayısı: 21; Port Sayısı: 139

| Eksenler | SİSTEMATİK HATA | | | RANDOM HATA | | |
|-------------------------|-----------------|---------------------|-----------|---------------|---------------------|-----------|
| | Ortalama (mm) | Standart Sapma (mm) | Max. Hata | Ortalama (mm) | Standart Sapma (mm) | Max. Hata |
| Cra-Cau (Δ_z) | 2,28 | 1,21 | 5,53 | 2,88 | 1,85 | 8,79 |
| Ant-Post (Δ_y) | 2,02 | 1,37 | 5,52 | 2,38 | 1,76 | 9,05 |
| Med-Lat(Δ_x) | 2,29 | 1,36 | 4,95 | 2,73 | 1,08 | 4,27 |

Tablo 3. Mide kanserli hastalara ait set-up hata verileri.

Tedavi Bölgesi: MİDE; Hasta Sayısı: 4; Port Sayısı: 15

| Eksenler | SİSTEMATİK HATA | | | RANDOM HATA | | |
|------------------------|-----------------|---------------------|-----------|---------------|---------------------|-----------|
| | Ortalama (mm) | Standart Sapma (mm) | Max. Hata | Ortalama (mm) | Standart Sapma (mm) | Max. Hata |
| Cra-Cau (Δ_z) | 2,81 | 0,91 | 4,02 | 2,07 | 1,25 | 3,65 |
| Med-Lat(Δ_x) | 2,95 | 1,15 | 4,22 | 2,47 | 1,58 | 4,52 |

Tablo 4. Pankreas kanserli hastalara ait set-up hata verileri.

Tedavi Bölgesi: PANKREAS; Hasta Sayısı: 10; Port Sayısı: 72

| Eksenler | SİSTEMATİK HATA | | | RANDOM HATA | | |
|-------------------------|-----------------|---------------------|-----------|---------------|---------------------|-----------|
| | Ortalama (mm) | Standart Sapma (mm) | Max. Hata | Ortalama (mm) | Standart Sapma (mm) | Max. Hata |
| Cra-Cau (Δ_z) | 1,36 | 1,03 | 3,87 | 2,66 | 1,12 | 6,00 |
| Ant-Post (Δ_y) | 1,45 | 0,94 | 3,13 | 1,84 | 0,93 | 3,59 |
| Med-Lat(Δ_x) | 1,41 | 2,44 | 6,20 | 2,36 | 1,26 | 4,52 |

Tablo 5. Pelvik bölgesi kanserli hastalara ait set-up hata verileri.

Tedavi Bölgesi: PELVİK; Hasta Sayısı: 33; Port Sayısı: 215

| Eksenler | SİSTEMATİK HATA | | | RANDOM HATA | | |
|-------------------------|-----------------|---------------------|-----------|---------------|---------------------|-----------|
| | Ortalama (mm) | Standart Sapma (mm) | Max. Hata | Ortalama (mm) | Standart Sapma (mm) | Max. Hata |
| Cra-Cau (Δ_z) | 1,54 | 1,21 | 4,76 | 3,18 | 2,44 | 9,79 |
| Ant-Post (Δ_y) | 1,90 | 1,30 | 5,02 | 2,84 | 2,33 | 9,54 |
| Med-Lat(Δ_x) | 1,56 | 1,08 | 4,27 | 2,56 | 1,46 | 6,02 |

Tablo 6. Meme kanserli hastalara ait set-up hata verileri.

Tedavi Bölgesi: MEME; Hasta Sayısı: 15; Port Sayısı: 87

| Eksenler | SİSTEMATİK HATA | | | RANDOM HATA | | |
|-------------------------|-----------------|---------------------|-----------|---------------|---------------------|-----------|
| | Ortalama (mm) | Standart Sapma (mm) | Max. Hata | Ortalama (mm) | Standart Sapma (mm) | Max. Hata |
| Cra-Cau (Δ_z) | 2,80 | 1,41 | 5,6 | 1,25 | 1,27 | 5,96 |
| Ant-Post (Δ_y) | 2,05 | 1,49 | 7 | 0,55 | 0,56 | 2,11 |

Bizim çalışmamızdaki sistematik set-up hatalarına ait standart sapmalar ise; akciğer için 0.92-1.26 mm, baş-boyun bölgesi için 1.21-1.37 mm, mide için 0.91-1.15 mm, pankreas için 0.94-2.44 mm, pelvik bölge için 1.08-1.30 mm, meme için ise 1.40-1.50 mm değerler arasında bulunmuştur.

Random set-up hatalarına ait standart sapmaları Coen W. Hurkmans ve arkadaşları; akciğer için 2.20-5.40 mm, baş-boyun bölgesi için 1.10-2.50 mm, pelvik bölge için 1.10-4.90 mm, meme için ise 1.70-14.40 mm değer aralıklarında belirlemiştir (3). Çalışmamızda ise akciğer için 1.27-1.46 mm, baş-boyun bölgesi için 1.07-1.85 mm, mide için 1.25-1.59 mm, pankreas için 0.92-1.27 mm, pelvik bölge için 1.45-2.45 mm, meme için ise 0.56-1.28 mm değer aralıklarında saptanmıştır.

Pehlivan B. ve arkadaşları baş-boyun bölgesi kanserleri için set-up hatalarını inceledikleri çalışmada sistematik set-up hataları 1,20 mm ile cra-cau, 0,89 mm ile med-lat ve 0,93 mm ile ant-post yönünde olurken random set-up hataları 2,26 mm ile cra-cau, 1,93 mm ile med-lat ve 1,78 mm ile ant-post yönünde olmuştur (1). Bizim çalışmamızda baş-boyun bölgesi kanserleri için sistematik set-up hataları 2,28 mm ile cra-cau, 2,29 mm ile med-lat ve 2,02 mm ile ant-post yönünde olurken random set-up hataları 2,88 mm ile cra-cau, 2,73 mm ile med-lat ve 2,38 mm ile ant-post yönünde olmuştur.

SONUÇ

Elektronik Portal görüntüleme cihazına sahip lineer hızlandırıcı sayılarının artmakta olduğu ülkemizde tümöre yakın ya da komşu kritik organların korunmasının önem kazandığı kanserli olgularda, uygulanan tedavinin hassasiyetinin artırılması gerekmektedir. Böylece tedavi sırasında normal dokuların tedavi alanına giren bölümünün doğru bilinmesi ile alacağı doz da doğrulukla tahmin edilebilecektir. Bunu başarabilmek için hasta immobilitesinin doğru olması gerekmektedir. Yapılan karşılaştırmalar ile, kliniğimizde tedaviye giren hastaların tedavi alanlarındaki eşmerkez sapmalarının literatürde belirtilen limitlerin içerisinde ve tedavi alanlarında kullanılan immobilizasyon malzemelerinin güvenilir olduğu görülmüştür. Klinik olarak tedavi öncesi ve haftalık elektronik portal görüntülemenin tüm kanserli olgularda tedavi alanı doğruluğunun kontrolü için yeterli olduğu belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

1. Pehlivan B, Pichenot C, Castaing M, Auperin A, Lefkopoulos D, Arriagada R, Bourhis J. Interfractional set-up errors evaluation by daily electronic portal imaging of IMRT in head and neck cancer patients. *Acta Oncologica*, 2009; 48:440-445.
2. Murthy K.K, Al-Rahbi Z, Sivakumar S.S, Davis C.A, Ravichandran R. Verification of setup errors in external beam radiation therapy using electronic portal imaging. *Journal of Medical Physics - April* 2008.
3. Hurkmans C.W, Remeijer P, Lebesque J.V, Mijnheer B.J. Set-up verification using portal imaging; review of current clinical practice. *Radiotherapy and Oncology* 58 (2001):105-120.
4. Bijhold J, Gilhuijs KG, van Herk M. Automatic verification of radiation field shape using digital portal images. *Med Phys* 1992; 19:1007-1014.
5. Pasma KL, Kroonwijk M, Quint S, Visser AG, Heijmen BJ. Transit dosimetry with an electronic portal imaging device (EPID) for 115 prostate cancer patients. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1999;45:1297-303.
6. Kutcher GJ, Coia L, Gillin M, Hanson WF, Leibel S, Morton RJ, et al. Comprehensive QA for radiation oncology: Report of AAPM Radiation Therapy Committee Task Group 40. *Med Phys* 1994;21:581-618.
7. Willner J, Hadinger U, Neumann M, Schwab FJ, Bratengeier K, Flentje M. Three dimensional variability in patient positioning using bite block immobilization in 3D conformal radiation treatment for ENT-tumors. *Radiother Oncol* 1997;43:315-21.
8. Hess CF, Kortmann RD, Jany R, Hamberger A, Bamberg M. Accuracy of field alignment in radiotherapy of head and neck cancer utilizing individualized face mask immobilization a retrospective analysis of clinical practice. *Radiother Oncol* 1995;34:69-72.
9. Bijhold J, Lebesque JV, Hart AA, Vijlbrief RE. Maximizing setup accuracy using portal images as applied to a conformal boost technique for prostatic cancer. *Radiother Oncol* 1992;24:261-271.