



Kalça Kırığı Ameliyatında Hasta Pozisyonunun Maruz Kalınan Floroskopi Dozları Üzerindeki Etkisi

The Effect of Patient Position on the Fluoroscopy Doses Received in Hip Fracture Surgery

© Fatih UĞUR¹, © Mehmet ALBAYRAK², © Bedrettin AKAR³, © Mehmet Ali SABIR¹, © Ahmet Eren ŞEN⁴

¹Kastamonu Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Kastamonu, Türkiye

²İstanbul Rumeli Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, İstanbul, Türkiye

³Sakarya Yenikent Devlet Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Sakarya, Türkiye

⁴Konya Şehir Hastanesi, Nükleer Tıp Kliniği, Konya, Türkiye

ÖZ

Amaç: Çalışma, kalça kırıkları için proksimal femur çivileme sırasında hastanın pozisyonunun floroskopi sırasında alınan radyasyon dozları üzerindeki etkisini değerlendirmektedir. Minimal invaziv, görüntüleme rehberliğindeki prosedürlerin artan kullanımı ile hem hastalar hem de sağlık çalışanları için radyasyon maruziyeti risklerini değerlendirmek önemlidir. Önceki araştırmalar, hasta pozisyonu da dahil olmak üzere çeşitli faktörlerin radyasyon dozlarını etkileyebileceğini göstermektedir.

Gereç ve Yöntem: Bu çalışmaya Ocak 2023 ile Mayıs 2024 tarihleri arasında kalça kırıkları için proksimal femur çivileme yapılan hastalar dahil edildi. Ameliyat sırasında hasta pozisyonları traksiyon masasında supin ya da radyolüsent masada lateral idi. Floroskopi verileri, floroskopi süresi, doz-alan ürünü (DAP) ve radyasyon dozu ile hasta demografisi ve vücut kitle indeksi (VKİ) analiz edildi.

Bulgular: Toplamda 114 hasta dahil edildi ve gruplar arasında demografik özelliklerde anlamlı fark bulunmadı. Ortalama floroskopi süresi 42,02±25,75 saniye olup, pozisyonlar arasında anlamlı bir fark bulunmadı. Ortalama radyasyon dozu 18,72±16,24 miligray (mGy) ve ortalama DAP 3,50±3,07 Gy-cm² olup, pozisyonlar arasında anlamlı bir fark bulunmadı. Ancak, VKİ değerleri ile doz mGy değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir pozitif korelasyon bulunmuştur (r=0,242, p=0,009). Benzer şekilde, VKİ değerleri ile DAP değerleri arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir pozitif korelasyon gözlenmiştir (r=0,243, p=0,009). Sırtüstü pozisyonda floroskopi çekim sayısı lateral pozisyona göre anlamlı derecede daha yüksekti.

Sonuç: Hasta pozisyonu, kalça kırıkları için proksimal femur çivileme prosedürlerinde floroskopi süresi veya radyasyon dozunu önemli ölçüde etkilemedi. Ancak, lateral pozisyonda floroskopik çekim sayısı daha düşüktü. Bulgular, radyasyon dozu yönetiminde VKİ önemini vurgulamakta ve radyasyon maruziyetini en aza indirmek için lateral pozisyonun tercih edilebileceğini önermektedir.

Anahtar Kelimeler: Floroskopi, lateral, sırtüstü, traksiyon

ABSTRACT

Aim: The study evaluates the impact of patient positioning on radiation doses received during fluoroscopy in proximal femoral nailing for hip fractures. With the increasing use of minimally invasive, imaging-guided procedures, it is crucial to assess radiation exposure risks to both patients and healthcare workers. Prior research indicates that various factors, including patient positioning, can influence radiation doses.

Materials and Methods: This study included patients who underwent proximal femoral nailing for hip fractures from January 2023 to May 2024. Patients' positions were supine on a traction table, lateral decubitus position on a radiolucent table. Fluoroscopy data, including fluoroscopy time, dose-area product (DAP), and radiation dose, along with patient demographics and body mass index (BMI), were analyzed.

Results: A total of 114 patients were included. There were no significant differences in demographic characteristics between the groups. The mean fluoroscopy time was 42.02±25.75 seconds, with no significant difference between positions. The mean radiation dose was 18.72±16.24 milligray (mGy), and the mean DAP was 3.50±3.07 Gy-cm², with no significant differences across positions. However, a statistically significant positive correlation was found between BMI values and dose mGy values (r=0.242, p=0.009). Similarly, a statistically significant positive correlation was

Yazışma Adresi/Address for Correspondence: Dr. Fatih UĞUR, Kastamonu Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Kastamonu, Türkiye

E-posta: fugur.md@gmail.com **ORCID ID:** orcid.org/0000-0001-6109-8425

Geliş tarihi/Received: 26.06.2024 **Kabul tarihi/Accepted:** 12.08.2024

©Telif Hakkı 2024 Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi / Namık Kemal Tıp Dergisi, Galenos Yayınevi tarafından yayınlanmıştır.
©Copyright 2024 by Tekirdağ Namık Kemal University / Namık Kemal Medical Journal is published by Galenos Publishing House.
Creative Commons Atıf-GayriTicari-Türetilemez 4.0 (CC BY-NC-ND) Uluslararası Lisansı ile lisanslanmıştır.



observed between BMI values and DAP values ($r=0.243$, $p=0.009$). However, the mean number of fluoroscopic shots was significantly higher in the supine position compared to the lateral position.

Conclusion: Patient positioning did not significantly affect fluoroscopy time or radiation dose proximal femoral nailing procedures for hip fractures. However, the number of fluoroscopic shots was lower in the lateral position. High BMI was positively correlated with dose mGy and DAP values except for time. The findings highlight the importance of considering BMI in radiation dose management and suggest that the lateral position may be preferable for minimizing radiation exposure.

Keywords: Fluoroscopy, lateral, supine, traction

GİRİŞ

Minimal invaziv, görüntüleme kılavuzluğunda girişimsel prosedürler, hastalara sağladığı yararlar kanıtlandığı için tıpta giderek daha fazla kullanılmaktadır¹. İyonlaştırıcı radyasyonun etkisi nedeniyle hastalarda ve sağlık çalışanlarında oluşabilecek riskleri değerlendirmek ve floroskopi ekipmanlarında radyasyon dozunu izlemek bir gereklilik haline gelmiştir¹⁻³. 2009 yılında Girişimsel Radyoloji Derneği, radyasyon doz eşiklerini, pik cilt dozu > 3000 miligray (mGy), referans noktası hava kerması > 5000 mGy, doz alanı ürünü (DAP) > 500 Gy-cm² veya floroskopi süresi (FT) > 60 dakika olarak tanımlamıştır⁴.

Bireysel cerrahların maruz kaldığı radyasyon miktarı birçok faktörden etkilenir. Bu faktörler arasında cerrahi prosedürün türü ve zorluğu, hastanın pozisyonu ve kullanılan radyasyon koruma önlemleri yer alır^{5,6}. Sadece cerrahların değil, aynı zamanda ameliyathanedeki diğer sağlık hizmeti sağlayıcılarının da dağınık radyasyona maruz kalma riski altında olduğu akılda tutulmalıdır^{6,7}.

C kollu floroskopinin intraoperatif ortopedik prosedürlerde kullanımı modern ortopedik cerrahi uygulamasında önemli bir araç haline gelmiştir. Bu yöntem cerrahın teknik yeterliliğini artırmanın yanı sıra hasta morbiditesini ve hastanede kalış süresini azaltır⁸⁻¹⁰.

Ortopedi cerrahları arasında radyasyon maruziyeti büyük ölçüde değişir; ancak radyasyon maruziyeti tek bir olgu bazında ele alındığında, kurşun kalkanı olmadan yıllık 20 mSv radyasyon maruziyeti olabilir. 1 Sv'lik (1000 mSv) kümülatif radyasyon maruziyeti, bir bireyin herhangi bir yaşta katı tümör geliştirme riskini %60 artırır¹¹. Lojistik regresyon analizinde, ortopedi cerrahı olarak çalışmanın tümör riskini önemli ölçüde artırdığı bilinmektedir¹². Çalışmalar, hematolojik ve kromozomal anormalliklerin, dermatolojik durumların, katarakt gelişiminin ve malignitelerin yayılmasının, serbest radikal oluşumuna ve DNA zincirinin kırılmasına neden olan iyonlaştırıcı radyasyona maruziyetle bağlantılı olduğunu göstermiştir¹³. Epidemiyolojik veri toplama çeşitli nedenlerle zordur. Yaşam Süresi Çalışması'ndan elde edilen verilere göre, düşük doz maruziyetiyle ilişkili riskler düşüktür; bu nedenle, büyük örneklem büyüklükleri gereklidir¹⁴. Bu nedenle, potansiyel radyasyon riski hafife alınmamalı ve sağlık kuruluşları tarafından güvenli çalışma uygulamaları benimsenmelidir¹¹⁻¹³.

Floroskopik radyasyon dozunu azaltmak için birçok çalışma yapılmıştır^{9,10,15}. Çalışma modlarında yapılan ayarlamalarla konvansiyonel modlara göre önemli azalmalar sağlanmış ve Mini C kollu floroskopi ile farklı sonuçlar elde edilmiştir^{9,13,15}. Sanal floroskopi, C kollu konumlandırmanın doğruluğunu artırabilir ve ameliyathanede zamandan ve radyasyon dozundan tasarruf sağlayabilir¹⁶. Operasyon sırasında radyasyon maruziyetinin gerçek zamanlı olarak görüntülenmesinin, en yüksek maruziyet vakalarında bile radyasyon maruziyetini azaltabileceği gösterilmiştir¹⁷. Cerrahi teknikler, yaklaşım (anteroposterior), işlem sırasında hastanın pozisyonu, işlemi gerçekleştiren cerrahın deneyimi ve hastanın vücut yapısının floroskopi dozları üzerinde etkisi olduğu gösterilmiştir¹⁸⁻²¹.

Kalça kırığının cerrahi tedavisinde floroskopinin en sık kullanılan uygulamalarından biri olan proksimal femoral çivileme (PFN), sırtüstü pozisyonda traksiyon masası^{3,22}, radyolüsent masa veya geleneksel cerrahi masa²³ kullanılarak veya lateral dekubitus pozisyonunda²⁴ gerçekleştirilebilir.

Önemli ölçüde yüksek radyasyon dozlarıyla ilişkili prosedürlerin belirlenmesi, hastaların radyasyona maruz kalma olasılığını azaltabilecek ve hekimlerin kümülatif radyasyon maruziyetini sınırlayabilecek daha taktiksel doz yönetimi stratejilerine olanak sağlamalıdır¹.

Bu çalışmada, dünyada yaşlı nüfusu hızla artan ve buna bağlı olarak kalça kırığı olgularında artış beklenen hastalarda en yaygın tedavi yöntemlerinden biri olan PFN uygulamalarında, radyolüsent cerrahi masasında traksiyon altında, sırtüstü ve lateral pozisyonlarda olmak üzere üç farklı pozisyonda floroskopiye dayalı iyonlaştırıcı radyasyonun etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır³.

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu retrospektif çalışma için Kastamonu Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu (karar no: 2024-KAEK-2, tarih: 17.01.2024) onay alındı. Çalışmaya, Ocak 2023 ile Mayıs 2024 tarihleri arasında Kastamonu Eğitim ve Araştırma Hastanesi ortopedi ve travmatoloji kliniğinde kalça kırığı nedeniyle PFN uygulanan hastalar dahil edildi. Bu dönemde, floroskopi verileri hastane sistemine kaydedilmeye başlandı. Floroskopi kılavuzluğunda traksiyon masası, lateral dekübit pozisyonu ve

radyolüsent masada sırtüstü pozisyonu uygulanan hastalara cerrahi işlemler uygulandı.

Floroskopi kullanımını arttırabilecek patolojik kırıklar olan hastaları, reoperasyon, kaynamama veya implant revizyonu, çoklu travma olgularını ve diğer bölgelerdeki kırıklar için cerrahiye (aynı cerrahi prosedürde iki veya daha fazla floroskopi gerektiren) dışlama kriteri olarak hariç tuttuk. Diğer kalça kırığı cerrahi teknikleri de analizden özellikle hariç tutuldu. Analiz, hastane kayıtlarının ve elektronik verilerin kapsamlı bir incelemesini içeriyordu. Tüm hastalar için proksimal fiksasyon için entegre kompresyon vidaları olan intertrokanterik antegrad çivi, 130°, 20 cm çivi kullanıldı. Floroskopi verileri, saniye cinsinden FT, DAP, atış sayısı (AS) ve doz, hasta demografisi ve vücut kitle indeksi (VKİ) ile birlikte değerlendirildi. FT, müdahale sırasında floroskopinin kullanıldığı toplam süre olarak tanımlandı. DAP, belirli bir düzlemdeki havadaki doz, x-ışını tüpünden yayılan tüm x-ışını demetinin alanı ile çarpılarak tanımlandı ve (Gy)-cm²'dir. Doz, toplam doz miktarı olarak tanımlandı ve birimi mGy idi. 1 mGy, 0,001 Gy'e eşittir¹.

Gy emilen dozu ifade eder ve enerji türünü veya doku türünü hesaba katmaz. Yüksek doz maruziyetinin biyolojik etkilerini ifade etmek için kullanılabilir. Sievert (Sv) biyolojik eşdeğer dozu temsil eder ve belirli dokular üzerindeki etkileri içerir. Gy'den Sv'ye dönüşüm, enerji ve doku türü için birimsiz ağırlık faktörleri kullanılarak yapılır, x-ışınları dahil tüm foton radyasyonu için radyasyon ağırlık faktörü 1'dir¹¹.

İşlemler sırasında hastanın gerçek zamanlı görüntülerini elde etmek için kullanılan taşınabilir C-Arm floroskopu bir OEC Brivo 785 Essential (GE) idi. C-Arm floroskopi sistemi otomatik moda ayarlandı; kilovolt tepe ve miliamper değerleri dahil tüm teknik faktörler görüntü kalitesini optimize etmek için otomatik olarak ayarlandı²⁵.

İstatistiksel Analiz

Bu çalışmada istatistiksel analizler NCSS (Number Cruncher Statistical System) 2007 Statistical Software (Utah, ABD) paket programı ile yapıldı. Tanımlayıcı istatistiksel yöntemlere (ortalama, standart sapma, medyan, çeyrekler arası aralık) ek olarak değişkenlerin dağılımı Shapiro-Wilk normallik testi ile incelendi. Normal dağılım gösteren değişkenlerin gruplar arası karşılaştırmalarında tek yönlü varyans analizi, alt grup karşılaştırmalarında ise Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanıldı. Normal dağılım göstermeyen değişkenlerin gruplar arası karşılaştırmalarında Kruskal-Wallis testi, alt grup karşılaştırmalarında ise Dunn'in çoklu karşılaştırma testi kullanıldı. Nitel verilerin karşılaştırmalarında ki-kare ve Fisher's kesin testi kullanıldı. Ayrıca değişkenler arasındaki ilişkiyi belirlemek için Pearson korelasyon testi yapıldı. Sonuçlar p<0,05 anlamlılık düzeyinde değerlendirildi.

BULGULAR

Çalışmaya toplam 114 hasta katıldı. Tüm hastaların ortalama yaşı 78,81±10,52 yıldır ve bunların 74'ü (%64,9) kadındır. Kalça kırığı ameliyatlarında kullanılan pozisyonlar sırasıyla %45,60, %39,50 ve %14,90 oranlarında lateral, supin ve traksiyon pozisyonlarıydı. VKİ değerleri lateral grupta 27,39±4,59, supin grupta 27,83±3,98 ve traksiyon grubunda 25,51±4,33 idi. Lateral, supin ve traksiyon grupları arasında ortalama yaş, cinsiyet dağılımı ve VKİ açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmedi (sırasıyla p=0,331, p=0,101, p=0,171).

Tüm hastalarda ortalama FT 42,02±25,75 saniyeydi. Lateral, supin ve traksiyon grupları arasında ortalama FT'de istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu (p=0,062).

Tüm hastalarda ortalama floroskopik doz 18,72±16,24 mGy ve DAP 3,50±3,07 Gy-cm² olarak hesaplandı. Lateral, supin ve traksiyon grupları arasında ortalama Doz ve DAP açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu (sırasıyla p=0,515, p=0,507, p=0,524).

Tüm hastalar dahil edildiğinde floroskopik çekimlerin ortalama sayısı 67,01±31,01 olarak hesaplandı. Lateral, supin ve traksiyon grupları arasında alınan ortalama AS açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlendi (p=0,003).

Tüm bu parametreler Tablo 1'de listelenmiştir.

Tablo 2'de görüldüğü gibi, supin grubun ortalama AS'sı lateral gruba göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksekti (p=0,001) ve diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu (p>0,05). Tablo 2'de, üç grup arasındaki istatistiksel farklar görülmektedir.

Tablo 3'te görülen Pearson korelasyon testi sonuçlarına göre, yaş değerleri ile VKİ, zaman, doz mGy, DAP ve AS değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon bulunmamıştır (p>0,05). VKİ değerleri ile FT değerleri arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon bulunmamıştır (r=0,144, p=0,125).

Ancak, VKİ değerleri ile Doz mGy değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif bir korelasyon bulundu (r=0,242, p=0,009). Benzer şekilde, VKİ değerleri ile DAP değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif bir korelasyon bulundu (r=0,243, p=0,009). VKİ değerleri ile AS arasında da istatistiksel olarak anlamlı pozitif bir korelasyon gözlemlendi (r=0,212, p=0,024).

Zaman, doz (mGy), DAP ve AS arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif korelasyonlar bulundu. Özellikle zaman ve doz (r=0,891), zaman ve DAP (r=0,888), zaman ve AS (r=0,749), doz ve DAP (r=0,999), doz ve AS (r=0,564) ve DAP ve AS (r=0,561) arasında güçlü korelasyonlar bulundu (p=0) (p=0,0001).

Tablo 1. Lateral, supin ve traksiyon grupları arasında hasta özellikleri ve floroskopi parametrelerinin karşılaştırılması

		Lateral	Supin	Traksiyon	p değeri
Yaş	Ort±SS	77,73±12,37	78,91±8,85	82,12±8,05	0,331 [†]
Cinsiyet	Erkek	18 (%34,62)	11 (%24,44)	9 (%52,94)	0,101 [†]
	Kadın	34 (%65,38)	34 (%75,56)	8 (%47,06)	
Boy (cm)	Ort±SS	164,73±8,35	163,51±8,15	167,18±8,39	0,299 [†]
Kilo (Gr)	Ort±SS	74,56±13,97	74,27±11,11	71,29±12,21	0,639 [†]
VKİ (w/h ²)	Ort±SS	27,39±4,59	27,83±3,98	25,51±4,33	0,171 [†]
FT (Saniye)	Ort±SS	36,52±20,7	47,5±26,95	44,38±33,64	0,062 [†]
	Medyan (IQR)	31,1 (22,41-44,66)	41,88 (26,66-64,76)	35,88 (26,44-45,06)	
Doz (mGy)	Ort±SS	16,68±12,46	19,76±15,25	22,23±26,45	0,515 [†]
	Medyan (IQR)	12,37 (8,57-20,84)	17,02 (8,77-24,52)	15,98 (8,39-23,76)	
DAP (Gy-cm ²)	Ort±SS	3,12±2,36	3,69±2,87	4,18±5,03	0,507 [†]
	Medyan (IQR)	2,28 (1,6-3,9)	3,14 (1,64-4,55)	3 (1,55-4,44)	
FS	Ort±SS	56,94±22,75	77,44±35,17	69,53±32,87	0,003 [†]
	Medyan (IQR)	54 (43-62)	72 (52-104)	63 (42,5-91)	

[†]Tek yönlü varyans analizi (ANOVA), *Kruskal-Wallis testi *ki-kare testi, VKİ: Vücut kitle indeksi, FT: Floroskopi süresi, DAP: Doz alan ürünü, FS: Floroskopi çekim sayısı, Ort: Ortalama, SS: Standart sapma, IQR:

Tablo 2. Lateral, supin ve traksiyon grupları arasındaki ortalama çekim sayısının istatistiksel farklılıkları

	p*
Lateral / supin	0,001
Lateral / traksiyon	0,119
Supin / traksiyon	0,372

*Dunn çoklu karşılaştırma testi

TARTIŞMA

Bu çalışma, kalça kırıklarındaki PFN prosedürleri için üç farklı hasta pozisyonu için aynı araştırmada floroskopi ve iyonlaştırıcı radyasyon kullanımını değerlendiren ilk çalışmadır. İyonize radyasyon seviyeleri açısından, üç farklı hasta pozisyonunda FT, doz ve DAP değerlerinde anlamlı bir fark bulunmadı. Gruplar arasında yaş, cinsiyet, boy, ağırlık ve VKİ gibi demografik özellikler açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır; bu nedenle gruplar eşitlendi. Radyolüsent masada sırtüstü ve lateral pozisyonlar arasındaki karşılaştırmada, AS lateral pozisyonda önemli ölçüde daha düşüktü, traksiyon masasında yapılan ameliyatlarda hiçbir fark bulunmadı. Dünya nüfusunun yaşlanmasıyla birlikte, kalça kırıkları toplulukta ve sağlık çalışanları arasında daha yaygındır^{22,24}. Bu çalışma, cerrahi süreyi azaltmak ve AS'yi düşürmek için böyle olgularda lateral pozisyonun tercih edilmesi gerektiğini göstermektedir. Çekim tablosunun hazırlık süresi ve komplikasyonları göz önüne alındığında, lateral dekübitus pozisyonunun düşük AS açısından önemli olduğu vurgulanmaktadır²⁶.

Çalışmamızda zaman, DAP ve doz ve AS arasında anlamlı bir pozitif korelasyon bulunmuştur. Çok sayıda çalışma,

sadece AS'yi karşılaştırarak PFN uygulamalarında floroskopi kullanımını karşılaştırmış ve değerlendirmiştir²⁷⁻³⁰. Bununla birlikte, radyasyona maruz kalma ve özellikle doku hasarı gibi sorunlar da ele alınmalıdır ve bu veriler Gy veya Sv'de ifade edilebilir¹¹. Bu nedenle, Bilekli ve ark.³¹ tarafından da belirtildiği gibi tek bir parametre ile değerlendirilmesi gerektiği için bizimki gibi çalışmalarda DAP, FT ve doz gibi parametreleri değerlendirmek uygun olabilir. Bilekli ve ark.³¹ tarafından yapılan çalışmada, supin ve traksiyon masa pozisyonlarına göre kalça kırığı cerrahisinde FT'nin karşılaştırılması yapıldı ve ortalama süre supin pozisyon için 55,95 saniye ve traksiyon masası için 48,29 saniye olarak bulundu. Çalışmamızda, bu süreler sırasıyla 47,5 saniye ve 44,38 saniye idi ve sırtüstü FT'nin benzer şekilde yüksek olduğu bulundu. Zehir ve ark.³² tarafından yapılan bir çalışmada, sırtüstü pozisyonda ortalama PFNA floroskopi süresinin 2,0 dakika olduğu bildirilmiştir, bu da çalışmamızda bulunan 47,5 saniye değerinden önemli ölçüde farklıdır. Buxbaum ve ark.³³, kalça kırıklarında en düşük FT'yi 76,45 saniye olarak bildirmiştir. Duramaz ve İltir³⁴ aynı cerrahi model ile ortalama ve medyan FT'yi her ikisi için 34 saniye olarak bildirdi. Patil³⁵ PFN uygulamalarında ortalama FT'yi 72,6 saniye olarak bildirdi. Çalışmamızda, medyan 34 saniye ve ortalama traksiyon masasında 44 saniye idi, bu da bu iki çalışmadan önemli ölçüde farklıdır. Kalem ve ark.³⁶ tarafından yapılan bir çalışmada, iki farklı floroskopi cihazı (cihaz A ve B - aynı marka ve yazılımın iki floroskopi cihazı, ancak farklı görüntü yoğunlaştırıcı boyutlarıyla) ile supin pozisyonda PFNA uygulamasının FT'si sırasıyla 58,1 saniye ve 98,9 saniye olarak bildirilmiştir. Çalışmamızda, bu sefer aynı cihaz modeli olan B cihazı ile 47,5 saniye olarak bulundu. Ayrıca, sırtüstü pozisyondaki ortalama DAP değeri aynı çalışmada 7,3 olarak rapor edilirken, bu pozisyonda 3,69 olduğu bulundu. Bilekli

Tablo 3. Hasta özellikleri ve floroskopi parametreleri arasındaki korelasyonlar*

		Yaş	VKİ	FT	Doz	DAP	FS
Yaş	r		-0,096	-0,063	-0,094	-0,096	-0,053
	p		0,309	0,505	0,317	0,310	0,578
VKİ	r	-0,096		0,144	0,242	0,243	0,212
	p	0,309		0,125	0,009	0,009	0,024
FT	r	-0,063	0,144		0,891	0,888	0,749
	p	0,505	0,125		0,0001	0,0001	0,0001
Doz	r	-0,094	0,242	0,891		0,999	0,564
	p	0,317	0,009	0,0001		0,0001	0,0001
DAP	r	-0,096	0,243	0,888	0,999		0,561
	p	0,310	0,009	0,0001	0,0001		0,0001
FS	r	-0,053	0,212	0,749	0,564	0,561	
	p	0,578	0,024	0,0001	0,0001	0,0001	

Pearson korelasyon testleri, VKİ: Vücut kitle indeksi, FT: Floroskopi süresi, DAP: Doz alan ürün, FS: Floroskopi çekim sayısı

ve ark.³¹ çalışmasında, ortalama DAP traksiyon pozisyonunda 2,84 ve supin pozisyonunda 2,26 iken, çalışmamızda bu değerler sırasıyla 4,18 ve 3,69 idi. Çalışmamızdan farklı olarak, bu çalışma doz değerlerine odaklanmadı. Ek olarak, aynı çalışmadaki VKİ değerleri arasındaki farklılıkların DAP değerlerindeki farklılıkları açıklayabileceği düşünülmüştür. Bilekli ve ark.³¹ çalışmasında ortalama VKİ değerleri 23,4 ve 22 iken, çalışmamızda 27,8 ve 25,5 idi. Literatürde, artan FT daha yüksek VKİ ile ilişkilendirilmiştir ve artan DAP değeri de daha yüksek VKİ ile ilişkilendirilmiştir³⁷. Çalışmamızda, yüksek VKİ zaman dışında doz mGy ve DAP değerleri ile pozitif korelasyon gösterdi. Rashid ve ark.³⁸ tarafından yapılan çalışmada, kısa PFN prosedürü için ortalama FT 49 saniye ve medyan DAP 1,40 Gy-cm² dir. Çalışmamızda, en düşük lateral pozisyonunda elde edilen medyan DAP değeri 2,28 Gy-cm² ve medyan FT 31 saniye idi. AS açısından, Rashid ve ark.³⁸ çalışmasında ortalama floroskopi görüntüsü sayısı 109 iken, 54 atış yan pozisyonunda bulundu. FT ve AS'deki farklılıklara rağmen, hasta pozisyonu ve ameliyat masası gibi diğer ayrıntılar hakkında daha fazla bilgi sağlanmadığından DAP uyumsuzluğu belirsizliğini korumaktadır. Kalça kırıkları üzerinde Roukema ve ark.³⁹ çalışmasında, floroskopi kullanımı ile ilgili bildirilen doz değeri 3,5 mGy iken, çalışmamızda bu değer en düşük 16,68 mGy olarak belirlenmiştir. Ayrıca, Roukema ve ark.³⁹ çalışmasında ortalama floroskopi süresi 53 saniye iken, çalışmamızda en düşük süre 36,52 saniye idi. DAP değeri Roukema ve ark.³⁹ çalışmasında 0,0572 mGy-m² olarak bildirildi, oysa çalışmamızda en düşük değer 3,12 Gy-cm² (0,312 mGy-m²) idi. Bu çalışmalar arasındaki önemli farklılıklar, farklı cerrahi teknikler ve kullanılan materyaller gibi faktörlerden kaynaklanmaktadır. Bilekli ve ark.³¹ ve Roukema ve ark.³⁹ çalışması arasındaki daha düşük DAP değerlerinin sadece VKİ ve cerrahi yöntemdeki farklılıklar ile açıklanamayabileceği düşünülmektedir. Sadece otomatik modun floroskopinin çalışma modu olarak tanımlandığı ve sürekli veya darbeli modların verilerinin herhangi bir çalışmada mevcut olmadığı

görülmektedir. Darbeli modun, sürekli moda kıyasla radyasyon maruziyetini %64'e kadar azalttığı bilinmektedir⁴⁰. Bu faktörlerin bu farklılıkları etkileyebileceği düşünülmektedir. Çalışmamızda, tüm cerrahların aynı floroskopi cihazında sürekli bir modla çalıştığı gözlenmiştir. Bu çalışma, hasta pozisyonunun kalça kırıklarında PFN uygulamalarında floroskopi kullanımı ve iyonlaştırıcı radyasyon açısından bir fark yaratmadığını göstermiştir. En düşük AS lateral pozisyonunda gözlendi ve VKİ ve doz ayrıca VKİ ve DAP arasında pozitif bir korelasyon bulundu. Bu bulgular, hasta ve çalışan güvenliği (iyonlaştırıcı radyasyona maruz kalma) açısından preoperatif VKİ belirleme ve maruziyet azaltma önlemlerinin gerekliliğini vurgulamaktadır. VKİ'nin yüksek DAP maruziyeti için bir risk faktörü olarak değerlendirilmesi, riskleri azaltmak için önlemlerin dikkate alınmasını gerektirebilir. Tıbbi görüntüleme ve cerrahi prosedürlerde floroskopi cihazlarının yaygın kullanımı, personelin ve hastaların potansiyel radyasyona maruz kalma konusunda endişelerini ortaya çıkarmaktadır^{6,7}. Bu nedenle, cihazların güvenli ve etkili kullanımını sağlamak için operasyonel personel ve radyasyon uzmanları arasında devam eden işbirliği ve iletişim gerekmektedir¹⁰.

Radyasyon profesyonelleri personelin eğitiminde, koruyucu ekipmanların doğru kullanımının sağlanmasında ve güncel güvenlik protokollerinin sağlanmasında önemli bir rol oynamaktadır. Bu işbirliği, radyasyon maruziyetini azaltarak ve tıbbi uygulamaların güvenliğini artırarak uzun vadeli sağlık risklerini en aza indirmeye yardımcı olur^{11,38}. Bundy ve ark.¹ çalışmalarında belirlenen radyasyon eşiği değerini aşan vakaların çoğunun radyolog olmayanlar tarafından yapıldığını belirttiler. Bu durum, radyasyon profesyonellerinin eğitiminin önemini vurgular ve radyasyon fiziği, biyoloji ve doz azaltma teknikleri konusunda eğitilmeyen personelin hatalarına işaret eder.

Çalışmanın Kısıtlılıkları

Çalışmamızın sınırlamaları, ameliyat süresinin değerlendirilmemesi, tek merkezli bir çalışma olması ve farklı cerrahların dahil olmasıdır. Bununla birlikte, cerrahların çalışmada en iyi tekniklerini kullanmaları önemlidir. Çalışmamızın odak noktası, hasta pozisyonunun floroskopi dozu üzerindeki etkisini göstermek olduğundan, cihazın nabız veya sürekli modda çalışıp çalışmadığının, elde edilen veri ve sonuçlar üzerinde hiçbir etkisinin olmadığı düşünülmektedir. Gelecekte farklı floroskopi modlarının etkisini değerlendirmek için prospektif randomize kontrollü çalışmalara ihtiyaç vardır. Traksiyon masası olmadan gerçekleştirilen ameliyatlarda, scopy cihazının masanın altındaki radyasyon üreten kısmının daha az radyasyon sağladığı gerçeği göz ardı edilmemelidir, bu da bu çalışmanın değerlendirmedeği bir handikaptır.

SONUÇ

Yüksek radyasyon dozlarına maruz kalma riski, özellikle uzun süreli prosedürlerde önemli ölçüde artar. Bu nedenle, güvenlik önlemlerini iyileştirmek ve radyasyon dozlarını en aza indirmek için etkili doz kontrol yöntemleri uygulamak önemlidir. Bu çalışmada, lateral dekübitus pozisyonunda diğer pozisyonlar ile karşılaştırıldığında daha az AS olduğu ve VKI'nin iyonlaştırıcı radyasyonla ilişkili olduğuna dikkat edilmelidir. Gelecekteki araştırmalar, bu alandaki güvenlik standartlarının iyileştirilmesine yönelik olmalıdır.

Etik

Etik Kurul Onayı: Bu retrospektif çalışma için Kastamonu Üniversitesi Klinik Araştırma Etik Kurulu (karar no: 2024-KAEK-2, tarih: 17.01.2024) onay alındı.

Hasta Onayı: Retrospektif çalışmadır.

Dipnot

Yazarlık Katkıları

Cerrahi ve Medikal Uygulama: F.U., Konsept: F.U. M.A., A.E.Ş., Dizayn: M.A., B.A., M.A.S., Veri Toplama veya İşleme: F.U., M.A.S., A.E.Ş., Analiz veya Yorumlama: F.U., M.A.S., Literatür Arama: M.A., B.A., Yazan: F.U., M.A., B.A.

Çıkar Çatışması: Yazarlar bu makale ile ilgili olarak herhangi bir çıkar çatışması bildirmemiştir.

Finansal Destek: Çalışmamız için hiçbir kurum ya da kişiden finansal destek alınmamıştır.

KAYNAKLAR

1. Bundy JJ, McCracken IW, Shin DS, Monroe EJ, Johnson GE, Ingraham CR, et al. Fluoroscopically-guided interventions with radiation doses exceeding 5000 mGy reference point air kerma: a dosimetric analysis of 89,549 interventional radiology, neurointerventional radiology, vascular surgery, and neurosurgery encounters. *CVIR Endovasc.* 2020;3:69.

2. Wheeler JA, Weaver N, Balogh ZJ, Drobetz H, Kovendy A, Enninghorst N. Radiation exposure in patients with isolated limb trauma: acceptable or are we imaging too much? *J Clin Med.* 2020;9:3609.
3. Botchu R, Ravikummar K. Radiation exposure from fluoroscopy during fixation of hip fracture and fracture of ankle: Effect of surgical experience. *Indian J Orthop.* 2008;42:471-3.
4. Stecker MS, Balter S, Towbin RB, Miller DL, Vaňo E, Bartal G, et al. Guidelines for patient radiation dose management. *J Vasc Interv Radiol.* 2009;20(7 Suppl):263-73.
5. Barry TP. Radiation exposure to an orthopedic surgeon. *Clin Orthop Relat Res.* 1984;182:160-4.
6. Yamashita K, Tamaki Y, Nakajima D, Omichi Y, Takahashi Y, Takai M, et al. A cadaveric simulation study of radiation exposure to the surgical team during fluoroscopic spinal surgery: how much are we exposed?. *Spine Surg Relat Res.* 2023;7:341-9.
7. Abas AA, Rahman RA, Yahya N, Kamaruzaman E, Zainuddin K, Manap NA. Occupational radiation exposure to anesthetists from fluoroscopic projections during orthopedic operative procedures. *Clin Ter.* 2014;165:253-7.
8. Ojodu I, Ogunsemoyin A, Hopp S, Pohlemann T, Ige O, Akinola O. C-arm fluoroscopy in orthopaedic surgical practice. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2018;28:1563-8.
9. Kropelnicki A, Eaton R, Adamczyk A, Waterman J, Mohaghegh P. Establishing local diagnostic reference levels for common orthopaedic procedures using the mini C-arm fluoroscope. *Br J Radiol.* 2021;94:20190878.
10. Malik AT, Rai HH, Lakdawala RH, Noordin S. Does surgeon experience influence the amount of radiation exposure during orthopedic procedures? A systematic review. *Orthop Rev (Pavia).* 2019;11:7667.
11. Hayda RA, Hsu RY, DePasse JM, Gil JA. Radiation exposure and health risks for orthopaedic surgeons. *J Am Acad Orthop Surg.* 2018;26:268-77.
12. Mastrangelo G, Fedeli U, Fadda E, Giovanazzi A, Scozzato L, Saia B. Increased cancer risk among surgeons in an orthopaedic hospital. *Occup Med (Lond).* 2005;55:498-500.
13. Vosbikian MM, Ilyas AM, Watson DD, Leinberry CF. Radiation exposure to hand surgeons' hands: a practical comparison of large and mini C-arm fluoroscopy. *J Hand Surg Am.* 2014;39:1805-9.
14. Pierce DA, Preston DL. Radiation-related cancer risks at low doses among atomic bomb survivors. *Radiat Res.* 2000;154:178-86.
15. Cho JH, Kim JY, Kang JE, Park PE, Kim JH, Lim JA, et al. A study to compare the radiation absorbed dose of the c-arm fluoroscopic modes. *Korean J Pain.* 2011;24:199-204.
16. De Silva T, Punnoose J, Uneri A, Goerres J, Jacobson M, Ketcha MD, et al. C-arm positioning using virtual fluoroscopy for image-guided surgery. *Proc SPIE Int Soc Opt Eng.* 2017;10135:101352K.
17. Baumgartner R, Libuit K, Ren D, Bakr O, Singh N, Kandemir U, et al. Reduction of radiation exposure from c-arm fluoroscopy during orthopaedic trauma operations with introduction of real-time dosimetry. *J Orthop Trauma.* 2016;30:53-8.
18. Jinnai Y, Baba T, Zhuang X, Tanabe H, Banno S, Watari T, et al. Does a fluoro-assisted direct anterior approach for total hip arthroplasty pose an excessive risk of radiation exposure to the surgeon? *SICOT J.* 2020;6:6.
19. Sonmez MM, Camur S, Erturer E, Ugurlar M, Kara A, Ozturk I. Strategies for proximal femoral nailing of unstable intertrochanteric fractures: lateral decubitus position or traction table. *J Am Acad Orthop Surg.* 2017;25:37-44.
20. Tucker MC, Schwappach JR, Leighton RK, Coupe K, Ricci WM. Results of femoral intramedullary nailing in patients who are obese versus those who are not obese: a prospective multicenter comparison study. *J Orthop Trauma.* 2007;21:523-9.
21. Vig KS, Adams C, Young JR, Perloff E, O'Connor CM, Czajka CM. Patient positioning for proximal femur fracture fixation: a review of best practices. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2021;14:272-81.

22. Simmermacher RK, Bosch AM, Van der Werken C. The AO/ASIF-proximal femoral nail (PFN): a new device for the treatment of unstable proximal femoral fractures. *Injury*. 1999;30:327-32.
23. Şahin E, Songür M, Kalem M, Zehir S, Aksekili MA, Keser S, et al. Traction table versus manual traction in the intramedullary nailing of unstable intertrochanteric fractures: A prospective randomized trial. *Injury*. 2016;47:1547-54.
24. Doğan N, Ertürk C, Gülabi D. Is proximal femoral nailing of unstable intertrochanteric fractures in the lateral decubitus position without a traction table as safe and effective as on a traction table? *Injury*. 2022;53:555-60.
25. Yamashita K, Higashino K, Hayashi H, Hayashi F, Fukui Y, Sairyo K. Pulsation and collimation during fluoroscopy to decrease radiation: a cadaver study. *JB JS Open Access*. 2017;2:e0039.
26. Flierl MA, Stahel PF, Hak DJ, Morgan SJ, Smith WR. Traction table-related complications in orthopaedic surgery. *J Am Acad Orthop Surg*. 2010;18:668-75.
27. Kashid MR, Gogia T, Prabhakara A, Jafri MA, Shaktawat DS, Shinde G. Comparative study between proximal femoral nail and proximal femoral nail antirotation in management of unstable trochanteric fractures. *Int J Res Orthop*. 2016;2:354-8.
28. Shah A, Badade K, Kadam R, Chhallani A, Sharma G, Pandey S. Clinical, functional and radiological outcomes of proximal femoral nail (PFN) with proximal femoral nail antirotation Asia (PFNA2) in the treatment of intertrochanteric and peritrochanteric femur fracture. *Int J Orthop Sci*. 2020;6:1156-60.
29. Mallya S, Kamath SU, Madegowda A, Krishnamurthy SL, Jain MK, Holla R. Comparison of radiological and functional outcome of unstable intertrochanteric femur fractures treated using PFN and PFNA-2 in patients with osteoporosis. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2019;29:1035-42.
30. Rai B, Singh J, Singh V, Singh G, Pal B, Kumar D, et al. Evaluation of the outcomes of proximal femoral nail antirotation ii in the treatment of trochanteric fracture in elderly patients. *Cureus*. 2022;14:e24896.
31. Bilekli AB, Bahtiyar EE, Zeybek H, Neyişçi Ç, Erdem Y, Çankaya D. Radiation exposure during proximal femoral nailing: Traction table versus conventional table. *Jt Dis Relat Surg*. 2022;33:338-44.
32. Zehir S, Şahin E, Zehir R. Comparison of clinical outcomes with three different intramedullary nailing devices in the treatment of unstable trochanteric fractures. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg*. 2015;21:469-76.
33. Buxbaum EJ, Ponzio DY, Griffiths S, Wu ES, Duque AF, Post ZD, et al. Impact of resident training level on radiation exposure during fixation of proximal femur fractures. *J Orthop Trauma*. 2020;34:170-5.
34. Duramaz A, İlter MH. The impact of proximal femoral nail type on clinical and radiological outcomes in the treatment of intertrochanteric femur fractures: a comparative study. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2019;29:1441-9.
35. Patil SV. Management of intertrochanteric hip fractures by proximal femoral nail and dynamic hip screw fixation: a comparative study. *Int J Orthop Sci*. 2021;7:440-3.
36. Kalem M, Başarır K, Kocaoğlu H, Şahin E, Kınık H. The Effect of C-Arm mobility and field of vision on radiation exposure in the treatment of proximal femoral fractures: a randomized clinical trial. *Biomed res int*. 2018;2018:6768272.
37. Baratz MD, Hu YY, Zurakowski D, Appleton P, Rodriguez EK. The primary determinants of radiation use during fixation of proximal femur fractures. *Injury*. 2014;45:1614-9.
38. Rashid MS, Aziz S, Haydar S, Fleming SS, Datta A. Intra-operative fluoroscopic radiation exposure in orthopaedic trauma theatre. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2018;28:9-14.
39. Roukema GR, De Jong L, Van Rijckevorsel VAJIM, Van Onkelen RS, Bekken JA, Van der Vlies CH, et al. Radiation exposure during direct versus indirect image acquisition during fluoroscopy-controlled internal fixation of a hip fracture: Results of a randomized controlled trial. *Injury*. 2019;50:2263-7.
40. Raza M, Houston J, Geleit R, Williams R, Trompeter A. The use of ionising radiation in orthopaedic surgery: principles, regulations and managing risk to surgeons and patients. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2021;31:947-55.