

Balon dakriyosistoplastide radyasyon dozu: Rando® fantomlar ve termolüminesans dozimetrenin kullanıldığı bir çalışma

Niyazi Meriç, Ülkü Rabia Yüce, Erhan T. Ilgıt

AMAÇ

Nazolakrimal drenaj sistemindeki tıkanıklıkların dakriosistografi yöntemiyle teşhisi ve balon yöntemiyle tedavisi sırasında vücudun baş kısmında bulunan hassas organların aldığı radyasyon dozlarını bulmak.

GEREÇ VE YÖNTEM

Hasta yerine yetişkin erkek ve kadın fiziksel fantomlar, soğurulan dozu bulmak içinde TLD100 (3.7 mm çapında, 0.9 mm kalınlığında) ve TLD700 (4.5 mm çapında, 0.9 mm kalınlığında) termolüminesans dozimetreler kullanıldı.

BULGULAR

Göz merceğinin, derinin, tiroid ve beyin aldığı radyasyon dozları yetişkin erkek ve kadın fiziksel fantomlar kullanılarak termoluminesans dozimetreler (TLD-100 ve TLD-700) ile ölçüldü. Tüm doz değerleri, bir saniyelik skopi ve bir DSA görüntüsü başına ön-arka ve sol-sağ pozisyonlar için elde edildi.

SONUÇ

Balon dakriosistografi prosedüründe, bir saniyelik skopi ve bir DSA görüntüsü başına ön-arka ve sol-sağ pozisyonlar için elde edilen doz değerleri, göz merceğinin, derinin, tiroid ve beyinin aldığı radyasyon dozlarını hesaplamada kullanılabilir. Karşılaştırma amacı ile hesaplanan doz değerleri, direkt hasta ölçümlerinden elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılmış ve iyi bir uyum gözlenmiştir.

Anahtar sözcükler: • radyasyon dozu • lakrimal kanal tıkanıklığı • girişimsel radiology

Başın özellikle orbitaları içeren kesiminin tanıs ve girişimsel radyolojik prosedürleri lens, tiroid ve beyne radyasyon ekspozurunda kaçınılmaz risk taşımaktadır. Balon dakriyosistoplasti, floroskopi eşliğinde lakrimal drenaj sistemin translüminal balon dilatasyonu, yani minimal invazif bir girişimsel radyolojik bir prosedür olup obstrüktif epiforanın cerrahi tedavisinde önemli bir alternatiftir (1-8). Bununla birlikte bu prosedürde gözler gibi radyosensitif organların primer X-ışını alanı içinde kalması nedeniyle radyasyon ekspozuru açısından risk mevcuttur. Bu girişimsel radyolojik tedavinin risk-yarar oranını tam olarak değerlendirebilmek için bu organlara verilen iyonizan radyasyon dozunun tam bilgisi gereklidir. Bununla birlikte dozu floroskopiden saptamak primer olarak birçok parametre nedeniyle (kilo voltaj, mili amper, alan yeri ve boyutu, ekspozur sayısı ve floroskopi süresi) zordur. Yine de birçok teknik bu amaç için geliştirilmiştir (9-11).

Bu çalışmada, lakrimal drenaj sisteminin (LDS) tanıs ve girişimsel radyolojik prosedürlerinde lens, tiroid ve beyin dozları yetişkin erkek ve bayan Rando® fantomlar kullanılarak termoluminesans dozimetreler (TLD'ler) ile ölçüldü. Dozlar postero-anterior (PA) ve lateral (LAT) projeksiyonlarda değerlendirildi ve bir saniyelik floroskopi zamanı ve dijital imaj başına mGy olarak belirtildi.

Gereç ve yöntem

Fantomların ışınlanması

Yetişkin erkek ve bayan Rando® fantomlar (Alderson Araştırma Laboratuvarları, Stanford, ABD) simülasyon için kullanıldı. Prosedürler DX Hiline dijital imaj toplama ve işleme sistemi ile birleştirilmiş Advantx AFM C-kollu ünite kullanılarak yapıldı (GE Medikal Sistemleri, Milwaukee, Wis, ABD). 6-inch (15.2-cm) olan üçlü-alan (6.9 ve 15-inch) görüntü kuvvetlendirici, aynı veya biraz daha küçük boyutlu dairesel kolimasyon ile kullanıldı. Dijital subtraksiyon dakriyosistografi (DS-DSG) 1024x1024 toplama matrisi kullanılarak saniyede 1-2 çerçeve hızında PA ve/veya LAT projeksiyonlarda yapıldı; floroskopi her bir projeksiyonda fantomun pozisyonu ile sınırlıydı. X-ışını tüpü ile görüntü kuvvetlendirici arası mesafe PA için 65 cm ve LAT projeksiyonlar için 76 cm idi. Görüntü kuvvetlendirici fantomun başına mümkün

olduğunca yakın yerleştirildi. Floroskopi puls progresif modda yapıldı. Sistem floroskopi boyunca 80 kVp'de ve dijital imaj toplama için 85 kVp'de çalıştırıldı. Total X-ışını filtrasyonları sırasıyla 2.77 ve 2.83 mm alüminyum olarak ölçüldü. Floroskopik miliamper ve dijital imaj toplamada herbir çerçeve için miliamper x saniye ayarlarının ortalama değerleri sırasıyla 2 ve 20 idi. Toplam çerçeve sayısı ve floroskopi zamanı sistem zamanlayıcı tarafından belirlendi.

Termoluminesans dozimetreler

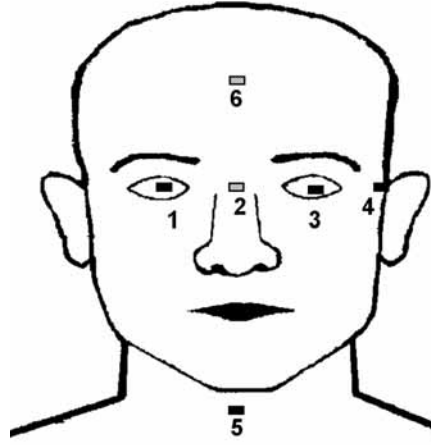
Absorbe olan doz ölçümlerinde iki farklı lityum florid (LiF) TLD çipleri (Harshaw Kimyasal Şirketi, Solon, OH, ABD) kullanıldı; TLD700, yaklaşık 4.5 mm çapında ve 0.9 mm kalınlığında; TLD100, 3.7x3.7x0.9 mm idi.

TLD'ler X-ışını ile ışınlandı ve ortalama cevaptan %5 veya daha fazla sapma gösteren cevaplar elimine edildi. İncelemeler arasında, TLD'ler 1 saat 400 0C'de tavlandı. Isıtmadan sonra TLD'ler soğuması için mermer yüzeye yerleştirildi. TLD'ler model 3500 okuyucu (Harshaw Kimyasal, Solon; OH, ABD) kullanılarak okutuldu.

Herbir çip ayrı olarak iyonizasyon odasında (Rad Check Plus, Victoreen, Cleveland, OH, ABD) aynı radyasyon ışınında kalibre edildi. Kalibrasyon işlemi TLD'lerin bilinen radyasyon dozlarında pozlandırılması ve sonrasında bu TLD'lerin mC çıktısının ölçümünü içerdi. Bu değerler grafiklendirildi, ve grafikler pozlandırılan TLD'lerin yorumlanmasında kullanıldı. Arka plan gürültüsü sistematik olarak değerlendirildi ve herbir okumadan önce ölçümlerden çıkarıldı.

Daha sonra TLD'ler küçük plastik paketlere yerleştirildi ve fantomlara takıldı. Ölçülen değerlerin doğruluğunu kanıtlama ve karşılaştırma imkanı sağlaması ve bazı TLD'lerin zarar görebilme olasılığına karşı her bir paketten en az iki TLD kullanıldı.

Radyasyon dozlarının ortalama değerleri herbir dozimetre seti ile mümkün olduğunca hesaplandı. Lens doz-



Şekil: TLD'lerin lokalizasyonu 1. sağ oküler bulbus üzerinde orbitanın süperior kenarı 2. oksipital kemik 3. sol oküler bulbus üzerinde orbitanın inferior kenarı 4. orbitanın lateral kenarları 5. tiroid 6. beyin

ları fantomun gözlerinin üzerine konan TLD'ler ile ölçüldü (Şekil). Sırasıyla PA ve LAT projeksiyonlarda deri giriş dozlarının ölçümleri için TLD'ler aynı zamanda oksipital kemik ve orbitanın lateral kenarları üzerinde bazı verilen noktalara yerleştirildi.

Tiroid yüzey ekspozur dozunu belirlemek için, TLD'ler tiroid bezi dışına deriye yerleştirildi. Bir okuma beynin içindeki bir noktadan alındı. PA projeksiyonlarda primer ışın araştırılan LDS'ye doğru yönlendirildi ve LAT projeksiyonlarda araştırılan göz görüntü kuvvetlendirici tarafında, diğer göz ise tüp tarafında idi.

Toplam 1 dakikalık floroskopik ekspozur ve 10 çerçeve DS-DSG ekspozur için tüm doz değerleri PA ve LAT projeksiyonlarda ayrı ayrı ölçüldü. Bu değerler Ilgit'in çalışmasına dayanılarak belirlendi (12). Herbir hasta dozunun tahmini aşağıdaki denklemdeki bu değerler kullanılarak yapıldı (denklem 1) (1);

$$D = [(D_F T_F) + (D_D T_D)]_{LAT} + [(D_F T_F) + (D_D T_D)]_{PA}$$

DF ve DD bir saniyelik floroskopik ekspozur ve bir çerçeve DS-DSG ekspozuru için olan kendi organ dozlarıdır (1). TF ve TD floroskopi uygulama süreleri ve DS-DSG çerçevelerinin toplam sayısıdır. LAT lateral inceleme ve PA da postero-anterior incelemedir (10).

Hasta dozlarının hesaplanan değerleri teker teker literatürde zaten mevcut olan değerler ile aşağıda verilen ortalama göreceli deviasyon kullanılarak karşılaştırıldı (denklem 2) (9);

$$\Psi = \left\{ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{D_{TLD}}{D_{Lit}} - 1 \right)^2 \right\}^{1/2}$$

DTLD TLD ile direkt olarak ölçülen hasta lens dozu ve DLit literatürden alınan hasta lens dozudur.

Bulgular

Erkek ve bayan Rando® fantomlarda ışınlama sonrası absorbe olan dozların ortalama değerleri TLD100 ve TLD700 dozimetreler ile ayrı ayrı ölçülerek LAT ve PA projeksiyonlar için Tablo 1'de sunulmuştur. Lense ait doz ölçümleri için şekilde gösterildiği gibi pozisyon 1 ve 3'e yerleştirilmiş TLD'lerin ortalama okumaları sırasıyla görüntü kuvvetlendirici ve X-ışını tüpünün kenarları üzerindeydi. Deri giriş dozu ölçümleri LAT için pozisyon 4 ve PA projeksiyonlar için pozisyon 2'de yapıldı; tiroid ve beyin okumaları sırasıyla pozisyon 5 ve 6'dan elde edildi (Şekil).

DS-DSG boyunca elde edilen toplam çerçeve sayısı, floroskopi süreleri ve bu çalışmada (12) on hastanın tümünde lensin ölçülen radyasyon dozları da Tablo 2'de gösterilmiştir. Tablo 2'de her hastaya denklem 1'i uyguladık ve tedavi edilen ve edilmeyen göz lensinin, deri, tiroid ve beyin radyasyon dozlarını hesapladık. Tablo 1'de DF ve DD datayı kullandık. Bulgular Tablo 2'nin son beş sütununda verildi.

Denklem 2'de verilen ortalama göreceli deviasyon, fantom ve hasta ölçümlerini karşılaştırmak için kullanıldı. Erkek hastalar için, bu deviasyonlar tedavi edilen ve edilmeyen gözler için sırasıyla %34 ve %21, ve bayan hastalar için ise sırasıyla %11.5 ve %10'du.

Tartışma

Gözün ışınlanması serbest radikal oluşumu ve oksidatif etkiler ve aynı zamanda permeabilite değişiklikleri ile lensin anterior epitelinde hızlı ço-

Tablo 1. Bir çerçeve dijital subtraksiyon dakriyosistografi ve bir saniyelik floroskopi için ortalama doz değerleri (mGy)

Fantom				Deri giriş dozu	Tedavi edilmeyen gözün dozu	Tedavi edilen gözün dozu	Tiroid dozu	Beyin dozu
Erkek	LAT	mGy /s	Fluoro (DF)	0.223	0.198	0.033	0.004	0.032
		mGy /çerçeve	Dijital (DD)	0.640	0.518	0.075	0.009	0.080
	PA	mGy /s	Fluoro (DF)	0.077	0.001	0.001	0.005	0.028
		mGy /çerçeve	Dijital (DD)	3.912	0.050	0.050	0.036	0.948
Bayan	LAT	mGy /s	Fluoro (DF)	0.140	0.125	0.014	0.004	0.036
		mGy /çerçeve	Dijital (DD)	0.404	0.330	0.033	0.008	0.090
	PA	mGy /s	Fluoro (DF)	0.058	0.001	0.001	0.001	0.014
		mGy /çerçeve	Dijital (DD)	3.765	0.078	0.058	0.038	0.850

LAT: lateral projeksiyon, PA: postero-anterior projeksiyon.

ğalan hücrelerde hasara neden olabilir. Bu hasarlı hücreler ve bunların yıkım ürünleri lensin posterior polünde akümüle olur ve subkapsüler opasiteler oluşturur ki buda kataraktın karakteristiği olan refraksiyon indeksindeki lokal değişikliklerden sorumludur (7). Gözün diğer bölümleri radyasyon hasarına göreceli olarak daha az hassastır. İnsanlarda biraz gecikme ile oluşan, deterministik cevap olarak katarakt formasyonuna neden olan X-ışını eşik değeri, düşük lineer enerji transfer radyasyona karşı 2-10 Gy akut ekspozur olarak gözükmektedir (13). Bu eşik değeri, fraksiyone radyasyon ve kronik ekspozur için çok daha yüksektir (7, 9).

Literatürde tanısal X-ışını incelemelerinde lensin radyasyon dozu ile ilgili çalışmalar vardır. Ilgıt tarafından yapılan bir çalışmada (12), 10 hastada lakrimal drenaj sisteminin translüminal balon dilatasyonu sırasında her iki göz kapağına lense mümkün olduğunca yakın yerleştirilen termoluminesans dozimetreler kullanılarak lensin radyasyon dozu ölçülmüştür. İncelenen gözün görüntü kuvvetlendiriciye ve tedavi edilmeyen gözün X-ışını tüpüne daha yakın olması nedeniyle tedavi edilmeyen göz daha yüksek radyasyon dozu ile pozlandırılmıştır. Bununla birlikte PA projeksiyonlarda iki gözde absorbe olan doz değerleri arasında kayda değer anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Bizim çalışmamızda, ortalama göreceli deviasyonlar Ilgıt tarafından belirlenenlere göre biraz daha yüksekti. Bu fark istatistiksel fluktuasyonlara bağlandı. Ayrıca bizim Rando® fantomlar ile Ilgıt'ın hastalarının TLD ölçüm sonuçları arasındaki farklılığı açıklayabilecek diğer bir faktör, Rando® fantomların kafalarının standart fantomlara göre daha küçük olması olabilir.

Ekstremitelerde çalışmalarındaki doz direkt olarak TLD metodu ile ölçüldüyse de, bu çalışma dozu saptamada yararlı bilginin D gibi basit faktör kullanımını ile elde edilebildiğini gösterir. D hasta çalışmalarında kullanılan her bir X-ışını kalitesi ve anatomik projeksiyon için sensitif metod ile saptanmalı-

Tablo 2. Rando® fantom ölçümlerinin 13. kaynaktan alınan ilgili deneysel veriler ile karşılaştırılmasıyla elde edilen deri, tiroid ve beyin dozları

Hasta sayısı ve cinsiyet	Floroskopi zamanı (sn)		Elde edilen dijital imaj sayısı		Lens dozu (mGy)		Rando® fantom ölçümleri (mGy)				
	PA (T _F)	LAT (T _F)	PA (T _D)	LAT (T _D)	Tedavi edilen göz	Tedavi edilmeyen göz	*Tedavi edilen göz	*Tedavi edilmeyen göz	*Deri	*Tiroid	*Beyin
Erkek hastalar											
1	1	120	24	26	5.1	39.0	7.1	38.4	137.3	1.6	28.7
2	1	210	28	0	6.1	50.4	8.2	42.9	156.3	1.9	33.3
3	264	96	12	11	4.6	24.5	4.8	25.5	95.7	2.2	22.7
4	1	258	26	12	9.1	67.8	10.6	58.5	166.9	2.1	33.9
5	1	246	31	0	6.8	60.1	9.5	50.1	176.1	2.1	37.3
6	1	12	11	10	2.8	14.7	1.7	8.1	52.2	0.5	11.6
7	1	180	9	0	4.3	30.9	6.3	36.0	75.3	1.0	14.3
Bayan hastalar											
8	108	270	9	47	2.1	47.1	5.9	50.1	96.9	1.9	23.1
9	204	228	35	0	3.2	29.8	5.4	31.4	175.4	2.4	40.8
10	126	36	18	34	1.9	20.5	2.8	17.2	93.8	1.2	21.4

*Değerler denklem 1 ve Tablo 1 ile elde edilmiştir.

dır. Rando® fantom ölçümleri bu amaç için kullanılabilir ve sonraki hasta dozu değerlendirmeleri floroskopi zamanı ve DS-DSG çerçeve sayısı verileri kullanılarak elde edilebilir.

Bu çalışma dozu saptamada yararlı bilginin bir çerçeve DS-DSG ve bir saniyelik floroskopi için lens, tiroid ve beynin radyasyon dozu ölçümleri ile elde edilebildiğini gösterir. Denklem 1 ve Tablo 1 bu amaç için kullanılabilir ve sonraki hasta dozu değerlendirmeleri floroskopi zamanı ve DS-DSG çerçeve sayısı verileri kullanılarak elde edilebilir. Bu hastaların kaydı aynı zamanda retrospektif doz değerlendirmesine de izin verir. Tüp çıkışı spesifik inceleme boyunca incelenen vücut bölümünün kalınlık ve kompozisyonu ile birlikte değiştiğinde diğer anjiyografik çalışmalarda bu tekniğin uygulanması sınırlanır. Daha fazla projeksiyonların eklenmesi de tekniğin karmaşıklığını artırır.

Kaynaklar

1. Song HY, Ahn HS, Park CK, Kwon SH, Kim CS, Choi KC. Complete obstruction of the nasolacrimal system I. Treatment with balloon dilation, Part I. Radiology 1993; 186:367-371.
2. Lee JM, Song HY, Han YM, et al. Balloon dacryocystoplasty: results in the treatment of complete and partial obstructions of the nasolacrimal system. Radiology 1994; 192:503-508.
3. Ilgit E, Yuksel D, Unal M, Akpek S, Isik S, Hasanreisoglu B. Translüminal balloon dilatation of the lacrimal drainage system for the treatment of epiphora. AJR Am J Roentgenol 1995; 165:1517-1524.
4. Berkefeld J, Kirchner J, Muller HM, Fries U, Kollath J. Balloon dacryocystoplasty: indications and contraindications. Radiology 1997; 205:785-790.
5. Janssen AG, Mansour K, Bos JJ. Obstruc-

RADIATION DOSE IN BALLOON DACRYOCYSTOPLASTY: A STUDY USING RANDO® PHANTOMS AND THERMOLUMINESCENT DOSIMETRY.

PURPOSE: The radiation dose to the lens of the eye, skin, thyroid and brain of patients who underwent diagnostic and interventional radiological procedures of the lacrimal drainage system have been measured with thermoluminescent dosimeters (TLD-100 and TLD-700) by using an adult male and female Rando® phantom. All dose values for one second of fluoroscopic exposure and one frame of digital subtraction dacryocystography (DS-DCG) exposure have been obtained individually in the pastero-anterior (PA) and lateral (LAT) projections.

MATERIALS AND METHODS: An adult male and female Rando® phantom was used instead of the patients. The procedures were performed by using an Advantx AFM C-arm unit coupled with a DX Hiline digital image acquisition and processing system. The 6-inch mode of a triplefield image intensifier (II) was used, with a circular collimation of the same or a slightly smaller size. Two different lithium fluoride (LiF) thermoluminescent chips were used for absorbed dose measurements: TLD700, approximately 4.5 mm in diameter and 0.9 mm in thickness; TLD100, 3.7 mm square and 0.9 mm in thickness.

RESULTS: The average values of absorbed doses (lens of the eye, skin, thyroid and brain) measured separately with TLD100 and TLD700 dosimeters after irradiation of the male and female Rando® phantom are presented for LAT and PA projections.

CONCLUSION: This study suggests that useful information for dose determination can be obtained by use of the radiation dose to the lens of the eye, thyroid and brain received during radiological procedure of the LDS for one frame of DS-DCG and one second of fluoroscopy.

Key words: • Radiation dose • lacrimal duct obstruction • interventional radiology

Diagn Interv Radiol 2005; 11:166-169

- ted nasolacrimal duct system in epiphora: long-term results of dacryocystoplasty by means of balloon dilation. Radiology 1997; 205:791-796.
6. Ilgit E, Yuksel D, Unal M, Akpek S, Isik S. Treatment of recurrent nasolacrimal duct obstructions with balloon-expandable metallic stents: results of early experience. AJNR Am J Neuroradiol 1996; 17:657-663.
7. Lipman RM, Tripathi BJ, Tripathi RC. Cataracts induced by microwave and ionizing radiation. Surv Ophthalmol 1988; 33:200-210.
8. Cagnon CH, Benedict SH, Mankovich NJ, Bushberg JT, Seibert JA, and Whiting JS. Exposure rates in high-level-control fluoroscopy for image enhancement. Radiology 1991; 178:643-646.
9. Meric N, Bor D, Ilgit ET, Oznur O, Buget N. Comparison of eye lens dose measure-

- ment techniques in imaging and interventions of the lacrimal drainage system. Phys Med 1998; 14:95-100.
10. Meric N. Calculation of radiation dose to the lens of the eye using Monte Carlo Simulation. Appl Radiat Isotopes 2001; 55:557-560.
11. Meric N, Bor D, Büğüt N, Özkırlı M. The use of Monte Carlo technique for the determination of tissue-air ratios (TAR) in diagnostic range. Phys Medica 1998; 14:3-8.
12. Ilgit E, Meriç N, Bor D, Öznur I, Konus Ö, Işık S. Lens of the eye: radiation dose in balloon dacryocystoplasty. Radiology 2000; 217:54-57.
13. International Commission on Radiological Protection. 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Publication No. 60. In: Annals of the ICRP 21. Oxford, England: Pergamon Press, 1991.