

Ekstremité uzunluk ölçümlerinde ortoröntgenografi ile bilgisayarlı tomografik - skenografinin karşılaştırılması

Ali Okur⁽¹⁾, Naci Ezizirik⁽¹⁾, Pınar Polat⁽²⁾, Dursun Kaya⁽³⁾, Bülent Alpaslan⁽⁴⁾

Son yıllarda ekstremité uzunluk farklarının tanı ve tedavisindeki gelişmeler, ekstremité uzunluklarının en duyarlı, en kolay, en ucuz ve en az zararlı bir yöntemle ölçülebilmesi gereksinimini beraberinde getirmiştir. Ekstremité uzunluk farklarının saptanmasında ortoröntgenografiden birçok yönüyle üstün olduğunun kadavra çalışmalarında kanıtlanması, tomografik ölçüm tekniğinin rutin olarak kullanılmaya başlanmasına neden olmuştur. Fleksiyon kontraktürü olmayan olgularda tomografi ve ortoröntgenografinin hassas ölçü yönünden birbirlerine üstünlükleri yoktur. Fleksiyon kontraktürü olan olgularda ortoröntgenografiik teknikte projeksiyonel kısıtlığa bağlı önemli ölçüm hataları olmaktadır. 1993-1995 yılları arasında kliniğimize başvuran, alt ekstremitelerinde uzunluk farkı düşündüğümüz 40 olguda ortoröntgenografi ve lateral bilgisayarlı tomografik (BT) skenografi ile uzunluk ölçümleri yapılmıştır. Fleksiyon kontraktürü olmayan veya 20°'nin altında olan 35 olgu 1. küme, 20°'nin üzerinde olan 5 olgu 2. küme olarak değerlendirilmiştir. Birinci kümede BT skenografi ile ortoröntgenografi arasında istatistikî bakımdan anlamlı bir fark saptanamamıştır, $t=0,072$ $P>0,05$. Ancak ikinci kümede fark anlamlıdır; $t=2,764$ ve $p<0,05$. Fleksiyon kontraktürü olan olgularda BT lateral skenografinin daha uygun bir teknik olduğu kanısına varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Ekstremité uzunluk ölçümü, ortoröntgenografi, BT skenografi.

Comparison of orthoroentgenography and CT scanography in the measurements of extremity lengths.

In recent years, developments in diagnosis and treatment of extremity length discrepancies led to the need of a most sensitive, easiest, cheapest and least harmful technique for the measurement of the length of the extremities. That CT has been introduced as a frequently used technique for extremity length measurement and it was shown to be superior to orthoroentgenographic technique in cadaveric studies made CT to be used routinely on this topic. CT and orthoroentgenography had no superiority to each other in terms of precise measurement in the subjects without flexion contracture. But in cases with flexion contracture, inaccurate measurements are obtained with orthoroentgenography due to projectional foreshortening. The extremity length measurement were performed with orthoroentgenography and lateral CT scanogram on 40 cases with limb length discrepancy admitted to our clinics between 1993-1995. Thirty-five subjects without flexion contracture or $<20^\circ$ were evaluated as the first group and 5 cases with $>20^\circ$ as the second group. In Group 1, no statistically significant difference was found between CT scanography and orthoroentgenography ($t=0,072$, $p>0,05$). However, the difference was significant in Group 2 ($t=2,764$, $p<0,05$). It was concluded that CT lateral scanography was a more precise technique than orthoroentgenography in the cases with flexion contracture.

Keywords: Extremity-length measurement, orthoroentgenography, CT scanography.

Alt ekstremitéde uzunluk eşitsizliklerinin en sık nedenleri poliyomyelit ve serebral felç gibi nörolojik hastalıklar, konjenital anomaliler, travma, tümör ve enfeksiyonlardır (1, 2, 7, 12). Bu eşitsizliklerde epifizyodez, bacak uzatma ve kısaltma, parsiyel amputasyon, protez gibi ciddi operasyon kararlarını verebilmek için alt ekstremité uzunluğunun ve uzunluk farklarının yanlışsız ölçümü gerekmektedir (2, 12, 14, 15). Kullanılan ölçüm tekniğinin duyarlı olması yanısıra, pratik, ucuz ve en az radyasyon ile yapılabilir olması hedeflenmelidir. Alt ekstremité uzunluklarının klinik ölçümünde, spina ilyaka anterior superiyor ile medyal malleol arası uzaklık mezura yardımıyla ölçülür. Bu ölçüm kişiye bağlı olarak 1-3 cm'lik yanımlarla kabaca bilgi verir. Ancak ciddi bir değerlendirme için kesinlikle yeterli değildir (2). İlk kez 1942'de Merrill tarafından kullanılan, daha sonra 1946'da Green tarafından geliştirilen ortoröntgenografi, ekstremité uzunluk ölçümlerinde yaygın kullanılan standart bir teknik olmuştur. Bu teknikle hasta sırtüstü röntgen

masasına yatırılır, masa üzerine radyoopak işaretli bir cetvel konur. Kalça, diz ve ayakbileği eklemleri santralize edilerek üç ayrı radyografik çekim yapılır. Çekim tek bir uzun kasete yapılır. Hasta ile x-ray tüpü arası uzaklık 180 cm'dir (15). Femur başının en üst noktası ile femur lateral kondilinin en distal noktası arası uzaklık radyoopak cetvel üzerinden ölçülerek femur boyu, tıbya lateral plato en üst noktası ile tıbyal plafondun orta noktası arası ölçülerek tıbya boyu belirlenir (1). Ekstremité uzunluk ölçümlerinde daha sonra komputere tomografi ile skenografik ölçüm tekniği tanımlanmıştır (1, 7, 15). Bu teknik daha doğru, daha hızlı, daha ucuz ve daha az zararlı olması nedeniyle tercih edilmektedir (1, 2, 9, 10). Bu prospektif çalışmamızda alt ekstremité uzunluk farkları olan hastalarda ortoröntgenografi ve BT lateral skenografi sonuçlarını karşılaştırmayı ve diz eklemindeki fleksiyon kontraktürünün sonucu ne kadar etkilediğini istatistiksel olarak araştırmaya amaçladık.

(1) Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Yrd. Doç. Dr.

(2) Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı, Uzmanı Dr.

(3) Atatürk Üniversitesi Eğitim Fakültesi, İstatistik Bölümü, Yrd. Doç. Dr.

(4) Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Prof. Dr.

Teknik	Taraf	Ortalama Standart (mm) sapma (mm)	Min. (mm)	Maks. (mm)	
Küme 1					
BT skenografi	Sağ femur	364.7	67.0	175	465
	Sol femur	364.1	69.0	176	469
	Sağ tibia	306.5	57.6	140	364
	Sol tibia	306.0	56.2	149	375
	Sağ femur	364.9	67.4	176	470
Ortoröntgenografi	Sol femur	384.5	70.2	176	473
	Sağ tibia	306.7	57.2	141	385
	Sol tibia	306.1	57.4	152	374
	Küme 2				
	BT Skenografi	Sağ femur	410.8	23.7	366
Sol femur		367.4	24.3	356	413
Sağ tibia		324.6	29.7	265	367
Sol tibia		306.0	19.3	265	333
Ortoröntgenografi		Sağ femur	392.8	20.4	370
	Sol femur	374.0	15.1	360	391
	Sağ tibia	307.6	30.0	272	352
	Sol tibia	292.4	18.2	270	320

Tablo 1: Küme 1 ve 2'nin ölçüm ortalama sonuçları

		Ortalama (mm)	Standart Sap.(mm)	min. (mm)	maks. (mm)
1.Küme	BT femur farkları	14.5	10.9	0	36
	Ortoröntge.femur farkları	14.5	10.7	1	37
	BT tibia farkları	14.6	6.2	2	30
	Ortoröntge.tibia farkları	13.6	6.3	0	26
2.Küme	BT femur farkları	33	9.4	24	48
	Ortoröntge.femur farkları	27.2	7.3	16	35
	BT tibia farkları	27.6	11.6	11	42
	Ortoröntge. tibia farkları	24.6	10.5	6	3

Tablo 2: Küme 1 ve 2'de ortalama-arası farklar

Gereç ve Yöntem

Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalına 1993-1995 yılları arasında başvuran 34 poliyomyelit, 4 serebral palsi ve 2 Legg-Calve-Perthes'li toplam 40 olguya ekstremite-lerindeki uzunluk farklarını saptamak amacıyla, ortoröntgenografik ve BT ile lateral skenografik ölçümler yapılmıştır. Olguların 24'ü erkek, 16'sı kadın olup yaşları 3-32 yıl arası ve ortalama 17 yıl dolayındadır. Klinik olarak goniometre ile yapılan ölçümde diz eklemlerinde 20° ve daha az fleksiyon kontraktürü olan 35 olgu 1. küme; 20°den daha fazla fleksiyon kontraktürü olanlar ise 2. küme olarak ayrılmıştır. Ortoröntgenografi ile alt ekstremite-lerde uzunluk farklarını ölçmek için standart teknik kullanılmıştır (Şekil 1). Olgu sırtüstü röntgen masasına yatırılmış ve doğru ölçüm yapabilmek için radyopak bir cetvel femur ve tibia uzun eksenine paralel olarak masa üzerine yerleştirilmiştir. Anteroposterior pozisyonda röntgen tüpü sıra ile kalça, diz ve ayakbileği eklemlerine santralize edilerek radyografiler çekilmiştir. Ölçümler radyopak bir cetvel yardımıyla yapılmıştır (15). Femur başının en üst ucundan lateral kondilin en distali arasındaki mesafe femur boyu, lateral tibia platosu ile tibyal plafondun orta noktası arası uzaklık tibia boyu olarak belirlenmiştir (1). BT lateral skenografi ile ölçüm Toshiba TC 600XT marka bilgisayarlı tomografi cihazı ile yapılmıştır. Femur başlarının süperpozisyonunu önlemek için sırt üstü yatırılan hastanın bir kalçası altına küçük bir yastık konulmuştur. Böylece pelviste yaklaşık 10° kadar rotasyon sağlanmıştır (1, 6). Bu

	BT-Ortorönt.arasındaki	t	P	Sonuç
1.Küme	Sağ femur	-0.334	>0.05	önemsiz
	Sol femur	-0.642	>0.05	önemsiz
	Sağ tibia	-0.341	>0.05	önemsiz
	Sol tibia	-2.097	<0.05	önemli
2.Küme	Sağ femur	11.619	<0.001	önemli
	Sol femur	2.576	<0.05	önemli
	Sağ tibia	7.074	<0.01	önemli
	Sol tibia	5.013	<0.01	önemli

Tablo 3: İki teknik arasındaki farkların karşılaştırılması.

cihazla lateral skenogramda en fazla 50 cm'lik bir alan taranabilmektedir. Bu nedenle adütlerde femur ve tibia için ayrı iki skenogram alınmıştır. Ölçümler ortoröntgenografide belirtilen noktalar arasından yapılmıştır (Şekil 2).

Bulgular

Birinci ve ikinci kümeyi oluşturan olguların alt ekstremite uzunluk ölçüm sonuçlarının ortalamaları Tablo 1'de verilmiştir. 20°den az fleksiyon kontraktürü olan 1. kümedeki 35 olgunun ortoröntgenografi ve BT skenografi ile ölçülen femur ve tibia uzunlukları ortalama-arası farklılık testi yapılarak karşılaştırılmıştır. İki ölçüm tekniği arasında önemli bir fark bulunamamıştır. Femur uzunlukları için $t=0.072$, $p<0.05$, tibia için $t=1.16$, $P>0.05$ olarak bulunmuştur. Diz eklemlerinde 20°den daha fazla fleksiyon kontraktürü olan 2. kümedeki 5 olgunun ölçüm sonuçları Tablo 2'de verilmiştir. Küme 1 ve 2'de uygulanan iki teknik arasında ortaya çıkan farkların istatistiksel olarak karşılaştırılması Tablo 3'de gösterilmiştir.

Tartışma

Ekstremitte uzunluğu ile ilgili sorunların daha iyi anlaşılması ve teknik gelişmeler, ekstremitte eşitsizliklerinin daha duyarlı olarak ölçülmesi gereksinimini gündeme getirmiştir. Duyarlı bir ölçüm için son yıllarda BT skenografi kullanılmaya başlanmıştır. Ancak skenogram eğer anteroposterior pozisyonda alınırsa kalça ve diz eklemlerinde fleksiyon kontraktürü olan olgularda ortoröntgenografideki gibi projeksiyonel kısıtlığa neden olmaktadır. Bu sorun lateral skenogramlar alınarak çözümlenmiştir (6). Lateral skenogram sırasında femur başlarının süperpozisyonun ölçümü zorlaştırmaması için pelviste 10° kadar rotasyon sağlayacak yastık uygulanmıştır (1). Ortoröntgenografi, yerini her ne kadar BT skenografiye bırakıyor ise de, ekstremitte eşitsizliklerinin ölçümünde en yaygın kullanılan tekniktir (1, 2, 4, 7, 10). Ortoröntgenografide çekim tekniğinden ve yorumlamadan kaynaklanan birçok yanlışlık söz konusu olabilir. Çekim işlemi yaklaşık 10 dakika sürer. Bu esnada hastanın hareketi, saptanması mümkün olmayan önemli ölçüm yanlışlığına neden olur. Yanlışsız çekim için röntgen tüpünün kalça, diz ve ayakbileği eklemlerine odaklanması gerekmektedir (2). Bu özellikle şişman hastalarda ve kalça eklemi için oldukça zordur. Eklem odaklama işleminde 2.5 cm'lik bir kaymanın diverjan ışık teknolojisinden dolayı ölçümde 2-3 mm kadar yanlış-



Şekil 1: Ortoröntgenografi ile ölçüm yapılan bir olgunun radyogramı.



Şekil 2: BT lateral skenografi ile ölçüm yapılan bir olgunun skenogramı.

lığa sebep olacağı gösterilmiştir (5). İki alt ekstremitte arasındaki farkın fazla olduğu olgularda aynı iki eklemi aynı anda merkezlemek mümkün olamayacağından ölçümde yanlışlık kaçınılmaz olur. Röntgen tüpünün eğik olması yani ışınların eklem dik açı ile ulaşmaması magnifikasyon yanlışlığına neden olacaktır (2). Ortoröntgenografide bunun dışında en önemli teknik sorun özellikle diz eklemine fleksiyon kontraktürü olan olgularda görülmektedir. Anteroposteriyör radyogram çekimi sırasında diz eklemine fleksiyon kontraktürü projeksiyonel kısalığa neden olmaktadır. Bu hatta trigonometrik hesaplamayla düzeltilebilse bile pratik kısalığa neden olmaktadır. Bu hatta trigonometrik hesaplamayla düzeltilebilse bile pratik değeri yoktur (10). Aaron yaptığı kadavra çalışmasında, diz eklemine 30°'den fazla fleksiyon oluşturularak çekilen ortoröntgenografilerden alınan sonuçların ekstremitenin gerçek boyu ile karşılaştırıldığında aradaki farkın istatistiki olarak önemli olduğunu göstermiştir ($p < 0.01$) (1). Aynı durum, fleksiyon kontraktürü olmasa bile Ilizarov fiksatorü uygulanan olgularda fiksatorün halkalarının neden olabileceği fleksiyon durumu için de geçerlidir. Yapılan karşılaştırmalı çalışmalarda, ortoröntgenografinin BT skenografiye oranla daha pahalı bir yöntem olduğu ve oldukça farklı değerler verilebileceği alınan ışının daha fazla olduğu gösterilmiştir. (1, 2, 10). Ortoröntgenografinin BT skenogramdan üstün olan yanı sıra ise, ölçümle birlikte aynı anda kemik patolojilerini değerlendirebilme fırsatı vermesidir (7). Çalışmamızda diz eklemlerinde 20°'den fazla fleksiyon kontraktürü olan olgularda, ölçüm sonuçları BT lateral skenografi ile karşılaştırıldığında fark önemli bulunmuştur ($t=2.764$, $p < 0.05$). Ayrıca bu çalışmada iki teknik arasında alınan ışın, süre ve maliyet bakımından karşılaştırma yapılmamıştır. Bilgisayarlı tomografinin rutin uygulamaya girmesi ekstremitte uzunluk ölçümünde yeni bir dönem başlatmıştır.

Ortoröntgenografide diverjan ışığın neden olduğu magnifikasyon yanlışlıkları, hasta vücuduna dik olarak gönderilen tek bir ışık demetinin ekstremitte uzun eksen boyunca hareket etmesi ilkesiyle çalışan BT skenografi tekniğinde ortadan kaldırılmıştır (2, 10). Fleksiyon kontraktürü olan olgularda antero-posterior çekimin neden olduğu projeksiyonel kısalık lateral skenografi ile önlenmiştir. Ölçüm tekniklerinde özellikle üreme hücrelerinde olumsuz etkilere sebep olan x-ışınları bu teknikte en aza indirgenmiştir (1, 2, 3, 10). Kürsörler yardımıyla ölçüm noktalarının belirlenmesi ve ölçümün bilgisayarla yapılması değerlendirme kurlarını azaltmıştır. Aynı BT skenogram üzerinde tekrar çekime gereksinme duyulmadan kürsör yerleştirilmesinden kaynaklanan yanlışlıklar düzeltilebilir ve ölçümler tekrarlanabilir (2). Ekstremitte uzunluğu 50 cm üzerindeki olgularda femur ve tibia için ayrı ayrı çekim gerekmektedir. Haza payının düşük olması, çekim süresinin daha kısa olması ve daha ekonomik olması bu tekniğin üstünlükleri içinde sayılabilir (10, 15). Kadavra ve iskelet modeli üzerinde ekstremitte uzunluk ölçümü için ortoröntgenografi ve BT lateral skenografinin uygulandığı çalışmalarda fleksiyon kontraktürü oluşturulmayan veya 30°'ye kadar oluşturulanlarda her iki teknik arasında gerçek kemik uzunluğu ile karşılaştırıldığında istatistiki olarak önemli fark bulunamamış, ancak 30° ve üzerindeki fleksiyon derecelerinde bu fark anlamlı bulunmuştur (1, 2, 6). Bu gerçekten yola çıkarak gerçekleştirdiğimiz ortoröntgenografi-BT lateral skenografinin hastalar üzerinde karşılaştırılmasında, diz eklemine 20°'ye kadar fleksiyon kontraktürü olan 35 olgunun ölçümleri arasında istatistiki açıdan ortalamalar-arası farklılık testi ne göre anlamlı fark bulunamamıştır ($t=0.072$, $p > 0.05$). 20° üzerinde kontraktürü olanlarda ise ortoröntgenografide projeksiyonel kısalıktan kaynaklanan fark nedeniyle test sonucu anlamlı bulunmuştur

($t=2,764$, $p<0,05$). Çalışmamızdan çıkan sonuçlara göre, BT lateral skenografi ile ekstremité uzunluk ölçümünün daha duyarlı ve daha güvenilir bir teknik olduğu kanısına varılmıştır.

Kaynaklar

1. Aaron A, Jeinstein L, Thickman D: Comparison of orthoroentgenography and computed tomography in the measurement of limb-length discrepancy, J Bone Joint Surg 74-A: 897-901, 1992.
2. Altongy JF, Harcke HT, Bowen JR: Measurement of leg length inequalities by micro-dose digital radiographs. J Pediatr Orthop 7:311-316, 1987.
3. Carey DPL, Campo JF, Menelaus MB: Measurement of leg length by computerized tomographic scanography: Brief report. J Bone Joint Surg 69-B846-847, 1987.
4. Ensley NJ, Green NE, Barnes WP: Femoral lengthening with the Barnes Device. J Pediatr Orthop 13: 57-62, 1993.
5. George A, Aitken F: Leg length determination by CT digital radiography. AJR 144:613-615, 1985.
6. Glass RBJ, Poznonski AK: Leg-length determination with bipolar CT scanograms. Radiology 156:833-834, 1985.
7. Grayhack JJ, Carroll NC: Projected limb length inequality: Selection patients for surgery. Orthop Clin North Am 4: 581-587, 1991.
8. Green W, Wyath Gy Anderson M: Orthoroentgenography as a method of measuring the bones of the lower extremities. J Bone Joint Surg 28-A:60-65, 1946.
9. Helms AH, Mc Carthy S: CT scanograms for measuring leg length discrepancy. Radiology 151: 802, 1984.
10. Hurman WW, Jacoben FS, Anderson JC, et al: Limb-length discrepancy measured with computerized axial tomographic equipment. J Bone Joint Surg 69-A:699-705, 1987.
11. Ozonoff MB: Pediatric Orthopedic Radiology. Philadelphia, Saunders, 767-778, 1991.
12. Paley D: Current techniques of limb lengthening. JPediatr Orthop 8:73-92, 1988.
13. Shapiro F: Developmental patterns in lower-extremity length discrepancies. J Bone Joint Surg 64-A: 639-651, 1982.
14. Siffert RS: Current concepts review: Lower limb-length discrepancy. J Bone Joint Surg 69-A: 1100-1106, 1987.
15. Tachdjian MO: Radiographic methods of measuring length of long bones: In Pediatric Orthopedics, ed 2. Philadelphia, WB Saunders, 2867-2870, 1990.

Yazışma Adresi:

Yard. Doç. Dr. Ali Okur
Terminal Cad. Okur Apt. No. 2/2
25050 Erzurum, Türkiye