

T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ

RADYOLOJİ

ANABİLİM DALI



**SOL RENAL VEN İLE VENA KAVA İNFERİYOR VARYASYONLARININ
İNTRAVENÖZ KONTRAST MADDE VERİLEREK VEYA VERİLMEYEREK
GERÇEKLEŞTİRİLEN HELİKAL BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ İLE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

UZMANLIK TEZİ

Dr. ABDULLAH SARIYILDIRIM

TEZ DANIŞMANI

PROF. DR. HÜSEYİN ÖZDEMİR

ÇANAKKALE-2014

T.C.

**ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
RADYOLOJİ
ANABİLİM DALI**

**SOL RENAL VEN İLE VENA KAVA İNFERİYOR VARYASYONLARININ
İNTRAVENÖZ KONTRAST MADDE VERİLEREK VEYA VERİLMİYEREK
GERÇEKLEŞTİRİLEN HELİKAL BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ İLE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

UZMANLIK TEZİ

Dr. ABDULLAH SARIYILDIRIM

TEZ DANIŞMANI

PRF. DR. HÜSEYİN ÖZDEMİR

ÇANAKKALE-2014

T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

Radyoloji uzmanlık/yan dal uzmanlık
çerçevesinde yürütülmüş olan bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından
DR. ABDULLAH SARIYILDIRIM'ın **Uzmanlık/Yan Dal Uzmanlık Tezi**
olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi:26.05.2014

TEZ KONU BAŞLIĞI
SOL RENAL VEN VE VENA KAVA İNFERİOR VARYASYONLARININ
İNTRAVENÖZ KONTRAST MADDE VERİLEREK VEYA
VERİLMEYEREK GERÇEKLEŞTİRİLEN HELİKAL BİLGİSAYARLI
TOMOGRAFİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Tez Danışmanı: PROF.DR. HÜSEYİN ÖZDEMİR

Tez Jürisi Üyeleri:

Adı Soyadı

İmzası

PROF.DR. HÜSEYİN ÖZDEMİR

YRD.DOÇ.DR.FATMA UYSAL

DOÇ.DR.FAHRİ HALİT BEŞİR
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
RADYOLOJİ A.D

ONAY:

Bu tez Anabilim/Bilim Dalı Akademik Kurulunca belirlenen yukarıdaki
jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Fakülte Yönetim
Kurulunun 28/05/2014 tarih ve 1/2014/15 sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Hüseyin ÖZDEMİR
ÇOMÜ Tıp Fakültesi
DEKAN
Dekan

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖNSÖZ	v
KISALTMALAR	vi
OLGU ÖRNEKLERİ	vii
TABLolar	ix
ŞEKİLLER	x
GRAFİKLER	xi
ÖZET	xii
SUMMARY	xiii
1.GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1: SOL RENAL VEN ve VENA KAVA İNFERİYOR EMBRİYOLOJİSİ	2
2.2: RENAL VENLER İLE VENA KAVA İNFERİYORA DRENE OLAN VENÖZ YAPILAR	4
2.3: SOL RENAL VEN VARYASYONLARI	5
2.4: VENA KAVA İNFERİYOR VARYASYONLARI	7
2.5: RENAL VENLER ve VENA KAVA İNFERİYOR İNCELEMESİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER	11
3.BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ (BT)	14
3.1: BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	14
3.2: BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİNİN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ	17
3.3: VERİ TOPLAMA	18
3.4: GÖRÜNTÜ İŞLEME (POSTPROCESSING)	18
3.5: BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ GÖRÜNTÜSÜ	20
3.6: GÖRÜNTÜ ÜZERİNDEKİ İŞLEMLER	23
3.7: BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ ARTEFAKTLARI	23
3.8: HASTANIN ALDIĞI DOZ	27
3.9: BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİDE KULLANILAN KONTRAST MADDELER	28
3.10:KONTRAST MADDELERİN YAN ETKİLERİ ve TEDAVİSİ	31
4.GEREÇ ve YÖNTEM	37
5.BULGULAR	38
6.OLGU ÖRNEKLERİ	41
7.TARTIŞMA	49
8.SONUÇ	57
9.KAYNAKLAR	59
10.EKLER	68
10.1: Ek 1	68
10.2: Ek 2	69

ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitimim süresince bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım tez danışman hocam Sayın Prof. Dr. Hüseyin ÖZDEMİR'e,

Tezimin istatistik çalışmasında büyük emeği geçen hocam Yrd. Doç. Dr. Mustafa REŞORLU'ya,

Asistanlık eğitimimde bilgi ve becerilerinden yararlandığım, mesleğe başladığım ilk günlerde bana mesleği sevdiren, her zaman bilgisiyle bizlere ışık tutan Yrd. Doç.Dr. Şule Koşar'a ve Yrd. Doç.Dr. Ozan KARATAĞ'a, eğitim hayatımda bilgi ve becerileri ile bana destek olan Yrd. Doç.Dr. Gürhan ADAM'a, Yrd. Doç.Dr. Fatma UYSAL'a ve Yrd. Doç.Dr. Nilüfer AYLANÇ'a,

Beni her zaman destekleyen sevgili eşim Hatice SARIYILDIRIM'a,

Maddi ve manevi her türlü yardımlarını bizden esirgemeyen Gülşen ve Süleyman ANDIRIN çiftine,

Her türlü yorgunluğumu gideren kızlarım Gülşen ve Behice'ye,

Beni bu günlere dek büyüten ve eğitim masraflarımı karşılayan annem ve babam Hatice-Kenan SARIYILDIRIM çiftine ve kız kardeşlerime,

Asistanlık eğitimim süresince desteklerini hep yanımda hissettiğim arkadaşlarım başta tezimdeki yardımları için Dr. Serçin BAŞ'a ve Dr. Erdal AYVAZ'a,

Asistanlığım boyunca birlikte çalıştığım Dr.Yavuz YILDIZ, Dr.Seval ÇELİK ve Dr. Pırıl ERBAY ile teknisyen, hemşire, sekreter ve tüm personel arkadaşlarıma, sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Dr. Abdullah SARIYILDIRIM, ÇANAKKALE-2014

KISALTMALAR

SRV: sol renal ven	VKİ: vena kava inferior
RSRV: retroaortik sol renal ven	SSRV: sirkümaortik sol renal ven
RDUS: Renkli Doppler Ultrasonografi	BT: bilgisayarlı tomografi
MRG: manyetik rezonans görüntüleme	ÇKBT: çok kesitli BT
MRA: manyetik rezonans anjiyografi	İV: intravenöz
FOV: Field of view (görüntüleme alanı genişliği)	BTA: BT anjiyografi
L1: Lomber 1. Vertebra	TOF: Time-of-flight
NSF: Nefrojenik sistemik fibrozis	HU: Hounsfield ünitesi
WL: Window level-pencere seviyesi	MPR: Multiplanar reformasyon
WW: Window width-pencere genişliği	kV: Kilovolt
MIP: Maksimum intensite projeksiyonu	mA: Miliamper
MINIP: Minimum intensite projeksiyonu	sn: saniye
ROI: Region of interest (ilgilenilen alan)	LP: line pair
BTDI: BT doz indeksi	GFR: glomerüler filtrasyon hızı
MTF: Modülasyon transfer fonksiyonu	p: pitch-kolimatör alanı
NF: Nutcracker fenomeni	3D: üç boyutlu (three-dimensional)

OLGU ÖRNEKLERİ

Sayfa no

Olgu 6.1	RSRV varyasyonu (tip 1 SRV varyasyonu); kontrastlı BT'de; A: L2 vertebra korpusu düzeyinden geçen kesitte abdominal aortun posteriyorunda seyir gösteren SRV izlenmektedir. B: Koronal MPR BT kesitinde abdominal aortun posteriyorunda seyreden ve VKİ ile birleşen RSRV varyasyonu izlenmektedir.	41
Olgu 6.2	RSRV varyasyonu (tip 1 SRV varyasyonu); kontrastsız BT'de L2 vertebra korpusu düzeyinden geçen kesitte, abdominal aortun posteriyorunda seyir gösteren SRV izlenmektedir.	42
Olgu 6.3	RSRV varyasyonu (tip 2 SRV varyasyonu); kontrastlı BT'de A: L2 vertebra korpusu düzeyinden geçen kesitte abdominal aortun sol yanında SRV izlenmekte, B: L4 vertebra korpusu düzeyinden geçen BT kesitinde VKİ ile birleşmekte olan SRV izlenmektedir. C: Koronal MPR imajda inferiyora L4 vertebra korpusu düzeyine uzanmakta olan SRV izlenmektedir.	43
Olgu 6.4	SSRV varyasyonu (tip 3 SRV varyasyonu); kontrastlı BT'de; A: abdominal aortun anteriorunda seyreden SRV izlenmektedir. B: birkaç kesit inferiyorda aortun posteriyorunda seyreden ikinci bir SRV izlenmektedir.	44
Olgu 6.5	SSRV varyasyonu (tip 3 SRV varyasyonu); kontrastsız BT'de; A: aksiyel imajda abdominal aortun anteriorunda seyreden SRV. B: bir kaç kesit inferiyorda aortun posteriyorunda seyreden ikinci bir SRV izlenmektedir	44
Olgu 6.6	Transpoze VKİ varyasyonu; kontrastlı BT'de; A-B: ardışık aksiyel kesitlerde abdominal aortun sol yanında izlenen SRV'nin drene olduğu sol VKİ varyasyonu izlenmektedir. C Koronal MPR imajlarda abdominal aortun sol yanında seyreden transpoze VKİ varyasyonu izlenmektedir.	45
Olgu 6.7	Transpoze VKİ varyasyonu; kontrastsız BT'de; A-B: ardışık aksiyel kesitlerde abdominal aortun sol yanında izlenen SRV'nin drene olduğu sol VKİ varyasyonu izlenmektedir. C: Koronal MPR imajlarda abdominal aortun sol yanında seyreden ve transpoze VKİ varyasyonu izlenmektedir.	46
Olgu 6.8	Çift VKİ varyasyonu; kontrastlı BT'de; A: Sağ renal arter orjini düzeyinden geçen aksiyel kesitte abdominal aortun anteriorundan seyreden sol VKİ ile sağ VKİ birleşmeleri izlenmektedir. B: Her iki böbrek düzeyinden geçen aksiyel kesitte abdominal aortun her iki yanında sağ ve sol VKİ izlenmektedir. C: Koronal MPR imajda abdominal aortanın her iki yanında seyreden iki adet VKİ izlenmektedir.	47

Olgu 6.9	Çift VKİ varyasyonu; kontrastsız BT’de; A: Sol böbrek üst polü düzeyinden geçen aksiyel kesitte abdominal aortun anteriorunda sol VKİ ile sağ VKİ birleşmeleri izlenmektedir B: Her iki böbrek düzeyinden geçen kesitte aortun her iki yanında sağ ve sol VKİ izlenmektedir. C: Koronal MPR imajda abdominal aortun her iki yanında seyreden, sol böbrek üst polü düzeyinde birleşen sağ ve sol VKİ ile superiora tek devam eden VKİ izlenmektedir.	48
----------	---	----

TABLÖLAR

Sayfa no

Tablo 5.1	SRV ve VKİ varyasyonlarının cinsiyetlere göre görülme oranları ve p değerleri *Chi-SquareTest, **Fisher'sExact Test	39
-----------	---	----

ŞEKİLER

Sayfa no

Şekil 2.1	Vena kava inferiyor (VKİ) ve renal venlerin embriyolojisi (şematik çizim)	3
Şekil 2.2	Retroaortik sol renal ven (RSRV) varyasyonu.	6
Şekil 2.3	Sirkumaortik sol renal ven (SSRV) varyasyonu.	7
Şekil 2.4	Transpoze vena kava inferiyor (VKİ) varyasyonu.	8
Şekil 2.5	Çift vena kava inferiyor (VKİ) varyasyonu.	8
Şekil 2.6	Retrokaval üreter, Grudmann R.T.(18)'den alınmıştır. (siyah ok: üreter, beyaz ok: abdominal aort, kırmızı ok: VKİ).	9
Şekil 3.1	Hounsfield Ölçeği (42).	23
Şekil 3.2	BT kesitlerindeki pikseller, vücuttaki karşılıkları olan voksellerin içini dolduran doku yoğunluklarının ortalamasıdır (42).	24

GRAFİKLER

Sayfa No

Grafik 5.1	Sol renal ven (SRV) ve vena kava inferior (VKİ) varyasyonlarının toplam sayıları.	39
Grafik 5.2	Kontrastlı BT'de saptanan varyasyonlar.	40
Grafik 5.3	Kontrastız BT'de saptanan varyasyonlar.	40

ÖZET

Sol renal ven ile vena kava inferior varyasyonlarının intravenöz kontrast madde verilerek veya verilmeyerek gerçekleştirilen helikal bilgisayarlı tomografi ile değerlendirilmesi

Amaç: Helikal Bilgisayarlı Tomografi (BT) ucuz, hızlı, efektif olması ve çoğu merkezde kolayca uygulanabilmesi nedeniyle sol renal ven (SRV) ve vena kava inferior (VKİ) varyasyonlarının tanısında tercih edilen modalite olma özelliğindedir. Çalışmamızın amacı intravenöz kontrast madde verilmeden önce ve verildikten sonra gerçekleştirilen rutin abdomen BT çekimlerini retrospektif olarak değerlendirmek, SRV ve VKİ varyasyonlarının sıklığını ve cinsiyet ile ilişkisini saptamaktır. Literatürde kontrastsız BT'nin SRV ve VKİ varyasyonlarını saptamada etkinliğini araştıran çalışma saptanmamış olup çalışmamız kontrastsız BT'nin bu tip varyasyonların tespitinde duyarlılığını değerlendiren ilk çalışma olma özelliğindedir.

Gereç ve Yöntem: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Tıp Fakültesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi Radyoloji Anabilim Dalı BT Ünitesinde Ocak 2012 ile Ağustos 2013 tarihleri arasında gerçekleştirilen 1300 adet tüm batın BT çekimi retrospektif olarak incelenmiştir. Sonrasında bulunan sonuçlar ortalama, standart sapma, ortanca, minimum, maksimum, frekans ve yüzde değerleri kullanılarak değerlendirilmiştir. SRV ve VKİ varyasyonlarının cinsiyete göre görülme oranları istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

Bulgular: Çalışmamızda 1300 BT çekiminin 704 tanesi (%54,2) kontrastlı, 596 tanesi (%45,8) kontrastsızdır. Hastaların 525 tanesi (%40,4) kadın 775 tanesi (%59,6) erkektir. Çalışmamızda toplamda 105 hastada (%8,1) SRV ve VKİ varyasyonu saptanmıştır. Çalışmamızda en sık retroaortik sol renal ven (RSRV) varyasyonu saptanmıştır (54 hasta). İkinci sıklıkla sirkümaortik sol renal ven varyasyonu (SSRV) (42 hasta) saptanmış olup çift VKİ ve transpoze VKİ varyasyonları aynı sıklıkla izlenmiştir (4'er hasta). Çalışmamızda erkeklerde SSRV görülme sıklığı kadınlara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek bulunmuştur ($p=0.010$). Ayrıca herhangi bir varyasyonun cinsiyete göre dağılımına bakıldığında erkeklerde kadınlara göre varyasyon görülme sıklığı istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek bulunmuştur ($p=0.031$). Ayrıca 596 adet kontrastsız BT işleminde toplamda 40 hastada

varyasyon saptanmış olup en sık RSRV (18 hasta) ve SSRV (18 hasta) varyasyonları tespit edilmiştir.

Sonuç: SRV ve VKİ varyasyonları nadir görülmesine rağmen girişimsel radyolojik işlemler ile cerrahi operasyonlar öncesi saptanması morbidite ve komplikasyonların önlenmesi için oldukça önemlidir. Rutinde kullanılan kontrastlı BT SRV ve VKİ varyasyonlarını yüksek duyarlılıkla saptayabilmektedir. Ancak daha düşük duyarlılıkta olsa da kontrastsız BT SRV ve VKİ varyasyonlarını saptamada etkin bir tekniktir. Literatürdeki SRV ve VKİ varyasyonlarının taramasında kontrastsız BT kullanılarak yapılan çalışma saptanmamış olup bizim çalışmamız bu tip varyasyonların kontrastsız BT'nin kullanılarak ortaya konduğu ilk çalışmadır. Ancak daha geniş hasta serilerinde kontrastsız ve kontrastlı BT duyarlılığının değerlendirildiği çalışmaların yapılması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Vena kava inferiyor, sol renal ven, varyasyon, helikal bilgisayarlı tomografi

SUMMARY

Evaluation of the left renal vein and inferior vena cava variations with contrast enhanced and non-enhanced helical computed tomography

Purpose: Helical computed tomography(CT) is the preferred modality for the diagnosis of the left renal vein (LRV) and the inferior vena cava (IVC) variation because of it's cheap, fast, effective and easily applied in many centers. The aim of our study is to evaluate retrospectively routine abdominal CT performed before and after intravenous administration of contrast material to determine the frequency of LRV and IVC variation and relationship between the gender. Studies investigated the effectiveness of non-enhanced CT on detecting LRV and IVC variation not detected in the literature on the other hand our study is the first study that evaluates the sensitivity of non-enhanced CT in detection this type of variation.

Materials and Methods: In our study, we evaluated 1300 patient retrospectively which abdominal CT scans performed between January 2012 and August 2013 in Çanakkale Onsekiz Mart University Medical School Research and

Practice Hospital, Department of Radiology CT Unit. After that the results were evaluated as using mean, standard deviation, median, minimum, maximum, frequency and percentage values. LRV and VCI variations by gender were evaluated statistically.

Finding: In our study, 704 (54,2%) of 1300 CT scans were contrast enhanced, 596 (45,8%) of them were non-enhanced CT. 525 (40,4%) of the patients were women and 775 (59,6%) of them were male. In our study VCI and LRV variations were detected in 105 (8,1%) of total patients. In our study, retroaortic left renal vein (RLRV) (54 patients) variation has been identified most commonly. The second common variation is circumaortic left renal vein (CLRV) (42 patients) and double VCI and transposed VCI variations are detected at the same frequency (4 patients). In our study, the incidence of CLRV in men were found statistically significantly higher than women ($p = 0.010$). In addition, looking at the distribution of any variations by gender the incidence of variations among men are statistically significantly higher than women ($p = 0.031$). In addition, variation is identified in totally 40 patients of 596 non-enhanced CT and RLRV (18 patients) and CLRV (18 patients) variations were determined most frequently.

Conclusion: Although LRV and VCI variations are rarely detected, to determine before surgery and interventional radiological procedures is very important in according to prevent complications and morbidity. Contrast enhanced CT used in routine can detect LRV and VCI variations with high sensitivity. Although with less sensitivity non-enhanced CT is an effective technique in detecting LRV and VCI variations. Any study determined in the literature screening LRV and VCI in using non-enhanced CT and our study is the first study that non-enhanced CT used for screening this type of variations. However, further studies are needed in larger patient series to assess sensitivity of enhanced and non-enhanced CT.

Key Words: inferior vena kava, left renal vein, variations, helical computed tomography

1. GİRİŞ ve AMAÇ

Sol renal ven (SRV) ve vena kava inferior (VKİ) oluşumu 4. ve 8. gestasyonel haftalarda başlar. Bu oluşumda posteriyor kardinal venler, subkardinal venler ile suprakardinal ven çiftleri rol oynamaktadır (1,2). Bu venlerin formasyonlarında, anastomozlarında ve regresyonlarında görülen sorunlar nedeniyle SRV ve VKİ varyasyonları gelişmektedir (3). En sık görülen SRV varyasyonu retroaortik sol renal ven (RSRV) olup ikinci sırada sirkumaortik sol renal ven (SSRV) varyasyonu izlenmektedir (3). Normalde SRV abdominal aortun anteriorundan seyrederek VKİ ile birleşmektedir. SRV'nin aortun posteriyoru ile vertebra korpusu arasında seyrederek VKİ ile birleşmesi RSRV varyasyonu olarak tanımlanmaktadır. Abdominal aortun anterior ve posteriyorundan seyreden iki SRV varlığı SSRV varyasyonu olarak tanımlanmaktadır. Abdominal aortun sağında yerleşim gösteren tek VKİ normal olarak değerlendirilmekte olup abdominal aortun solunda bulunan VKİ varlığında transpoze VKİ varyasyonu ve abdominal aortun her iki yanında VKİ varlığında çift VKİ varyasyonu olarak tanımlanmaktadır (4). VKİ 'nin azigos devamlılığı VKİ hepatik segmentinin olmayışı ve bu nedenle kaudalden gelen kanın retrokrural azygos veni ile kalbe ulaşması şeklinde tanımlanır. Tanımlanan bu varyasyonların görülme oranı SRV' de %10,2, VKİ' da %0,5 olarak saptanmıştır (5).

SRV ve VKİ varyasyonları sıklıkla asemptomatik olup genellikle başka bir nedene yönelik gerçekleştirilen radyolojik incelemeler (abdominal BT ve venöz girişimsel işlemler gibi) ile insidental olarak saptanır. Bu varyasyonların farkına varılması retroperitoneal cerrahide (3), venöz vasküler girişimlerde, donör nefrektomi işlemi öncesinde ve retroperitoneal LAP tanısında önemlidir (6). Bu varyasyonların saptanmasında Renkli Doppler Ultrasonografi (RDUS), Manyetik Rezonans Anjiyografi (MRA), kontrastlı helikal BT ve klasik venografi gibi modaliteler kullanılabilir. Retroperitoneal mesafe ve böbrekler için en uygun radyolojik inceleme yöntemi BT' dir. İV kontrast verilerek gerçekleştirilen helikal BT hızlı, kolay uygulanabilir ve tanısal alanda etkili bir modalite olması nedeniyle SRV ve VKİ varyasyonlarının saptanmasında en uygun radyolojik inceleme yöntemidir (7).

Bu çalışmada amacımız Radyoloji kliniğimizde bulunan BT ünitesinde kontrast madde verilmeden önce ve sonra gerçekleştirilen rutin abdomen BT çekimlerini

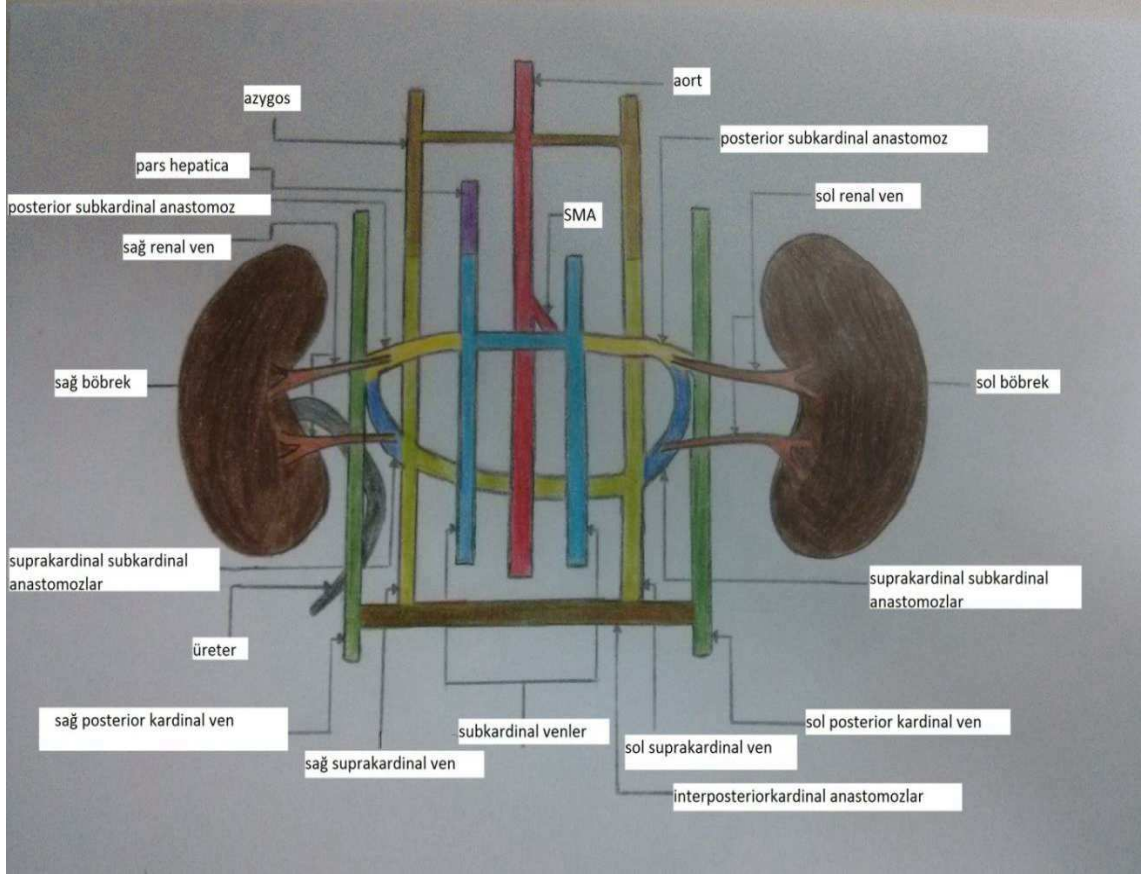
retrospektif olarak değerlendirmek, SRV ve VKİ varyasyonlarının sıklığını ve cinsiyet ile ilişkisini saptamaktır. Literatürde kontrastsız BT'nin SRV ve VKİ varyasyonlarını saptamada etkinliğini araştıran çalışma saptanmamış olup çalışmamız kontrastsız helikal BT'nin bu tip varyasyonların taranmasında duyarlılığını değerlendiren ilk çalışmadır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. SOL RENAL VEN ve VENA KAVA İNFERİYOR EMBRİYOLOJİSİ

VKİ ve SRV varyasyonları nadir görölmektedir. Çoğu zaman bu varyasyonlar asemptomatik olup helikal BT ve venöz girişimsel işlemler sırasında insidental olarak saptanmaktadırlar. VKİ ve SRV anomalilerinin anlaşılabilmesi için bu vasküler yapıların embriyolojisinin bilinmesi gerekmektedir. Kaval oluşum 6. gestasyonel haftadan başlar ve hızla ilerleyerek 8. haftada üç çift prekürsör venöz sistem oluşur. Bunlar ortaya çıkma sırasına göre posteriyor kardinal venler, subkardinal venler ve suprakardinal venlerdir (şekil 2.1).

Fetusta ilk venöz drenaj anterior kardinal ven ile vücudun üst yarısında ve posteriyor kardinal ven ile vücudun alt yarısında başlar. Sonrasında anterior ve posteriyor ven çiftleri birleşerek ana kardinal veni yapar ve bu ven de taşıdığı kanı sinüs venozusa boşaltır. İkinci adım olarak posteriyor kardinal venlerin mediyalinde subkardinal venler oluşur. Bu ven çifti vücudun alt yarısının venöz drenajını büyük oranda yapar. Bu esnada posteriyor kardinal venler regrese olmaya ve subkardinal venler kendi aralarında anastomoz yapmaya başlar. Sağ subkardinal venin kranial bitim noktası ile karaciğer hepatik sinüzoidleri ve bunların anastomozları birleşerek vana kavanın hepatik segment oluşumuna katılır. Posteriyor kardinal venlerin kranial kısımları atrofiye uğramaya başladığında, alt ekstremitelerden kan dönüşü posteriyor subkardinal anastomoz ile sonrasında subkardinal hepatik anastomozdan VKİ'nin hepatik segmentine şant yapmasıyla sağlanır. Sağ subkardinal venin kranial kesimi VKİ'nin suprarenal bölümünü oluşturur. Sol subkardinal venin kranial kesimi sol adrenal veni yapar.



Şekil 2.1: Vena kava inferior (VKİ) ve renal venlerin embriyolojisi (şematik çizim)

Subkardinal venlerin kaudal kesimleri gonadal venleri oluşturur. 7. gestasyonel haftada posterior kardinal venlerin dorsomediyalinde ve aortanın dorsolateralinde suprakardinal ven çifti ortaya çıkar. Her bir tarafta, birer suprasubkardinal anastomoz, posterior suprakardinal ve posterior subkardinal anastomozların kaynaşmasından gelişir. Sağ suprakardinal ven gelişerek VKİ infrarenal segmentini yapar. Sağ suprakardinal ven kranial kesimi azygos venini yapar. Suprakardinal venlerin kaudal kesimi lumbar venleri oluşturur. Sonuçta VKİ hepatik, suprarenal, renal ve infrarenal olmak üzere dört segmentten oluşur. Hepatik segment sağ subkardinal ven ile subkardinal-hepatik anastomozların meydana gelmesiyle oluşur. Sağ subkardinal venin kranial kesimi VKİ suprarenal bölümünü oluşturur. Sağ suprasubkardinal ve posterior subkardinal anastomozlardan renal segment gelişir. İnfrarenal segmenti de sağ suprakardinal ven gelişerek oluşturur. Posterior kardinal venler genelde gerileyip yerlerini subkardinal ve suprakardinal venlere bırakır. Ancak posterior kardinal

venlerin kaudal kesimi ana iliak veni oluşturacak şekilde persiste kalmaya devam eder. Renal venler suprakardinal ve subkardinal venlerin anastomozları ile oluşur. Başlangıçta ventral ve dorsal olmak üzere iki grup renal ven oluşur. Ventral venler genellikle renal venleri oluştururken dorsal ven çoğunlukla dejenere olur (1). Üreter embriyolojik hayatta posteriyor kardinal venlerin posteriyorundan ve suprakardinal venlerin anteriorundan seyrederek. Bu seyir sayesinde postsuprakardinal anastomoz ve suprasubkardinal anastomozun gelişimi periüretetik venöz halkanın gelişimini sağlar.

2.2. RENAL VENLER İLE VENA KAVA İNFERİYORA DRENE OLAN VENÖZ YAPILAR

2.2.1. Lumbar venler

Normal popülasyonun yaklaşık %75'inde retroperitoneal venler (hemiazigos, lumbar, asendan lumbar) abdominal aortanın lateral komşuluğunda sol renal vene katılır. Retroperitoneal venler yaklaşık %3 oranında sağ renal vene dökülmektedir. Asendan lumbar ven hemiazzygos veni gibi seyrederken sol lumbar ven L1 vertebra korpus anterioru boyunca seyrederek (8).

2.2.2 Adrenal Venler

Adrenal venler iki adet olup sağ adrenal ven direkt VKİ'nin orta-arka duvarına açılmaktadır. Bazı durumlarda multipl adrenal ven izlenebilir. Bu multipl venin bazıları sağ renal vene ya da inferiyor firenik vene drene olabilir. Tek sağ renal ven %69 oranında doğrudan VKİ'ye drene olmaktadır. Aksesuar sağ adrenal ven %31 oranında sağ renal vene drene olmaktadır. Sonrasında sol adrenal ven ile inferiyor firenik ven ortak bir trunkus yaparak sol renal vene katılmaktadırlar. %1 oranında sol adrenal ven ile inferiyor firenik ven ayrı ayrı sol renal vene katılırlar (8).

2.2.3 Gonadal Venler

Popülasyonun %93'ünde sağ gonadal ven renal venlerin inferiyorundan direk olarak VKİ'ya drene olur. Ayrıca %7 oranında sağ gonodal ven sağ renal vene inferiyor kesimden drene olmaktadır. Popülasyonun hemen hepsinde sol gonodal ven sol renal vene inferiyordan ve sol adrenal venin lateralinden katılmaktadır. Sol gonodal ven popülasyonun yaklaşık %15'inde izlenmektedir. Duplike veya sol taraflı VKİ varlığında sol gonodal ven direk VKİ' ye açılır. Multiple gonodal ven varlığı lenfadenopati ile karıştırılmamalıdır (8,9,10).

VKİ ve sol renal ven oluşumunda rol oynayan venlerin formasyonlarında, anastomozlarında ve regresyonlarında görülen sorunlar nedeniyle SRV ve VKİ varyasyonları gelişir (2). Tanımlanan bu varyasyonların görülme oranı SRV de 10,2 %, VKİ da 0,5 % olarak saptanmıştır.

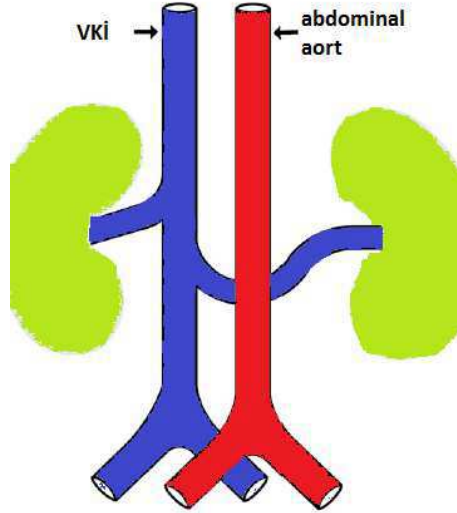
2.3. SOL RENAL VEN VARYASYONLARI

En sık görülen sol renal ven varyasyonu retroaortik sol renal ven (RSRV) olup ikinci sırada sirkumaortik sol renal ven (SSRV) varyasyonu izlenmektedir (3). Bazı kaynaklarda SRV varyasyonları dört tipe ayrılmıştır. Tip 1 ve tip 2 SRV varyasyonları aslında RSRV varyasyonu ile aynıdır. Bu iki tipte farklı olarak sadece VKİ ile SRV bileşkeleri farklı lokalizasyonlarda oluşmaktadır. Tip 3 SRV varyasyonu SSRV varyasyonu olarak isimlendirilmiştir. Tip 4 SRV varyasyonunda ise SRV'nin ventral preaortik bölümü oblitere olurken dorsal retroaortik kesimi persiste kalarak RSRV varyasyonu oluşur. Sonrasında bu RSRV aortun yanında kaudale doğru oblik seyir göstererek sol ana iliak vene drene olur (11).

2.3.1. Retroaortik Sol Renal Ven (RSRV) (Tip 1 ve tip 2 SRV varyasyonu)

RSRV kadavralarda %3,3 oranında izlenmektedir (12). Tip 1 SRV varyasyonu subsuprakardinal anastomozların, intersuprakardinal anastomozların ve dorsal renal venin persistansı ile ventral renal venin dejenerasyonu sonucu oluşmaktadır. Sonuçta dorsal retroaortik kesim persiste kalırken ventral kesim dejenere olur ve sol renal ven aortun posteriyoru ile vertebra korpusu arasında seyrederek VKİ ile normal seviyesinde

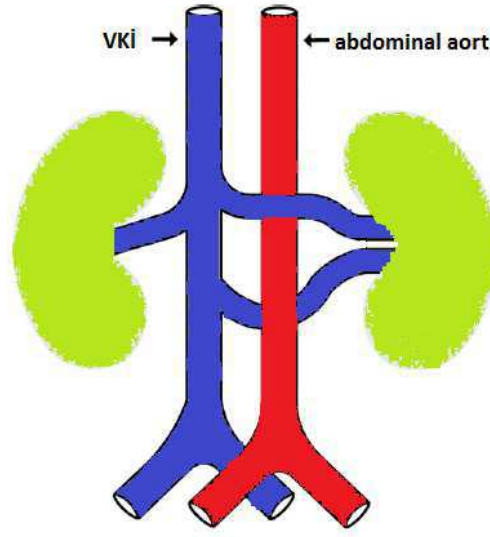
birleşir. Tip-1 SRV varyasyonu insidansı %0,3-1,9'dur (13). Tip 2 SRV varyasyonunda SRV'nin ventral preaortik bölümü oblitere olurken dorsal retroaortik kesimi persiste kalır ve SRV 4. ve 5. lomber vertebra korpusları düzeyinde gonadal ve lomber venlerle birleşerek VKİ'ye drene olur. Tip 2 SRV varyasyonu insidansı %0,4-0,9'dur (14) (şekil 2.2).



Şekil 2.2: Retroaortik sol renal ven (RSRV) varyasyonu.

2.3.2. Sirkumaortik Sol Renal Ven (SSRV) (Tip 3 SRV Varyasyonu)

SSRV varyasyonunda aortun anterior ve posteriorundan seyreden iki adet SRV izlenir. SSRV intersuprakardinal ve sol subsuprakardinal anastomozlar ile sol dorsal venin persistansı sonucu oluşur. SSRV varyasyonu insidansı %1,5-8,7 arasındadır (15). Superiorda ve anteriorunda bulunan SRV sol adrenal ven ile birleşir. İnferiyorda ve posteriyorda bulunan SRV sol gonadal ven ile birleşir ve normal anterior venin yaklaşık 1–2 cm altında seyreder (şekil 2.3).

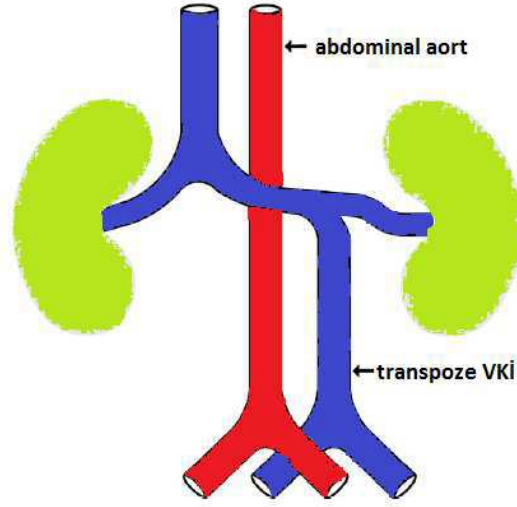


Şekil 2.3: Sirkumaortik sol renal ven (SSRV) varyasyonu

2.4.VENA KAVA İNFERİYOR VARYASYONLARI

2.4.1.Transpoze (sol) Vena Kava İnferiyor

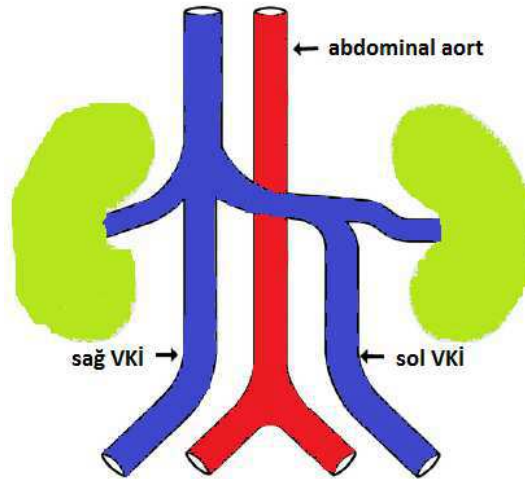
Transpoze VKİ sağ suprakardinal ven regresyonu ile sol suprakardinal venin persistansı sonucu oluşur. VKİ abdominal aortanın solunda yerleşim gösterir. Sol VKİ sağ taraflı prerenal VKİ oluşturmak için sağ renal venle birleşir ve aortayı önden çaprazlayan sol renal vene katılır. Sol VKİ varyasyonu insidansı %0,2-0,5' tir (16) (şekil 2.4).



Şekil 2.4: Transpoze vena kava inferior (VKİ) varyasyonu.

2.4.2.Çift Vena Kava İnferyor

Abdominal aortun her iki yanında VKİ varlığı çift VKİ varyasyonu olarak tanımlanır (4). Her iki tarafta subkardinal venlerin persistansı sonucu çift VKİ oluşur. Sol VKİ ve sağ VKİ genel olarak renal ven seviyesinde birleşirler. Çift VKİ varyasyonu insidansı %0,2-3'tür (16) (şekil 2.5).



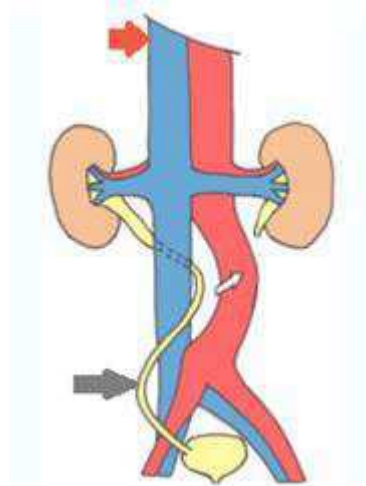
Şekil 2.5: Çift vena kava inferior (VKİ) varyasyonu.

2.4.3. Vena Kava İnferyorun Azigos Devamlılığı

VKİ'nin azigos devamlılığı sağ subkardinal-hepatik anastomoz oluşurken sağ subkardinal venin atrofisi ile hepatik segmentin ortaya çıkmaması ile oluşur. Kaudalden gelen kan sağ suprakardinal ven kranial kesimi ile oluşan retrokrural azigos veni aracılığıyla kalbe ulaşır. Bazı kaynaklarda VKİ'nin azigos devamlılığı VKİ hepatik segment yokluğu olarak da isimlendirilmiştir (17). Bu durumda subkardinal-hepatik anastomoz oluşumu başarısız olduğu zaman, VKİ'nin hepatik segmenti doğrudan sağ atrium içine drene olmaktadır. İnsidansı %0,6'dır (17). Azigos veni sağ paratrakeal alandan fizyolojik lokalizasyonundan seyrederek superior vena cava ile birleşir.

2.4.4.Sirkumkaval (Retrokaval) Üreter

Bu anomali genellikle sağda görülmekte olup sağ suprakardinal sistem gelişimi olmaz iken sağ posteriyor kardinal ven persiste kalır. Üreter proksimal kesimi VKİ posteriyöründe seyir göstererek sağ ilyak damarların önünde uzanmak için aortanın sağ yanına doğru devam eder (Şekil 2.6). Bu hastalar parsiyel sağ üreter obstrüksiyonu veya tekrarlayan üriner sistem enfeksiyonları ile kliniğe başvurabilirler.



Şekil 2.6: Retrokaval üreter, Grudmann R.T.(18)'den alınmıştır.(siyah ok: üreter, beyaz ok: abdominal aort, kırmızı ok: VKİ).

2.4.5.Çift Vena Kava İnferyor ve Vena Kava İnferyorun Azigos

Devamlılığı İle Retroaortik Sol Renal Ven Birlikteliği

Bu durum sol suprakardinal ven ve ventral dalın regresyonu ile birlikte renal yakalığın dorsal dalının persiste kalması sonucu meydana gelmektedir. Bu duruma ek olarak subkardinal-hepatik anastomoz oluşamaz. Sağ renal arterin VKİ' yi normal olmayarak önden çaprazladığının ultrasonografi ile saptanması yoluyla, VKİ'nin azigos devamlılığının belirteci olabileceğini göstermiştir (19).

2.4.6.Çift Vena Kava İnferyor ve Vena Kava İnferyorun Hemiazigos

Devamlılığı İle Retroaortik Sol Renal Ven Birlikteliği

Sağ subkardinal-hepatik anastomoz oluşumu başarısızlığı ile sol lomber ve torasik suprakardinal ven ve sol suprasubkardinal anastomozun persistansı sonucu bu durum gelişmektedir. Ayrıca ek olarak, sağ renal ven sol VKİ ile birleşmek için sağ renal ven ve sağ VKİ' ye doğru uzanır ve aortayı arkada çaprazlarlar. Ek olarak renal yakalığın ventral dalın regresyonu ve dorsal dalının persistansı mevcuttur. Olası alternatif hemiazigos venöz kolletaral iki tanedir. Birincisi sol süperior vena kava persistansı yoluyla koroner vene drene olmak için kraniale doğru devam eden venöz yapıdır. İkincisinde ise solda brakiosefalik vene aksesuar hemiazigos drene olmaktadır (20,21). Bu tanımlanan her iki yolla da anormal kollateral odaklar mediastinal kitle kitleyi ve aksesuar azigos veni varlığında aortik diseksiyonu taklit edebilir (20,21,22). Bazı yayınlarda torasik cerrahi esnasında VKİ' nin hemiazigos ile devamlılığı durumunda olası ligasyon sonrası ölüm bildirilmiştir (22,23). Bir yayında da Budd-Chiari Sendromlu bir hastada sistemik venöz drenajın karaciğerden sağ renal ven yolu ile VKİ'nin hemiazigos devamlılığına drene olduğu bildirilmiştir (24).

2.4.7.İnfrarenal Vena Kava İnferyor Yokluğu ile Birlikte İzlenen

Suprarenal Segmentin Korunması

Bazı yayınlarda VKİ'nin infrarenal segmentinin olmadığı ancak suprarenal segmentinin korunduğu (25,26) veya VKİ'nin tüm segmentinin olmadığı (27) belirtilmiştir. VKİ'nin infrarenal segmentinin olmaması, posteriyor kardinal ve

suprakardinal venlerin gelişmesinde yetersizlik anlamına gelmektedir. VKİ'nin posthepatik segmentinin bulunmaması embriyolojik üç çift venöz sistemin tam olarak gelişmemesine bağlı olabilir. Bu durum nedenlerini belirlemek zor olduğundan, bu durumların gerçek ya da intrauterin hayatta meydana gelen VKİ trombozlarına sekonder olup olmadıkları üzerine bazı yayınlar arasında anlaşmazlıklar vardır (25,26). Normalde bir VKİ suprarenal segmenti renal venlerin birleşmesi ile meydana gelmektedir. VKİ'si oluşmamış olan hastalar ilk başvuruda idiyopatik derin ven trombozu (26,28) ve venöz yetmezlik (25) gibi klinik sorunlar ile başvurabilirler. Ayrıca bu kolletarel dolaşıma ait olan genişlemiş kollateral vasküler yapılar parasipinal alanda yerleşecek bir kitleyi taklit edebilirler.

SRV ve VKİ varyasyonları sıklıkla asemptomatik olup genellikle başka bir nedene yönelik gerçekleştirilen radyolojik incelemeler (BT ve venöz girişimsel işlemler gibi) ile insidental olarak konulur. Bu varyasyonların farkına varılması retroperitoneal cerrahide (3), venöz vasküler girişimlerde, donör nefrektomi işleminden önce ve retroperitoneal LAP tanısında önemlidir (6). Bu varyasyonların saptanmasında Renkli Doppler Ultrasonografi (RDUS), Manyetik Rezonans Anjiyografi (MRA) kontrastlı helikal bilgisayarlı tomografi (BT) ve klasik venografi gibi modaliteler kullanılabilir.

2.5. RENAL VENLER ve VENA KAVA İNFERİYOR İNCELEMESİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER

2.5.1. Renkli Doppler Ultrasonografi (RDUS)

Normalde renal venlerin ultrasonografi ile birlikte değerlendirilmesi teknik olarak zor bir işlemdir. Diğer inceleme yöntemleri ile kıyaslandığında RDUS kontrast madde gerektirmeyen, iyonizan radyasyon içermeyen ucuz ve noninvaziv bir inceleme yöntemidir. RDUS anatomik bilgi yanında ek olarak fizyolojik bilgi de sağlayarak bir lezyonun hemodinamiğini saptar ve müdahale gerekliliğini değerlendirebilir. Ayrıca RDUS BT ya da MR görüntüleme tanımlanamayan veya şüpheli durumlarda tanıya yardımcı olabilir (29,30,31). RDUS öncesi batın içi intestinal gaz artefaktını azaltmak için işlem öncesi 12 saat aç kalınması her hastada sağlanmaya çalışılmalıdır. İşlem öncesinde herhangi bir medikal hazırlık gerekmemektedir. RDUS'da teknik başarıyı

belirleyen en önemli faktörlerden birisi işlemi gerçekleştiren kişinin tecrübesidir (30). Hastanın obezitesi, abdominal aort anevrizması, intestinal gaz artefaktı, damar cidarlarındaki kalsifikasyonlar ve cerrahiye bağlı oluşan skar dokuları renal vasküler yapıların orijinlerinin incelenmesini engelleyebilir (31). Hipertansiyonu olan çocuklarda invaziv olmayan inceleme yöntemlerine ihtiyaç olduğu için ultrasonografik inceleme bu hastalarda öncelikle tercih edilmektedir (32).

2.5.2. BT Anjiografi (BTA)

Helikal ve çok kesitli BT (ÇKBT) cihazlarda otomatik enjektörlerin kullanılmasıyla İV enjeksiyondan sonra zaman kaybı olmadan, optimal kontrastlanma anında renal vasküler yapılara yönelik ince kesitler elde edilebilmektedir. Ayrıca renal vasküler yapılar ile VKİ multiplanar reformat ve 3D imajlar ile değerlendirilebilmektedir. BTA MRA kıyalandığında BTA daha yüksek kontrast rezolüsyonuna sahiptir. Ancak BTA iyotlu kontrast madde gerektirmesi ve iyonizan radyasyon nedeniyle belirli grup hastalarda kontrendikedir. MRA ise İV kontrast enjeksiyonu gerektirmemekte olup bazı hastalara kapalı alan korkusu nedeniyle uygulanamaz. Ek olarak BTA ile katater anjiografi ile karşılaştırıldığında küçük damarları görüntülemeye BTA'nın sensitivitesi düşüktür (30,33).

2.5.3. MR Anjiografi (MRA)

MRA durağan doku ile hareket eden (kan gibi) doku arasında oluşan intensite farklılığından yararlanır. Bu işlemde zemindeki durağan doku baskılanıp sadece yüksek sinyalli intravasküler akan kana odaklanması ile vasküler yapıları gösteren veri kümesi elde edilebilir. Bu görüntüler ardışık kesitler ya da üç boyutlu volümetrik çekimler ile birlikte kullanıldığında, her yöne doğru döndürülebilen çok ince kesitli MR anjiogramlar oluşturulabilir. Kullanılmakta olan iki tip MRA puls sekansı bulunmaktadır. İlk yöntemde faz kontrast adı verilmiş olup hareketli protonların bipolar gradient pulsları tarafından oluşturulan gradiyent şiddetindeki değişiklikler ile karşılaştığında oluşmakta olan faz şifti farklılıklarından (transvers manyetizasyon) yararlanır. İlk uyarım ile sinyal okuma pulsu arasında geçen zaman içerisinde ilgili alana gradient pulsu uygulandığında hareketli protonlarda transvers manyetizasyon

oluşurken hareketsiz dokularda bu etki oluşmamaktadır. Sonrasında ise akım kodlayıcı pulsu birbirine göre ters tarafta olan iki çekim daha yapılır. Bu iki çekim birbirinden çıkarılıp hareketli dokuların sinyalleri birbirine eklenirken zemindeki protonların sinyali sıfırlanır. İkinci yönteme ise Time-of-flight (TOF) adı verilmiş olup kesite giren yüksek sinyalli protonlar (hareketli satüre olmamış protonlar) ile kesit içindeki, RF pulsları ile düşük sinyalli (satüre olmuş) durağan protonların longitudinal manyetizasyonu arasındaki farktan yararlanır. Bunun sonucunda kesitlere giren kan daha parlak izlenmektedir. Sonrasında elde edilen kaynak görüntüler değişik algoritmalar ile işlenebilir. En sık kullanılan algoritma görüntü alanına en sık akan kana ait olan parlak görüntüleri yansıtan maksimum intensite piksel (MIP) yöntemidir. Bu imajlar reval ven ile VKİ anatomisini farklı açılardan gösterecek şekilde istenen planda hareket ettirilebilir (34). Faz kontrast yönteminde hareketsiz dokulardan gelen sinyaller tamamen sıfırlandığından faz kontrast MRA, TOF MRA'ya kıyasla daha üstündür (34). MR anjiyografi işlemi öncesinde T1 ve T2 ağırlıklı hızlı Spin eko aksiyel imajların elde edilmesi batin içi tüm yapıların ilk planda değerlendirilmesi açısından gereklidir (35). MRA diğer non-invaziv görüntüleme yöntemleri ile kıyaslandığında akım sensitivitesi, intrinsik yüksek yumuşak doku çözünürlüğü ve hem vasküler lümeni hem de vasküler duvarı değerlendirebilme gibi bazı avantajları vardır.

MRA'da kullanılan gadolinyum içeren kontrast maddeler iyonik ve non-iyonik kontrast maddelere kıyasla hastalarda daha az renal toksiteye ve daha iyi toleransa sahiptir. Ancak "Nefrojenik Sistemik Fibrozis (NSF)" standart veya yüksek doz gadolinyum içeren kontrast maddelerin kullanımı ile oluşabilen sistemik bir hastalıktır. Bu hastalık glomerüler filtrasyon hızının (GFR) 30 mL/dakika/1.73m²'nin altında olduğu, hepatorenal sendrom nedeni ile veya perioperatif karaciğer transplantasyonu döneminde ve sıklıkla akut veya kronik böbrek hastalıklarında gelişen yaygın doku fibrozisi ile karakterizedir bir hastalıktır. NSF patofizyolojisi net olmamakla birlikte bir teoride kemik iliğinden köken alan ve dolaşımında bulunan fibrositlerin muhtemelen endotel hasarı ile tetiklenen deri gibi çeşitli organlarda birikmesi sonucu olduğudur. NSF gelişimini önlemek için GFR'nin 30/mL/dakika/1.73m²'nin üzerinde olması ve gadolinyumlu MR görüntülemenin gerçekten gerekliliği dikkatlice gözden geçirilmesi gerekmektedir. Eğer gadolinyumlu MR görüntüleme gerçekten yapılması gerekiyorsa mümkün olan en az doz kullanılmalı ve erken doz tekrarı kaçınılmalıdır. İleri evre

böbrek hastalığı olanlarda gereklilik halinde hemodiyaliz tedavisinin uygulanabileceği unutulmamalıdır (36,37,38,39,40). Yüksek maliyet, zor ulaşılabilirliği, klostrifobisi olan olgularda uygulanım güçlüğü ve pacemaker gibi manyetik alandan etkilenen MR uyumsuz implantları olan hastaların bulunması MRA'nın önde gelen dezavantajlarıdır (41).

2.5.3.Katater Venografi

Katater venografi hem tanıya hem de girişimsel işleme imkan sağlamaktadır. Katater venografi ile SRV ve VKİ incelenecek ise işlem ana femoral ven girişi ile yapılabilmektedir. Diğer non-invaziv tanısal yöntemlerin gelişmesi ile birlikte venografinin tanısal rolü azalmaktadır. Günümüzde venografinin temel kullanım amacı stent uygulamaları ve VKİ filtreleri implantasyonu gibi girişimsel tekniklerdir (41).

Retroperitoneal mesefe ve böbrekler için en uygun radyolojik inceleme yöntemi BT' dir. İV kontrastlı helikal BT hızlı, kolay uygulanabilir ve tanısal alanda etkili bir modalite olması nedeniyle SRV ve VKİ varyasyonlarının saptanmasında en uygun radyolojik inceleme yöntemidir (7).

3.BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ (BT)

3.1. BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ

Tomografi yunanca tomos (kesit) ve graphia (görüntü) kelimelerinden oluşmakta ve kesit görüntü anlamına gelmektedir. BT bir x-ışını incelemesi olup x-ışını ile bilgisayar teknolojisinin birleşmesinin ürünüdür. İlk fikir Avusturyalı bir fizikçi olan Radon tarafında ileri sürülen bir hipoteze dayanmaktadır. Buna göre eğer bir objenin, yani üç boyutlu bir nesnenin, her yönden sınırsız sayıda görüntüleri elde edilebilirse, kesit görüntüsü yapılabilir. Buna göre bir BT görüntüsü oluşturabilmek için nesnenin her noktasının x-ışını zayıflatma değerini bilmek gerekir. Bu amaçla kesit düzleminin her yönünden x-ışını geçirilir. Yapılan ölçümler bilgisayarda sayısal verilere çevrilir ve karşılığı olan gri tonlara boyanarak kesit imajlar elde edilir. Bu imaj görüntüleri piksel denilen minik karelerin yan yana dizilimi ile oluşur. Pikselin yüzeyinin kesit kalınlığı ile

çarpımı sonucu ortaya çıkan hacme de voksel denilmektedir (42). Pikseller voksellerin ortalama x-ışını zayıflatma değerini temsil etmektedir. İlk olarak 1963 yılında Amerika'lı fizikçi Allan MacLeod Cormac (1924-1998) teorik olarak BT'yi düşünmüştür. Bunu takip eden yıllarda İngiliz Godfrey Newhold Hounsfield 1967-1971 yılları arasında ilk prototip BT'yi yapmıştır. Bu cihaz EMI kafa tarayıcısı (Mark I) adıyla 1972 yılında Londra'da Atkinson Morley Hastanesi'nde kurulmuştur. Sonrasında 1973 yılında Amerika'da Mayo kliniğinde ilk Mark I cihazı kurulmuş olup bu cihazda data toplanması 4,5 dakika ve iki ayrı imaj elde edilmesi 1,5 dakika sürmüştür. Sonrasında Ledley bu tekniğin başka vücut bölgelerine de uygulanabileceğini araştırmıştır. İlk gövde tarayıcısı Amerika'da Minnesota Üniversitesi'nde kurulmuştur. Bu cihazlar 1. kuşak BT cihazları olarak bilinmekte olup temel sorun tarama ve rekonstrüksiyon sürelerinin uzun olmasıdır. Bu cihazlarda ince bir x-ışın demeti (pencil beam) kullanılmıştır. 2. Kuşak BT cihazlarında ise ışın demeti yaklaşık 10 derecelik bir yelpaze şeklindedir ve karşısında yaklaşık 30 kadar dedektör bulunmaktadır. En hızlı 2. Kuşak BT cihazları kesit başına yaklaşık 18 saniyelik bir hıza ulaşabilmiştir. Tarama hızını artırmak amacıyla sadece rotasyon hareketi bulunan 3. ve 4. kuşak cihazlar geliştirilmiştir. 3. kuşak BT cihazlarında tüp ile dedektör dizisi karşılıklı yer almakta ve birlikte hareket etmektedir. X-ışını yelpazesi tüm görüntüleme alanını kaplamış olup tarama ortadan kalkmıştır ve her projeksiyonda tüm ölçümler aynı anda yapılmıştır. Sistemde bulunan dedektör kalibrasyonları yetersiz ise 'ring' artefaktı ortaya çıkmaktadır. Bu jenerasyonda bir kesit taraması 5 saniyede yapılmaktaydı. 4. kuşak BT cihazlarında dedektör dizisi sabit bir halka biçiminde yerleşmektedir ve sadece tüp rotasyon hareketi yapmaktadır. 4. kuşak BT cihazlarında dedektör sayısı da artmıştır. Ayrıca 3. kuşak BT cihazlarında izlenen 'ring' artefaktı bu cihazlarda izlenmemiştir. 3. ve 4. kuşak BT cihazlarında yüksek voltaj kabloları tüpün rahat dönüşü sınırlamıştır. Bu nedenle bu kabloları ortadan kaldıran 'slip-ring' teknolojisi kullanılmıştır. Bu teknolojiye tüp voltajı kablolar yerine tüpün üzerinde kaydığı bir halkadan almaktadır. 1984 yılında 5. kuşak BT'ler kardiyak çalışmalar için geliştirilmiştir. Bu cihazın hareketli bölümü olmayıp bir kesit 17 milisaniyede alınabilmektedir. Bu sistemde x-ışın tüpü bulunmamaktadır. Hasta çevresinde sabit olarak bulunan tungsten halkalarına elektron tabancasından çıkan elektronlar çarpılarak x-ışını üretilir. Bu sistemde kalbin çalışırken kesit görüntüsü izlenebilir (7). 1989 yılında helikal tarama geliştirilmiştir.

Solunum artefaktlarını gidermesi, hareket artefaktlarını en aza indirilmesi ve ek radyasyona gerek olmadan 'overlapping' görüntülerin alınması helikal BT'nin getirmiş olduğu en önemli teknik yenilikleridir. Helikal BT'de X-ışını expojuuru ile hasta hareketi eş zamanlı olmaktadır. Teknikte x-ışını hasta yüzeyinde ve çevresinde spiral ya da heliks çizdiğinden spiral ya da helikal BT ismini almıştır. Bu teknikte x-ışını tüpünün her rotasyonunun kesitin açılı düzlemine spesifik data oluşturduğu düşünülür. Bu dataların toplamı sonucu veriler oluşmakta ve çok ince kesitte görüntüler sağlamaya imkân vermektedir. Helikal BT taramasında çok sayıda transaksiyel imajlar elde edilir ve bu imajlar geriye dönük olarak değerlendirilebilir. Takip eden çalışmalarla 1991 yılında 1 mm'nin altında kesit alabilen cihazlar üretilmiştir. 1991 yılının sonlarında bugünkü çok kesitli BT (ÇKBT) teknolojisinin öncüsü ikiz dedektörlü helikal BT' de geliştirilmiş ve 1993 yılında kullanıma girmiştir. 1993'te gerçek zamanlı BT'nin kullanıma sokulmasıyla BT floroskopi altında biopsi işlemlerinin yapılabilmesi, damar yapıları ya da organların parankimlerinin kontrastlanmasının monitorizasyonu (otomatik bolus yakalama programları) olanaklı hale gelmiştir. Gantri rotasyon zamanlarının 1 sn'nin altına inmesi 1995'te mümkün olmuştur. 1998 yılından itibaren de ilk ÇKBT sistemleri kullanılmaya başlamıştır (43). ÇKBT 1998 yılında klinik kullanıma girmiş olup, literatürde 'multislice CT', 'multidetector CT' ve 'multidetector row CT' gibi isimler ile anılmaktadır (44). Tüpün hasta etrafında bir dönüşünde tek kesit alabildiği önceki helikal (spiral) BT sistemlerinden farklı olarak, ÇKBT'de bir rotasyonda 4 veya daha fazla sayıda (8,16, 32, 40, 64, 256, 320) kesit almasına olanak veren 'z' eksenini (hasta masası yönü) boyunca dizilmiş çok sıralı dedektör sistemi vardır (44,45). 2001 yılında 8-kesitli, 2002 yılında 16-kesitli, 2004 yılında 64-kesitli, 2006 yılında çift tüplü 64-kesitli, 2007 yılında 256-kesitli ve 2008 yılında 320-kesitli BT'ler klinik kullanıma girmiştir (44,45). ÇKBT teknolojisindeki gelişmeler uzun mesafeleri kısa sürede ve ince çözünürlükte görüntülemeyi mümkün kıldığından, ÇKBT anjiyografi 1998 yılından itibaren koroner arter sistemi dışındaki vasküler yapıların görüntülenmesinde kullanılmaktadır.

3.2. BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİNİN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ

3.2.1. Tarama Süresi

Bir saniyeden kısa sürede tarama yapabilen ilk BT cihazları elektron beam tomografi cihazları olmuştur. Sonrasında ise helikal BT’de rotasyon süresi 1sn’nin altına inmiştir. Gantri rotasyon süresinin kısalması ile hareket artefaktı görülme oranında azalmaya, birim zamanda ölçülen veri miktarında artmaya ve daha geniş alanları tarayabilme imkânı doğmuştur. Tarama zamanının 1sn’nin altına indirilmesi için Gantri dizaynında, Gantri motorunda, veri ileti düzeninde (data transmission system-DAS) ve X- ışını tüpünde bazı değişikliklerin yapılması gerekmiştir (43). Tarama zamanında kısalma Gantri merkezkaç kuvvetinde artışa neden olmakta olup buna ikincil Gantri’nin yeniden biçimlendirilmesi gerekmektedir. Yine tarama zamanında artış daha iyi iletim yollarına gereksinimi oluşturmuştur. Kısa tarama zamanı için tüpün ürettiği X-ışını miktarında artış olmakta; bu nedenle tüpün daha iyi şekilde soğutulma ihtiyacı oluşmaktadır (46).

3.2.2. Dedektörler

Helikal BT cihazlarında dedektörler tek sıra halinde dizilmiş tek boyutlu bir yapıdır. Çok kesitli BT cihazlarında ise dedektör, çok sayıda dedektör sırasından oluşan iki boyutlu bir matriks yapısındadır. Dedektör elemanları simetrik ya da asimetrik şekilde dizayn edilebilirler. Dedektörlerin farklı kombinasyonları sonucunda multislice incelemeler yapılabilmektedir (43).

3.2.3. Veri Elde Etme Düzeni (Data Acquisition System, DAS)

Dedektörlerden alınan verilerin kombinasyon sonucu oluşan veriler sonrasında DAS’a aktarılmaktadır. Bu analog veriler DAS aracılığı ile dijital verilere dönüştürülmektedir. DAS sayısında artış elektronik devre ihtiyacını artırmakta olup bu devrelerin yer ihtiyacı bunların yüksek yoğunlukta monte edilmesi ile çözümlenebilir (47).

3.3. VERİ TOPLAMA

Elde edilen kesit kalınlığını dedektör boyutu ve ışın demetininin çapı belirlemektedir. İnceleme üç boyutlu yapılacak ise kesitler ince olmalıdır; çünkü kalın kesitlerde üç boyutlu veri daha kalitesiz olmaktadır. Taramalar kontinu (devamlı), aralıklı, helikal ve overlapping (üst üste binme) olmak üzere dört ayrı metotla gerçekleştirilir. Kontinu taramada çekim masası kesit kalınlığı kadar hareket eder. Bu metoda aralık ya da üst üste binme gibi durumlar izlenmez. Overlapping taramada masa hareketi kesit kalınlığından daha azdır ve her kesit bir öncekinin yarısını kapsayacak şekilde izlenir. Aralıklı taramada masa hareketi kesit kalınlığından daha fazla olup bu işlemlerde taranmayan alanlar mevcuttur. Pitch faktörü (kolimatör alanı-p) tütün bir tur atması esnasında masanın aldığı yolun kolimatör açıklığına bölünmesiyle elde edilir ve pitch faktörü helikal taramada kesit kalınlığını saptamada önemlidir (14). Bir BT çekiminde inceleme alanının tümüne FOV (Field Of View) denir. Sadece belirli bir alanı içereceği gibi bazı durumlarda incelenen materyeli de tamamen çevirebilir. İncelenen materyeli Gantri boşluğunda dedektörden uzaklaştırırsak FOV küçülür yakınlştırırsak FOV büyür. FOV küçük seçilirse görüntüdeki piksel sayısı sabit kalıp voksel sayısında azalma olacaktır. Bu da incelenen materyalin küçük bir bölgesinin daha detaylı yüksek çözünürlükte görüntüsünü elde edilmesine neden olacaktır. Tüm incelemelerde örneklem sahasının en iyi çözünürlükte izlenebilmesi için en uygun FOV boyutunun seçilmesi gerekmektedir (48). İncelenen materyalde bir noktayı büyütme için FOV küçültülebilir. Ayrıca çekim sonrası ilgili bölge seçilerek daha büyük izlenebilir. Ancak bu gerçek bir büyütme olmayıp gerçek büyütme için FOV'un küçülmesi gerekmektedir. Ayrıca önceden gerçekleştirilmiş olan çekimde kesitlere ait ilk bilgiler duruyorsa rekonstrüksiyon büyütmesi denilen görüntülerin yeniden işlenmesi ile sağlanabilir (48).

3.4. GÖRÜNTÜ İŞLEME (POSTPROCESSING)

Postprocessing işleminde kesit bilgilerinin rekonstrüksiyonu sonrasında işlenerek tanıya yardımcı olunmaktadır (7). Elde edilen görüntülerin insan gözünün ayırt edebileceği renk aralığına getirebilmek için yoğunluk farklılıkları ile piksellerdeki rakamsal değerlerin ayarlanmasına pencereleme (windowing) işlemi denir. Pencerelemenin merkezi pencere seviyesini (WL: window level) gösterirken,

Hounsfield skalasında pencereleme yapılan aralık ise pencere genişliğini (WW: window width) göstermektedir (49).

3.4.1.Değişik Düzlemlerde Yeniden Görüntü Yapma (Multiplanar Reformasyon-MPR)

BT vokselleri değiştirilmeyip aynı voksellerden değişik planlarda görüntü elde edilir. Kesit kalınlığı voksel boyutundan büyükse (izotropik olmayan voksel) reformat görüntülerde distorsiyon meydana gelmektedir (50). İncelenen materyalin aksiyel düzlemin sağdan sola uzanan aksına x, önden arkaya uzanan aksına y, bu iki aksın yaptığı düzleme dik uzanan aksına da z adı verilir. X ve y akslarınca oluşturulan aksiyel kesit voksellerinin x-z akslarında yeniden reforme edilmesi ile koronal, y-z akslarında reforme edilmesi ile de sagittal kesitler elde edilir. Oblik ya da kavisli düzlemlerde de reformasyonlar yapılabilir (7).

3.4.2.Hacim Hesaplama (Volüm Rendering Display)

Volüm rendering tekniğinde önce görüntüde segmentasyon yapılır. Bunun için ilgili materyalin HU numarası belirlenerek, voksellerde bu değer varsa 1 yoksa 0 kabul edilir. Bu sayede sadece ilgili yapının voksellerini saptamış oluruz. İlgili yapı segmente edildikten sonra bir bilgisayar programı segmente verileri belirlenen açılardan reforme eder. Bu işlem sadece yüzeydeki voksellerle yapılıyorsa buna surface rendering adı verilir (42).

3.4.3.BT Perfüzyon (Fizyolojik Görüntüleme)

İntravenöz yoldan verilen kontrast maddenin vasküler, ekstravasküler ve ekstraselüler boşluklardaki dağılım oranı ve miktarı dokunun zaman içerisinde kontrastlanmasını belirler. BT perfüzyon incelemesi ile kan hacmi, kan akım hızı, doku permeabilitesi ve ortalama geçiş süresi (mean transit time) gibi fizyolojik fonksiyonlar ölçülebilir. İncelenmesi istenen bölge sabit olmalıdır. Çok kesitli BT'nin izin verdiği kadar kesit alınır. İntrevenöz yoldan kontrast enjeksiyonu süresinde saniyede bir kesit alınıp bu işlem 30-60 saniye süresince devam eder. Normalden kullanılan 250-300 mAs

değerinden daha küçük oranda (90 mAs gibi) değerler seçilir. Kan hacmine uygun olarak renkli görüntüler elde edilir. Bu BT modalitesi özellikle malign kitlelerde (ör: intrakranial glial tümör) tedavi sonrası kanlanma oranı ölçülebilir (50).

3.4.3.Yüzey Gösterimi (Surface Rendering Display)

İlgili anatomik yapını yüzey kesimlerine yakın vokseller seçilerek yapılan yöntemdir. Toplam dataların %10' nu kullandığından önemli bilgiler verebilir. Ancak tekniğin günümüzde kullanımı sınırlıdır (50).

3.4.4.Reprojeksiyon

Reprojeksiyon tekniğinde zaman kaybettirici segmentasyon işlemine gerek olmadan belirlenen bakış açılarından radyografik projeksiyonlara benzer görüntüler elde edilir. Bir dedektör tarafından yapılan bir ölçüm bir ışındır (ray). Bakış açısına göre vokseller seçilerek ve o yöndeki tüm voksel değerleri toplanır. Genellikle her 'ray'ın azami BT numarası görüntülenir, bu nedenle bu yönüme maksimum intensite projeksiyonu (MİP) adı verilir. Ayrıca bu teknikte düşük BT numarası taşıyan vokseller de görüntülenebilmektedir (minimum intensite projeksiyonu-MİNİP) (42). MIP inceleme üç boyutlu reformat imajlarda oluşan bir teknik olup kontrast madde içeren vasküler yapılar gibi yüksek dansiteye sahip yapıları ön plana çıkararak daha kolay değerlendirilmesine neden olmaktadır. MİNİP yönteminde MIP yöntemine tezat olarak düşük dansiteli oluşumlar güçlendirilmektedir (ör: biliyer sistem değerlendirilmesinde kullanılabilir.). MIP ve MİNİP yöntemleri orijinal aksiyel görüntülere önemli bilgiler ekleyerek herhangi bir girişim öncesi ve olası patolojik tanıya yardımcı olmaktadır (50).

3.5. BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ GÖRÜNTÜSÜ

En küçük ayrıntıyı ayırt etme yeteneğine rezolüsyon denilmektedir. Rezolüsyon genelde 3 tip olup bunlar;

1. Boyutsal rezolüsyon (geometrik-uzamsal rezolüsyon)
2. Kontrast rezolüsyon (dansite-yoğunluk rezolüsyonu)
3. Zamansal rezolüsyon (temporal rezolüsyon)' dur.

Zamansal rezolüsyon görüntü ile ilgili olmadığından, pratikte önemli olan boyutsal ve kontrast rezolüsyondan bahsedilebilir (48).

Boyutsal rezolüsyon birbirine komşu en küçük iki yapının ayırtedilebilme gücünü ya da kenar bulanıklığını ifade eder. Modülasyon transfer fonksiyonu (MTF) BT’de geometrik rezolusyonu açıklamak için kullanılan matematiksel bir terimdir. Basit olarak MTF görüntünün objeye oranıdır. BT’de eşit aralıklarla yerleştirilmiş çubuklar düşünüldüğünde iki çizgiye çizgi çifti denilmektedir (line pair-LP). Spasial frekans ise birim mesafede bulunan LP sayısıdır (LP/cm). Spasial frekansın düşük olduğu durumlarda büyük objeler izlenirken yüksek olduğu durumlarda küçük objeleri göstermektedir. Spasial fekansta artma sonucu MTF ve görüntünün objeyi temsil etme oranı (image fidelitiy) azalmaktadır. İzlenen görüntüde bu şekilde kayıp BT cihazında dedektör özellikleri, rekontrüksiyon, gantri kontrol mekanizması ile ilgilidir. Boyutsal rezolusyonu en iyi temsil eden piksel boyutu olup 2 piksel 1 LP ye eşittir (50). Piksel boyutlarında olan küçülme görüntü üzerinde daha çok nokta olmasını sağlayacaktır, bu ayrıca voksel boyutlarının küçültülmesine de neden olacaktır. Sonuçta boyutsal rezolüsyon artarak iki nokta ayırımı daha rahat olacaktır. Kesit kalınlığının azalması ve vokselin z eksenindeki boyutunun azalması ile boyutsal rezolüsyonu artıracaktır. Dedektör boyutlarının küçülmesi ve sayısının artırılması ile daha küçük voksellerden veriler saptanabilmektedir. FOV’un küçültülmesi ile voksel boyutlarında azalma etkisiyle boyutsal rezolüsyonu artırır. X-ışını tüpünde fokal spot alanında küçülme, penumbra etkilerini azaltarak boyutsal rezolüsyona katkıda bulunur. Boyutsal rezolüsyonu arttırmak için göstereceğimiz birçok çaba sonuçta noise adını verdiğimiz diğer bir faktörü gündeme getirmektedir. Noise genel olarak gürültü, parazit, istenmeyen ses anlamındadır (48).

Kontrast rezolüsyon ise film üzerindeki farklı yoğunlukları ayırt edebilme yeteneği olup objenin boyutundan bağımsızdır. Kontrast çözümleme gücü başlıca x-ışını intensitesi ve dozuna bağlı olup doku dansitesi ve atom numarası da etkilidir. Bir BT sisteminde hastaya gönderilecek x-ışını dozu kV, mA değerleri ve ekspozur süresi (sn) ile ayarlanmaktadır. Birçok sistemde kV değeri genelde sabit olup x-ışını yoğunluğu 150 mA’den başlamak üzere 200, 250, 300, 500’e kadar yükseltilebilen mA seçenekleri ile arttırılabilmektedir. Mevcut x-ışını yoğunluğu, ekspozur süresi uzatılarak da arttırılabilmektedir. Ancak çekim süresinin artırılması da hareket artefaktlarını fazlaştırmaktadır (51). Noise azaltılarak kontrast rezolüsyonu arttırılabilir. Noise x-ışını foton sayısı yani x-ışını dozu yükseltilerek ya da kesit kalınlığı arttırılarak

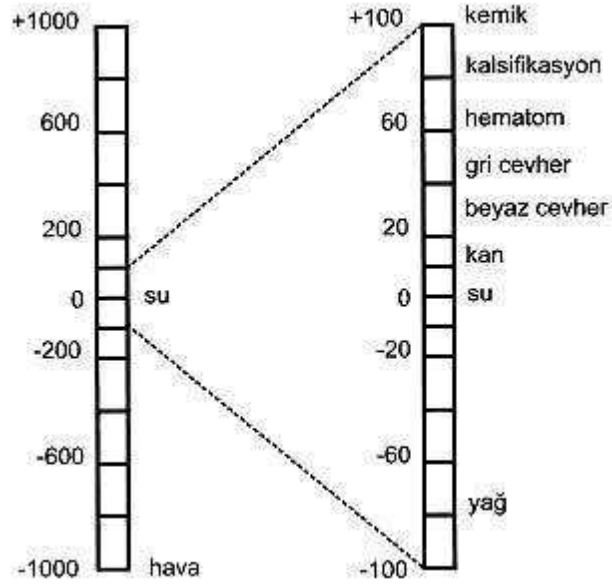
azaltılabilir. Birlikte boyutsal rezolüsyon artışı da isteniyorsa, kesit kalınlığı düşük tutulurken x-ışını dozu yükseltilmelidir (48).

3.5.1.Gürültü

Herhangi bir dokunun BT numarasının ortalama bir değerin üstünde ve altında olan değişimine gürültü denir. Gürültü oranı yüksek olan sistemlerde imajlar granüler izlenir. BT cihazında kesit kalınlığı ve piksel boyutu gürültü ile ters orantılıdır. Ayrıca X-ışını enerjisi ve hasta dozu arttıkça gürültü azalır. Normalde günlük olarak 20cm çaplı su fantonunda ölçülmelidir. Bu ölçümde biri fantomun santralinde dördü periferinde olacak şekilde 100 pikseli içeren ROI ile 5 adet ölçüm yapılır (50).

3.5.2.Hounsfield Skalası

Bilgisayarlı tomografide yapıların dansiteleri -1000 ile +1000 arasında değişen rakamlarla temsil edilen ve grinin tonlarından oluşan bir ölçekte ele alınmıştır. Hounsfield skalasında saptanan rakamsal veriler Hounsfield Üniti (HU) olarak anılır. Burada yapının yoğunluğunu belirleyen faktör, maddenin x ışınını absorbe etme özelliği ile ilgilidir. X-ışınını fazla absorbe eden kemik ve kalsifikasyon gibi yapılar beyaz görülür ve yüksek HU değerleri verirlerken (80-100), su orta derecede (0 HU), yağ sıfırın altında (-80 HU), hava ise skalanın en altında kalan değerleri (-1000 HU) oluşturmaktadır (49) (şekil 3.1).



Şekil 3.1: Hounsfield Ölçeği (42).

3.6.GÖRÜNTÜ ÜZERİNDEKİ İŞLEMLER

Görüntü üzerinde pratikte en çok yapılan işlem dansite ve boyut ölçümleridir. Ölçülmesi istenen mesafe imleç ile işaretlenerek belirtilir ve bilgisayar gerekli hesaplamaları yaparak mesafeyi hesaplar. Dansite ölçümünde ise ekran üzerinde ilgilenilen alanı (ROI-region of interest) belirtmek amacıyla genellikle daire biçiminde büyüklüğü ayarlanabilen bir şekil kullanılır. Bu şeklin büyüklüğü ayarlanabilir olup incelenen oluşumdan daha küçük olacak şekilde düzenlenerek ölçüm yapılır. Sonrasında cihaz seçilen bölgedeki piksellerin toplam HU değerlerini, piksel sayısına bölerek ortalama yoğunluğunu hesaplar (48).

3.7. BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ ARTEFAKTLARI

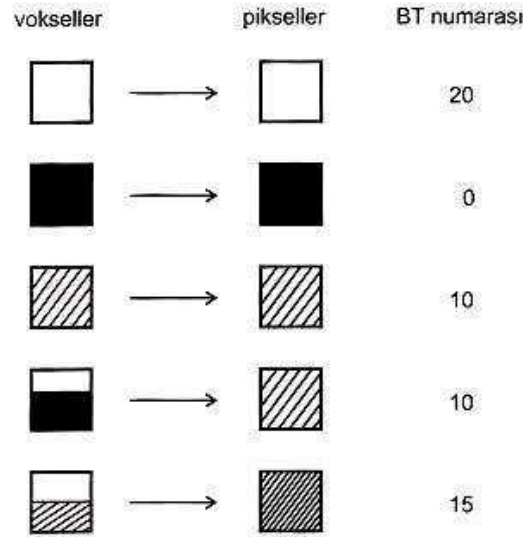
Artefaktlar görüntü alanında aslında olmayan ve görüntüdeki asıl oluşumları etkileyip bozan, değerlendirilmesini güçleştiren ya da hayali oluşumlara neden olabilecek görüntüler olarak bilinmektedir (49). Bunlar;

1. Kısmi Hacim Etkisi Artefaktı
2. Işın Sertleşmesi (Beam Hardening) Artefaktı

3. Yıldız Artefaktı
4. Ring Artefaktı
5. Hareket Artefaktı
6. Aliasing (undersampling) Artefaktı
7. Foton Açlığı Artefaktı
8. İnkomplet Projeksiyon olarak sayılabilirler.

3.7.1.Kısmi Hacim Etkisi (Partial-volume Effect) Artefaktı

Normalde dilimlenmiş bir objenin hangi yönünden bakarsak sadece o yüzündeki oluşumları görürüz. Ancak BT’de alınan bir kesitin içindeki tüm oluşumlar görüntüye yansımaktadır. Alınan kesit görüntüsünün tamamını doldurmayan bir yapı, kesiti doldurduğu oranda ve yoğunluğu ile orantılı olarak görüntüye yansımaktadır. Bu nedenle kesiti kısmen dolduran yapılar görüntüye gerçek yoğunluk değerleriyle yansımazlar. Bu durum daha çok kesit kalınlığının fazla olduğu durumlarda ortaya çıkar. Örneğin kesit kalınlığının yarısını yumuşak doku diğer yarısını yağ doku oluşturursa görüntü su dansitesine yakın şekilde oluşacaktır (48) (şekil 3.2).



Şekil 3.2: BT kesitlerindeki pikseller, vücuttaki karşılıkları olan voksellerin içini dolduran doku yoğunluklarının ortalamasıdır (42).

3.7.2. Işın Sertleşmesi (Beam Hardening) Artefaktı

Bu artefakt X-ışınının sahip olduğu polikromatik yapısından dolayı oluşmaktadır (beam hardening) (42). BT cihazında tüm x-ışını fotonlarının eşit enerji düzeyinde olduğu kabul edilir. Ancak enerji düzeyleri düşük fotonlar organizmadan geçerken enerjilerini kolayca kaybederken, yüksek enerjili fotonların enerjilerinin tamamını kaybetmezler. Bu durumda tüpten çıkan ışın enerjisine kıyasla hastayı geçipte dektöre ulaşan x-ışını demetinin ortalama enerji düzeyi artmış olacaktır. Sonuçta X-ışını sertleşecektir. Organizmanın yoğunluğu heterojen olduğundan X-ışın demeti farklı oluşumlardan geçerken farklı oranda sertleşecektir. X-ışını kemik gibi kalın ve yoğun oluşumlardan geçerken yüksek enerjili fotonlarda daha az zayıflama yani daha fazla sertleşme gösterecektir. Bu durum iki kalın ve yoğun doku arasında bulunan düşük yoğunluklu dokunun voksel değerinin normalden daha küçük hesaplanmasına neden olmaktadır. Özellikle bu artefaktlar kranial incelemede posteriyor fossada sıklıkla siyah çizgilenmeler şeklinde izlenmekte beyin sapı ve serebellum değerlendirmesini güçleştirmektedir. Bu artefaktlar daha ince kesitler ve mAs'ın artırılması ile azaltılabilmektedir (48).

3.7.3. Yıldız Artefaktı (Metal Artefaktı)

Metal gibi yüksek yoğunluklu ve dansiteli yapılardan ışın geçemeyeceği için dedektör veri kaydetmez. Sonuçta filtreli geriye projeksiyonda sorun çıkar bu nedenle de yıldız artefaktı ortaya çıkar. Bu durumda yüksek dansiteli yapılardan çevreye doğru ışımsal tarzda çizgiler ortaya çıkarır (42).

3.7.4. Ring Artefaktı

Dedektörlerde ortaya çıkan arızalar ve kalibrasyon yetersizliği nedeniyle oluşmaktadır. X-ışını yoğunluğundaki oynamalar dedektörlerde kalibrasyon sıkıntısı mevcut ise yeterince algılanamaz. Bu nedenle dedektörler radyasyon sinyali olmadığı halde varmış gibi yaparak ya da yüksek X-ışını yoğunluğundan artmakta olan intensiteye yanıt veremeyerek hatalı çalışmaktadır. Ring artefaktları genellikle 3. kuşak cihazlarda ve kısmen ya da hatalı olarak yapılan dedektör kalibrasyonlarına bağlı olarak gelişmektedir. Bu artefakt imajlarda halka şeklinde izlenmektedir (52).

3.7.5.Hareket Artefaktları

İstemli ya da istemsiz (deliryumdaki hasta ya da kalp hareketleri gibi) hareketler incelenen objede kenar bulanıklığında neden olarak sorun oluşturlar. Tarama zamanının uzun olması da bu duruma katkı yapan diğer bir etkendir (42). İncelenen objenin hareket etmesi sonucunda ilgili kesimin görüntüsünde değişmeye ve veriler arasında tutarsızlık ve devamsızlığın ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Elde edilen veriler arasındaki bu devamsızlık ve tutarsızlık, MPR esnasında hareket yönü doğrultusunda birbirine paralel çizgiler oluşmasına neden olmaktadır (51).

3.7.6.Aliasing (Undersampling) Artefaktı

Bir BT görüntüsünü oluşturan projeksiyonların sayısı arttıkça görüntü kalitesi de artmaktadır. Bu artefakt bu projeksiyonların sıklığında azalma sonucu oluşur. Bu artefaktta dens bir objenin kenarlarında uzakta radial ince çizgiler şeklinde izlenir. Bu artefaktlar imajlarda genelde bir sorun oluşturmaz ancak yüksek rezolüsyon gerektiren durumlarda ortadan kaldırılması gerekmektedir. Bunu rotasyon hızının azaltılması veya projeksiyon sayısının artırılması ile yapılabilir (50).

3.7.7.Foton Açlığı Artefaktı

İnceleme alanında yüksek dansiteli alanlar varsa oluşan çizgilenme şeklindeki artefaktlara denilmektedir. Burada sorumlu neden X-ışınının yüksek dansiteli bir alandan geçerken atenuasyonun fazla olmasından dolayı dedektöre ulaşan x-ışını yetersiz kalır. Bu doğrultuda gürültü fazladır. Sonrasında rekonstrüksiyon işlemide gürültünün artmasına neden olmakta ve imajda horizontal çizgiler izlenmektedir. Tüp akımı artırılarak bu artefakt azaltılabilir ancak bu da daha ince olan bölgelerin gereğinden fazla doz almasına neden olur. Otomatik tüp akım modülasyonu denen bir teknikte hastanın daha kalın yerlerine daha fazla doz verilebilir. Ayrıca adaptif filtrasyon ile rekonstrüksiyon işlemi sırasında atenuasyon oranını yüksek olduğu bölgelerde atenuasyon profili daha aza indirgenir. Bu iki yöntemle foton açlığı artefaktı oluşumu azaltılabilir (50).

3.7.8.İnkomplet Projeksiyon

Bu artefakta hastanın belirli bir bölümünün FOV dışında kalması sonucunda bu alan ile ilgili inkomplet bilgi oluşmaktadır. Bulanık çizgilenmeler oluşabilir. (Ör: hastanın kollarının yanında uzaması gibi) (50).

3.8.HASTANIN ALDIĞI DOZ

3.8.1.Doz Ölçümü

BT'de ekpojur hasta çevresinde sürekli olmakta ve bir volüm boyunca tekrarlanmaktadır (50). Normal konvansiyonel BT işleminde kesit sayısı arttıkça doz artar. X-ışını saçılması nedeniyle istenmeyen ışın miktarı oluşur. BT dozu BT doz indeksi (BT dose index-BTDI) ile belirlenmiştir. Bu oran tek bir kesitin aksiyel doz profiline integrali kesit kalınlığına bölünmesi ile bulunur (42). Fokal spot-hasta mesafesi kısa olan BT cihazlarında diğer etkenler sabit iken hastanın almış olduğu doz yüksektir. BT cihazının tüp akımda yarı yarıya azalma hastanın aldığı dozu yarıya indirir. Aynı şekilde abdominal BT çekiminde 20 kVp azalma olması hastanın almış olduğu dozda yaklaşık %20-40 oranında azalma sağlanabilir. Helikal BT ye kıyasla ÇKBT de doz işlem öncesi ve sonrasında radyasyon olması nedeniyle daha fazla orandadır. Gantry rorasyon süresi kısalsın hastanın aldığı doz da kısalsın. Çekim esnasında radyasyona daha duyarlı olan gonadlar, meme, lens, tiroid gibi organların korunması önerilmektedir (50).

3.8.2.Etkin Dozlar

Bir BT incelemesi teknik değiştirilmeden uygulandığında çocukların aldığı etkin doz yetişkinlerin aldığı doza göre kranial BT'de 4 kat, gövde BT'de 2 kat daha fazla olmaktadır. Bunun nedeni çocuk yapılarının küçük olmasıdır. Zayıf ve pediatrik olgularda düşük doz ayarlaması yapılmış BT işlemi uygulanmalıdır (42).

3.8.3.Hastanın Dozları

Hastanın etkin dozu hastaya yüklenen total enerji miktarı ile doğru orantılı olarak artmaktadır. Etkin doz kesit sayısının kesit kalınlığı ile çarpımı sonucu bulunur.

Helikal BT’de pitch değeri 1,0 olduğunda oluşan radyasyon dozu konvansiyonel BT’de oluşan aralıksız taramaya eşittir. Hasta dozu pitch değeri ile ters orantılıdır. Örnek olarak 1,5 pitch değerinde hastanın aldığı doz 1 pitch değerine kıyasla %67 daha azdır. Helikal BT ile ÇKBT’de hastanın aldığı dozlar ekspozur değerleri ve tarama uzunluğu aynı ise eşittir.

3.9. BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİDE KULANILAN KONTRAST

MADDELER

Kontrast oluşturmada kullanılan maddeler radyolüsent kontrast (negatif) maddeler ve radyopak (pozitif) kontrast maddeler olarak ikiye ayrılabilir. Radyolüsent kontrast maddelere karbondioksit, oksijen ve hava gibi gazlar örnek olarak gösterilebilir. Bunlar arasında kolay absorbe olması ve iyi tolare edilebilmesi nedeniyle karbonmonoksit en çok kullanılan negatif kontrast maddedir. Bunlar imajlarda siyah renkte izlenirler. Negatif kontrast özelliği ile BT’de eklem incelemelerinde ya da bazı vücut boşluklarına verilerek kullanılabilir. Radyopak kontrast maddeler ağır metal tuzları ve organik iyot bileşikleridir (53). BT incelemesinde ağır metal tuzlarından olan baryum tuzları aşırı yoğunluğa bağlı artefaktlara neden olduğundan dolayı kullanılmazlar (49). Abdomen incelemelerinde barsaklar gibi içi boş organların yer kaplayıcı lezyonlardan, diğer organlardan ve orta hatta yerleşmiş olabilecek lenfadenomegalilerden ayırd edilebilmesi için opasifiye edilmesi gerekir. Bu durumu sağlamak için hastalara seyreltilmiş kontrast madde içerilir. Ayrıca kontrast maddeler peritoneal boşluk, subaraknoid mesafe ve eklem aralığına uygulanabilir. Bu sayede bu boşluklar ve bu boşluklara ait patolojiler daha iyi görünür hale gelebilir (42).

İyotlu kontrast maddelerin temel taşı benzen halkasından oluşur. Tüm iyotlu kontrast maddelerde benzen halkasında sodyum veya megluminin bağlı olan katyon ucu ile 3 adet iyot atomunun bağlandığı anyon kesimi bulunur. Katyon tarafını oluşturan sodyum ve meglumin tuzlarının birbirlerine karşı bazı avantajları ve dezavantajları vardır. Sodyum tuzlarında toksisite ve vazodilatasyon oranı yüksek olup viskozite ve diüretik etki oranları düşüktür. Meglumin tuzlarında toksisite ve vazodilatasyon oranı düşük olup viskozite ve diüretik etki oranları yüksektir. Kullanımda olan iyotlu kontrast

maddeler yarar-zarar oranlarına göre sodyum ve meglumin tuzlarının karışımından oluşmaktadır. Kontrast maddelerde viskozitenin azalması için ısının artması gerekmektedir. Bu nedenle meglumin içeren iyotlu kontrast maddeler vizkositenin azalması için vücut sıcaklığına yükseltilerek kullanılmalıdır. Kontrast madde solüsyonundaki iyot konsantrasyonu ve iyot atom sayısı artıkça radyoopasite de artış olmaktadır. Kontrast maddedeki partikül sayısı osmolartiteyi (birim litredeki partikül sayısı) belirlemektedir. Partikül boyutu osmolariteyi etkilmeyip viskozite ile ilişkilidir. Partikül boyutu artıkça viskozite artmaktadır. İdeal kontrast madde osmolaritesi düşük radyoopasitesi yüksek olmalıdır; yani iyot pratikül oranı yüksek olmalıdır. Kontrast maddeler kimyasal yapılarına göre benzen halkasının tek veya ikili olmasında göre monomerik-dimerik, iyot partikül oranına göre iyonik ve non-iyonik olmak üzere 4 ana grupta incelenebilir (53).

3.9.1.İyonik Monomerler

Bu maddeler vasküler yatakta iyonize olup anyon ve katyon olacak şekilde iki ayrı partiküle ayrışır yani her bir partikülün değeri 2'dir. Bununla birlikte her bir molekülde radyolojik kontrastı etkileyen üç adet iyot atomu mevcuttur. İdeal kontrast madde de iyot partikül oranını yüksek olması nedeniyle bu bileşiklerde iyot oranı yüksek tutulmaya çalışılmıştır. İyonik monomerlerde iyot partikül oranı $3/2$ 'dir (53).

3.9.2.İyonik Monoasidik Dimerler

Bu kontrast maddeler birbirinin simetriği olan iki benzen halkasının bir amid zinciri ile bağlanması sonucu oluşur. Bu bileşiklerin iyot/partikül oranı $6/2$ 'dir. Bu şekilde iyot/partikül oranı artırılan kontrast madde oranı daha düşük osmolariteli olup daha çok iyot atomu içermektedir. Bu bileşiklerde sodyum ve meglumin birleşik durumda olup moleküler hacim artışı nedeniyle viskozite göreceli olarak yüksektir. Bu bileşiklerin İV enjeksiyonları zordur (53).

3.9.3.Non-iyonik Monomerler

Bu bileşiklerde toksiteden sorumlu karboksil grubu uzaklaştırılıp yerine solüsyonda ayrılmayan amid yan zinciri bağlanılmıştır. Bu bileşiklerde iyot partikül

oranı 3/1'dir. Non-iyonik kontrast maddeler sodyum ile meglumin içermezler. Bu tip kontrast maddelerde yapıya çözünürlüğü artırmak için eklenen hidroksil grupları kemotoksisiteyi, iyonların uzaklaştırılması osmotoksisiteyi ve karboksil grubunun uzaklaştırılması nörotoksisiteyi azaltmaktadır. Non-iyonik kontrast madde kullanımında bulantı, kusma gibi genel reaksiyonlar, alerjik ve mortal reaksiyonlarda diğer iyonik kontrast maddelere kıyasla daha az oranda görülür. Non-iyonik kontrast maddeler daha az proteinlere bağlanır, daha az enzim inhibisyonu yapar. Bu bileşiklerde iyot/partikül oranı az olması nedeniyle suyun renal tübüllerden emilimi az olup daha yüksek oranda nefrogram ve pyelogram oluşturur (53).

3.9.4.Non-iyonik Dimerler

Bu bileşikler yapılarında karboksil grubu içermezler. İyot/partikül oranı 1/6'dır. Bu bileşiklerde çözünürlüğü artırmak için yan zincirlerde çok sayıda hidroksil grubu içerirler. Bu bileşikler serum ile izosmolar değere sahiptir. Bu nedenle hayvanlarla yapılan çalışmalarda İV kullanımda subaraknoid reaksiyonu ve toleransı en iyi olan bileşiklerdir. Bu tip kontrast maddelerin moleküler boyutu büyük olduğunda viskoziteleri de en yüksek olan kontrast maddeler grubudur (53).

BT incelemesinde bazı organ ve oluşumları birbirlerinden daha iyi seçilebilir şekle getirmek amacıyla kontrast maddeler intravenöz (İV) ve/veya oral yolla ya da vücut boşlukları içerisine verilerek kullanılabilir. İV yol ile kullanım sayesinde parankimal organları, vasküler oluşumları veya kontrast madde ile boyanma gösteren patolojik yapıları daha iyi seçilebilir hale getirilir. Özellikle batın incelemelerinde böbrek ve karaciğer gibi organlarda mevcut olabilecek lezyonların gizlenmesine neden olabileceğinden kontrast maddenin doğru şekilde kullanımı ve uygulaması çok önemlidir. Bazı durumlarda bu lezyonların maskelenebileceği düşünülerek kontrast made kullanılmayabilir (48).

3.10.KONTRAST MADDELERİN YAN ETKİLERİ ve TEDAVİSİ

3.10.1.Kontrast Maddelerin Yan Etkileri

Kontrast maddelerin primer ve sekonder olmak üzere iki etkisi mevcuttur. Primer etkisi kontrast maddenin istenen etkisidir. Sekonder etki ise semptom versin ya da vermesin yan etkiler olarak tanımlanabilir. Kontrast maddelere bağlı gelişebilecek başlıca yan etkiler olarak;

1. Anafilaktik reaksiyona neden olan serotonin, histamin gibi maddelerin salınması,
2. Eritrosit morfolojinde bozulma ve buna bağlı pulmoner hipertansiyon ve kor pulmonale gelişimi,
3. Pulmoner ödem,
4. Renal tubuluslara ve renal vasküler yapılara etki sonucu gelişebilecek anüri,
5. Endotel hasarı veya alerjik reaksiyona bağlı salınan madiatörlere bağlı olarak gelişen trombüs ve bu trombusten kaynaklanan emboliler,
6. Arteriyel hipotansiyon ile vazodilatasyon ve vazodilatasyona sekonder beyin, renal ve kardiyak hasar gelişimi,
7. Beyin limbik sistemi üzerine direkt etki, kan beyin bariyerinde hasarlanma ve konvülsiyon gelişimi,
8. Renal glomerüler membran hasarı sonucu proteinüri gelişimi,
9. Kardiyak aritmiler (bradikardi, ventriküler fibrilasyon...) gibi maddeler sayılabilir.

Kontrast maddeye bağlı yan etkiler önceki yıllarda daha sık izlenirken günümüzde daha iyi kalitede kontrast maddeler ve gereksiz kontrast madde kullanımının azalması ile giderek düşmüştür. İzlenen yan etkilerin çoğu minör etkiler (%1-2) olup ciddi müdahale gerektiren ve yaşamı tehdit eden yan etkiler (%0,05-0,1) nadiren izlenmektedir. Kontrast madde yan etkileri sonucu ölüm değerleri 75.000' de 1 dir. Non-iyonik kontrast maddeler ile iyonik kontrast maddeler kıyaslandığında alerjik reaksiyonlar iyonik kontrast maddelerde 5 kat daha fazla izlenmiştir. Bu durumun en sık nedeni osmolarite değerlerinin yüksek olmasıdır (53).

3.10.2.Allerjik Reaksiyonlar

Kontrast maddenin dozuna ve konsantrasyonuna bağlı olmaksızın önceden tahmin edilemeyen olaylara allerjik reaksiyonlar denilmektedir. İV yolla verilen kontrast madde direkt olarak mast hücreleri ile bazofillerden histamin salınımına neden olur. İyonik kontrast maddelerde allerjik reaksiyonlar non-iyonik kontrast maddeleri kıyasla daha fazla izlenmekle beraber iki gruba bağlı mortalite oranlarında anlamlı fark izlenmemiştir. Allerjik reaksiyonları önlemek amacıyla risk grubundaki hastalara premedikasyon uygulanabilir (53).

3.10.3.Kemotoksik Reaksiyonlar

İV yolla verilen kontrast maddenin vasküler yatakta gelişen ve kullanılan kontrast maddenin enjeksiyon yeri ile hızı, osmolaritesi, dozu, konsantrasyonu ile ilgili reaksiyonlardır. Bu reaksiyonlara örnek olarak hipervolemi, kardiyak hasar, eritrosit hasarı, vazodilatasyon ve endotelial doku hasarı sayılabilir. Genel durumu bozuk hastalar, renal, kardiyak ve vasküler yetmezliği olan hastalarda bu tip reaksiyonların izlenme oranı yüksektir. Hiperosmolar kontrast madde enjeksiyonundan sonra eritrositlerde su kaybı ve şekil değişiklikleri ile endotel hasarı sonucu hücreler arası mesafeden vasküler yatağa sıvı transpozisyonu izlenmektedir. Bunun sonucunda hipervolemi gelişmekte ve bu da kardiyak iş gücünde artışa neden olmaktadır. Ayrıca iyonik kontrast maddeler plazma ve serumda izlenen kalsiyuma bağlanarak iyon toksisitesine ve kalbin kontraktilesinde azalmaya neden olmaktadır. Ayrıca osmolaritesi yüksek kontrast madde İV yol ile verildiğinde verilme yerinde ve periferde vasküler endotel hücrelerinde su kaybına bağlı ağrı gelişmektedir. İyonik kontrast madde kullanıldığı durumlarda aşırı diürez ve natriürez hiperosmolarite sonucu gelişmekte olup vazokonstrüktör maddelerin salınmasıyla eritrosit şeklinde bozulma ve glomerüler filtrasyonda azalmaya bağlı gelişen renal fonksiyon kaybı izlenir (53).

3.10.4.Kontrast Madde Uygulacak Hastalarda Risk Grupları ve Proflaktik Önlemler

İşlem öncesi serum kreatinin değeri 2mg/dl'nin üzerinde olan hastalarda, ağır diabetes mellitus vakalarında ve ileri derecede proteinüride İV kontrast madde kullanılmamalıdır.

Risk faktörleri önemlilik derecesine göre ikiye ayrılır.

A. Minör Faktörler

- Azotemi
- Akut-subakut diabetes mellitus
- Dehidratasyon
- Kan diskrazileri (orak hücreli enemi gibi)
- Disproteinemi (myelomatosiz gibi)
- Anksiyete gibi durumlardır.

B. Major Faktörler

- Önceden kontrast madde alerjisi olanlar
- Renal patolojiler
- Astım/allerji
- Çocuk ve yaşlı hastalar
- Kardiovasküler patolojisi olanlar
- Nefrotoksik ilaç kullananlar
- Kronik dönemde dabetes mellitus gibi durumlardır.

Bu gibi durumlarda risk oranlarına göre önlem amacıyla premedikasyon uygulanabilmektedir. Ayrıca İV kontrast madde kullanılacak olan olguların işlem öncesinde aç kalması ilaca bağlı gelişebilecek bulantı ve kusma gibi gastrointestinal şikayetleri önlemede önemlidir (48).

Premedikasyon iki şekilde uygulanabilmektedir.

1. H1 ve H2 resptör blokerleri kontrast uygulamasından yaklaşık 15-30 dakika öncesinde Avil (Sandoz İlaç İstanbul Türkiye) veya Systral (İ.E. Ulagay İlaç İstanbul Türkiye) Ampul (H1 reseptör blokeri) ya da Ulcuran (Abfar İlaç

İstanbul Türkiye) ampul 200-400mg (ranitidine-H₂ reseptör blokeri) direkt intramusküler ya da %0,9 luk NaCl içine konularak İV yolla uygulanabilir.

2. Kontrast madde uygulanmasından 24. 12. ve 2. saatlerden önce üç doz oral metilprednizolon verilir (4-12mg). Kontrast madde kullanımından yaklaşık 30 dk önce 40mg metil prednizolone İV yolla uygulanabilir. Olası gastrik komplikasyon gelişimi nedeniyle omeprazol medikal tedaviye ilave edilebilir. Premedikasyon işlemi minör reaksiyonları önlemekte olup major reaksiyonlarda etkisizdir (53).

İşlem öncesi gelişen anksiyete çözümü için telkin veya telkinin işe yaramadığı olgularda 5mg diazepam yararlı olabilir. Yeni doğanlarda, genel durumu bozuk olanlarda, dehidrate ve kronik diabetes mellitus hastalarında dehidratasyondan kaçınmak için yüksek osmolaritesi olan kontrast maddeler kullanılmamalıdır. Orak hücreli anemide yanlışlıkla intraarterial enjeksiyon eritrositlerde oraklaşmaya neden olabilir. Akciğer hastalığı olanlarda kontrast madde alerjisi gelişme oranı daha yüksektir. Önceden bilinen graves ve hipertiroidisi olan olgularda iyotlu kontrast madde enjeksiyonu sonrası geç dönemlerde dahi tiroid krizi izlenebilir. Kar yarar oranı değerlendirilen hastalarda endikasyon varsa kontrast madde kullanımından bir hafta süresince sodyum perklorat günde üç kez 300mg kullanılır. Ayrıca incelemenden birkaç önce başlayarak işlem sonrasında da kapsayacak şekilde yaklaşık 2-3 hafta süresince günde iki kez methiamazol 20 mg verilmesi önerilir. Gebelerde kontrast maddeler özellikle ilk 3 ay kesinlikle kullanılmamalıdır. Emziren annelerde kontrast madde kullanılması sonrasındaki gün sütünü sağması önerilir. Tümör, infarkt gibi kan beyin bariyerini bozan durumlarda düşük osmolariteleri kontrast maddeleri ya da meglumin tuzlarını tercih edilmelidir. Bronkospazm ya da laringeal ödem gelişen olgularda meglumin tuzları kullanılmamalıdır. Feokromasitomali olgularda kontrast madde kullanımı yüksek oranda ketokalamın salınımına neden olarak hipertansif krize neden olabilir. Bu olgularda kontrast madde verilmeden önce alfa adrenerjik blokörlerle 1-2 hafta profilaksi uygulanabilir. Kontrast madde kullanımı sonrası akut böbrek yetmezliği görülme oranları kronik insüline bağımlı diabetes mellituste, uzun süreli nefrotoksik ilaç (beta blokeler, biguanidler, kalsiyum antagonistleri, interlökin2/interferon gibi) kullananlarda, ileri yaşta, yüksek dozda ya da sık sık kontrast madde kullanımında,

dehidratasyonda, kardiyak hastalık varlığında, yakın sürede non-steroidal antiinflamatuvar ilaç kullanımında, amfoterisin B, sisplatin, metformin, sklosporin, aminoglikozit gibi ilaç kullanımında ve daha önceden kontrast maddeye bağlı gelişen reaksiyon varlığı gibi durumlarda daha yüksek oranda izlenmektedir. Bu gibi durumların izlendiği hastalarda uygun hidrasyon yapılmalıdır. Hidrasyon işlemi genel durumu kötü olmayan olgularda işlemden 12-24 saat önce birkaç litre sıvı oral yoldan verilir. Genel durumu iyi olmayan ve oral beslenmesi yasak olan olgularda işlem öncesi 12 saat ve sonrasında 12 saat boyunca İV yoldan sıvı verilir. Ayrıca incelemeden 1 saat önce başlayan ve kontrast madde verildikten sonra 6 saat devam eden sodyum bikarbonat infüzyonu kullanılabilir. Normal böbrek fonksiyonu olan hastalarda nefropati riski düşük olup riskli hastalarda önlem için ilk adım hidrasyonun sağlanmasıdır. Ayrıca bu hastalarda NAC (N-acetyl cystein) ve Visipaque (iodixanol-izoosmolar non-iyonik kontrast madde) (GE Healthcare Bio-Sciences) kullanımı önerilmektedir. NAC hem serbest radikal önleyici hem de vazodilatör etki etmektedir. Kontrast madde kullanımı sonrasında serum kreatinin değerlerinde yükselme genellikle 4-7 günde pik yapar ve sonra düşme gösterir. Kreatinin düzeylerinde düşme yerine artış olursa son dönem böbrek hastalığı lehine anlamlıdır (53).

İyotlu kontrast madde reaksiyonları hafif, orta ve ağır olmak üzere üçe ayrılmaktadır.

a.Hafif Şiddette Reaksiyonlar

Bunlara örnek olarak bulantı, kusma, kol ağrısı, sıcaklık hissi, sınırlı ürtüker, terleme ve baş ağrısı gibi durumlar sayılabilir. Bu gibi durumlarda kontrast madde verilmiş hızı yavaşlatılır veya durdurulur. Olgularda çoğunlukla psikolojik destek bu durumların atlatılmasında yeterli olacaktır. Ancak bulantı ve kusma persiste olursa Emadur (Sanofi-aventis İlaçları İstanbul Türkiye) ya da Metpamid (Sifar İlaçları İstanbul Türkiye) gibi ilaçlar İM kullanılabilir. Olguda ürtiker ya da kaşıntının devam etmesi durumunda Systral (İ.E. Ulagay İlaç İstanbul Türkiye) ya da Avil (Sandoz İlaç İstanbul Türkiye) gibi H1 reseptör blokerleri İV yoldan kullanılırken, kliniğin yaygın olduğu durumlarda bir ampul Ulkuran (Abfar İlaç İstanbul Türkiye) gibi H2 reseptör blokeri İV yoldan kullanılabilir.

b.Orta Şiddette Reaksiyonlar

Bunlara örnek olarak şiddetli kusma, yüz ve larenks ödemi, ılımlı bronkospazm ve yaygın ürtiker gibi durumlar sayılabilir. Hastada bu semptomların varlığında hasta oturtulmalı ve dakikada 3 litre olacak şekilde oksijen verilmelidir. Hastada solunum sıkıntısı başlamış ise Ventolin (GlaxoSmithKline İlaçları İstanbul Türkiye) veya Salbutol inhaler (Sandoz İlaç İstanbul Türkiye) gibi beta-2 agonistlerden 2 doz verilmektedir. Bu tedaviye rağmen bronkospazm devam ediyor ise 1000'de 1'lik epinefrin 0,1-0,2 mg subkutan yolla uygulanabilir.

c.Ağır Şiddette Reaksiyonlar

Bunlara örnek olarak artan anjioödem, akciğer ödemi, solunumsal ve kardiyak arrest, vagal reaksiyon, hipotansif şok ile konvülsiyonlar gibi durumlar sayılabilir. İzole hipotansiyonda hastaya sadece İV sıvı replasmanı yapmak yeterli gelebilir. Olguda bradikardi gelişmiş ise 0,6mg atropin (5 dakika ara ile toplam doz 3 mg olacak şekilde) ve 1-2 litre serum fizyolojik ya da ringer laktat hızlı bir şekilde verilir. Anafilaksi gelişmesi halinde olguya birkaç adet müdahale gerekmektedir. Bunlar; 50mg H2 blokeri, dakikada 3 litre oksijen desteği, 0,1-0,2 mg subkutan epinefrin, İV yolla 500mg prednizolon 30 saniyede gidecek şekilde verilmesidir. Olası solunumsal ve kardiyak arrest durumlarında kardiyopulmoner resüstasyona ihtiyaç olabilir (53). BT çekim odasında standart olarak oksijen tüpü, entübasyon seti, serum fizyolojik, atropin, kortikosteroidler (tercihan metilprednizolon), epinefrin, beta-2 agonist inhalerler (terbütalin, albuterol gibi), H1 ve H2 reseptör blokerleri gibi ilaçların bulunması önemlidir.

4.GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmaya Çanakale Onsekiz Mart Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi Radyoloji Ünitesinde Ocak 2012 ile Ağustos 2013 tarihleri arasında yapılan 1300 erişkin hastanın kontrastlı ve kontrastsız abdominal BT incelemeleri dahil edilmiştir. Nefrektomize, 18 yaşından küçük ve atnalı böbrek varyasyonu olan olgular ile teknik yönden yetersiz çekimler çalışmaya dahil edilmemiştir. Tüm incelemeler bilgisayar arşivinde bulunan rutin kontrastlı ve kontrastsız abdomen BT'ler üzerinden retrospektif olarak gerçekleştirilmiştir. Tüm BT çalışmaları 4 dedektörlü Toshiba Asteion (Tokyo-Japonya) cihazı ile rutin kontrastlı ya da kontrastsız tüm abdomen protokolü kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çekim öncesi İV kontrast verilecek hastalara bilgilendirme ve onam formu ile onay alınmıştır. Çekim öncesi tüm hastalara ön kol veninden 18–20 G bir kateter aracılığı ile damar yolu açılmıştır. Hastalara kilogram başına 1 ml non-iyonik kontrast madde Mallinckrodt Puritan Bennet CT 9000 (St. Louis, USA) tek başlı otomatik enjektör ile İV yoldan 2,5-3 ml/sn hızla verilmiştir. Bazı seçilmiş hastalara oral kontrast madde barsakların opasifikasyonu için çekim öncesi verilmiştir. Kontrast madde verilmesinden sonra venöz fazda (60. sn) tüm abdomen 3 mm'lik kesitlerle diafragmatik kubbeler düzeyinden pelvis düzeyine dek taranmıştır. Rotasyon süresi 0.75 sn, doz 120 kV ve 130-180 mAs, pitch değeri 1.375 ve kesit kalınlığı 3 mm olacak şekilde görüntüler elde edilmiştir. Alınan görüntüler Rapidia 2,8 (Infinit Software, Infinit Co., Ltd. Seoul-Korea) iş istasyonunda değerlendirilmiştir. Elde edilen verilerin analizi SPSS (Statistical Package for the Social Sciences SPSS Inc, Chicago, IL, USA) sürüm 19,0 yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov/Shapiro-Wilk testleri ile incelenmiştir. Tanımlayıcı verilerin sunumunda ortalama, standart sapma, ortanca, minimum, maksimum, frekans ve yüzde değerleri kullanılmıştır. Cinsiyete göre yaş ortalaması bağımsız gruplarda t testi ile karşılaştırılmıştır. Cinsiyete göre kategorik değişkenlerin incelenmesinde ki-kare ve Fisher's Exact testleri kullanılmıştır. P-değerinin 0,05'in altında olduğu durumlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

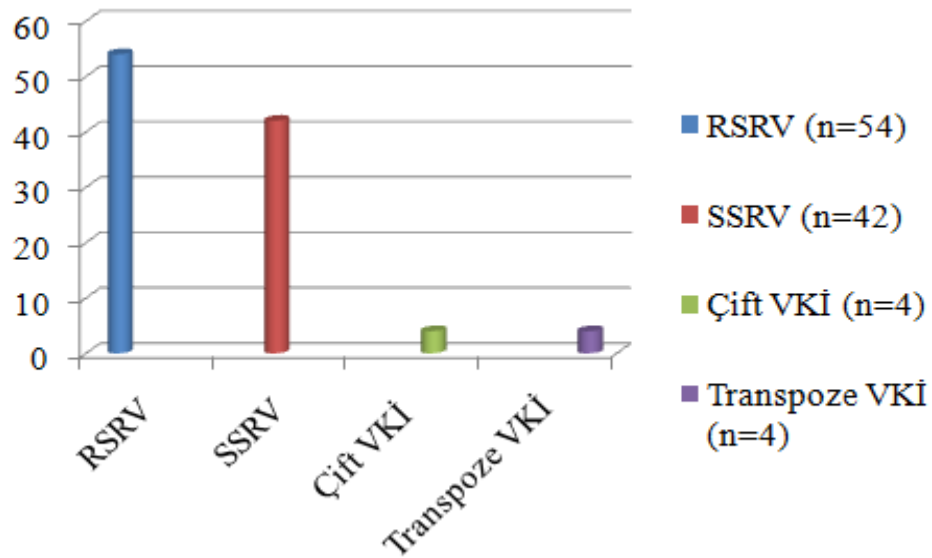
5.BULGULAR

Çalışmamızda 1300 BT işleminin 704 tanesi (%54,2) kontrastlı olup 596 tanesi (%45,8) kontrastsızdır. Hastaların 525 tanesi (%40,4) kadın 775 tanesi (%59,6) erkek olarak saptanmıştır. Hastaların yaş ortalaması 53.34 ± 16.81 olarak bulunmuştur (Ortanca: 55.00; Min:18.00-Max:94.00). Kadın ve erkek hastaların yaş ortalaması benzer saptanmış olup sırasıyla, 53.79 ± 15.51 ve 53.03 ± 17.64 'tür. Hastaların 49 tanesinde (%3,8) Tip 1 SRV varyasyonu, 6 tanesinde (%0,5) tip 2 SRV varyasyonu saptanmıştır. Hastaların 55 tanesinde (%4,3) RSRV varyasyonu saptanmıştır. Hastaların 42 tanesinde (%3,2) SSRV varyasyonu tespit edilmiştir. 4 hastada (%0,3) çift VKİ varyasyonu ve yine 4 hastada (%0,3) transpoze VKİ saptanmıştır. Tüm varyasyonlara bakıldığında 1195 hastada (%91,9) varyasyon saptanmamışken, 105 hastada (%8,1) varyasyon saptanmıştır (Tablo 5.1, Grafik 5.1). 105 adet varyasyonun 65 tanesi (%61,9) kontrastlı BT'de saptanmışken 40 tanesi (%38,1) kontrastsız BT'de saptanmıştır. Kontrastlı BT'de saptanan varyasyonların 36 tanesi (%34,3) RSRV varyasyonu, 25 tanesi (%23,9) SSRV varyasyonu, 2 tanesi (%1,9) transpoze VKİ varyasyonu ve 2 tanesi (%1,9) çift VKİ varyasyonu olarak saptanmıştır (Grafik 5.2). Kontrastsız BT işleminde saptanan varyasyonların 18 tanesi (%17,1) RSRV varyasyonu, 18 tanesi (%17,1) SSRV varyasyonu, 2 tanesi (%1,9) transpoze VKİ varyasyonu ve 2 tanesi (%1,9) çift VKİ varyasyonu olarak saptanmıştır (Grafik 5.3).

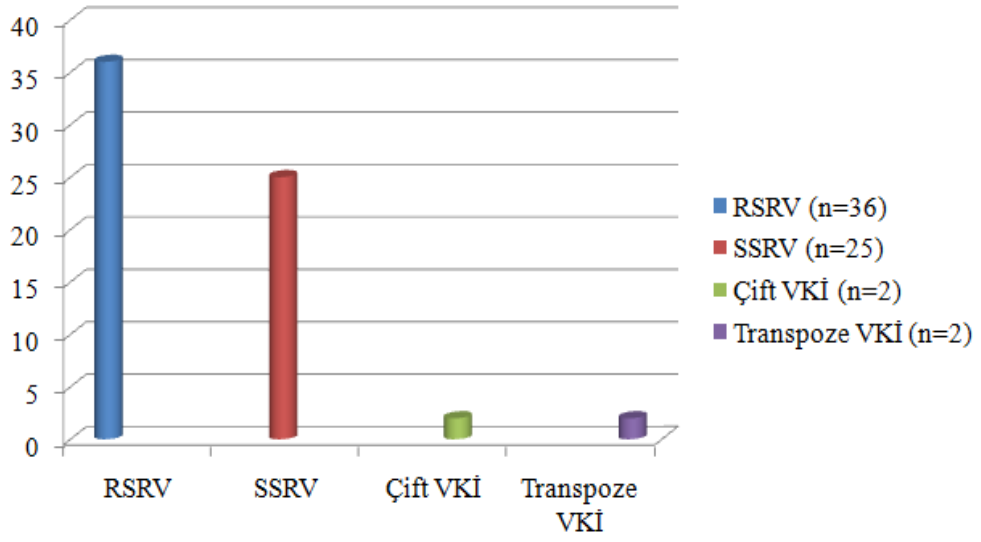
Bizim çalışmamızda erkeklerde SSRV varyasyonu görülme sıklığı kadınlara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek bulunmuştur (33 erkek (%4,3) ve 9 kadın (%1,7), $p=0.010$). Ayrıca herhangi bir varyasyonun cinsiyete göre dağılımına bakıldığında çalışmamızda erkeklerde kadınlara göre varyasyon görülme sıklığı istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur (72 erkek (%9,3) ve 33 kadın (%6,3), $p=0.031$). RSRV, Çift VKİ ve Transpoze VKİ varyasyonları ile cinsiyet arasında istatistiksel anlamlı bir fark saptanmamıştır ($p > 0.05$) (Tablo 5.1).

Tablo 5.1: Sol renal ven (SRV) ve vena kava inferiyor (VKİ) varyasyonlarının cinsiyetlere göre görülme oranları ve p değerleri *Chi-SquareTest, **Fisher'sExact Test

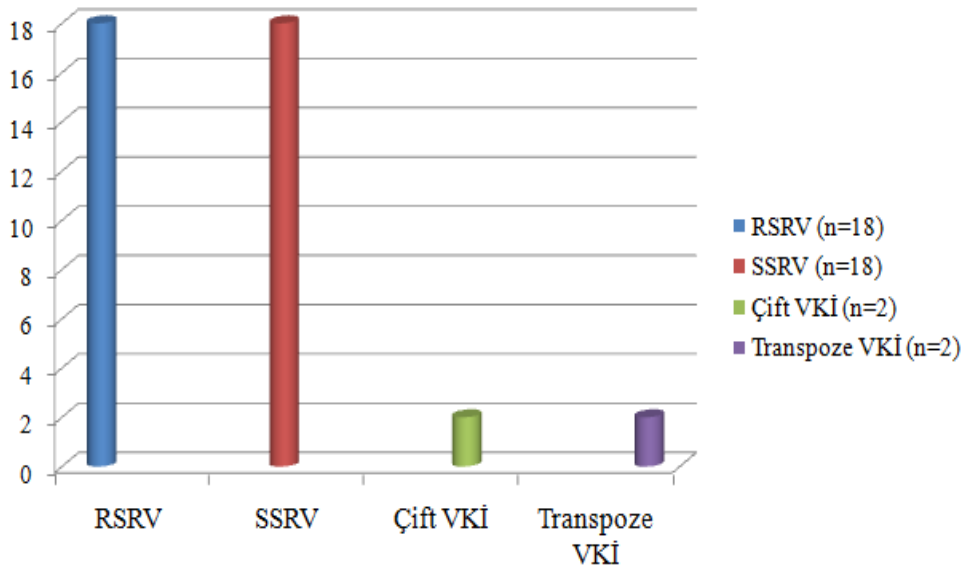
RSRV	Kadın (n=525)	Erkek (n=775)	p değeri
Var	21 (%4)	34 (%4,4)	0.303*
Yok	504 (%96)	775 (%95,6)	
SSRV	Kadın (n=525)	Erkek (n=775)	p değeri
Var	9 (%1,7)	33 (%4,3)	0.010**
Yok	516 (%98,3)	742 (%95,7)	
Çift VKİ	Kadın (n=525)	Erkek (n=775)	p değeri
Var	2 (%0,4)	2 (%0,3)	0.695*
Yok	523 (%99,6)	773 (%99,7)	
Transpoze VKİ	Kadın (n=525)	Erkek (n=775)	p değeri
Var	1 (%0,2)	3 (%0,4)	0.530*
Yok	524 (%99,8)	772 (%99,6)	
Herhangi bir varyasyon varlığı	Kadın (n=525)	Erkek (n=775)	p değeri
Var	33 (%6,3)	72 (%9,3)	0.031*
Yok	492 (%93,7)	703 (%90,7)	



Grafik 5.1: SRV ve VKİ varyasyonlarının toplam sayıları.

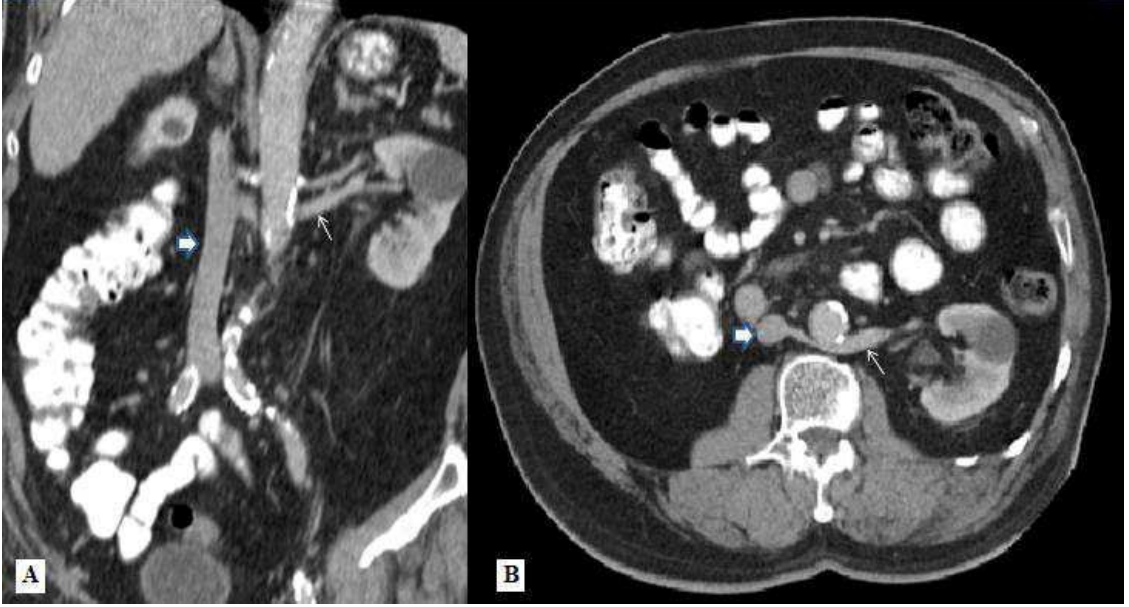


Grafik 5.2: Kontrastlı BT’de saptanan varyasyonlar.



Grafik 5.3: Kontrastız BT’de saptanan varyasyonlar.

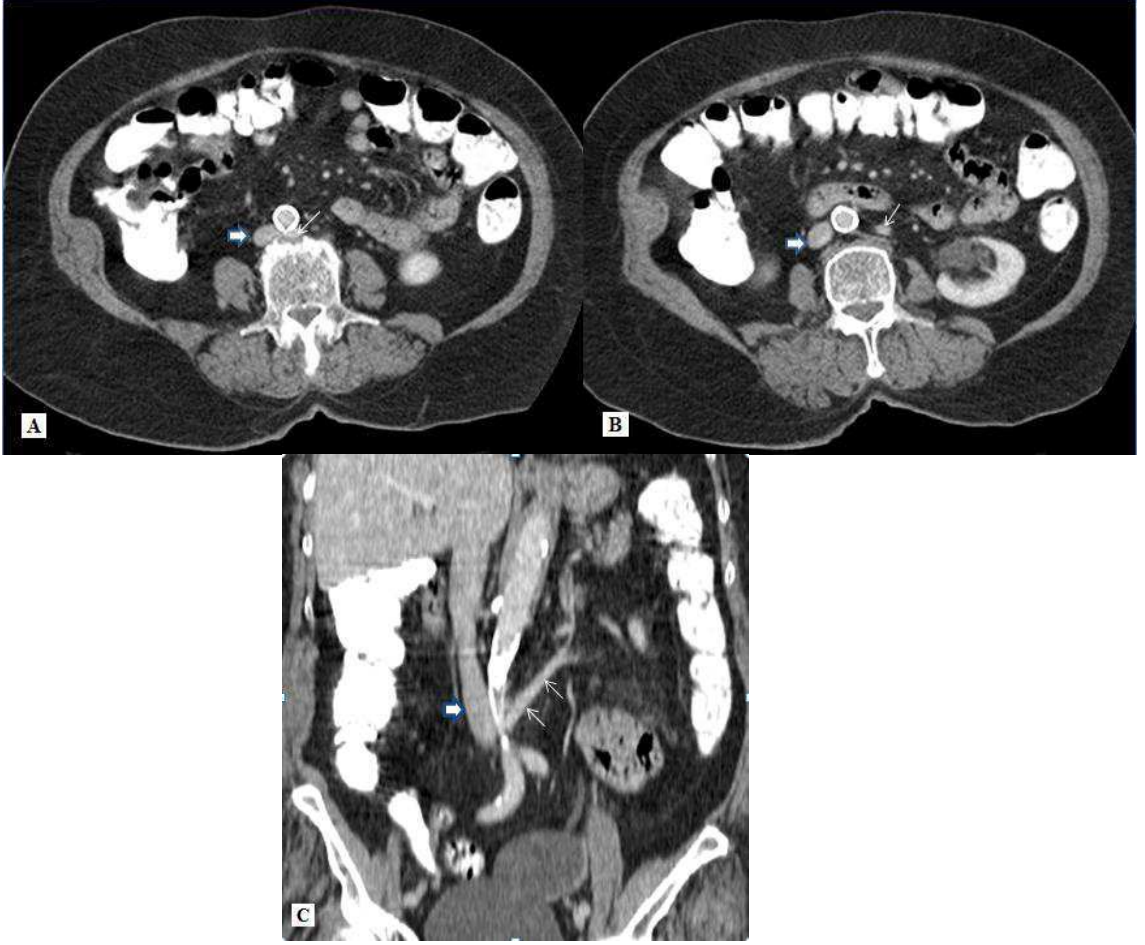
6.OLGU ÖRNEKLERİ



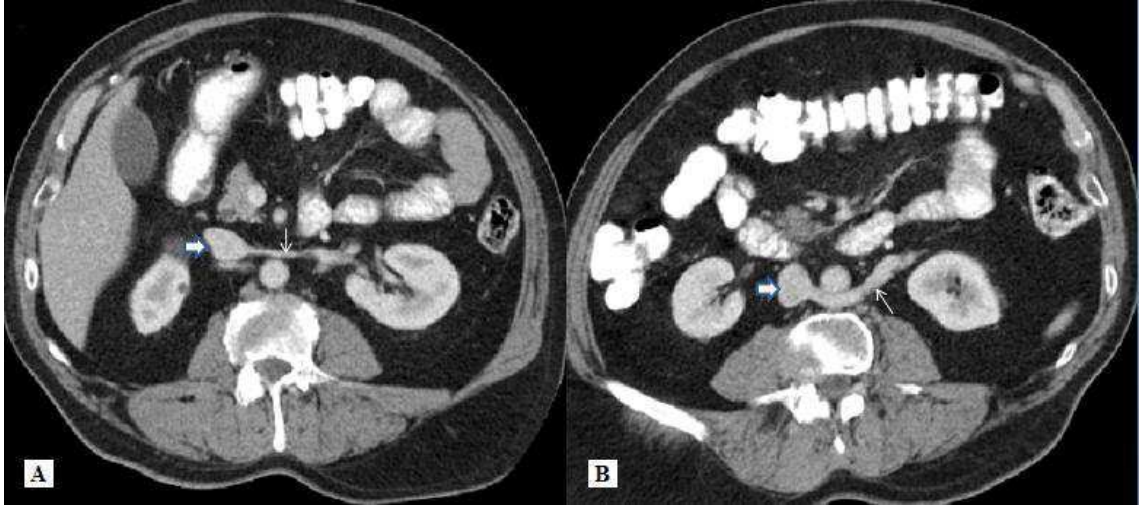
Olgu 6.1: RSRV varyasyonu (tip 1 SRV varyasyonu): kontrastlı BT’de; **A:** L2 vertebra korpusu düzeyinden geçen kesitte abdominal aortun posteriyorunda seyir gösteren SRV izlenmektedir. **B:** Koronal MPR BT kesitinde abdominal aortun posteriyorunda seyreden ve VKİ ile birleşen RSRV varyasyonu izlenmektedir. (kalın beyaz ok: VKİ, ince beyaz ok: SRV).



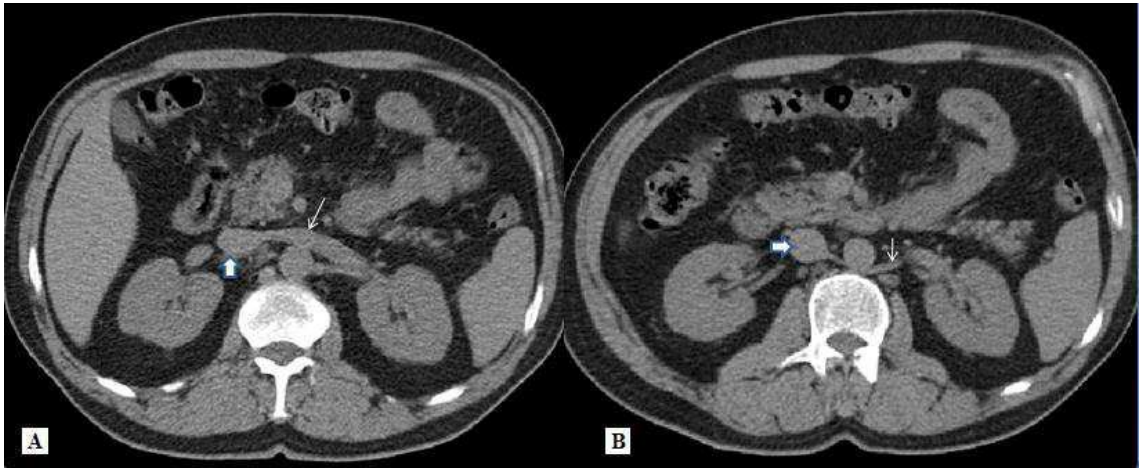
Olgu 6.2: RSRV varyasyonu (tip 1 SRV varyasyonu); kontrastsız BT’de L2 vertebra korpusu düzeyinden geçen kesitte, abdominal aortun posteriyorunda seyir gösteren SRV izlenmektedir. (kalın beyaz ok: VKİ, ince beyaz ok: SRV).



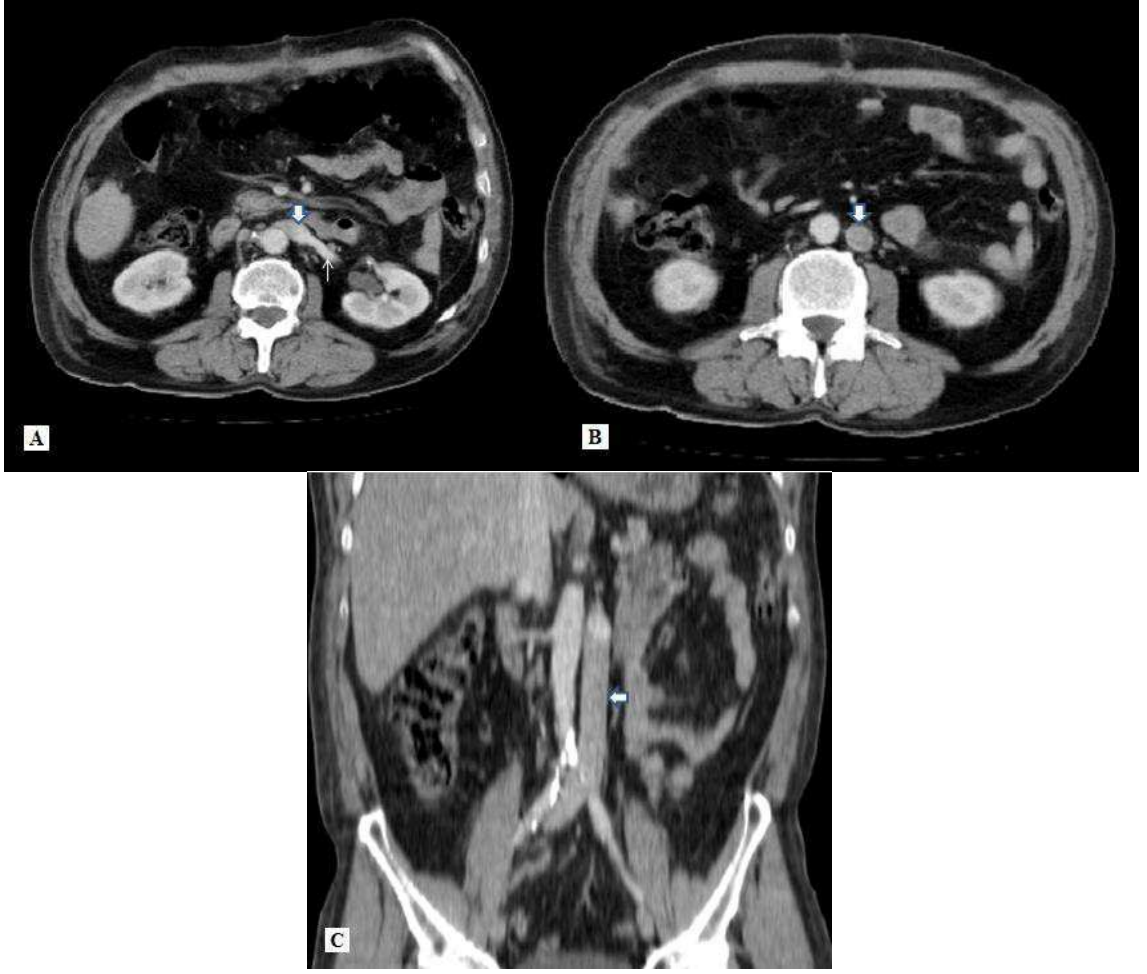
Olgu 6.3: RSRV varyasyonu (tip 2 SRV varyasyonu); kontrastlı BT'de **A:** L2 vertebra korpusu düzeyinden geçen kesitte abdominal aortun sol yanında SRV izlenmekte, **B:** L4 vertebra korpusu düzeyinden geçen BT kesitinde VKİ ile birleşmekte olan SRV izlenmektedir. **C:** Koronal MPR imajda inferiyora L4 vertebra korpusu düzeyine uzanmakta olan SRV izlenmektedir. (kalın beyaz ok: VKİ, ince beyaz ok: SRV).



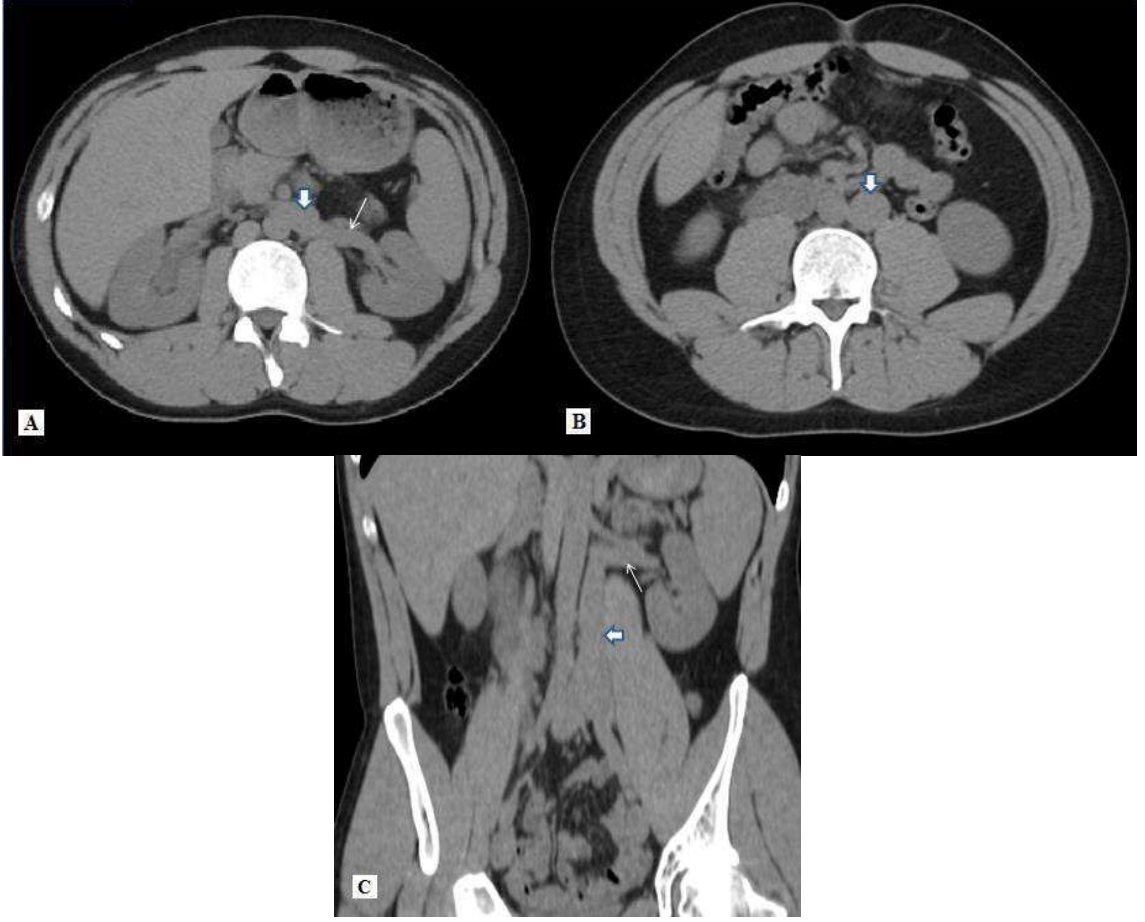
Olgu 6.4: SSRV varyasyonu (tip 3 SRV varyasyonu); kontrastlı BT’de; **A:** abdominal aortun anteriorunda seyreden SRV izlenmektedir. **B:** birkaç kesit inferiyorda aortun posteriorunda seyreden ikinci bir SRV izlenmektedir. (kalın beyaz ok: VKİ, ince beyaz ok: SRV).



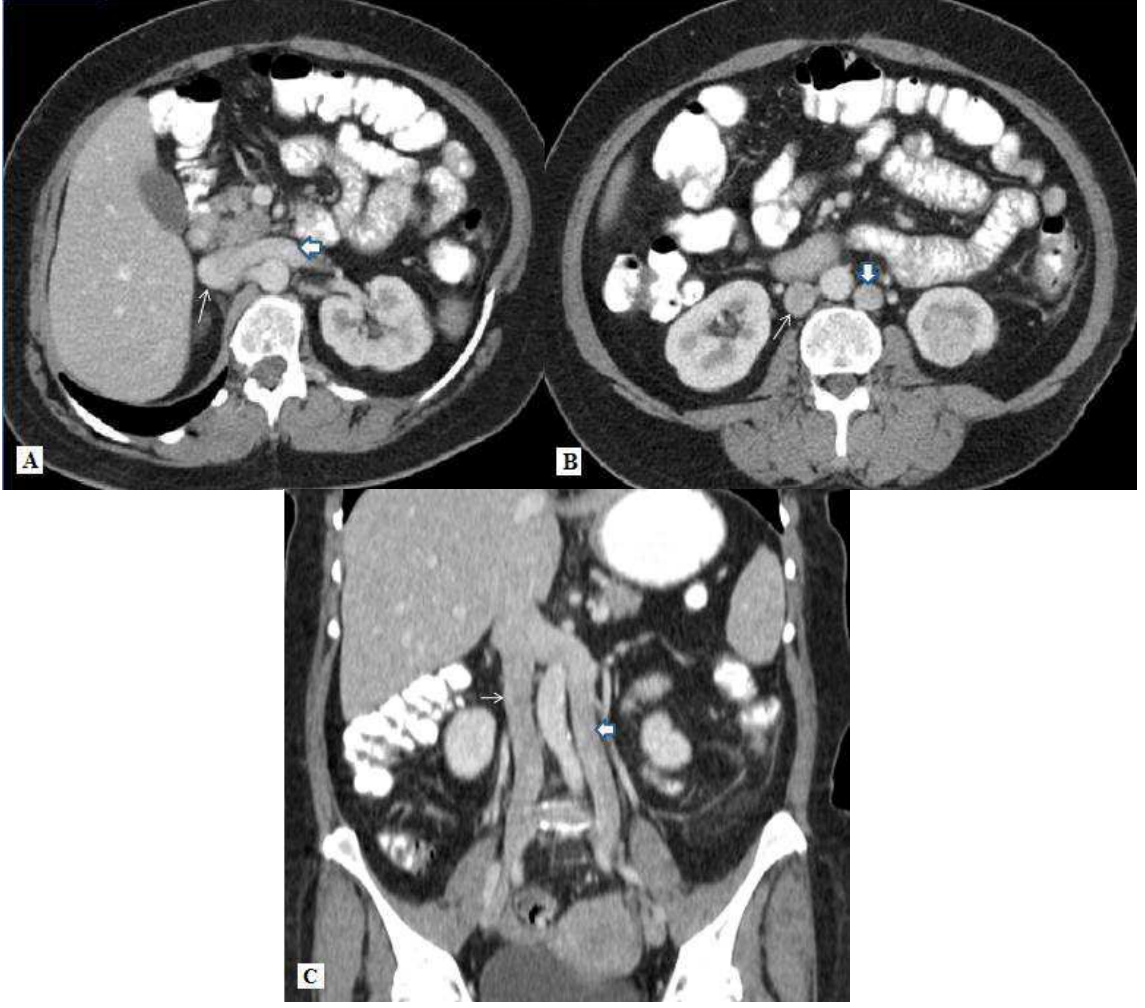
Olgu 6.5: SSRV varyasyonu (tip 3 SRV varyasyonu); kontrastsız BT’de; **A:** aksiyel imajda abdominal aortun anteriorunda seyreden SRV. **B:** bir kaç kesit inferiyorda aortun posteriorunda seyreden ikinci bir SRV izlenmektedir. (kalın beyaz ok: VKİ, ince beyaz ok: SRV).



Olgu 6.6: Transpoze VKİ varyasyonu; kontrastlı BT'de; **A-B:** ardışık aksiyel kesitlerde abdominal aortun sol yanında izlenen SRV'nin drene olduğu sol VKİ varyasyonu izlenmektedir. **C** Koronal MPR imajlarda abdominal aortun sol yanında seyreden transpoze VKİ varyasyonu izlenmektedir. (kalın beyaz ok: VKİ, ince beyaz ok: SRV).



Olgu 6.7: Transpoze VKİ varyasyonu; kontrastsız BT’de; **A-B:** ardışık aksiyel kesitlerde abdominal aortun sol yanında izlenen SRV’nin drene olduğu sol VKİ varyasyonu izlenmektedir. **C:** Koronal MPR imajlarda abdominal aortun sol yanında seyreden ve transpoze VKİ varyasyonu izlenmektedir. (kalın beyaz ok: VKİ, ince beyaz ok: SRV).



Olgu 6.8: Çift VKİ varyasyonu; kontrastlı BT’de; **A:** Sağ renal arter orjini düzeyinden geçen aksiyel kesitte abdominal aortun anteriorundan seyreden sol VKİ ile sağ VKİ birleşmeleri izlenmektedir. **B:** Her iki böbrek düzeyinden geçen aksiyel kesitte abdominal aortun her iki yanında sağ ve sol VKİ izlenmektedir. **C:** Koronal MPR imajda abdominal aortanın her iki yanında seyreden iki adet VKİ izlenmektedir. (kalın beyaz ok: sol VKİ, ince beyaz ok: sağ VKİ).



Olgu 6.9: Çift VKİ varyasyonu; kontrastsız BT'de; **A:** Sol böbrek üst polü düzeyinden geçen aksiyel kesitte abdominal aortun anteriorunda sol VKİ ile sağ VKİ birleşmeleri izlenmektedir **B:** Her iki böbrek düzeyinden geçen kesitte aortun her iki yanında sağ ve sol VKİ izlenmektedir. **C:** Koronal MPR imajda abdominal aortun her iki yanında seyreden, sol böbrek üst polü düzeyinde birleşen sağ ve sol VKİ ile superiora tek devam eden VKİ izlenmektedir. (kalın beyaz ok: sol VKİ, ince beyaz ok: sağ VKİ).

7.TARTIŞMA

SRV ve VKİ oluşumu 4. ve 8. gestasyonel haftalarda başlayan posteriyor kardinal, subkardinal ve suprakardinal ven çiftlerinin formasyonları anastamozları ve regresyonları sonucu oluşmaktadır (1,2) Bu ven sistemlerinin oluşumu sırasında meydana gelen sorunlar nedeniyle SRV ve VKİ varyasyonları meydana gelmektedir (3). Renal ven varyasyonlarının bilinmesi için bu venlerin konjenital anomalilerin anlaşılması gerekmektedir (54). VKİ oluşumu esnasında aortun etrafını saran subkardinal ve suprakardinal venlerin anastamozları saptanmaktadır. Sirkumaortik venöz yapıların ventral kısmı persiste kalırsa normal sol renal ven oluşmaktadır. Eğer sirkumaortik venöz yapıların dorsal kesimi persiste olursa RSRV varyasyonu; dorsalve ventral kesimleri birlikte persiste kalırsa SSRV varyasyonu oluşmaktadır (54,55,56). Sol renal venin daha uzun ve embriyolojisinin daha karmaşık olması nedeniyle sağ renal ven anomalileri daha az izlenmektedir (57,58). Raman ve ark. (59) çalışmalarında 126 hastada toplamda %11 oranında SRV ve VKİ varyasyonu tespit etmişlerdir. Bizim çalışmamızda ise 1300 hastada toplamda 105 adet (% 8,1) SRV ve VKİ varyasyonu tespit edilmiş olup Raman ve ark. çalışmaları ile yaklaşık oranlar saptanmıştır.

Bazı kaynaklarda SRV varyasyonları dört tipe ayrılmış olup tip-1 ve tip-2 SRV varyasyonları bizim çalışmamızda RSRV varyasyonu başlığı altında incelenmiştir. Bu iki tipe temel farklılık VKİ ile SRV bileşkelerinin farklı lokalizasyonlarda oluşmasıdır. Tip 1 SRV varyasyonunda SRV abdominal aortun posteriyoru ile vetebra korpusu anteriorunda seyrederek VKİ ile normal anatomik lokalizasyonunda birleşir. Tip 2 SRV varyasyonunda SRV 4. ve 5. lomber vertebra korpusları düzeyinde gonadal ve lomber venlerle birleşerek VKİ'ye drene olur. Tip 3 SRV varyasyonu SSRV varyasyonu olarak isimlendirilmiştir. Tip 4 SRV varyasyonunda ise SRV'nin ventral preaortik bölümü oblitere olurken dorsal retroaortik kesimi persiste kalarak RSRV varyasyonu oluşur ve bu RSRV aortun yanında kaudale doğru oblik seyir göstererek sol ana iliak vene drene olur (11). Karaman ve ark. (11) çalışmalarında 26 hastada tip 1 SRV varyasyonu, 22 hastada tip 2 SRV varyasyonu, 17 hastada tip 3 SRV varyasyonu (SSRV) ve 3 hastada tip 4 SRV varyasyonu saptamışlardır. Bizim çalışmamızda ise tip1 SRV varyasyonu 48 hastada (%3,8), tip 2 SRV varyasyonu 6 hastada (%0,5), tip 3 SRV

varyasyonu (SSRV) 42 hastada (%3,2) saptanmış olup çalışmamızda tip 4 SRV varyasyonu saptanmamıştır.

1014 olgudan oluşan Trigaux ve ark. (15) çalışmalarında RSRV varyasyonu oranı %3,7 ve SSRV varyasyonu oranı %6,3 olarak saptanmıştır. Satyapal ve ark. (3) klinik ve kadavra çalışmaları içeren karma serilerinde 1008 olguda RSRV varyasyonunu %0,5 ve SSRV varyasyonunu %0,3 oranında saptamışlardır. Bass ve ark. (60) çalışmalarında toplumda RSRV'nin %2,1 ve SSRV'nin ise %8,7 oranında prevalans gösterdiğini belirtmişlerdir. Minniti ve ark. (56) çalışmalarında RSRV varyasyonu prevalansını %1,7-3,4 ve SSRV varyasyonu prevalansını %2,4- 8,7 oranları arasında değiştirdiğini belirtmişlerdir. Koç ve ark. (5) çalışmalarında 1120 olguyu incelemişler ve bu olguların 62'sinde (%5,5) SSRV varyasyonu ve 51'inde (%4,6) RSRV varyasyonu bulmuşlardır. Dilli ve ark. (4) çalışmalarında 1204 hastayı incelemişler ve bu hastaların 38 (%3,2)'inde RSRV varyasyonu ve 25 (%2,1)'inde SSRV varyasyonu saptamışlardır. Bizim çalışmamızda ise 1300 hastanın 55'inde (%4,3) RSRV varyasyonu izlenirken 42'sinde (%3,2) SSRV varyasyonu izlenmiş olup en sık RSRV varyasyonu izlenmiştir. Dilli ve ark. (4) çalışmalarındaki oranlar bizim çalışmamızdaki oranlar ile benzerlik göstermiştir.

Her iki tarafta subkardinal venlerin persistansı sonucu çift VKİ oluşmakta olup abdominal aortun her iki yanında birer adet VKİ izlenir. Transpoze VKİ sağ suprakardinal ven regresyonu ile sol suprakardinal venin persistansı sonucu oluşur ve VKİ abdominal aortanın solunda yerleşim gösterir. Bass ve ark. (60) çalışmalarında transpoze VKİ varyasyonunu %0,2-0,5 ve çift VKİ varyasyonu %0,2-0,3 oranlarında saptamışlardır. Minniti ve ark. (56) araştırmalarında toplumda transpoze VKİ varyasyonunu %0,2-0,5 ve çift VKİ varyasyonunu %1-3 prevalansta saptamışlardır. Koç ve ark. (5) çalışmalarında transpoze VKİ varyasyonunu 1 hastada (%0,1), çift VKİ varyasyonunu 2 hastada (%0,2) saptamışlardır. Dilli ve ark. (4) 5 olguda VKİ varyasyonu saptamış olup bunların 2 (%0,2)'sini transpoze VKİ varyasyonu ve 3 (%0,2)'ünü çift VKİ varyasyonu olarak belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda ise transpoze ve çift VKİ varyasyonlarının her ikisi de 4 hastada (%0,3) saptanmış olup literatürdeki yayınlar ile benzerlik göstermiştir.

Karaman ve ark. (11) çalışmalarında 32 erkekte ve 16 kadında RSRV varyasyonu, 11 erkekte ve 6 kadında SSRV varyasyonu izlenmiştir. Bu çalışmada

RSRV ve SSRV varyasyonlarının erkeklerde görülme oranı kadınlara kıyasla daha fazladır ancak bu farklılığın istatistiksel olarak anlamını saptayamamışlardır. Dilli ve ark. (61) gerçekleştirmiş olduğu MR çalışmaları ile Yeşildağ ve ark. (62) gerçekleştirmiş olduğu BT çalışmalarında SRV varyasyonları ile cinsiyet arasında istatistiksel bir ilişki saptamamışlardır. Dilli ve ark. (4) BT çalışmalarında kadınlarda 24 hastada (%4,2) RSRV varyasyonu, 14 hastada (%2,6) SSRV varyasyonu saptanmış olup erkeklerde 14 hastada (%2,1) RSRV varyasyonu, 11 hastada (%1,8) SSRV varyasyonu izlenmiştir. Dilli ve ark. (4) çalışmalarının istatistiksel sonucuna göre kadınlarda erkeklere kıyasla SRV varyasyonu iki kat daha fazla izlenmektedir ($p=0.036$). Bizim çalışmamızda ise erkeklerde SSRV varyasyonu görülme sıklığı kadınlara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek bulunmuştur (33 erkek olgu (%4,3) ve 9 kadın olgu (%1,7), $p=0.010$). Ayrıca herhangi bir varyasyonun cinsiyete göre dağılımına bakıldığında çalışmamızda erkeklerde kadınlara göre varyasyon görülme sıklığı istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur (72 erkek olgu (%9,3), 33 kadın olgu (%6,3), $p=0.031$). RSRV, Çift VKİ ve Transpoze VKİ varyasyonları ile cinsiyet arasında istatistiksel anlamlı bir fark saptanmamıştır ($p > 0.05$) (Tablo 5.1).

SRV ve VKİ varyasyonları nadir görülmekte olup bunların radyolojik metodlar ile gösterilmesi ve tanınması önemlidir (2,63,64). Bu varyasyonların saptanmasında venografi ile inferiyör vena kavografi girişimsel metodlar arasındadır (3). Renal venografi invaziv olmasının yanında pahalı bir inceleme metodudur (65). Günümüzde ise invaziv metodlara kıyasla non-invaziv metodlar tercih edilmektedir (6,66,67). Klasik venografi günümüzde yalnızca tedavi amacıyla kullanılmaktadır. Renkli Doppler ultrasonografi (RDUS), non-invaziv bir görüntüleme metodudur (6,66). Ancak RDUS kullanıcının deneyimine bağlı olup obez hastalarda vasküler yapıları göstermede yetersiz kalabilmektedir (6,66). Ayrıca RDUS ucuz, iyonizan radyasyon içermeyen, kullanımında kontrast madde gerektirmeyen, anatomik ve fizyolojik bilgiyi birarada sağlayan bir yöntemdir.

BT böbreklerin ve retroperitoneal alanın görüntülenmesinde kabul görmüş bir görüntüleme yöntemidir (68,69). Helikal BT teknoloji doksanlı yılların başında geliştirilmiş olup bu ilerleme sayesinde tek nefeste seri ve volumetrik BT datası sağlanmış olur. Bunun sonucunda hareket ve solunum artefaktlarının gelişimi enaza indirgenmiş olur. Helikal BT incelemesi seri olup böbreklerin ve vasküler yapılarda

non-invaziv bir değerlendirmeye izin vermektedir. Helikal BT’de hareket artefaktları minimal olup kontrast madde verilmesinin zamanı kesin olarak belirlenir ve 3D (three-dimensional) BT anjiogram görüntülerini ortaya çıkarmak için postprocessing teknikler kullanılır (70,71,72). BTA damar hasarı, pseudoanevrizma gelişimi ve renal hasar gibi katater anjiografi komplikasyonlarına neden olmadan renal vasküler yapıların görüntülenmesine imkân verir. Ayrıca BTA katater anjiografiye kıyasla daha hızlı inceleme yöntemi olup hastanede yatma ya da sedasyon gibi uygulamaları gerektirmeyen ve katater anjiografiden daha ucuz olan bir yöntemdir. Ek olarak BTA retroperitoneal ve renal vasküler yapıları katater anjiografiye kıyasla daha detaylı bir şekilde göstermektedir (73,74). Günümüzde 3D BTA şüpheli renovasküler hipertansiyon, organ nakli sırasında vericilerde ve nefron koruyucu cerrahi öncesinde renal vasküler yapılar ve böbrek değerlendirmesinde kullanılmaktadır (70,71,72,74). 3D BTA’da venöz anatomi iyi şekilde saptanabilir ve bu teknik VKİ ve SRV varyasyonlarının cerrahi ve girişimsel işlemlerden önce gösterilmesinde kullanılabilir. Renal donörlerin helikal ya da ÇKBT teknolojileri ile yapılmış BTA incelemeleri ile cerrahi sonuçları karşılaştırıldığında bulgular arasında %95-100 arasında uyum olduğu görülmüş ve duyarlık ve özgüllük renal venler için %98,7 ve % 95,5 olarak bildirilmiştir (75,76,78). Kontrastlı abdominal helikal BT ucuz, hızlı, efektif ve çoğu merkezde kolayca uygulanabilmesi nedeniyle SRV ve VKİ varyasyonlarının tanısında tercih edilen modalitedir (4). Ayrıca kapalı alan korkusu olan hastalarda BT kolayca uygulanabilir. Bizde çalışmamızda ucuz, hızlı ve kolay uygulanabilir olması nedeniyle kontrastlı ve kontrastsız helikal BT incelemesini kullandık. BT’nin SRV varyasyonlarında tarama amaçlı kullanımının en büyük sınırlayıcıları iyonizan radyasyon ve kontrast maddelerin potansiyel nefrotoksik etkileri olarak sayılabilir (65,83). MRA non-invaziv bir yöntem olup kontrast madde kullanılması gerekmeden vasküler yapılar hakkında bilgi sahibi olmamıza imkan verir (61). Ancak MRA BTA’ya kıyasla daha pahalıdır ve daha uzun inceleme sürelerine ihtiyaç duyar. Kontrast madde kullanımının kontrendike olduğu durumlarda MRG’de vasküler yapıların sinyal void görünümü veya akıma bağlı intensitesi ayırıcı tanıda etkilidir (20,26). Ayrıca MRG BT kullanılmayan durumlarda (gebelerde, genç hastalarda, kontrast madde kullanılmayan vakalar gibi) tercih edilebilir. MRG’de BT’ye kıyasla daha üstün kontrast rezolusyonu mevcuttur. Varyasyon taramasında radyoloğun tercihi, hastanın

yaşı ve hastanın sorunları BT ya da MRG seçimini belirleyen faktörlerdir. BT kullanılarak yapılan çalışmalar SRV ve VKİ varyasyonlarının sıklığını saptamada kullanılabilir (15,62,63,78,79). Trigaux ve ark. (15) çalışmalarında kontrastlı helikal BT'yi kullanmış olup RSRV varyasyonunu %3,7, SSRV varyasyonunu %6,3 ve çift VKİ varyasyonunu %0,3 oranında saptamışlardır. Yeşildağ ve ark. (62) bir BT çalışmasında RSRV varyasyonu oranını %2,3 saptarken SSRV varyasyonu oranını %0,9 olarak saptamışlardır. Bouali ve ark. (78) çalışmalarında BT'de SRV varyasyonlarını %9,1 oranında saptamışlardır. Bizim çalışmamızda ise SRV varyasyonları toplamda 96 hasatada (%7,5) saptanmıştır. Dilli ve ark. (4) ise çalışmalarında helikal BT'yi kullanmış olup 1204 hastayı incelemişler ve bu hastaların 38 (%3,2)'inde RSRV varyasyonu, 25 (%2,1)'inde SSRV varyasyonu 2 (%0,2)'sinde transpoze VKİ varyasyonu ve 3 (%0,2)'ünde çift VKİ varyasyonu saptamışlardır. Bizim çalışmamızda ise hastaların 55'inde (%4,1) RSRV varyasyonu 42'sinde (%3,2) SSRV varyasyonu, 4'ünde (%0,3) çift VKİ varyasyonu ve 4'ünde (%0,3) transpoze VKİ varyasyonu saptanmıştır. Dilli ve ark. çalışmalarının bulguları bizim çalışmamızın bulguları ile benzerlik göstermiştir. Genel populasyona yönelik bir çalışmada çift VKİ varyasyonu görülme oranı %0,2-3 ve transpoze VKİ görülme oranı %0,2-0,5 değerleri arasında bulunmuştur (16). Bizim çalışmamızda ise çift VKİ ve transpoze VKİ varyasyonları %0,3 oranında izlenmiş olup literatür ile benzer değerler elde edilmiştir.

Literatürde SRV ve VKİ varyasyonlarının taranmasında kontrastsız BT tekniğini kullanılarak yapılan çalışma saptanmamıştır. Bizim çalışmamız kontrastsız BT'nin SRV ve VKİ varyasyonlarının taramasında kullanıldığı ilk çalışma olma özelliğindedir. Kontrastsız abdominal BT üriner sistem taş hastalığında (80,81), ince barsak obstrüksiyonlarında (82) ve kontrast madde alerjisi olan ancak BT incelemesi gerektiren durumlarda kullanılabilir. Bizim çalışmamızdaki 1300 BT işleminin 704 tanesi (%54,2) kontrastlı, 596 tanesi (%45,8) kontrastsız incelemedir. Tüm varyasyonların 65 tanesi (%61,9) kontrastlı BT işleminde saptanırken 40 tanesi (%38,1) kontrastsız BT işleminde saptanmıştır. Kontrastlı BT işleminde saptanan varyasyonların 36 tanesi (%34,3) RSRV varyasyonu, 25 tanesi (%23,9) SSRV varyasyonu, 2 tanesi (% 1,9) transpoze VKİ varyasyonu ve 2 tanesi (% 1,9) çift VKİ varyasyonudur. Kontrastsız BT işleminde saptanan varyasyonların 18 tanesi (%17,1) RSRV varyasyonu, 18 tanesi (%17,1) SSRV varyasyonu, 2 tanesi (% 1,9) transpoze VKİ varyasyonu ve 2 tanesi (%

1,9) çift VKİ varyasyonudur. Çalışmamızın sonuçlarında kontrastlı ve kontrastsız BT işlemlerinin varyasyon saptamadaki istatistiksel farkları değerlendirilmemiştir. Ancak toplam 40 adet SRV ve VKİ varyasyonu kontrastsız BT işleminde saptanmış olup rutinde kullanılan bu modalite SRV ve VKİ varyasyonlarının saptanmasında önemli bir yere sahiptir.

SRV ve VKİ varyasyonları nadiren klinik bulgulara neden olmakta olup genellikle asemptomatiktir. Künt yan ağrısı ve intermitan hematüri ile başvuran ve altta yatan herhangi bir patoloji saptanmayan olgularda renal ven varyasyonları izlenmiştir (54). Çoğu zaman görüntüleme yöntemleri ile rastlantısal olarak saptanırlar (15). SRV varyasyonu olan erkeklerde varikosel (79,83,84), kadınlarda pelvik varislerin eşilik ettiği sol over konjesyonu gibi durumlar (5), ile her iki cinsten proteinüri ve hematüri sıklığının artması rapor edilmiştir (83,84). Karazincir ve ark.'nın çalışmalarında varikoseli olan hastalarda RSRV oranı %9,3 olarak saptanmışken kontrol grubunda bu oran %2,2 olarak saptanmış olup RSRV varyasyonunun varikosel gelişiminde rol oynayan etyolojik faktörlerden biri olabileceği savunulmuştur (79). SRV'nin uzun olması nedeniyle sol böbrek donör nefrektomide tercih edilmekte olup operasyondan önce SRV hakkında bilgi sahibi olmak önemlidir (62,78,85). Çift ve transpoze VKİ varyasyonları varlığında renal ven varyasyonları, at nalı böbrek ve kloakal ekstrofi gibi anomaliler birlikte izlenebilir (86,87). SRV nin komprese olması 'nutcracker fenomeni' (NF) olarak isimlendirilmektedir. NF anterior ve posterior olmak üzere iki tiptir. Anterior NF'de SRV superior mezenterik arter ile abdominal aort arasında sıkışmaktadır. Posterior NF'de abdominal aorta ve vertebra arasındaki mesafenin azalması sonucu oluşmaktadır. NF'de SRV'de oluşan basınç artışı nedeniyle sol böbrekte ve venöz kollaterallerde venöz konjesyon olmakta sonuçta hematuri ortaya çıkmaktadır (88,89). Olası SRV okluzyonlarında gonodal, asendan lumbar, adrenal, kapsüler ve üretral venlerde kolleteral gelişimi mevcuttur (89). Kollateral venlerde yüksek basınçlı akımlar oluşarak SRV de oluşan akımda azalmaya neden olarak böbrekleri hasardan korumaktadır. Ancak diğer taraftan üretral ve renal pelviste artan basınç damar ve renal pelvis arasındaki ince septumların yırtılmasına neden olmaktadır. Bu da sonuçta gross ya da mikroskopik hematüri ile sonuçlanmaktadır (90,91). Karın ve yan ağrısı toplayıcı sistemden geçen kan ürünleri nedeniyle oluşmaktadır (65,91).

Girişimsel radyolojik işlemler ve operasyon öncesinde SRV ve VKİ'de bulunabilecek varyasyonlar varlığında işlem esnasında oluşabilecek hasara ve işlem başarısızlığına karşı hazırlıklı olunması hayati önem taşımaktadır. VKİ ve SRV varyasyonları genelde asemptomatik olmasına rağmen radyologlar tarafından doğru bir şekilde tanınmalıdır. Bu sayede bu varyasyonlar önceden bilinerek yanlış teşhislerden kaçınılır; cerrahi planlama ve girişimsel tedavilerde başarı oranı artar (56). Örnek olarak SRV'de varyasyon varlığında transplantasyon düşünülecekse sağ donör nefrektomisi daha uygun olmaktadır (59). Holden ve ark. (92) laparoskopik nefrektomi uygulanacak 100 renal donör hastasıyla yaptıkları çalışmalarında 2 hastada RSRV ve 4 hastada SSRV varyasyonu tespit etmişlerdir. Sahani ve ark. (77) çalışmalarında renal donör hastası olan 94 kişinin 7'sinde RSRV varyasyonu ve 9'unda SSRV izlenmiştir. Sonrasında bu bulgular operasyon verileri ile kıyaslandığında BT bu varyasyonları yaklaşık %75-100 oranında gösterdiği saptanmıştır. Malign patolojiler ile ilişkili oluşan retroperitoneal lenf nodları ile SRV varyasyonlarının BT görünümleri karışabilir. Venöz varyasyonların tespiti hastalığın doğru şekilde evrenmesini ve hızlıca tedavi edilebilmesi için önemlidir (12). Retroperitoneal cerrahi öncesinde SRV ve VKİ varyasyonlarının doğru şekilde saptanması kanama ve ölüm gibi cerrahi komplikasyon oranlarını azaltmaktadır (3,5,7,63,64,84,93). Transpoze VKİ varyasyonu sol yanda izlenen paraaortik adenopati ile karışabilir. Ayrıca bu varyasyon varlığında transjugular girişimle VKİ'ye filtre uygulamaları zorlaşabilmektedir (94). Çift VKİ varyasyonunda VKİ'ye filtre koyma işleminden sonra tekrarlayan pulmoner emboli durumunda çift VKİ varyasyonundan şüphelenilmelidir. Eğer tekrarlayan emboli mevcudiyeti varsa sol femoral venografi endikasyonu ortaya çıkmaktadır (95). SRV varyasyonlarının önceden bilinmesi spermatik kord embolizasyonu ve renal venden renin örnekleme gibi girişimsel radyolojik işlemlerde, işlem kolaylığı ve komplikasyon gelişimi açısından önemlidir (11,96,97,98). Retroperitoneal venöz anomalilerin preoperatif saptanamaması intraoperatif travma sonucu oluşan hayati tehdit eden kanamalara neden olabilmektedir (95). Atnalı böbrek anomalisi bulunan olgularda renal ven ve VKİ varyasyonları daha sık izlenmektedir (98,99). VKİ varyasyonları ile birlikte lumbar vende agenezi ve kolletaral gelişimi gibi anomaliler sık görülür (95). Bazı durumlarda ureter abdominal aort ve VKİ arasında yerleşim göstermektedir (100). Transpoze VKİ yanlışlıkla genişlemiş gonadal ven olarak değerlendirilebilir; ancak bu iki durumun ayırımında

transpoze VKİ'nin ana iliak ven şeklinde devam etmesi ve gonodal venin gonadlardan orjin alıp inguinal kanaldan geçmesi tanıya yardımcı olabilir (87). SRV'nin genişletilmiş diseksiyonu post-operatif pankreatit ve çölyak trunkus ile superior mezenterik arter hasarı gelişme insidansında yükselmeye neden olabilir (100). SSRV varyasyonu olan hastalarda operasyon esnasında proksimal abdominal aortaya yönelik işlem zor olabilir (95). Ayrıca çift ve transpoze VKİ varyasyonları genellikle asemptomatik olup abdominal aortanın anevrizmalarının tedavisinde operasyonun komplike olmasına neden olabileceğinden hayati önem taşımaktadır (101,102). Brener ve ark. çalışmalarında operasyon esnasında RSRV varyasyonu olan hastalarda oluşabilecek hasar oranını %40 olarak saptanmıştır (103). Çift VKİ varyasyonu olan olgularda distal vena kavanın tromboze olmasından kaçınmak için geniş disseksiyondan çok daha nazikçe disseksiyonu tercih edilmelidir (103). Önceki yayınlarda renal hücreli kanser metatazlarının çift VKİ segmentleri ile retroaortik sol renal ven segmentlerine ilerleyebileceği belirtilmiştir (104,105). Bu gibi durumlarda preoperatif radyolojik çalışmalar cerrahi işemin planlanmasında önemlidir. Venöz varyasyonları ile birlikte lenfatik drenajı kötü olan hastalarda lenf nodu disseksiyonu öncesinde operasyon planında değişiklik yapılabilir (105). Testis kanseri ile çift VKİ varyasyonu bir arada izlenen olgularda genişletilmiş lenf nodu disseksiyonu bazı yayınlarda önerilmektedir (106). Ayrıca testis kanseri olan ve tromboze çift VKİ varyasyonu izlenen olgularda bu durum yanlışlıkla retroperitoneal metastaz olarak değerlendirilebilir (86). Testis kanseri tedavisine başlamadan önce varsa çift VKİ varyasyonunun tanınması tedavi takibinde bu durumun yanlışlıkla nüks/rezidü ile karıştırılmaması açısından önemlidir (86). Ayrıca VKİ'nin azigos/hemiazigos devamlılığı yanlışlıkla aortik disseksiyon ya da mediastinal malign bir süreç ile karışabilmektedir (107).

Bizim sonuçlarımız ile yakın zamanlı literatür sonuçları benzerlik göstermiştir ancak sağlıklı bireylerde bu oranları saptayamamış olmamız çalışmamızda sınırlılık oluşturmuştur. Çalışmamızın en güçlü ve değerli yanı çalışmada varyasyonların tespiti ve tanısında retrospektif hasta tomografilerinin değerlendirilmesi nedeniyle böyle bir çalışma için olgularda radyasyona maruziyetin olmaması, diğer üstünlüğü ise kontrast madde kullanılmadan bu varyasyonların tanısının konulabileceği sonucudur. Kontrastlı ve kontrastsız BT işlemlerinin varyasyon saptayabilmeleri arasındaki farklar istatistiksel

olarak değerlendirilememiştir. Bunun nedeni her olgunun kontrastlı veya kontrastsız BT'den sadece bir tanesine sahip olmasıdır. Bu iki tetkikin varyasyon saptayabilme oranları arasındaki farklar açısından ileri çalışmalar gerekmektedir.

8.SONUÇ

Sonuç olarak helikal BT ucuz, hızlı, efektif ve çoğu merkezde kolayca uygulanabilmesi nedeniyle SRV ve VKİ varyasyonlarının tanısında tercih edilen modalite olma özelliğindedir. Bu varyasyonlar nadir görülmesine rağmen girişimsel radyolojik işlemler ile cerrahi operasyonlar öncesi saptanması morbidite ve komplikasyonların önlenmesi için oldukça önemlidir. Çalışmamızda erkeklerde SSRV görülme sıklığı kadınlara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek bulunmuştur ($p=0.010$). Ayrıca herhangi bir varyasyonun cinsiyete göre dağılımına bakıldığında erkeklerde kadınlara göre varyasyon görülme sıklığı istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur ($p=0.031$). RSRV, Çift VKİ ve Transpoze VKİ varyasyonları ile cinsiyet arasında istatistiksel anlamlı bir fark saptanmamıştır ($p> 0.05$) (Tablo 5.1). Çalışmamızda toplam 105 adet SRV ve VKİ varyasyonu saptanmış olup bunların 40 tanesi (%38,1) kontrastsız BT'de 65 tanesi (%61,9) kontrastlı BT'de saptanmıştır. Kontrastlı BT'de SRV ve VKİ varyasyonları yüksek duyarlılıkla saptanmaktadır. Ancak kontrastlı BT'ye kıyasla daha düşük duyarlılıkta olsa da kontrastsız BT SRV ve VKİ varyasyonlarını saptamada etkin bir tekniktir. Çalışmamızda kontrastlı ve kontrastsız BT işlemlerinin varyasyon saptayabilmeleri arasındaki farklar istatistiksel olarak değerlendirilememiştir. Bunun nedeni her olgunun kontrastlı veya kontrastsız BT işlemlerinden sadece bir tanesine sahip olmasıdır. Literatürdeki yayınlarda SRV ve VKİ taramasında kontrastsız BT kullanılarak yapılan çalışma saptanmamış olup bizim çalışmamız kontrastsız BT'nin bu tip varyasyonların taranmasında kullanıldığı ilk çalışmadır. Kontrastsız BT poliklinik rutinde sıklıkla kullanılan bir inceleme olup bu görüntüler değerlendirilirken daha dikkatli olunması gerekmektedir. Ancak daha geniş

hasta serilerinde kontrastsız ve kontrastlı BT duyarlılığının değerlendirildiği ileri çalışmaların yapılması gerekmektedir. Bunlara ek olarak daha geniş hasta populasyonu ve daha ileri teknikler ile gerçekleştirilen çalışmalar da SRV ve VKİ varyasyonlarının patofizyolojisini açıklamada yardımcı olabilir.

9. KAYNAKLAR

1. Methews R. Smith PA. Fishman EK. Marshall FF. Anomalies of the inferior vena cava and renal veins: embryologic and surgical considerations *Urology* 53:873–880, 1999
2. Töre HG. Tatar I. Çelik HH. Oto A. Aldur MM., Denk CC., Two cases of inferior vena cava duplication with their CT findings and review of the literature. *Polia Morphol(Warsz)* 2005;64 (1):55-8
3. Satyapal KS, Kalideen JM, Haffejee AA, Singh B, Robbs JV. Left renal vein variations. *Surg Radiol Anat* 1999;21(1):77-81.
4. Dilli A. Ayaz UY. Kaplanoglu H. Saltas H. Hekimoglu B. Evaluation of the left renal vein variations and inferior vena cava variations by means of helical computed tomography. *Clin Imaging* 2013 May-Jun;37(3):530-5. doi: 10,1016
5. Koc Z, Ulasan S, Oguzkurt L, Tokmak N. Venous variants and anomalies on routine abdominal multi-detector row CT. *Eur J Radiol* 2007;61(2):267-78.
6. Yagci B, Tavasli B, Karabulut N, Kiroglu Y. Clinical significance and renal haemodynamics of incidentally detected retroaortic left renal vein: assessment with venous Doppler sonography. *Br J Radiol* 2008; 81(963):187-91.
7. Bartle EJ, Pearce WH, Sun JH, et al: Infra renal venous anomalies and aortic surgery: avoiding vascular injury. *J Vasc Surg* 6: 590–593, 1987.
8. Pozniak MA, Balison DJ, Lee FT ve ark. CT Angiography of Potential Renal Transplant Donors. *Radiographics* 1998; 18: 565-587
9. Kawamoto S, Montgomery RA, Lawler LP, Horton KM, Fishman EK. Multi-Dedector Row CTEvaluation of Living Renal Donors Prior to Laparoscopic Nephrectomy. *Radiographics* 2004; 24: 453-466
10. Stallard DJ, Tu RK, Gould MJ, Pozniak MA, Petterson JC. Minor Vascular Anatomy of theAbdomen and Pelvis: A CT Atlas. *Radiographics* 1994; 14: 493-513
11. Karaman B. Koplay M. Özturk E. Basekim CC. Ogul H. Mutlu H. Kizilkaya E. and Kantarci M. Retroaortic left renal vein: multidetector computed tomography angiography findings and its clinical importance *Acta Radiol* 2007 48: 355-360

12. Davis CJ, and Lundberg GD: Retroaortic left renal vein: a relatively frequent anomaly. *Am J Clin Pathol* 1968 50: 700-703.
13. Karkos CD, Bruce IA, Thomson GJ, Lambert ME. Retroaortic left renal vein and its implications in abdominal aortic surgery. *Ann Vasc Surg* 2001;15:703-8.
14. Kraus GJ, Goerzer HG. MR-angiographic diagnosis of an aberrant retroaortic left renal vein and review of the literature. *Clin Imaging* 2003;27:132-4.
15. Trigaux JP, Vandroogenbroek S, De Wispelaere JF, Lacrosse M, Jamart J. 1998: Congenital anomalies of the inferior vena cava and the left renal vein. *J Vasc Inter Radiol* 1998;9:339-45.
16. Phillips E. Embryology, normal anatomy, and anomalies. In: Ferris EJ, Hipona FA, Kahn PC, Phillips E, Shapiro JH, eds. *Venography of the inferior vena cava and its branches*. Baltimore, Md: Williams & Wilkins, 1969; 1-32.
17. Ginaldi S, Chuang VP, Wallace S. Absence of hepatic segment of the inferior vena cava with azygous continuation. *J Comput Assist Tomogr* 1980; 4:112-114.
18. Grundmann R.T., *Diagnosis, Screening and Treatment of Abdominal, Thoracoabdominal and Thoracic Aortic Aneurysms*, InTech, 2011
19. Geley TE, Unsinn KM, Auckenthaller TM, Fink CJ, Gassner I. Azygos continuation of the inferior vena cava in pediatric patients: sonographic demonstration of the renal artery ventral to the azygos vein as a clue to diagnosis. *AJR Am J Roentgenol* 1999; 172:1659-1662.
20. Mazzucco A, Bortolotti U, Stellin G, Galucci V. Anomalies of the systemic venous return: a review. *J Card Surg* 1990; 5:122–133.
21. Haswell DM, Berrigan TJ Jr. Anomalous inferior vena cava with accessory hemiazygos continuation. *Radiology* 1976; 119:51-54.
22. Cohen MI, Gore RM, Vogelzang RL, et al. Accessory hemiazygous continuation of left inferior vena cava: CT demonstration. *J Comput Assist Tomogr* 1984; 8:777-779.
23. Effler DB, Greer AE, Sifers EC. Anomaly of the vena cava inferior: report of fatality after ligation. *JAMA* 1951; 146:1321-1322.
24. Sakamoto N, Koizumi K, Asahina Y, et al. Primary Budd-Chiari syndrome due to complex venous anomalies. *Abdom Imaging* 1997; 22:499-501.

25. d'Archambeau O, Verguts L, Myle J. Congenital absence of the inferior vena cava. J Belge Radiol 1990; 73:516-517.
26. Bass JE, Redwine MD, Kramer LA, Harris JH Jr. Absence of the infrarenal inferior vena cava with preservation of the suprarenal segment as revealed by CT and MR venography. AJR Am J Roentgenol 1999; 172:1610-1612.
27. Debing E, Tielemans Y, Jolie E, Van den Brande P. Congenital absence of inferior vena cava. Eur J Vasc Surg 1993; 7:201-203.
28. Monreal M, Lafoz E, Casals A, et al. Occult cancer in patients with deep venous thrombosis. Cancer 1991; 67:541-545.
29. Seçil M. Temel Ultrasonografi ve Doppler. 1. Baskı, İzmir: Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, 2008: 463
30. Zwiebel WJ, Pellerito JS. Renal Allograflerin ve Nativ Renal Damarların Ultrason Değerlendirmesi. Mihmanlı İ (editör). Vasküler Ultrasona Giriş. 1. Baskı, İstanbul: İstanbul Medikal Yayıncılık, 2006: 611-636
31. Tuncel E. Boşaltım ve Üreme Sistemi; Böbrekler, Renovasküler Hastalıklar. Klinik Radyoloji. 2. Baskı, Bursa: Nobel-Güneş Tıp Kitabevi, 2008: 571-575
32. Bruyn R. Üriner Sistem. Tunacı A, Yekeler E (çeviri editörleri). Pediatrik Ultrason. 1. Baskı, İstanbul: İstanbul Medikal Yayıncılık, 2007: 90-93
33. Katz DS, Math KR, Groskin SA. Renovasküler Hipertansiyon. Oğuz M, Aksungur E, Bıçakçı K ve ark. (çevirenler). Radyoloji Sırları. 1. Baskı, İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri, 2001: 178-186
34. Grossman RI, Yousen DM. Nöroradyolojide Teknikler. Gelal F, Yünten N (çeviri editörleri). Nöroradyoloji. 2. Baskı, İzmir; İzmir Güven Kitabevi, 2009: 1-36
35. Erden İ. Gövde Manyetik Rezonans. Erden İ (editör). 1. Baskı, Ankara: Miki Matbaacılık, 2005:123-124
36. Siegelman ES. Aortanın MR Görüntülemesi ve MR Arteriografi. Olgun DÇ (editör). Tüm Vücut MRG. 1. Baskı, İstanbul: İstanbul Medikal Yayıncılık, 2008: 481-508
37. Altun E, Semelka RC. Nefrojenik Sistemik Fibroz ve Radyolojik Yaklaşım. Türkiye Klinikleri J Radiol-Special Topics 2008;(2):27-33

38. Afşar RE, Afşar B. Nefrojenik Sistemik Fibrozis. Türkiye Klinikleri J Nephrol 2009;(1):24-32
39. Cowper SE, Robin HS, Steinberg SM ve ark. Scleromyxoedema-like cutaneous diseases in renaldialysis patients [research letter]. Lancet 2000;356:1000-1001
40. Aydıngöz U. Radyologların Nefrojenik Sistemik Fibrozisin Farkında Olmalarının Gerekliliği. Diagn Invert Radiol 2006;12:161-161
41. Chen MYM, Pope TL, Ott DJ. Üriner Sistem Radyolojisi. Tunacı A (çeviri editörü), Tiryaki B (çeviren). Temel Radyoloji. 1. Baskı, İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri, 2007: 223-245
42. Tuncel E. Bilgisayarlı Tomografi. Klinik Radyoloji. 2. Baskı, Bursa: Nobel-Güneş Tıp Kitabevi,2008: 87-105
43. Katada K. Half-second, half millimeter real time multislice helical CT: CT diagnosis using Aquillon. Medical Review 68: 1- 8.
44. Hu H, He HD, Foley WD, Fox SH. Four multidetector-row helical CT: image quality and volume coverage speed. Radiology 2000; 215: 55-62.
45. Achenbach S, Ropers D, Hoffmann U. Assessment of coronary remodeling in stenotic and nonstenotic coronary atherosclerotic lesions by multidetector spiral computed tomography. J Am Coll Cardiol 2004; 43: 842-7.
46. Grenier PA, Beigelman-Aubry C, Fetita C, Preteux F, Brauner MW, Lenoir S. New frontiers in CT imaging of airway disease. Eur Radiol 2002; 12: 1022-1044
47. Saito Y. Multislice CT scanner. Medical Review 66: 1-8.
48. Kaya T, Özkan R, Adapınar B. BT Fiziği. Kaya T (editör). Temel Radyoloji Tekniği. 3. Baskı, İstanbul: Nobel- Güneş Tıp Kitabevleri, 1997: 315-332
49. Kaya T. Bilgisayarlı Tomografi. Kas İskelet Yumuşak Doku Radyolojisi. 1. Baskı, Bursa: Nobel-Güneş Tıp Kitebevleri, 2008: 24-28
50. Obuz F. BT' de Görüntü Kalitesini Belirleyen Özellikler Balcı P. Pabuşçu Y.(editörler) Temel Radyoloji Fiziği. Genişletilmiş 2. Baskı. TRD İzmir Şubesi 2008 sayfa 48-52
51. Oyar O. Bilgisayarlı Tomografi Fiziği. Oyar O, Gülsoy UK (editörler). Tıbbi Görüntüleme Fiziği. 1. Baskı, SDÜ Tıp Fakültesi, Isparta 2003: 235-276
52. Oyar O. Bilgisayarlı Tomografi Fiziği. Oyar O, Gülsoy UK (editörler). Tıbbi Görüntüleme Fiziği 1. Baskı, SDÜ Tıp Fakültesi, Isparta 2003:147

53. Erdoğan N. BT' de Radyolojik Kontrast Maddeler ve Aşırı Duyarlılık Tepkimeleri Balcı P. Pabuşçu Y.(editörler) Temel Radyoloji Fiziği. Genişletilmiş 2. Baskı. TRD İzmir Şubesi 2008 sayfa 35-41
54. Turgut HB, Bircan MK, Hatipoğlu ES, Doğruyol S. Congenital anomalies of left renal vein and its clinical importance: a case report and review of literature. Clin Anat 1996;9:133-5.
55. Gibo M, Onitsuka H. Retroaortic left renal vein with renal vein hypertension causing hematuria. Clin Imaging 1998;22:422-4.
56. Minniti S, Visentini S, Procacci C. Congenital anomalies of the venae cavae: embryological origin, imaging features and report of three new variants. Eur Radiol 2002;12:2040-55.
57. Chuang VP, Mena CE, Hoskins PA. Congenital anomalies of the left renal vein: angiographic consideration. Br J Radiol 1974;47:214-8.
58. Kraus GJ, Goerzer HG. MR-angiographic diagnosis of an aberrant retroaortic left renal vein and review of the literature. Clin Imaging 2003;27:132-4.
59. Raman SS, Pojchamarnwiputh S, Muangsomboon K, Schulam PG, Gritsch HA, Lu DS. Surgically relevant normal and variant renal parenchymal and vascular anatomy in preoperative 16-MDCT evaluation of potential laparoscopic renal donors. AJR 2007;188:105-14.
60. Bass JE, Redwine MD, Kramer LA, Huynh PT, Harris Jr JH. Spectrum of congenital anomalies of the inferior vena cava: cross-sectional imaging findings. Radiographics 2000;20(3):639-52.
61. Dilli A, Ayaz UY, Karabacak OR, Tatar IG, Hekimoğlu B. Study of the left renal variations by means of magnetic resonance imaging. Surg Radiol Anat 2012;34:267-70.
62. Yesildag A, Adanir E, Köroğlu M, Baykal B, Oyar O, Gülsoy UK. Incidence of left renal vein anomalies in routine abdominal CT scans. Tani Girişim Radyol 2004;10(2):140-3.
63. Artico M, Lorenzini D, Mancini P, Gobbi P, Carloia S, David V. Radiological evidence of anatomical variation of the inferior vena cava: report of two cases. Surg Radiol Anat 2004;26(2):153-6.

64. Malaki M, Willis AP, Jones RG. Congenital anomalies of the inferior vena cava. *Clin Radiol* 2012;67(2):165-71.
65. Cuellar i Calabria H, Quiroga Gomez S, Sebastia Cerqueda C, Boye de la Presa R, Miranda A, Alvarez-Castells A. Nutcracker or left renal vein compression phenomenon: multidetector computed tomography findings and clinical significance. *Eur Radiol* 2005;15:1745-51.
66. Kaufman JA, Waltman AC, Rivtz SM, Geller SC. Anatomical observations on the renal veins and inferior vena cava at magnetic resonance angiography. *Cardiovasc Intervent Radiol* 1995;18(3): 153-7.
67. Kim WS, Cheon JE, Kim IO, et al. Hemodynamic investigation of the left renal vein in pediatric varicocele: Doppler US, venography, and pressure measurements. *Radiology* 2006;241(1):228-34.
68. Birnbaum BA, Jacobs JE, and Ramchandani P: Multiphasic renal CT: comparison of renal mass enhancement during the corticomedullary and nephrographic phases. *Radiology* 200: 753-758, 1996.
69. Bluemke DA, and Fishman EK: Spiral CT of the abdomen: clinical applications. *Crit Rev Diagn Imaging* 34: 103-157, 1993.
70. Smith P, Marshall F, and Fishman E: Spiral computed tomography evaluation of the kidneys: state of the art. *Urology* 51: 3-11, 1998.
71. Bluemke DA, and Chambers TP: Spiral CT angiography: an alternative to conventional angiography. *Radiology* 195: 317-319, 1993.
72. Smith PA, Marshall FF, Urban BA, et al: Three dimensional CT stereoscopic visualization of renal masses: impact on diagnosis and management. *AJR Am J Roentgenol* 169: 1331-1334, 1997.
73. Rubin GD, Alfrey EJ, Dake MD, et al: Assessment of living related donors with spiral CT. *Radiology* 195: 457-462, 1995.
74. Brink JA: Spiral CT angiography of the abdomen and pelvis: interventional applications. *Abdom Imaging* 22: 365-372, 1997.
75. Rubin GD, Alfrey EJ, Dake MD ve ark. Assessment of Living Renal Donors with Spiral CT. *Radiology* 1995; 195: 457-462
76. Platt JF, Ellis JH, Korobkin M, Reige K. Helical CT Evaluation of Potential Kidney Donors: Findings in 154 Subjects. *AJR* 1997; 169: 1325-1330


77. Sahani DV, Rastogl N, Greenfield AC ve ark. Multi-Dedector Row CT in Evaluation of 94 Living Renal Donors by Readers with Varied Experience. *Radiology* 2005; 235: 905-910
78. Bouali O, Labarre D, Molinier F, Lopez R, Benouaich V, Lauwers F, et al. Anatomic variations of the renal vessels: focus on the precaval right renal artery. *Surg Radiol Anat* 2012;34(5):441-6.
79. Karazincir S, Balci A, Görür S, Sumbas H, Kiper AN. Incidence of the retroaortic left renal vein in patients with varicocele. *J Ultrasound Med* 2007;26(5):601-4.
80. Yılmaz S, Sindel T, Arslan C, ve ark. Renal colic: comparision of spiral CT, US and İVU in the dedection of uretral calculi. *Eur Radiol* 1998;8:212-217
81. Mendelson RM, Arnold-Reed DE, Kuan M, Wedderburn AW, Anderson JE, Sweetman G, Bulsara MK, Mander J *Australas Radiol.* 2003 Mar;47(1):22-8
82. Atri M, McGregor C, McInnes M, Power N, Rahnavardi K, Law C, Kiss A. Multidetector helical CT in the evaluation of acute small bowel obstruction: comparison of non-enhanced (no oral, rectal or IV contrast) and IV enhanced CT. *Eur J Radiol* 2009 Jul;71(1):135-40
83. Arslan H, Etlik O, Ceylan K, Temizoz O, Harman M, Kavan M. Incidence of retro-aortic left renal vein and its relationship with varicocele. *Eur Radiol* 2005;15(8):1717-20.
84. Nam JK, Park SW, Lee SD, Chung MK. The clinical significance of a retroaortic left renal vein. *Korean J Urol* 2010;51(4):276-80.
85. Deák PÁ, Doros A, Lovró Z, Toronyi E, Kovács JB, Végső G, Piros L, Tóth S, Langer RM. The significance of the circumaortic left renal vein and other venous variations in laparoscopic living donor nephrectomies. *Transplant Proc* 2011;43(4):1230-2.
86. Shingleton WB, Hutton M, Resnick MI. Dublication of inferior vena cava: its importance in retroperitoneal surgery. *Urology.* 1994; 43: 113-115.
87. Friedland GW, de Vries PA, Murcia MN. Congenital anomalies of the inferior vena cava: embryogenesis and MR features. *Urologic Radiology.* 1992; 13:237-248.

88. Nishimura Y, Fushiki M, Yoshida M, Nakamura K, Imai M, Ono T, et al. Left renal vein hypertension in patients with left renal vein bleeding of unknown origin. *Radiology* 1986;160:663-7.
89. Beinart C, Sniderman KW, Saddekni S, Weiner M, Vaughan ED Jr, Sos TA. Left renal vein hypertension a cause of occult hematuria. *Radiology* 1982;145:647-50.
90. Ali-el-Dein B, Osman Y, Shehab El-Din AB, El-Diasty T, Mansour O, Ghoneim MA. Anteriyor and posteriyor nutcracker syndrome: a report on 11 cases. *Transplant Proc* 2003;35:851-3.
91. Hohenfellner M, Steinbach F, Schultz-Lampel D, Schantzen W, Walter K, Cramer BM, et al. The nutcracker syndrome: new aspects of pathophysiology, diagnosis and treatment. *J Urol* 1991;146:685-8.
92. Holden A, Smith A, Dukes P, Pilmore H, Yasutomi M. Assessment of 100 live potential renal donors for laparoscopic nephrectomy with multi-detector row helical CT. *Radiology* 2005;237:973-80.
93. Natsis K, Tsitouridis I, Totlis T, Levva S, Tsikaras P, Skandalakis P. Proposal for classification of the circumaortic renal collar's morphology. *Am Surg* 2008;74(12):1190-4.
94. Siegfried MS, Rochester D, Bernstein JR, Milner JW. Diagnosis of inferior vena cava anomalies by CT. *Comput Radiol* 1983;7:119-23.
95. Downey RS, Sicard GA, and Anderson CB: Major retroperitoneal venous anomalies: surgical considerations. *Surgery* 107: 359-365, 1989.
96. Yeşildağ A, Adanır E, Köroğlu M ve ark. Rutin Abdomen BT’de Sol Renal Ven Anomalilerinin Görülme Sıklığı. *Tanısal ve Girişimsel Radyoloji* 2002; 10: 140-143
97. Lee JKT, Sagel SS, Stanley RJ, Heiken JP. The Kidney and Ureter. Lee JKT, Sagel SS, Stanley RJ, Heiken JP (editors). *Computed Body Tomography with MRI Correlation*. 4. Baskı, Lippincott: Williams & Wilkins, 2006: 1233-1310
98. Billiet I, Mattelaer J, Herpels V, et al: Horseshoe kidney with associated left inferior vena cava. *Br J Urol* 67: 331-332, 1991.
99. Babaian RJ, and Johnson DE: Major venous anomalies complicating retroperitoneal surgery. *South Med J* 72: 1254-1258, 1979.

100. Sarma KP: Anomalous inferior vena cava-anatomical and clinical. *Br J Surg* 53: 600-602, 1966.
101. Mathews R, Smith PA, Fishman EK, Marshall FF. Anomalies of the inferior vena cava and renal veins: embryologic and surgical consideration. *Urology* 1999;53:873-80.
102. Mayo J, Gray R, Louis SE, Grossman H, Mcloughlin M, Wise D. Anomalies of the inferior vena cava. *Am J Roentgenol* 1983;140:339-45.
103. Brener BJ, Darling RC, Frederick PL, et al: Major venous anomalies complicating abdominal aortic surgery. *Arch Surg* 108: 159-165, 1983.
104. Pinsk R, Nemcek AA, and Fitzgerald SW: Tumor thrombus in a retroaortic left renal vein and incidental right circumcaval ureter. *Urol Radiol* 13: 166-169, 1992.
105. Habuchi T, Okagaki T, Arai K, et al: Renal cell carcinoma extending into left side of double inferior vena cava. *Urology* 41: 181-184, 1993.
106. Klimberg I, and Wajsman Z: Duplicated inferior vena cava simulating retroperitoneal lymphadenopathy in a patient with embryonal cell carcinoma of the testicle. *J Urol* 136: 678-679, 1986.
107. Evans AJ: Azygous/accessory hemiazygous continuation of the inferior vena cava mimicking dissection of the aorta. *Clin Radiol* 48: 207-209, 1993.

10.EKLER

10.1.Ek 1: Fakülte Yönetim Kurulu Onay Belgesi



T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
Tıp Fakültesi Dekanlığı
Dahili Tıp Bilimleri Bölüm Başkanlığı

Sayı : B086YÖK2ÇOF71005/1133
12./12/2013

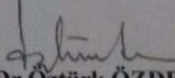
Konu : Tez Konusu Değişikliği

RADYOLOJİ ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞINA

İlgi: 21.11.2013 tarih ve 16-81 sayılı yazınız;

Dekanlığımızın 11.12.2013 tarih ve 903-5314 sayılı yazısı ile iletilen, Anabilim Dalımız Arş.Gör.Dr.Abdullah SARIYILDIRIM'ın " Sol renal ven ile vena kava inferior varyasyonlarının, intravenöz kontrastlı ve kontrastsız helikal bilgisayarlı tomografi ile değerlendirilmesi " konulu tez önerisinin Fakülte Yönetim Kurulunun 10.12.2013 tarih ve 46 sayılı KA-18 ile uygun görülmüştür.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.


Prof.Dr.Öztürk ÖZDEMİR
Dahili Tıp Bilimleri
Bölüm Başkanı

10.2.Ek 2:Etik Kurul Onam Belgesi



T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanlığı

Sayı :KL.ARŞ.ETİK.KURUL.BŞK./050.99-395
Konu : Başvuru İncelemesi

25/12/2013

Sayın Prof. Dr. Hüseyin ÖZDEMİR

Yürütücülüğünü yapmış olduğunuz "Sol Renal Ven ile Vena Kava Inferior Varyasyonlarının IV Kontrast Madde Verilerek veya Verilmeyerek Gerçekleştirilen Helical Bilgisayarlı Tomografi ile Değerlendirilmesi" başlıklı EK-2013-226 nolu projeniz ile ilgili olarak Klinik Araştırmalar Etik Kurulunun almış olduğu 25/12/2013 tarih ve 25-05 nolu kararı aşağıdadır.

Bilgilerinize rica ederim.

Doç. Dr. Emine COŞAR
Klinik Araştırmalar
Etik Kurul Başkanı

Karar Tarihi : 25.12.2013 15:00
Karar No : 2013-25

Karar-05) EK-2013-226 no'lu araştırma ile ilgili olarak, proje araştırmacılarından Arş. Gör. Dr. Abdullah SARIYILDIRIM'ın sunumunun dinlenmesinin ve raportörün hazırladığı değerlendirilmenin okunması sonrasında yapılan oylamada "ETİK KURUL ONAYINI ALIR." kararı verilmiştir.