



**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ANESTEZİYOLOJİ VE
REANİMASYON ANABİLİM DALI**

**ORTOPEDİK HASTALARDA SPİNAL SEVİYENİN DOĞRU
OLARAK BELİRLENMESİNDE ULTRASONOGRAFİNİN
ROLÜ**

UZMANLIK TEZİ

Dr. Hakkı AKYÖN

Antalya, 2025



**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ANESTEZİYOLOJİ VE
REANİMASYON ANABİLİM DALI**

**ORTOPEDİK HASTALARDA SPİNAL SEVİYENİN DOĞRU
OLARAK BELİRLENMESİNDE ULTRASONOGRAFİNİN
ROLÜ**

UZMANLIK TEZİ

Dr. Hakkı AKYÖN

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Nesil COŞKUNFIRAT

‘Kaynak Gösterilerek Tezimden Yararlanılabilir’

Antalya, 2025

TEŞEKKÜR

Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalında eğitim aldığım süreçte bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan tez danışmanım Prof. Dr. Nesil COŞKUNFIRAT'a,

Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Ayşe Gülbin ARICI başta olmak üzere ihtisasım süresince bilgi ve becerisini paylaşan tüm anabilim dalı öğretim üyesi hocalarımıza ve uzmanlarımıza,

Her anımda yanımda olan ve desteğini her daim yanımda hissettiğim, hayatı paylaşmaktan zevk aldığım, canım eşim Sevim Çelik AKYÖN'e,

Asistanlık sürecinde en zorlu anlarda bile yan yana durduğumuz, bu süreçte iyi ki eşkıdem olmuşuz dediğim, Dr. Aybüke LEYLEK'e, Dr. Ali DEMİRTAŞ'a, Dr. Şeyma Nur VAROL'a, Dr. Fatih BAHÇIVAN'a ve Dr. Ayşenur ŞİRAZİ'ye,

Birlikte çalıştığım süre boyunca çalışmaktan keyif aldığım tüm asistan arkadaşlarıma, tüm anestezi teknikerlerine, hemşirelere, ameliyathane ekibine, tüm yoğun bakım çalışanlarına,

Tez hastalarımın toplanmasında ve takibinde yardımlarından dolayı hastanemiz Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı hocalarına, araştırma görevlisi asistan arkadaşlarıma, teknik ekibine ve hemşirelerine,

Bize her zaman güler yüz ve sabırla yaklaşan Anabilim Dalı sekreterimiz Saime ÖZCAN'a,

Bugünlere gelmem için büyük emek ve sabır gösteren, bana olan sevgilerini hep hissettiren babam Remzi AKYÖN'e, annem Aysel AKYÖN'e, ablalarım İlknur KENGİL'e, Bahar AKYÖN'e, kardeşlerim Hakan AKYÖN'e, Damla AKYÖN'e,

En içten saygı, sevgi ve teşekkürlerimle.

İÇİNDEKİLER

Simgeler ve Kısaltmalar Dizini	v
Şekiller Dizini	vi
Tablolar Dizini	vii
Grafikler Dizini	viii
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Nöroaksiyel Anestezi Tarihçesi	3
2.2. Rejyonel Anestezi	3
2.3. Vertebra ve Nöroaksiyel Anatomi	4
2.3.1. Vertebral Kolonu Destekleyen Ligamentler	5
2.3.2. Spinal Kanal	5
2.3.3. Spinal Arterler ve Venler	7
2.3.4. Spinal Sinirler ve Dermatomlar	7
2.4. Spinal Anestezi	8
2.5. Nöroaksiyel Anestezi Etkileri	9
2.5.1. Solunum Etkileri	9
2.5.2. Gastrointestinal Etkileri	10
2.5.3. Üriner Sistem Etkileri	10
2.5.4. Merkezi Sinir Sistemi Etkileri	10
2.5.5. Metabolik ve Endokrin Etkiler	10
2.5.6. Komplikasyonlar	11
2.6. Anatomik Yaklaşımlar	12
2.6.1. Mediyan Yaklaşım	12
2.6.2. Paramediyan Yaklaşım	13
2.6.3. Lumbosakral Yaklaşım (Taylor Tekniği)	13
2.7. Spinal Anestezi Etki Mekanizması	13
2.7.1. İntratekal İlaç Yayılımını Etkileyen Faktörler	14
2.8. Spinal Prosedür için Konumlandırma	15
2.8.1. Oturur Pozisyon	15
2.8.2. Lateral Dekübit Pozisyon	16

2.8.3. Prone (Yüzüstü) - Jackknife Pozisyon	16
2.9. Santral Nöroaksiyel Bloklarda (CNB) Ultrasonografi Kullanımı	16
2.10. Lomber Sonoanatomi	18
2.10.1. Parasagital Transvers Proses Görünümü	19
2.10.2. Parasagital Artiküler Proses Görünümü	20
2.10.3. Parasagital Oblik Görünüm	20
2.10.4. Transvers Spinöz Proses Görünümü	22
2.10.5. Transvers İnterlaminer/İnterspinöz Görünüm	23
2.11. İşlem Öncesi Ultrasonografi Destekli Orta Hat Yaklaşımı	24
2.12. İşlem Öncesi Ultrasonografi Destekli Paramedian Yaklaşım	25
2.13. Parasagital Oblik Görüşe Dayalı, İşlem Öncesi Ultrasonografi Destekli Paramedian Yaklaşım	25
3. GEREÇ VE YÖNTEM	26
3.1. Hastaların Seçimi ve Çalışma Yöntemi	26
3.2. Çalışma Protokolü	26
3.3. Araştırılan Primer Sonuçlar	27
3.4. Araştırılan Sekonder Sonuçlar	27
3.5. İstatistiksel Yöntemler	28
4. BULGULAR	29
5. TARTIŞMA	43
6. SONUÇLAR	49
6.1. Primer Sonuçlar	49
6.2. Sekonder Sonuçlar	49
7. ÖZET	51
8. ABSTRACT	52
9. KAYNAKLAR	54
10. EKLER	58
Ek 1. Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurul Onayı	58

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AÇ	Anterior Çıkıntı
AK	Anterior Kompleks
ASA	American Society of Anesthesiologist
ASRA	Amerikan Bölgesel Anestezi Derneği
BOS	Beyin Omurilik Sıvısı
CNB	Santral Nöroaksiyel Blok
EKG	Elektrokardiyografi
İLB	İnterlaminer Boşluk
LA	Lokal Anestezik
LR	Logistik Regresyon
PK	Posterior Kompleks
PPV	Pozitif Prediktif Değer
PSO	Paramediyan Sagital Oblik
TÇ	Transvers Çıkıntı
TI	Transvers İnterlaminar
USG	Ultrasonografi
VKİ	Vücut Kitle İndeksi

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>		<u>Sayfa</u>
2.1.	Tuffier hattına göre uygun spinal aralığı belirleme (oturur pozisyon)	17
2.2.	Transvers prosesler ve aralarında psoas major kası	19
2.3.	Artiküler prosesler	20
2.4.	Parasagital oblik görünüm (sakral seviye)	21
2.5.	Parasagital oblik pencerede laminaların oluşturduğu testere dişi görünümü	21
2.6.	Parasagital oblik pencereden anterior ve posterior kompleks görünümü	22
2.7.	Transvers pencereden spinöz proses gölgesi	23
2.8.	Transvers interspinöz görünüm	24

TABLOLAR DİZİNİ

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
4.1. Nicel parametrelerin spinal anestezi uygulanacak hastalardaki genel dağılım özeti	30
4.2. Tuffier ve ultrasonografi (USG)'ye göre vertebra düzeylerine yönelik hekimlerin karar dağılım özeti	31
4.3. Tuffier L3-4 ve USG L3-L4 kararlarının detaylandırılmış karışıklık matrisi	31-32
4.4. Tuffier L4-5 ve USG L4-L5 kararlarının detaylandırılmış karışıklık matrisi	32
4.5. Ölçümler arası doğruluk (accuracy) oranları	33
4.6. USG ile tespit edilen düzeylerin genel dağılım özeti	33
4.7. Tuffier ile karar verilen düzey ve USG ile tespit edilen düzeyler arasında seviye durumlarının genel özeti	33
4.8. Tuffier L3-4 ve L4-5 kararlarının USG sonuçlarına kıyasla düzey dağılımı ve dağılımsal farklılığın istatistiksel olarak incelenmesi	34
4.9. Hekim deneyim yıllarına göre ayrı ayrı olan doğru prediksyon oranları	35
4.10. Yaş, hasta özellikleri, hekim deneyim yılı ve Tuffier-USG değerlendirme sonuçlarının hastaların cinsiyet durumuna göre dağılımlarının incelenmesi	36
4.11. Yaş, hasta özellikleri ve hekim deneyim yılının Tuffier ile doğru prediksyon durumlarına göre karşılaştırılması	37
4.12. Parametrelerin doğruluk (accuracy) üzerindeki etki profillerinin tek değişkenli olarak (ayrı ayrı) incelenmesi	40
4.13. Parametrelerin doğruluk (accuracy) üzerindeki etki profillerinin çok değişkenli olarak (multivariate) incelenmesi	41
4.14. Yaş, hasta özellikleri ve hekim deneyim yılının Tuffier ile doğru prediksyon durumlarına göre karşılaştırılması	42

GRAFİKLER DİZİNİ

<u>Grafik</u>	<u>Sayfa</u>
4.1. Cinsiyete göre VKİ dağılım özeti	30
4.2. Doğru prediksyon (accuracy) oranlarının deneyim yılına göre görsel özeti	35
4.3. Prediksyon doğruluğuna göre kilo (kg) dağılım özeti	38
4.4. Prediksyon doğruluğuna göre VKİ (kg/m ²) dağılım özeti	38
4.5. Prediksyon doğruluğuna göre bel çevresi (cm) dağılım özeti	39
4.6. Prediksyon doğruluğuna göre deneyim (yıl) dağılım özeti	39
4.7. Deneyim yılının doğruluk (accuracy) üzerindeki ROC eğrisi	42
4.8. Deneyim yılına yönelik PPV (pozitif prediktif değer) ve sensitivite eğrisi	43

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Ortopedik cerrahiler, spinal anestezinin en yaygın kullanıldığı alanlardan biridir. Spinal anesteziyi güvenli bir şekilde uygulamak ve iğne yerleştirme için uygun noktaları belirlemek önemlidir. Tuffier çizgisi, iliak krestlerin en yüksek noktalarını birleştiren yatay bir çizgidir ve ponksiyon seviyesini belirlemek için önemli bir işarettir. Yetişkinlerde, genellikle L4 spinöz prosesinden veya L4-L5 intervertebral boşluktan geçen varsayımsal bir çizgi olarak bilinir (1).

Spinal ve epidural anestezi uygulamalarında doğru vertebral seviyenin belirlenmesi kritik öneme sahiptir. Tuffier çizgisi, bu amaçla sıklıkla kullanılan bir referans noktasıdır, ancak bazı durumlarda doğruluğu sınırlı olabilir. Larysa Duniec ve ark. (2), alt ekstremité ameliyatı geçiren hastalarda intervertebral alan tanımlamasında (klinik ve ultrason muayenesi arasında) %64 oranında uyum olduğunu bildirmişlerdir. Nan Lin ve ark. (3), bu doğruluğu etkileyebilecek faktörlerin arasında hastaların karın çevresi, vücut kitle indeksi ve yaş gibi değişkenlerin olduğunu belirtmişlerdir. Özellikle obezite gibi durumlarda, anatomik referans noktalarının palpasyonu zorlaşabilir ve bu da doğru vertebral seviyenin belirlenmesini güçleştirebilir. Dolayısıyla, anesteziistlerin bu faktörleri dikkate alarak doğru vertebral seviyenin belirlenmesi için alternatif yöntemleri değerlendirmesi önemlidir.

Ultrason teknolojisindeki son gelişmeler ve bunun santral nöroaksiyel blok gibi prosedürlere uygulanması, geleneksel anatomik dönüm noktalarına dayalı tekniklerin birçok eksikliğini gidermiştir (4). Ultrason görüntüleme, santral nöroaksiyel bloklar için kullanıldığında çeşitli avantajlar sunar. Non-invazif, güvenli ve kullanımı basittir; gerçek zamanlı görüntüler sağlar, yatak başı kullanılabilir ve önemli yan etkisi yoktur. Özellikle ilgi çekici olan, altta yatan anormal veya değişken omurga anatomisinin tanımlanmasında ve zor bir santral nöroaksiyel bloğun tahmin edilmesinde kullanılmasıdır. Şu anda, çoğu durumda, prosedür öncesi bir tarama (ultrason destekli) olarak veya bir santral nöroaksiyel blok sırasında gerçek zamanlı olarak iğne yerleştirmeye rehberlik etmek için kullanılmaktadır (4).

Tuffier çizgisine göre belirlenen hedef spinal aralık, kronik ortopedik bozukluklar, kronik ağrı, aşırı kilo veya lomber ponksiyon için pozisyon verme

zorlukları nedeniyle ortopedik hastalarda belirlenmesi zor olabilir. Bu çalışmanın ana amacı; Tuffier çizgisine göre palpasyonla belirlenen hedef spinal aralığın, ultrason değerlendirmesi ile belirlenen spinal aralık arasında seviye farklı olup olmadığını tespit etmektir. Çalışmamızda ayrıca hastanın cinsiyeti, boyu, kilosu, VKİ, bel çevresi, boyun çevresi, belirleme yapan kişinin deneyimi gibi palpasyon ve ultrasonografiyle belirlenen seviye farklarına etki edebilecek faktörleri de inceledik.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Nöroaksiyel Anestezi Tarihçesi

Spinal anestezi ile ilk ameliyat, 16 Ağustos 1898'de August Bier (1861-1949), Almanya'daki Kiel Üniversitesi Kraliyet Cerrahi Hastanesi'nde gerçekleştirdi (5). 34 yaşında bir işçi olan hastaya, tüberküloz teşhisi ile ayak bileği eklemi rezeksiyonu yapılacaktı ancak önceki genel anesteziden ciddi yan etkiler geçirmişti. Bu nedenle Bier, "omuriliğin kokainizasyonunu" denemeyi önerdi. Operasyonu gerçekleştirmeden önce intratekal olarak 15 mg kokain enjekte etti. İntraoperatif olarak hasta hiç ağrı hissetmedi (5).

Günümüzde spinal, epidural, kaudal ve kombine spinal-epidural bloklar gibi nöroaksiyel bloklar, bölgesel anestezi yöntemleri arasındadır. Bu bloklar, tek başına veya genel anesteziyle birlikte, boyun seviyesi altında her türlü girişimde veya ağrı tedavisinde başarıyla ve yaygın olarak kullanılmaktadır (6).

Ultrason rehberliğiyle yapılan nöroaksiyel bloklar, kolay, invaziv olmayan, güvenli, hızlı ve riski düşük bir yöntem olarak öne çıkmaktadır (7). Vertebral kolon anatomisindeki sapmalar veya varyasyonlar durumunda faydalı olabilir. Bu uygulama, nöroaksiyel bloklarda kullanılan görece yeni bir yöntem olup, son yıllarda teknolojik ilerlemelerle birlikte görüntü kalitesindeki artış sayesinde giderek daha popüler hale gelmiştir. Nöroaksiyel bloklarda, ultrasonun deriye giriş yeri belirleme, spinal ve epidural aralığın cilde olan mesafesinin ölçülmesi, iğnenin yönünün izlenmesi ve ilacın dağılımını görme gibi çeşitli kullanım alanları bulunmaktadır (7).

2.2. Rejyonel Anestezi

Rejyonel anestezi, belirli bir bölgedeki sinir iletiminin ve ağrı duyusunun lokal anestetik ilaçlarla geçici olarak engellenmesi anlamına gelir ve bilinç kaybına yol açmaz (8). Rejyonel anestezi, belli bir bölgeyi ilgilendiren sinir veya sinirlerin çevresine lokal anestetik enjeksiyonu ile sağlanır. Sinir bloklarını, periferik ve santral olarak iki grupta toplarsak; periferik sinir, gangliyon ve plexus blokları periferik sinir bloğu olarak kabul edilir. Spinal ve epidural bloklar da santral sinir

bloğu veya nöroaksiyel olarak kabul edilir. Her biri için anatomi ve fizyolojinin iyi bilinmesi, özel eğitim ve beceri gerekmektedir (9).

Rejyonel anestezi, genel anestezi ile karşılaştırıldığında birçok avantaja sahiptir. Erken mobilizasyon, yüksek analjezi düzeyi, kısa hastanede kalış süresi ve postoperatif bulantı ve kusma gibi olumsuz yan etkilerin azalması nedeniyle rejyonel anestezi tercih edilmektedir. Ayrıca, ultrasonografi kullanımının artmasıyla birlikte, bölgesel anestezi teknikleri günümüzde daha güvenilir ve etkin bir şekilde uygulanabilmektedir (8).

2.3. Vertebra ve Nöroaksiyel Anatomi

Vertebral kolon, 33 vertebra ile oluşur: 7 servikal, 12 torasik, 5 lumbal, 5 sakral ve 4 koksigeal. Çoğu vertebra, vertebra gövdesi, iki pedikül ve iki lamina içerir (10). Spinal kanal, vertebra gövdesi önde, pediküller lateralde ve laminalar ise posteriorda olmak üzere çevrelenmiştir. Her vertebra, laminalar arasından bir spinöz proses ve lamina ile pedikül arasından iki transvers proses içerir. Bu prosesler, ligamanların ve kasların bağlandığı yerlerdir. Her vertebra ayrıca, iki yukarı ve iki aşağı yönlü olmak üzere dört artiküler proses içerir. Artiküler prosesler, sinoviyal eklemler olarak görev yapar ve ardışık vertebra arasında faset eklemi oluşturur. Ardışık vertebra, fibrokartilaj yapıdaki intervertebral disklerle birbirine bağlanır. Pediküllerin inferior yüzeylerinde büyük çentikler, superior yüzeylerinde ise küçük çentikler bulunur. Ardışık vertebra çentikleri, sinir köklerinin spinal korddan ayrılırken içinden geçtikleri intervertebral forameni oluşturur (11).

Vertebral kolon, dört noktada eğrilik gösterir. Servikal ve lumbal eğriliklerin konveksitesi öne, torasik ve sakral eğriliklerin konveksitesi ise arkaya bakar. Vertebraların arka yüzü, intervertebral diskler, vertebra arkusları ve bunları birleştiren bağlar içinde medulla spinalis ve onu örten zarları içeren spinal kanalı meydana getirir. Bu kanal, yanlarda intervertebral foramenlerle dışarı açılırken, arkada interlaminer foramenlerle de genişler. Yanlarda, vertebra arkusları üzerindeki çentiklerin birleşmesi ile oluşan intervertebral foramenler, spinal sinirlerin vertebral kanalı terk etmesine izin verirken, arkada laminalar arasında üçgen biçiminde olan ve gövdenin öne fleksiyonu ile eşkenar dörtgen biçimini alan interlaminer

foramenler, iğnenin epidural veya subaraknoid aralığa ulaşmasına olanak sağlar (12).

Spinal kolonun yapısı, servikal ve lumbal bölgelerde öne doğru konveks bir çift C şeklinde olup, bu özel yapı bazı ligamentler ve destekleyici kaslar sayesinde korunur (13).

2.3.1. Vertebral Kolonu Destekleyen Ligamentler (14)

Supraspinoz Ligament: C7 ve S5 arasında bulunan kalın fibröz bir ligamenttir ve lomber bölgeden kaudal bölgeye doğru kalınlaşır. Spinal iğnenin geçtiği ilk ligament olarak bilinir.

İnterspinoz Ligament: Komşu spinöz prosesleri birbirine bağlar. Önde ligamentum flavumla, arkada ise supraspinoz ligamentle birleşir. Lomber bölgeden kaudal bölgeye doğru kalınlaşır.

Ligamentum Flavum: Epidural bölgeye girerken son geçilen ligamenttir ve yoğun elastik liflere sahip olduğu için iğne ile geçilirken sertlik hissedilir. Kalınlığı kaudal bölgeye doğru artar ve genellikle lomber bölgede 3-5 mm arasındadır.

Anterior ve Posterior Longitudinal Ligamentler: Korpus vertebranın ön ve arka yüzeyini sarar (14).

2.3.2. Spinal Kanal

Spinal kanal, intervertebral diskler, faset eklemler ve bunları birleştiren bağlar aracılığıyla oluşur. Bu kanal, yağ dokusu, venöz pleksusları ve meninksler tarafından çevrelenmiş olan spinal kordu içerir. Spinal kord, başlangıçta foramen magnumdan başlar ve yetişkinlerde L1, çocuklarda ise L3 seviyesinde konus medullaris şeklinde sonlanır. Her vertebral düzeyde bir çift spinal sinir bulunur ve toplamda 31 çift spinal sinir vardır. Servikal ve torakal spinal sinirler kendi seviyelerindeki foramen intervertebralislerden çıkarken, lomber ve sakral bölgedeki spinal sinirler kauda equinayı oluşturur. Ventral ramus, dorsal ramustan daha incedir ancak lokal anesteziklerle daha geç bloke olur. Dorsal ramusun daha hızlı bloke olmasının nedeni, lokal anesteziklerle temas eden yüzey alanının daha fazla olmasıdır (15, 16).

Spinal kord, vertebral kanal içinde uzanırken içinden dışına doğru sırasıyla pia mater, araknoid mater ve dura mater adı verilen üç kat zar tarafından çevrilidir:

Dura mater: Spinal kordu dıştan koruyucu bir kılıf şeklinde saran bir tabaka ve vertebral kanalı döşeyen periostal bir tabaka olmak üzere iki katmandan oluşur. Bu iki tabaka, foramen magnum seviyesinde birleşir ve kemik yapıya sıkıca yapışır. Yetişkinlerde dura mater genellikle S2 vertebra seviyesine kadar uzanırken, çocuklarda S3 vertebra seviyesine kadar uzanabilir.

Araknoid mater: Dura matere sıkıca yapışarak uzanır ve aralarında sınırı tam olarak belirlenemeyen bir subdural aralık oluşturur. Bu subdural aralık yetişkinlerde S2, çocuklarda ise S3 seviyesinde sonlanır (14, 16).

Subdural bölge: Araknoid materin dura mater ile sıkı bir şekilde yapışmasıyla oluşur. Bu sıkı yapışıklık nedeniyle genellikle dura ponksiyonuyla subaraknoid bölgeye girilmesiyle eş anlamlıdır. Subdural bölgede, az miktarda seröz sıvı bulunur ve iki zar yapının birbirleri üzerinde kaymasına izin verir. Subaraknoid ilaç enjeksiyonlarında bazen ilacın subdural bölgeye kaçtığı belirlenmiştir. Spinal anestezide başarısızlık veya yetersiz bloğun bir nedeni de ilacın subdural aralığa verilmesidir (17).

Tarlov kistleri, erişkinlerde genellikle sakral bölgede görülen sıvı içeren perinöral yapılar olarak tanımlanır. Spinal iğne ile Tarlov kistine girildiğinde beyin omurilik sıvısı akışı gözlemlenebilir ancak enjekte edilen lokal anestezik yayılmasında yetersizlik yaşanabilir, bu da başarısız spinal anestezinin nedenlerinden biridir (18).

Pia mater: spinal kordu sıkıca saran ince ve damarlı bir yapıdır. Araknoid mater ile arasında beyin omurilik sıvısının (BOS) bulunduğu subaraknoid aralık bulunur. Subaraknoid aralık yetişkinlerde S2, çocuklarda ise S3 seviyesinde sonlanır (14, 16).

Dıştan içe doğru sıralandığında anatomik yapılar şu şekilde dizilir:

- Cilt
- Cilt altı
- Supraspinöz Ligament
- İnterspinöz Ligament
- Ligamentum Flavum

- Epidural Aralık
- Dura Mater
- Subdural Aralık
- Araknoid Mater
- Subaraknoid Aralık
- Pia Mater (19)

2.3.3. Spinal Arterler ve Venler

Spinal kord ve çıkan sinir köklerinin kanlanması için bir adet anterior spinal arter ve bir çift posterior spinal arter bulunur. Anterior spinal arter, vertebral arterden kaynaklanır ve spinal kordun ön üçte ikisini besler. Posterior spinal arterler ise posterior inferior serebellar arterden türetilir ve spinal kordun arka üçte birlik kısmını besler (14, 16).

Spinal meninkslerin venöz drenajı, iç ve dış vertebral venöz pleksuslar aracılığıyla gerçekleşir. Bu pleksuslar, beyin venöz sistemiyle bağlantılıdır ve diğer drenaj yollarının yanı sıra azigos venöz sistemine, portal venöz sistemine, renal damarlara ve üst ve alt vena kavaya drenaj sağlar. Bu drenaj sistemi karmaşık ve valfsizdir (19).

2.3.4. Spinal Sinirler ve Dermatomlar

Spinal korddan çıkan spinal sinirler, deride belirli bir yayılım alanı göstererek dermatomları oluştururlar. Bu dermatomların bilinmesi, nöroaksiyel blokaj düzeyinin belirlenmesi ve olası komplikasyonların değerlendirilmesinde önemlidir (19, 20).

Bazı dermatomlar şu şekildedir: (20)

- C6: Başparmak
- C7: Orta parmak
- C8: Küçük parmak
- T1: Anteromedial önkol ve kol
- T2: Medial ön kol ve koldan koltuk altı
- T4: Meme ucu

- T6: Ksifoid süreci
- T10: Göbek
- L3: Medial diz
- L4: Diz önü ve medial malleol
- L5: Ayağın sırt yüzeyi ve birinci, ikinci ve üçüncü ayak parmakları
- S1: Lateral malleol

Nöroaksiyel blokaj ile elde edilen duyuşal blok seviyesi, künt uçlu bir iğne kullanılarak (pin prick testi) veya ciltteki ısı değışim hissinin ölçülmesiyle değıerlendirilir. Oluşan motor blok derecesi ise Modifiye Bromage Skalası kullanılarak değıerlendirilir (21).

Modifiye Bromage Skalası: (21)

- Derece 0: Felç yok, bacak tam hareketlidir.
- Derece 1: Kalça hareketi yoktur, ancak diz ve ayak bileğı hareket edebilir.
- Derece 2: Kalça ve diz hareketi yoktur, sadece ayak bileğı hareket edebilir.
- Derece 3: Kalça, diz ve ayak bileğı hareketi yoktur, tam motor blok vardır

2.4. Spinal Anestezi

Spinal anestezi, lokal anestetik ilaçların tek başına veya başka ilaçlarla birlikte subaraknoid aralığa enjekte edilerek oluşturulan geçici duyuşal, motor ve sempatik blokla karakterize edilen bir tür bölgesel anestezi yöntemidir (22).

Endikasyonlar: Spinal anestezi, çeşitli cerrahi işlemlerde tercih edilen bir anestezi yöntemidir. Bu yöntem, alt ekstremitte cerrahileri, alt karn cerrahileri, gluteal bölge ve perine cerrahileri, inguinal ve rektal bölge cerrahileri, lomber vertebra cerrahileri, bazı ürolojik cerrahiler, bazı obstetrik cerrahiler ve sezaryen doğum gibi çeşitli durumlarda kullanılabilir. Spinal anestezi, hastanın alt vücut kısmını uyuşturarak ağrıyı ve duyuşal hissi engeller, böylece cerrahi prosedürün daha rahat ve etkili bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlar. Bu yöntem ayrıca postoperatif ağrı yönetiminde de etkili olabilir (16, 23).

Kontraendikasyonlar: Nöroaksiyel anestezinin (spinal ve epidural), bazı kontrendikasyonları vardır. Mutlak kontrendikasyonlar arasında, hastanın rızasının

olmaması ve intrakraniyal kitle veya işlem yerindeki enfeksiyon (menenjit riski) gibi durumlar nedeniyle artan kafa içi basıncı bulunur.

Göreceli kontrendikasyonlar ise şunlardır: Önceden var olan nörolojik hastalıklar, şiddetli dehidrasyona bağlı hipotansiyon riski, trombositopeni veya koagülopati (özellikle epidural hematoma riski nedeniyle).

Diğer göreceli kontrendikasyonlar arasında, hipertrofik obstrüktif kardiyomiyopati gibi ciddi mitral ve aort stenozu ile sol ventriküler çıkış tıkanıklığı da bulunmaktadır. Koagülopati durumunda, nöroaksiyel bloğun uygulanması yeniden değerlendirilmelidir. Amerikan Bölgesel Anestezi Derneği (ASRA), oral antikoagülanlar, antiplateletler, trombolitik tedavi, fraksiyone olmayan ve düşük moleküler ağırlıklı heparin kullanan hastalar için nöroaksiyel anestezi zamanlamasını detaylı olarak açıklayan güncellenmiş kılavuzlar yayınlamaktadır. Prosedüre devam etmeden önce en son yönergeleri incelemek önemlidir. Bu tür prosedürler genellikle seçmeli olduğundan, devam etmeden önce bir risk/fayda analizi yapılması gerekmektedir (23).

2.5. Nöroaksiyel Anestezi Etkileri

Nöroaksiyel anestezi uygulaması sonrasında görülen sempatik blokaj, değişken düzeylerde kan basıncı ve kalp hızında düşmelere neden olabilir. Bu etki, daha üst dermatomal seviyelerde ve daha yaygın sempatektomi sonucu artış gösterir (13). Arteriyel ve venöz vazodilatasyon, sistemik vasküler dirençte azalma ve venöz dönüşte azalmaya neden olur. Azalan ortalama arteriyel basınca bağlı olarak, koroner kan akımı ve myokardiyal oksijen tüketimi de azalır. Nadir durumlarda, kardiyak liflerin blokajı sonucunda kardiyak arrest meydana gelebilir (16).

2.5.1. Solunum Etkileri

Sağlıklı bireylerde spinal anestezi sonrası solunum sisteminin etkilenmesi genellikle minimaldir. Çünkü diyafragma, C3-C5 segmentlerinden lifler alan frenik sinir tarafından innerve edilir, bu nedenle yüksek seviyeli torakal spinal bloklarda bile sağlıklı insanlarda solunum fonksiyonları fazla etkilenmez. Ancak zorlu ekspirasyona katkısı olan abdominal kasların etkilenmesine bağlı olarak solunum kapasitesinde hafif bir azalma meydana gelebilir. Yüksek seviyeli torakal spinal

bloklarda yardımcı solunum kaslarının paralizi gelişebilir ve solunum diyafragma tarafından kompanse edilir. Ancak bu kompanzasyon, asiti olan, obez, gebe veya ciddi akciğer hastalığı olan hastalarda zorlaşabilir (13).

2.5.2. Gastrointestinal Etkileri

Abdominal organlar, T6-L2 arasındaki sempatik sinir sistemi tarafından innerve edilir. Spinal anestezi uygulaması sonrasında, sempatik blokaj nedeniyle vagal etki öne çıkar. Bu durumda, gastrointestinal organlarda peristaltik hareketler artar, sfinkterler gevşer ve lümen içi basınç artar. Bu etkiler, karın duvarının gevşemesine ve böylece cerrahi koşulların iyileştirilmesine katkıda bulunur (16).

2.5.3. Üriner Sistem Etkileri

Böbrek kan akımının otoregülasyonla kontrol edildiği için, spinal anestezinin böbrek fonksiyonları ve glomerüler filtrasyon hızı üzerindeki etkisi oldukça azdır. Ancak, nöroaksiyel anestezi mesane fonksiyonunu tamamen bloke edebilir, bu da hastalarda idrar retansiyonuna neden olabilir (13).

2.5.4. Merkezi Sinir Sistemi Etkileri

Azalmış ortalama arteriyel basınç, serebral kan akımında azalmaya neden olabilir. Bir araştırmada, bazı hastalarda nöroaksiyel blokajı sonrasında ilk 60 dakika içinde görülen hafif sedasyonun, bu azalmış kan akımı ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Bu bulgu, nöroaksiyel blokaj sonrası hafif sedasyonun olası bir nedenini işaret etmektedir ve hastaların bu etkilerini izlemek ve gerektiğinde tedavi etmek önemlidir (24).

2.5.5. Metabolik ve Endokrin Etkiler

Hastalarda cerrahinin neden olduğu stres, bir nöroendokrin yanıtı yol açar. Nöroaksiyel blokaj, bu nöroendokrin yanıtı kısmen bastırabilir veya tamamen engelleyebilir. Bununla birlikte, bu etki geçicidir ve belirli bir süre sonra tekrar normal stres tepkileri oluşabilir (13).

2.5.6. Komplikasyonlar

Nöroaksiyel anesteziyle ilişkili yaygın komplikasyonların önlenmesine yardımcı olmak için, uygun hasta seçimi ve bakımı son derece önemlidir. Çoğu komplikasyonun görülme sıklığı çok düşüktür, ancak farkında olmak ve uygun önlemleri almak önemlidir. Ciddi komplikasyonların son derece nadir olduğu düşünülse de gerçek sıklığının tahmin edilenden daha az olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle, nöroaksiyel anestezi uygulamasında dikkatli bir şekilde hasta seçimi yapılmalı ve gereken önlemler alınmalıdır (25).

Ters ve abartılı fizyolojik yanıtlar (16)

- İdrar retansiyonu
- Yüksek blok
- Total spinal anestezi
- Kardiyak arrest
- Anterior spinal arter sendromu
- Horner sendromu

İğne/katater yerleşimine bağlı komplikasyonlar (16)

- Sırt ağrısı
- Dural ponksiyon / kaçak
 - Postdural ponksiyon baş ağrısı
 - Çift görme
 - Kulak çınlaması
- Sinir hasarı olması
 - Sinir kökü hasarı
 - Spinal kord hasarı
 - Kauda ekuina sendromu
- Kanama
 - İntraspinal hematoma
- Yanlış yerleşim
 - Etkisiz/yetersiz anestezi
 - Subdural blok
 - İstenmeyen intravasküler enjeksiyon

- Kataterin yer deęiřtirmesi/kopması
- İnflamasyon
 - Araknoidit
- Enfeksiyon
 - Menenjit
 - Abse
- İlaç toksisitesi
 - Sistemik lokal anestezi toksisitesi
 - Geçici nörolojik semptomlar
 - Kauda ekuina sendromu

2.6. Anatomik Yaklaşımlar

2.6.1. Mediyan Yaklaşım (14, 16, 19)

En sık kullanılan yaklaşımdır. İki komşu spinöz proses arasından spinal iğne, kranial yönde 10°-15° açı ile yavaşça ilerletilerek subaraknoid aralığa ulaşılır ve serbest BOS akışı gözlemlenir. Vasküler yapılar orta hatta daha az olduğu için vasküler ponksiyon riski oldukça düşüktür. Cilt ile epidural ve subaraknoid aralık arasındaki mesafe, paramediyan yaklaşıma göre daha kısadır.

Bu yaklaşımda geçilen yapılar şöyledir;

- Cilt
- Cilt altı
- Supraspinöz ligament
- İnterspinöz ligament
- Ligamentum flavum
- Epidural aralık
- Dura mater
- Subdural aralık
- Araknoid mater
- Subaraknoid aralık

2.6.2. Paramediyen Yaklaşım (14, 16, 19)

Lomber lordozun düzleştirilmesinde zorluk yaşandığı durumlarda veya mediyen yaklaşımın uygulanamadığı ya da kalsifiye interspinöz ligamentin varlığı durumunda tercih edilir. Spinal iğnenin ilerletilmesi sırasında tek direnç ligamentum flavum'dur. Ponksiyon noktası, seçilen aralığın üstündeki spinöz çıkıntının kaudal ucunun 1 cm lateral ve 1 cm inferiorunda belirlenir. Spinal iğne, sagittal planda kraniomedial 10°-15° açı ile ilerletilerek subaraknoid aralığa ulaşılır. Paramediyen yaklaşımda, dura matere girişin orta hat yaklaşımındaki gibi olması gerektiği unutulmamalıdır.

Bu yaklaşımda geçilen yapılar şöyledir;

- Cilt
- Cilt altı
- Paravertebral kaslar
- Ligamentum flavum
- Epidural aralık
- Dura mater
- Subdural aralık
- Araknoid mater
- Subaraknoid aralık

2.6.3. Lumbosakral Yaklaşım (Taylor Tekniği)

Bu yaklaşımda, hasta lateral dekübitis pozisyonunda yatırılır ve posterior-superior iliak spinanın en alt noktasından 1 cm mediale ve 1 cm kaudale gidilerek işaretlenir. Spinal iğne bu işaretlenen noktadan giriş yapar ve yaklaşık olarak 55 derecelik bir açıyla medial ve kranial yöne doğru ilerletilir (22).

2.7. Spinal Anestezi Etki Mekanizması

Spinal anestezi, lokal anestetik maddenin beyin omurilik sıvısına verilmesiyle gerçekleşir. Bu işlem, periferik sinir köklerini ve dorsal kök ganglionlarını etkiler. Lokal anestetik madde, subaraknoid alandaki sinir kökleri ve duysal kök gangliyonlarına bağlanarak sinir iletimini engeller, böylece sinir blokajı oluşturur.

Subaraknoid boşluktaki sinirler, dura ile kaplı sinirlere göre daha kolay bir şekilde lokal anestezi maddeye maruz kalarak hızlı bir şekilde etkilenir ve bloke olur. Nöral blokajın hızı, sinir lifinin boyutuna (μm), miyelinizasyon derecesine ve yüzey alanına bağlı olarak değişir. En duyarlı lifler arasında küçük preganglionik sempatik B lifleri (1-3 μm , minimal miyelinli) yer alır. Duyusal sinirler arasında, soğukluk-sıcaklık duyusunu ileten C lifleri (0.3-1 μm , miyelinsiz) ve iğne batması hissini ileten A-delta lifleri (1-4 μm , miyelinli) daha erken ve kolay bir şekilde bloke olur. Dokunma duyusunu ileten A-beta lifleri (5-12 μm , miyelinli) ise diğer duyu liflerinden daha dirençlidir. Daha büyük A-alfa motor lifleri (12-20 μm , miyelinli) herhangi bir duyu lifinden daha dirençlidir ve blokaj etkisine karşı daha dayanıklıdır (26). Sinir blokajının geri gelmesi, blokajın en son gerçekleştiği nöronlardan başlayarak gerçekleşir. Önce motor fonksiyonlar, ardından dokunma, iğne batması ve son olarak ısı duyusu yeniden normale döner (27).

Sinir liflerinin çeşitli kalınlıkları, miyelin kaplaması olup olmamaları ve lokal anesteziklerin farklı konsantrasyonları, diferansiyel sinir blokajına neden olur. Anestezinin başlangıcında, sempatik, duyu ve motor sinirler aynı anda bloke olmazlar. Enjeksiyon yerinden uzaklaştıkça lokal anestezi konsantrasyonunun azalması da diferansiyel sinir blokajında etkili olabilir. Bu tipik olarak, en sefalden başlayarak ısı duyusunun, daha sonra birkaç segment aşağıda duyu (ağrı, hafif dokunma) blokun ve en sonunda birkaç segment daha aşağıda motor blokun meydana gelmesiyle sonuçlanır (27).

2.7.1. İntratekal İlaç Yayılmını Etkileyen Faktörler

Spinal bloğun seviyesini etkileyen faktörler üç ana başlıkta incelenebilir (28).

Enjekte Edilen İlacın Özellikleri

- Barisite
- Hacim/doz/konsantrasyon
- İlacın sıcaklığı
- Vizkozite
- Katkı maddeleri

Klinik Teknik

- Enjeksiyon yeri

- Hasta pozisyonu
- İğne tipi ve yönü
- Epidural enjeksiyon

Hasta Özellikleri

- Yaş
- Cinsiyet
- Vertebral kolonun anatomik yapısı
- İntraabdominal basınç
- Gebelik
- Hastanın boyu ve kilosu
- Beyin omurilik sıvı hacmi

2.8. Spinal Prosedür için Konumlandırma

Nöroaksiyel prosedürlerde optimum hasta konumlandırması, başarı için kritik bir öneme sahiptir. Bu konumlandırmanın amacı, omurganın dönmesini önlemek ve iğnenin omurganın kemikleri arasına yerleştirilmesi için düz bir yol oluşturmaktır. Spinal anestezi genellikle üç pozisyonda uygulanabilir. En sık tercih edilen pozisyon, klinik uygulamalara bağlı olarak oturur ve yan pozisyonlardır (29).

2.8.1. Oturur Pozisyon

Oturma pozisyonu, genellikle en yaygın kullanılan pozisyonudur ve özellikle iri yapılı hastalarda kemik işaretlerinin hissedilmesi zor olduğunda faydalı olabilir. Hasta düz ve dik bir şekilde oturuyorsa, orta hattın belirlenmesi yan pozisyona göre daha kolay olabilir. Özellikle çok düşük sakral spinal anestezi için, hiperbarik lokal anesteziklerin (LA) kullanılması durumunda oturma pozisyonu tercih edilir.

Oturma pozisyonunda, hastanın bacakları yatağın kenarından sarkmalı ve ayakları hareketsiz bir tabure üzerine yerleştirilmelidir. Hastanın sırtının, klinisyenin karşısındaki tarafında olması için dizlerin arkası yatağın kenarına doğru olmalıdır. Lomber omurganın fleksiyonuna izin vermek için hastanın omuzlarının kalçalarının üzerinde olacak şekilde simetrik bir şekilde eğimli olması istenir. Hastanın kolları genellikle dirseklerden bükülmüş, önkolları ve elleri ise uylukların üzerine hafifçe

dayanacak şekilde oturtulur. Alternatif olarak, hasta kollarını yastıklı bir Mayo standına dayayabilir; ancak hastanın lomber lordozu artıracığı için öne doğru eğilmesi engellenmelidir (29 – 31).

2.8.2. Lateral Dekübit Pozisyon

Sol veya sağ lateral dekübit pozisyonu tercih edilebilir ve spinal ilaç preparatının barisitesi (yoğunluğu) göz önüne alınarak seçilir. Örneğin, eğer sol bacak ameliyatı için hiperbarik bir ilaç kullanılacaksa, hasta sol tarafı aşağıya bakacak şekilde konumlandırılmalıdır. Cerrahi pozisyon barisite açısından bir sorun teşkil etmiyorsa, sol lateral pozisyon genellikle sağ elini kullanan bir klinisyen için daha rahat olabilir.

Hastanın sırtı, masanın klinisyene en yakın kenarına paralel ve dikey olmalıdır; kalçalar üst üste hizalanmalıdır. Uyluklar, kalçalar maksimum fleksiyonda olacak şekilde yukarı çekilir ve hastadan alt sırtını "dışarı itmesi" veya "yuvarlaması" istenir. "Kıvrılması" talimatı verilen hastalar genellikle sırtlarının üst kısmını kıvrır ve alt omuz yatağa sabitlendiğinden bu, omurganın dönmesine neden olabilir. Bağımlı omzun bir asistan tarafından öne çekilmesi gerekebilir. Kalçası geniş olan hastalarda öne eğilmeyi önlemek için bacak altına ve arasına yastık konulması gerekebilir (29, 32).

2.8.3. Prone (Yüzüstü) – Jackknife Pozisyon

Bu pozisyon bazen rektal veya kıl dönmesi cerrahisinde spinal anestezi için tercih edilir. Hasta, kalçaları bükülmüş halde (yani çakı pozisyonu) göğüs destekleri üzerine yerleştirilir. Hastalar yüzüstü pozisyondayken delme işlemi gerçekleştirilecekse, lordozu düzeltmek ve omurga aralığını artırmak için karın altına bir ped yerleştirilmelidir. Bu ortamda, öncelikle alt lomber ve sakral sinir köklerini uyuşturmak için hipobarik veya izobarik spinal ilaç kullanılır (29, 32).

2.9. Santral Nöroaksiyel Bloklarda (CNB) Ultrasonografi Kullanımı

CNB uygulaması geleneksel olarak iğne yerleştirme sırasında dokusal geri bildirim ile birlikte kemik anatomik işaretlerin, yani iliak tepelerin ve spinöz

proseslerin palpasyonuna dayanmaktadır. Bununla birlikte, bu yer işaretlerinin doğru bir şekilde tanımlanması zor olabilir (33).

Tuffier çizgisi, her iki iliak krestini birleştiren çizgidir ve genellikle vertebra kolonunu L4-L5 intervertebral boşluk veya L4 vertebra seviyesinde keser. Ancak, kronik ortopedik rahatsızlıklar, kronik ağrı, aşırı kilo veya lomber ponksiyon için pozisyon vermedeki zorluklar nedeniyle belirleme işlemi bazı ortopedik hastalarda zor olabilir (2).



Şekil 2.1. Tuffier hattına göre uygun spinal aralığı belirleme (oturur pozisyon)

Ultrason teknolojisindeki son gelişmeler ve bunun CNB gibi prosedürlere uygulanması, geleneksel anatomik dönüm noktalarına dayalı tekniklerin birçok eksikliğini gidermiştir (4). Ultrason görüntüleme, CNB'ler için kullanıldığında çeşitli avantajlar sunar. Non-invazif, güvenli ve kullanımı basittir; gerçek zamanlı görüntüler sağlar, yatak başı kullanılabilir ve önemli yan etkisi yoktur. Özellikle ilgi çekici olan, altta yatan anormal veya değişken omurga anatomisinin tanımlanmasında ve zor bir CNB'nin tahmin edilmesinde kullanılmasıdır. Şu anda,

çoğu durumda, prosedür öncesi bir tarama (ultrason destekli) olarak veya bir CNB sırasında, gerçek zamanlı olarak iğne yerleştirmeye rehberlik etmek için kullanılmaktadır (4).

İşlem öncesi tarama, orta hattı belirleme, hedeflenen intervertebral boşluğu tespit etme, epidural veya intratekal boşluğun derinliğini ölçme ve teknik zorlukları tahmin etme açısından değerlidir. Ultrasonun epidural yerleştirme için kullanılması aynı zamanda ilk denemede epidural erişimin başarı oranını artırır, iğne geçişlerinin sayısını azaltır, delme ihtiyacını azaltır ve işlem sırasında hasta konforunu artırır (4).

Hasta, blok için oturma veya lateral dekübit pozisyonuna yerleştirilirken, lomber omurga öne doğru fleksiyona getirilir. Bu, lomber lordozun azalmasını sağlar, lomber interspinöz boşluklarını açar ve genel olarak akustik pencereyi iyileştirir. Yetişkinlerde lumbosakral omurgayı görüntülemek için düşük frekanslı (5-1 MHz) kavisli prob kullanılır, çünkü ilgili nöroaksiyel yapılar derinlikte (5-7 cm) yer alır. Ayrıca, kavisli proplar özellikle daha derin alanlarda geniş bir görüş alanı (örneğin, iraksak ışın) sağlar (4, 33).

2.10. Lomber Sonoanatomi

Ultrason, kemiğe nüfuz etmez ve yoğun bir akustik gölge oluşturur. Bu nedenle, lomber omurganın sonoanatomisinin yorumlanmasında önemli olan karakteristik akustik gölgeleme modellerine sahip lomber vertebranın posterior kemik yüzeyleri, anahtar rol oynar. Kemik yapılar (spinöz proses, laminalar, artiküler prosesler, transvers prosesler ve vertebral cisim) ultrason altında hipoeoik (siyah) gölge oluşturan hiperekoik (beyaz, parlak) yapılar olarak görünürler. Ligamentler (ligamentum flavum, interspinöz ligament ve posterior longitudinal ligament) ve membranlar (dura mater), kemiklere göre daha az hipoeoik özellik gösterirler. Yağ ve kas dokuları ise nispeten hipoeoik olarak görülür ve kemikler ve ligamentlerden daha koyu bir görüntü oluşturur. Ayrıca, ultrasonda sıvı da hipoeoik olarak gözlenir. Vertebral kanalın görüntülenmesi, interlaminar ve interspinöz boşluklardaki yumuşak doku akustik pencereleri aracılığıyla mümkündür (33, 34).

Transvers interlaminar/interspinöz (TI) görünüm ve parasagittal oblik (PSO) görünüm, genellikle klinik uygulamada en önemli olanlardır. Çünkü ligaman

flavum, posterior dura, spinal kanal, anterior dura ve posterior longitudinal ligament gibi majör nöroaksiyel yapıların görselleştirilmesini sağlarlar (35).

Omurganın yapılarını belirleme değerlendirmesinde beş temel ultrason görüntüsü vardır (33);

- Parasagittal transvers proses görünümü,
- Parasagittal artiküler proses görünümü,
- Parasagittal oblik (PSO/interlaminar) görünüm,
- Transvers spinöz proses görünümü,
- Transvers interlaminar (TI/interspinöz) görünüm.

2.10.1. Parasagittal Transvers Proses Görünümü

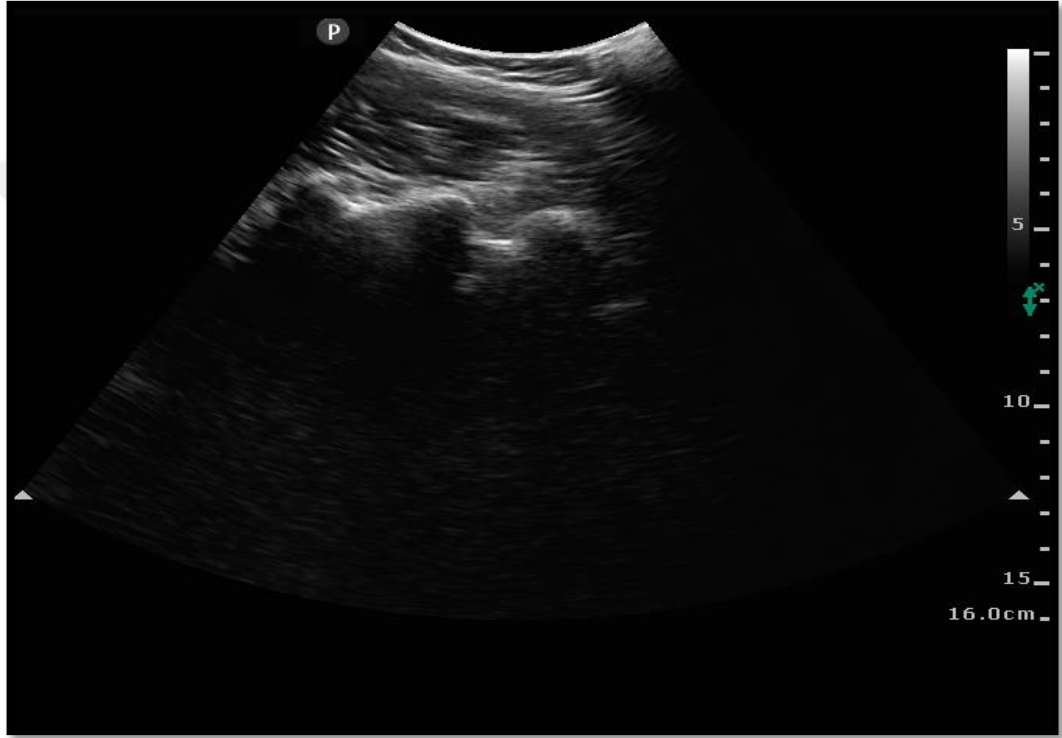
Ultrason probu, alt lomber omurganın üzerine orta hattın birkaç santimetre lateraline parasagittal yönde yerleştirilir. Bu pozisyon, transvers prosesleri psoas majör kasından ayıran "parmak benzeri akustik gölgeleri" gösterecektir. Erektör spina kası ise transvers prosesleri yüzeyselinde(arkasında) bulunur (33, 35).



Şekil 2.2. Transvers prosesler ve aralarında psoas majör kası

2.10.2. Parasagital Artiküler Proses Görünümü

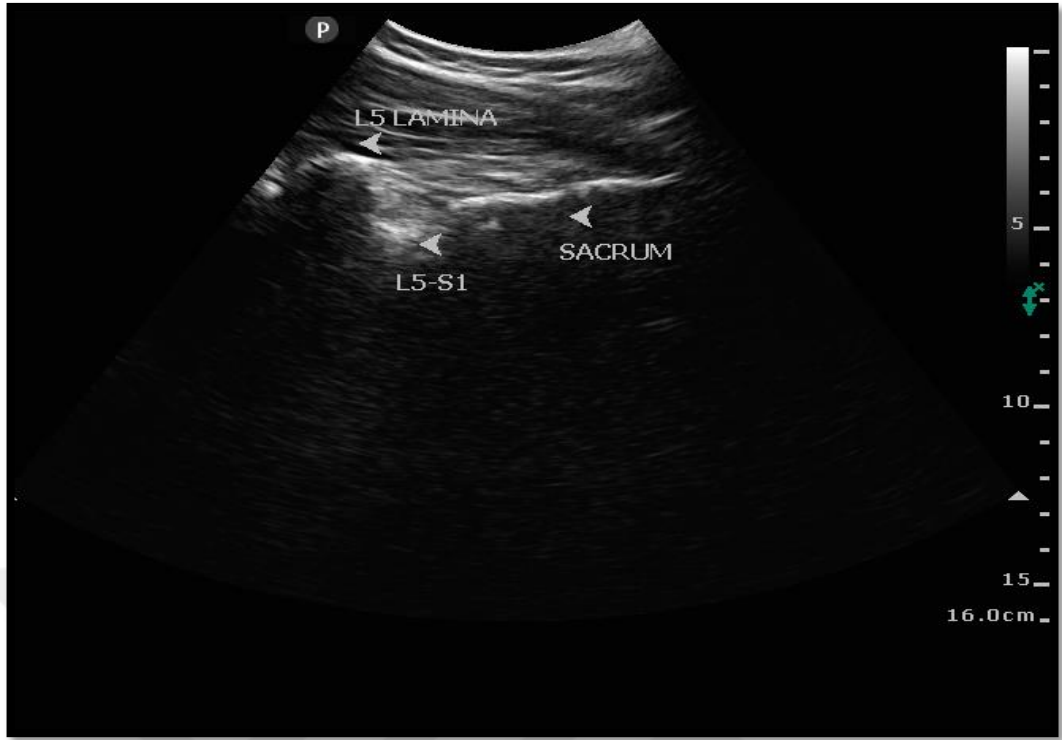
Sagittal yönelimi koruyarak, ultrason probu artık transvers proseslerin akustik gölgelerinden, üst ve alt artiküler proseslerinin üst üste gelerek oluşturduğu tümsek benzeri gölgelere doğru medial olarak hareket ettirilir. Artiküler proses görünümü, akustik gölgelerin daha yüzeysel derinlikte olduğu, transvers proses görünümünden ayrılan bir desen sunar (33).



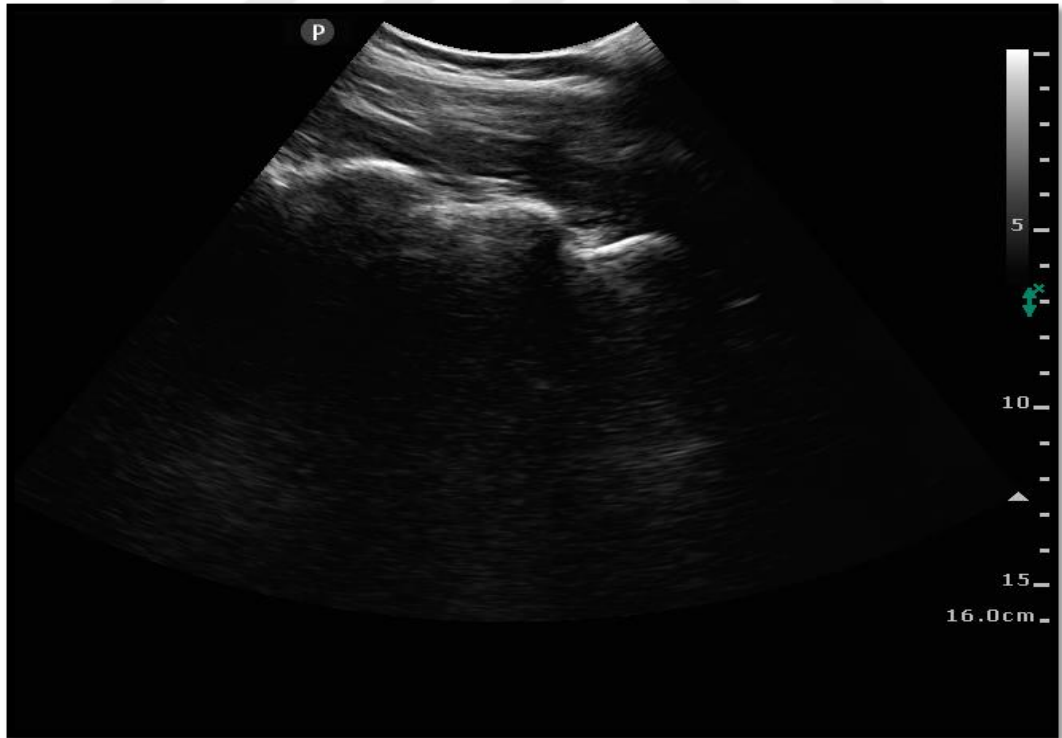
Şekil 2.3. Artiküler prosesler

2.10.3. Parasagital Oblik Görünüm

Ultrason probu artiküler proseslerinin tümsekli modelinden başlayarak yanal-orta yönde yönlendirilir. Bu yönlendirme, akustik gölgelerin 'testere dişi' desenine dönüşmesini sağlar, bu da 'dişlerin' aşağı doğru eğimli laminalarına ve aralarındaki boşluklara denk gelir. Bu sayede PSO görüntüsü vertebral kanala doğru akustik bir pencere sağlar (33).



Şekil 2.4. Parasagittal oblik görünüm (sakral seviye)



Şekil 2.5. Parasagittal oblik pencerede laminaların oluşturduğu testere dişi görünümü

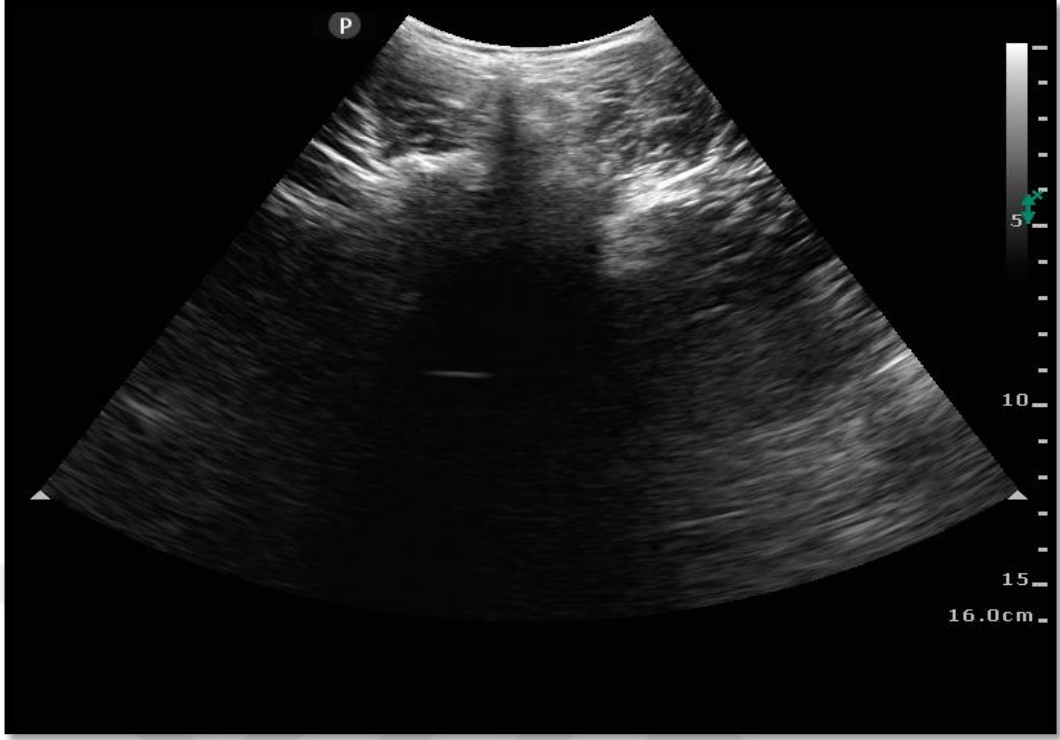
Ultrason ışınının nüfuz ettiği yapılar arasında ligamentum flavum, epidural boşluk, arka dura, intratekal boşluk ve anterior dura bulunur. Ligamentum flavum, epidural boşluk ve arka dura hiperekoik doğrusal yapılar olarak görünür ve arka kompleks olarak adlandırılırken, anterior dura, posterior longitudinal ligaman ve vertebral gövdenin ve disklerin arka sınırı, daha derin, hiperekoik bir doğrusal yapı oluşturur ve anterior kompleks olarak adlandırılır. Pratikte, bu komplekslerin bireysel elemanları genellikle ayırt edilemez (33).



Şekil 2.6. Parasagittal oblik pencereden anterior ve posterior kompleks görünümü

2.10.4. Transvers Spinöz Proses Görünümü

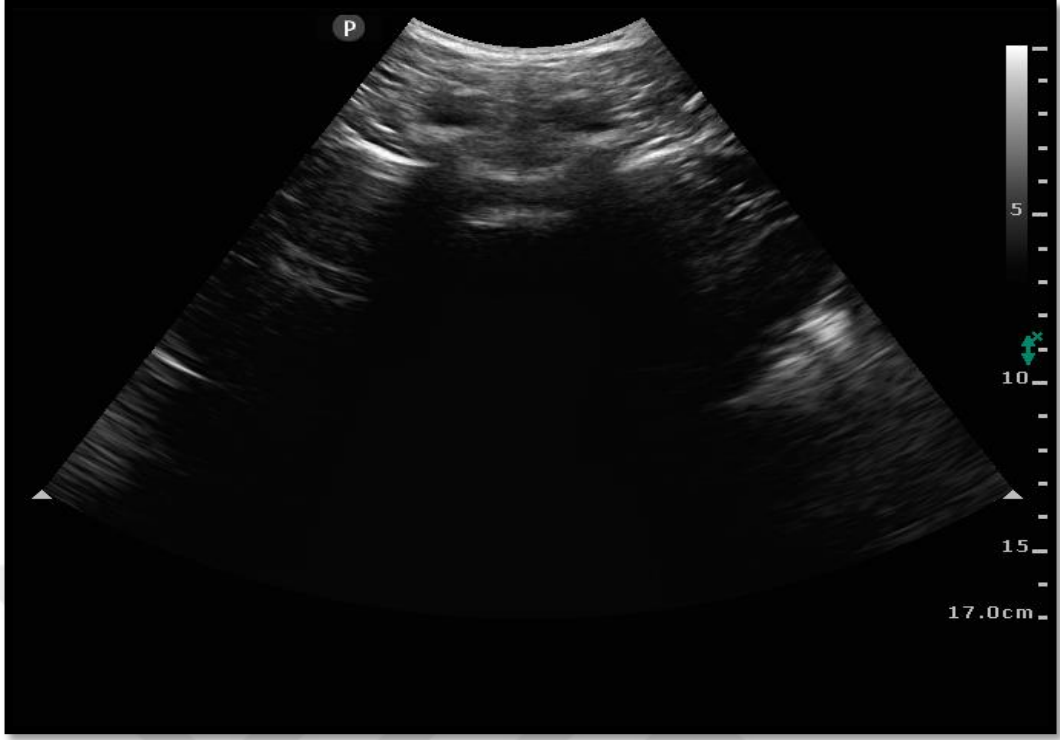
Transvers spinöz proses görünümü elde etmek için ultrason probu yatay bir yönde yerleştirilir, probun merkezi orta hat üzerinde olmalıdır. Spinöz çıkıntının üzerine ultrason ışını yerleştirildiğinde, spinöz çıkıntının ucu, uzun ve yoğun bir akustik gölge üzerinde yer alan yüzeysel bir hiperekoik 'başlık' olarak belirir. Spinöz çıkıntının lateralinde, erektör spina kası görüntülenebilir; vertebral gövdenin lamina kısmı ise erektör spina kasının ön sınırı seviyesinde kendi yoğun akustik gölgesini oluşturur (33).



Şekil 2.7. Transvers pencereden spinöz proses gölgesi

2.10.5. Transvers İnterlaminer/İnterspinöz Görünüm

Transvers spinöz proses görünümünden başlayarak, transvers interlaminer (TI) görünümü elde edilir. Bu görünüm, probun sefalik veya kaudal yönde kaydırılmasıyla, ışın spinöz prosesler arasındaki akustik pencereye doğru hareket ettirilerek elde edilir. Spinöz prosesler arasındaki açığı telafi etmek için yatay düzlemde hafif bir sefalik eğim uygulanabilir. İnterspinöz bağ, hipoekoik bir orta hat şeridi olarak belirir. Hipoekoik intratekal boşluk, anterior ve posterior komplekslerin paralel hiperekoik çizgileri ile anterior ve posterior olarak sınırlanmıştır (33).



Şekil 2.8. Transvers interspinöz görünüm

2.11. İşlem Öncesi Ultrasonografi Destekli Orta Hat Yaklaşımı (36)

1. Ultrason probunu transvers olarak orta hat üzerine yerleştirerek spinöz proseslere dayalı olarak orta hattı doğrulayın (transvers spinöz proses görünümü).

2. Interlaminar boşluğun yerini belirlemek ve nöroaksiyel ponksiyon için en uygun intervertebral seviyeyi seçmek için parasagittal oblik görünümü veya transvers interlaminar görünümü kullanın.

3. İğne yerleştirme noktasını ve iğne yörüngesinin açısını belirlemek için transvers interlaminar görünümü kullanın. Ultrason probunu intratekal boşluğu görselleştirmek için sefalik veya kaudal yönde eğebilirsiniz. Ayrıca, posterior ve anterior komplekslerin en net şekilde görüntülendiği probun üç boyutlu açısını da dikkate alın.

4. İğne yerleştirme derinliğini tahmin etmek için deriden arka komplekse olan mesafeyi ölçün.

5. Önceden belirlenen yerleştirme noktasına ve yerleştirme açısına uygun bir şekilde iğneyi yerleştirerek nöroaksiyel bloğu gerçekleştirin.

2.12. İşlem Öncesi Ultrasonografi Destekli Paramedian Yaklaşım (36)

1. Ultrasonografi ile spinöz proseslerin transvers görünümünden nöroaksiyal orta çizgiyi doğrulayın.

2. Transvers görünümü kullanarak interspinöz boşluğunu bulun. Eğer mümkünse, parasagital oblik görünümü kullanarak interlaminar boşluğu belirleyin ve nöroaksiyal ponksiyon için intervertebral seviyeyi seçin.

3. Orta çizgi, spinöz proses ve interlaminar boşluğu belirlendikten sonra, spinal iğneyi alt spinöz sürecin yaklaşık olarak 1 cm üstüne ve orta çizginin 1 cm lateraline veya üst spinöz sürecin kaudal ucu yaklaşık olarak 1 cm altına ve orta çizginin 1 cm lateraline yerleştirin.

4. İğne yerleştirme işlemi sırasında hafif medial (5-10 derece) ve sefalik (5-10 derece) açılı konumlandırma, geleneksel paramedian yaklaşıma benzer şekilde gerekebilir.

Yukarıdaki yaklaşım, geleneksel paramedian yaklaşıma benzer şekilde temel kemik yapıların konumuna dayanmaktadır. Ancak, ultrason taramasının yardımıyla, altta yatan kemik yapıların daha hassas bir şekilde belirlenmesi mümkündür.

2.13. Parasagital Oblik Görüşe Dayalı, İşlem Öncesi Ultrasonografi Destekli Paramedian Yaklaşım (36)

1. Transvers spinöz proses görünümünde orta çizgiyi doğrulayın ve probu, hafif bir medial eğimle orta hattan 1-2 cm lateral olacak şekilde uzunlamasına yönde uygulayın.

2. Parasagital oblik görünümde interlaminar boşluğu tanımlayın ve en büyük interlaminar boşluğu sağlayan intervertebral seviyeyi seçin.

3. Laminalar arası boşluğun en net görüntüsünü sağlayan sagittal düzlemin medial açısını belirleyin. Bazı durumlarda probun hafif sefalik veya kaudal açıya sahip olması gerekebilir.

4. Deriden arka komplekse olan mesafeyi ölçerek iğne yerleştirme derinliğini tahmin edin.

5. Belirlenen yerleştirme noktasına belirlenen açıyla bir iğne yerleştirin.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma; Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesinde, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı tarafından, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı ameliyathanesinde, elektif olarak planlanan, spinal anestezi altında ameliyatı yapılan hastalarda; her hastadan işlem öncesinde onam alınarak yapılmıştır. Prospektif gözlemsel olarak planladığımız bu çalışmamız; Akdeniz Üniversitesi Tıbbi Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu'nun 25.01.2024 tarih ve TBAEK-16 sayılı kararı ile izin alınarak gerçekleştirilmiştir (Ek-1).

3.1. Hastaların Seçimi ve Çalışma Planı

Araştırmamız, Mart 2024- Eylül 2024 tarihleri arasında yapılmıştır. 6 aylık süre içerisinde, Ameliyathaneye gelen ve spinal anestezi planlanan her hasta değerlendirildi. Spinal anesteziyi kabul eden, lomber fleksiyonu kısıtlı olmayan, çalışmaya katılmayı kabul eden hastalar çalışmaya dahil edilmiştir.

Çalışma dışı bırakılma kriterleri;

1. Hastanın katılmayı reddetmesi,
2. <18 yaş,
3. Skolyoz tanısı olan hastalar,
4. Lomber cerrahi geçirmiş olmak,
5. Ultrasonografik görüntüleme yapılamayacak ve uygun pozisyonda duramayacak kemik eklem hastalığı olan hastalar,
6. Lomber fleksiyonu kısıtlı hastalar,
7. Çalışma sırasında değerlendirmeler yapılırken tolere edemeyenler ve çalışmadan çıkmak isteyenler.

3.2. Çalışma Protokolü

Çalışma ameliyathaneye hastanın girişi ile başladı ve spinal USG yapılmasının ardından sonlandırıldı. Ameliyathaneye gelen hastalar operasyon masasına alındı ve standart monitörizasyon (EKG, nabız oksimetre ve non-invaziv kan basıncı) uygulanırken intravenöz kanülasyon yapılarak kristaloid sıvı bağlandı.

Hastaya spinal anestezi yapılacakmış gibi optimal pozisyon verildi. Pozisyon olarak oturur pozisyon seçildi. Ardından bir anestezi asistanı ponksiyon yapmayı planladığı aralığı (L3-L4 aralığı veya L4-L5 aralığı) sağ ve sol krista iliaka'nın en üst çizgisini birleştiren hat (Tuffier çizgisi) yöntemiyle tespit etti ve bu bölgeye belirli bir harften oluşan kod verilerek işaretlendi. Koyulan işaret hasta önlüğü ile örtüldü. Ardından spinal USG konusunda yetkin, palpasyon ile belirlenen bölge hakkında bilgisi olmayan, kıdemli bir anestezi doktoru tarafından görüntüleme yöntemi için 'Toshiba-Aplio500' markalı USG cihazının 2-5 Mhz'lik konveks probu kullanıldı. USG ile lomber aralıklar tespit edildi ve kod verilen yerin bulunduğu spinal aralığın gerçekte hangi bölge olduğu kaydedildi.

Lomber aralık belirlenirken şu aşamalar kullanıldı:

1. USG ile spinöz proseslerin transvers görünümünden nöroaksiyal orta çizgi doğrulandı.
2. USG parasagital oblik yerleştirildi. İşareti sefali gösterecek şekilde vertebranın en alt ucuna longitudinal olarak yerleştirdi.
3. Öncelikle sacrum ve L5-S1 intervertebral aralık belirlendi.
4. Ardından her bir lomber lamina ve lomber aralıklar belirlenerek yukarıya doğru her bir lomber aralık işaretlendi.
5. Tuffier çizgisine göre belirlenen hedef lomber aralığın gerçekte hangi intervertebral aralık olduğu belirlenerek kaydedildi.

3.3. Araştırılan Primer Sonuçlar

Tuffier çizgisine göre belirlenen hedef spinal aralık, kronik ortopedik bozukluklar, kronik ağrı, aşırı kilo veya lomber ponksiyon için pozisyon verme zorlukları nedeniyle ortopedik hastalarda belirlenmesi zor olabilir.

Bu çalışmanın amacı; Tuffier çizgisine göre belirlenen hedef aralığın ultrason değerlendirmesi ile farklı olup olmadığını belirlemektir.

3.4. Araştırılan Sekonder Sonuçlar

Karşılaştırmalar arasında fark çıkarsa, bu farklılığın; hastanın cinsiyeti, boyu, kilosu, VKİ, bel çevresi, boyun çevresine göre veya Tuffier çizgisine göre belirleme yapan kişinin deneyimine bağlı farklılık yaratıyor mu bakmaktır.

3.5. İstatiksel Yöntemler

Çalışmada istatistiksel analizler SPSS 27.0 (IBM Inc, Chicago, IL, USA) programı kullanılarak yapılmıştır. Sayısal değişkenlerin normal dağılıma uygunluk değerlendirmesi için Kolmogrov-Smirnov testi, histogram analizleri, skewness/kurtosis verileri ve Q-Q plots grafikleri kullanıldı. Nitel parametreler frekans (n) veya yüzde (%) ile tanımlandı. Çalışmada elde edilen sayısal verilerin tanımlayıcı istatistikleri analiz edildi ve parametreler IQR (çeyrekler dilimi; medyan [minimum-maksimum]) veya ortalama $\pm$ SS olarak ifade edildi. İki grup arasındaki ilişkiler Mann-Whitney U testi veya bağımsız t-testi ile incelendi. Normal dağılım gösteren parametrelerde, gruplar arası varyans analizleri Levene testi ile gerçekleştirildi. Doğruluk (accuracy) üzerinde doğrudan etki eden faktörler tek değişkenli ve çok değişkenli bütünsel model içerisinde Logistik regresyon (LR) analizleri ile ortaya kondu. Kategorik parametreler arasındaki ilişkiler Pearson ki-kare veya Fisher's exact (doğruluk) testleri ile detaylandırıldı. Nicel parametrelerin cut-off (kesim) değerleri ve prediktif kabiliyetler ROC analizi ile detaylandırıldı. Çalışmanın tümünde tip-I hata oranı %5 ($\alpha=0,05$) olarak baz alınmış ve $p<0,05$ düzeyi anlamlı sınır olarak kabul edilmiştir.

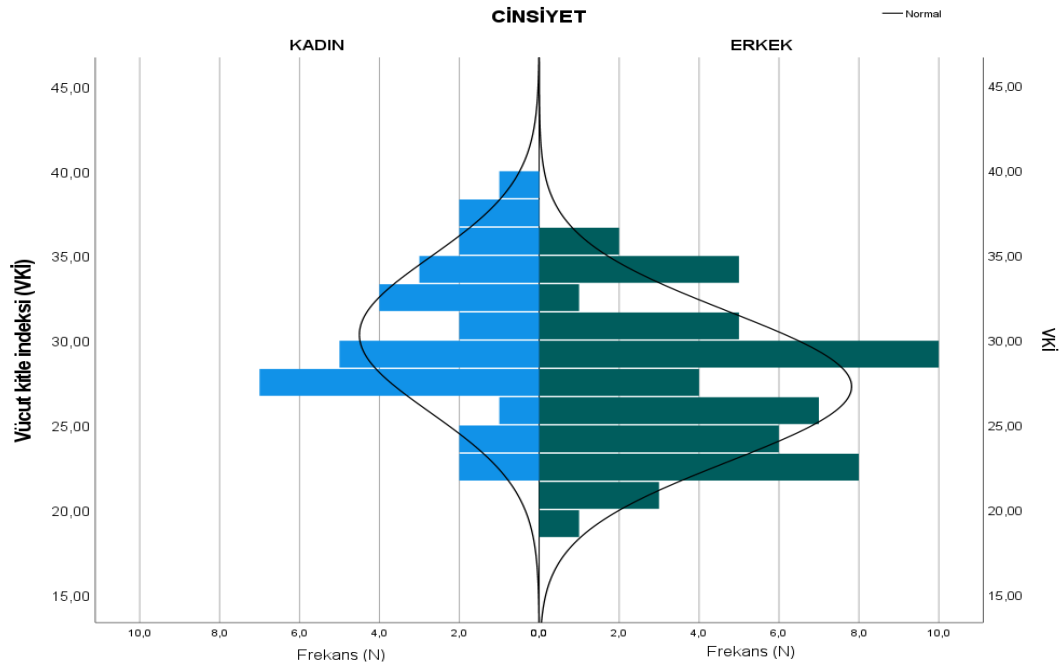
4. BULGULAR

Çalışmamız 52 erkek (%62,7) ve 31 (%37,3) kadın olmak üzere toplamda 83 örneklem ile gerçekleştirilmiştir. Hastaların nicel parametrelerinin örneklemdeki dağılım özellikleri Tablo 4.1’de, cinsiyete göre VKİ indeksi dağılımı ise Grafik 4.1’de özetlenmiştir.

Tablo 4.1. Nicel parametrelerin spinal anestezi uygulanacak hastalardaki genel dağılım özeti

Parametre	Birim	Minimum	Maksimum	Dağılım †
Yaş	yıl	19	78	53 (19 – 78)
Boy	cm	146	190	168,0±11,0
Kilo	kg	48	112	80,0±12,0
VKİ	kg/m ²	18,4	40,0	28,4±4,69
Bel Çevresi	cm	67	132	99,0±14,0
Boyun Çevresi	cm	32	50	41,0±4,0
Deneyim Yılı	yıl	1	5	2 (1 – 5)

† Parametreler normal dağılım özelliklerine göre ortalama±standart sapma veya çeyrekler dilimi [medyan, minimum ve maksimum] şeklinde ifade edilmiştir.



Grafik 4.1. Cinsiyete göre VKİ dağılım özeti

Tuffier baz alınarak yapılan prediksyon başarıları ve sonografik ölçüm (USG) sonuçlarının dağılımı Tablo 4.2’de özetlenmiştir.

Tablo 4.2. Tuffier ve ultrasonografi (USG)'ye göre vertebra düzeylerine yönelik hekimlerin karar dağılım özeti

	Seviye Kararı	Frekans	Yüzde (%)
Tuffier L3-L4	Diğer (0) *	24	%28,9
	L3-L4 kararı (1)	59	%71,1
Tuffier L4-L5	Diğer (0) *	59	%71,1
	L4-L5 kararı (1)	24	%28,9
USG L3-L4	Diğer (0) *	42	%50,6
	L3-L4 kararı (1)	41	%49,4
USG L4-L5	Diğer (0) *	62	%74,7
	L4-L5 kararı (1)	21	%25,3

* Diğer lomber vertebral aralık düzey kararı

Tuffier baz alınarak yapılan L3-L4 prediksyon başarıları ve sonografik ölçüm (USG) sonuçları karışıklık matrisi ile değerlendirilmiştir. Yapılan incelemede Tuffier çizgisi baz alınarak gerçekleştirilen düzey tayininde ise 59 hasta için L3-L4 kararı alınmış ve bunun 36’sının doğru olduğu (USG ile uyumlu) görülmüş ve Tuffier çizgisi baz alınarak L3-L4 için pozitif prediktif değer (PPV) %61 olarak not edilmiştir (Tablo 4.3).

Tablo 4.3. Tuffier L3-4 ve USG L3-L4 kararlarının detaylandırılmış karışıklık matrisi

		USG L3-L4			Total
		Diğer (0)*	L3-L4 (1)		
Tuffier L3-L4	Diğer (0) *	Frekans (n)	19	5	24
		Satırsal %	%79,2	%20,8	%100
		Sütünsal %	%45,2	%12,2	%28,9
	L3-L4 Kararı (1)	Frekans (n)	23	36	59
		Satırsal %	%39,0	%61,0	%100
		Sütünsal %	%54,8	%87,8	%71,1

Tablo 4.3. (Devam). Tuffier L3-4 ve USG L3-L4 kararlarının detaylandırılmış karışıklık matrisi

		USG L3-L4		Total
		Diğer (0)*	L3-L4 (1)	
Total	Total	42	41	83
	Satırsal %	%50,6	%49,4	%100
	Sütünsal %	%100	%100	%100

* Diğer lomber vertebral aralık düzey kararı

Tuffier baz alınarak yapılan L4-L5 prediksyon başarıları ve sonografik ölçüm (USG) sonuçları karışıklık matrisi ile değerlendirilmiştir. Yapılan incelemede Tuffier çizgisi baz alınarak gerçekleştirilen düzey tayininde ise 24 hasta için L4-L5 kararı alınmış ve bunun 14'ünün doğru olduğu (USG ile uyumlu) görülmüş ve Tuffier çizgisi baz alınarak L4-L5 için pozitif prediktif değer (PPV) %58,3 olarak not edilmiştir (Tablo 4.4).

Totalde bakıldığında 83 hasta içerisinde 50 hasta için Tuffier çizgisi ile doğru prediksyon yapıldığı (hem L3-4 hem L4-5 düzeylerinin doğru predikte edildiği) anlaşılmış ve genel (overall) doğruluk oranının (accuracy) %60,24 olduğu anlaşılmıştır (Tablo 4.5).

Tablo 4.4. Tuffier L4-5 ve USG L4-L5 kararlarının detaylandırılmış karışıklık matrisi

		USG L4-L5		Total	
		Diğer (0)*	L4-L5 (1)		
Tuffier L4-L5	Diğer (0) *	Frekans (n)	52	7	59
		Satırsal %	%88,1	%11,9	%100
		Sütünsal %	%83,9	%33,3	%71,1
	L4-L5 Kararı (1)	Frekans (n)	10	14	24
		Satırsal %	%41,7	%58,3	%100
		Sütünsal %	%16,1	%66,7	%28,9
Total	Total	62	21	83	
	Satırsal %	%74,7	%25,3	%100	
	Sütünsal %	%100	%100	%100	

* Diğer lomber vertebral aralık düzey kararı

Tablo 4.5. Ölçümler arası doğruluk (accuracy) oranları

	Frekans	PPV	Genel (Overall) Doğruluk Oranı
L3-L4 Kararı (1)	36	%61	%60,24 [†]
L4-L5 Kararı (1)	14	%58,3	

*USG sonuçları referans alınmış ve gerçek düzey açısından altın standart kabul edilmiştir.

[†] L3-4 ve L4-5 düzeylerinin birlikte doğruluğu (accuracy) baz alınmıştır.

USG ile yapılan değerlendirmede hastaların 62'si için L3-4 veya L4-5 kararı alınırken, 21'i için farklı düzeyler not edilmiştir. USG ölçüm sonuçlarının detaylı dağılımı Tablo 4.6'da özetlenmiştir.

Tablo 4.6. USG ile tespit edilen düzeylerin genel dağılım özeti

	Frekans (n)	Yüzde (%)
USG Sonuçları	L1-L2	4
	L2-L3	15
	L3-L4	41
	L4-L5	21
	L5-S1	2
	Total	83
		%100

Tuffier çizgisi baz alınarak yapılan düzey değerlendirmeleri USG ile kıyaslandığında, 9 hasta için bir seviye daha aşağısı (alt), 17 hasta için bir seviye yukarısı (üst) ve 7 hasta için iki seviye yukarısı (üst) olmak üzere prediksyonda sapmalar görülmüş ve ilgili dağılım Tablo 4.7'de özetlenmiştir.

Tablo 4.7. Tuffier ile karar verilen düzey ve USG ile tespit edilen düzeyler arasında seviye durumlarının genel özeti

	Tuffier Düzeyi	Frekans (n)	Yüzde (%)
Tuffier – USG Kıyaslaması	Aynı seviye	50	%60,24
	1 seviye alt	9	%10,08
	1 seviye üst	17	%20,48
	2 seviye üst	7	%8,43
	Total	83	%100

Tuffier çizgisi baz alınarak yapılan düzey değerlendirmeleri USG ile kıyaslandığında, L3-L4 ve L4-L5 prediksyonlarındaki sapmalar karışıklık matrisi ile değerlendirilmiştir. Yapılan incelemede L3-L4 veya L4-L5 prediksyonlarının sapma dağılımları arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir farklılık görülmemiştir ($p=0,844$) (Tablo 4.8).

Tablo 4.8. Tuffier L3-4 ve L4-5 kararlarının USG sonuçlarına kıyasla düzey dağılımı ve dağılımsal farklılığın istatistiksel olarak incelenmesi

		Seviye Farkları				Total
		Aynı Seviye	1 Seviye Alt	1 Seviye Üst	2 Seviye Üst	
L4-L5	Frekans	14	2	5	3	24
	Yüzde (%)	%58,3	%8,3	%20,8	%12,5	%100
L3-L4	Frekans	36	7	12	4	59
	Yüzde (%)	%58,3	%11,9	%20,3	%6,8	%100
Total	Frekans	50	9	17	7	83
	Yüzde (%)	%58,3	%10,8	%20,5	%8,4	%100
$p = 0,844^*$						

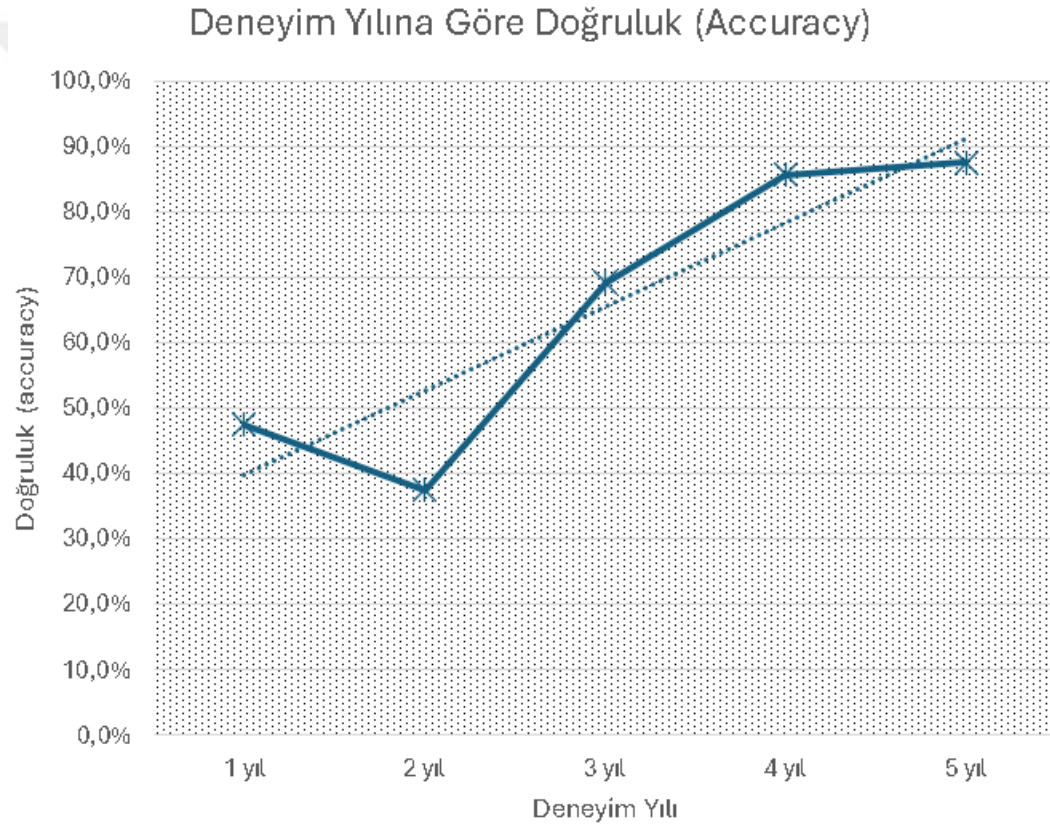
* Fisher's exact test.

Uygulayıcı hekimlerin deneyim yılları kategorize edilerek ayrı ayrı prediksyon başarıları (accuracy) not edilmiştir. Yapılan incelemede 3 yıl ve üzerinde prediksyon başarılarının artmaya başladığı, 3 yılın üstünde ise deneyim yılı ile başarı oranlarının paralel şekilde artış paterni sergilediği görülmüştür. Detaylı incelemede en yüksek doğruluk oranlarının 4 yıllık ve 5 yıllık kıdeme sahip hekimlerde görüldüğü not edilmiştir (sırasıyla %85,7 ve %87,5) (Tablo 4.9, Grafik 4.2).

Tablo 4.9. Hekim deneyim yıllarına göre ayrı ayrı olan doğru prediksyon oranları

Hekim Deneyim Yılı	Vaka (Uygulama) Sayısı (n)	Doğru Prediksyon (n)	Doğruluk (Accuracy) †
1 yıl	40	19	%47,5
2 yıl	8	3	%37,5
3 yıl	13	9	%69,2
4 yıl	14	12	%85,7
5 yıl	8	7	%87,5
Genel (Overall)	83	50	%60,24

* L3-4 ve L4-5 düzeylerinin birlikte doğruluğu (accuracy) baz alınmıştır.



Grafik 4.2. Doğru prediksyon (accuracy) oranlarının deneyim yılına göre görsel özeti

Hastaların yaş, fiziksel özellikleri, hekimlerin deneyim (kıdem) yılı, Tuffier çizgisi ile prediksyon ve USG analiz sonuçlarının dağılımı cinsiyete göre kıyaslanmış ve cinsiyete göre anlamlı farklılık görülüp görülmediği not edilmiştir. Yapılan incelemede yaş ($p<0,001$) ve VKİ ($p=0,004$) değerlerinin kadın hastalarda

daha yüksek olduğu; boy ($p<0,001$), kilo ($p=0,022$) ve boyun çevresi ($p<0,001$) değerlerinin ise erkek hastalarda daha yüksek olduğu ve ilgili farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olduğu görülmüştür. Bel çevresi ve uygulama yapan hekimlerin kıdem dağılımında ise cinsiyete göre anlamlılık teşkil edecek bir farklılık not edilmemiştir (p değerleri $>0,05$). Tuffier çizgisi baz alınarak yapılan prediksyon dağılımları ve USG ile yapılan değerlendirmelerin dağılımında ise cinsiyet grupları arasında anlamlı bir farklılık not edilmemiştir (p değerleri $>0,05$) (Tablo 4.10).

Tablo 4.10. Yaş, hasta özellikleri, hekim deneyim yılı ve Tuffier-USG değerlendirme sonuçlarının hastaların cinsiyet durumuna göre dağılımlarının incelenmesi

Parametreler	Cinsiyet		P-Değeri
	Erkek (n=52, %62,7)	Kadın (n=31, %37,3)	
	Dağılım [†]		
Yaş	45 (19 – 74)	61 (27 – 78)	<0,001 ^a
Boy	174,2±8,3	158,2±6,3	<0,001 ^b
Kilo	82,3±11,7	75,9±12,5	0,022 ^b
VKİ	27,3±4,4	30,3±4,6	0,004 ^b
Bel Çevresi	98,4±13,1	100,7±14,3	0,443 ^b
Boyun Çevresi	41,8±4,0	38,8±3,5	<0,001 ^b
Hekimin Deneyim Yılı	2 (1 – 5)	1 (1 – 5)	0,218 ^a
Tuffier ile Prediksiyon Özellikleri	Aynı seviye	33 (%63,46)	0,315 ^c
	1 Seviye Alt	5 (%9,61)	
	1 Seviye Üst	8 (%15,38)	
	2 Seviye Üst	6 (%11,53)	
USG Ölçüm Sonuçlarının Dağılımı	L1-L2	3 (%5,77)	0,575 ^c
	L2-L3	8 (%15,38)	
	L3-L4	28 (%53,85)	
	L4-L5	11 (%21,15)	
	L5-S1	2 (%3,85)	

^a Mann-Whitney U testi, ^b Bağımsız t-testi, ^c Fisher's exact test.

[†] Parametreler normal dağılım özelliklerine göre ortalama±standart sapma veya çeyrekler dilimi [medyan, minimum ve maksimum] şeklinde ifade edilmiştir.

Hastaların yaş, fiziksel özellikleri, hekimlerin deneyim (kıdem) yılı ve cinsiyet dağılımı doğruluk (accuracy) durumuna göre karşılaştırılmıştır. USG ile karşılaştırıldığında Tuffier çizgi baz alınarak yapılan düzey tayinlerinin uyumsuz (hatalı prediksyon) olduğu hasta gruplarda kilo ($p=0,025$), VKİ ($p=0,001$) ve bel çevresi ($p=0,002$) ortalamalarının belirgin olarak daha yüksek olduğu görülmüştür. Diğer taraftan Tuffier çizgi baz alınarak yapılan düzey tayinlerinde USG sonuçları ile uyumsuzluğun (hatalı prediksyon) görüldüğü hasta gruplarında, uygulayıcı hekimlerin deneyim yıllarının belirgin olarak daha düşük olduğu anlaşılmıştır (medyan değerleri sırasıyla 1 [1-5]'e karşın 3 [1-5]; $p=0,003$). Doğruluk oranları ile cinsiyet dağılımı arasında ise anlamlı bir farklılık görülmemiştir ($p>0,05$) (Tablo 4.11, Grafik 4.3 – 4.6).

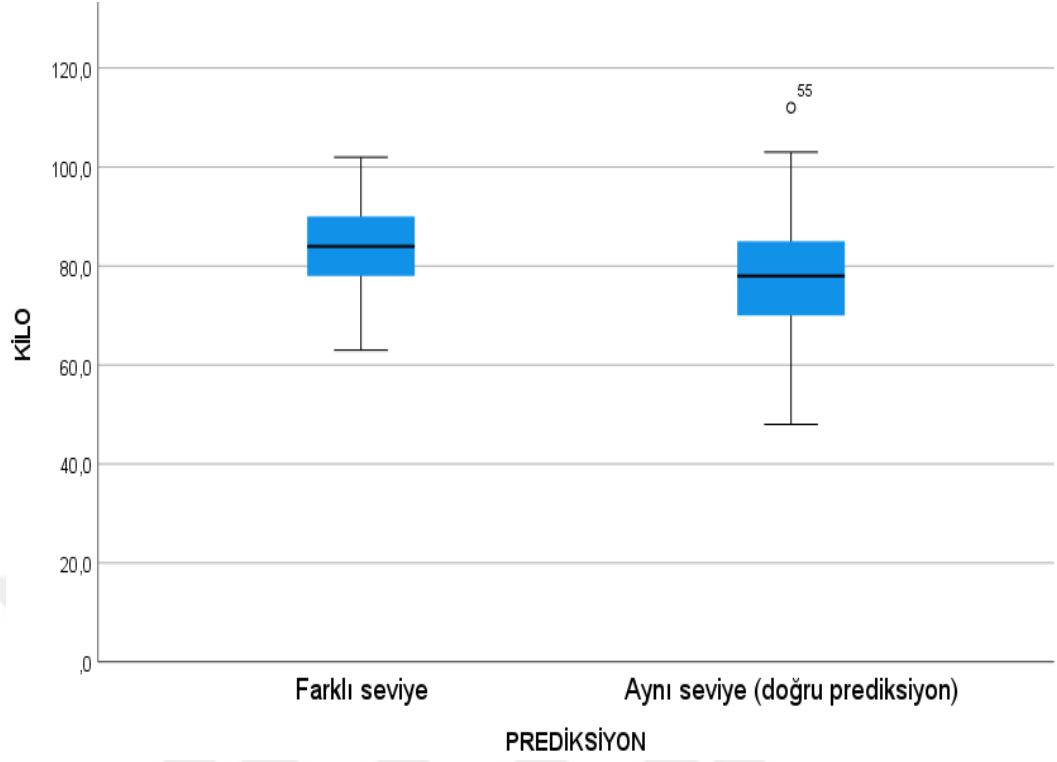
Tablo 4.11. Yaş, hasta özellikleri ve hekim deneyim yılının Tuffier ile doğru prediksyon durumlarına göre karşılaştırılması

Parametreler	Doğruluk (Accuracy)		P-Değeri
	Farklı Seviye (n=33, %39,8)	Aynı Seviye * (Tuffier ile Doğru Prediksyon) (n=50, %60,2)	
		Dağılım †	
Yaş	54 (23-71)	50,5 (19-78)	0,340 ^a
Boy	166,3±10,6	169,5±10,9	0,194 ^b
Kilo	83,6±10,7	77,5±12,7	0,025 ^b
VKİ	30,4±4,4	27,1±4,4	0,001 ^b
Bel Çevresi	104,8±12,4	95,6±13,1	0,002 ^b
Boyun Çevresi	41,6±4,1	40,1±4,0	0,091 ^b
Hekimin Deneyim Yılı	1 (1-5)	3 (1-5)	0,003 ^a
Cinsiyet	Erkek	19 (%57,6)	0,437 ^c
	Kadın	14 (%42,4)	

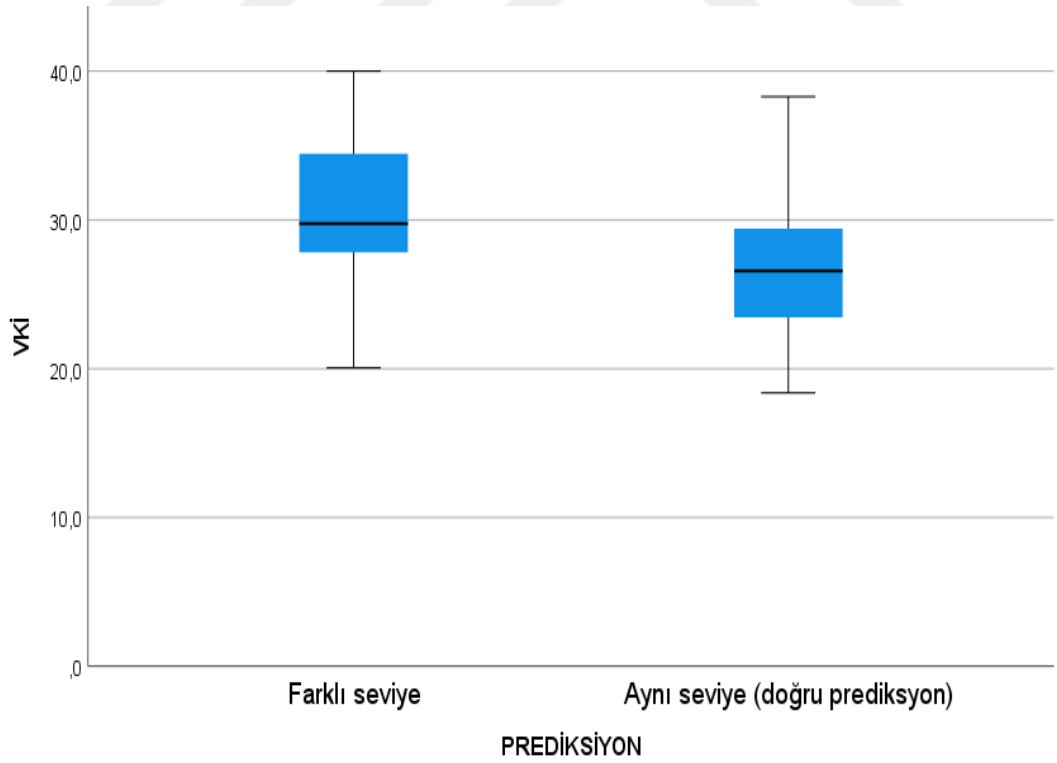
^a Mann-Whitney U testi, ^b Bağımsız t-testi, ^c Pearson ki-kare analizi.

*Tuffier'e göre hem L3-L4 hem L4-5 düzeylerinin birlikte uyumlu olması (USG sonucu ile eşleşmesi) doğruluk kriteri olarak kabul edilmiştir.

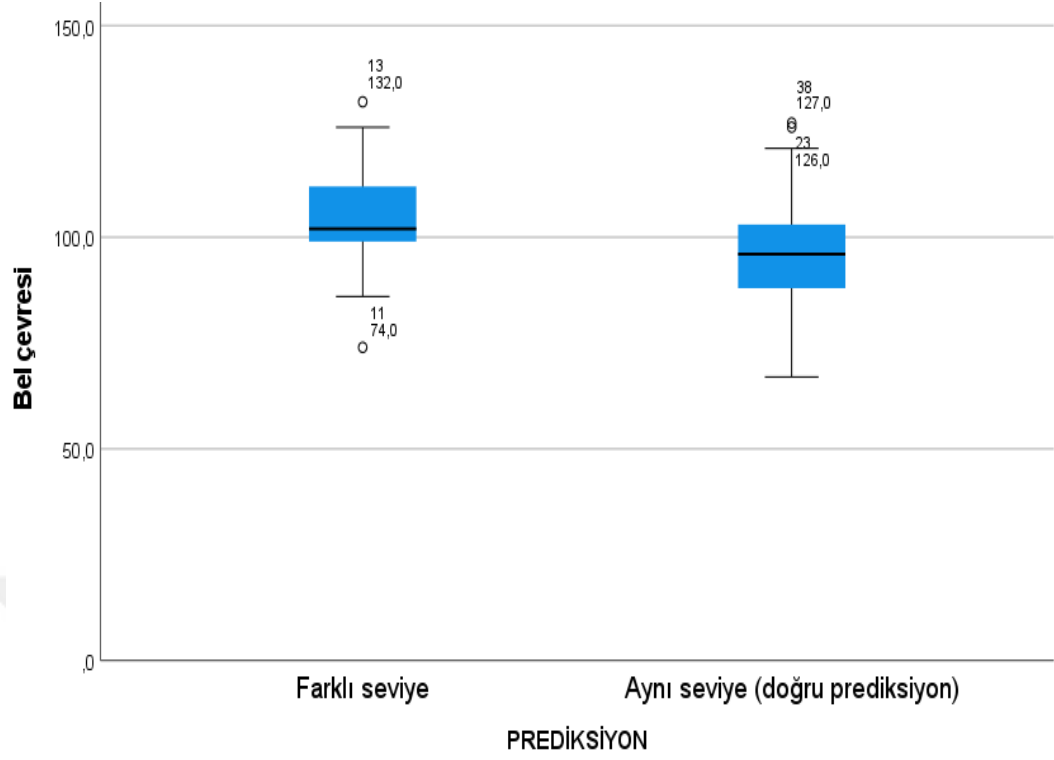
† Parametreler normal dağılım özelliklerine göre ortalama±standart sapma veya çeyrekler dilimi [medyan, minimum ve maksimum] şeklinde ifade edilmiştir.



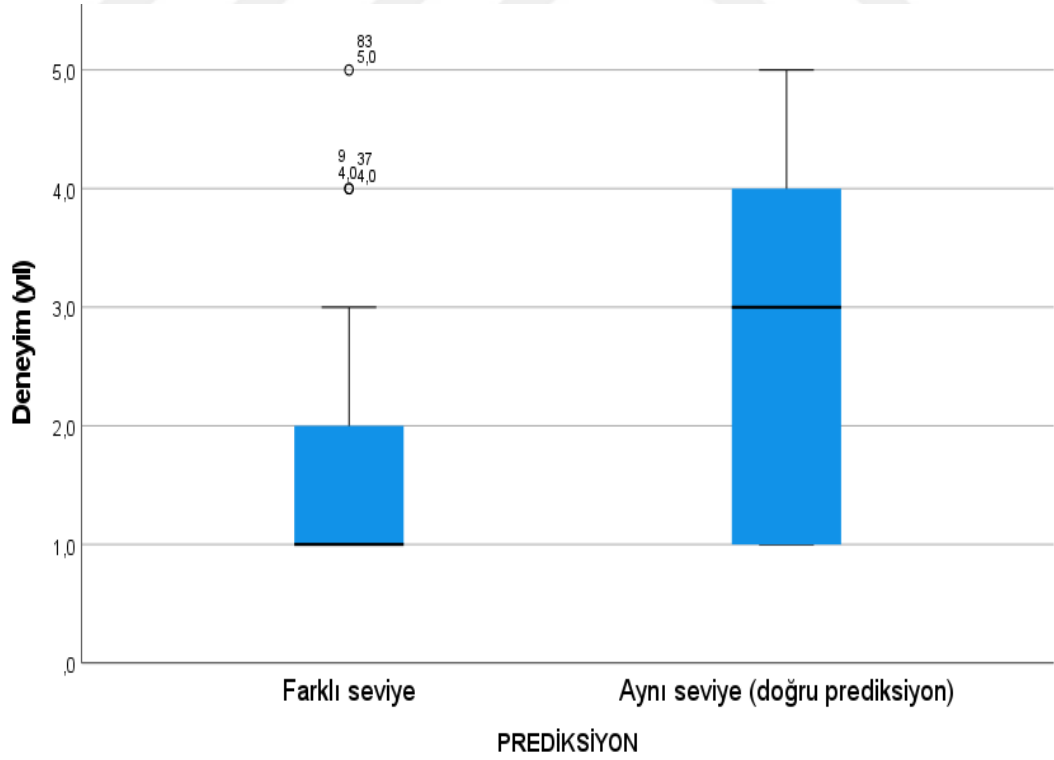
Grafik 4.3. Prediksyon doğruluğuna göre kilo (kg) dağılım özeti



Grafik 4.4. Prediksyon doğruluğuna göre VKİ (kg/m²) dağılım özeti



Grafik 4.5. Predikسیون doğruluğuna göre bel çevresi (cm) dağılım özeti



Grafik 4.6. Predikسیون doğruluğuna göre deneyim (yıl) dağılım özeti

Parametrelerin doğruluk (accuracy) üzerindeki etki profilleri ve prediksyonu ne yönde etkiledikleri tek değişkenli Logistik regresyon (LR) analizi ile tüm değişkenler için ayrı ayrı incelenmiştir. Yapılan incelemede kilo ($p=0,03$), VKİ ($p=0,002$) ve bel çevresindeki ($p=0,004$) artışların prediksyon doğruluğunu düşürdüğü görülmüştür. Diğer taraftan hekimlerin deneyim (kıdem) yıllarındaki artışların ise prediksyonu doğruluğunu artırmak suretiyle doğrudan etkileyen bir unsur olduğu görülmüştür ($p=0,003$). Yaş, hastaların cinsiyet durumu, boy ve boyun çevresinin ise prediksyon sonuçları üzerinde herhangi bir etki profilinin olmadığı not edilmiştir (Tablo 4.12).

Tablo 4.12. Parametrelerin doğruluk (accuracy) üzerindeki etki profillerinin tek değişkenli olarak (ayrı ayrı) incelenmesi

Değişkenler	Tek Değişkenli Binary Logistik Regresyon Analizi (Doğruluk)				
	B	Nagelkerke R ²	p	OR	%95 GA
Yaş	-0,017	0,021	0,256	0,984	(0,956–1,012)
Cinsiyet	-0,358	0,010	0,438	0,699	(0,283–0,1728)
Boy	0,028	0,028	0,193	1,028	(0,986–1,072)
Kilo	-0,44	0,082	0,03	0,957	(0,920–0,996)
VKİ	-0,168	0,163	0,002	0,845	(0,758–0,942)
Bel Çevresi	-0,057	0,151	0,004	0,944	(0,908–0,982)
Boyun Çevresi	-0,096	0,047	0,095	0,908	(0,812–1,017)
Hekimin Deneyim Yılı	0,416	0,158	0,003	1,73	(1,202–2,489)

* Referans kategori olarak doğru prediksyon görülmeyen (L3-4 veya L4-5'in USG sonucu ile eşleşmediği) grup baz alınmıştır.

Kısaltmalar: OR=odd ratio (odd oranı), GA=Güven aralığı.

Prediksyon üzerinde anlamlı etki profilinin not edildiği dört parametre (kilo, VKİ, bel çevresi ve hekimlerin deneyim yılı) için çok değişkenli LR analizi gerçekleştirilmiş, parametrelerin birbirine göre düzeltilmesi yapılmış ve bütünsel model içerisinde etki profili açısından öne çıkan baskın bir parametre olup olmadığı ortaya konmuştur. Yapılan incelemede hekim deneyim (kıdem) yıllarının prediksyon başarıları üzerinde diğer parametrelere kıyasla daha baskın bir durum

olduğu ve diğer parametrelere kıyasla ön plana çıktığı anlaşılmıştır (p=0,006, Nagelkerke R²=0,292) (Tablo 4.13).

Tablo 4.13. Parametrelerin doğruluk (accuracy) üzerindeki etki profillerinin çok değişkenli olarak (multivariate) incelenmesi

Değişkenler [†]	Çok Değişkenli Binary Logistik Regresyon Analizi (Doğruluk) [§]			
	-2LL = 91,381; Nagelkerke R ² = 0,292			
	B	p	OR	%95 GA
Kilo	0,007	0,829	1,007	(0,946 – 1,071)
VKİ	-0,097	0,317	0,907	(0,750 – 1,098)
Bel Çevresi	-0,037	0,326	0,963	(0,894 – 1,038)
Hekimin Deneyim Yılı	0,532	0,006	1,702	(1,162 – 2,493)

* Referans kategori olarak doğru prediksyon görülmeyen (L3-4 veya L4-5'in USG sonucu ile eşleşmediği) grup baz alınmıştır.

[†] Parametreler için Box-tidwell varsayımları kontrol edilmiş ve tümü için varsayımlar karşılanmıştır.

[§] LR Analizi 12,5 EPV (events per variable [değişken başına düşen hadise sayısı]) düzeyinde gerçekleşmiştir.

Kısaltmalar: OR=odd ratio (odd oranı), GA=Güven aralığı, LL=log likelihood (log olabilirlik).

Hekimlerin deneyim (kıdem) yıllarının prediksyon başarısındaki cut-off (kesim) değerleri analiz edilmiş ve farklı cut-off değerlerindeki sensitivite ve spesifite değerleri ROC analizi ile tanımlanmıştır. Yapılan değerlendirmede kıdem yılı 1,5 yıl cut-off değerinde olduğunda %62 sensitivite ve %63,6 spesifisiteye sahip olduğu, kıdem yılı 2,5 yıl cut-off değerinde ise %56,0 sensitivite ve %78,8 spesifiteye sahip olduğu görülmüştür. İlgili incelemede 2,5 yıl kıdem cut-off değerlerinde sensitivite ve PPV değerlerinin 1,5 yıl cut-off değerine kıyasla daha yüksek olduğu not edilmiştir (AUC = %68,0; p=0,006) (Tablo 4.14, Grafik 4.7-4.8).

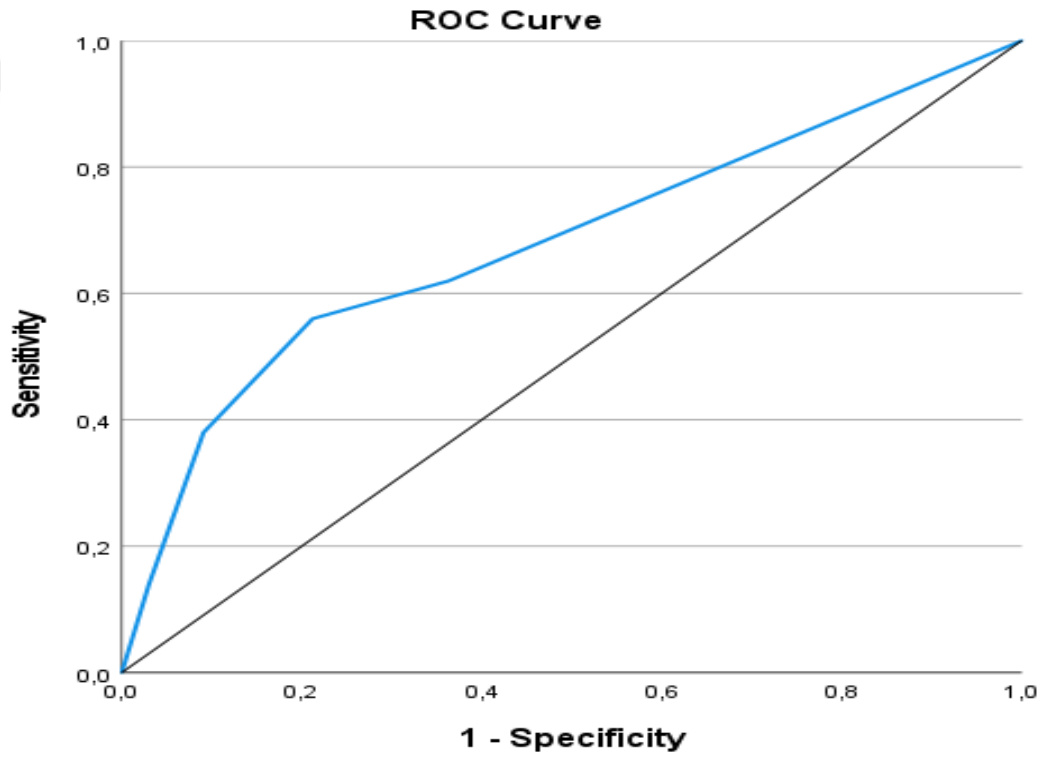
Tablo 4.14. Yaş, hasta özellikleri ve hekim deneyim yılının Tuffier ile doğru prediksyon durumlarına göre karşılaştırılması

	AUC (%95 GA)	P-Değeri	Cut-off	Sensitivite (%)	Spesifite (%)	PPV (%)
Deneyim Yılı	0,680 (0,565 – 0,795)	0,006	$\geq 1,5$ yıl	%62,0	%63,6	%72,1
			$\geq 2,5$ yıl [†]	%56,0	%78,8	%80,0

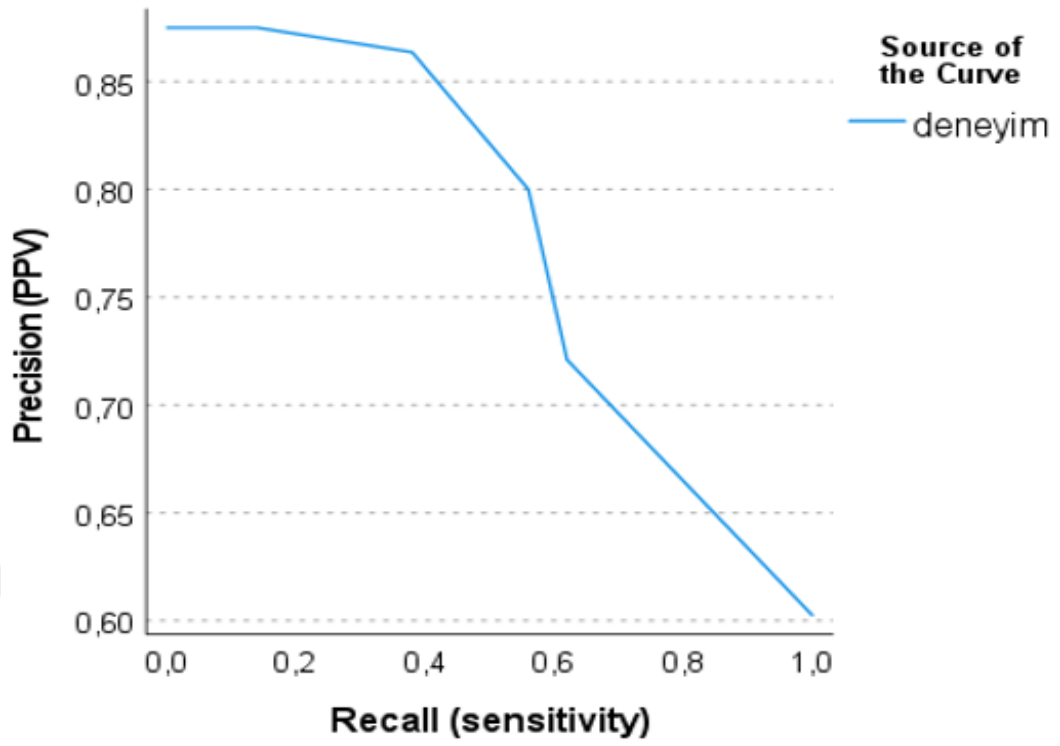
AUC =Area under curve (eğri altında kalan alan), ROC= Receiver operating characteristic, GA= Güven Aralığı, PPV = Pozitif prediktif değer.

Referans Kategori= Referans kategori olarak doğru prediksyon görülmeyen (L3-4 veya L4-5'in USG sonucu ile eşleşmediği uyumsuz tahminler) grup baz alınmıştır.

[†] Cut-off değerleri için Youden-J indeksi baz alınmıştır.



Grafik 4.7. Deneyim yılının doğruluk (accuracy) üzerindeki ROC eğrisi



Grafik 4.8. Deneyim yılına yönelik PPV (pozitif prediktif değer) ve sensitivite eğrisi

5. TARTIŞMA

Biz bu çalışmamızda; 1 yıldan 5 yıla kadar farklı seviyelerde anestezi deneyimi olan asistanlarımız ile spinal anestezi uyguladığımız ortopedi hastalarında, interkristal çizgi olan Tuffier çizgisi baz alınarak, palpasyon yöntemiyle belirlenen lomber aralıktan yapılacak spinal ve/veya epidural bloğun, gerçekte hangi lomber aralığa karşılık geldiğini USG ile karşılaştırdık. Hedef aralık USG ile kontrol edildiğinde aralarındaki farkın palpasyonu yapan kişinin deneyimine, hastanın cinsiyetine, boyuna, kilosuna, vücut kitle indeksine, boyun çevresine veya bel çevresine bağlı olup olmadığını araştırdık.

Çalışmamızda 52 erkek ve 31 kadın olmak toplam 83 hasta değerlendirildi. Hastaların yaş dağılımı 19-78 (ort. 53) yaş aralığındaydı. Boy dağılımı $168,0 \pm 11,0$ cm (min:146, maks:190). Kilo dağılımı $80,0 \pm 12,0$ kg (min:48, maks:112). VKİ dağılımı $28,4 \pm 4,69$ (min:18,4, maks:40,0). Bel çevresi dağılımı $99,0 \pm 14,0$ cm (min:67, maks:132). Boyun çevresi dağılımı $41,0 \pm 4,0$ cm (min:32, maks:52). Deneyim yılı ise anestezi asistanları arasında dağılımı 1 ve 5 yıl (ort:2) arasındaydı.

Çalışmamızda ilk muayeneyi yapacak olan hekim, palpasyon ile belirlediği hedef lomber aralığı L3-L4 veya L4-L5 olarak tanımladı. Toplam 83 hasta çalışmaya dahil edilirken klinisyenler, 59 hastada hedef lomber aralığını L3-L4 olarak tanımlarken 24 hastada L4-L5 aralığı olarak tanımladı. Bu hedef aralıklar USG ile tanımlandığında L3-4 aralığı olarak belirlenen kararların doğruluk oranı 36 hasta ile %61 olarak bulundu. L4-5 aralığı olarak belirlenen kararların ise doğruluk oranı 14 hasta ile %58,3 olarak bulundu. Genel olarak bakıldığında ise hekimler 83 hastanın 50'sinde aynı seviyeyi bularak %60 doğruluk oranı bulundu.

Çeşitli çalışmalar, elle palpasyonla kaydedilen Tuffier çizgisinin vertebral seviyeleri ile radyografik görüntülerdeki seviyelerin birbiriyle örtüşmediğini belirtmektedir (37).

Larysa Duniec ve ark. (2); 122 hastada klinik muayene ve ultrason muayenesini karşılatırdı. Yapılan çalışmada, 78 vakada (%64) klinik muayene ile ultrason muayenesi arasında intervertebral boşluk belirlemede uyum sağlandığı gözlemlenmiştir. Ortalama yanlışlık sapması bir intervertebral boşluk olarak hesaplanmıştır. Uyumlu ve uyumsuz belirleme grupları arasında cinsiyet, yaş, boy,

kilo veya vücut kitle indeksi (VKİ) gibi demografik verilerde, lomber ponksiyon için pozisyon veya seçilen intervertebral boşluk açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Tek istatistiksel olarak anlamlı fark, klinik değerlendirme ile ponksiyonu gerçekleştiren anesteziistin deneyim yılı arasındaki fark olmuştur.

Bizim çalışmamızda da Tuffier çizgisi kullanılarak yapılan intervertebral aralık USG ile karşılaştırıldığında 83 hasta içerisinde 50 hasta için Tuffier çizgisi ile doğru prediksyon yapıldığı anlaşıldı ve %60,24 oranında uyum sağlandığı gösterildi. Yine bizim çalışmamızda da Tuffier çizgi baz alınarak yapılan düzey tayinlerinde USG sonuçları ile uyumsuzluğun (hatalı prediksyon) görüldüğü hasta gruplarında, uygulayıcı hekimlerin deneyim yıllarının belirgin olarak daha düşük olduğu anlaşılmıştır. Duniec L. Ve ark. çalışmasıyla karşılaştırıldığında bizim çalışmamızda; USG ile karşılaştırıldığında Tuffier çizgi baz alınarak yapılan düzey tayinlerinin uyumsuz (hatalı prediksyon) olduğu hasta gruplarda kilo ($p=0,025$), VKİ ($p=0,001$) ve bel çevresi ($p=0,002$) ortalamalarının belirgin olarak daha yüksek olduğu görüldü.

Kim Hyerim ve ark. (38); Tuffier çizgisinin doğruluğunu USG ile karşılaştırdığında, Tuffier çizgisinin doğruluğunun %59 olduğunu bulmuşlardır. Bu sonuç bizim çalışmamızla da uyumlu olup bizim çalışmamızda da %60,24 oranında uyum sağlandığı gösterildi.

Yuki Hosokawa ve ark. (39); Palpasyonla belirlenen interkristal çizgiye dayalı omurlar arası lomber seviye tahmininin doğruluk oranının %69,8 olduğunu göstermiştir. Bizim çalışmamızda da bu oran benzer şekilde %60,24 olarak bulunmuştur.

Çalışmamızda hekimler tarafından belirlenen aralıkların 41'i L3-4 (%49,4), 21'i L4-5 (%25,3), 15'i L2-3 (%18,1), 4'ü L1-2 (%4,8), 2'si L5-S1 (%2,4) olarak tanımlandı.

Christopher L Pysyk ve ark. (40); ultrason kullanılarak, palpe edilen interkristal çizginin geçtiği seviyeye baktığında gönüllülerin %73'ünde L3-4 aralığında, %14'ünde L4-5 aralığında ve %13'ünde L2-3 aralığında belirlendi. Bizim çalışmamızda ise palpe edilen bölge USG ile karşılaştırıldığında bu oranlar şöyle bulundu: L1-2 aralığı %4,8, L2-3 %18, L3-4 %49,4, L4-5 %25,3, L5-S1 %2.

Tuffier çizgisi baz alınarak hekim tarafından belirlenen spinal aralık USG ile karşılaştırıldığında 83 hastanın 50'sinde aynı seviye (doğru prediksyon) (%60,24) bulundu. Hedef aralık USG ile bakıldığında 9 hasta için bir seviye daha aşağıda (%10,8), 17 hasta için bir seviye yukarıda (%20,48) ve 7 hasta için iki seviye yukarıda (%8,43) olduğu görüldü. Tuffier çizgisine göre klinisyenler tarafından alınan L3-4 veya L4-5 kararlarının bu farklılığa etkisi değerlendirildiğinde sapma dağılımları arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir farklılık görülmemiştir ($p=0,844$). Bu istatistik hekimlerin Tuffier çizgisinin seviyesini farklı algılasa da belirledikleri hedef seviyenin USG ile karşılaştırıldığında aynı seviyeyi bulma başarısını etkilemediğini bize göstermiştir.

İbrahim Öztürk ve ark. (41); Tuffier çizgisinin doğruluğunu USG ile karşılaştırdığında, bu oranın %60 olduğunu bulmuşlardır. Seviye farkı olarak ise %36 sınıfın bir üst seviye olduğunu göstermişlerdir. Doğruluk oranı bizim çalışmamızla benzer bulunmuştur. Seviye farkına bakıldığında ise bizim çalışmamızda %20,4 bir üst seviye, %8,43 iki üst seviye, %10,8 de bir alt seviye olarak bulundu. Öztürk İ. Ve ark. bulgusuna benzer şekilde bizim çalışmamızda da bir üst seviye fark belirgin şekilde daha fazlaydı.

Yine bir başka çalışmada Robert Whitty ve ark. (42); doğum sonrası dönemde, ultrason kullanarak 121 kadında obstetrik nöraksiyel anestezi için kullanılan interspinöz seviyeyi tahmin etmiş ve bu tahmini, anesteziist tarafından palpasyonla tahmin edilen ve grafikte kaydedilen seviye ile karşılaştırmış. 121 hastanın 67'sinde (%55), tedavi eden anesteziist tarafından belirlenen ponksiyon izinin vertebral seviyesi, ultrason ile değerlendirilen vertebral seviyeyle uyumlu bulunmuş. 39 (%32) kadında ise, cilt ponksiyon seviyesinin ultrasonla en az bir aralık daha yüksek olduğu tahmin edilmiş. Bizim çalışmamızda da benzer şekilde başarı oranımız %60,24 bulundu. Seviye farkına bakıldığında ise bizim çalışmamızda da benzer sonuçlar vardır. %28,83 hastada en az bir aralık daha yüksek (%20,4 bir üst seviye, %8,43 iki üst seviye) tahmin edildi.

Çalışmamızda anestezi asistanlarının deneyim yılları ayrı ayrı kategorize edildiğinde 3 yıl ve üzerinde deneyime sahip anestezi asistanlarının deneyim yılındaki artışla paralel olarak, palpasyonla belirlediği spinal seviyesinin USG ile karşılaştırıldığında aynı seviyeyi bulma başarısının da arttığı görüldü. Hastaların 40

tanesini 1 yıllık asistanlar değerlendirdi. Aynı seviyeyi bulma başarısı 19/40 (%47,5). 8 tanesini 2 yıllık asistanlar değerlendirdi. Aynı seviyeyi bulma başarısı 3/8 (%37,5). 13 tanesini 3 yıllık asistanlar değerlendirdi. Aynı seviyeyi bulma başarısı 9/13 (%69,2). 14 tanesini 4 yıllık asistanlar değerlendirdi. Aynı seviyeyi bulma başarısı 12/14 (%85,7). 8 tanesini 5 yıllık asistanlar değerlendirdi. Aynı seviyeyi bulma başarısı 7/8 (%87,5).

Çalışmamızda hastaların yaş, fiziksel özellikleri, hekimlerin deneyim (kıdem) yılı, Tuffier çizgisi ile prediksyon ve USG analiz sonuçlarının dağılımı cinsiyete göre kıyaslandı. Yapılan incelemede yaş ($p<0,001$) ve VKİ ($p=0,004$) değerlerinin kadın hastalarda daha yüksek olduğu; boy ($p<0,001$), kilo ($p=0,022$) ve boyun çevresi ($p<0,001$) değerlerinin ise erkek hastalarda daha yüksek olduğu ve ilgili farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olduğu görülmüştür. Bel çevresi ve uygulama yapan hekimlerin kıdem dağılımında ise cinsiyete göre anlamlılık teşkil edecek bir farklılık not edilmemiştir (p değerleri $>0,05$). Tuffier çizgisi baz alınarak yapılan prediksyon dağılımları ve USG ile yapılan değerlendirmelerin dağılımında ise cinsiyet grupları arasında anlamlı bir farklılık not edilmemiştir (p değerleri $>0,05$).

Çalışmamızda USG ile karşılaştırıldığında Tuffier çizgi baz alınarak yapılan düzey tayinlerinin uyumsuz (hatalı prediksyon) olduğu hasta gruplarda kilo ($p=0,025$), VKİ ($p=0,001$) ve bel çevresi ($p=0,002$) ortalamalarının belirgin olarak daha yüksek olduğu görüldü. Diğer taraftan Tuffier çizgi baz alınarak yapılan düzey tayinlerinde USG sonuçları ile uyumsuzluğun (hatalı prediksyon) görüldüğü hasta gruplarında, uygulayıcı hekimlerin deneyim yıllarının belirgin olarak daha düşük olduğu görüldü (medyan değerleri sırasıyla 1 [1-5]'e karşın 3 [1-5]; $p=0,003$). Doğruluk oranları ile cinsiyet dağılımı arasında ise anlamlı bir farklılık görülmedi ($p>0,05$).

Kim See He ve ark. (43); yaptıkları çalışmada 40 gebe ve 40 gebe olmayan kadından oluşan toplam 80 hasta karşılaştırdı. İki grup arasında yaş ve boy açısından anlamlı bir fark bulunamamış. Ancak, gebeliğin özelliği nedeniyle kilo ve vücut kitle indeksi (VKİ) açısından anlamlı farklar gözlemlenmiştir. Gebe grupta, Tuffier çizgisi üzerindeki vertebra seviyesinin sefalad yönde kaydığı görülmüştür. Bizim çalışmamızda da benzer şekilde USG ile karşılaştırıldığında

Tuffier çizgi baz alınarak yapılan düzey tayinlerinin uyumsuz (hatalı prediksyon) olduğu hasta gruplarda kilo ($p=0,025$), VKİ ($p=0,001$) ve bel çevresi ($p=0,002$) ortalamalarının belirgin olarak daha yüksek olduğu görüldü.

Nan Lin ve ark. (44); yaptıkları çalışmaya 52 yetişkin gönüllü dahil edilmiştir. Farklı deneyim yıllarına sahip 7 anesteziist, deneklerin iliak çıkıntılarının seviyelerini belirleyip işaretlemiş, ardından varsayılan aralıkları işaretlemiştir. Sonrasında, metal işaretleyicilerle lomber röntgen çekilmiş ve gerçek radyografik bulgular belirlenerek ilk işaretlemelerle karşılaştırılmıştır.

Çalışma sonuçları, daha büyük karın çevresine (ortalama (SD), 94,0 (12,1) cm), daha yüksek vücut kitle indeksine (25,9 (3,9) kg/m^2) sahip ve 50 ila 70 yaş arasındaki hastaların lomber aralıklarının varsayılan seviyeden daha yüksek olduğunu göstermiştir. Buna karşılık, daha küçük karın çevresine (82,8 (13,5) cm) ve daha düşük vücut kitle indeksine (21,6 (4,1) kg/m^2) sahip hastaların omurlar arası seviyeleri varsayılan seviyeden daha düşük bulunmuştur. Ayrıca, lomber fleksiyon derecesini gösteren Cobb açısının, elde edilen doğruluğu etkilemediği gözlemlenmiştir. Bizim çalışmamızda da benzer şekilde USG ile karşılaştırıldığında Tuffier çizgi baz alınarak yapılan düzey tayinlerinin uyumsuz (hatalı prediksyon) olduğu hasta gruplarda kilo ($80,0 \pm 12,0$, min:48, maks:112), VKİ ($28,4 \pm 4,69$, min:18,4, maks:40,0), bel çevresi ($99,0 \pm 14,0$, min:67 cm, maks:132 cm) ortalamalarının belirgin olarak daha yüksek olduğu görüldü.

Çalışmamızda kaydedilen parametrelerin doğruluk (accuracy) üzerindeki etki profilleri ve prediksyonu ne yönde etkiledikleri tek değişkenli Logistik regresyon (LR) analizi ile tüm değişkenler için ayrı ayrı incelendi. Yapılan incelemede kilo ($p=0,03$), VKİ ($p=0,002$) ve bel çevresindeki ($p=0,004$) artışların prediksyon doğruluğunu düşürdüğü görüldü. Diğer taraftan hekimlerin deneyim (kıdem) yıllarındaki artışların ise prediksyon doğruluğunu artırmak suretiyle doğrudan etkileyen bir unsur olduğu görüldü ($p=0,003$). Yaş, hastaların cinsiyet durumu, boy ve boyun çevresinin ise prediksyon sonuçları üzerinde herhangi bir etki profilinin olmadığı görüldü.

Çalışmamızda prediksyon üzerinde anlamlı etki profilinin not edildiği dört parametre (kilo, VKİ, bel çevresi ve hekimlerin deneyim yılı) için çok değişkenli LR analizi gerçekleştirildi, parametrelerin birbirine göre düzeltilmesi yapıldı ve

bütünsel model içerisinde etki profili açısından öne çıkan baskın bir parametre olup olmadığı ortaya konuldu. Yapılan incelemede hekim deneyim (kıdem) yıllarının prediksyon başarıları üzerinde diğer parametrelere kıyasla daha baskın bir durum olduğu ve diğer parametrelere kıyasla ön plana çıktığı anlaşıldı ($p=0,006$, Nagelkerke $R^2=0,292$).

Çalışmamızda Tuffier çizgisine göre muayeneye bağlı olarak seviye belirlendi ve hekimlerin deneyim yılına bağlı olarak doğruluk başarısının etkilendiği görüldüğü için bir cut-off (kesim) değeri araştırıldı. Kıdem yılı 1,5 yıl cut-off değerinde olduğunda %62 sensitivite ve %63,6 spesifisiteye sahip olduğu, kıdem yılı 2,5 yıl cut-off değerinde ise %56,0 sensitivite ve %78,8 spesifiteye sahip olduğu görüldü. İlgili incelemede 2,5 yıl kıdem cut-off değerlerinde sensitivite ve PPV değerlerinin 1,5 yıl cut-off değerine kıyasla daha yüksek olduğu görüldü ($AUC=\%68,0$; $p=0,006$).

Tüm elde ettiğimiz veriler ışığında; çalışmamızın sonuçlarını etkileyebileceğini düşündüğümüz, çalışmamızın sonuçlarını sınırlandıran özellikler şunlardır; Tuffier çizgisine göre palpasyon yöntemiyle belirleyen hekimlerin 40 tanesinin 1 yıllık deneyime sahip olmasıdır. Bu durum başarı oranını düşürebileceği düşünülebilir. Ancak çalışmamızdaki doğruluk oranı yukarıda bahsedilen diğer çalışmalara benzer şekilde bulunmuştur. İkinci bir özellik ise; Tuffier çizgisine göre belirlenecek aralığın hangi aralık olduğunun kararını (L3-L4 veya L4-L5 kararları) muayeneyi yapan hekime bıraktık. Ancak bu durum da doğruluk oranlarına ve aynı seviyeden sapmalarına bakılarak yaptığımız analizde, Tuffier çizgisine göre hekimler tarafından alınan L3-4 veya L4-5 kararlarının sapma dağılımları arasında, istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir farklılık görülmedi. Sınırlayabileceğini düşündüğümüz son özellik ise çalışmamız yalnızca ortopedi hastalarında yapıldığı için kronik ortopedik bozukluklar, kronik ağrı gibi şikayetlere bağlı olarak lomber ponksiyon için pozisyon verme zorlukları olabilirdi. Buna bağlı olarak doğruluk oranımız düşebilirdi ancak çalışmamızda bulduğumuz doğruluk oranlarının literatürdeki diğer çalışmalarla benzer olduğu görüldü.

6. SONUÇLAR

6.1. Primer Sonuçlar

Spinal anestezi uyguladığımız ortopedi hastalarında, interkristal çizgi olan Tuffier çizgisi baz alınarak, palpasyon yöntemiyle belirlenen hedef lomber aralıktan yapılacak spinal ve/veya epidural bloğun, USG ile karşılaştırıldığında doğruluğun sadece %60 hastada hedef seviye olduğunu gösterdik. Bu sebeple, olası komplikasyonları azaltmak için spinal ve/veya epidural blok için USG kullanımının daha iyi olacağını düşünüyoruz.

6.2. Sekonder Sonuçlar

Hastaya bağlı olarak yaş, cinsiyet, boy ve boyun çevresinin Tuffier çizgisine göre belirlenen hedef aralığın USG ile değerlendirildiğinde doğruluğu etkilemediğini bulduk.

Tuffier çizgisine göre hedef lomber aralığın doğruluğunu etkileyen parametrelere baktığımızda hastaya bağlı olarak kilo artışının, VKİ artışının ve bel çevresinin artışının doğruluğu etkilediğini bulduk. Kilo, VKİ ve bel çevresinin artışıyla beraber Tuffier çizgisinin doğruluğunun azaldığını bulduk. Özellikle kilo, VKİ ve bel çevresi yüksek olan hastalarda santral nöroaksiyel blok uygulanması planlanıyorsa USG kullanılmasını öneriyoruz.

Tuffier çizgisine göre hedef lomber aralığın doğruluğunu etkileyen en önemli parametre olarak ise muayeneyi yapan hekimin deneyim yılı olduğunu bulduk. Anestezi asistanları arasında yaptığımız bir çalışma olmasından dolayı deneyim yılları 1 ve 5 yıl arasındaydı. Çalışmamızda özellikle 3 yıl ve sonrasında doğru bilme başarısının deneyim yılıyla paralel olarak arttığını gösterdik.

Doğru bilme başarısını en çok artıran parametre deneyim yılı olduğu için bu parametre ile ilgili ayrıca bir cut-off değeri araştırdık. 1,5 yıl ve 2,5 yıllık cut-off değerlerine bakıldığında 2,5 yıllık cut-off değerinin doğru bilme başarısının 1,5 yıllık cut-off değerinden daha yüksek olduğunu bulduk. Bu sonuçla beraber santral nöroaksiyel blok yapılması planlanan hastalarda özellikle kilo, VKİ veya bel çevresi yüksekse girişim yapılacak bölge, deneyim yılı daha yüksek bir hekim tarafından belirlenmeli.

Sonuç olarak yaptığımız çalışmayla beraber Tuffier çizgisine göre yapılacak spinal girişimler istenilen hedef seviyede olmayabilir ve spinal hasar gibi komplikasyonlara sebep olabilir. Bu sebeple spinal ve/veya epidural anestezi uygulanacak hastalarda USG kullanımını oneriyoruz.



7. ÖZET

Ortopedik hastalar; nöroaksiyel blok girişimleri açısından, diğer hasta gruplarına göre, kronik ortopedik bozukluklar, kronik ağrı veya pozisyon verme zorlukları nedeniyle zor olabilecek hasta grubudur. İşlem öncesi ultrasonografik görüntüleme; orta hattın belirlenmesi, optimal intervertebral aralık seviyesine karar verilmesi gibi başarılı nöroaksiyel yerleşim için güvenilir ve doğru bilgiler sağlar. Bu çalışmada; Tuffier çizgisine göre belirlenen hedef aralığın, ultrason değerlendirmesi ile farklı olup olmadığını belirlemeyi amaçladık. Bu prospektif gözlemsel çalışmaya spinal ve/veya epidural anestezi altında ortopedik cerrahi yapılan 83 hasta dahil edildi. Hastalara oturur pozisyonda olacak şekilde optimal pozisyon verildi. Bir anestezi asistanı nöroaksiyel blok yapmayı planladığı aralığı (L3-L4 aralığı veya L4-L5 aralığı) Tuffier çizgisini kullanarak tespit etti. Spinal USG konusunda yetkin, palpasyon ile belirlenen bölge hakkında bilgisi olmayan, kıdemli bir anestezi doktoru tarafından spinal aralıklar işaretlendi. Ardından Tuffier çizgisine göre belirlenen bölgenin hangi aralığa denk geldiği kaydedildi. Hedeflenen aralık ile gerçek aralık arasındaki farkın yaş, boy, kilo, VKİ, boyun çevresi, bel çevresi ve muayeneyi yapan hekimin deneyim yılına bağlı olup olmadığı araştırıldı. Palpasyon yöntemiyle belirlenen hedef lomber aralığın, USG ile karşılaştırıldığında doğruluğunun %60,24 olduğunu bulduk. Kilo ($p=0,025$), VKİ ($p=0,001$) ve bel çevresinin ($p=0,002$) artışıyla beraber Tuffier çizgisinin doğruluğunun azaldığını bulduk. Tuffier çizgisine göre hedef lomber aralığın doğruluğunu etkileyen en önemli parametre olarak ise muayeneyi yapan hekimin deneyim yılı olduğunu bulduk. Çalışmamızda özellikle 3 yıl ve sonrasında doğru bilme başarısının deneyim yılıyla paralel olarak arttığını gösterdik. Sonuç olarak, yaptığımız çalışmada Tuffier çizgisine göre yapılacak spinal girişimlerin istenilen hedef seviyede olmayabileceğini bulduk. Bu sebeple spinal ve/veya epidural anestezi uygulanacak hastalarda USG kullanımını öneriyoruz.

Anahtar kelimeler: Spinal anestezi, ultrasonografi, Tuffier çizgisi, ortopedik anestezi.

8. ABSTRACT

Orthopedic patients can be a challenging group for neuroaxial block procedures compared to other patient populations, due to factors such as chronic orthopedic disorders, chronic pain, or difficulties in positioning. Pre-procedural ultrasonography provides reliable and accurate information for successful neuroaxial placement, including midline identification and determining the optimal intervertebral level. The objective of this study was to assess whether the target intervertebral space identified using the Tuffier line differs from that determined via ultrasound evaluation. This prospective observational study included 83 patients who underwent orthopedic surgery with spinal and/or epidural anesthesia. Patients were positioned optimally in a sitting posture. An anesthesia assistant identified the intended puncture level (L3-L4 or L4-L5 interspace) using the Tuffier line. Spinal intervertebral spaces were then marked by a senior anesthesiologist proficient in spinal ultrasound, who was blinded to the palpation-based identification of the intervertebral space. The actual intervertebral level corresponding to the target identified by the Tuffier line was recorded. The study also aimed to investigate whether the difference between the target and actual intervertebral space was influenced by factors such as age, height, weight, body mass index (BMI), neck circumference, waist circumference, and the years of experience of the examiner. We found that the accuracy of the lumbar intervertebral space identified by palpation, compared to ultrasound, was 60.24%. Furthermore, we identified that factors related to the patient, including increased weight, BMI, and waist circumference, negatively impacted the accuracy of the Tuffier line in identifying the correct lumbar interspace. Specifically, increases in weight ($p=0.025$), BMI ($p=0.001$), and waist circumference ($p=0.002$) were associated with a decrease in accuracy. The most significant factor influencing the accuracy of the Tuffier line in identifying the correct intervertebral level was the years of experience of the examiner. Our findings demonstrated that accuracy improved in parallel with the examiner's experience, particularly after 3 years of practice. In conclusion, our study suggests that spinal procedures based on the Tuffier line may not reliably

correspond to the intended intervertebral level. Therefore, we recommend the use of ultrasound guidance in patients undergoing spinal and/or epidural anesthesia.

Keywords: Spinal anesthesia, ultrasonography, Tuffier's line, orthopedic anesthesia.



9. KAYNAKLAR

1. Chun EH, Kim JE, Kim DY, Kim YJ, Kim JH, Chung RK, et al. Ultrasound measurement of the vertebral level of Tuffier's line in elderly women. *Korean J Anesthesiol.* 2016 Oct;69(5):474–9.
2. Duniec L, Nowakowski P, Kosson D, Łazowski T. Anatomical landmarks based assessment of intravertebral space level for lumbar puncture is misleading in more than 30%. *Anaesthesiol Intensive Ther.* 2013;45(1):1–6.
3. Lin N, Li Y, Bebawy JF, Dong J, Hua L. Abdominal circumference but not the degree of lumbar flexion affects the accuracy of lumbar interspace identification by Tuffier's line palpation method: an observational study. *BMC Anesthesiol.* 2015; 15:9.
4. Sivakumar RK, Karmakar MK. Spinal sonography and central neuraxial blocks. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2023 Jun;37(2):209–42.
5. Wulf HFW. The Centennial of Spinal Anesthesia. *Anesthesiology.* 1998 Aug 1;89(2):500–6.
6. de Oliveira Filho GR, Gomes HP, da Fonseca MHZ, Hoffman JC, Pederneiras SG, Garcia JHS. Predictors of successful neuraxial block: a prospective study. *Eur J Anaesthesiol.* 2002 Jun 16;19(06):447.
7. Ekinçi M, Alici HA, Ahiskalioglu A, Ince I, Aksoy M, Celik EC, et al. The use of ultrasound in planned cesarean delivery under spinal anesthesia for patients having nonprominent anatomic landmarks. *J Clin Anesth.* 2017 Feb; 37:82–5.
8. Kayir S, Kisa A. The evolution of the regional anesthesia: a holistic investigation of global outputs with bibliometric analysis between 1980-2019. *Korean J Pain.* 2021 Jan 1;34(1):82–93.
9. Dogru et al. *Journal of Contemporary Medicine: Review* 2012;2(2): 127-134.
10. DeSai C, Reddy V, Agarwal A. *Anatomy, Back, Vertebral Column.* 2024.
11. Morgan GE, et al., *Klinik Anesteziyoloji (LANGE). Dördüncü Baskı,* Ankara: Güneş Kitabevi. 2004;290-291.
12. Ezekiel Mark R., in *Anesteziyoloji El Kitabı.*, Nobel Matbaacılık: İstanbul. 2006;179- 185.

13. Butterworth John F, Mackey David C., Wasnick John D. Morgan and Mikhail's Clinical Anesthesiology.2023,7th Edition. 965–1005 p.
14. Kayhan Zeynep. Klinik Anestezi.2019, 4th Edition. 567-602 p.
15. Lewis JM, Pian-Smith MCM. Spinal, epidural, and caudal anesthesia. In: Handbook of Clinical Anesthesia Procedures of the Massachusetts General Hospital: Eighth Edition., 2012.
16. Gropper Michael A. Miller's Anesthesia.2023, 9th Edition. 1413-1449 p.
17. Fettes PDW, Jansson JR, Wildsmith JAW. Failed spinal anaesthesia: mechanisms, management, and prevention. Br J Anaesth. 2009 Jun;102(6):739–48.
18. Pfund N, Oh A, Cyna A. Successful spinal anaesthesia in a patient with a Tarlov cyst. Int J Obstet Anesth. 2018 May; 34:96–8.
19. Sehgal I, Das JM. Anatomy, Back, Spinal Meninges. 2024.
20. Whitman PA, Launico M V., Adigun OO. Anatomy, Skin, Dermatomes. 2024.
21. Bharthi Sekar E, Vijayaraghavan U, Sadiqbasha AM. Effect of Intravenous Dexmedetomidine on Spinal Anesthesia. Cureus. 2021 Jun;13(6):e15708.
22. Taylor JA. Lumbosacral subarachnoid tap. J Urol. 1940; 43 :561–4.
23. Olawin AM, Das JM. Spinal Anesthesia. 2024.
24. Pollock JE, Neal JM, Liu SS, Burkhead D, Polissar N. Sedation during spinal anesthesia. Anesthesiology. 2000 Sep;93(3):728–34.
25. Moen V, Dahlgren N, Irestedt L. Severe Neurological Complications after Central Neuraxial Blockades in Sweden 1990–1999. Anesthesiology. 2004 Oct 1;101(4):950–9.
26. Liu S, Kopacz DJ, Carpenter RL. Quantitative assessment of differential sensory nerve block after lidocaine spinal anesthesia. Anesthesiology. 1995 Jan;82(1):60–3.
27. Brull SJ, Greene NM. Time-courses of zones of differential sensory blockade during spinal anesthesia with hyperbaric tetracaine or bupivacaine. Anesth Analg. 1989 Sep;69(3):342–7.
28. Hocking G, Wildsmith JAW. Intrathecal drug spread. Br J Anaesth. 2004 Oct;93(4):568–78.

29. DeLeon AM, Wong CA. Spinal anesthesia: technique. U: UpToDate, Maniker R ed UpToDate [Internet] Waltham: UpToDate. 2020.
30. Carroll CDC, Hartley LA. The role of lateral table tilt in obstetric anaesthesia. *Anaesthesia*. 2000 Jul 28;55(7):721–2.
31. Bahar M, Chanimov M, Cohen ML, Friedland M, Shul I, Gofman V, et al. The lateral recumbent head-down position decreases the incidence of epidural venous puncture during catheter insertion in obese parturients. *Can J Anaesth*. 2004;51(6):577–80.
32. Imbelloni LE. Spinal hemianesthesia: Unilateral and posterior. *Anesth Essays Res*. 2014;8(3):270–6.
33. Ghosh S, Madjdpour C, Chin K. Ultrasound-guided lumbar central neuraxial block. *BJA Educ*. 2016 Jul;16(7):213–20.
34. Srinivasan KK, Lee PJ, Iohom G. Ultrasound for neuraxial blockade. *Med Ultrason*. 2014 Dec;16(4):356–63.
35. Li J, Krishna R, Zhang Y, Lam D, Vadivelu N. Ultrasound-Guided Neuraxial Anesthesia. Vol. 24, *Current Pain and Headache Reports*. Springer; 2020.
36. Yoo S, Kim Y, Park SK, Ji SH, Kim JT. Ultrasonography for lumbar neuraxial block. *Anesth Pain Med (Seoul)*. 2020 Oct 30;15(4):397–408.
37. Broadbent CR, Maxwell WB, Ferrie R, Wilson DJ, Gawne-Cain M, Russell R. Ability of anaesthetists to identify a marked lumbar interspace. *Anaesthesia*. 2000 Nov 6;55(11):1122–6.
38. Kim H, Won D, Chang JE, Lee JM, Ryu JH, Min SW, et al. Ultrasound assessment of the anatomic landmarks for spinal anesthesia in elderly patients with hip fracture. *Medicine*. 2019 Jul;98(27): e16388.
39. Hosokawa Y, Okutomi T, Hyuga S, Kato R, Kuczkowski KM. The concordance rate of L3/4 intervertebral lumbar level estimated by palpation and ultrasonography in Japanese parturients. *The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine*. 2020 Jul 17;33(14):2354–8.
40. Pysyk CL, Persaud D, Bryson GL, Lui A. Ultrasound assessment of the vertebral level of the palpated intercrystal (Tuffier's) line. *Canadian Journal of Anesthesia/Journal canadien d'anesthésie*. 2010 Jan 27;57(1):46–9.

41. Ozturk I, Kilic B, Demiroglu M, Alptekin HA, Aydin GB, Yazicioglu D, et al. Comparison between two anatomic landmarks using ultrasonography in spinal anesthesia: a randomized controlled trial. *Curr Med Res Opin.* 2016 Oct 2;32(10):1693–5.
42. Whitty R, Moore M, Macarthur A. Identification of the Lumbar Interspinous Spaces: Palpation Versus Ultrasound. *Anesth Analg.* 2008 Feb;106(2):538–40.
43. Kim SH, Kim DY, Han JI, Baik HJ, Park HS, Lee GY, et al. Vertebral level of Tuffier's line measured by ultrasonography in parturients in the lateral decubitus position. *Korean J Anesthesiol.* 2014;67(3):181.
44. Lin N, Li Y, Bebawy JF, Dong J, Hua L. Abdominal circumference but not the degree of lumbar flexion affects the accuracy of lumbar interspace identification by Tuffier's line palpation method: an observational study. *BMC Anesthesiol.* 2015 Dec 21;15(1):9.