

## BÖLÜM 10

# PEDİATRİK HASTALARDA REJİONAL ANESTEZİ UYGULAMASI

Esra AKDAŞ TEKİN<sup>1</sup>

### GİRİŞ:

Pediyatrik rejyonel anestezide temel yaklaşımlara erişkin hastalardan daha dikkat edilmesidir. Pediyatrik olgularda yönetim; erişkinlere göre tamamen farklı detaylara ve özelliklere dayanmaktadır. Bu detayları oluşturan temel etken ise, pediyatrik hastaların kendine has özellikleridir. Yaş aralıklarına göre yeni doğan (0-28 gün),- bebek (28 gün -1 yaş ),çocuk (1-12 yaş ) olarak üç grupta ifade edilebilir. Pediyatrik rejyonel anestezinin genel anestezi ile kombinasyonu yapılabilir. Bu şekilde hızlı ve ağrısız bir derlenme oluşmaktadır. Ayrıca intraoperatif anestezik madde kullanım azlığı, istenmeyen otonomik reaksiyonlarının sıklığının azalması faydası ve cerrahiye stres yanıtını azaltarak hasta konforunu da artırmaktadır.

### PEDİATRİK POPÜLASYONLARDA REJİONEL ANESTEZİ KULLANIMININ VE ZAMANLAMASI:

Pediyatrik rejyonel anestezi (RA) çoğunlukla genel anestezi (GA) ile birlikte kullanılır. Uyanık ve koopere olmayan bir çocukta rejyonel anestezi yapmanın güvenlik endişeleri nedeniyle sinir bloklarının yerleştirilmesi çocuk bilinçsizken gerçekleşir [1]. Bu, iki anestezi yöntemi gerektirmesine rağmen RA, GA'ye doz maruziyetini azaltarak ve cerrahi sonrası ağrının mükemmel kontrolünü sağlayarak fayda sağlar. RA'nın yerleştirilmesi işlemin tipine, sinir bloğunun konumuna ve perinöral kateterin konumuna bağlı olarak ameliyattan önce veya sonra olabilir. Küçük çocuklarda kateterler cerrahi alanla çatışabilir ve cerrahinin sonunda yerleştirilmesini gerektirebilir.

Erişkinlerde kullanılan çoğu periferik sinir blokları (PNB'ler) ve nöraksiyal teknikler her yaşta çocuklarda kullanılmıştır [2]. Başlıca farklılıklar, sinirlerin boyutu ve konumu ile bitişik kritik yapılara olan yakınlığı içerir. Femoral sinirin

<sup>1</sup> Uzm. Dr., Prof. Dr. Cemil Taşcıoğlu Şehir Hastanesi, Anestezi ve Reanimasyon Kliniği  
dr\_esraktas@yahoo.com

safen dalının bloke edildiği veya bloklanmadığı siyatik blok, lateral ayak bileği ve muhtemelen medial malleol üzerinde beklenen insizyonlar nedeniyle bu çocuk için iyi bir seçimidir. Gluteal, infragluteal ve popliteal dahil çoklu siyatik yaklaşımlar uygundur, ancak diz altı cerrahi için popliteal yaklaşım tercih edilebilir. Medial malleol üzerinden de bir insizyon yapılırsa ve femoral sinir bloğu olarak veya adduktör kanalda blokaj yoluyla yaklaşılabirirse safen sinir analjezisi gerekecektir (Tablo 1). Alternatif olarak epidural analjezi kullanılabilir. Bununla birlikte, son zamanlardaki büyük çalışmalar, nöroaksiyel bloklarla karşılaştırıldığında PNB'ler için daha düşük bir başarısızlık oranı ve daha uygun bir risk profili göstermektedir [3-4]. En iyi güvenlik profili ile yeterli analjezi sağlayan RA tekniği seçilmelidir.

**Tablo 1: Alt ekstremitenin genel periferik sinir blokları.**

Blok		Teknik
Siyatik; popliteal	1	Endikasyon: alt ekstremitenin (AE) kemiklerine, kaslarına ve anterolateral cildine cerrahi giriş
	2	Hasta pozisyonu: yüzüstü, yan veya sırtüstü
	3	Teknik: ultrason kılavuzluğunda:
	a	Yüksek frekanslı (10–15 MHz) doğrusal probu
	b	Popliteal fossaya yerleştirin. Siyatik sinirin popliteal ven, arter ve tibial bölümlerini belirleyin.
	c	Sefale doğru tarama, peroneal sinir lateralden girip tibial sinirle birleşerek siyatik siniri oluşturana kadar tarayın.
	d	Düzlem içi yaklaşım, AE yayılımı için yüzey alanını maksimize etmek üzere iki ayrı sinirin siyatik siniri oluşturmak üzere birleştiği seviyede
	e	İğne: 21 veya 22G × 5 ila 10 cm (çocuğun boyuna göre değişir)
	4	Teknik: yer işareti:
	a	Popliteal üçgeni belirleyin: yanal olarak biceps femoris, medial olarak semitendinosus ve semimembranöz ve kaudal olarak gastrocnemius/popliteal kıvrım; arka uyluğun kaudal 1/3'ü
	b	Üçgenin tepe noktasının hemen altında ve 0,5 ila 1,0 cm laterelinde, siyatik aracılı bir seğirme ortaya çıkana kadar sinir stimülatörüne bağlı izole edilmiş bir blok iğne ilerleyin.
	c	İğne: 21 veya 22G × 5

Safenöz; addüktör kanalı	1	Endikasyon: alt bacağın addüktör kanalı anteromedial cildine cerrahi girişim
	2	Hasta pozisyonu: sırtüstü, alt bacak hafifçe abdükte
	3	Teknik: ultrason kılavuzluğunda:
	a	Yüksek frekanslı (10–15 MHz) doğrusal prob
	b	Probu orta uyluğun anterioruna yerleştirin
	c	Vastus medialis'i belirleyin ve sartorius kası görülene kadar medial olarak tarayın. Femoral arter bölümü bu seviyede görselleştirilmelidir.
	d	Arterin lateral ve medial taraflarında periarteriyel infiltrasyon

Nöroaksiyel anestezi ve PNB, pediatrik hastalarda tek anestezi olarak kullanılabilir, ancak yeni doğanlar ve küçük bebekler dışında yaygın değildir. Saf RA teknikleri, en küçük bebeklerde GA'ye tüm maruziyetten kaçınmak ve eski preterm bebeklerde postoperatif apne ve diğer komplikasyonları azaltmak için yaygın olarak kullanılmaktadır [5].

Serebral Palsy (SP)'li hastalara bakım verirken birçok özel husus vardır [6]. Ağrı tedavisi için RA kullanımı, bu hastalarda ağrıyı değerlendirmenin zorlukları nedeniyle, özellikle preverbal ve gelişimsel olarak gecikmiş çocuklarda önemli olabilir. SP hastalarında rejyonel anestezi kullanımı, opioid analjezi ile karşılaştırıldığında daha düşük ağrı skorları ve daha az solunum komplikasyonları ile sonuçlanır [7-8]. SP'li hastalarda sıklıkla skolyoz ve kontraktürler bulunur, bu da blok yerleştirme için konumlandırmayı zorlaştırır. Kontraktürlerden ve kas atrofisinden kaynaklanan anormal anatomi, hem sinir yerleşimi hem de bitişik kritik yapıların tanımlanması için gerekli olan sinir stimülasyonu veya ultrason (US) gibi lokalizasyon tekniklerinin kullanılmasını sağlar. Ek olarak, bu hastalarda zayıf termal düzenleme nedeniyle hipotermi hızla gelişir; bu nedenle blok yerleştirme sırasında soğuk ameliyathanelere maruz kalmaktan kaçınılmalıdır. Hastanın nöbet öyküsü varsa güncel antiepileptik tedavisi belirlenmelidir. Sodyum valproat, trombosit disfonksiyonu, trombositopeni nedeniyle kanamayı artırabilir ve bu da bölgesel teknik seçimini etkileyebilir [6].

## BİLİNCİ KAPALI PEDIATRİK HASTADA ANESTEZİ

Erişkin popülasyonlarda, lokal anestetik sistemik toksisite (LAST) ve sinir travması gibi komplikasyonların erken uyarı işaretlerini maskeleyen endişeleri nedeniyle GA altına RA yerleştirilmesi büyük ölçüde önerilmemektedir [9-10]. Uyanık

bir bebek veya çocukta rejyonel anestezi uygulaması, kooperasyon eksikliğinden dolayı genellikle mümkün değildir; sonuç olarak, GA altındaki çocuklarda sinir bloğu yerleştirilmesi standart bakımdır [1, 9-10]. Literatürde bir çok çalışmada , RA'nın uyanık veya anestezi altındaki çocuklara uygulanmasının morbidite veya mortalite açısından hiçbir fark göstermediğini gösterdi. Bu hem nöroaksiyal hem de PNB'ler için geçerliydi [11]. Benzer şekilde, RA'nın yerleştirilmesi sırasında nöromüsküler bloke edici ilaçların kullanılması sonuçları etkilememiştir [11]. Lokal anestetik sistemik toksisite küçük çocuklarda daha yaygındır ve nörolojik komplikasyonlar en çok daha büyük çocuklarda meydana geldi; yine de her ikisi de ender olaylardı. RA'nın sonucu olarak nörolojik defisit meydana geldiğinde, bunlar çoğunlukla geçiciydi ve altı ay içinde düzeldi [11]. Katastrofik komplikasyon riskinden dolayı GA veya ağır sedasyon altındaki çocuklarda interskalen blok uygulama güvenliği konusunda hala tartışmalar mevcuttur. Amerikan Bölgesel Anestezi ve Ağrı Tıbbı Derneği kılavuzları, uyanık veya hafif sedasyon uygulanan hastalarda interskalen sinir bloklarının yerleştirilmesini önermektedir [9]. Bununla birlikte, pediatrik hastalarda GA altına yerleştirilen yaklaşık 400 interskalen blokla ilgili yeni bir çalışma, ilişkili herhangi bir komplikasyon bildirmemiştir [12].

Yetişkin popülasyonlarda US rehberliğinin kullanımı önemlidir. LAST ve blok sonrası nöropraksi insidansını azaltmıştır [13]. US rehberliği, gelişmiş blok etkinliği ve azaltılmış lokal anestetik (LA) dozları ile ilişkilidir [14].

## **PEDİATRİK POPÜLASYONDA PERİFERİK BLOKLARDA İLAÇ ÖZELLİKLERİ**

PNB'ler için hem amid hem de ester LA'ler kullanılmıştır (Tablo 2). Amidler en yaygın olarak tek bolus enjeksiyonları için kullanılır ve ilaç seçimi, istenen başlama hızına, etki süresine, ilaç güvenlik profiline ve gerçekleştirilecek bloğun tipine bağlıdır [15-16].

<b>Tablo 2: Lokal Anestetik doz ve etki süreleri</b>		
<b>İlaç</b>	<b>Maximum doz (mg/kg)</b>	<b>Etki Süresi (dakika)</b>
2,3 Chloroprocaine	20	30
Lidocaine	5	90–200
Bupivacaine	2.5	180–600
Ropivacaine	3	120–240

Çocuklarda LA dozu ağırlığa göre hesaplanır ve genellikle kilogram başına mililitre olarak ifade edilir (Tablo 3). Pediatrik doz hesaplanırken ağırlık için yağsız vücut kütlesi kullanılır ve ilaç uygulanırken LA'ların yaşa özgü farmakokinetiği dikkate alınmalıdır. Genel olarak, çocuklar daha yüksek bir dağılım hacmine sahiptir ve LAST'a karşı bir miktar koruma sağlar. Küçük bebekler ve yeni doğanlar, LA'nın serbest plazma düzeylerinde artışla sonuçlanan azalmış plazma proteinlerine sahip olsalar da, yetişkin hepatik fonksiyonuna üç ila altı aylıkken ulaşılır [15-16]. SP'li ve diğer önemli komorbiditeleri olan çocuklar yetersiz beslenebilir ve hipoalbuminemiye sahip olabilir, bu da bağlanmamış LA'da artışa neden olur. LAST'tan kaçınmak için tek bir hastada çoklu sinir bloklarının yerleştirilmesinden önce maksimum lokal anestezi dozunu hesaplanmalıdır.

<b>Tablo 3 : Sinir blokları için tek bolus dozu.</b>			
<b>Bupivacaine 0.25%</b>		<b>Ropivacaine 0.2%</b>	<b>Maximum bolus</b>
<b>Üst Ekstremité</b>			
Interskalen	0.15–0.20 ml/kg	0.15–0.20 ml/kg	15 ml
Brakiyal pleksus: supraklaviküler, infraklaviküler, aksiller	0.2–0.25 ml/kg	0.2–0.25 ml/kg	20 ml
<b>Alt Ekstremité</b>			
Siyatik: popliteal, subgluteal	0.15–0.20 ml/kg	0.15–0.20 ml/kg	20 ml
Femoral	0.2–0.25 ml/kg	0.2–0.25 ml/kg	20 ml
Addüktör Kanal	0.2 ml/kg	0.2 ml/kg	20 ml
Lumbar plexus	0.25–0.5 ml/kg	0.25–0.5 ml/kg	30 ml
<b>Trunkal</b>			
Epidural; kaudal yaklaşım	1 ml/kg	1 ml/kg	20 ml
<b>Paravertebral</b>			
Unilateral	0.5 ml/kg	0.5 ml/kg	20 ml
Bilateral	0.25 ml/kg	0.25 ml/kg	20 ml her bir tarafa
<b>Transversus abdominis düzlemi (TAP)</b>			
Unilateral	0.5 ml/kg	0.5 ml/kg	20 ml
Bilateral	0.25 ml/kg	0.25 ml/kg	20 ml her bir tarafa

## SİNİR BLOKLARINDA VE EPİDURAL KATETER DE İLAÇ YÖNETİMİ

Düşük kilolu çocuklarda sürekli infüzyonların dozajına titizlikle dikkat edilmesi, ilacın zaman içinde birikmesi endişesi nedeniyle önemlidir.

Özellikle, hasta ağırlığına göre dozlama, bireysel hesaplamalar gerektirir ve matematiksel hatalar için yüksek potansiyel yaratır. Ropivakain, bupivakain, kloroprokain ve lidokain, çocuklarda infüzyon için kullanılmıştır.

Bununla birlikte, lidokainin küçük çocuklarda kuramsal olarak artmış nörotoksisite riski vardır [15-16]. Ropivakain, araba diotoksisitesinin azalması ve motor koruma özelliklerinin artması nedeniyle genellikle bupivakaine göre tercih edilir. Ropivakainin çocuklar için önerilen maksimum infüzyon hızı 0,4 ila 0,5 mg/kg/saattir [17]. Amit lokal anesteziklerin karaciğer fonksiyonu ve konjugasyon fonksiyonu yetişkin olgunluğuna dört ila altı aylık olana kadar erişmez [15-16], bu nedenle dört ila altı aylıktan küçük çocuklarda infüzyonlar 0,2 ila 0,3 mg/kg/1 geçmemelidir. [17]. Bazı pratisyenler, kloroprokain plazma kolinesteraz tarafından metabolize edildiğinden ve bu grupta LAST'a neden olma olasılığı daha düşük olduğundan, dört ila altı aylıktan küçük bebeklerde kloroprokain infüzyonları kullanmayı tercih eder. Plazma psödokolinesteraz aktivitesinde herhangi bir azalma muhtemelen çok az klinik etkiye sahiptir.

Periferik sinir kateterlerinin dozlaması bloke edilecek sinire de bağlıdır (Tablo 4). US altında sinirin doğrudan görselleştirilmesini içeren bölgesel teknikler genellikle saatte daha az hacim gerektirir. Bu, başarımın lokal anesteziğin daha kapsamlı yayılmasına bağlı olduğu epidural ve lomber pleksus blokları gibi daha büyük hacimli sinir bloklarının tersidir.

**Tablo 4: Periferik sinir kateterleri için ilaç infüzyonları**

Sinir Kateteri	Hız (ml/kg/h)	Maximum Hız (ml/kg/h)	Ropivacaine (%)
Femoral	0.15	8	0.1
Lumbar plexus	0.25	15	0.1
Fascia iliaca	0.25	15	0.1
Siyatik (gluteal)	0.1	5	0.1
Siyatik (popliteal)	0.1	8	0.1
Interskalen	0.1	7	0.2
Infraklaviküler/Supraklaviküler	0.15	10	0.2
Paravertebral (unilateral)	0.25	15	0.2
Paravertebral (bilateral)	0.15	10	0.2
Transversus abdominis düzlemi (TAP)	0.15	12	0.1 or 0.2

## KAUDAL KATETERİN YÖNETİMİ VE ÖZELLİKLERİ

Kaudal boşluk yoluyla uygulanan epidural analjezi, pediatriye en sık kullanılan RA prosedürüdür [3-4]. Popülaritesi büyük ölçüde yüksek başarı oranı, teknik kolaylığı ve minimal komplikasyon oranından kaynaklanmaktadır. Tek enjeksiyonlu bir kaudal, tüm göbek altı prosedürler için güvenilir bir şekilde anestezi sağlayabilir [18]. Kaudal epidural boşluğa, sakral kornu yerleştirilerek ve sakral hiatusu kaplayan sakrokoksigeal bağa S4 ile S5 seviyesinde [2] girerek ulaşılabilir (Tablo 5).

**Tablo 5: Kaudal Blok endikasyon ve Teknik**

Blok	Teknik
Epidural boşluğa kaudal yaklaşım	1. Endikasyon: Umbilikus altından cerrahi 2. Pozisyon: yan veya yüzüstü, kalçalar fleksiyonda 3. Teknik: A. Sakral kornu palpe ederek sakral hiatusu S4 ile S5 seviyesinde bulun. Sakrokoksigeal ligament kornu arasında yer alır. B. Küçük çaplı bir blok iğnesi (21 ila 23G), sakrokoksigeal ligamanın penetrasyonu için bir “pop” algılanana kadar cilde 45 derecelik bir açıyla sokulur. C. İğne açısı düzleştirilir ve iğne kaudal kanala ilerletilir. D. Başarılı giriş, direnç olmaksızın sıvı, LA veya salin enjeksiyonu ile doğrulanır. e. Negatif aspirasyondan sonra, 1:200.000 epinefrinli veya epinefrinsiz 0.1 ml/kg LA %1.5 test dozu uygulanır. Negatif test dozu elektrokardiyogramda hemodinamik değişikliklerin olmaması ve S-T değişikliklerinin olmaması ile belli olur.

Uzatılmış analjezi isteniyorsa veya yüksek lomber veya torasik dermatom kapsamı gerekiyorsa, istenen dermatom seviyesine bir kateter takılabilir [19]. Bu, epidural analjezi istendiğinde ve doğrudan lomber veya torasik kateter yerleştirme riskinin yüksek olduğu küçük çocuklarda faydalıdır. Kateter yerleştirilmesi için, 17 ila 18G Tuohy iğnesinden 19 ila 20G epidural kateter sokulur. Kör anatomik yer işareti, US kılavuzluğunda, floroskopi kılavuzluğunda ve sinir stimülatörü teknikleri dahil olmak üzere kaudal kateter yerleştirme ve doğrulama için çeşitli teknikler tarif edilmiştir [20]. Seçilen teknik, gerekli ekipmanın mevcudiyetine ve uygulayıcının uzmanlığına bağlıdır.

Bebeklerde ve çocuklarda kaudal anestezi sonrası ciddi komplikasyonlar nadirdir, ancak yanlışlıkla intratekal enjeksiyon, vasküler enjeksiyon, enfeksiyon, üriner retansiyon ve nörolojik hasarı içerir [20]. Dural ponksiyon riski, daha düz

bir sakrum ve daha düşük dural kese nedeniyle yenidoğanlarda artar. Kaudal uygulamadan sonra idrar retansiyonu insidansı %2'dir ve nörolojik hasar genellikle geçicidir ve insidansı 1000 çocukta 0.13 ila 0.4 olarak bildirilmiştir [3-4]. Bebeklerde ve çocuklarda kaudal epidurallerle kateter ilişkili enfeksiyon insidansı son derece düşüktür; kayda değer bir şekilde, en büyük iki çalışmadaki birleştirilmiş 917 hastanın hiçbirinde kaudal kateterle ilişkili enfeksiyon vakası yoktu [21-22]. Tersine, kaudal kateterler lomber ve torasik epidural kateterlere göre daha yüksek bakteriyel kolonizasyon oranına sahiptir; ancak bu, artmış bir enfeksiyon oranı ile ilişkilendirilmemiştir [22]. Kaudal bir kateterin perine ve bebek bezi alanından deri altına tünel açılması enfeksiyon riskini azaltır, ancak tüm sinir bloğu kateterlerinde olduğu gibi, ilk kirlenme veya lokalize enflamasyon belirtisinde çıkarma için düşük bir eşik ile bölgenin günlük olarak incelenmesi zorunludur.

Bupivakain (%0.25) veya ropivakain (%0.2), benzer etki süreleri ve ropivakain ile ilişkili daha az motor blokaj ile kaudal analjezi için en sık kullanılan LA'lardır [21]. LA'nın sefale doğru yayılımı oldukça değişkendir. T10 ila T12 dermatomlarına yayılma, yalnızca 0,75 ila 1,0 ml/kg LA hacimleri ile güvenilir bir şekilde elde edilir [18]. Sürekli kaudal kateterlerin dozlaması, epidural kateterlerin dozlamasına benzerdir.

Kaudal bloğun önemli bir sınırlaması, tek bir enjeksiyonun sınırlı etki süresidir ve blok süresini uzatmak için sıklıkla LA'ya ek ilaçlar eklenir. Kaudal opioidlerin kullanımı analjezi süresini önemli ölçüde uzatır, ancak bulantı ve kusma, kaşıntı ve üriner retansiyon gibi yüksek yan etki insidansı ile ilişkilidir [23]. Klonidin (1 ila 5 µg/kg), LA'nın analjezik etkisini güçlendirir ve uzatır ve sık kullanılan bir katkı maddesidir. Klonidin yan etkileri arasında hipotansiyon, sedasyon ve bradikardi yer alır; bu nedenle bir yaşımdan küçük bebeklerde önerilmemektedir [24-25]. Kaudal uygulanan ketamin [18] tek başına LA'ya göre analjezi süresini de artırır; bununla birlikte, omurilik nörotoksitesitesi ile ilgili endişeler klinik kullanımını sınırlar.

## **KAYNAKLAR**

1. Shah RD, Suresh S. Applications of regional anaesthesia in paediatrics. British journal of anaesthesia. 2013 Dec 1;111(suppl\_1):i114-24. doi: 0.1093/bja/aet379
2. Suresh S, Polaner DM, Cote CJ. Regional anesthesia. In: C. J. Cote, J. Lerman, B. J. Anderson (eds). A Practice of Anesthesia for Infants and Children, 5th ed. Philadelphia: Elsevier Saunders; 2013. p. 835–880.
3. Ivani G, Suresh S, Ecoffey C, et al. The European Society of Regional Anaesthesia and Pain Therapy and the American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine Joint Committee Practice Advisory on Controversial Topics in Pediatric Regional Anesthesia. Regional Anesthesia & Pain Medicine. 2015;40:526-532.
4. Feehan T, Packiasabapathy S. Pediatric Regional Anesthesia. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK572106/>



5. Neal JM, Barrington MJ, Fettiplace MR, et al. The Third American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine Practice Advisory on Local Anesthetic Systemic Toxicity: Executive Summary 2017. *Regional Anesthesia & Pain Medicine*. 2018;43:113-123.
6. Wongprasartsuk P, Stevens J. Cerebral palsy and anaesthesia. *Pediatric Anesthesia*. 2002; 12: 296-303.
7. Ostojic K, Paget SP, Morrow AM. Management of pain in children and adolescents with cerebral palsy: a systematic review. *Dev Med Child Neurol*. 2019;61: 315-321. doi: 10.1111/dmcn.14088
8. Moore RP, Wester T, Sunder R, et al. Perioperative pain management in children with cerebral palsy: comparative efficacy of epidural vs systemic analgesic protocols. *Pediatric Anesthesia*. 2013; 23: 720-725.
9. Weinstein EJ, Levene JL, Cohen MS et al. Local anaesthetics and regional anaesthesia versus conventional analgesia for preventing persistent postoperative pain in adults and children. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2018: Issue 6. Art. No.: CD007105. doi: 10.1002/14651858.CD007105.pub4.
10. Bernardis CM, Hadzic A, Suresh S et al. Regional anesthesia in anesthetized or heavily sedated patients. *Regional Anesthesia & Pain Medicine*. 2008; 33: 449-460.
11. Wu Z, Wang Y. Development of Guidance Techniques for Regional Anesthesia: Past, Present and Future. *Journal of Pain Research*. 2021;14: 1631-1641. doi: 10.2147/JPR.S316743
12. Rakesh V, Ban CH. Factors Associated With Risk of Neurologic Complications After Peripheral Nerve Blocks: A Systematic Review. *Anesthesia & Analgesia*. 2017;124(2):p 645-660. doi: 10.1213/ANE.0000000000001804
13. Boretsky KR. A Review of Regional Anesthesia in Infants. *Pediatric Drugs*. 2019;21; 439-449. doi: 10.1007/s40272-019-00360-8
14. Wiegele M, Marhofer P, Lönnqvist P. Caudal epidural blocks in paediatric patients: a review and practical considerations, *British Journal of Anaesthesia*. 2019;122(4): 509-517. doi: 10.1016/j.bja.2018.11.030.
15. Gunter JB. Benefit and risk of local anaesthetics in infants and children. *Paediatric Drugs*. 2002;4: 649-672.
16. Heydinger G, Tobias J, Veneziano G. Fundamentals and innovations in regional anaesthesia for infants and children. *Anaesthesia*. 2021;76: 74-88. doi: 10.1111/anae.15283
17. Marcelino R, Sawardekar A, Suresh S, Neuraxial anaesthesia in paediatrics, *Anaesthesia & Intensive Care Medicine*. 2019;20(6): 338-343 doi: 10.1016/j.mpaic.2019.03.009.
18. Schnabel A, Poepping DM, Kranke P et al. Efficacy and adverse effects of ketamine as an additive for paediatric caudal anaesthesia: a quantitative systematic review of randomized controlled trials, *BJA: British Journal of Anaesthesia*. 2011;107(4): 601-611. doi: 10.1093/bja/aer258
19. Tsui BC, Berde C. Caudal analgesia and anesthesia techniques in children. *Current Opinion in Anesthesiology*. 2005; 18: 283-288.
20. Suresh S, Long J, Birmingham PK et al. Are caudal blocks for pain control safe in children? An analysis of 18,650 caudal blocks from the Pediatric Regional Anesthesia Network (PRAN) database. *Anesthesia & Analgesia*. 2015; 120: 151-156.
21. Sethna N, Clendenin D, Athiraman U et al. Incidence of epidural catheter-associated infections after continuous epidural analgesia in children. *Anesthesiology*. 2010; 113: 224-232.
22. Byerly S, Tobin JR, Greenberg RS et al. Bacterial colonization and infection rate of continuous epidural catheters in children. *Anesthesia & Analgesia*. 1998; 86: 712-716.
23. Vetter T, Carvallo D, Johnson J et al. A comparison of single-dose caudal clonidine, morphine, or hydromorphone combined with ropivacaine in pediatric patients undergoing ureteral re-implantation. *Anesthesia & Analgesia*. 2007; 104: 1356-1363.
24. Ansermino M, Basu R, Vandebek C et al. Nonopioid additives to local anaesthetics for caudal blockade in children: a systemic review. *Pediatric Anesthesia* 2003; 13: 561-573.
25. Constant J, Gall O, Gouyet L et al. Addition of clonidine or fentanyl to local anesthetics prolongs the duration of surgical analgesia after single shot caudal block in children. *British Journal of Anaesthesia* 1998; 80: 294-298.