

Revijalni članak

PERIFERNI NERVNI BLOKOVI ZA GORNJE I DONJE EKSTREMITETE – UPOTREBA ULTRAZVUKA I NERVNOG STIMULATORA

Svetlana Srećković¹¹Centar za anesteziologiju i reanimatologiju, Klinički centar Srbije, Beograd, Srbija

Sažetak

Periferni nervni blokovi se kao anesteziološka tehnika koriste već decenijama u hirurgiji gornjih i donjih ekstremiteta. Uvođenje nervnog stimulatora i ultrazvuka, tokom poslednjih deset godina, doprinelo je značajnim promenama u svakodnevnoj praksi. Danas su blokovi perifernih nerava pod kontrolom ultrazvuka postali tehnika standarda koja, pored svoje veće efikasnosti, obezbeđuje i upotrebu manje količine lokalnog anestetika i smanjuje incidencu komplikacija. Omogućivši bolje razumevanje mesta i doze davanja lokalnog anestetika, periferni nervni blokovi pod kontrolom ultrazvuka danas obezbeđuju najviši stepen uspešnosti i sigurnosti.

Ključne reči: periferni nervni blok; ultrazvuk; nervni stimulator; gornji ekstremitet; donji ekstremitet

Uvod

Periferni nervni blokovi danas se koriste u hirurgiji gornjih i donjih ekstremiteta ne samo u cilju obezbeđivanja anestezije za hirurške procedure nego i kao dijagnostički, prognostički, preemtivni, a u poslednje vreme sve više i kao deo multimodalne analgezije¹. Tome su doprinele brojne prednosti, uključujući pre svega minimalnu pripremu pacijenta, kardiorespiratornu stabilnost, koja je obezbeđena tokom hirurške intervencije, i smanjenje postoperativne mučnine i povraćanja u odnosu na centralnu sprovodnu anesteziju. Obezbeđujući značajnu kontrolu bola, doprineli su smanjenju potrošnje opioida u postoperativnom toku. Sve ovo je dovelo do rane rehabilitacije pacijenata, smanjivši broj bolničkih dana, kao i prevenciju ponovnog prijema, što je rezultiralo povećanim zadovoljstvom pacijenata, kao i smanjenjem ukupnih troškova lečenja²⁻⁹.

Autor za korespondenciju: Svetlana Srećković, Telefon: 064 1347274, E-mail: svetlanasreckovic@yahoo.com

Review article

ULTRASOUND AND NERVE STIMULATOR GUIDED PERIPHERAL NERVE BLOCKS OF THE UPPER AND LOWER LIMBS

Svetlana Srećković¹¹Center for Anesthesia and Resuscitation, Clinical centre of Serbia, Belgrade, Serbia

Summary

Peripheral nerve blocks have been part of anaesthetic techniques used for upper and lower extremity surgery for decades. The introduction of the nerve stimulator and the ultrasound guidance, during last decade, made a marked change in everyday practice. Ultrasound guided nerve blocks are now becoming the standard practice in regional anaesthesia as more effective technique requires less volume of local anaesthetic and reduces the incidence of complications. Ultrasound guidance enables better assessment of local anaesthetic placement and dosage required, rendering it the safest and most reliable technique in regional anaesthesia at present.

Key words: peripheral nerve block; ultrasound; nerve stimulator; upper extremity; lower extremity

Uvođenje nervnog stimulatora, a u poslednjih deset godina i ultrazvuka, doprinelo je promenama u svakodnevnoj praksi, omogućivši značajno širu primenu perifernih nervnih blokova, uz danas najviši stepen uspešnosti, ali i sigurnosti za pacijenta¹.

Nervnim stimulatorom se generiše električni impuls niskog inteziteta (do 5 mA), kratkog trajanja (0,05–1 ms) i frekvence (1–2 Hz), a kojim se dobija motorni ili senzorni odgovor nerva. U cilju što boljeg pozicioniranja igle, a bez kontakta sa nervom, preporučuje se jačina 0,2–0,3 mA, 0,1 ms, 2 Hz. Međutim, u poređenju sa nervnim stimulatorom, blokovi perifernih nerava vođeni ultrazvukom imaju određene prednosti, pre svega u kvalitetu bloka, količini upotrebljenog lokalnog anestetika, manjoj neprijatnosti za pacijenta, kao i manjoj učestalosti punkcije krvnog suda^{10,11}. Da bi se omogućila vizuelizacija nervnih struktura, u zavisnosti od dubine, koriste se dve sonde: linearna (frekvence 5–18m Hz) za površne strukture do 6 cm i konveksna (frekvence 2,5–5 MHz) za dublje strukture¹².

Corresponding author: Svetlana Srećković, Telephone: 064 1347274, E-mail: svetlanasreckovic@yahoo.com

I pored ovoga, povrede nerava nakon perifernog bloka su moguće, ali su retke, sa učestalošću od 1 na 4000 blokova do 1 na 200000 blokova, u zavisnosti od tipa bloka i specifičnih faktora rizika. Najčešće nastaju kao rezultat direktnog oštećenja iglom, toksičnog efekta anestetika ili kao sekundarna komplikacija usled krvarenja ili infekcije i njihovo rano prepoznavanje je izuzetno važno, s obzirom na to da oporavak nerva zavisi od ranog postavljanja dijagnoze i terapije¹³⁻¹⁶. S obzirom na mogućnost nastanka povrede, ali i činjenicu da pod kontrolom ultrazvuka klinički značajan blok može da nastane sa < 1 ml lokalnog anestetika, pravo mesto davanja lokalnog anestetika i danas je tema mnogih debata. Tako su danas definisane tri tehnike:

1. intraneuralna – ne preporučuje se i trebalo bi da se izbegava, pogotovo kod blokova perifernih nerava koji su proksimalni, tačnije koji imaju malu količinu vezivnog vlakna i kod kojih na ovaj način nastaje lezija

2. intrapleksus (sub-perineuralna) je tehnika izbora kod poplitealnog bloka. Kada je u pitanju brahijalni plexus, ova tehnika može da bude ili perineuralna (kada se okružuje svaki pojedinačni nerv) ili perivaskularna (lokalni anestetik se daje u omotač oko arterije)

3. peri-pleksus (ekstrafascijalna) – podrazumeva davanje anestetika van plexusa, a kada je u pitanju interskalenski blok to bi značilo između skalenskih mišića¹⁷⁻²⁶.

Blokovi gornjih ekstremiteta

Plexus brachialis nastaje spajanjem spinalnih nervnih korenova C5, C6, C7, C8 i Th1, ali često i nervnih vlakana iz C4 i Th2, koji u prostoru između prednjeg i srednjeg skalenskog mišića formiraju trunkuse (gornji – C5 i C6, srednji – C7 i donji – C8 i Th1). Primarni trunkusi se nakon napuštanja interskalenskog prostora grupišu i u zadnjem trouglu vrata od gornjeg trunkusa odvaja se *n. suprascapularis* i *n. subclavius*. *Plexus brachialis* je na nivou prvog rebra u zajedničkom omotaču sa *a. subclaviom*, od koje je dorzalno postavljen. Na nivou vrha aksile, primarni trunkusi, od kojih su nastali *divisiones anteriores* i *divisiones posteriores*, formiraju oko arterije aksilaris lateralni, posteriorni i medijalni snop, od kojih će se u samoj aksili formirati terminalni nervi.

Plexus brachialis na različitim mestima može biti blokiran, čime se postiže različita distribucija anestezije, u cilju obezbeđivanja adekvatnih uslova za planiranu hirurgiju. Pre izvođenja svake blo-

kade, neophodna je pažljiva procena anatomskih odnosa kod svakog pacijenta i njihova detaljna analiza, kao i provera neurološkog stanja, a zatim i detaljno objašnjenje samog postupka pacijentu, u cilju bolje saradnje, kao i predstavljanje mogućih neželjenih efekata i komplikacija^{27,28}.

Interskalenski blok

Interskalenski blok *plexus brachialis* se primenjuje u hirurgiji lateralne 2/3 klavikule (unutrašnju trećinu klavikule inerviše cervikalni plexus), hirurgiji ramena, kao i u hirurgiji proksimalnog humerusa (zadnji artroskopski port može zahtevati lokalnu infiltraciju). Ne preporučuje se za hirurgiju lakta, podlaktice i šake, zbog neadekvatne blokade donjeg trunkusa (C8-Th1)²⁷.

Plexus je lokalizovan lateralno u odnosu na karotidnu arteriju, između prednjeg i srednjeg skalenskog mišića²⁸.

Tehnika pomoću nervnog stimulatora podrazumeva upotrebu struje jačine 0,2–0,5 mA, frekvencije 2 Hz, u trajanju od 0,1 ms. Pacijent se postavlja u ležeći položaj, sa glavom rotiranom u suprotnu stranu. Nakon dezinfekcije kože i identifikacije zadnje ivice sternokleidomastoidnog mišića i *v. jugularis externe*, uvodi se elektrostimulaciona igla (do 50 mm, 22 G), perpendikularno u odnosu na površinu kože, u kaudalnom smeru, nikada kranijalno, zbog mogućnosti plasiranja u cervikalni deo kičmenog kanala. Na stimulaciju se dobija motorni odgovor: *m. pectoralis*, *m. deltoideusa*, *m. triceps brachii*, *m. biceps brachii* ili pokret podlaktice ili šake, i ordinira se 25–35 ml lokalnog anestetika²⁷ (Slika 1).

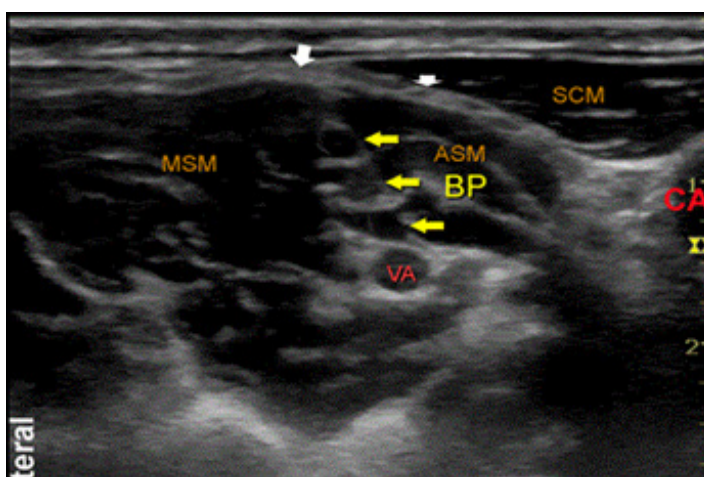
Slika 1: Interskalenski blok – nervni stimulator



Bela strelica – klavikula; crvene strelice – zadnja ivica *m. sternocleidomastoideusa*; ljubičasta strelica – *v. jugularis externa*

Interskalenski blok pod kontrolom ultrazvuka se razlikuje od bloka sa nervnim stimulatorom ne samo po tačkama orijentacije nego i po tehnici rada. Pacijent je u ležećem položaju, sa glavom rotiranom u suprotnu stranu, i nakon dezinfekcije kože, postavlja se ultrazvučna linearna sonda (8–14 MHz), transverzalno, 3–4 cm iznad klavikule, do identifikacije pulzacija karotidne arterije. Nakon identifikacije arterije, sonda se pomera lateralno, u cilju vizuelizacije hipoehogene strukture – trunkusa, prednjeg i srednjeg skalenskog mišića, na dubini od 1–3 cm. Cilj je plasiranje igle u tkivo između prednjeg i srednjeg skalenskog mišića i ubrizgavanje lokalnog anestetika 15–25 ml, kao i praćenje širenja oko *plexus brachialis* (peripleksusno davanje). Ukoliko je neophodno, može se plasirati kateter, čime se obezbeđuje kontinuirano davanje anestetika²⁸ (Slika 2).

Slika 2: Interskalenski blok pod kontrolom ultrazvuka



ASM – *m. scalenus anterior*; MSM – *m. scalenus medius*; bela strelica – *superficial cervical plexus*; VA – *a. vertebralis*; CA – *a. carotis*; BP – *plexus brachialis*

Najčešća komplikacija interskalenskog bloka je ipsilateralni blok *n. phrenicus* (C6 pareza dijafragme u do 100% pacijenata, ↓ 2% res volumena), zatim pneumotoraks, trajno neurološko oštećenje, blok: *n. vagus*, *n. laryngeus recurrens*, Hornerov sindrom (blok cervical sympathetic nerava – ptoza, mioza, enoftalmus, anhidroza), epiduralna ili subarahnoidalna injekcija, hipotenzija i bradikardija (Bezold-Jarisch reflex), kao i punkcija arterije vertebralis^{27,28}.

Supraklavikularni blok

Supraklavikularni nervni blok se primenjuje za operacije gornjeg ekstremiteta, distalno od rame-

na. Prednost ovog bloka je što je brahijalni plexus na ovom nivou kompaktan i što je moguće postizanje brze blokade malim volumenom lokalnog anestetika, ali i to što se može izvesti bez obzira na položaj ruke pacijenta.

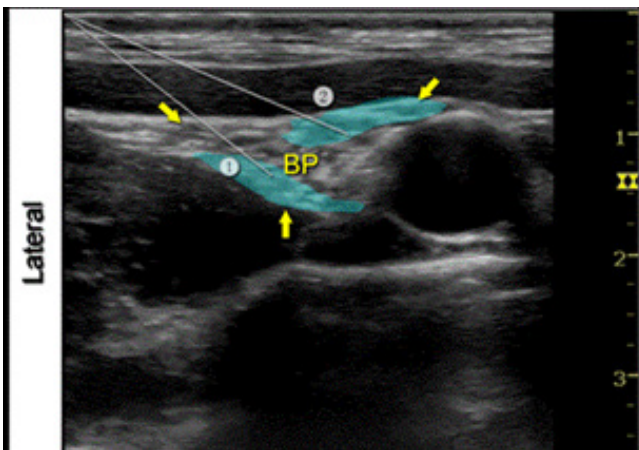
Pacijent je u ležećem ili polusedećem položaju, sa rukom koja se blokira pored tela u supinaciji. Nakon dezinfekcije kože, identifikuje se lateralni pripoj *m. sternocleidomastoidea* za klavikulu i sama klavikula i pulsacije *a. subclaviae*. U cilju lakše identifikacije mišićnog pripoja, od pacijenta se može zahtevati da podigne glavu sa jastuka. Plexus je lokalizovan 2,5 cm lateralno od lateralnog pripoja *m. sternocleidomastoidea* i igla (25–27 G, 50 mm) se usmerava anteroposteriorno i blago kaudalno, korišćenjem nervnog stimulatora (0,2–0,5 mA, 0,1 ms, 1 Hz), može se videti odgovarajući mišićni odgovor ruke. Ubrizgava se 25–35 ml lokalnog anestetika²⁹ (Slika 3).

Slika 3: Supraklavikularni blok – nervni stimulator



Ukoliko se blok izvodi pod kontrolom ultrazvu-ka, pacijent je takođe u polusedećem položaju, sa glavom rotiranom u suprotnu stranu i ultrazvučna linearna sonda se postavlja transversalno na sredinu klavikule, a cilj je identifikacija *a. subclavie*, prvog rebra i pleure. *Plexus brachialis* se vidi kao hipoehogena struktura ovalnog ili trouglastog oblika, na dubini od 1–2 cm, superficijalno i lateralno od *a. subclavie*. Ukoliko se istovremeno koristi i nervni stimulator, može se videti odgovarajući odgovor mišića. Iгла (25–27 G, 5 cm) se postavlja u omotač plexusa, u dva položaja, kako bi se postiglo potpuno razlivanje lokalnog anestetika unutar plexusa, u količini od 20–25 ml³⁰ (Slika 4).

Slika 4: Supraklavikularni blok pod kontrolom ultrazvuka



BP – *plexus brachialis*; žute strelice – granice trouglaste strukture plexusa; 1, 2 – dva različita položaja igle; plavo – lokalni anestetik

Pored mogućnosti nastanka pneumotoraksa (0,5–6%), koji može da se razvije u prva 24 h od bloka, veoma česta komplikacija prilikom izvođenja ovog bloka je i blok *n. phrenicus* (40–60%),

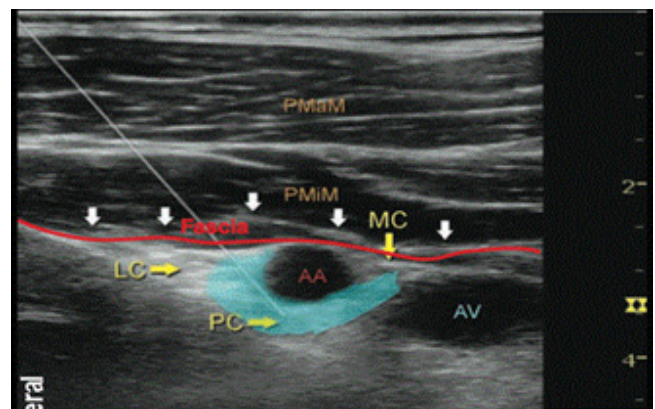
Hornerov sindrom, trajno neurološko oštećenje, hematoma, kao i punkcija krvnog suda^{30,31}.

Infraklavikularni nervni blok

Infraklavikularni blok se sve češće preporučuje kako zbog sigurnosti njegovog izvođenja i malog procenta nastanka komplikacija tako i zbog postizanja istovremene blokade i *n. musculocutaneusa*. Primenjuje se za operacije distalne nadlaktice, laktice, podlaktice i šake.

Pri blokadi sa nervnim stimulatorom (0,3–0,5 mA, 0,1 ms, 1 Hz), odredi se polovina rastojanja između *fossae jugularis* i vrha akromiona i igla se uvodi vertikalno u odnosu na ravan u kojoj leži pacijent. Medijalno usmeravanje igle (22 G, 50 mm) se ne preporučuje, zbog moguće punkcije krvnih sudova (*a. i v. subclaviae*). Plexus je lokalizovan

Slika 5: Infraklavikularni blok pod kontrolom ultrazvuka



LC – lateralni snop; PC – zadnji snop; MC – srednji snop; AA – *a. axilaris*; AV – *v. axilaris*; PMiM – *m. pectoralis minor*; PMaM – *m. pectoralis maior*; plavo – lokalni anestetik

na dubini od 3–6 cm i nakon dobijanja adekvatne motorne reakcije (fleksija/ekstenzija prstiju), ubrizgava se 20–35 ml lokalnog anestetika³².

Infraklavikularni nervni blok pod kontrolom ultrazvuka zahteva postavljanje pacijenta u ležeći položaj, sa glavom rotiranom u suprotnu stranu, a u cilju vizuelizacije struktura, ruka se može postaviti u abdukciju od 90° stepeni, sa savijenim laktom. Nakon dezinfekcije kože, linearna sonda se postavlja parasagitalno medijalno od korakoidnog procesusa, u cilju identifikacije *a. axilarisa*, na dubini 3–6 cm, u zavisnosti od konstitucije pacijenta. Ukoliko je neophodno, sonda se pomera kranijalno ili kaudalno i vizuelizuje se hiperehogena struktura ispod *m. pectoralis minor*, koja okružuje *a. axilaris* u obliku slova U (na 9 sati laterni, na 7 sati posteriorni i na 5 sati medijalni snop). Aksilarna vena se vizuelizuje medijalno od arterije. Cilj je primena lokalnog anestetika u količini od 20–30 ml, u obliku slova U oko aksilarne arterije (cefalično, kaudalno i posteriorno)^{32,33} (Slika 5).

Aksilarni blok

Blok *plexus brachialis* u aksilarnoj regiji je relativno lak za izvođenje i ima relativno mali rizik od

Slika 6: Aksilarni blok – nervni stimulator



nastanka komplikacija. Primenjuje se u hirurgiji lakta, podlaktice i šake.

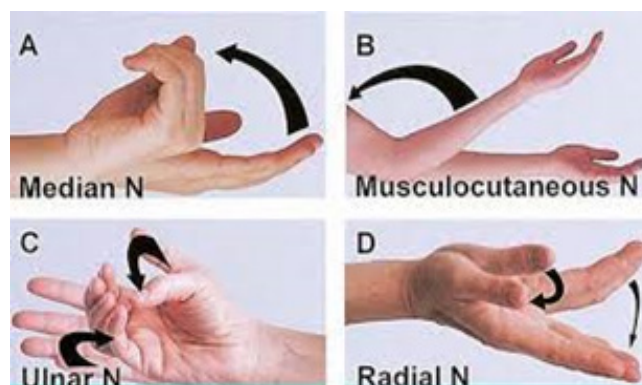
Od *Plexus brachialis*, nakon prolaska iza zadnje ivice *m. pectoralis minor* u aksili, formiraju se terminarni nervi: *n. medianus*, *n. ulnaris*, *n. radialis* i *n. musculocutaneus*. Individualni položaj nerava u odnosu na *a. axilaris* je važan zbog blokade. Kada

je ruka u abdukciji pod 90° u odnosu na pulsaciju *a. axilaris*, *n. medianus* je superficijalno i iznad pulsacija; *n. ulnaris* je dublje postavljen u odnosu na *n. medianus*; *n. radialis* je lokalizovan iza pulsacija. *N. musculocutaneus* je postavljen 1–3 cm dublje i iznad pulsa, često izvan omotača brahijalnog pleksusa. Smatra se da se visokom proksimalnom palpacijom *a. axillarisa* u *fossi axillaris* povećava mogućnost blokade *n. musculocutaneusa*³⁵.

Nakon dezinfekcije kože, ruka pacijenta koji leži se postavlja u supinaciju sa abdukcijom u nadlaktici i fleksijom u podlaktici od 90° i spoljašnjoj rotaciji. Nakon palpacije *a. axilarisa* u *fossi axillaris*, što proksimalnije ispod lateralne ivice *m. pectoralis major*, korišćenjem nervnog stimulatora (0,3–0,5 mA, 1–2 Hz, 0,1 ms), igla (22 G, 50 mm) se usmerava se pod uglom od 45° i prati motorni odgovor. Tehnika može da bude perivaskularna, kada se lokalni anestetik ubrizgava u neurovaskularni omotač, i transarterijska, kada se igla potiskuje kroz arteriju sve dok se krv prilikom aspiracije ne izgubi. Daje se 25–40 ml lokalnog anestetika^{35,36} (Slika 6 i 7).

Ukoliko se blok izvodi pod kontrolom ultrazvuka, pacijent je u ležećem položaju sa rukom u abdukciji od 90°. Nakon dezinfekcije kože, sonda se postavlja transverzalno na anteromedijalni deo

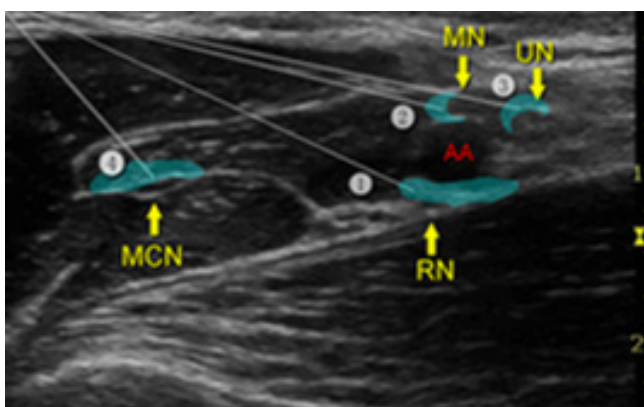
Slika 7: Odgovor perifernih nerava na stimulaciju



nadlaktice, u pravcu pripoja *m. pectoralis maior* za *humerus*. Na dubini od 1–3 cm uočava se: aksilarna arterija, medijalno od nje najčešće dve vene, hiperehogene strukture i to *n. medianus* (lateralno i superficijalno od arterije), *n. ulnaris* (superficijalno i medijalno od arterije) i *n. radialis* (posteriorno i lateralno ili medijalno od arterije) i tri mišića: *m. biceps brachii*, *m. coracobrachialis* i *m.*

triceps brachii, kao i *n. musculocutaneus*, koji leži između tetiva *m. bicepsa brachii* i *m. coracobrachialis*^{34,35,36}. Neophodno je perineuralno ili perivaskularno ubrizgavanje 15–20 ml lokalnog anestetika^{34,35,36} (Slika 8).

Slika 8: Aksilarni blok pod kontrolom ultrazvuka



MN – *n. medianus*; UN – *n. ulnaris*; RN – *n. radialis*; MCN – *n. musculocutaneus*; AA – *a. axilaris*; plavo – lokalni anestetik; 1,2,3,4 – položaji igle

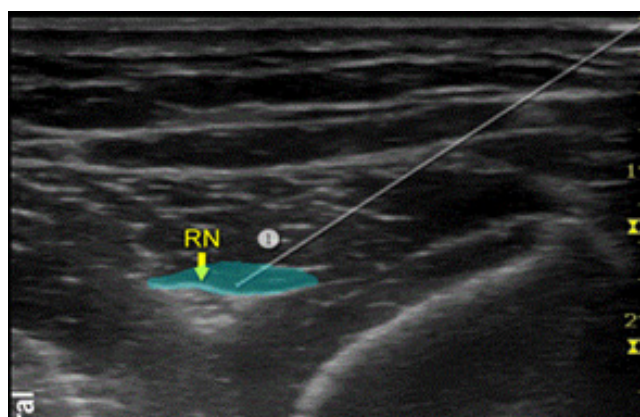
Blokovi perifernih nerava na nivou lakta

Blokovi perifernih nerava na nivou lakta i ručja se sve ređe primenjuju i to ukoliko je neophodna anestezija u polju inervacije nerva koji se blokira ili kada postoje kontraindikacije za izvođenje blokade *plexus brachialis* (infekcija, bilateralna hirurgija, poremećaji koagulacije, izmenjene anatomske strukture).

N. radialis se neposredno iznad lakta deli na dve grane: površnu (senzornu) i duboku (motornu), zbog čega je neophodna njegova blokada 3–4 cm iznad lakta, gde se vizuelizuje kao hiperehogena trouglasta ili ovalna struktura između tetiva *m. brachioradialis* i *m. brachialis*. U cilju vizuelizacije se koristi linearna sonda, igla (5 cm, 22 G) i daje se 3–5 ml lokalnog anestetika^{37,38} (Slika 9).

N. ulnaris se, pomoću ultrazvuka u predelu podlaktice, najčešće blokira sa unutrašnje strane u

Slika 9: Blok *n. radialis* pod kontrolom ultrazvuka



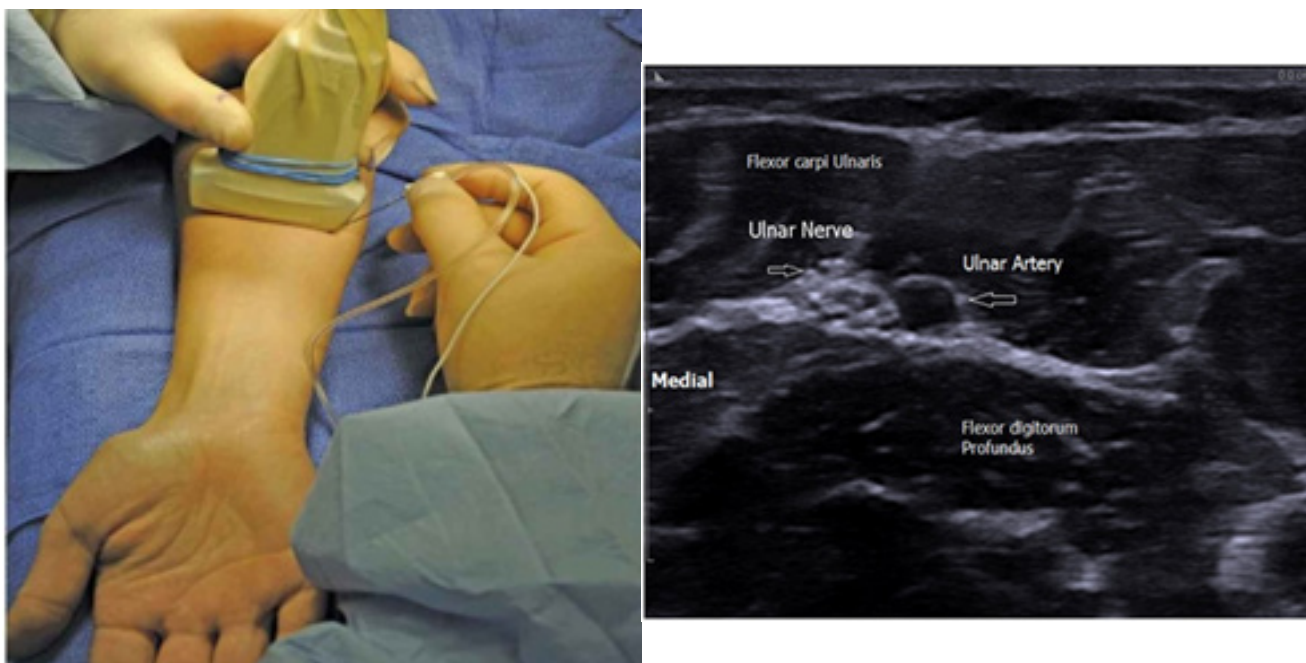
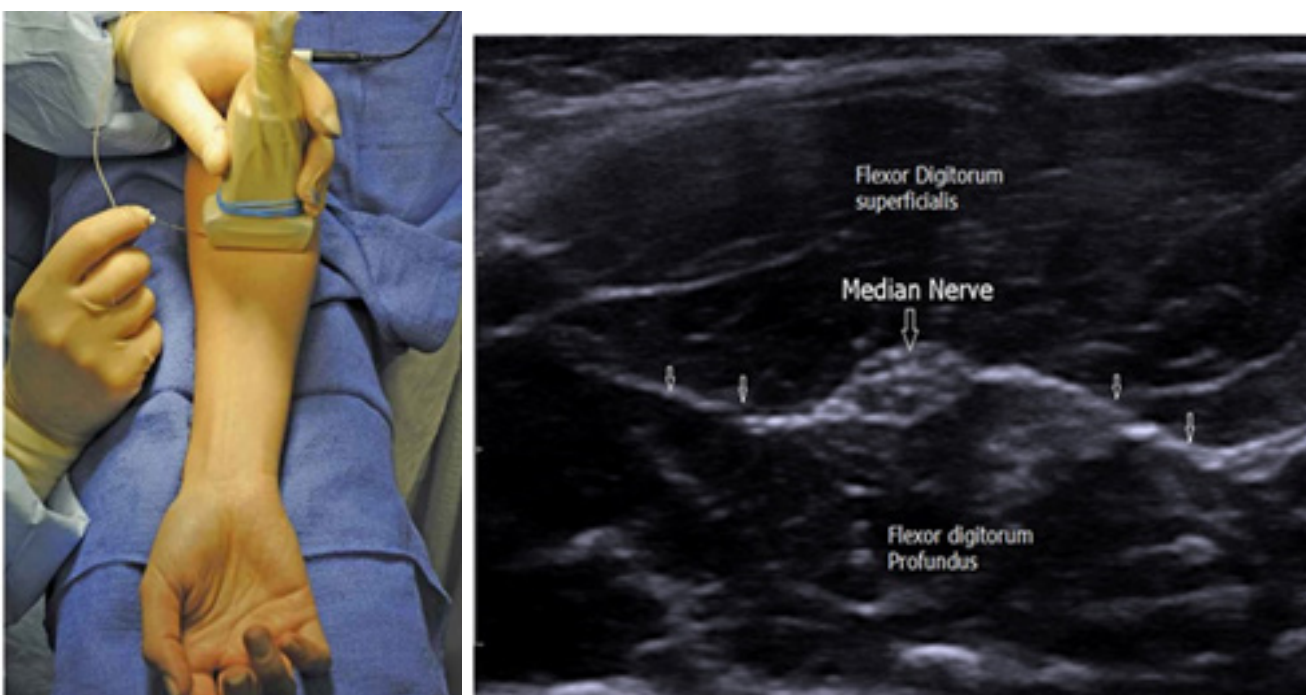
RN – *n. radialis*; 1 – položaj igle; plavo – lokalni anestetik

predelu gornje trećine, nakon vizuelizacije ulnarne arterije između *m. flexor carpi ulnaris* i *m. flexor digitorum profundus*. Linearna sonda se postavlja transferzalno i dolazi do vizuelizacije hiperehogene strukture ovalnog oblika i ubrizgava se 3–5 ml lokalnog anestetika^{37,38} (Slika 10).

N. medianus se vizuelizuje pomoću linearne sonde, lateralnije od *n. ulnaris*, između tetiva *m. digitoruma superficialisa* i *m. digitoruma profundusa*, kao hiperehogena ovalna struktura i daje se 3–5 ml lokalnog anestetika^{37,38} (Slika 11).

Periferne nervne blokade u predelu ručnog zgloba

N. ulnaris se u nivou distalne trećine podlaktice sa medijalne strane, na oko 5 cm od ručnog zgloba, deli na dve grane: dorzalnu (senzornu) i palmaru (mešovitu). Palmarna grana se pruža sa tetivom *m. flexora carpi ulnaris*. Proksimalno od *processusa styloideusa* se postavlja linearna ultrazvučna sonda i vizuelizuje

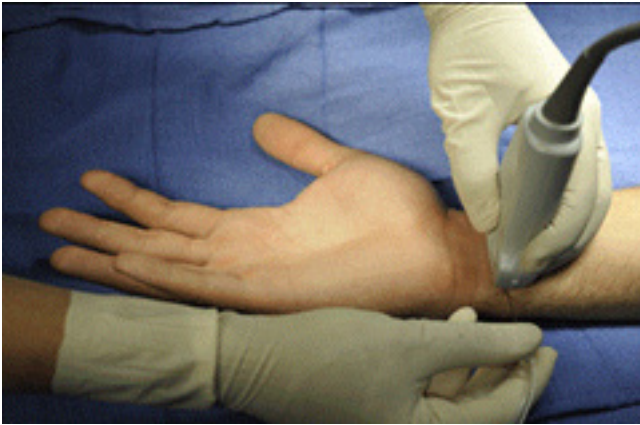
Slika 10: Blok *n. ulnarisa* ultrazvuk**Slika 11:** Blok *n. medianusa* ultrazvuk

se *a. ulnaris* i tetiva *m. flexora carpi ulnarisa*. Ubrizgava se 3–5 ml lokalnog anestetika^{38,39} (Slika 12).

N. medianus se na nivou ručja blokira postavljanjem linearne sonde transverzalno, u cilju identifikacije tetiva *m. palmaris longusa* i *m. flexor carpi radialis* i davanjem 3–5 ml lokalnog anestetika^{38,39} (Slika 13).

N. radialis se na nivou ručja blokira postavljanjem sonde transverzalno i identifikacijom *a. radialis* i davanjem 3–5 ml lokalnog anestetika^{38,39} (Slika 14).

Slika 12: Blok *n. ulnarisa* na nivou ručja



Slika 14: Blok *n. radialis* na nivou ručja



Blokovi donjih ekstremiteta

Blokovi donjih ekstremiteta imaju manju popularnost ne samo zbog težine njihove izvodljivosti nego i zbog sigurnosti i široke obučenosti osoblja za spinalnu i epiduralnu anesteziju. Zbog toga se danas uglavnom primenjuju u okviru postoperativne analgezije.

Lumbalni i sakralni plexus učestvuju u formiranju nerava za donje ekstremitete. Tako lumbalni plexus obezbeđuje pokrivenost 3/4 natkolenice i 1/4 potkolenice, a sakralni obezbeđuje 1/4 natkolenice i 3/4 potkolenice. Njihovom istovremenom blokadom, obezbeđeni su uslovi za hirurgiju donjeg ekstremiteta.

Plexus lumbalis nastaje od ventralnih grana prva tri lumbalna nerva, a često u njegovom formiranju učestvuje i četvrti lumbalni nerv, kao i dvanaesti torakalni. Od *processusa transversa* do ingvinalnog ligamenta, nalazi se u kompartmentu koga formiraju *mm. quadratus lumborum* i *psoas major*, i ubrizgavanjem lokalnog anestetika u ovaj prostor koji ograničava i usmerava distribuciju lokalnog anestetika se postiže blokada. Od lumbalnog plexusa nastaje *n. iliohypogastricus* (Th12, L1), *n. ili-*

Slika 13: Blok *n. medianusa* na nivou ručja

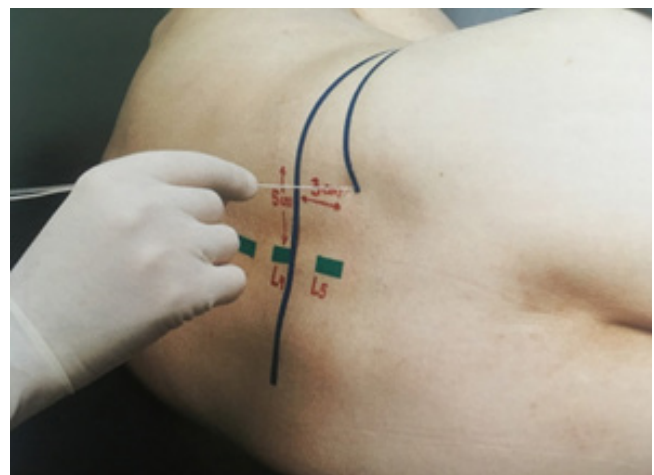


inguinalis (L1), *n. genitofemoralis* (L1, L2), *n. cutaneus femoralis lateralis* (L2, L3), *n. femoralis* (L2, L3, L4) i *n. obturatorius* (L2, L3, L4)^{40,41}.

Lumbalni paravertebralni blok ili psoas kompartment blok

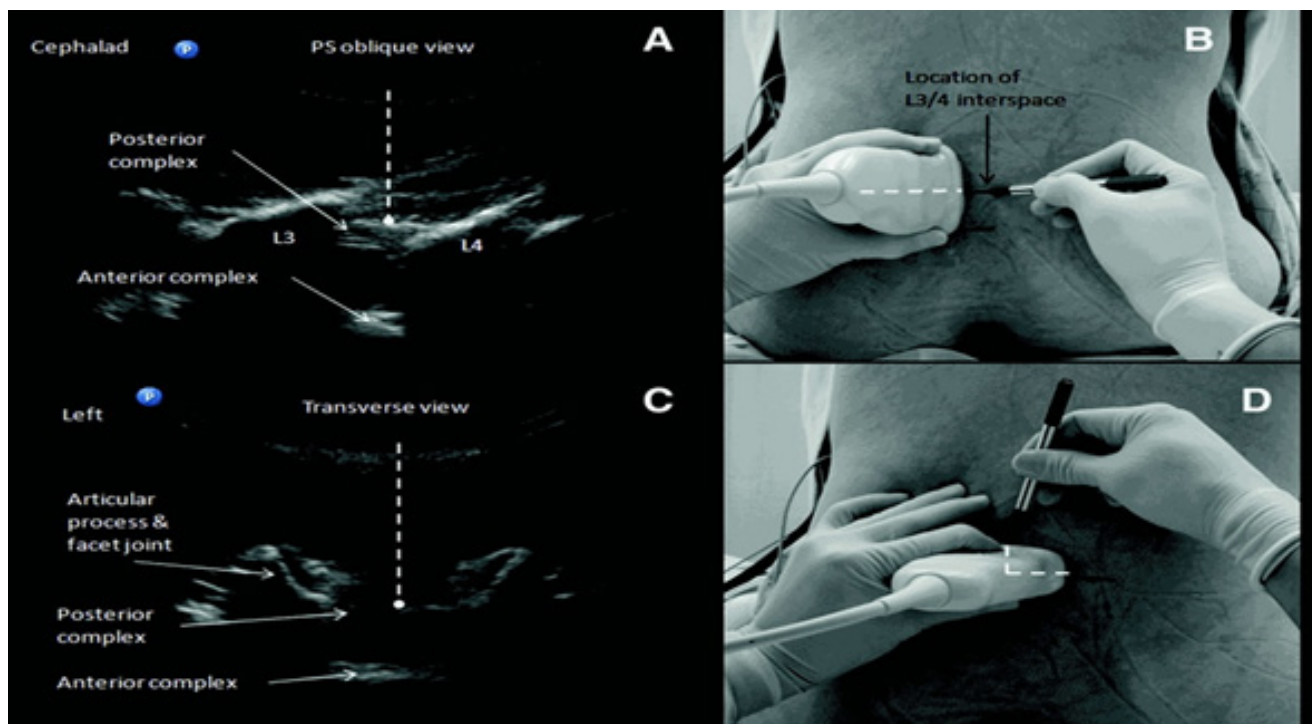
Lumbalni paravertebralni blok (psoas compartment block) jeste blok pristupa *plexus lumbalisu* i ukoliko se izvodi uz pomoć nervnog stimulatora, pacijent se postavlja u sedeći ili ležeći položaj, sa nogom koja se blokira prema gore. Noge su fleksirane u koljenima i kukovima. Na liniji koja spaja *cristae iliaca* i prolazi kroz sredinu *processusa spinosus* L4, od koga 5 cm lateralno i 3 cm kaudalno na liniji paralelnoj središnjoj liniji tela se nalazi mesto blokade. Koristeći nervni stimulator (0,5 mA, 0,1 ms, 2 Hz), elektrostimulaciona igla (21 G, 100 mm dužine) se usmerava pod uglom od 90° u odnosu na površinu kože, dok se ne dobije motorni odgovor *m. quadricepsa* i ubrizgava se 20–40 ml lokalnog anestetika (Slika 15).

Slika 15: Lumbalni paravertebralni blok – nervni stimulator



Lumbalni paravertebralni blok se izvodi korišćenjem konveksne ultrazvučne sonde (2–5 MHz, na dubinu > 8 cm), nakon što je pacijent postavljen u lateralni dekubitni položaj, sa stranom koja se blokira gore. Sonda se postavlja longitudinalno u odnosu na kičmeni stub, na nivou L2–L4 i pomera se kranijalno i kaudalno, u cilju identifikacije *m. psoas maiora*, a zatim se okreće transversalno, u cilju identifikacije transversalnih nastavaka lumbalnih pršljenova. Cilj je postavljanje igle na zadnju 1/3 *m. psoas maiora* i, nakon dobijanja motornog odgovora kvadricepsa (igla 21 G, 10–15 cm), ordiniranje 20–30 ml lokalnog anestetika. Savetuje se pravac igle od medijalnog ka lateralnom, u cilju smanjenja mogućnosti epiduralnog ili subarahnoidalnog ubrizgavanja^{40,41} (Slika 16).

Slika 16: Lumbalni paravertebralni blok ultrazvuk



Mogućnost nastanka subarahnoidalnog ili epiduralnog ubrizgavanja je 1,8–16% prilikom izvođenja ovog bloka. Takođe, može doći i do povrede bubrega, krvarenja, formiranja epiduralnog ili paravertebralnog hematoma, kao i sistemskog toksičnog efekata lokalnog anestetika^{40,41}.

Perivaskular „3 u 1” (femoralni) nervni blok (Fascia iliaca blok)

Blok „3 u 1” podrazumeva blokadu *n. femoralis*, *n. obturatoriusa* i *n. cutaneus femoris lateralis*. S obzirom na to da *n. femoralis* i *n. cutaneus femo-*

ris lateralis leže ispod ilijačne fascije, smatralo se da je dovoljnom količinom lokalnog anestetika ispod fascije i njegovim širenjem, proksimalno, moguće obezbediti ne samo blokadu ova dva nerva nego i blokadu lumbalnog plexusa, kojom bi se ostvarila i blokada *n. obturatoriusa*.

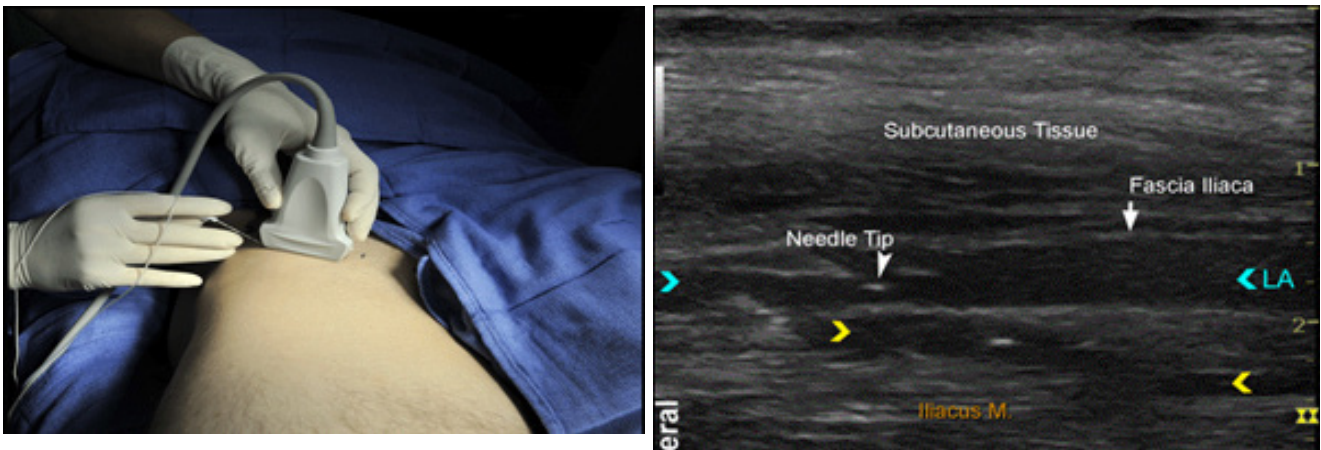
Tehnika bez upotrebe ultrazvuka podrazumevala je plasiranje igle na lateralnoj trećini ingvinalnog ligamenta, korišćenjem „double-pop” tehnike, kada se probija *fascia lata* i *fascia iliaca*. Uspešnost bloka ovom tehnikom je sporadična.

Tehnika sa ultrazvukom je gotovo ista, cilj je postavljanje igle ispod *fascia iliace* na lateralnoj trećini *lig. inguinale* i ubrizgavanje 30–40 ml lokalnog anestetika. Tom prilikom se koristi linearna sonda i strukture se vizuelizuju na dubini od 3–5 cm^{42,43} (Slika 17).

Blok *n. obturatoriusa*

Obturatorni nerv nastaje od prednjih grana L2–L4 i kod 75% pacijenata se deli na dve grane (prednju i zadnju) već u obturatornom kanalu, kod 10% pre kanala, a samo kod 15% nakon prolaska kroz kanal. Prednja grana obezbeđuje motornu inervaciju za *m. adductor* i kutane grane za medijalni deo natkolenice. Zadnja grana se pruža između *m. adductor brevis* i *m. adductor magnus* i primarno je motorna.

Slika 17: *Fascia iliaca* blok pod kontrolom ultrazvuka



LA – lokalni anestetik; plave strelice – razlivanje lokalnog anestetika; žute strelice – razlivanje LA u *m. iliacus*

Blok obturatornog nerva se ne radi rutinski u hirurgiji kolena, jer samo doprinosi analgeziji kod određenog broja pacijenata, pored bloka *n. femoralisa*, jer je često odsutna senzorna grana.

Koristeći nervni stimulator (0,3–0,5 mA, 2 Hz, 0,1–0,3 msec), pacijent je u ležećem položaju sa nogom u abdukciju od 30°. Palpacijom *tuberculum pubisa*, igla (22 G, 10 cm) se plasira penpedikularno na kožu, 1,5 cm lateralno i kaudalno od tuberkuluma i prati motorni odgovor *m. adductora*, nakon čega se daje 10–15ml lokalnog anestetika.

Kad je pacijent u ležećem položaju, linearna ultrazvučna sonda se postavlja transversalno, ispod ingvinalnog ligamenta, i nakon vizuelizacije femoralne arterije i vene, povlači se medijalnije od vene, u cilju vizuelizacije tri aduktora (*m. pectineus*, *m. adductor longus* i *m. adductor brevis*). Prednja grana leži između *m. adductor longusa* i *m. adductor*

brevis, dok zadnja leži između *m. adductor brevis* i *magnusa*. Ubrizgava se 5–10 ml lokalnog anestetika^{44,45} (Slika 18).

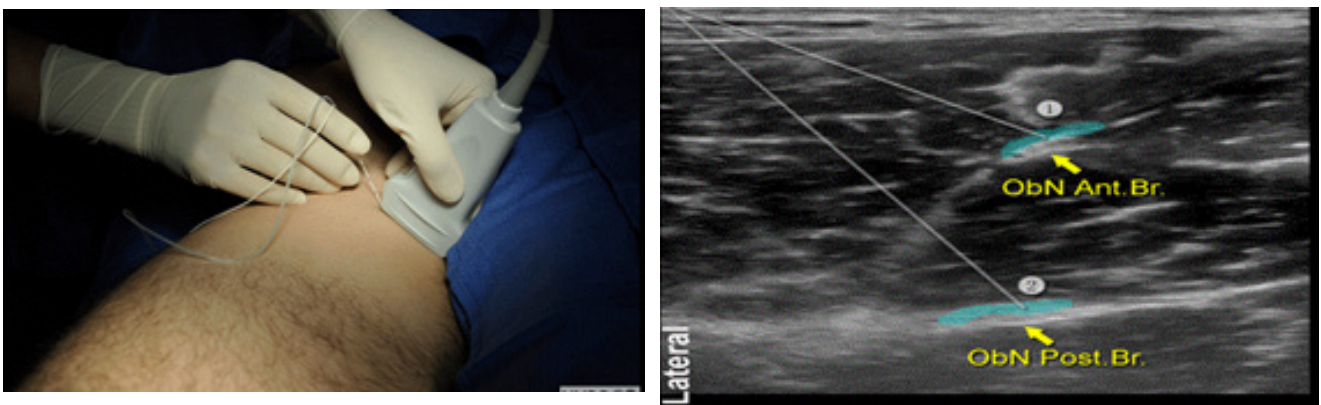
Femoralni blok

Blok femoralnog nerva primenjuje se u hirurgiji natkolenice, kolena, ali i potkolenice u kombinaciji sa blokom *n. ishiadicusa*.

Pacijent je u ležećem položaju, u supinaciji, sa nogom u blagoj abdukciji. Nakon dezinfekcije i palpacije arterije femoralis, ispod ingvinalnog ligamenta, 1,5 cm lateralno od arterije je mesto punkcije (igla G 22, 5 cm). Na nervnu stimulaciju je potrebno dobiti odgovor kvadricepsa na 0,2–0,4 mA i dati 15–20 ml lokalnog anestetika.

Ukoliko se radi blok pod kontrolom ultrazvuka, korišćenjem linearne sonde nakon vizuelizacije fe-

Slika 18: Blok *n.obturatoriusa* pod kontrolom ultrazvuka



ObNAnt.Br. – obturator nerve anterior branch (prednja grana); ObNPost.Br. – obturator nerve posterior branch (zadnja grana); 1,2 – položaj igle; plavo – lokalni anestetik

moralnog nerva, kao hiperehogene strukture trouglastog oblika na dubini od 2–4 cm lateralno od arterije, daje se 10–20 ml lokalnog anestetika^{46,47} (Slika 19).

čini *m. sartorius*, a zidove lateralno *vastus medialis* i medijalno *m. adductor lognus* ili *magnus*, u zavisnosti koliko je distalno sonda postavljena. Ko-

Slika 19: Femoralni nervni blok pod kontrolom ultrazvuka



N. saphenus je završna senzorna grana *n. femoralisa*. Nerv prolazi kroz *fascia latu*, između tetiva *m. sartoriusa* i *m. gracilisa*, pre nego što postane subkutani, i njegova blokada je moguća kako na nivou donje polovine natkolenice (aduktor kanal blok) tako i na nivou potkolenice, kada postane subkutani. Sve veću popularnost ima u hirurgiji kolena, jer se blokadom obezbeđuje adekvatna analgezija bez motorne blokade, što omogućava ranu mobilizaciju pacijenta.

Aduktor kanal blok

Aduktor kanal blok je blok *n. saphenus* u donjoj polovini natkolenice. Krov aduktornog kanala

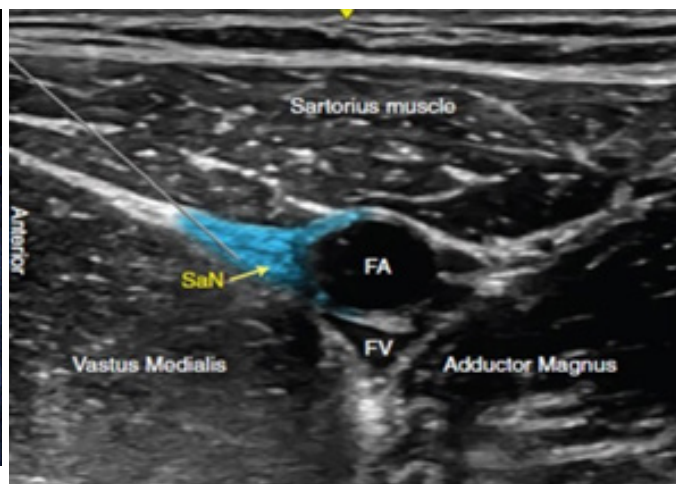
risteći linearnu ultrazvučnu sondu, *n. saphenus* se vidi kao hiperehogena struktura ispred arterije, na dubini od 2–3cm i blok se postiže davanjem 5–10 ml lokalnog anestetika^{47–49} (Slika 20).

N. saphenus može da se blokira 2 cm postero medijalno od tuberozitas tibije, subkutanom infiltracijom sa medijalne strane potkolenice⁴⁹.

Parasakralni blok

Parasakralni blok, kao najproksimalniji pristup *n. ischiadicusu*, obezbeđuje istovremenu blokadu i *n. cutaneus femoralis posteriora*, koji inerviše kožu ne samo zadnje strane natkolenice nego i perineuma.

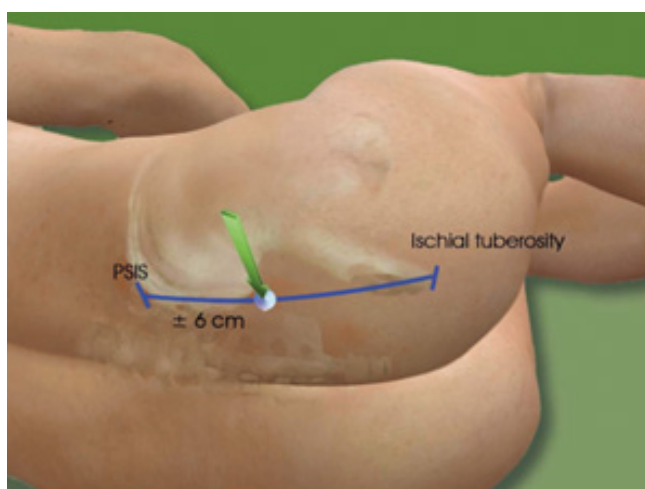
Slika 20: Aduktor kanal blok pod kotrolom ultrazvuka



SaN – *n. saphenus*; Fa – *a. femoralis*; FV – *v. femoralis*

Blok se izvodi postavljanjem pacijenta u lateralni položaj, sa nogama savijenim u kukovima i kolenima sa stranom koja se blokira na gore. Mesto insercije igle (21 G, 100 mm) je 6 cm distalno od *spina iliaca posterior superior*, na liniji koja spaja *spina iliaca posterior superior* i *tuber ischiadicum*. Nakon dezinfekcije kože, igla se usmerava pod uglom od 90° i najčešće na dubini od 5 cm se dobija motorni odgovor *m. biceps femorisa*, *m. semimembranosus* i *m. semitendinosus*, a zatim i plantarna i dorzalna fleksija stopala, i daje se 20–30 ml lokalnog anestetika⁵⁰ (Slika 21).

Slika 21: Parasakralni blok – nervni stimulator



Ultrazvučna konveksna sonda postavlja se inferomedijalno od *spina iliaca posterior superior* i prati kontinuitet ilijačne kosti (hiperehogena formacija). Na mestu prekida kontinuiteta, sakralni

Slika 22: Blok *n. ischiadicus* prednji pristup



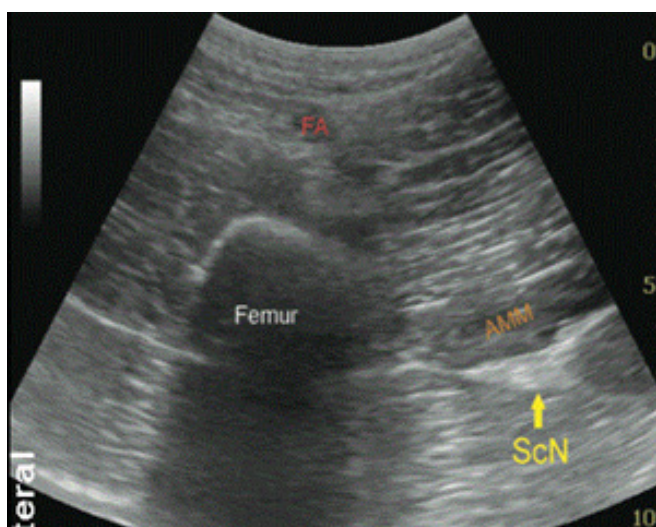
pleksus leži ispod piriformnog mišića. Nervnim stimulatorom (0,3–0,5 mA, 0,1 ms, 2 Hz) se dobija motorni odgovor na dubini 5–7 cm, kao plantarna fleksija (*n. tibialis*) ili dorzifleksija (*n. peroneus communis*), kao i motorni odgovor mišića natkolenice, i daje se 20 ml lokalnog anestetika^{50,51}.

Blok *n. ischiadicus*

N. ischiadicus nastaje od L4, L5, S1–S3 i kao najveći nerv donjeg ekstremiteta, širine 2 cm, napušta karlicu zajedno sa zadnjim kutanim nervom natkolenice. *N. ischiadicus* se sastoji od dva nerva, koji se na 4–10 cm proksimalno od poplitealne jame odvajaju i tako nastaju *n. tibialis*, koji je postavljen napred i medijalno u zajedničkom omotaču, i *n. peroneus communis* lateralno i pozadi. Istovremeni blok *n. ischiadicus* i *n. saphenus* ili *n. femoralis* se koristi za bilo koju hiruršku proceduru ispod kolena koja ne zahteva postavljanje tourniqueta (turnikea)⁵².

Prednji pristup

Prednji pristup *n. ischiadicus* se izvodi kod pacijenata koji ne mogu da se postave u lateralni položaj (bolovi, trauma, prisustvo spoljašnjeg fiksatora, itd.). Pacijent se postavlja u ležeći položaj, supinacija, sa nogom u abdukciji od 30° i spoljnjom rotaciji. Na nivou malog trohantera, na medijalni deo natkolenice se postavlja konveksna sonda (2–8 MHz). Nerv se vizuelizuje na dubini od 6–8 cm, ispod *m. sartorius*, *a. femoris*, *a. femoris profundae*,



AMM – *m. adductor magnus*; FA – *a. femoralis*; ScN – *n. ischiadicus*

između *m. adductor magnus*, s jedne strane, i mišićne strukture koju formiraju (*m. semitendinosus*, *m. semimembranosus* i *m. biceps femoris*), kao hiperehogena struktura. Daje se 15–20 ml lokalnog anestetika^{52,53} (Slika 22).

Zadnji pristup

Kada je u pitanju zadnji pristup blokade *n. ischiadicus*, ona se može postići bilo transglutealnim ili infraglutealnim pristupom.

Transglutealni pristup

Blok *n. ischiadicus* transglutealnim pristupom se izvodi postavljanjem pacijenta u lateralni položaj, sa nogom koja se blokira prema gore, savijenom u kolenu. Donja noga je ispružena. Nakon dezinfekcije kože, identifikuje se veliki trohanter i *spina iliaca posterior superior*. Mesto uboda igle je 4 cm kaudalno od sredine linije koja spaja ove dve strukture. Koristeći nervni stimulator (0,5 mA, 0,1 ms, 2 Hz), elektrostimulaciona igla (21 G, 100 mm dužine) se usmerava pod uglom od 90° u odnosu na površinu kože, dok se ne dobije motorni odgovor kao plantarna fleksija (*n. tibialis*) ili dorzifleksija (*n. peroneus communis*), kao i motorni odgovor mišića natkolenice i daje se 20 ml lokalnog anestetika⁵⁴ (Slika 23).

Konveksna ultrazvučna sonda se postavlja nekoliko centimetara ispod linije koja povezuje dve hiperehogene strukture – veliki trohanter i *tuber ischiadicum*. *N. ischiadicus* se vizuelizuje kao hiperehogena struktura ispod *m. gluteusa maximusa*, a iznad *m. quadratus femoris*. Koristeći iglu (21–22 G, 100 mm) i nervni stimulator (0,3– 0,5 mA, 0,1 ms, 2 Hz) takođe se prati motorni odgovor kao plantarna fleksija (*n. tibialis*) ili dorzifleksija (*n. peroneus communis*), kao i motorni odgovor mišića natkolenice i daje se 20 ml lokalnog anestetika^{52,55} (Slika 24).

Infraglutealni pristup

I kod infraglutealnog pristupa pacijent je u lateralnom položaju, sa nogama savijenim u kukovima i kolenima, sa nogom koja se blokira na gore.

Koristeći nervni stimulator (0,5 mA, 0,1 ms, 2 Hz) elektrostimulaciona igla (21 G, 100 mm dužine) se usmerava pod uglom od 90° u odnosu na

Slika 23: Blok *n. ischiadicus* transglutealnim pristupom pomoću nervnog stimulatora



1 – veliki trohanter; 2 – *spina iliaca posterior superior*

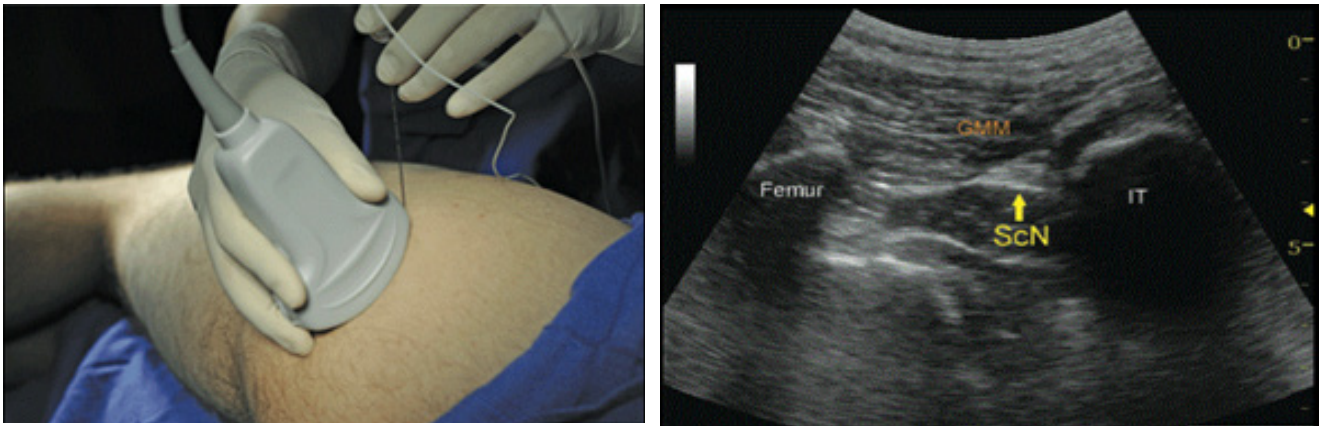
površinu kože. Mesto uboda igle je 4 cm kaudalno od sredine linije koja spaja veliki trohanter i *tuber ischiadicum*. Nakon dobijanja motornog odgovora (plantarna fleksija ili dorzifleksija), daje se 20 ml lokalnog anestetika⁵⁶.

Korišćenjem linearne ultrazvučne sonde, nerv se vizuelizuje kao trouglasta ili ovalna hiperehogena struktura, distalnije u odnosu na transglutealni pristup, između glave *m. biceps femorisa* i *m. adductor magnusa* i blok se postiže davanjem 15–20 ml lokalnog anestetika^{52,57} (Slika 25).

Poplitealni blok

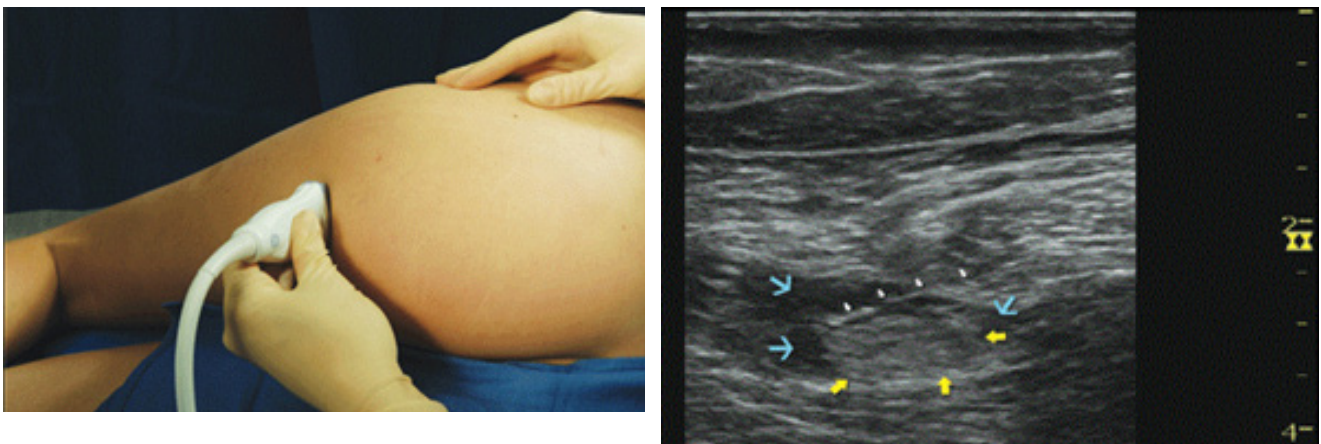
Kod izvođenja bloka *n. ischiadicus* na nivou poplitealne jame, pacijent je u ležećem položaju u pronaciji ili nešto ređe u lateralnom položaju.

Slika 24: Blok *n. ischiadicus* transglutealnim pristupom pomoću ultrazvuka



IT – *tuber ischiadicum*; GMM – *m. gluteus maximus*; ScN – *n. ischiadicus*

Slika 25: Blok *n. ischiadicus* infraglutealni pristup



Žute strelice – *n. ischiadicus*; plave strelice – lokalni anestetik; bele strelice – pozicija igle

Nakon dezinfekcije kože, a u cilju što bolje identifikacije anatomskih struktura, od pacijenta se može tražiti da savije nogu, dok je u ležećem položaju u pronaciji. Identifikuje se poplitealni nabor (interkondilarna linija), a zatim i tetive *m. biceps femoris* (lateralno) i *m. semitendinosus* i *m. semimembranosus* (medijalno). Mesto uboda elektrostimulacione igle (50 mm, 22 G) je 7 cm proksimalno od poplitealnog nabora, na sredini između tetiva. Korišćenjem nervnog stimulatora (0,5 mA, 0,1 ms, 2 Hz), prati se motorni odgovor, koji se najčešće dobija na dubini od 3–4 cm i to za *n. tibialis* plantarna fleksija, a za *n. peroneus communis* plantarna dorzifleksija i daje se 30 ml lokalnog anestetika⁵⁸ (Slika 26).

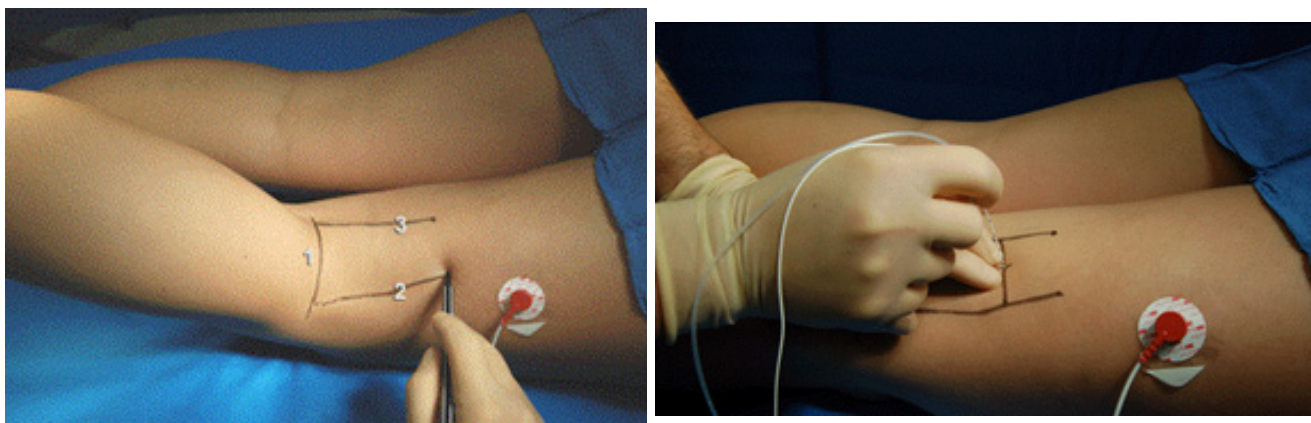
Ultrazvučna linearna sonda se postavlja transverzalno iznad interkondilarne linije. Nakon vizuelizacije poplitealne arterije i vene, sonda se pomera lateralnije i kranijalnije. Cilj je vizuelizacija hiperehogene strukture ovalnog oblika (slika dvocevke),

dok *n. tibialis* i *n. peroneus comm.* još uvek nisu odvojeni, kao i aplikacija 15–20 ml lokalnog anestetika u zajednički omotač (intrapleksus tehnika). Nerv se vizuelizuje na dubini od 3–4 cm i smer igle je od lateralno ka medijalnom^{52,59,60} (Slika 27).

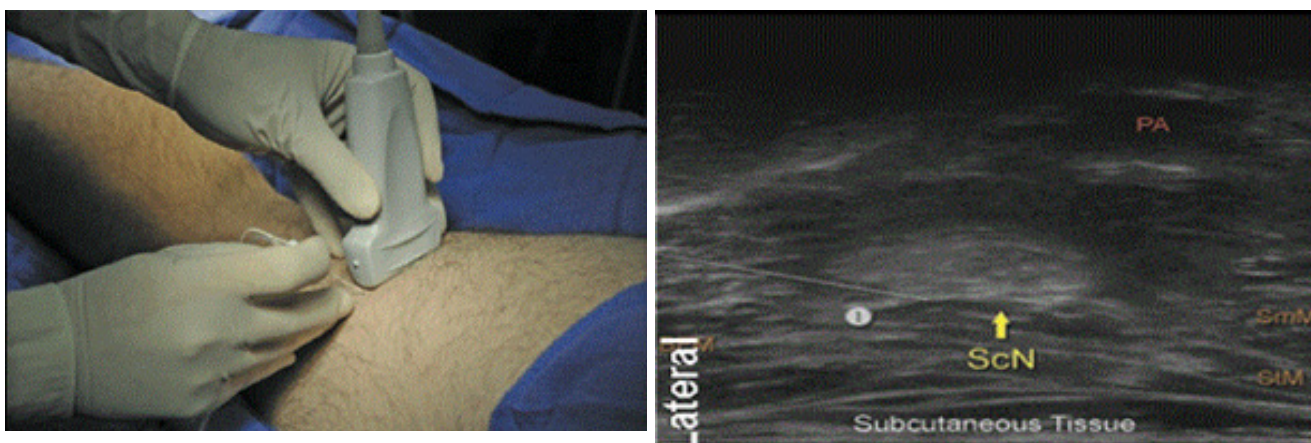
Blokada perifernih nerava na nivou skočnog zgloba

Blok stopala se koristi kod hirurgije stopala i pristiju i podrazumeva blokadu pet nerava, od kojih su dva duboka i tri površna. Dva duboka nerava su *n. tibialis* i *n. peroneus profundus*, koje je neophodno prvo blokirati, zbog razlivanja lokalnog anestetika i promene anatomskih struktura. Superficialni nervi su *n. peroneus superficialis*, *n. suralis* i *n. saphenus*. Svi nervi su završne grane *n. ishiadicus*, izuzev *n. saphenus* koji je kutana grana *n. femoralis*^{61,62}.

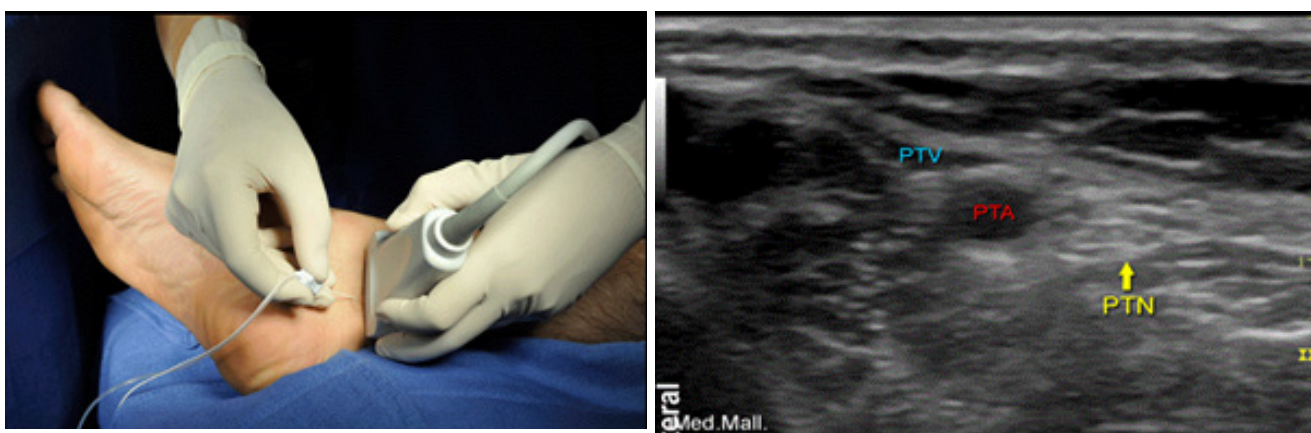
N. tibialis posterior se blokira postavljanjem linearne sonde iza medijalnog maleolusa, kada se

Slika 26: Poplitealni blok pomoću nervnog stimulatora

1 – poplitealni nabor; 2 – *m. biceps femoris*; 3 – *m. semitendinosus*, *m. semimembranosus*

Slika 27: Poplitealni blok pomoću ultrazvuka

ScN – *n. ischiadicus*; BFM – *m. biceps femoris*; SmM – *m. semimembranosus*; StM – *m. semitendinosus*; PA – *a. poplitea*; 1 – položaj igle

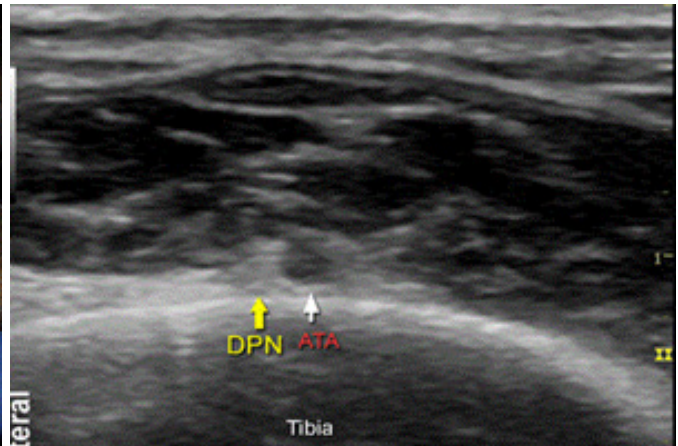
Slika 28: Blok *n. tibialis posterior*

PTN – *n. tibialis posterior*; PTA – *a. tibialis posterior*; PTV – *v. tibialis posterior*

posteriorno od tibijalne arterije uočava kao hiperehoga struktura, i daje se 3–5 ml lokalnog anestetika^{61,62} (Slika 28).

N. peroneus profundus inerviše prostor između prvog i drugog prsta. Sonda se postavlja iznad linije koja spaja maleoluse i nakon identifikacije tibi-

Slika 29: Blok *n. peroneus profundus*

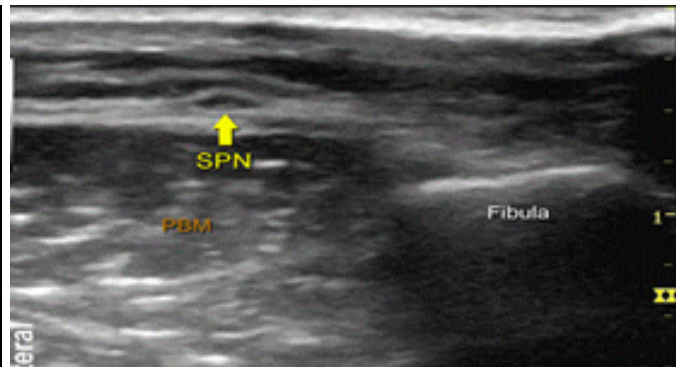


DPN – *n. peroneus profundus*; ATA – *a. tibialis anterior*

jalne arterije, uočava se lateralno od nje, kao hiperehogena struktura^{61,62} (Slika 29).

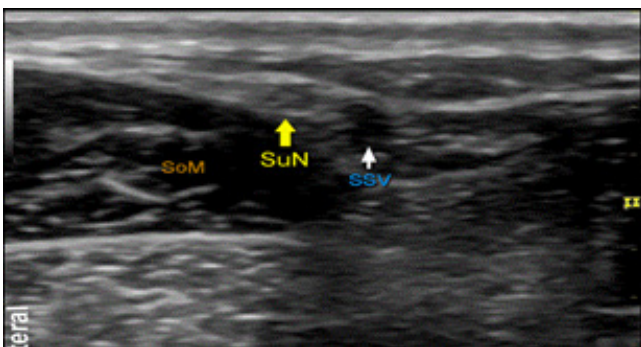
N. peroneus superficialis inerviše dorzum stopala. Linearna sonda se postavlja 5 cm iznad i ispred lateralnog maleolusa. Nerv leži između tetiva *m. digitorum longusa* i *m. peroneus longusa*^{61,62} (Slika 30).

Slika 30: Blok *n. peroneus superficialis*



SPN – *n. peroneus superficialis*; PBM – *m. peroneus brevis*

Slika 31: Blok *n. suralis*



SuN – *n. suralis*; SSV – small saphenous vein; SoM – *m. soleus*

N. suralis može da se vizuelizuje proksimalno od lateralnog maleolusa, kao hiperehogena struktura, neposredno uz malu *v. saphenu*^{61,62} (Slika 31).

N. saphenus se blokira ispred i iznad medijalnog maleolusa i vizuelizuje se kao hiperehogena struktura^{61,62} (Slika 32).

Diskusija

Izbor perifernog nervnog bloka gornjih i donjih ekstremiteta za određenu hiruršku proceduru pre svega zavisi od tipa, ali i dužine hirurške intervencije, posebne specifičnosti samih procedura, kao i željenog trajanja postoperativne analgezije. Ukoliko sama hirurška intervencija nosi rizik povrede nervnih struktura, savetuje se primena perifernih blokova, samo u cilju obezbeđivanja postoperativne analgezije, tek nakon neurološke potvrde odsustva lezije⁶³. Blokovi perifernih nerava pod kontrolom ultrazvuka su obezbedili određene prednosti, koje se pre svega ogledaju u kvalitetu bloka, ko-

Slika 32: Blok *n. saphenus*

SaN – *n. saphenus*; SaV – small saphenous vein; Med. Mall – *maleolus medialis*

ličini upotrebljenog lokalnog anestetika, manjoj neprijatnosti za pacijenta, kao i manjoj učestalosti punkcije krvnog suda^{10,11}. Međutim, povrede nerava su i dalje moguće, ne samo kao rezultat direktnog oštećenja iglom i toksičnog efekta anestetika, nego i kao sekundarna komplikacija usled krvarenja ili infekcije¹³⁻¹⁶. S druge strane, što je distalniji blok nerva to su komplikacije manje, ali se rizik od oštećenja povećava, naročito ukoliko je distalni nerv površan i smešten u malom prostoru između kosti i ligamenata. Zahvaljujući upotrebi ultrazvuka, kojim je omogućena vizuelizacija ne samo nervnih struktura nego i mesta davanja lokalnog anestetika, danas su definisane tri tehnike: intraneuralna, intrapleksus i peripleksus, i uveden je pojam minimalnog efektivnog volumena (MEV) i minimalne efektivne anestetičke koncentracije (MEAC). Pokazano je da je minimalni volumen za blokadu brahijanog plexusa oko 32 ml, nezavisno od tehnike koja se koristi⁶⁴. Ali pod kontrolom ultrazvuka blok je uspešan i samo sa 2 ml po nervu, kada je u pitanju mekotkivna hirurgija⁶⁵. Veća koncentracija lokalnog anestetika je neophodna za postizanje efekta ukoliko je u pitanju nerv većeg dijametra. Tako je za blokadu ishiadičnog nerva neophodna veća koncentracija i manji volumen ukoliko se blokira transglutealno ili infraglutealno, nego ako se blokira poplitealno. Potrebno je imati na umu nekoliko faktora prilikom izbora tehnike blokade pri primeni ultrazvuka. Ukoliko je neophodno da se hirurška intervencija izvodi samo u regionalnoj anesteziji, treba da se razmotri primena intrapleksus tehnike, kada za to postoje uslovi.

Periferni nervni blokovi su doprineli znatno manjoj potrošnji analgetika, ali nisu bili dovoljni

u obezbeđivanju analgezije u prvih 24 h. Imajući u vidu i rebound efekat, koji nastaje nakon puštanja delovanja periferne blokade, a koji se objašnjava centralnom senzitivacijom i pojavom jačih bolova nakon prvih 24 h, Abdallah i saradnici su doveli u pitanje opravdanost primene perifernih blokova⁶⁶. Kako bi se obezbedio što duži analgetski efekat, primenjivan je ili veći volumen ili koncentracija lokalnog anestetika, čime se povećava mogućnost za nastanak neželjnog motornog bloka ili toksičnog efekta lokalnog anestetika. Zbog toga se danas teži ka dodavanju lekova, ili sistemski ili perineuralno, kao i plasiranju katetera i kontinuiranoj administraciji lokalnog anestetika⁶⁷. Tako je pokazan produžen efekat bloka perineuralnom primenom buprenorfina, klonidina, deksametazona, deksmedetomidina ili magnezijuma⁶⁸, ali je i njihova sistemska primena kao rezultat imala gotovo identičan efekat na dužinu trajanja bloka, smanjujući rizik za nastanak oštećenja nerva⁶⁹. Plasiranje katetera kojim se obezbeđuje kontinuirana blokada perifernih nerava ima određena ograničenja, koja se, pre svega, ogledaju u tehničkim uslovima (neadekvatna pozicija, knikovanje, curenje), ali i u činjenici na koju upozoravaju nedavne studije – nastanku miotoksičnosti i bakterijske kolonizacije katetera, koja se javlja kod čak 69% slučajeva, naročito ako je kateter prisutan > 48 h, ako je pacijent dijabetičar ili ako je operaciji prethodila primena antibiotske terapije^{70,71}.

U zaključku možemo reći da periferni nervni blokovi pod kontrolom ultrazvuka danas predstavljaju svakodnevnu praksu rada anesteziologa, obezbeđujući najviši stepen uspešnosti, ali i sigurnosti

za pacijenta. Neophodna su dalja istraživanja koja bi za cilj imala prilagođavanje primene različitih tehnika, u zavisnosti od tipa bloka, kao i doze lokalnog anestetika sa potrebama hirurških intervencija, a kojim bi se dodatno doprinelo bezbednosti pacijenta, ali i obezbedila adekvatna analgezija u periodu oporavka, a u cilju rane rehabilitacije.

Literatura

1. Brattwall M, Jildenstal P, Warrén Stomberg M, Jakobsen JG. Upper extremity nerve block: how can benefit, duration, and safety be improved? An update. *F1000Res*. 2016 May 18; 5.
2. Joshi G, Gandhi K, Shah N, Gadsden J, Cormann SL. Peripheral nerve blocks in the management of postoperative pain: challenges and opportunities. *J Clin Anesth*. 2016 Dec; 35:524–529.
3. Xu J, Chen XM, Ma CK, Wang XR. Peripheral nerve blocks for postoperative pain after major knee surgery. *Cochrane Database Syst Rev*. 2014; 12:CD010937
4. Hughes MS, Matava MJ, Wright RW, Brophy RH, Smith MV. Interscalene brachial plexus block for arthroscopic shoulder surgery: a systematic review. *J Bone Joint Surg Am*. 2013; 95:1318–24.
5. Bates C, Laciak R, Southwick A, Bishoff J. Overprescription of postoperative narcotics: a look at postoperative pain medication delivery, consumption and disposal in urological practice. *J Urol*. 2011; 185:551–5.
6. Rodgers J, Cunningham K, Fitzgerald K, Finnerty E. Opioid consumption following outpatient upper extremity surgery. *J Hand Surg Am* 2012; 37:645–50.
7. Liu Q, Chelly JE, Williams JP, Gold MS. Impact of peripheral nerve block with low dose local anesthetics on analgesia and functional outcomes following total knee arthroplasty: a retrospective study. *Pain Med*. 2015; 16(5):998–1006.
8. Lenart MJ, Wong K, Gupta RK, Mercaldo ND, Schildcrout JS, Michaels D, et al. The impact of peripheral nerve techniques on hospital stay following major orthopedic surgery. *Pain Med*. 2012; 13:828–34.
9. Chan EY, Fransen M, Sathappan S, Chua NH, Chan YH, Chua N. Comparing the analgesia effects of single-injection and continuous femoral nerve blocks with patient controlled analgesia after total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2013; 28:608–13.
10. Guay J. The neurostimulator for brachial plexus blockade by the axillary approach: a metaanalysis on its efficacy to increase the success rate. *Ann Fr Anesth Reanim*. 2005; 24(3):239–43.
11. Gelfand HJ, Ouanes JP, Lesley MR, et al. Analgesic efficacy of ultrasound-guided regional anesthesia: a meta-analysis. *J Clin Anesth*. 2011; 23(2):90–6.
12. Millers Anesthesia 11th edition, Chapter 58, Ultrasound Guidance for Regional Anesthesia 1752–1765.
13. Benhamou D. Axillary plexus block using multiple nerve stimulation: a European view. *Reg Anesth Pain Med*. 2001; 26(6):495–8.
14. Sehmbi H, Madjdpour C, Shah UJ, et al. Ultrasound guided distal peripheral nerve block of the upper limb: A technical review. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol*. 2015; 31(3):296–307.
15. Guay J. The neurostimulator for brachial plexus blockade by the axillary approach: a metaanalysis on its efficacy to increase the success rate. *Ann Fr Anesth Reanim*. 2005; 24(3):239–43.
16. Farber SJ, Saheb-Al-Zamani M, Zieske L, Laurido-Soto O, Bery A, Hunter D, Johnson P, Mackinnon SE. Peripheral nerve injury after local anesthetic injection. *Anesth Analg*. 2013; 117(3):731–9.
17. Tran dQ, Dugani S, Pham K, Al-Shaafi A, Finlayson RJ. A randomized comparison between subepineural and conventional ultrasound-guided popliteal sciatic nerve block. *Reg Anesth Pain Med*. 2011; 36:548–52.
18. Missair A, Weisman RS, Suarez MR, Yang R, Gebhard RE. A 3-dimensional ultrasound study of local anesthetic spread during lateral popliteal nerve block: what is the ideal end point for needle tip position? *Reg Anesth Pain Med*. 2012; 37:627–32.
19. Perlas A, Wong P, Abdallah F, Hazrati LN, Tse C, Chan V. Ultrasound-guided popliteal block through a common paraneural sheath versus conventional injection: a prospective, randomized, double-blind study. *Reg Anesth Pain Med*. 2013; 38:218–25.
20. Karmakar MK, Shariat AN, Pangthipampai P, Chen J. High-definition ultrasound imaging defines the paraneural sheath and the fascial compartments surrounding the sciatic nerve at the popliteal fossa. *Regional Anesthesia and Pain Medicine* 2013; 38:447–51
21. Bigeleisen PE. Nerve puncture and apparent intraneural injection during ultrasound-guided axillary block does not invariably result in neurologic injury. *Anesthesiology*. 2006; 105:779–83.
22. Andersen HL, Andersen SL, Tranum-Jensen J. Injection inside the paraneural sheath of the sciatic nerve: direct comparison among ultrasound imaging, macroscopic anatomy, and histologic analysis. *Reg Anesth Pain Med*. 2012; 37:410–4.
23. Abdallah FW, Chan VW. The Paraneural Compartment: A New Destination? *Regional Anesthesia and Pain Medicine*. 2013; 38:375–7
24. Bernucci F, Gonzalez AP, Finlayson RJ, Tran de QH. A prospective, randomized comparison between perivascular and perineural ultrasound-guided axillary brachial plexus block. *Reg Anesth Pain Med*. 2012; 37:473–7.
25. Fredrickson MJ, Wolstencroft P, Kejriwal R, Yoon A, Boland MR, Chinchawala S. Single versus triple injection ultrasound-guided infraclavicular block: confirmation of the effectiveness of the single injection technique. *Anesth Analg*. 2010; 111:1325–7.
26. Spence BC, Beach ML, Gallagher JD, Sites BD. Ultrasound-guided interscalene blocks: understanding where to inject the local anaesthetic. *Anaesthesia*. 2011; 66:509–14.
27. www.nysora.com/ultrasound-guided-interscalene-brachial-plexus-block
28. Orebaugh SL, McFadden K, Skorupan H, Bigeleisen PE. Subepineural injection in ultrasound-guided interscalene needle tip placement. *Reg Anesth Pain Med*. 2010; 35:450–4.

29. www.nysora.com/supraclavicular-brachial-plexus-block
30. www.nysora.com/ultrasound-guided-supraclavicular-brachial-plexus-block
31. Morfey D, Brull R. Ultrasound-guided supraclavicular block: What is intraneural? *Anesthesiology*. 2010 Jan; 112(1):250–1
32. www.nysora.com/ultrasound-guided-infraclavicular-brachial-plexus-block
33. Abhinaya RJ, Venkatraman R, Matheswaran P, Sivaraajan G. A randomised comparative evaluation of supraclavicular and infraclavicular approaches to brachial plexus block for upper limb surgeries using both ultrasound and nerve stimulator. *Indian J Anaesth*. 2017 Jul; 61(7):581–586
34. www.nysora.com/ultrasound-guided-axillary-brachial-plexus-block
35. Öztürk Ö, Tezcan AH, Bilge A, Erdem E, Yağmurdu H, Dost B. Importance of the Upper Extremity Position for a Safe and Effective Axillary Block: a Comparative Study. *Turk J Anaesthesiol Reanim*. 2017 Jun; 45(3):164–168
36. Xu CS, Zhao XL, Zhou HB, Qu ZJ, Yang QG, Wang HJ, Wang G. Efficacy and safety of ultrasound-guided or neurostimulator-guided bilateral axillary brachial plexus block. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi*. 2017 Oct 17; 97(38):3005–3009
37. www.nysora.com/ultrasound-guided-forearm-block
38. Sohoni A, Nagdev A, Takhar S, Stone M. Forearm ultrasound-guided nerve blocks vs. landmark-based wrist blocks for hand anesthesia in healthy volunteers. *Am J Emerg Med*. 2016 Apr; 34(4):730–4.
39. www.nysora.com/ultrasound-guided-wrist-block
40. www.nysora.com/lumbar-paravertebral-sonography-considerations-ultrasound-guided-lumbar-plexus-block
41. Strid JMC, Sauter AR, Ullensvang K, Andersen MN, Daugaard M, Bendtsen MAF, Søballe K, Pedersen EM, Børglum J, Bendtsen TF. Ultrasound-guided lumbar plexus block in volunteers; a randomized controlled trial. *Br J Anaesth*. 2017 Mar 1; 118(3):430–438
42. www.nysora.com/ultrasound-guided-fascia-iliaca-block
43. Christos SC, Chiampas G, Offman R, Rifenburg R. Ultrasound-Guided Three-In-One Nerve Block for Femur Fractures. *West J Emerg Med*. 2010 Sep; 11(4):310–31
44. www.nysora.com/ultrasound-guided-obturator-nerve-block
45. Yoshida T, Nakamoto T, Kamibayashi T. Ultrasound-Guided Obturator Nerve Block: A Focused Review on Anatomy and Updated Techniques. *Biomed Res Int*. 2017:70237
46. www.nysora.com/ultrasound-guided-femoral-nerve-block
47. Koh IJ, Choi YI, Kim MS, Koh HJ, Kang MS, Yong In. Femoral nerve block versus adductor canal block for analgesia after total knee arthroplasty. *Knee Surg Relat Res*. 2017 Jun; 29(2):87–95.
48. Rahimzadeh P, Faiz HR, Imani F, Hobika G, Abbasi A, Nader D. Relieving pain after arthroscopic knee surgery: Ultrasound-guided femoral nerve block or adductor canal block? *Turk J Anaesthesiol Reanim*. 2017 Aug; 45(4):218–224.
49. www.nysora.com/ultrasound-guided-saphenous-subarioriusadductor-canal-nerve-block
50. www.nysora.com/parasacral-nerve-block
51. Öztürk E, Gökyar I, Günaydın B, Çelebi H, Babacan A, Kaya K. Comparison of parasacral and posterior sciatic nerve blocks combined with lumbar plexus block. *Turk J Anaesthesiol Reanim*. 2013 Oct; 41(5):171–174
52. www.nysora.com/ultrasound-guided-sciatic-nerve-block
53. Chantzi C, Saranteas T, Zogogiannis J, Alevizou N, Dimitriou V. Ultrasound examination of the sciatic nerve at the anterior thigh in obese patients. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2007; 51:132.
54. www.nysora.com/sciatic-nerve-block-transgluteal-anterior-approach
55. Xiuhong Cao, Xiang Zhao, Jin Xu, Zhengmei Liu, Quan Li. Ultrasound-guided technology versus neurostimulation for sciatic nerver block: a meta-analysis. *Int J Clin Exp Med*. 2015; 8(1): 273–280
56. Di Benedetto P, Casati A, Bertini L, Fanelli G. Posterior subgluteal approach to block the sciatic nerve: description of the technique and initial clinical experiences. *Eur J Anaesthesiol*. 2002; 19(9):682–6.
57. Abbas S, Brull R: Ultrasound-guided sciatic nerve block: description of a new approach at the subgluteal space. *Br J Anaesth*. 2007; 99:445–446.
58. www.nysora.com/popliteal-sciatic-nerve-blocks-intertendinous-lateral-approach
59. www.nysora.com/ultrasound-guided-popliteal-sciatic-block
60. Seung Uk Bang, Dong Ju Kim, Jin Ho Bae, Kyudon Chung, Yeeseuk Kim. Minimum effective local anesthetic volume for surgical anesthesia by subparaneural, ultrasound-guided popliteal sciatic nerve block: A prospective dose-finding study. *Medicine (Baltimore)* 2016 Aug; 95(34):e4652
61. www.nysora.com/ultrasound-guided-ankle-block
62. Drakonaki E, Allen G, Watura R. Ultrasound-guided intervention in the ankle and foot. *Br J Radiol*. January 2016; 89(1057):20150577
63. Neal JM, Wedel DJ. Ultrasound guidance and peripheral nerve injury: is our vision as sharp as we think it is? *Reg Anesth Pain Med*. 2010 Jul–Aug; 35(4):335–7.
64. Vadhnan P, Tripaty DK, Adinarayanan S. Physiological and pharmacologic aspects of peripheral nerve blocks. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol*. 2015 Jul–Sep; 31(3):384–93.
65. O'Donnell BD, Iohom G. An estimation of the minimum effective anesthetic volume of 2% lidocaine in ultrasound-guided axillary brachial plexus block. *Anesthesiology*. 2009; 111:25–9.
66. Abdallah FW, Halpern SH, Aoyama K, et al. Will the real benefits of single-shot interscalene block please stand up? A systematic review and meta-analysis. *Anesth Analg*. 2015; 120(5): 1114–29.
67. Williams BA, Hough KA, Tsui BY, et al. Neurotoxicity of adjuvants used in perineural anesthesia and analgesia in comparison with ropivacaine. *Reg Anesth Pain Med*. 2011; 36(3): 225–30.
68. Kirksey MA, Haskins SC, Cheng J, et al. Local anesthetic peripheral nerve block adjuvants for prolongation of analgesia: A systematic qualitative review. *PloSOne*. 2015; 10(9).
69. Bailard NS, Ortiz J, Flores RA. Additives to local anesthetics for peripheral nerve blocks: Evidence, limitations, and recommendations. *Am J Health SystPharm*. 2014; 71(5):373–85.

70. Marhofer D, Marhofer P, Triffterer L, Leonhardt M, Weber M, Zeitlinger M. Dislocation rates of perineural catheters: a volunteer study. *Br J Anaesth.* 2013; 111:800–6.

71. Neal JM, Salinas FV, Choi DS. Local anesthetic-induced myotoxicity after continuous adductor canal block. *Reg Anesth Pain Med.* 2016; 41(6):723–727.