

# Regionalna anestezija

---

Župančić, Nikolina

Master's thesis / Diplomski rad

2014

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, School of Medicine / Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:105:903525>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-04-03**



Repository / Repozitorij:

[Dr Med - University of Zagreb School of Medicine Digital Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
MEDICINSKI FAKULTET**

**Nikolina Župančić**

# **Regionalna anestezija**

**DIPLOMSKI RAD**



**Zagreb, 2014.**

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
MEDICINSKI FAKULTET**

**Nikolina Župančić**

# **Regionalna anestezija**

**DIPLOMSKI RAD**

**Zagreb, 2014.**

Ovaj diplomski rad izrađen je u Zavodu za anesteziologiju, reanimatologiju i intenzivno liječenje Kliničke bolnice Sveti duh, pod vodstvom prof. dr. sc. Dinka Tonkovića, dr. med. i predan je na ocjenu u akademskoj godini 2013/2014.

## POPIS KRATICA

g. – godina

tj. – to jest

mV – milivolt, mjerna jedinica

Na – natrij

K – kalij

$\alpha$  – alfa, slovo grčke abecede

$\beta$  – beta, slovo grčke abecede

$\gamma$  – delta, slovo grčke abecede

mg/kg – miligram po kilogramu, mjerna jedinica

## **SADRŽAJ**

### **1.SAŽETAK**

### **2.SUMMARY**

<b>3. UVOD.....</b>	<b>1</b>
<b>4. POVIJESNI PREGLED RAZVOJA REGIONALNE ANESTEZIJE.....</b>	<b>3</b>
<b>5. PATOFIZIOLOGIJA DJELOVANJA LOKALNIH ANESTETIKA.....</b>	<b>4</b>
5. 1. PATOFIZIOLOGIJA ŽIVČANE PROVODLJIVOSTI.....	4
5. 2. MEHANIZAM DJELOVANJA LOKALNIH ANESTETIKA.....	6
<b>6. LOKALNI ANESTETICI.....</b>	<b>7</b>
6. 1. OPĆA SVOJSTVA LOKALNIH ANESTETIKA.....	7
6. 2. DIFUZIJA LOKALNIH ANESTETIKA.....	8
6. 3. UTJECAJ pH VRIJEDNOSTI NA DJELOVANJE LOKALNIH ANESTETIKA...8	
6. 4. POČETAK I TRAJANJE DJELOVANJA LOKALNIH ANESTETIKA.....	9
6. 5. NEŽELJENE REAKCIJE NA LOKALNE ANESTETIKE.....	11
6. 6. NEŽELJENI LOKALNI UČINCI.....	12
6. 7. NEŽELJENI SISTEMSKI UČINCI.....	13
6. 8. AMINOESTERSKA SKUPINA LOKALNIH ANESTETIKA.....	14
6. 9. AMINOAMIDSKA SKUPINA LOKALNIH ANESTETIKA.....	15
<b>7. CENTRALNA ( NEUROAKSIJALNA ) ANESTEZIJA.....</b>	<b>16</b>
7. 1. ANATOMSKE ZNAČAJKE KRALJEŽNIČKOG KANALA.....	16
7. 2. OPĆE ZNAČAJKE CENTRALNE ANESTEZIJE.....	18
7. 3. EPIDURALNA ANESTEZIJA.....	19

7. 3. 1. APSOLUTNE KONTRAINDIKACIJE ZA EPIDURALNU ANESTEZIJU.....	20
7. 3. 2. RELATIVNE KONTRAINDIKACIJE ZA EPIDURALNU ANESTEZIJU.....	20
7. 3. 3. PRIPREMA ZA PRIMJENU EPIDURALNE ANESTEZIJE.....	20
7. 3. 4. POLOŽAJ BOLESNIKA PRI PRIMJENI EPIDURALNE ANESTEZIJE.....	21
7. 3. 5. PROJEKCIJA I PUNKCIJA PRI PRIMJENI EPIDURALNE ANESTEZIJE.	22
7. 3. 6. KOMPLIKACIJE EPIDURALNE ANESTEZIJE.....	23
7. 4. KAUDALNA ANESTEZIJA.....	23
7. 5. SUBARAHNOIDALNA ( SPINALNA ILI INTRATEKALNA ) ANESTEZIJA.....	24
7. 5. 1. APSOLUTNE KONTRAINDIKACIJE ZA PRIMJENU SUBARAHNOIDALNE ANESTEZIJE.....	25
7. 5. 2. RELATIVNE KONTRAINDIKACIJE ZA PRIMJENU SUBARAHNOIDALNE ANESTEZIJE.....	25
7. 5. 3. PRIPREMA ZA PRIMJENU SUBARAHNOIDALNE ANESTEZIJE.....	26
7. 5. 4. POLOŽAJ BOLESNIKA PRI PRIMJENI SUBARAHNOIDALNE ANESTEZIJE.....	27
7. 5. 5. PROJEKCIJA I PUNKCIJA PRI PRIMJENI SUBARAHNOIDALNE ANESTEZIJE.....	27
7. 5. 6. KOMPLIKACIJE PRI PRIMJENI SUBARAHNOIDALNE ANESTEZIJE.....	28
<b>8. PERIFERNA REGIONALNA ANESTEZIJA.....</b>	<b>29</b>
8. 1. OPĆE ZNAČAJKE PERIFERNE REGIONALNE ANESTEZIJE.....	29
8. 2. PRIPREMA ZA PRIMJENU PERIFERNE REGIONALNE ANESTEZIJE.....	30
8. 3. PRIMJENA PERIFERNE REGIONALNE ANESTEZIJE.....	31
8. 4. PRIMJENA REGIONALNE ANESTEZIJE U PODRUČJU GORNJIH EKSTREMITETA.....	32

8. 5. PERIFERNA REGIONALNA ANESTEZIJA U PODRUČJU DONJIH EKSTREMITETA.....	33
8. 6. PRIMJENA PERIFERNE REGIONALNE ANESTEZIJE U PODRUČJU GLAVE, VRATA, PRSIŠTA I ABDOMENA.....	35
8. 7. KOMPLIKACIJE PRI PRIMJENI PERIFERNE REGIONALNE ANESTEZIJE.	36
<b>9. ZAKLJUČAK.....</b>	<b>37</b>
<b>10. ZAHVALE.....</b>	<b>38</b>
<b>11. LITERATURA.....</b>	<b>39</b>
<b>12. ŽIVOTOPIS.....</b>	<b>42</b>



## SAŽETAK

### REGIONALNA ANESTEZIJA

NIKOLINA ŽUPANČIĆ

Regionalna anestezija dio je anestezije kojim se postiže privremeni gubitak osjeta, ponegdje i motorike, na dijelu tijela na kojem se obavlja operacijski zahvat. Osim same anestezije, koristi se i za analgeziju neposredno nakon operacijskog zahvata ili kroz dulji vremenski period. Regionalna anestezija dijeli se na centralne ( neuroaksijalne ) i periferne tehnike. U centralne tehnike ubrajaju se epiduralna i subarahnoidalna anestezija, a u periferne tehnike periferni blokovi živčanih spletova i/ili pojedinih živaca. Učinak regionalne anestezije postiže se injiciranjem lokalnih anestetika u područje živčanog spleta i/ili živca na koje se želi djelovati. Primjena ove vrste anestezije povezana je sa smanjenim morbiditetom, mortalitetom, boljom postoperacijskom analgezijom, bržim oporavkom nakon operacijskog zahvata i manjim troškovima liječenja u odnosu na uporabu opće anestezije. Isto tako, znatno je manji broj komplikacija, poglavito onih sa trajnim posljedicama. Prikladan odabir bolesnika te znanje i iskustvo anesteziologa, više nego pri primjeni bilo koje druge anesteziološke tehnike, određuju uspjeh primjene regionalne anestezije.

Ključne riječi: regionalna anestezija, centralne tehnike, periferni blokovi, lokalni anestetici, komplikacije

## **SUMMARY**

### **REGIONAL ANESTHESIA**

NIKOLINA ŽUPANČIĆ

Regional anesthesia is type of the anesthesia that achieves a temporary loss of sensation and sometimes motor control, on the part of the body where the surgery is performed. In addition to the anesthesia, it is often used for analgesia immediately after the surgery or for a longer period of time. Regional anesthesia is divided into central ( neuroaxial ) and peripheral techniques. The central techniques include epidural and subarachnoid anesthesia while peripheral techniques are peripheral plexus blocks and / or blocks of the individual nerves. Effect of regional anesthesia is achieved by injection of local anesthetics in the field of nerve plexus and / or nerve to the place where surgery is performed. The application of this type of anesthesia is associated with reduced morbidity, mortality, improved pain relief, faster recovery after surgery and lower cost of treatment in comparison to the use of general anesthesia. Also, there is considerably smaller number of complications, particularly those with permanent consequences. Suitable selection of patients, knowledge, experience and skills of the anesthesiologists, more than with any other anesthetic technique, determine the success of the application of regional anesthesia.

Key words : regional anesthesia, central techniques, peripheral plexus blocks, local anesthetics, complications

### 3. UVOD

Regionalna anestezija dio je anestezije koji obuhvaća niz anestezioloških postupaka kojima se postiže privremeni gubitak osjeta, a katkad i motorike u određenom dijelu tijela. Dijeli se na centralne ( neuroaksijalne ) i periferne tehnike. U centralne tehnike ubrajaju se epiduralna i subarahnoidalna anestezija dok u periferne tehnike spadaju blokovi perifernih živčanih spletova ili pojedinačnih perifernih živaca. Regionalna anestezija koristi se za vrijeme operacijskih zahvata u ortopediji, ginekologiji i porodništvu, vaskularnoj kirurgiji i ostalim kirurškim granama te kao metoda smanjenja boli. Može se koristiti jednokratno, za vrijeme operacijskog zahvata te višekratno, putem katetera. Učinak regionalne anestezije postiže se injiciranjem lokalnog anestetika u neposrednu blizinu živčanog spleta ili živca koji osjetno i/ili motorički oživčuje dio tijela na koji se želi djelovati. Lokalni anestetici dijele se u dvije velike skupine; aminoestersku i aminoamidsku. Osim razlike u kemijskoj vezi, različit im je i početak djelovanja blokade, njeno trajanje i mogućnost nastanka nuspojava. Lokalni anestetici najčešće se ne koriste samostalno već im se dodaju vazokonstriktori poput adrenalina i noradrenalina kako bi se produljio njihov učinak i smanjila mogućnost krvarenja.

Primjena regionalne anestezije, razvojem kirurgije, sve je raširenija, no kao i svaka anesteziološka tehnika povezana je s mogućnošću razvoja komplikacija. Sve učestalija primjena regionalne anestezije posljednjih godina razlogom je mnogih kliničkih istraživanja i analiza postojećih podataka u literaturi kako bi se utvrdilo koje su stvarne prednosti primjene nad općom anestezijom, postoje li razlike u kognitivnoj funkciji nakon primjene opće i regionalne anestezije, osobito u starijih osoba te smanjuje li regionalna anestezija smrtnost nakon operacijskog zahvata. Iako uspoređivanje većeg broja anestezioloških tehnika odjednom, poglavito njihova

kombinirana primjena te različitosti u izvedbi istraživanja nerijetko ograničavaju rezultate metaanaliza, postoje nedvojbene prednosti primjene regionalne nad općom anestezijom, a najvažnije su očuvana svijest i spontana ventilacija tijekom operacijskog zahvata te manji rizik izvedbe. ( Press CD, 2013 ) Također, rezultati pokazuju kako su regionalne anesteziološke tehnike znatno bolji izbor za smanjenje postoperacijske boli, smanjuju pojavnost infarkta miokarda nakon operacijskog zahvata, znatno je manja učestalost smetnji u radu dišnog, probavnog i urinarnog sustava koje se javljaju kao posljedica primjene opće anestezije, a mehanička ventilacija primjenjuje se samo u slučaju potpunog neuspjeha regionalne blokade. ( Kettner SC et al., 2011) Duljina hospitalizacije i brzina oporavka znatno su skraćene primjenom regionalnih anestezioloških tehnika, a samim time uvelike su smanjeni i ekonomski troškovi liječenja. Suprotno očekivanjima, u mnogim istraživanjima unatoč razlici primjenjenih kognitivnih testova te vremenu prije i poslije operativnog zahvata u kojem su izvedeni, nije utvrđena značajna razlika u pojavnosti postoperacijske kognitivne disfunkcije između primjene regionalne i opće anestezije. ( Anwer HM et al., 2006 ) Mnogim se istraživanjima posljednjih godina pokušava utvrditi može li primjena regionalne anestezije pridonijeti smanjenju širenja metastaza u bolesnika s malignim oboljenjima u usporedbi s općom anestezijom, no zasad nema čvrstih dokaza koji bi govorili tome u prilog. ( Kettner SC et al., 2011 ) Unatoč navedenim prednostima regionalne anestezije, još uvijek ne postoje dokazi kako njena primjena smanjuje smrtnost bolesnika nakon operacijskog zahvata u odnosu na opću anesteziju. Regionalna anestezija nije povezana s učestalom pojavom komplikacija, a ukoliko se i pojave, posljedice najčešće nisu ozbiljne i trajne. Usprkos tome, pažljiv odabir bolesnika za pojedinu regionalnu tehniku i neprestan oprez pri njenoj primjeni neizostavan su dio uspješno obavljenog posla anesteziologa.

#### 4. POVIJESNI RAZVOJ REGIONALNE ANESTEZIJE

Primjena regionalne anestezije za sprječavanje i liječenje boli, iako ne u obliku u kojem je danas poznata, potječe iz najranijeg doba ljudske povijesti. U prošlosti su ljudi rabili različite biljne ekstrakte kojima su premazivali bolne dijelove tijela, a različite metode liječenja boli zabilježene su na nekim od najstarijih poznatih medicinskih zapisa. ( Hadžić A, 2007) Nakon razdoblja mračnog srednjeg vijeka te obnove medicinskih znanja naslijeđenih od starih Grka i Rimljana, u šesnaestom stoljeću ponovno počinje primjena anestezije. 1564.godine Ambroise Pare pokušao je anestezirati određeno područje grubim gnječenjem tkiva i pritiskom na živce, a stotinu godina kasnije, 1665.g. Siegmund Elsholm injicirao je opijate nastojeći postići bezbolnost kože. ( Keros P, Majerić – Kogler V, 2003 ) Pothlađivanje i smrzavanje dijelova tijela također je bio veoma raširen način postizanja anestezije. 1860.g. kokain, najstariji lokalni anestetik izoliran je iz lišća biljke *Erythroxylon coca*. 1884.g. Karl Koller prvi je koristio kokain kao anestezijsko sredstvo tijekom oftalmološkog zahvata, a iste je godine Sigmund Freud temeljem brojnih literaturnih podataka objavio preglednu raspravu „ Über die Koka“. Temelje suvremene lokalne anestezije postavio je 1892.g. Karl Ludwig Schleich razrijedivši kokain fiziološkom otopinom čime je dobio pripravak povećanog učinka, a manje toksičnosti. 1904.g. Max Einhorn sintetizirao je prokain, a Heinrich je Braun 1905.g. godine dodao noradrenalin anestezijskom sredstvu čime je smanjio krvarenje za vrijeme operativnog zahvata. Razvoj regionalne anestezije u današnjem obliku proteže se cijelim dvadesetim stoljećem. U tom razdoblju sintetizirani su svi aminoesteri i aminoamidi koje danas koristimo u regionalnoj anesteziji, a sredinom stoljeća započeo je razvoj perifernih blokova. Osamdesete godine obilježene su razvojem ultrazvuka i početkom njegove primjene u blokadi perifernih živčanih spletova. Posljednjih se godina, razvojem novih

tehnologija i povećanjem opsega znanja, regionalna anestezija svakim danom sve više usavršava. Primjenjuju se nova, bolja anestezijska sredstva i uvode novi ili preinačuju već postojeći anestezijski zahvati. U današnje vrijeme, zahvati regionalne anestezije izvode se lako i uspješno te uz znatno manju mogućnost pojave neželjenih, pogotvo trajnih, komplikacija.

## **5. PATOFIZIOLOGIJA DJELOVANJA LOKALNIH ANESTETIKA**

### **5. 1. PATOFIZIOLOGIJA ŽIVČANE PROVODLJIVOSTI**

Električni potencijali postoje na membranama svih stanica u tijelu i nužni su za odvijanje fizioloških funkcija stanica, tkiva i organa. Živčane stanice na svojim membranama stvaraju elektrokemijske impulse koji se koriste za prijenos signala uzduž živca. U fazi mirovanja tj. stanja kada živac ne prenosi signal, membranski potencijal je negativan i iznosi  $-90\text{mV}$  ( milivolti ). Membranski potencijal mirovanja određen je koncentracijskim gradijentom dvaju glavnih iona,  $\text{Na}^+$  ( natrij ) i  $\text{K}^+$  ( kalij ) te relativnom membranskom propusnošću za ove ione. Koncentracijskom gradijentu u najvećem opsegu doprinose kalijevi kanali kroz koje  $\text{K}^+$  slobodno difundira s obje strane membrane. Zbog velikog omjera između kalijevih iona unutar i izvan vlakna stvara se veliki negativni potencijal mirovanja. U normalnom živčanom vlaknu propusnost za ione  $\text{K}^+$  otprilike je 100 puta veća nego za ione  $\text{Na}^+$ . Osim kalijevih kanala, koncentracijski gradijent održava  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  crpka koja se nalazi na svim membranama u tijelu te neprestano izbacuje 3 natrijeva iona izvan stanice, a ubacuje 2 kalijeva iona u unutrašnjost stanice.  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  crpka elektrogene je prirode jer izbacuje više pozitivnih iona izvan stanice no što ih ubacuje u unutrašnjost stanice te tako stvara neto manjak pozitivnih iona unutar vlakana što dovodi do nastanka

negativnog potencijala s unutarnje strane membrane. Svaki akcijski potencijal počinje naglom promjenom normalnog negativnog potencijala mirovanja na pozitivni potencijal, a završava gotovo jednako brzom promjenom natrag prema negativnom potencijalu. Živčani se signali prenose pomoću akcijskih potencijala. Akcijski potencijal označava brzu promjenu membranskog potencijala koja se širi uzduž membrane živčanog vlakna, a nastaje tek kada dođe do odgovarajućeg podražaja koji dovodi do depolarizacije. Podražaj može biti mehanički ( osjetne stanice ), električni ( srčani mišić ) ili kemijski ( neurotransmiteri ). Odgovarajući podražaj uzrokuje depolarizaciju tj. stanje u kojem membrana postaje jako propusna za natrijeve ione, omogućujući difuziju velikog broja pozitivno nabijenih natrijevih iona u unutrašnjost stanice. Početna depolarizacija ( lokalni potencijal ) mora biti dovoljno velika, otprilike pomak do potencijala od  $-55\text{mV}$  kako bi uzrokovala daljnje širenje akcijskog potencijala odnosno daljnje otvaranje natrijevih kanala mehanizmom pozitivne povratne sprege. Utjecanje natrijevih iona u stanicu povećava potencijal u pozitivnom smjeru, do  $+35\text{mV}$ . Tijekom svog puta duž živčanog vlakna akcijski potencijal ostaje isti tj. ne mijenja niti oblik niti dužinu, a glavna mu je značajka frekvencija. Prijenos vala depolarizacije uzduž živčanog vlakna zove se živčani impuls. Netom nakon početka membranske depolarizacije, natrijski se kanali počinju zatvarati, a kalijski se otvaraju jače nego normalno. Brza difuzija iona  $\text{K}^+$  izvan stanice ponovno stvara normalan negativni membranski potencijal mirovanja što se naziva repolarizacijom membrane. Živčana provodljivost ovisna je i o prisutnosti mijelinske ovojnice. Debela su živčana vlakna mijelinizirana, mijelinska je ovojnica isprekidana na mjestima koja se nazivaju Ranvierovi čvorovi i služe skokovitom provođenju akcijskog potencijala. Nemijelinizirana vlakna nemaju mijelinsku ovojnicu i

brzina provođenja u njima veća je nego u mijeliniziranim vlaknima. ( Guyton A, Hall J 2006 )

## 5. 2. MEHANIZAM DJELOVANJA LOKALNIH ANESTETIKA

Temeljni učinak lokalnih anestetika je smanjenje propusnosti membrane živčanog vlakna za natrijeve ione te stabilizacija membrane u polariziranom stanju. Djelovanje lokalnih anestetika priječi dostizanje vrijednosti akcijskog potencijala od -55 mV kao granične vrijednosti za prag širenja akcijskog potencijala. Postoji nekoliko teorija o mehanizmu djelovanja lokalnih anestetika premda nijedna nije u potpunosti razjašnjena. Najprihvaćenije su teorije o djelovanju lokalnih anesteika na natrijeve odnosno kalijeve kanale. Natrijevi kanali nazivaju se još i voltažnim kanalima zbog promjene membranskog potencijala koja se događa pri utoku natrijevih iona. Natrijevi kanali sastoje se od 3 podjedinice, glavne  $\alpha$  (  $\alpha$  ; slovo grčke abecede ) i pomoćne  $\beta_1$  i  $\beta_2$  (  $\beta$ ; slovo grčke abecede ) podjedinice. Sve tri podjedinice prolaze cijelom debljinom membrane živčanog vlakna te komuniciraju i sa izvanstaničnim i sa untarstaničnim prostorom. ( Marban et al., 1998 ) Lokalni anestetici sprječavaju provođenje živčanog impulsa vežući se za  $\alpha$  podjedinicu natrijevih kanala. Vezanje za  $\alpha$  podjedinicu uzrokuje strukturne, a time i funkcionalne promjene natrijevih kanala. Onemogućen je ulazak iona  $\text{Na}^+$  u stanicu i prijenos vala depolarizacije duž živčanog vlakna. Afinitet lokalnih anestetika za vezanje na  $\alpha$  podjedinicu znatno raste s podražljivošću živčanog vlakna. Veći stupanj stimulacije živčanog vlakna i pozitivnija vrijednost membranskog potencijala uzrokuju znatno veći blok provodljivosti jer ponavljana depolarizacija povećava mogućnost da će se molekula lokalnog anestetika vezati za  $\alpha$  podjedinicu natrijevog kanala kad je on u aktiviranom stanju. Blokada kalijevih kanala lokalnim anesticima također doprinosi smanjenju



živčane provodljivosti smanjujući sposobnost postizanja granične vrijednosti akcijskog potencijala od  $-55\text{mV}$ , no točan mehanizam tog procesa još uvijek je nedovoljno razjašnjen. ( Hadžić A, 2007)

## 6. LOKALNI ANESTETICI

### 6. 1. OPĆA SVOJSTVA LOKALNIH ANESTETIKA

Lokalni anestetici su kemijske tvari koje reverzibilno prekidaju provođenje podražaja u perifernim živcima na mjestu primjene pa na određenom mjestu nastaje bezbolnost tj. analgezija. Svi se, osim kokaina, dobivaju sintezom. Lokalni anestetici imaju vrlo sličnu kemijsku strukturu. Sastoje se od tri kemijske komponente; aromatska skupina, intermedijarni lanac i aminska skupina. Aromatska skupina, koju najčešće čini benzenski prsten, odgovorna je za lipofilna tj. hidrofobna svojstva lokalnih anestetika. Lipofilnost je izrazito važno svojstvo lokalnih anestetika jer omogućuje difuziju anestetika kroz živčane membrane. Temeljna struktura svake membrane je lipidni dvosloj; tanka lipidna opna građena od dvaju slojeva koja se pruža neprekinuto cijelom staničnom površinom. Što je veći stupanj lipofilnosti lokalnog anestetika, to je dulje trajanje i jačina njegovog djelovanja. ( Gadsden J, 2013 ) Na duljinu trajanja učinka lokalnih anestetika utječe i mogućnost vezanja na proteine duž membrane živčanog vlakna jer su receptori lokalnih anestetika kemijskom građom proteinski receptori. S druge strane, veći stupanj lipofilnosti povećava toksičnost lokalnih anestetika. Intermedijarni lanac povezuje aromatski prsten i aminsku skupinu, a građen je od esterske ili amidne veze. Prema vrsti veze u intermedijarnom lancu lokalni se anestetici dijele u 2 velike skupine; aminoesterski i aminoamidni. Vrsta veze u intermedijarnom lancu uzrokuje različita farmakološka svojstva lokalnih

anestetika. Aminoesterski i amino amidni lokalni anestetici razlikuju se prema kemijskoj stabilnosti, mjestu biotransformacije i sposobnosti izazivanja alergijske reakcije. Aminska skupina odgovorna je za hidrofilna svojstva lokalnih anestetika. Lokalni anestetici bezmirisne su viskozne tekućine ili amorfne krute tvari, dobro topljive u mastima i gotovo netopljive u vodi. ( Keros P, Majerić - Kogler V, 2003 )

## 6. 2. DIFUZIJA LOKALNIH ANESTETIKA

Periferni živčani sustav sastavljen je od živaca, ganglija i živčanih završetaka. Živčana su vlakna skupljena u snopove i tvore živce. Živci imaju vanjsku vlaknastu ovojnicu građenu od gustog vezivnog tkiva koja se zove epineurij. Lokalni anestetici uštrcani u tkiva pasivno difundiraju s površine živca prema unutrašnjosti zbog koncentracijskog gradijenta. Posljedično tome, živčana vlakna koja se nalaze na površini perifernog živca najprije su blokirana. Ukoliko su volumen i koncentracija primijenjenog lokalnog anestetika dostatni, dolazi i do blokade centralno smještenih živčanih vlakana unutar živca te se ostvaruje blok cijelog živca. Osim volumenom i koncentracijom lokalnog anestetika, difuzija je određena hidrofobnošću i stupnjem ionizacije anestetika te svojstvima okolnog tkiva. ( Gadsden J, 2013 )

## 6. 3. UTJECAJ pH VRIJEDNOSTI NA DJELOVANJE LOKALNIH ANESTETIKA

Lokalni su anestetici slabe, alkalijske baze ( pH vrijednost 7.5 – 9 ) koje kroz membranu živčanog vlakna mogu difundirati samo u nedisociranom, liposolubilnom obliku. Ulaskom u stanicu, nedisocirana slobodna baza lokalnog anestetika, disocira na katione zbog unutarstanične pH vrijednosti od 7.2. Kationi koji se pritom oslobađaju vežu se za receptore u sklopu ionskih natrijevih kanala te su odgovorni za djelovanje lokalnih anestetika. Kako bi bilo prisutno i svojstvo lipofilnosti i svojstvo hidrofilnosti, lokalni anestetici primjenjuju se u obliku topljivih soli, najčešće

hidroklorida. Hidrokloridne su soli blago kisele što s jedne strane povećava stabilnost lokalnih anestetika i pridodanih tvari, poput vazokonstriktora, a s druge strane uzrokuje povećan udio kationa u otopini. Zbog povećanog udjela kationa, lokalnim anestheticima često se dodaje natrijev hidrogenkarbonat (  $\text{NaHCO}_3$  ). Natrijev hidrogenkarbonat povećava udio baza što djelomično skraćuje vrijeme početka djelovanja lokalnih anestetika. Dodavanjem bikarbonata ne može se postići značajna promjena pH vrijednosti zbog ograničene topljivosti baza pa se tako ni početak djelovanja anestetika ne može znatnije ubzati. Konstantna disocijacije lokalnih anestetika je između 8 i 9 i pri fiziološkom pH oni su gotovo potpuno disocirani. Ako je lokalni anestetik injiciran u područje male pH vrijednosti, primjerice u područje zahvaćeno upalom, posve će disocirati te neće preostati nedisocirane slobodne baze zbog čega izostaje željeni učinak. ( Rang HP, 2003 )

#### 6. 4. POČETAK I TRAJANJE DJELOVANJA LOKALNIH ANESTETIKA

Početak djelovanja lokalnih anestetika određen je tipom živčanih vlakana, fizikalno - kemijskim svojstvima pojedinih anestetika, njihovom koncentracijom, dodatkom vazokonstriktora i mjestom injiciranja. Živčana vlakna prema općoj se podjeli dijele na vlakna vrste A i vrste C. A vlakna su mijelinizirana, velikog promjera te zadužena za prijenos motoričkih impulsa i osjeta dodira. Ovisno o promjeru i funkciji dijele se još na  $\alpha$ ,  $\beta$  i  $\gamma$  (  $\gamma$ ; slovo grčke abecede ) skupinu. Vlakna vrste C tanka su i nemijelinizirana te zadužena za prijenos osjeta boli i temperature. ( Guyton A, Hall J, 2007 ) Promjer vlakana i ( ne ) postojanje mijelinske ovojnice neki su od parametara pomoću kojih se određuje početak djelovanja lokalnih anestetika. Vlakna manjeg promjera podložnija su djelovanju jer je zbog manje debljine vlakna lakše postići koncentraciju lokalnog anestetika dovoljnu za potpuno blokiranje provođenja. S druge pak strane, lokalni anestetici u mijeliniziranim vlaknima puno lakše prodiru do

živčane membrane. Općenito, lokalni anestetici blokiraju provodljivost u živčanim vlaknima manjeg promjera mnogo lakše nego u vlaknima većeg promjera. Blokiranje provodljivosti odvija se sljedećim redom; mali mijelinizirani, nemijelinizirani i veliki mijelinizirani aksoni. Na taj je način nociceptivna (  $A\gamma$  i C vlakna ) i simpatička transmisija prva blokirana. Lokalni su anestetici dolaskom u organizam najvećim dijelom vezani za proteine plazme; albumin i  $\alpha_1$  kiseli glikoprotein, no kako bi bili farmakološki aktivni moraju se nalaziti u nevezanom stanju. Vežanje za proteine plazme pojedinog lokalnog anestetika ovisno je o njegovoj koncentraciji i pH vrijednosti okolnog tkiva. Postoji izravna povezanost između vežanja za proteine i lipofilnosti tj. što je lokalni anestetik više topljiv u mastima, to bolje prodire unutar aksonalne membrane dospijevajući do ciljnog mjesta; natrijevih kanala. Djelovanje lokalnih anestetika povezano je i uz primijenjenu dozu. Doza lokalnog anestetika određuje se volumenom i koncentracijom. Uporaba veće doze povećava mogućnost uspješnog anesteziiranja željenog područja kao i dulje djelovanje anestezije, no isto tako povećava mogućnost nastanka neželjenih pojava poput sistemske toksičnosti i produljene autonomne i motoričke blokade. Pri primjeni lokalnih anestetika uvijek se koriste najmanje moguće doze koje dovode do željenog učinka. Vazokonstriktori poput adrenalina i noradrenalina koriste se kako bi produljili djelovanje lokalnih anestetika. Gotovo svi lokalni anestetici, osim kokaina, uzrokuju vazodilataciju što dovodi do povećanog krvnog optjecaja, a time i bržeg uklanjanja anestezijskog sredstva s mjesta primjene. Dodatkom vazokonstriktora anestezijsko sredstvo dulje ostaje na mjestu primjene, smanjuje se toksičnost zbog usporene apsorpcije, a i manja je mogućnost krvarenja anesteziiranog područja. Učinkovitost vazokonstriktora to je veća što veću vazodilataciju izaziva primijenjeni lokalni anestetik. Mjesto inijiciranja anestezijskog sredstva također utječe na početak i duljinu trajanja

djelovanja lokalnih anestetika. Sredstvo injicirano u neposrednu blizinu brže će početi djelovati zbog lakše difuzije do natrijevih kanala. Najbrži početak, ali ujedno i najkraće djelovanje zabilježeno je pri intratekalnoj i supkutanoj primjeni lokalnih anestetika. S druge pak strane, početak blokade u brahijalnom pleksusu veoma je spor zbog udaljenosti mjesta injiciranja te difundiranja anestezijskog sredstva kroz okolna tkiva kako bi došlo do željenog mjesta djelovanja. Duljina trajanja blokade izravno je povezana s duljinom zadržavanja lokalnog anestetika u blizini tkiva na koje želimo djelovati. Za održavanje anestezijskog sredstva unutar tkiva ključna su tri faktora; lipofilnost, stupanj prokrvljenosti tkiva i korištenje vazokonstriktora koji dovode do produljenog ostanka anestezijskog sredstva unutar tkiva, a samim time i do duljeg trajanja anestezije. Prema duljini trajanja djelovanja lokalni anestetici dijele se u 3 skupine : kratkodjelujući ( 45 – 90 minuta ), srednjedugodjelujući ( 90 – 180 minuta ) i dugodjelujući ( 180 – 240 minuta ). ( Gadsden J, 2013 )

## 6. 5. NEŽELJENE REAKCIJE NA LOKALNE ANESTETIKE

Lokalni anestetici relativno su sigurna anestezijska sredstva, no i njihova primjena može dovesti do neželjenih lokalnih i sistemskih reakcija. Na razvoj neželjenih reakcija mogu utjecati brojni čimbenici; upotreba prevelike doze anestetika, loša tehnika aplikacije anestezijskog sredstva, najčešće uslijed manjka iskustva te alergijske preosjetljivosti, uglavnom pri upotrebi esterskih anestetika. Pojedina anestezijska sredstva izazivaju teške neželjene reakcije čija se pojava uvijek mora uzeti u obzir, primjerice prilokain koji može uzrokovati methemoglobinemiju. Osim samih anestezijskih sredstava i vazokonstriktori mogu uzrokovati pojavu neželjenih reakcija. ( Miller RD, 2009 )

## 6.6. NEŽELJENI LOKALNI UČINCI

Neželjeni lokalni učinci javljaju se kao posljedica prevelike koncentracije unutar samog tkiva ili češće kao posljedica loše tehnike injiciranja anestezijskog sredstva. Očituju se stvaranjem ekhimoza i lokalnih hematoma, osjetom boli, infekcijom i ozljedom živaca ili tetiva. Ekhimoze i lokalni hematomi nastaju uslijed perforacije kutanih krvnih žila, češće u tkivima sa dobrom prokrvljenošću poput glave, genitalnog sustava ili mukoznih membrana. Bol i osjećaj nelagode javljaju se gotovo uvijek pri aplikaciji anestezijskog sredstva, a povezani su sa veličinom igle koja se upotrebljava te volumenom apliciranog sredstva. Kako bi bili svedeni na najmanju moguću mjeru, anestezijsko sredstvo potrebno je aplicirati veoma polako te u najmanjem volumenu kojim je moguće postići željeno djelovanje. Iritacija tkiva povezana je sa pH vrijednošću apliciranog sredstva te se povećava smanjenjem pH vrijednosti. Kako bi se smanjila iritacija tkiva, u otopinu se najčešće dodaje natrijev bikarbonat. Infekcijske komplikacije mogu se pojaviti pri bilo kojoj tehnici primjene regionalne anestezije. ( Dewaele S, Santos AC, 2013 ) Iako su rijetke, njihova pojava može dovesti do veoma ozbiljnih i trajnih posljedica. Posebnu pozornost na mogućnost pojave infekcije valja obratiti kod osoba koje boluju od dijabetesa, imunosuprimiranih, osoba koje su na steroidnoj terapiji te imaju lokaliziranu infekciju. ( Wedel DJ, Horlocker TT, 2006 ) Pravilno pranje ruku, uklanjanje predmeta poput nakita i satova, uporaba kirurške maske, korištenje sterilnih rukavica i pregača te pravilna higijena i dezinfekcija operativnog polja uvelike smanjuju mogućnost nastanka infekcije. (Novak – Jankovič V, 2011) Ozljede živaca ili tetiva nastaju krivim položajem igle pri aplikaciji anestezijskog sredstva, a mogu dovesti do nastanka jake boli, osjećaja žarenja, peckanja i trnjenja te osjećaja zatezanja mišića. Ovakve ozljede najčešće su u potpunosti reverzibilne te nestaju unutar par sati ili dana.

## 6. 7. NEŽELJENI SISTEMSKI UČINCI

Neželjeni sistemski učinci lokalnih anestetika nastaju kada anestezijsko sredstvo u krvi dostigne toksičnu razinu, najčešće zbog nenamjerne intravenske primjene ili uporabe prevelike doze anestetika te utječu najviše na funkciju kardiovaskularnog i središnjeg živčanog sustava. Središnji živčani sustav na prekomjernu količinu anestezijskog sredstva reagira brže od kardiovaskularnog te su doze koje uzrokuju poremećaj središnjeg živčanog sustava niže od onih koje utječu na funkciju kardiovaskularnog sustava. Poremećaj funkcije središnjeg živčanog sustava posljedica je djelovanja povećane koncentracije lokalnog anestetika na kortikalna i supramedularna središta, a može se podijeliti u dvije faze; fazu ekscitacije i fazu depresije. U fazi ekscitacije bolesnici postaju uznemireni, dezorijentirani te se žale na vrtoglavicu, smetnje vida i sluha te pojavu grčeva. Porastom plazmatske koncentracije anestezijskog sredstva mogu se pojaviti konvulzije i toničko-klonički napadaji koji dovode do nastanka hipoksije te još većeg oštećenja i mogućnosti nastanka ireverzibilnih posljedica.

U fazi depresije dolazi do poremećaja ili potpunog gubitka svijesti, respiratorne depresije i kome ukoliko su plazmatske koncentracije lokalnih anestetika veoma visoke. Kako se bi se izbjegle moguće trajne posljedice, izrazito je važno na vrijeme prepoznati moguće komplikacije te ih početi liječiti osiguravanjem prohodnosti dišnog puta, dodatnim količinama kisika i ostalim potrebnim mjerama, ovisno o simptomima. Kardiovaskularni učinci lokalnih anestetika uglavnom su rezultat vazodilatacije i depresije miokarda. Lokalni anestetici uzrokuju smanjenu električnu podražljivost, provodljivost i kontraktilnost srčanog mišića što može dovesti do nastanka bradikardije, cijanoze, nestanka bila, a u kombinaciji sa hipotenzijom i do srčanog zastoja. ( Gmyrek R, 2013 )

## 6. 8. AMINOESTERSKA SKUPINA LOKALNIH ANESTETIKA

Aminoesterska skupina lokalnih anestetika sastoji se od aromatske jezgre, intermedijarnog lanca u kojem se nalazi esterska veza te amino skupine. Aminoesterska skupina lokalnih anestetika razgrađuje se plazmatskim enzimom pseudokolinesterazom. Jedan od krajnjih produkata biotransformacija esterske skupine nastanak je paraaminobenzoične kiseline koja je poznati alergen te u nekih bolesnika može dovesti do alergijske reakcije. Iako malobrojne, postoje osobe s prirođenim manjkom pseudokolinesteraze što dovodi do povećanja razine anestezijskog sredstva u plazmi i nastanka toksičnih učinaka. U aminoestersku skupinu lokalnih anestetika pripadaju kokain, benzokain, prokain, tetrakain i kloroprokain. Kokain je jedini nesintetizirani lokalni anestetik, a dobiva se iz lišća biljke koke. Ester je benzojeve kiseline, razlaže se na svjetlu i toplini pa se ne može sterilizirati. Jedini je lokalni anestetik koji dovodi do vazokonstrikcije. Inhibicijom pohrane katekolamina, posebice dopamina, stimulira središnji živčani sustav te izaziva nastanak uzbuđenja, euforije, duševne i motoričke hiperaktivnosti. U današnje se vrijeme koristi u malom broju zahvata, najčešće pri anesteziranju oka te za topikalnu anesteziju gornjeg dišnog sustava. Djelovanje kokaina nastupa pet do deset minuta nakon primjene. Prokain je prvi sintetski lokalni anestetik. Početak djelovanja veoma je spor, kratkog je djelovanja i slabog učinka zbog čega se vrlo rijetko primjenjuje. Prokain se od svih lokalnih anestetika u plazmi najbrže razgrađuje te se ubraja u anestetike kratkog djelovanja. Tetrakain je sintetiziran 1932.godine. Početak djelovanja je spor, ali je djelovanje dugotrajno i veoma učinkovito zbog čega mogu nastati toksični učinci poput hipotenzije i bradikardije. Vrlo je učinkovit površinski anestetik te se u današnje vrijeme rabi gotovo isključivo u obliku spreja za površinsku anesteziju. ( Gadsden J, 2013 )



## 6. 9. AMINOAMIDSKA SKUPINA LOKALNIH ANESTETIKA

Aminoamidna skupina lokalnih anestetika sastoji se od aromatske jezgre, intermedijarnog lanca u kojem se nalazi amidna skupina te amino skupine. Metabolizira se mikrosomalnim enzimom citokrom P- 450 3A4 smještenim u jetri. Protok krvi kroz jetru te jetrena funkcija određuju brzinu klirensa ove skupine anestetika. Jetrene bolesti, smanjen protok krvi kroz jetru te lijekovi poput azolnih antifungika ( itrakonazol, ketokonazol ), makrolida, inhibitora HIV – proteaze ( nelfinavir, ritonavir ) i diltiazema usporavaju i /ili onemogućuju metabolizam lokalnih anestetika što može uzrokovati potencijalno toksičnu razinu anestezijskog sredstva u plazmi. Lidokain je najpoznatiji lokalni anestetik amidne skupine te jedan od najkorištenijih lokalnih anestetika uopće. Stabilan je i može se sterilizirati, djelovanje brzo nastupa i ima osrednje dugo trajanje. Djelovanje čistog lidokaina traje 45 do 60 minuta, a dodavanjem adrenalina produljuje se i na 150 minuta. Prikladan je za sve oblike lokalne i regionalne anestezije. Bupivakain je, uz lidokain, jedan od najčešće korištenih lokalnih anestetika. Iako strukturno veoma sličan lidokainu, bupivakain je 3 do 4 puta učinkovitiji, a djelovanje mu je dugotrajnije. Ima izrazitije senzorno nego motoričko djelovanje što ga čini prikladnim za uporabu u porodništvu. Bupivakain je kardiotoksičan i može dovesti do pojave ventrikularnih aritmija. Ropivakain je S - enantiomer bupivakaina, sporije apsorbira i duljeg djelovanja. Ima veoma nizak kardiotoksičan potencijal. Jedan je od najkorištenijih lokalnih anestetika pri izvođenju perifernih živčanih blokova. Mepivakain je snagom i brzinom djelovanja vrlo sličan lidokainu, uz nešto dugotrajnije djelovanje. Brzo prolazi kroz posteljicu i toksično djeluje na zametak zbog čega se ne koristi kod trudnica te u porodništvu. Prilokain je srednje dugo djelujući lokalni anestetik. Ne izaziva vazodilataciju te se pojačano odlaže u tkiva što smanjuje mogućnost dostizanja toksičnih razina u plazmi. Ono što

ga čini jedinstvenim među lokalnim anesticima jest mogućnost izazivanja methemoglobinemije koja nastaje pri dozama većim od 8mg/kg ( miligram po kilogramu ). Etidokain je dugodjelujući amidski lokalni anestetik, učinkovitiji od lidokaina. Snažnije i dulje uzrokuje motorički nego senzorni blok te nije prikladan za spinalnu anesteziju. ( Gadsden J, 2013 )

## **7. CENTRALNA REGIONALNA ( NEUROAKSIJALNA ) ANESTEZIJA**

### **7. 1. ANATOMSKE ZNAČAJKE KRALJEŽNIČKOG KANALA**

Kralježnični kanal, neposredni je nastavak šupljine neurokranija, a čine ga svi kralježnični otvori. Kralježnični otvor tvori koštanu stijenu kanala kralježnične moždine. Otvor je omeđen srijeda stražnjom stranom trupa kralješka, a postrance i straga početkom luka i samim lukom kralješka. U prostoru između kralježaka nalaze se međukralješčane ploče. Kralježnični kanal seže od velikog otvora do procijepa križne kosti. U kralježničkom kanalu smješteni su kralježnička moždina, korijeni moždinskih živaca, moždinske ovojnice, krvne i limfne žile te masno i vezivno tkivo. Kralježničnu moždinu u kralježničnom kanalu obavijaju 3 vezivne ovojnice; tvrda moždinska ovojnica – latinskog naziva dura mater spinalis ( pachymeninx ) i meke moždinske ovojnice latinskog naziva arachnoidea spinalis i pia mater spinalis pod zajedničkim nazivom leptomeninx. Tvrda moždinska ovojnica sastoji se od 2 lista; izvanjske pokosnice i unutarnjeg lista. Između dvaju listova tvrde moždinske ovojnice nalazi se epiduralni prostor ispunjen rahlim vezivnim i masnim tkivom. U njemu se nalaze i ogranci segmentalnih arterija, venski spletovi, limfne žile te živčani korijeni omotani duralnom ovojnicom. Tvrda moždinska ovojnica kaudalno tvori duralnu vreću koja se omota oko gusto zbijenih živčanih korjenova položenih prema

dolje, a čiji je latinski naziv cauda equina te završava tankom niti što se zajedno sa završnim končićem latinskog naziva filum terminale veže za pokosnicu trtične kosti, filum terminale durae matris spinali. Neposredno uz unutarnju površinu tvrde moždinske ovojnice smještena je paučinasta moždinska ovojnica, latinskog naziva arachnoidea mater spinalis, tanka vezivna ovojnica priljubljena uz unutarnju stranu tvrde moždinske ovojnice koja oblaže kralježničku moždinu presvođujući njena uleknuća. Između tvrde i paučinaste moždinske ovojnice nalazi se kapilarni prostor, subduralni prostor. Paučinasta moždinska ovojnica oblaže tvrdu moždinsku ovojnicu do njezinog završetka u području drugog križnog kralješka. Izvanjski je list tanke moždinske ovojnice, a vezivnim je vlakancima povezana s durom mater. Između paučinaste i meke moždinske ovojnice nalazi se potpaučinasti prostor, latinskog naziva spatium subarachnoidale, ispunjen cerebrospinalnom tekućinom, a sadrži korijene moždinskih živaca i rahlo vezivno tkivo. Meka moždinska ovojnica nalazi se na samoj površini kralježničke moždine, prekriva sve njene dijelove, a ima unutarnje i vanjske izdanke. Unutarnji izdanci okružuju ogranke arterija i poniru s njima u kralježničku moždinu, a vanjski okružuju početne dijelove spinalnih živaca te distalnije prelaze u epineurium. S postraničnih dijelova kralježničke moždine pružaju se u frontalnoj ravnini zupčaste sveze meke moždinske ovojnice, latinskog naziva ligamenta denticulata. Prolaze kroz paučinastu moždinsku ovojnicu te se vežu na priležeci dio tvrde moždinske ovojnice, nalaze se između korijena spinalnih živaca, a protežu se do razine prvog lumbalnog kralješka, L1. Zupčaste sveze služe održavanju stalnog položaja kralježničke moždine koja pluta u cerebrospinalnoj tekućini. Meka moždinska ovojnica sadrži krvne žile i njima pripadajuću simpatičku vazomotornu inervaciju. Doseže do distalnog kraja kralježničke moždine tj. do razine drugog slabinskog kralješka, L2. ( Kahle W, 2006 )

## 7. 2. OPĆE ZNAČAJKE CENTRALNE ANESTEZIJE

Centralna regionalna anestezija dijeli se, ovisno o mjestu injiciranja anestezijskog sredstva u kralježničkom kanalu, na spinalnu i epiduralnu. U kralježničkom kanalu moguće je načiniti dvije vrste anestezijskih zahvata te anestezijsko sredstvo injicirati periduralno ( epiduralna i kaudalna anestezija ) te subarahnoidalno ( spinalna ili lumbalna anestezija ). Centralna regionalna anestezija dovodi do senzorne, motoričke i autonomne blokade, a učinak je ovisan o dozi, koncentraciji i volumenu lokalnog anestetika. Zbog mnogobrojnih prednosti poput smanjenja perioperacijske smrtnosti, kraćeg postoperacijskog oporavka te smanjenja postoperacijske boli uporabom katetera, centralna regionalna anestezija jedna je od najkorištenijih anestezijskih metoda.

Primjena spinalne ili epiduralne anestezije ovisi o vrsti i predviđenom trajanju operativnog zahvata, postojećim bolestima i općem stanju bolesnika. Kombiniranje tehnika spinalne i epiduralne anestezije također je moguće što znatno povećava fleksibilnost u brizi za dobrobit bolesnika. Apsolutne kontraindikacije za centralnu regionalnu anesteziju su bolesnikovo odbijanje tehnike, nemogućnost mirovanja pri injiciranju anestezijskog sredstva te povišen intrakranijalni tlak. Nuspojave poput bradikardije, sniženog arterijskog tlaka, usporene frekvencije disanja, mučnine i povraćanja te urinarne retencije mogu se pojaviti nakon primjene centralne regionalne anestezije. Smanjenje pojave nuspojava može se postići primjenom odgovarajuće tehnike injiciranja anestezijskog sredstva, dobrim poznavanjem anatomije te prikladnim odabirom bolesnika. Tehnike centralne regionalne anestezije, iako iznimno korisne, mogu se koristiti samo kada bolesnikova dobrobit uvelike nadilazi mogućnost neželjenih posljedica uslijed njihova korištenja. ( Gmyrek R, 2013 )

### 7. 3. EPIDURALNA ANESTEZIJA

Epiduralna anestezija vrsta je regionalne anestezije pri kojoj se lokalni anestetici injiciraju u epiduralni prostor blokirajući spinalne korjenove. Kaudalna anestezija poseban je oblik epiduralne anestezije u kojem se anestezijsko sredstvo injicira u epiduralni prostor kroz križni procijep. Epiduralna anestezija može se koristiti kao samostalna tehnika ili u kombinaciji sa općom ili spinalnom anestezijom. Osim za anesteziju, nerijetko se koristi i u liječenju postoperacijske te kronične boli. Primjena lokalnih anestetika putem epiduralnog katetera omogućuje višekratnu postoperacijsku analgeziju. Indikacije za samostalnu uporabu epiduralne anestezije su ortopedske operacije donjih udova; zdjelične regije, kukova i koljena; u vaskularnoj kirurgiji pri operacijskim zahvatima na donjim udovima i amputacijama; u ginekologiji i porodništvu za anesteziju pri izvođenju carskog reza, analgezija pri vaginalnom porođaju te operacije genitalija; u urologiji za zahvate na prostati i mokraćnom mjehuru te u općoj kirurgiji za izvođenje apendektomija i korekcija hernija.

U svim navedenim indikacijama moguće je koristiti i spinalnu anesteziju u kombinaciji sa epiduralnom. Za navedene indikacije moguće je koristiti i kombinaciju epiduralne i opće anestezije, no ta se kombinacija najčešće koristi za navedene operacijske zahvate u dječjoj dobi dok se u odrasloj dobi uobičajeno koristi pri kardiokirurškim zahvatima, primjerice pri postavljanju srčanih prenosnica. ( Chawla J, 2013 ) Kombinacija epiduralne i opće anestezije učestalo se koristi u bolesnika s kroničnom opstruktivnom bolešću pluća jer smanjuje pojavnost upale pluća nakon velikih operativnih zahvata na abdomenu. Epiduralna analgezija koristi se za smanjenje bolova pri porodu, smanjenje postoperacijskih bolova te u liječenju kronične boli najčešće uzrokovane protruzijom kralježničkih diskova, degeneracijom kralježaka, spondilozom i radikulopatijom.

### 7. 3 .1 .APSOLUTNE KONTRAINDIKACIJE ZA EPIDURALNU ANESTEZIJU

U apsolutne kontraindikacije za primjenu epiduralne anestezije ubrajaju se bolesnikovo odbijanje epiduralne anestezije, infekcija na predviđenom mjestu injiciranja anestezijskog sredstva, alergijska preosjetljivost na lokalni anestetik, nekorigirana hipovolemija te povećan intrakranijalni tlak. ( Miller RD, 2009 ).

### 7. 3. 2. RELATIVNE KONTRAINDIKACIJE ZA EPIDURALNU ANESTEZIJU

U relativne kontraindikacije za primjenu epiduralne anestezije ubrajaju se koagulopatije, broj trombocita manji od 100 000, sepsa, prirođene i stečene abnormalnosti kralježaka te nesuradljiv bolesnik. Iako veoma rijetko, pri primjeni epiduralne anestezije u bolesnika koji su na antikoagulantnoj terapiji može nastati kralježnički hematoma. Američko društvo za regionalnu anesteziju i liječenje boli objavilo je smjernice prema kojima je određeno treba li i koliko unaprijed ukinuti određeno antikoagulantno sredstvo ukoliko će pri operacijskom zahvatu biti primijenjena epiduralna anestezija.

Bez obzira koja se vrsta centralne regionalne anestezije primijenjuje, postoje tzv. 4P koraka na koje se preporučuje podijeliti svaku od anestezijskih tehnika kako bi se olakšala njihova primjena. 4P oznaka su za Pripremu, Položaj, Projekciju i Punkciju.

### 7. 3. 3. PRIPREMA ZA PRIMJENU EPIDURALNE ANESTEZIJE

Priprema za epiduralnu anesteziju uključuje pripremu samog bolesnika, mjesta injiciranja anestezijskog sredstva, opreme i lokalnog anestetika čiji je pravilan odabir jedan od ključnih elemenata uspješne primjene epiduralne anestezije. Anestezijsko sredstvo ne može proći kroz duru mater te ima učinak samo u području spojišta tvrde i paučinaste moždinske ovojnice, oko živčanih korijena u intervertebralnim otvorima.

Budući da velik dio difundira u periduralno masno tkivo i u venski splet, za uspješnu epiduralnu anesteziju potrebno je upotrijebiti razmjerno veliku količinu anestezijskog sredstva. Identifikacija epiduralnog prostora vrši se metodom provjere nestanka otpora i/ili metodom viseće kapi. Kako bi se odabrala pravilna veličina igle, vrlo je bitno radi li se o jednokratnoj primjeni epiduralne anestezije ili o postavljanju epiduralnog katetera koji omogućuje višekratnu primjenu epiduralne anestezije. Za pravilan odabir anestezijskog sredstva važna je vrsta i težina operacijskog zahvata, anestezijska tehnika, očekivano trajanje postoperacijske boli te opće stanje bolesnika. Kada se svi navedeni parametri uzmu u obzir, anesteziolog odlučuje hoće li koristiti kratkodjelujući primjerice 2-kloroprocain, srednjedugodjelujući kao što je lidokain ili dugodjelujući poput bupivakaina lokalni anestetik. Osim osnovne opreme za epiduralnu anesteziju, uvijek je potrebno pri ruci imati i dodatnu opremu poput maske s kisikom, laringoskopa, endotrahealnog tubusa i seta za oživljavanje.

#### 7. 3. 4. POLOŽAJ BOLESNIKA PRI PRIMJENI EPIDURALNE ANESTEZIJE

Položaj bolesnika jedan je od najzanemarenijih koraka pri primjeni epiduralne anestezije. ( Miller RD, 2009 ) Nerijetko su bolesnici hipersedirani što znatno otežava mogućnost suradnje, a time i primjenu same anestezije. Postoje tri osnovna položaja koja se koriste pri primjeni svih vrsta centralne regionalne anestezije; lateralni bočni položaj, sjedeći položaj i ležeći položaj na trbuhu. Lateralni bočni položaj najčešće je korišten položaj. Bolesnik leži na boku sa savinutom kralježnicom, glavom prignutom prema prsima te nogama također savijenim i privučenim k prsima. Primjena epiduralne anestezije u sjedećem položaju bolesnika koristi se pri skoliozi ili pretilosti bolesnika koje otežavaju točnu lokalizaciju središnje linije u lateralnom bočnom položaju. Isto tako, sjedeći položaj koristi se i pri injiciranju anestezijskog sredstva na niskim slabinskim i križnim razinama za operacijske

zahvate u perinealnoj regiji ili za urološke zahvate. Ležeći položaj na trbuhu koristi se obično kada bolesnik ostaje u istom položaju i za vrijeme operacijskog zahvata te pri postavljanju katetera za smanjenje kronične boli.( Keros P, Majerić – Kogler V, 2003 )

### 7. 3. 5. PROJEKCIJA I PUNKCIJA PRI PRIMJENI EPIDURALNE ANESTEZIJE

Orijentacijske točke za epiduralnu anesteziju su trnasti nastavci kralježaka, kutovi lopatica te bočni grebeni. Zamišljena linija koja spaja kutove lopatica nalazi se u razini šestog ili sedmog prsnog kralješka, a linija koja spaja bočne grebene u razini je trnastog nastavka četvrtog slabinskog kralješka. Trnasti nastavci jasno određuju središnju ravninu. Punkcija se može izvršiti u središnjoj ( medijalnoj ) ili lateralnoj ( paramedijalnoj ) ravnini. Metoda prvog izbora jest punkcija u središnjoj ravnini iako je za nju potrebna veća suradljivost bolesnika. Igljeni se vrh otvorom usmjerenim prema gore ubada kroz kožu, potkožno tkivo, supraspinalnu i interspinalnu svezu. Iglom se polagano napreduje sve dok se ne naiđe na značajan otpor žute sveze. Nakon nekoliko milimetara taj otpor naglo popušta što je znak da se vrh igle nalazi u epiduralnom prostoru. Ukoliko postoje poteškoće pri postavljanju igle u središnjoj ravnini, nesuradljivost bolesnika ili spondilitički promijenjena kralježnica primjenjuje se pristup u lateralnoj ravnini. Ubodno mjesto je 10 do 20 milimetara postranično od središnje ravnine, u razini donjeg ruba trnastog nastavka. Kada igljeni vrh dosegne kost, iglu treba malo izvući i usmjeriti prema gore i medijalno. Daljnjim se napredovanjem identificira epiduralni prostor. Nakon ulaska igle u epiduralni prostor, aspiracijom treba provjeriti je li probijena tvrda moždinska ovojnica, a pri istjecanju tekućine iz igle radi li se o cerebrospinalnoj tekućini što se provjerava sadržajem glukoze na test trakici. U vratnom se području za epiduralnu anesteziju preporučuje medijalni pristup u sjedećem položaju bolesnika s prignutim vratom, a najčešće su razine punkcija intervertebralni prostori od petog vratnog kralješka C<sub>5</sub> do sedmog



vratnog kralješka C<sub>7</sub>. U torakalnom se području preporučuje medijalni pristup u razinama od prvog Th<sub>1</sub> do trećeg torakalnog kralješka Th<sub>3</sub> te jedanaestog Th<sub>11</sub> do dvanaestog prsnog kralješka Th<sub>12</sub>. Paramedijalni se pristup preporučuju za anesteziju u razini od četvrtog prsnog Th<sub>4</sub> do desetog prsnog kralješka, Th<sub>10</sub>. U slabinskom se području epiduralna anestezija najčešće primjenjuje medijalnim pristupom od razine trećeg slabinskog L<sub>3</sub> do razine petog slabinskog kralješka, L<sub>5</sub>.

#### 7. 3. 6. KOMPLIKACIJE EPIDURALNE ANESTEZIJE

Iako se smatra veoma sigurnom tehnikom, pojava komplikacija moguća je nakon primjene epiduralne anestezije. Manje komplikacije su bolnost i osjećaj nelagode na mjestu injiciranja anestezijskog sredstva te vazovagalna sinkopa. Budući da epiduralna anestezija uzrokuje blok provođenja i u simpatičkim vlaknima, mogu nastati hipotenzija i tahikardija. ( Miller RD, 2009 ) Nastanak epiduralnog hematoma, oštećenje živčanih struktura ili nastanak epiduralnog apscesa vrlo su rijetke, ali po život opasne komplikacije koje dovode do nastanka trajnih oštećenja nakon primjene epiduralne anestezije. Pri nenamjernom injiciranju lokalnih anestetika u vene u epiduralnom prostoru može doći do nastanka sistemske toksičnosti koja se ponajprije očituje u poremećaju rada središnjeg živčanog i kardiovaskularnog sustava. Premda komplikacije pri primjeni epiduralne anestezije nisu toliko česte i najčešće su manje opasne no pri primjeni opće anestezije, mogućnost njihove pojave uvijek treba imati na umu te je potrebno poduzeti sve mjere kako bi se one spriječile.

#### 7. 4. KAUDALNA ANESTEZIJA

Kaudalna anestezija poseban je oblik epiduralne anestezije u kojem se anestezijsko sredstvo injicira u epiduralni prostor kroz križni procijep. Indikacije za ovu vrstu anestezije su operacijski zahvati perinealne regije te bolni ginekološki i urološki

pregledi, a kontraindikacije su jednake kao i pri primjeni epiduralne anestezije. Priprema za kaudalnu anesteziju istovjetna je onoj za klasičnu epiduralnu anesteziju. Bolesnik može biti u bočnom, no ležeći je položaj na truhu češće korišten položaj. Potrebno je palpirati križne trnaste nastavke te prepoznati udubinu nakon posljednjeg nastavka. Iгла se uvodi pod pravim kutem u odnosu na kožu dok se ne dođe do koštanog otpora. Zatim se nastavlja pod kutem od 30° prema osovini križne kosti u smjeru prema gore, sve dok se ne osjeti popuštanje otpora. Ukoliko nakon aspiracije nema krvi ili cerebrospinalnog likvora, može se injicirati anestezijsko sredstvo. Učestalost neuspjeha ove vrste anestezije veoma je velika te se pri ambulantnim zahvatima preporučuje lumbalna epiduralna anestezija.

#### 7. 5. SUBARAHNOIDALNA ( SPINALNA ili INTRATEKALNA ) ANESTEZIJA

Subarahnoidalna anestezija vrsta je regionalne anestezije pri kojoj se lokalni anestetici injiciraju u subarahnoidalni, likvorski prostor te djeluju na spinalne korijene ili kralježničku moždinu. Subarahnoidalna se anestezija može koristiti kao samostalna tehnika ili u kombinaciji sa epiduralnom anestezijom. Injiciranje lokalnih anestetika u subarahnoidalni prostor uzrokuje privremenu, ali jaku senzornu, motornu i autonomnu blokadu korjenova živaca koji dođu u dodir s anestezijskim sredstvom. Indikacije za samostalnu primjenu subarahnoidalne anestezije su operacijski zahvati na donjim ekstremitetima poput totalne artroplastike kuka ili koljena, operacije hernija, operacijski zahvati u perinealnoj regiji ili carski rez. Iako se za razliku od epiduralne, subarahnoidalna anestezija ne koristi kao metoda dugotrajnije postoperativne analgezije moguće je postizanje kratkotrajne postoperativne analgezije ( manje od 24 sata ) ukoliko se lokalnom anestetiku injiciranom u subarahnoidalni prostor doda opioidno sredstvo. Primjena subarahnoidalne anestezije ima mnoge prednosti poput smanjenja metaboličkog stresa nastalog zbog

operacijskog zahvata, smanjenog gubitka krvi, smanjene pojavnosti tromboemboličkih incidenata, smanjenog utjecaja na plućnu funkciju što je izrazito važno kod kroničnih plućnih bolesnika te mogućnost praćenja bolesnikova mentalnog statusa tijekom cijelog operacijskog zahvata. Odluka o tome treba li primijeniti epiduralnu, subarahnoidalnu ili obje anestezijske tehnike uključuje mnogo parametara, a najbitniji su vrsta operacijskog zahvata, željeno trajanje anestezije i/ili analgezije te procjena bolesnikova općeg stanja i pridruženih bolesti. Manja mogućnost pojave toksičnih učinaka i tehnički lakša primjenjivost razlozi su koji subarahnoidalnu anesteziju čine dominantnom tehnikom centralne regionalne anestezije. ( Duke JC, 2013 )

#### 7. 5. 1. APSOLUTNE KONTRAINDIKACIJE ZA PRIMJENU SUBARAHNOIDALNE ANESTEZIJE

Apsolutne kontraindikacije za primjenu subarahnoidalne anestezije su bolesnikovo odbijanje anestezijske tehnike, nepouzdana bolesnici, najčešće psihijatrijski, infekcija na željenom mjestu injiciranja, alergijska preosjetljivost na anestezijsko sredstvo te povišen intrakranijalni tlak. ( Majerić – Kogler V; Karadža V, 2004 )

#### 7. 5. 2. RELATIVNE KONTRAINDIKACIJE ZA PRIMJENU SUBARAHNOIDALNE ANESTEZIJE

Relativne kontraindikacije za primjenu subarahnoidalne anestezije su poremećaji mehanizama zgrušavanja krvi, sepsa, hipovolemija, nemogućnost postizanja bloka nakon 3 – 5 pokušaja, kronična teška glavobolja, neurološke bolesti, posebice kralježnice te deformiteti kralježnice.

### 7. 5. 3.PRIPREMA ZA PRIMJENU SUBARAHNOIDALNE ANESTEZIJE

Priprema za subarahnoidalnu, kao i za epiduralnu anesteziju uključuje pripremu samog bolesnika, mjesta injiciranja anestezijskog sredstva, opreme i lokalnog anestetika. Doze potrebne za postizanje blokade manje su no pri primjeni epiduralne anestezije, budući da se lokalni anesteik injicira u subarahnoidalni prostor. Iz istog razloga početak djelovanja blokade znatno je brži, a zbog gotovo zanemarive plazmatske razine anestetika uvelike je smanjena mogućnost nastanka neželjenih toksičnih reakcija. Željeno mjesto injiciranja anestezijskog sredstva aseptično se priređuje, uključujući i opsežan prostor oko mjesta uboda. Za razliku od epiduralnog, subarahnoidalni je prostor anatomski znatno lakše dostupan. Identifikacija subarahnoidalnog prostora vrši se metodom slobodnog protoka cerebrospinalnog likvora kroz iglu. Ovisno o vrsti operacijskog zahvata, a samim time i željenom trajanju anestezije odabiru se lokalni anestetici. Najčešće korišteni kratkodjelujući lokalni anestetici su prokain i lidokain dok se tetrakain, ropivakain, bupivakain i levobupivakain koriste za dugotrajnu anesteziju. Učinkovitost subarahnoidalne anestezije ovisi o količini injiciranog anestezijskog sredstva, postupku injiciranja i o specifičnoj težini anestezijskog sredstva spram specifične težine cerebrospinalnog likvora. Za subarahnoidalnu anesteziju koristi se hiperbarična otopina lokalnog anestetika pomiješana sa 10% glukoze. Dodatkom glukoze brže se postiže anestezija i njeno širenje sukladno gravitaciji tj. bolesnikovu položaju i razini punkcije. Osim odabira lokalnog anestetika, važan je i odabir veličine i oblika igle. Igle za subarahnoidalnu anesteziju dijele se u dvije kategorije: igle koje režu tvrdu moždinsku ovojnicu ( Quincke – Babcockove igle ) i igle koje razmiču tvrdu moždinsku ovojnicu ( Whitacre i Sprotte igle ). Igle koje režu tvrdu moždinsku ovojnicu i igle većeg promjera povezuju se s češćom postpunkcijskom pojavom

glavobolja. Kao i primjeni epiduralnog katetera, i kod subarahnoidalnog koriste se Tuohyjeve igle velikog promjera. Osim osnovne opreme za epiduralnu anesteziju, uvijek je potrebno pri ruci imati i dodatnu opremu poput maske s kisikom, laringoskopa, endotrahealnog tubusa i seta za oživljavanje.

#### 7. 5. 4. POLOŽAJ BOLESNIKA PRI PRIMJENI SUBARAHNOIDALNE ANESTEZIJE

Rasprostiranje lokalnog anestetika u kralježničnom kanalu ovisi o položaju bolesnikova tijela. Kao i pri primjeni epiduralne anestezije, 3 su osnovna položaja pri primjeni subarahnoidalne anestezije; lateralni bočni položaj, sjedeći položaj i ležeći položaj na trbuhu. Lateralni bočni položaj najčešće je korišten položaj jer je suradnja bolesnika dobra i bez pomoći asistenta te je incidencija gubitka svijesti u tom položaju ujedno najmanja. Sjedeći je položaj najpogodniji za procjenu anatomije kralježničkog kanala, a najčešće se koristi pri operativnim zahvatima perinealne regije. Ležeći položaj na trbuhu također se katkad koristi, najviše kada je bolesnik u tom položaju i za vrijeme operacijskog zahvata.

#### 7. 5. 5. PROJEKCIJA I PUNKCIJA PRI PRIMJENI SUBARAHNOIDALNE ANESTEZIJE

Za razliku od epiduralne anestezije koja može biti izvedena na bilo kojoj razini kralježnice, subarahnoidalna se anestezija uvijek primjenjuje ispod razine završetka kralježničke moždine kako bi se izbjegla mogućnost ozljede. U odraslih, subarahnoidalna se anestezija primjenjuje uvijek ispod razine prvog slabinskog kralješka, najčešće na razini drugog slabinskog kralješka  $L_2$ , a u djece ispod razine trećeg slabinskog kralješka,  $L_3$ . Orijentacijska je crta zamišljena linija koja spaja stražnje grebene ilijačnih kostiju, a nalazi se u razini međukralješčanog prostora četvrtog i petog slabinskog kralješka. Četvrti se slabinski kralježak odnosno njegov

trnasti nastavak nalazi na crti spojnici. Punkcija se može izvesti u središnjoj ( medijalnoj ) ili lateralnoj ( paramedijalnoj ) liniji. Ubodna su mjesta u središnjoj liniji u prostorima između lukova trećeg i četvrtog slabinskog kralješka, L<sub>3</sub> do L<sub>4</sub> ili četvrtog i petog slabinskog kralješka, L<sub>4</sub> do L<sub>5</sub>. Ubodna se mjesta iznimno nalaze u prostorima između drugog i trećeg slabinskog kralješka, L<sub>2</sub> do L<sub>3</sub> ili petog slabinskog i prvog križnog kralješka, L<sub>5</sub> do S<sub>1</sub>. Pri lateralnom pristupu ubodno se mjesto nalazi oko 15 milimetara postrance od središnje linije, u razini gornjeg ruba trnastog nastavka. Igla se ubada kroz kožu i potom u sagitalnoj ravnini prolazi kroz potkožje, supraspinalnu i interspinalnu svezu, vezivno i masno tkivo te između žutih sveza. Položaj igle ustanovi se likvorejom tj. istjecanjem cerebrospinalnog likvora kroz iglu. Vrtanjem igle treba provjeriti da nije probodena krvna žila što će se očitovati pojavom krvi u štrcaljci. Visoka subarahnoidalna anestezija seže do razine petog prsnog kralješka, Th<sub>5</sub> tj. do razine bradavica dojki. Srednja subarahnoidalna anestezija doseže do razine osmog prsnog kralješka Th<sub>8</sub> tj. zahvaća donji dio trbuha i niža područja. Niska spinalna anestezija seže do razine prvog slabinskog kralješka, L<sub>1</sub> i omogućuje operacijske zahvate na spolnim organima i donjim udovima. ( Keros P, Majerić – Kogler V, 2003 )

#### 7. 5. 6. KOMPLIKACIJE PRI PRIMJENI SUBARAHNOIDALNE ANESTEZIJE

Nakon primjene subarahnoidalne anestezije najčešće su komplikacije neurološkog podrijetla poput postpunkcijske glavobolje, posturalne hipotenzije, boli u leđima, urinarne retencije, ozljede spinalnih živaca, razvoja neuraksijalnog hematoma, meningitisa, adhezivnog arahnoiditisa i sindroma caude equine. Postpunkcijska glavobolja najčešća je komplikacija, a javlja se zbog istjecanja cerebrospinalnog likvora. Glavobolje su veoma jake, pogoršavaju se pri uspravljanju, a najčešće je

zahvaćen zatiljni režanj sa širenjem u vrat. Razvoj ozbiljnih sistemskih komplikacija veoma je rijedak, a mogu se pojaviti hipotenzija, kardiovaskularna depresija, vazovagalne reakcije, mučnina i povraćanje.

## **8. PERIFERNA REGIONALNA ANESTEZIJA**

### **8. 1. OPĆE ZNAČAJKE PERIFERNE REGIONALNE ANESTEZIJE**

Periferna regionalna anestezija razvila se veoma rano u povijesti primjene anestezije, no u posljednjih tridesetak godina sve većim razvojem novih tehnologija, posebice ultrazvuka, i znanja o funkcionalnoj anatomiji koje se neprestance povećava doživljava svoj procvat.

Periferna regionalna anestezija koristi se za blokadu perifernih živaca ili živčanih spletova čime se ostvaruje bezbolnost u području koje osjetno i motorički oživčuje pojedini živac ili bezbolnost većeg područja tijela odnosno cijelog ekstremiteta. Periferna regionalna anestezija koristi se pri operacijskim zahvatima u području vrata, gornjih ekstremiteta, prsišta i abdomena te donjih ekstremiteta. Prednosti primjene periferne regionalne anestezije zbilja su mnogobrojne; osigurava izvrsnu anesteziju za vrijeme operacijskog zahvata te smanjuje postoperacijsku bol, smanjuje broj postoperacijskih komplikacija, manje je rizična tehnika od primjene opće anestezije, omogućuje znatno brži oporavak i otpuštanje iz bolnice te vraćanje svakodnevnim aktivnostima nakon operacijskog zahvata. Također, primjena ove tehnike znatno olakšava izvedbu operacijskih zahvata u starijih osoba, visokorizičnih bolesnika koji vjerojatno ne bi podnijeli primjenu opće anestezije te u bolesnika s respiratornom disfunkcijom budući da nema potrebe za endotrahealnom intubacijom i mehaničkom ventilacijom.

Kao i pri svakoj anesteziološkoj tehnici, prikladan izbor bolesnika jedan je od glavnih čimbenika uspjeha same anestezije. Pimarna indikacija za primjenu periferne regionalne anestezije, ostale postojeće bolesti, bolesnikovo opće stanje te moguće kontraindikacije neke su od važnijih varijabli koje su uzimaju u obzir pri odabiru bolesnika. Broj apsolutnih kontraindikacija u ovoj anesteziološkoj tehnici znatno je manji nego u ostalima, a uključuje bolesnikovo odbijanje navedene tehnike i infekciju na predviđenom mjestu uboda.

Postoji mnoštvo tehnika za primjenu periferne regionalne anestezije koje su u suštini veoma slične, no znatno važniji od same tehnike pravilan je odabir mjesta periferne regionalne anestezije. Iako danas spada u jednu od najkorištenijih, periferna regionalna anestezija ujedno je i jedna od najzahtjevnijih anestezioloških tehnika. Znanje i iskustvo anesteziologa te dobra suradnja unutar anesteziološkog tima pri primjeni periferne regionalne anestezije utječu na tijek i krajnji ishod anestezije više nego pri primjeni bilo koje druge anesteziološke tehnike.

## 8. 2. PRIPREMA ZA PRIMJENU PERIFERNE REGIONALNE ANESTEZIJE

Odabir mjesta primjene, početak djelovanja i duljina trajanja djelovanja periferne regionalne anestezije glavne su odrednice uspjeha ove vrste anestezije. Edukacija bolesnika o tijeku operacijskog zahvata i očekivanim učincima anestezije, kao i njegova suradnja za vrijeme samog zahvata također su veoma bitan dio uspjeha. Kako bi se smanjili anksioznost, osjećaj straha te pomicanje bolesnika za vrijeme injiciranja anestezijskog sredstva uvijek se koristi premedikacija u svrhu sediranja. Lijekovi koji će se koristiti u premedikaciji određuju se na temelju predviđenog stupnja nelagode pojedinog operacijskog zahvata te individualnih potreba svakog od bolesnika, no najčešće se koristi kombinacija benzodiazepina i nekog



kratkodjelujućeg opijata. Neovisno o odabranim lijekovima, cilj je svake premedikacije omogućiti bolesniku da se osjeća što je moguće ugodnije za vrijeme samog zahvata, a da pritom mogućnost komunikacije s njim nije u potpunosti narušena. Izbor lokalnog anestetika, njegov volumen i koncentracija najvažniji su čimbenici za brz početak i dovoljno dugo trajanje blokade. Visoke doze i koncentracije lokalnih anestetika preporučljivo je izbjegavati, napose u starijih i teže bolesnih osoba u kojih bi nenamjerno intravensko injiciranje anestezijskog sredstva moglo dovesti do razvoja ozbiljnih sistemskih komplikacija. ( Gadsden J, 2013 )

### 8. 3. PRIMJENA PERIFERNE REGIONALNE ANESTEZIJE

Kako bi primjena periferne živčane blokade bila uspješna, potrebno je točno lokalizirati živac ili živčani splet na koji želimo djelovati te pomoću igle pravilno odabranog promjera ispravno injicirati anestezijsko sredstvo pazeći pritom da igla za vrijeme aplikacije lokalnog anestetika bude dobro usmjerena. Za točnu lokalizaciju živca ili živčanog spleta koristi se ultrazvuk. Prednost upotrebe ultrazvuka višestruka je; može se koristiti pri svakoj tehnici periferne blokade, određuje točnost položaja igle te eventualnu potrebu mijenjanja položaja, a usto je i izvrsno edukacijsko sredstvo za bolje upoznavanje i razumijevanje funkcionalne anatomije.

## 8. 4. PRIMJENA REGIONALNE ANESTEZIJE U PODRUČJU GORNJIH EKSTREMITETA

Područje gornjih ekstremiteta najučestalije je mjesto primjene periferne regionalne anestezije. Za njeno dobro izvođenje i odabir najbolje tehnike najvažnije je dobro poznavanje anatomije ručnog živčanog spleta, a blokada se izvodi pristupanjem spletu na različitim razinama. Osim blokade ručnog spleta, primjenjuje se i blokada pojedinih živaca. Neke od najvažnijih tehnika primjene i indikacije za korištenje perifernih blokova u području gornjih ekstremiteta navedene su u Tablici 1.

Tablica 1 izrađena je prema nastavnom tekstu i tablicama na internetskim stranicama NYSORA i Medscape. ( Gadsden J, 2013; Gmyrek R, 2013 )

*Tablica 1. Najvažniji periferni blokovi gornjih ekstremiteta*

<b><u>PERIFERNI ŽIVČANI BLOK</u></b>	<b><u>INDIKACIJE</u></b>
INTERSKALENSKI BLOK	<ul style="list-style-type: none"><li>• zahvati u području ramena</li><li>• zahvati na nadlaktičnoj kosti</li></ul>
SUPRAKLAVIKULARNI BLOK	<ul style="list-style-type: none"><li>• zahvati od ramena do šake</li></ul>
INFRAKLAVIKULARNI BLOK	<ul style="list-style-type: none"><li>• zahvati distalnije od pazušne regije do šake</li></ul>
AKSILARNI BLOK	<ul style="list-style-type: none"><li>• zahvati u području lakta i podlaktice</li></ul>
BLOK ŽIVCA MEDIANUSA, ULNARNOG ŽIVCA, ŽIVCA RADIALISA I ŽIVCA CUTANEUS ANTEBRACHII LATERALIS	<ul style="list-style-type: none"><li>• zahvati na područjima podlaktice koje inerviraju navedeni živci</li><li>• zahvati na šaci</li></ul>

## 8. 5. PERIFERNA REGIONALNA ANESTEZIJA U PODRUČJU DONJIH EKSTREMITETA

Primjena periferne regionalne anestezije u području donjih ekstremiteta manje je zastupljena od primjene na gornjim ekstremitetima, a glavni razlozi za to su anatomski teži pristup živcima i živčanim spletovima donjih ekstremiteta te češća primjena subarahnoidalne i epiduralne anestezije u tom području.

Kako bi se osigurala cjelovita anestezija donjeg ekstremiteta, potrebno je blokirati n.obturatorius, n.femoralis, n.cutaneus femoris lateralis i n.ischiadicus. Česta je primjena tzv. „3 u 1“ bloka pri čemu se ingivinalnim pristupom slabinsko-križnom spletu primjenom tehnike „ jedna igla“ tj. samo jednim ubodom anesteziraju n.obturatorius, n.femoralis i n.cutaneus femoris lateralis. ( Majerić – Kogler; Karadža V, 2004 ). Kombinacije blokova živaca ili spletova također se koriste kako bi se povećalo područje djelovanja i uspješnost anestezije.

U tablici 2 navedeni su najčešće korišteni periferni blokovi donjih ekstremiteta i indikacije za njihovu primjenu. Tablica 2 izrađena je prema nastavnom tekstu i tablicama na internetskim stranicama NYSORA i Medscape. ( Gadsden J, 2013; Gmyrek R, 2013 )

Tablica 2. Najvažniji periferni blokovi donjih ekstremiteta

<b><u>PERIFERNI ŽIVČANI BLOK</u></b>	<b><u>INDIKACIJE</u></b>
BLOK KRIŽNO - SLABINSKOG SPLETA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• artroskopija koljena</li> <li>• zahvati na tetivi m.quadricepsa</li> <li>• zahvati na tetivama patele</li> <li>• analgezija nakon artroplastike kuka ili koljena</li> <li>• zahvati na v.sapheni</li> </ul>
BLOK FEMORALNOG ŽIVCA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• artroskopija koljena</li> <li>• zahvati na tetivi m.quadricepsa</li> <li>• analgezija nakon artroplastike kuka ili koljena</li> </ul>
BLOK ISHIJADIČNOG ŽIVCA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• amputacijski zahvati iznad/ispod koljena</li> <li>• zahvati na goljениčnoj i/ili lisnoj kosti</li> <li>• zahvati na gležnjevima i/ili stopalima</li> <li>• postoperativna analgezija nakon zahvata na donjim ekstremitetima</li> </ul>
BLOK POPLITEALNOG ŽIVCA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zahvati na gležnjevima i stopalima</li> <li>• zahvati na Ahilovoj tetivi</li> <li>• zahvati na v.sapheni</li> </ul>

## 8. 6. PRIMJENA PERIFERNE REGIONALNE ANESTEZIJE U PODRUČJU GLAVE, VRATA, PRSIŠTA I ABDOMENA

Periferni blokovi u području glave, vrata, prsišta i abdomena mogu se primijenjivati kao samostalne tehnike za male operacijske zahvate, no nerijetko se koriste i za postavljanje drenaže, uvođenje sonde te kao metoda analgezije za ublažavanje herpetične, posttraumatske ili postoperativne boli. Tehnike se često i kombiniraju, napose pri perifernim blokovima u području prsišta i abdomena. U području glave periferni se blokovi ostvaruju djelovanjem na trigeminalni živac tj. na njegove pojedine grane, ovisno o željenom području blokade. Tri su glavne grane trigeminalnog živca: oftalmički, maksilarni i mandibularni živac. Grane trigeminalnog živca osjetno oživčuju područje čela, očiju, srednjeg lica te gornje i donje čeljusti dok motorička vlakna oživčuju žvačno mišićje. U tablicama 3 i 4 navedene su neke od najvažnijih indikacija za primjenu perifernih živčanih blokova u području vrata, prsišta i abdomena. Tablice 3 i 4 napravljene su prema nastavnim tekstovima na internetskim stranicama NYSORA i Medcape. ( Gadsden J, 2013; Gmyrek R, 2013 )

*Tablica 3. Periferni blokovi u području vrata*

<b><u>PERIFERNI ŽIVČANI BLOK</u></b>	<b><u>INDIKACIJE</u></b>
DUBOKA I POVRŠINSKA BLOKADA VRATNOG ŽIVČANOG SPLETA	<ul style="list-style-type: none"><li>• biopsija limfnih čvorova vrata</li><li>• zahvati na grkljanu, ždrijelu ili jednjaku</li><li>• karotidna enarterektomija</li><li>• traheostomija</li><li>• tiroidektomija</li><li>• postoperativna analgezija</li></ul>

Tablica 4. Periferni blokovi u području prsišta i abdomena

<b><u>PERIFERNI ŽIVČANI BLOK</u></b>	<b><u>INDIKACIJE</u></b>
BLOK MEĐUREBRENIH ŽIVACA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mastektomija</li> <li>• rekonstruktivne operacije dojki</li> <li>• torakalna drenaža, gastrostomijska sonda</li> <li>• postherpetična interkostalna neuralgija</li> </ul>
PARAVERTEBRALNI BLOKOVI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• torakotomija</li> <li>• mastektomija</li> <li>• rekonstruktivne operacije dojki</li> <li>• postoperativna, posttraumatska i postherpetična neuralgija</li> </ul>

#### 8. 7. KOMPLIKACIJE PRI PRIMJENI PERIFERNE REGIONALNE ANESTEZIJE

Učestalost pojave komplikacije pri primjeni perifernih regionalnih blokova znatno je manja no pri primjeni neuraksijalne anestezije. Komplikacije su najčešće neurološke, a nastaju zbog ozljede živca prilikom injiciranja anestezijskog sredstva, nastanka otekline i /ili hematoma u području živca, upale živca te neurotoksičnog djelovanja primijenjenog lokalnog anestetika i/ili neke njemu dodane tvari.

Pojava sistemskih komplikacija rijetka je, a do njih dolazi zbog nenamjernog intravenskog apliciranja anestezijskog sredstva te samog mjesta periferne blokade zbog djelovanja i na susjedne strukture. Interskalenska blokada povezana je s nastankom pareze dijafragme zbog blokade freničnog živca te dovodi do smanjenja

rada pluća. Bolesnici dobrog općeg stanja relativno lako podnose moguću zaduhu dok kod bolesnika s pratećim plućnim bolestima može doći čak i do zatajenja respiratorne funkcije. Također, pri primjeni ove tehnike postoji mogućnost nastanka hipotenzije, bradikardije i sinkope zbog djelovanja lokalnih anestetika na srčane mehanoreceptore. ( Miller RD, 2009 ) Primjena interskalenskog, kao i infraklavikularnog bloka povezana je s mogućnošću nastanka pneumotoraksa. Tehnike pri kojima je češća pojava sistemskih komplikacija obično se ne rabe u ambulantnim zahvatima. Neurološke komplikacije mogu biti različitog intenziteta, od sasvim bezazlene ozljede do trajnog oštećenja živca te posljedično i njegove funkcije.

## **9. ZAKLJUČAK**

Regionalna anestezija osigurava izvrsnu anesteziju i analgeziju za mnoge operacijske zahvate. Smanjen morbiditet i mortalitet, bolja postoperacijska analgezija, brži oporavak nakon operacijskog zahvata i niži troškovi liječenja najvažnije su prednosti u odnosu na primjenu opće anestezije. Primjena regionalne anestezije može biti povezana s nastankom komplikacija, najčešće ozljedom živčanih spletova ili pojedinih živaca.

Prikladan odabir bolesnika za ovu vrstu anestezije, znanje i iskustvo anesteziologa te dobra preoperacijska priprema i suradnja s kirurgom glavne su odrednice uspješnosti primjene regionalne anestezije. Pridržavajući se svih navedenih odrednica u svakodnevnoj kliničkoj praksi, primjena regionalne anestezije veoma je sigurna što ju čini jednom od najkorištenijih anestezioloških tehnika.

## **10. ZAHVALE**

Zahvaljujem svom mentoru prof. dr. sc. Dinku Tonkoviću na savjetima i pomoći pri izradi diplomskog rada.

Zahvaljujem svojoj obitelji na bezuvjetnoj pomoći i razumijevanju tijekom studiranja.



## 11. LITERATURA

1. Anwer HM, Swelem SE, el – Sheshai A, Moustafa AA, 2006, Postoperative cognitive dysfunction in adult and elderly patients – general anesthesia vs subarachnoid or epidural anesthesia, Middle East J Anesthesiol 18: 1123 – 1138

2. Chawla J, 2013, Epidural nerve block, Medscape, stranica aktualizirana 06.05.2013

<http://emedicine.medscape.com/article/149646-overview>

3. Dewaele S, Santos AC, 2013, Toxicity of local anesthetics, NYSORA, stranica aktualizirana 14.10.2013

<http://www.nysora.com/regional-anesthesia/foundations-of-ra/3075-toxicity-of-local-anesthetics.html>

4. Duke JC, 2013, Subarachnoid spinal block, Medscape, stranica aktualizirana 05.08.2013.

<http://emedicine.medscape.com/article/2000841-overview>

5. Gadsden J, 2013, Local anesthetics : Clinical pharmacology and rational selection, NYSORA, stranica aktualizirana 09.05.2013

<http://www.nysora.com/regional-anesthesia/foundations-of-ra/3492-local-anesthetics-clinical-pharmacology-and-rational-selection.html>

6. Gadsden J, 2013, Indications for peripheral nerve blocks, NYSORA, stranica aktualizirana 26.08.2013

<http://www.nysora.com/regional-anesthesia/foundations-of-ra/3054-indications-for-peripheral-nerve-blocks.html>

7. Gadsden J, 2013, Neurologic complications of peripheral nerve blocks, NYSORA, stranica aktualizirana 27.08.2013

<http://www.nysora.com/regional-anesthesia/foundations-of-ra/3068-neurologic-complications-of-peripheral-nerve-blocks.html>

8. Gmyrek R, 2013, Local and regional anesthesia, Medscape, stranica aktualizirana 03.06.2013

<http://emedicine.medscape.com/article/1831870-overview>

9. Guyton AC, Hall JE, 2006, Membranski potencijali i akcijski potencijali, Andreis I, Taradi – Kukolja S, Medicinska fiziologija, Zagreb, Medicinska naklada

9. Guyton AC, Hall JE, 2006, Organizacija živčanog sustava, osnovne funkcije sinapsa, „prijenosne tvari“, Andreis I, Taradi – Kukolja S, Medicinska fiziologija, Zagreb, Medicinska naklada

10. Hadžić A, 2007, Textbook of regional anesthesia and acute pain management, New York, McGraw – Hill

11. Junqueira LC, Carneiro J, 2005, Živčano tkivo i živčani sustav, Bradamante Ž, Kostović – Knežević LJ, Osnove histologije, Zagreb, Školska knjiga

12. Kahle W, 2006, Živčani sustav i osjetila, Vinter I, Priručni anatomski atlas, Zagreb, Medicinska naklada

13. Karadža V, Majerić – Kogler V, Perić M, Popović Lj, Šakić K, Vegar – Brozović V, 2004, Klinička anesteziologija i reanimatologija, Zagreb, Katedra za anesteziologiju i reanimatologiju
14. Keros P, Majerić – Kogler V, 2003, Lokalna i provodna anestezija, Zagreb, Naklada Ljevak
15. Kettner SC, Willscke H, Marhofer P, 2011, Does regional anaesthesia really improve outcome, Br J Anaesth, 107: 90 - 95
16. Marban E, Yamagishi T, Tomaselli GF, 1998, Structure and function of voltage-gated sodium channels, J Physiol 508: 647 – 657
17. Miller RD, 2009, Miller's Anesthesia, Churchill Livingstone
18. Novak – Janković V, 2011, Infectious complications of regional anaesthesia and analgesia, Period Biol 113 : 247 – 250
19. Press CD, 2013, General anesthesia, Medscape, stranica aktualizirana 10.09.2013  
  
<http://emedicine.medscape.com/article/1271543-overview>
20. Rang HP, Dale MM, 2011, Rand & Dale's Pharmacology, Churrchill Livingstone
21. Šakić K, Bartolek D, Tripković B, Fingler M, Goranović T, Šakić Š, 2004, Zašto regionalna anestezija i analgezija, Medix 10: 54 - 55
22. Wedel DJ, Horlocker T, 2006, Regional anesthesia in the febrile or infected patient, Regional Anesthesia and Pain Medicine 31: 334 – 345

## 12. ŽIVOTOPIS

Moje ime je Nikolina Župančić, rođena sam 11. prosinca 1989.g. u Zagrebu. Nakon završene osnovne škole, 2004.g. upisala sam X.gimnaziju „ Ivan Supek „ u kojoj sam maturirala 2008.g. s odličnim uspjehom. Iste godine upisala sam Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Tijekom treće i četvrte godine studije radila sam kao demonstrator na Katedri za medicinsku biologiju, a tijekom četvrte i pete godine studija kao demonstrator na Katedri za patologiju.