



Mikko Pitkänen
dosentti, anestesiaylilääkäri
Orton, Helsinki
mikko.pitkanen@orton.fi



Johannes Förster
LT, anestesiaerikoislääkäri
Orton, Helsinki

Puudutuskomplikaatiot

Potilasturvallisuus puudutuksia käytettäessä paranee, mikäli varmistetaan työrauha sekä käytetään aikalisää ja tarkistuslistoja.

Puudutuskomplikaatiot ovat onneksi kohtuullisen harvinaisia, esimerkiksi pysyvät neurologiset vauriot ovat erittäin poikkeuksellisia (1, 2). Puudutuksesta aiheutuneet komplikaatiot voidaan jakaa seuraaviin ryhmiin – toki kaikkia näitä ryhmiä ei pystytä käymään läpi tässä kirjoituksessa vaan keskitytään valikoidusti muutamaan ongelmakohtaan:

1. *Puudute on laitettu oikeaan paikkaan, mutta puudutus aiheuttaa komplikaation:* Esimerkiksi neuraksiaaliset puudutukset saattavat johtaa hypotensioon, bradykardiaan ja sydänpysähdykseen tai interskaleeninen pleksuspuudutus aiheuttaa palleapareesin ja näin mahdollisesti hengitysvajauksen.
2. *Puudute on laitettu oikeaan paikkaan, mutta puudute aiheuttaa komplikaation:* Esimerkiksi puudutteen hermotoksisuus ja allerginen reaktio.

3. *Puudute on menossa sinänsä oikeaan paikkaan, mutta hermokudos vaurioituu mekaanisesti:* Esimerkiksi neula vaurioittaa hermoa, puudutuksen aiheuttama verenvuoto painaa hermoja, infektio.
4. *Puudute menee väärään paikkaan:* Esimerkiksi suonensisäinen injektio, tahaton injektio spinaali- tai epiduraalitalaan, hermokudokseen laitettu puudute.
5. *Puudute menee väärään paikkaan ja puutumista ei tule:* Eli epäonnistunut puudutus tai riittämätön puutuminen ja kipureaktio johtavat komplikaatioon (esimerkiksi takykardia-sydänlihasiskemia).

Mikäli haluaa perehtyä tarkemmin puudutusten neurologisiin komplikaatioihin, kannattaa lukea uusin *Regional Anesthesia and Pain Medicine* -lehti. Siinä on useita perusteellisia artikkeleita aiheesta (3).

Taulukko 1. Vakavat komplikaatiot potilasvakuutuskeskuksen aineistossa spinaali- ja epiduraalipuudutusten jälkeen (esiintyvyyssluvut jaettuina spinaali- / epiduraalipuudutus).

	Aromaa ym. (4) vv 1987-1993	Pitkänen ym. (5) vv 2000-2009
Sydänpysähdys	2/0	0/0
Totaalinen spinaalipuudutus	0	0/2
Neurologinen komplikaatio	19/4	7/17
Infektio	4/2	7/6
Akuutti toksisuus	0/2	0
Lääkevirhe	0/1	0/2

Potilasvakuutuskeskuksen aineistot

Koska puudutuskomplikaatiot ovat harvinaisia, niistä on hankala tehdä prospektiivisiä tutkimuksia. Sen takia suurempien aineistojen analyysit ovat yleensä retrospektiivisiä tai perustuvat tehtyihin vahinkoilmoituksiin. Voi olettaa, että tällaisia vahinkoilmoituksia tehdään ainakin vakavimmista komplikaatioista.

Suomen Potilasvakuutuskeskuksen (PVK) aineistosta on julkaistu kaksi neuraksiaalisiin

puudutuksiin liittyvää analyysia, jotka käsittelevät vuosina 1987-1993 (4) ja vuosina 2000-2009 (5) raportoituja komplikaatioita (taulukko 1). Näiden tutkimusten välillä voidaan havaita joitakin eroja, esimerkiksi sydänpysähdyksiä ei raportoitu jälkimmäisessä. Todennäköisesti yleistynyt käytäntö pitää valmiina ruiskussa vasoaktiivista ainetta ja antikolinergia on johtanut siihen, että neuraksiaalisen puudutuksen aiheuttama hypotensio ja bradykardia pystytään hoitamaan nopeasti ja sydänpysähdykseltä vältytään. Neurologisia komplikaatioita oli ensimmäisessä (4) enemmän spinaalipuudutuksen, mutta jälkimmäisessä (5) epiduraalipuudutuksen yhteydessä. Syytä tähän on vaikea löytää. Jälkimmäisessä tutkimuksessa oli kuusi kuolemantapausta, joista kolme liittyi puudutuksen aiheuttaman komplikaation (infektio; epiduraalilihematooma; pareesi) myöhäis seuraukseen, yksi johtui totaalisпинаalipuudutuksesta (epiduraalikatetri mennyt vahingossa spinaalitalaan), ja kahdessa kuolemantapauksessa tapahtui

virhe epiduraalisessa kivunhoidossa vuodeosastolla (vahingossa kymmenenkertainen annos infuusiopumpulla; väärä lääkeoseos).

Lääkevirheet

Viimeksi mainitun virheen riskin minimoimiseksi on ehdotettu (5), että jokaisen sairaalan tulisi valmistella neuraksiaalisessa kivunhoidossa käytetyt lääkeoseokset keskitetysti (apteekissa).

Lisäksi lääkevirheiden vähentämiseksi ehdotetaan, että puudutuksen suorittava anestesia lääkäri ja avustajansa lukevat ajatuksella ääneen ampullissa tai vastaavassa olevan etiketin juuri ennen lääkkeen vetämistä ruiskuun. (Kuva 1) Anestesia lääkäri voikin mahdollisesti jo siinä vaiheessa sanoa ääneen, paljonko lääkettä hän aikoo antaa potilaalle ja vetää sitten sen mukaan lääkettä ruiskuun. Joitakin samannäköisiä ampulleja voi >>

Suurten aineistojen analyysit ovat yleensä retrospektiivisiä tai perustuvat tehtyihin vahinkoilmoituksiin.

Kuva 1. Hoitaja näyttää lääkeampullin lääkärille, joka lukee tekstin ääneen ennen kuin äspiroi sen ruiskuun.



sekoittaa kiireessä toisiaan (esimerkiksi bupivakaaiiniin, midatsolaamin ja traneksaamihapon ampulit). Yhdessä kuolemaan johtaneessa tapauksessa annettiin intratekaalisesti traneksaamihappoa bupivakaiiniin sijaan (6). Jälkikäteen kirjoittajat (6) pohdiskelivat, olisiko ripeä likvorin lavaatio pelastanut potilaan. Tällainen lavaatio keittosuolaliuoksella (yhteensä 40 ml) ainakin auttoi päättämään hyvin korkealle nousseen spinaalipuudutuksen (7).

Jokaisen sairaalan tulisi valmistella neuraksiaaliossa kivunhoidossa käytetyt lääkeeseokset keskitetyksi.

Myös lääkevirheiden vähentämiseen tähtää Iso-Britanniassa kampanja siitä, että puudutusten yhteydessä käytettäisiin neuloja, katetreja ja letkuja, joilla on eri yhdistäjä kuin muuten suonensisäisissä infuusiossa käytetty Luer Lock-yhdistäjä (8, 9). Mutta ei edes tällainen erikoisyhdistäjä olisi välttänyt äskettäin julkaistua tapausta, jossa anestesiapäivystäjä kiireessään luuli aiemmin päivällä laitettua spinaalikatetria epiduraalikatetriksi, koska katetria ei ollut merkattu asianmukaisesti ja raportointi oli riittämätön (10).

Testiannos

Edellä mainitun tapausselostuksen kirjoittajat (10) identifioivat puutteena lisäksi, että ei ollut käytetty testiannosta. Vakavia puudutusmyrkytyksiä tai totaalispinaalipuudutuksia voi tulla jos suuri määrä puudutetta ruiskutetaan kerralla. Pienen adrenaliinipitoisen puuduteannoksen avulla pitäisi pystyä poissulkemaan suonensisäinen tai spinaalilitilaan mennyt puudute (11). Adrenaliinin käyttö on kuitenkin ristiriitaista. Pulssin nousu saattaa jäädä olemattomaksi jos potilaalla on betasalpaaja-lääkitys käytössä. Toisaalta etenkin obstetriikassa potilas saattaa olla valmiiksi takykardinen ja jälleen pulssinnousua on vaikea havaita. Spinaalilitilaan mennyt puudute ei aina

heti aiheuta selvää puutumista. Epiduraalikatetri saattaa olla osittain spinaalilitilassa, jolloin vasta suuremmalla annoksella tulee selvä spinaalipuudutus. On myös tapauksia, joissa oikeassa paikassa ollut katetri on myöhemmin ajautunut verisuoneen tai spinaalilitilaan. Voidaankin muistuttaa, että jokainen puuduteannos on testiannos ja että puudute lisätään pieninä annoksina koko ajan potilaan vointia seuraten.

Systeminen puudutemyrkytys – lipidiliuos osa hoitona?

Suuri annos puudutetta suoraan verisuoneen saattaa johtaa puudutemyrkytykseen. Koska ensimmäiset oireet ovat lieviä (korvien soiminen, suun ympäristön puutuminen, metallin maku suussa) on tärkeää pitää puhekontakti potilaaseen puudutettaessa. Puudutemyrkytyksen oireiden alkaessa täytyy tietysti lopettaa välittömästi puudutteen ruiskutus. Varmistetaan potilaan hengitys ja hapensaanti ja hoidetaan mahdolliset kouristukset.

Bupivakaiini saattaa aiheuttaa vakavia vaikeahoitoisia rytmihäiriöitä. Isomeerit ropivakaiini ja levobupivakaiini ovat tässä mielessä turvallisempia (12). Raseemisesta bupivakaiinista luopumisen ohella todennäköisesti myös ultraäänen käyttöönotto puudutuksissa on vähentänyt hengenvaarallisten puudutemyrkytysten esiintyvyyttä (pienempi suonensisäisen injektion riski, riittävä puutuminen pienemmälläkin puudutemäärillä) vaikka tämän suhteen tutkimusnäyttö on vasta vähäistä (13, 14).

Hiljattain julkaistiin katsaus Suomessa tapahtuneista puudutusmyrkytyksistä (15). Se perustui anestesiaylilääkäreille vuonna 2014 lähetettyyn sähköiseen kyselyyn, jonka mukaan havaittiin vuosina 2011–2013 yhteensä 15 puudutemyrkytystä (samassa ajassa noin 212 000 puudutusta spinaalianestesiasta poisluettuina). Näistä 14:lla oli keskushermosto-oireita ja yhdellä sydänoireita. Kaikki toipuivat. Rasvaemulsiota osana hoitoa oli annettu viidelle potilaalle (mukaan lukien sydänoireinen).

Paljon onkin puhuttu puudutemyrkytyksen hoidosta lipidiliuoksella (16). Joissakin koeläintutkimuksissa se on toiminut ja onnistuneita tapausselostuksia on raportoitu, vaikka lipidiliuksen vaikutusmekanismi on edelleen epäselvä (17). Yllä mainitussa Heinosen tutkimuksessa lipidiä oli käytetty myös lievissä myrkytyksissä, joista varmaan potilas olisi selvinnyt ilman lipidiäkin. Vaikka teho on kyseenalainen, lipidiliuos olisi hyvä olla saatavilla leikkausosastolla vakavan,

Taulukko 2. Pre-block checklist (Mulroy ym. (22))

1. Potilaan tunnistus
2. Allergiat ja veren hyytymiseen vaikuttavat tekijät
3. Leikkaus / toimenpide ja potilaan suostumus varmistettu
4. Suunniteltu puudutus ja kumpi puoli, merkattu
5. Tarvittava välineistö ja lääkkeet varattu
6. Elvytys välineet (ilmatie, imu, vasoaktiivit, lipidiliuos)
7. Monitorointi, laskimoyhteys, sedatio, lisähappi
8. Steriili tekniikka, kädet pesty, hansikkaat ja maski
9. Aikalisä ennen jokaista uutta puudutuspaikkaa, asennon vaihdon jälkeen tai jos puuduttaja on vaihtunut

sydäntoiminnan vaarantavan puudutemyrkytyksen hoitoa varten (18, 19).

Tarkistuslista – ”Stop before you block”

Potilasturvallisuuden lisäämiseksi suomalaisilla leikkausosastoilla on otettu käyttöön leikkaustiimin tarkistuslista (20, 21). Tarkistuslista täytyy muistaa myös ennen puudutusta. Puudutukseen liittyen on jopa erikseen olemassa tarkistuslistoja (*”pre-block-checklist”*), joista esimerkki (22) taulukossa 2. Nämä tarkistuslistat huolellisesti ja oikein käytettynä varmasti vähentävät ongelmia. Toisaalta, jos palataan potilasvakuutuskeskuksen komplikaatiotutkimuksen kuolemantapauksiin (4), voidaan todeta, että listat eivät olisi estäneet niitä.

Kun tehdään toimenpiteitä raajoihin, on aina vaarana vääräpuolen leikkaus ja myös puudutus. Puudutusten yhteydessä on havaittu riskin suurentuvan, jos puudutus laitetaan potilaan ollessa vatsa-asennossa tai jos potilaan asentoa muutetaan

(23). Tällaisten ongelmien ehkäisemiseksi Nottinghamissa Iso-Britanniassa ollaan oltu erityisen aktiivisia sen jälkeen kun siellä oli sattunut vuodessa viisi väärän puolen puudutusta vaikka oli käytetty normaalia tarkistuslistaa ja kirurgi oli merkannut leikattavan puolen. Asiaa selvitettäessä todettiin seuraavia mahdollisia syitä ongelmaan: häiriötekijät puudutus-tapahtuman yhteydessä (ylimääräisiä henkilöitä samassa huoneessa), viivästys (femoraalipuudutus hankalan ja aikaa vievän spinaalipuudutuksen jälkeen), kirurgin tekemä merkintä oli peitetty lämpöpeitolla. Tämä onkin johtanut kampanjaan Iso-Britanniassa nimeltään *”Stop before you block”* (23) (Taulukko 3). Tämän tyyppisiä ohjeita kannattaa soveltaa omaan kliniseen tarpeeseen. Esimerkiksi oftalmologiassa tarkistuslistan voi käydä jo läpi ennen leikkauksen valmistelua ja ennen kuin puudutusneula tai instrumentti käy potilaassa (24). >>

Vakavia puudutusmyrkytyksiä tai totaali spinaalipuudutuksia voi tulla, jos suuri määrä puudutetta ruiskutetaan kerralla.

Kuva 2. Aseptinen tekniikka epiduraalipuudutuksessa.



Suuri annos puudutetta suoraan verisuoneen saattaa johtaa puudutemyrkytykseen.

Infektiot

Infektiot puudutusten seurauksena ovat harvinaisia (25, 26). Vakavammat infektiot liittyvät yleensä puudutuskatetrien käyttöön, ja epiduraalikatetrissa johtuvat infektiot lienevät tavallisimpia. Tuoreessa PVK:n aineistossa (5) oli neljä epiduraalista abskessia. Syynä oli pitkäkestoinen katetrin käyttö ja yhdellä potilaalla useat peräkkäiset epiduraalipunktiot. Tulehduksia raportoidaan harvemmin perifeeristen puudutuskatetrien käytön yhteydessä. Kertapuudutukset ovat turvallisempia, mutta kuitenkin myös kertaspinaalipuudutusten jälkeen on tullut meningiittejä.

Puudutuksia tehdessä pitää noudattaa aseptisiä suosituksia (27). Hengityssuojainta on käytettävä ja se on vaihdettava potilaiden välillä. Kädet ilman koruja, käsien pesu ja desinfiointi ja steriilit hansikkaat kuuluvat asiaan. Pistoalueen pesu ja etenkin katetria laitettaessa huolellinen liinointi. (Kuva 2) Puudutuskatetrien kanssa käytettävien bakteerifiltterin hyödyistä on monenlaisia mielipiteitä. Amerikkalaisessa oppikirjassa filtterin käytön perusteluna on mainittu ainoastaan, että sen avulla voidaan tunnistaa puudutuskatetri ja erottaa se laskimokatetrasta (28) (vertaa edellä NHS:n kampanja ”non-Luer Lock adapter”).

Joskus näkee perifeerisiä puudutuksia laitettavan suojaamattoman ultraäänianturin avustuksella. Kuitenkin anturi helposti kontaminoi myös pistoskohdan ja toisaalta potilaan veri saattaa kontaminoida anturin. Tämän vuoksi anturin suojaus tulee käyttää, erilaisia steriilejä suojaus markkinoilla ja yleensä pakkaukseen kuulu lisäksi steriili ultraääninigeeli.

Taulukko 3. ”Stop before you block” –kampanja (Nottingham / NHS, Iso-Britannia (23))

1. Normaali potilaan tunnistus ja kirurgin merkinnän tarkastus
2. Tarkkuutta vaatii:
 - I. jos viivästys em tilanteen ja piston välillä
 - II. potilas muussa kuin selkäasennossa
 - III. häiriötekijät samassa huoneessa
 - IV. alaraajapuudutus (kirurgin merkki voi olla peitetty)
 - V. kokemattomat puuduttajat
3. STOP juuri ennen pistoa
 - I. anestesia- ja avustaja yhdessä tarkastavat kirurgin merkinnän
 - II. ja varmistavat vielä puudutettavan puolen

Puudutukset ultraääniohjauksessa

Edellä mainittiin jo lyhyesti miten ultraääni apuvälineenä saattaa lisätä potilasturvallisuutta puudutusten yhteydessä. Ultraäänitekniikan käyttö vaikuttaisi lisäävän potilasturvallisuutta. Verisuonia, myös niiden anatomisia poikkeavuuksia, pystyy paremmin välttämään, samoin riski pistää vahingossa hermoon lienee pienempi, lisäksi hyvän näkyvyyden ansiosta puudutemäärät ovat pienentyneet, silti puudutusten onnistumisprosentti on sama miltei jopa isompi (13, 14, 29).

Menemättä tässä yksityiskohtiin näyttää siltä, että ultraääni parantaa potilasturvallisuutta ei pelkästään perifeerisissä puudutuksissa vaan myös esimerkiksi neuraksiaalissa (30) ja silmän puudutuksissa (31).

Mihin neula – hermoon?

Perifeerisiä puudutuksia tehtäessä on pyritty saamaan neulan kärki hermon lähelle ensin parestesian, sitten hermostimulaattorin ja nykyään ultraäänitekniikan avulla. Todennäköisesti sekä parestesia että hermostimulaattoritekniikalla neulan kärki on joskus ollut huomaamatta hermostossa. Ultraäänitekniikan avulla voidaan nähdä neulan kärki ja pystytään minimoimaan intraneuraalisen injektion riskiä. Yhdysvalloissa suositellaan painemittausanturin käyttöä puudutusneulan ja ruiskun välissä (32). Ajatuksena on, että mikäli neulan kärki on hermokudoksessa, ruiskutus aiheuttaa kovan vasteen ja letkustoon paineennousun, joka näkyy painemittarissa. Euroopassa tämä ei ole kuitenkaan saanut suosiota.

On tosin julkaisuja, joissa kuvataan miten neula viedään tarkoituksellisesti hermorakenteen sisälle, epineuriumin sisäpuolelle, kuitenkin perineuriumin ulkopuolelle (33). Tätä tekniikkaa kannatta kuitenkin välttää yleisen käsityksen mukaan (13, 34, 35).

Yhteenveto

Potilasturvallisuus puudutuksia käytettäessä paranee, mikäli varmistetaan työrauha sekä käytetään aikalaisia ja tarkistuslistoja. Puudutettaessa tulee käyttää vain pieniä puudutemääriä kerralla ja hyvästä aseptiikasta on huolehdittava. Ultraäänitekniikan käyttö perifeeristen puudutusten yhteydessä lisää potilasturvallisuutta. ■

Viitteet

1. Brull R, McCartney CJ, Chan VW, El-Beheiry H. Neurological complications after regional anesthesia: contemporary estimates of risk. *Anesth Analg* 2007; 104: 965-74.
2. Kessler J, Marhofer P, Hopkins PM, Hollmann MW. Peripheral regional anaesthesia and outcome: lessons learned from the last 10 years. *Br J Anaesth* 2015; 114: 728-45.
3. Useita julkaisuja liittyen puudutusten neurologisiin komplikaatioihin. *Reg Anesth Pain Med* 2015; 40 (5).
4. Aromaa U, Lahdensuu M, Cozaniotis DA. Severe complications associated with epidural and spinal anaesthetics in Finland 1987-1993. A study based on patient insurance claims. *Acta Anaesthesiol Scand* 1997; 41: 445-52.
5. Pitkänen MT, Aromaa U, Cozaniotis DA, Förster JG. Serious complications associated with spinal and epidural anaesthesia in Finland from 2000 to 2009. *Acta Anaesthesiol Scand* 2013; 57: 553-64.
6. Garcha PS, Mohan CV, Sharma RM. Death after an inadvertent intrathecal injection of tranexamic acid. *Anesth Analg* 2007; 104: 241-2.
7. Ting HY, Tsui BC. Reversal of high spinal anesthesia with cerebrospinal lavage after inadvertent intrathecal injection of local anesthetic in an obstetric patient. *Can J Anaesth* 2014; 61: 1004-7.
8. Safer spinal (intrathecal), epidural and regional devices [verkkodokumentti] National Health Service, Iso-Britannia: <http://www.nrls.npsa.nhs.uk/alerts/?entryid45=94529>.
9. Howes B, Kinsella SM, Youngs P. Non-Luer neuraxial equipment and anaesthetists' attitudes to change. *Anaesthesia* 2011; 66: 59-60.
10. Yuan YP, Chen HF, Yang C, ym. A case of accidental intrathecal injection of a large dose of ropivacaine during cesarean section. *Int J Clin Exp Med* 2014; 7: 2383-5.
11. Guay J. The epidural test dose: a review. *Anesth Analg* 2006; 102: 921-9.
12. Mazoit JX, Decaux A, Bouaziz H, Edouard A. Comparative ventricular electrophysiologic effect of racemic bupivacaine, levobupivacaine, and ropivacaine on the isolated rabbit heart. *Anesthesiology* 2000; 93: 784-92.
13. Steinfeldt T, Schwemmer U, Volk T, ym. Nerve localization for peripheral regional anesthesia. Recommendations of the German Society of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine. *Anaesthesist* 2014; 63: 597-602.
14. Salinas FV, Hanson NA. Evidence-based medicine for ultrasound-guided regional anesthesia. *Anesthesiol Clin* 2014; 32: 771-87.
15. Heinonen JA, Litonius E, Pitkänen M, Rosenberg PH. Incidence of severe local anesthetic toxicity and adoption of lipid rescue in Finnish anaesthesia departments in 2011-2013. *Acta Anaesthesiol Scand* 2015; 59: 1032-7.
16. Weinberg GL. Treatment of local anesthetic systemic toxicity (LAST). *Reg Anesth Pain Med* 2010; 35: 188-93.
17. Litonius E. Väitöskirja. Treatment of acute intoxication with intravenous lipid emulsion: animal and human studies. Helsingin yliopisto, 2012.
18. Picard J, Ward SC, Zumpe R, ym. Guidelines and the adoption of 'lipid rescue' therapy for local anaesthetic toxicity. *Anaesthesia* 2009; 64: 122-5.
19. Neal JM, Mulroy MF, Weinberg GL. American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine checklist for managing local anesthetic systemic toxicity: 2012 version. *Reg Anesth Pain Med* 2012; 37: 16-8.
20. WHO Surgical Safety Checklist. [verkkodokumentti] <http://www.who.int/patientsafety/safesurgery/checklist/en/>
21. Pauniahio SL, Lepojärvi M, Peltomaa K, ym. HALO-ryhmä: Leikkaustiimin tarkistuslista lisää potilasturvallisuutta. *Suomen Lääkäri-lehti* 2009; 64: 4249-54.
22. Mulroy MF, Weller RS, Liguori GA. A checklist for performing regional nerve blocks. *Reg Anesth Pain Med* 2014; 39: 195-9.
23. Stop-before-you-block campaign. [verkkodokumentti] <https://www.rcoa.ac.uk/sites/default/files/CSQ-PS-sbyb-supporting.pdf>.
24. Vargulescu RC. Safety in regional blocks for ophthalmic procedures. *Reg Anesth Pain Med* 2015; 40: 88-9.
25. Capdevila X, Pirat P, Bringuiet S, ym. French Study Group on Continuous Peripheral Nerve Blocks. Continuous peripheral nerve blocks in hospital wards after orthopedic surgery: a multicenter prospective analysis of the quality of postoperative analgesia and complications in 1,416 patients. *Anesthesiology* 2005; 103: 1035-45.
26. Hayek SM, Goomber R. A review of epidural catheter-related infections. *Hosp Pract* 2012; 40: 176-85.
27. Hepner DL. Gloved and masked – will gowns be next? The role of asepsis during neuraxial instrumentation. *Anesthesiology* 2006; 105: 241-3.
28. Benhamou B. Neurologic complications of peripheral neural blockade. Kirjassa: Cousins and Bridenbaugh's Neural Blockade in clinical anesthesia and pain management. 4. painos, sivu 474. LWW 2008.
29. Koscielniak-Nielsen ZJ, Dahl JB. Ultrasound-guided peripheral nerve blockade of the upper extremity. *Curr Opin Anaesthesiol* 2012; 25: 253-9.
30. Srinivasan KK, Lee PJ, Iohom G. Ultrasound for neuraxial blockade. *Med Ultrason* 2014; 16: 356-63.
31. Palte HD. Ophthalmic regional blocks: management, challenges, and solutions. *Local and Regional Anesthesia* 2015. <http://dx.doi.org/10.2147/LRA.S64806>.
32. Neal JM, Barrington MJ, Brull R, ym. The Second ASRA Practice Advisory on Neurologic Complications Associated With Regional Anesthesia and Pain Medicine: Executive Summary 2015. *Reg Anesth Pain Med* 2015; 40: 401-30.
33. 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.
34. Choquet O, Morau D, Biboulet P, Capdevila X. Where should the tip of the needle be located in ultrasound-guided peripheral nerve blocks? *Curr Opin Anaesthesiol* 2012; 25: 596-602.
35. Helen L, O'Donnell BD, Moore E. Nerve localization techniques for peripheral nerve block and possible future directions. *Acta Anaesthesiol Scand* 2015; 59: 962-74.