

Selektivní blokády periferních nervů horní končetiny

Nalos D.¹, Naňka O.², Beňo L.¹, Zapletal J.³

¹Klinika anesteziologie, perioperační a intenzivní medicíny, Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem

²Anatomický ústav, 1. lékařská fakulta Univerzity Karlovy, Praha

³Gynekologicko-porodnická klinika, 3. LF UK a FNKV, Praha

Cílem tohoto sdělení je poskytnout přehled možností selektivních blokády periferních nervů horní končetiny vhodných pro menší chirurgické výkony a invazivní analgetickou léčbu. Rozvoj ultrazvukové asistence v regionální anestezii umožňuje přesnější lokalizaci průběhu nervů a nabízí možnosti selektivních blokády s minimálním ovlivněním pooperační mobility. Pro usnadnění navigace hrotu jehly je v článku zdůrazněn vztah průběhu nervů k cévním, svalovým a fasciálním strukturám.

Klíčová slova: regionální anestezie horní končetiny, ultrazvuková asistence, brachiální plexus.

Selective peripheral nerve blocks of the upper extremity

The aim of this article is to provide an overview of the possibilities of selective peripheral nerve blocks of the upper extremity suitable for minor surgical procedures and invasive analgesic treatment. The development of ultrasound assistance allows for more precise localization of the course of nerves and offers the possibility of selective blockades with minimal impact on postoperative mobility. To facilitate needle tip navigation, the article emphasizes the relationship of nerve pathways to vascular, muscular, and fascial structures.

Key words: regional anaesthesia of the upper limb, ultrasound assistance, brachial plexus.

Úvod

Zavedení ultrazvukové asistence (UZ) v regionální anestezii usnadňuje cílenou blokádu jednotlivých periferních nervů horní končetiny. V praxi se tak rozšiřuje paleta možností regionální anestezie o selektivní znecitlivění pouze v rozsahu bolestivého zákroku. Posunutí místa vpichu distálně od centrálních struktur umožňuje snížit rizika spojená s regionální anestezii v proximální část brachiálního plexu, jako je vznik pneumotoraxu, punkce velké cévy, nechtěná blokáda motorické části nervus vagus či nechtěná blokáda n. phrenicus [1]. Výhodou selektivních blokády je zachování částečné mobility horní končetiny a v odůvodněných případech možnost aktivní spolupráce pacienta během výkonu.

Kombinaci selektivní a proximální blokády lze využít pro zrychlený nástup účinku a zlepšení její konzistence. Aplikace krátkodobě působícího lokálního anestetika (LA) u proximální blokády a použití dlouhodobě působícího LA u selektivní blokády prodlužuje analgezii a zkracuje dobu imobility končetiny [1].

Mezi slabé stránky distálních nervových blokády lze zahrnout požadavek na vyšší stupeň dovednosti v práci s ultrazvukem, potenciální

nutnost provedení více vpichů a možná omezení v prevenci bolesti při použití turniketu.

Inervace horní končetiny

Horní končetina je inervovaná nervy z brachiálního plexu C4–Th1. Inervaci povrchové části axily a přilehlé části paže doplňuje větev 2. interkostálního nervu (nervus intercostobrachialis). Sympatická inervace pro horní končetinu přichází převážně z ganglion stellatum (C8–Th3). Během blokády periferních somatických nervů na horní končetině dochází současně k blokáde lokálního sympatiku.

Na cestě k cílovým receptorům procházejí terminální nervy jednotlivými myofasciálními kompartmenty. Ultrazvukový obraz myofasciálních a cévních struktur usnadňuje ultrazvukovou identifikaci nervů.

Prostory na paži

Povrchový kompartment

Představuje na končetinách vrstva podkožního tuku mezi kůží a fascií, kde probíhají senzitivní nervy a senzitivní složky smíšených nervů, drob-

KORESPONDENČNÍ ADRESA AUTORA:

MUDr. Daniel Nalos, nalosdan@seznam.cz

Článek přijat redakcí: 17. 9. 2024; Článek přijat k tisku: 6. 12. 2024

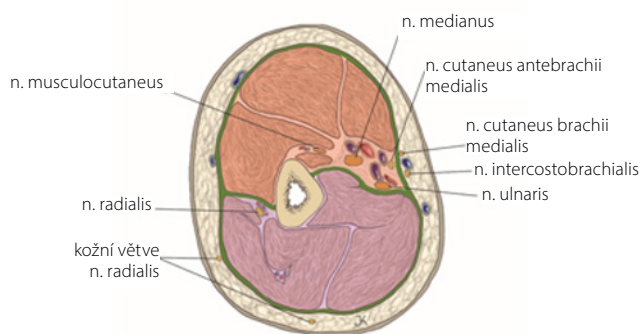
Cit. zkr: Anest intenziv Med. 2024;35(4):236–241

né tepenné větve a povrchové žilní řečiště. Mimo somatické senzitivní nervy jsou v povrchovém kompartmentu také vlákna vegetativního systému.

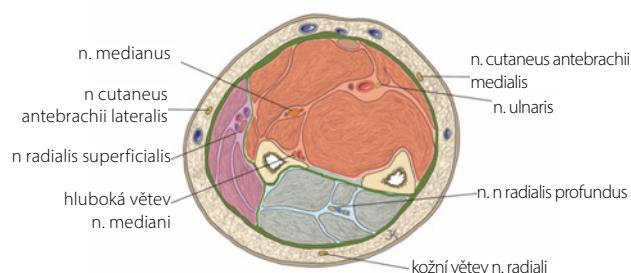
Senzitivní inervace paže

Mediální část paže inervuje n. cutaneus brachii medialis (C8–Th1) a n. intercostobrachialis (Th2), který probíhá mimo fasciální pochvu brachiálního plexu a v oblasti paže je vázán na fascii axily. Distálněji, na

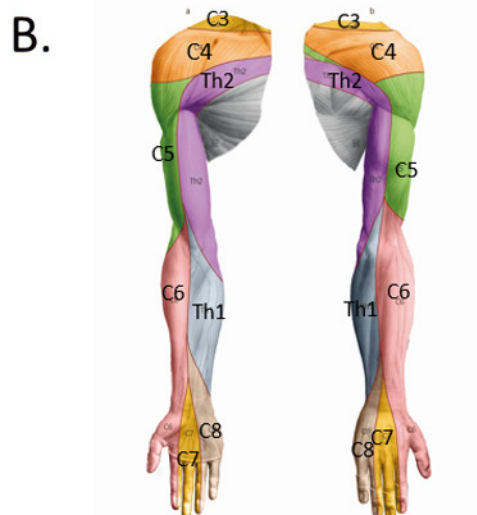
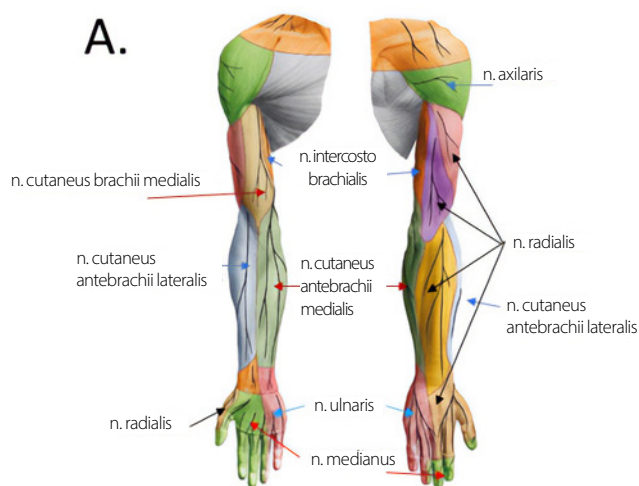
Obr. 1. Průřez paží



Obr. 2. Průřez předloktím



Obr. 3. Kožní inervace horní končetiny podle kožních nervů A., podle segmentů B



přední straně paže, povrchní inervaci doplňuje n. cutaneus antebrachii medialis. Na kožní inervaci zadní strany paže se podílejí kožní nervy n. cutaneus brachii lateralis superior (n. axillaris), n. cutaneus brachii lateralis inferior et posterior (n. radialis) (Obr. 3).

Senzitivní inervace předloktí

Kožní povrchová inervace na předloktí je z volární strany „spravedlivě“ rozdělena mezi n. cutaneus antebrachii medialis a n. cutaneus antebrachii lateralis (kožní větve n. musculocutaneus), zadní strana je inervovaná větvíčkami z n. radialis (Obr. 3).

Povrchová inervace zápěstí a ruky je znázorněna na obrázku 3.

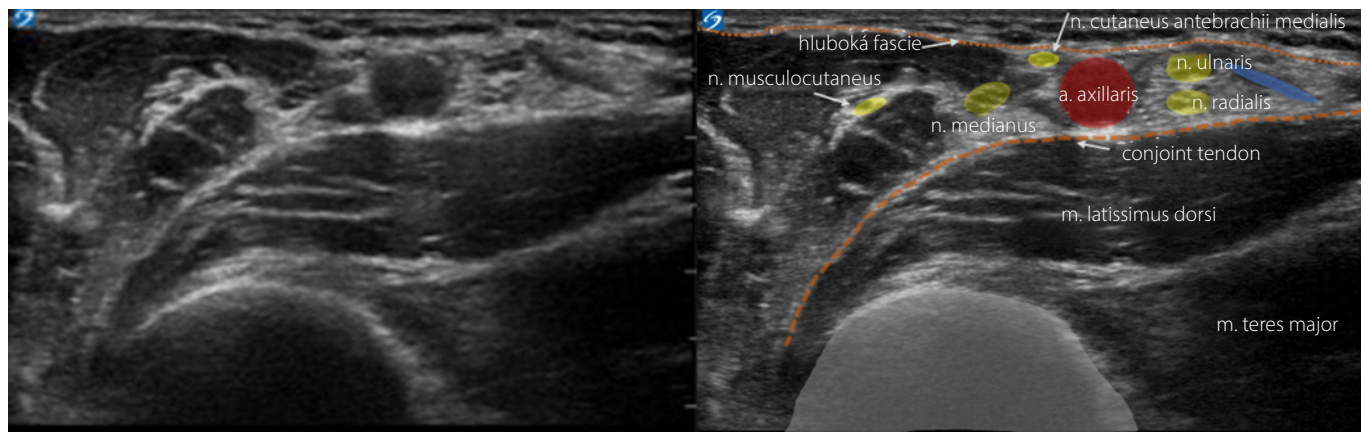
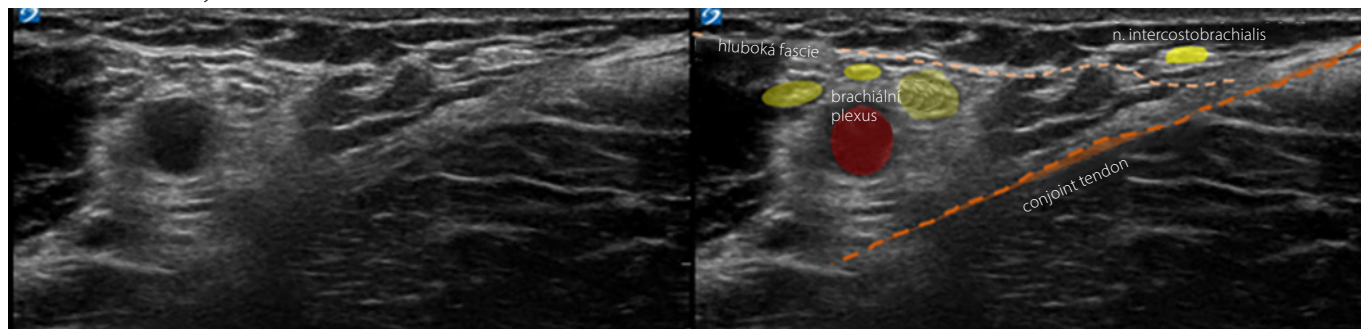
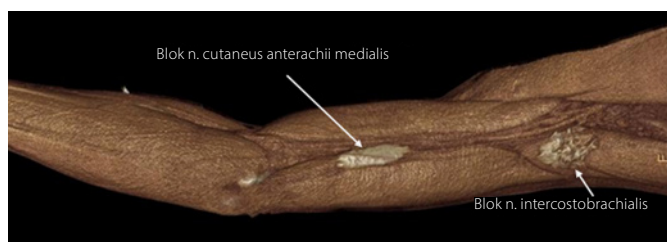
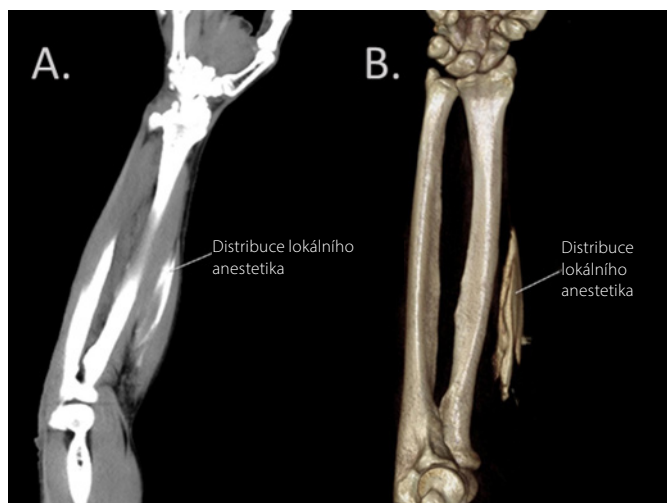
Hluboké kompartmenty

Svalstvo paže, předloktí a ruky je obaleno souvislou fascií. Fascie paže je pokračováním axilární a deltoidní fascie směrem na paži. Tato fascie zároveň představuje hranici mezi hlubokým a povrchovým kompartmentem. Fascie obalující svalstvo na paži je z mediální i laterální strany fixována na humerus a tvoří tak mediální a laterální septum a vytváří tím přední a zadní kompartment, přední pro flexory a zadní pro extensory paže (Obr. 1).

Distálně je fascie připojena na oba epikondyly humeru a pokračuje dále na předloktí. Na předloktí jsou pomocí sept vytvořeny tři osteo-fasciální prostory (Obr. 2).

V hlubokém kompartmentu zásobují smíšené nervy svojí motorickou složkou svalstvo a hlubokou senzitivní složkou inervují fascie a spolu s vegetativními nervy také periost a kostní dřeň. Smíšené nervy poskytují po průchodu fascií senzitivní zakončení v kůži. Čistě senzitivní nervy prochází hlubokým kompartmentem bez toho, aby zde poskytovali inervaci a nervové zakončení. Senzitivní informace získávají a vedou až po průniku fascií. Průchody fascií se mohou stát pro všechny nervy místy entrapmentu a zdrojem chronické bolesti.

V důsledku embryonální migrace svalstva horní končetiny se povrchní a hluboké inervační zóny jednotlivých segmentů v mnoha místech nepřekrývají.

Obr. 4. Ultrazvukový obraz brachiálního plexu v axile**Obr. 5.** Ultrazvukový obraz n. intercostobrachialis**Obr. 6.** Rekonstrukce šíření LA u blokády n. intercostobrachialis a u blokády n. cutaneus antebrachii medialis. CT 3D**Obr. 7.** A. Šíření LA při blokádě n. radialis superficialis. B. 3D rekonstrukce těžší blokády

Selektivní blokády terminálních nervů horní končetiny

Fasciální pochva brachiálního plexu se distálně od prvního žebra integruje do společných fasciálních struktur s vasa subclavia. Brachiální

plexus v axile vytváří mediální, laterální a dorzální svazek. Ty dávají postupně vzniknout terminálním nervům pro horní končetinu (Obr. 4, 5). Výjimku tvoří n. intercostobrachialis (Th1–2) (Obr. 5).

N. intercostobrachialis (Th2)

Inervuje axilu a přilehlou mediální část paže (Obr. 3). Jde o laterální senzitivní výběžek 2. interkostálního nervu, který perforuje interkostální fascie a svaly. Do povrchových vrstev proniká mezi segmenty m. serratus anterior. Ve svém průběhu kříží vena thoracoepigastrica. Někdy nahrazuje n. cutaneus brachii medialis, s kterým má četné anastomózy. V podkoží leží v blízkosti fasciálních obalů m. latissimus dorsi.

Popis blokády

Poloha: Pacient leží na zádech, horní končetina je abdukována, pokrčená v lokti na 90°.

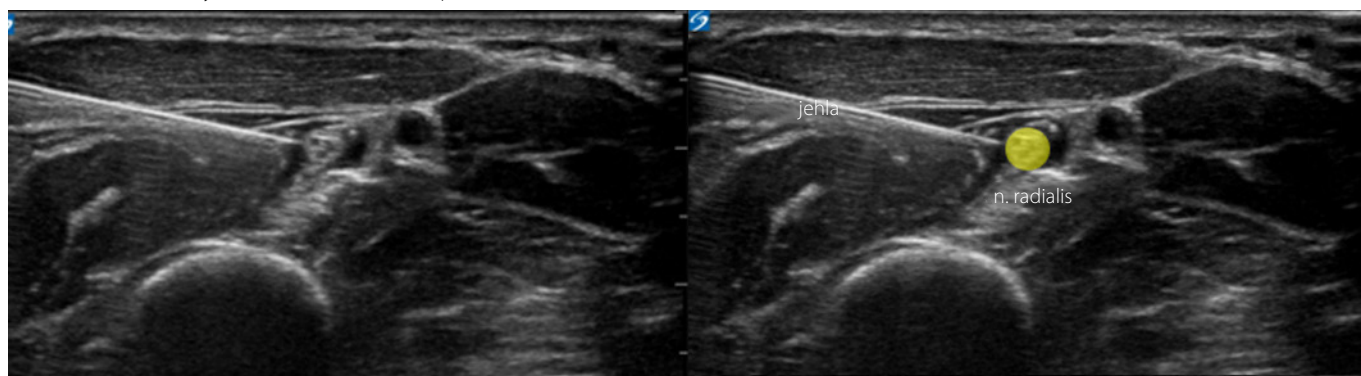
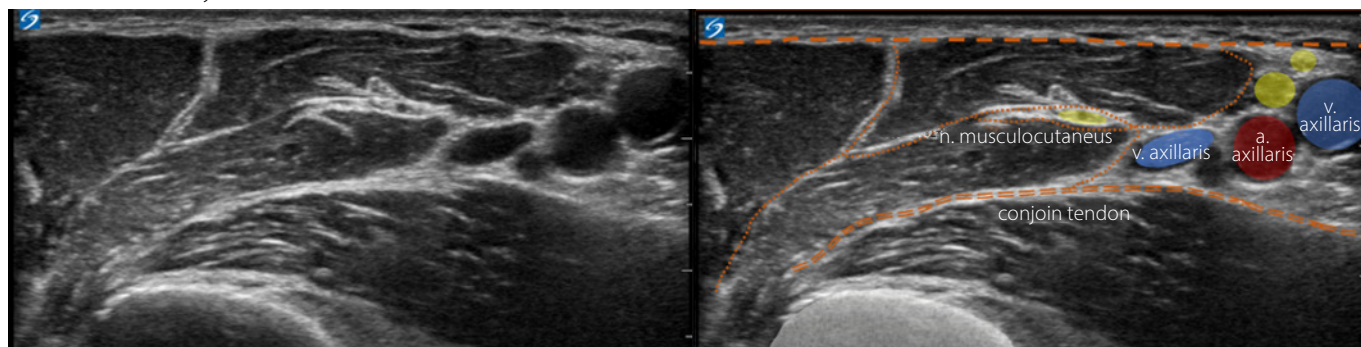
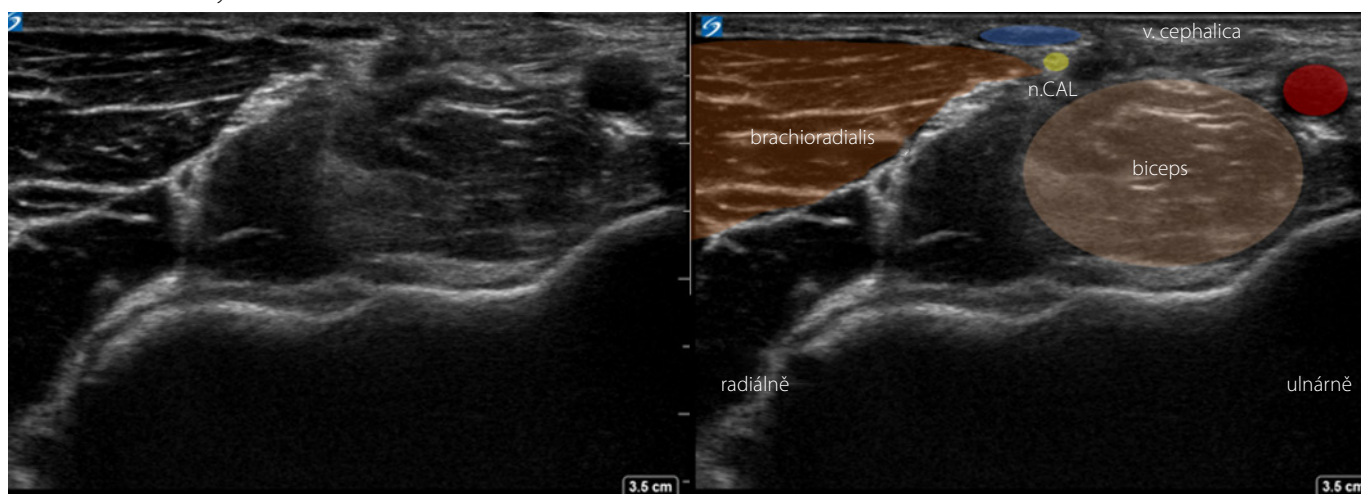
Lineární sonda se po skenu anatomických poměrů v axile přiloží kolmo na zadní axilární řasu.

Technika inplane: Blokáda je možná infiltrací podkoží nad zadní řasou axily tvořenou m. latissimus dorsi nebo cíleně s asistencí ultrazvuku.

Dávka: 3–4 ml 0,25–0,4 % bupivacainu.

N. radialis (C5–Th1)

Smíšený radiální nerv je nejsilnější terminální větev zadního svazku. Ve svém průběhu axilou záhy proniká do zadního kompartmentu paže. Spirálovitě obíhá zadní stranu humeru v sulcus nervi radialis. Na hranici dolní třetiny humeru perforuje hlubokou fascii směrem do předního kompartmentu. V předním kompartmentu se dělí na hlubokou a povrchní větev.

Obr. 8. Ultrazvukový obraz bloku *n. radialis superficialis***Obr. 9.** Ultrazvukový obraz *n. musculocutaneus* v axile**Obr. 10.** Ultrazvukový obraz *n. cutaneus antebrachii lateralis*

Inervační oblast

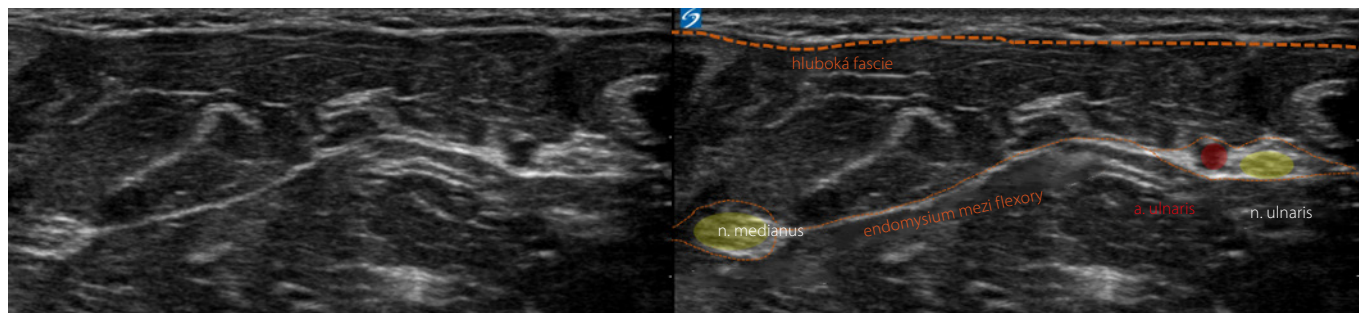
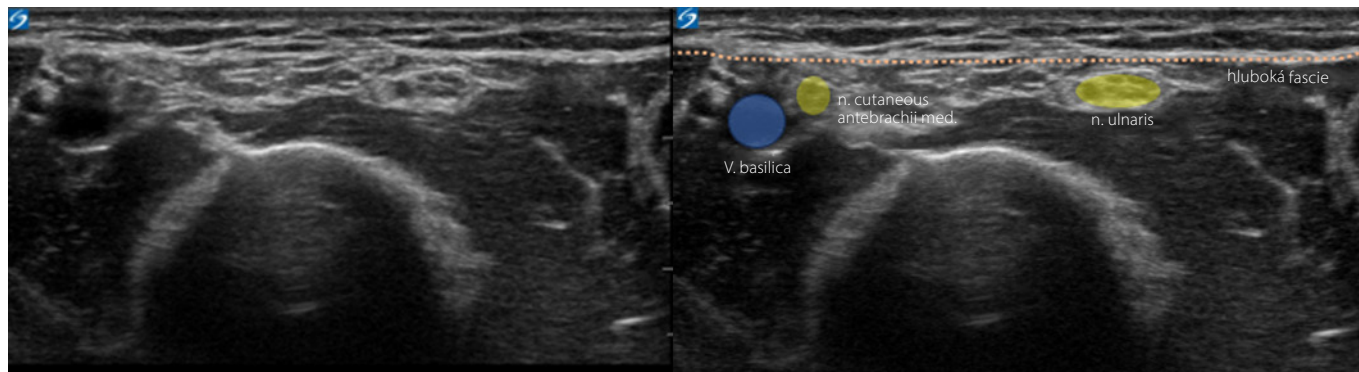
Na paži motoricky inervuje *m. triceps brachii* a *m. anconeus* a vysílá obvykle 2 větvičky pro kožní inervaci zadní části paže a dlouhou větev pro senzitivní inervaci dorsální strany předloktí (*n. cutaneus antebrachii posterior*). Do oblasti předloktí se dostává ve štěrbině mezi *m. brachialis* a *m. brachioradialis* ventrálně od laterálního epikondylu humeru. Zde se z kmene oddělují ještě motorické větve pro svaly laterální skupiny. V kubitě se dělí na povrchní větev, která probíhá předloktím v laterálním kompartmentu pod *m. brachioradialis* v blízkosti *a. radialis*. Poskytuje kožní větvičky, které senzitivně inervují dorsální ruku. V oblasti zápěstí se dělí na laterální a mediální část. Laterální část inervuje radiální část palce, radiální část dorsum ruky a prstů (Obr. 3). Hluboká větev radiálního nervu prochází skrze *m. supinator*, běží mezi extensory v zadním kompartmentu předloktí, které inervuje

a senzitivně inervuje přilehlé části předloketních kostí a interoseální membrány a kloubní pouzdro radiokarpálního kloubu (Obr. 3, 7).

Popis blokády

Poloha: Pacient leží v supinační poloze, ruka je v addukci a supinaci položena na hrudníku. Pacienta si upravíme tak, abychom mohli sondou vyšetřit zadní část paže. Dbáme na to, aby oči anesteziologa, sonda s místem vpichu a obrazovka ultrazvukového přístroje byly v jedné linii. Blokáda radiálního nervu je nejsnáze proveditelná zhruba na rozhraní střední a distální třetiny paže, kde orientačním místem je průchod nervu fascií oddělující přední a zadní kompartment. Distálně od tohoto místa je nerv ultrazvukově snadno identifikovatelný včetně jeho dělení na povrchní a hlubokou větev.

Sonda lineární. Poloha sondy kolmo na průběh paže.

Obr. 11. Ultrazvukový obraz *n. medianus* a *ulnaris* na předloktí**Obr. 12.** Ultrazvukový obraz *n. antebrachii medialis* ve střední části paže

Technika in plane. Vzniklé depo anestetika postupně rozšíříme nad 60 % obvodu nervu.

Dávka 6 ml anestetika. Koncentrace 0,3–0,4 % bupivacainu.

N. musculocutaneus (C5–Th1)

Nerv se odděluje z laterálního svazku brachiálního plexu relativně vysoko v úrovni prvního žebra. Probíhá směrem k málo poddajnému úponu *m. coracobrachialis*. Zde ho nelze pomocí ultrazvuku identifikovat. V dalším průběhu nerv proniká do poddajnějšího prostředí mezi *m. coracobrachialis* a *m. biceps brachii*, zde se zobrazí jako hyperechogení, čočkovitý útvar, jehož průběh můžeme sledovat distálně mezi *m. biceps* a *m. coracobrachialis* (Obr. 8).

Blokádu *n. musculocutaneus* můžeme provést samostatně nebo jako součást axilární blokády. Aplikací anestetika dosáhneme také blokády kožní terminální větve *n. cutaneus antebrachii lateralis*. (Obr. 3, 9).

Popis blokády

Poloha: Pacient leží na zádech s abdukovanou horní končetinou a loktem flektovaným do 90°. Mezi svaly *m. coracobrachialis* a *biceps brachii* nalezneme hyperechogení čočkovitý útvar (Obr. 4, 8), vzniklé depo anestetika postupně rozšíříme nad 60 % obvodu nervu.

Sonda lineární.

Technika in plane.

Dávka 4–6 ml. Koncentrace 0,33–0,4 % bupivacainu

N. cutaneus antebrachii lateralis (C5–Th1)

Je terminální senzitivní větví *n. musculocutaneus*. V oblasti lokte ho lze identifikovat radiálně od šlachy *m. biceps brachii* v sousedství žil z povodí *v. cephalica* (Obr. 10).

Popis blokády

Poloha: Pacient leží na zádech horní končetina je mírně abdukována s dlaní nahoru.

Sonda lineární.

Technika in plane: V úrovni epikondylů humeru hledáme sval a šlachu *m. biceps brachii*. Ulnárně od oválného obrazu *m. biceps brachii* je arterie *brachialis* a radiálně leží *m. brachioradialis*. Nerv se skrývá nad fascií radiálně od masy *m. biceps brachii* ve stínu cév z povodí *v. cephalica*. Po identifikaci nervu a okolních struktur, zavedeme jehlu in plane k povrchně uloženému nervu.

Dávka 4–6 ml. Koncentrace 0,33–0,4 % bupivacainu.

N. medianus (C5–Th1)

Nervus medianus se formuje v nejdistančnější části brachiálního plexu spojením nervových vláken z mediálního a laterálního svazku. Na paži pokračuje ve společných fasciálních prostorech s arterií *brachialis* až do oblasti lokte. Během svého průchodu paží neposkytuje kožní ani svalovou inervaci. Loketní jamkou probíhá mezi šlachou *m. biceps brachii* a *m. brachialis*. Na předloktí inervuje v předním kompartmentu většinu flexorů (vyjma *m. flexor carpi ulnaris* a část *m. flexor digitorum profundus* pro 4. a 5. prst) a volární část předloketních kostí. (Obr. 3, 11.)

Díky UZ se přístup k blokádě *n. medianus* posunul z oblasti záplestí proximálním směrem do střední třetiny předloktí. Obraz *nervus medianus* najdeme v hyperechogení fascii mezi skupinami flexorů.

Nervus medianus lze v odůvodněných případech blokovat pod ultrazvukovou kontrolou UZ již v jeho průběhu na paži. Je třeba mít na paměti, že je zde v blízkosti arterie *brachialis*.

Popis blokády.

Poloha: Pacient leží na zádech s volně položeným předloktím dlaní vzhůru.

Technika in plane. Jehlu zavádíme k fascii oddělující hluboké a povrchní flexory. Hydrodisekcí mezi fascii a nerv dosáhneme přiblížení nervu k sondě. Vzniklé depo anestetika postupně rozšíříme nad 60 % obvodu nervu. Sonda lineární.

Dávka 4–6 ml anestetika, 0,3–0,4 % bupivacainu

N. ulnaris (C8–Th1)

Ulnární nerv se formuje v těsném sousedství s nervus cutaneus brachii a antebrachii medialis. Paží probíhá ve flexorovém předním kompartmentu, v dolní třetině paže v doprovodu arteria ulnaris colateralis superior proráží mediální intermuskulární septum, proniká do zadního kompartmentu a zamíří do sulcus nervi ulnaris. Během průběhu paží se nepodílí ani na motorické ani na senzitivní inervaci. Senzitivní vlákna vysílá až do loketního kloubu. Loktem probíhá v nepoddajném prostoru za mediálním epikondylem. V této oblasti blokádu nedoporučujeme pro možnost tlakového poškození nervu. Na předloktí probíhá v předním mediálním kompartmentu mezi flexor carpi ulnaris a šlachou hlubokého flexoru pátého prstu (Obr. 11). Preferenční místo pro ultrazvukem asistovanou blokádu je na přední vnitřní části předloktí v její proximální třetině, kde se n. ulnaris spojuje do společných fasciálních obalů s arterií ulnaris. Nerv identifikujeme jako hyperechogenní útvar ulnárně od arterie.

Popis blokády

Poloha: Pacient leží na zádech s volně položeným předloktím dlaní vzhůru.

Technika punkce: In plane. Ultrazvukem kontrolovaný hrot jehly směřujeme z ulnární strany předloktí na hlubší stranu obalů nervu k viditelnému fasciálnímu rozhraní mezi hlubokými a povrchními flexory ruky. Po aplikaci lokálního anestetika 0,5–1 ml dojde k náplni fasciálních obalů a elevaci nervu směrem k sondě. Po redirekci hrotu jehly aplikujeme LA. Vzniklé depo anestetika postupně rozšíříme nad 60 % obvodu nervu.

Sonda lineární.

Dávka 4–6 ml anestetika v koncentraci 0,3–0,4 % bupivacainu

N. cutaneus brachii medialis (C8–Th1)

Je nejmenším nervem mediálního svazku. Nerv probíhá paží a záhy pronikají hlubokou fascii k povrchu, inervuje kůži na mediální straně paže. Inervační zóna navazuje na inervační zónu n. intercostobrachialis, který ho může u některých jedinců i nahradit. Ultrazvuková identifikace nervu je obtížná. Spolehlivou blokádu nervu dosáhneme aplikací lokálního anestetika k mediálnímu svazku brachiálního plexu v infraclaviculární oblasti nebo infiltrací podkoží axily.

N. cutaneus antebrachii medialis (C8–Th1)

Je silnější než předchozí nerv. Jeho průběh pod hlubokou fascii je mezi brachiální tepnou a žilou (Obr. 12). Hlubokou fascii perforuje zhruba v polovině paže společně s vena basilica v hiatus basilicus. Na paží inervuje distální část přední části paže a poté se dělí na přední a zadní část a zajišťuje povrchovou inervaci na ulnární straně předloktí až po zápěstí. Na předloktí se symetricky dělí o inervaci přední části předloktí s n. cutaneus antebrachii lateralis.

Popis blokády

Poloha: Pacient leží na zádech horní končetina je abdukována a pokrčená v lokti na 90°.

Technika blokády: In plane. Na vnitřní straně paže identifikujeme v. basiliku a sledujeme její průchod hlubokou fascií. Pokud není nerv viditelný, lokálním anestetikem infiltrujeme obaly v. basilica těsně před průchodem hlubokou fascií.

Sonda lineární.

Dávka 3–4 ml 0,25–0,3 % bupivacainu

PROHLÁŠENÍ AUTORŮ: Prohlášení o původnosti: Práce je původní a nebyla publikována, ani není zaslána k recenznímu řízení do jiného média. **Střet zájmů:** Autoři prohlašují, že nemají střet zájmů v souvislosti s tématem práce. **Podíl autorů:** Všichni autoři rukopis četli, souhlasí s jeho zněním a zasláním do redakce časopisu Anesteziologie a intenzivní medicína. **Financování:** N/A. **Poděkování:** N/A. **Registrace v databázích:** N/A. **Projednání etickou komisí:** N/A.

LITERATURA

1. Sehmbi H, Madjdpour C, Shah UJ, Chin KJ. Ultrasound guided distal peripheral nerve block of the upper limb: A technical review. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol*. 2015;31:296-307.
2. Chang KV, Mezian K, Nařka O, Wu WT, Lou YM, Wang JC, et al. Ultrasound Imaging for the Cutaneous Nerves of the Extremities and Relevant Entrapment Syndromes: From Anatomy to Clinical Implications. *J Clin Med*. 2018 Nov 21;7(11):457. doi: 10.3390/jcm7110457. PMID: 30469370; PMCID: PMC6262579.
3. Nalos D, Mach D. Periferní nervové blokády pro klinickou praxi včetně ultrazvukového navádění. Grada Publishing, a. s. 2010 ISBN 978-80-247-3280-0.
4. Grim M, Nařka o, Helekal I. Atlas anatomie člověka. Grada Publishing, a. s. 2014. ISBN 978-80-247-4012-6.
5. McMinn R.M.H. LASTS ANATOMY regional and applied. Elsevier: 1998; ISBN 978-0-7295-4357-6.
6. Hadžić A. NYSORA Nerve Block Manual. 2024; ISBN 979897050507.
7. Stecco C. Functional atlas of the human Fascial System. Elsevier 2015; ISBN 978-0-7020-4430-4.