

SPECIÁLNÍ ČLÁNEK

Fasciální prostory pro regionální anestezii horní končetiny

Nalos D.

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

Anest intenziv Med. 2019;30:225–234

SOUHRN

Článek je pokračováním cyklu o významu fascií pro regionální anestezii. Tato kapitola se zabývá fasciálními prostory nervů horní končetiny. Hlavní cévní svazek a nervy pro cervikální oblast běží na krku mezi hlubokou a povrchnou fascií. Pod hlubokou krční fascií se nachází několik samostatných fasciálních prostor, ve kterých probíhá brachiální plexus i jednotlivé nervy. Je nově popsána unikátní funkce fascií probíhajících s m. omohyoides jako spojnice hlubokých a povrchných fasciálních struktur a cesta pro n. suprascapularis a n. infraclavicularis. Přechodovým místem mezi fasciemi krku a horní končetiny je oblast prvního žebra. Tato oblast je také významná pro uspořádání nejen fascií, ale také struktur nervové pleteně. Vznikají zde hlavní periferní nervy ruky a mění se uspořádání inervace. Dále je věnována pozornost axilární oblasti, jejímu tvaru, fasciím a vlastnostem jednotlivých nervů brachiálního plexu v axile. Poslední část je se zaměřuje na fasciální prostory periferních nervů na horní končetině a na místa, která jsou vhodná pro ultrazvukem asistovanou blokádu.

KLÍČOVÁ SLOVA

fascie – ultrazvuk – regionální anestezie – horní končetina

ABSTRACT

Nalos D.: Fascial planes for regional anaesthesia of the upper limb

The article is another chapter in the series describing the importance of the fascias for regional anaesthesia. This chapter deals with the fascial planes of the nerves supplying the upper limb. The main vascular and nerve bundles for the cervical region run on the neck between deep and superficial fascias. There are several separate fascial planes under the deep cervical fascia, in which the individual nerves and the brachial plexus take place. The unique fascial function of the omohyoid muscle is newly described as a link between the deep and superficial fascial structures and the path for the suprascapular and infraclavicular nerves. The transition point between the fascias of the neck and upper limb is in the area of the first rib. This area is also important for the arrangement of the fascias and structures of the neural plexuses. The main peripheral nerves of the hand are formed here and the arrangement of innervation changes. The next part is devoted to the description of the axillary area, its shape, fascias and properties of the brachial plexus in the axilla. The last part is devoted to the peripheral nerves and their fascial planes on the upper limb which are suitable for ultrasonically assisted blockade.

KEYWORDS

fascia – ultrasound – regional anaesthesia – upper limb

ÚVOD

Tento text plynule navazuje na článek z minulých čísel tohoto časopisu [1, 2], který byl věnován nervům a fasciálním prostorům v krční oblasti ve vztahu k regionální anestezii. V těchto článcích jsou popsány jednotlivé svalové vrstvy a s nimi související povrchní a hluboké fascie. Velmi zjednodušeně řečeno, nervové zásobení krčních struktur spolu s velkými cévami probíhá v prostoru mezi

povrchní a hlubokou fascií. Nervové zásobení pro horní končetinu je v oblasti krku uloženo odděleně pod hlubokou zadní krční fascií mezi předním a středním skalenickým svalem.

Hluboké svalové skupiny kryté hlubokou krční fascií vytvářejí mezi sebou samostatné fasciální prostory, které využívají jednotlivé nervy, vzniklé v krční oblasti, při cestě ke svým cílovým orgánům. V předcházejícím článku [2] jsme zmínili

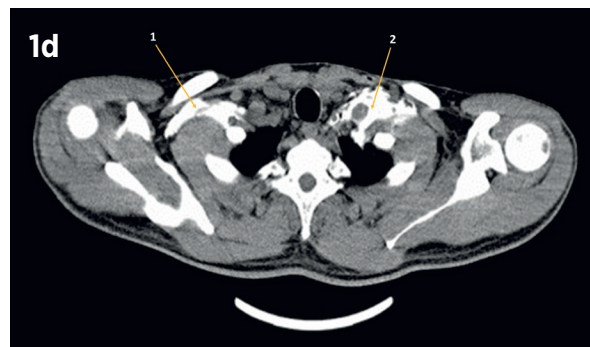
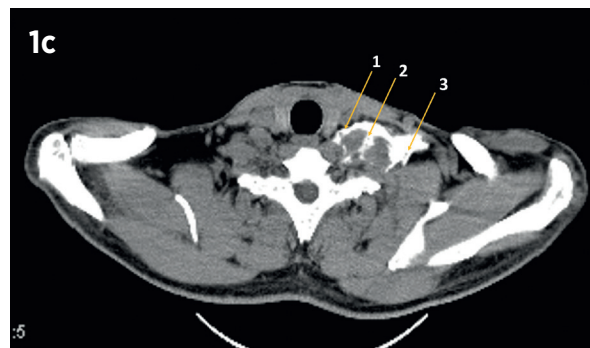
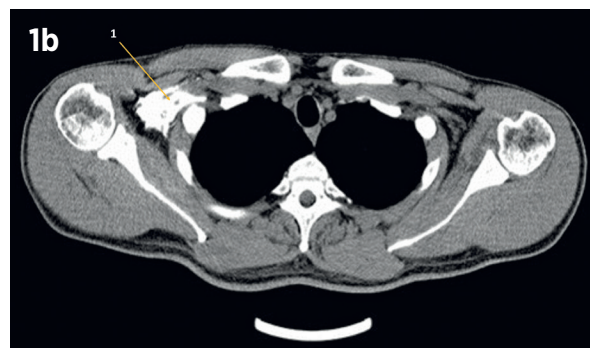
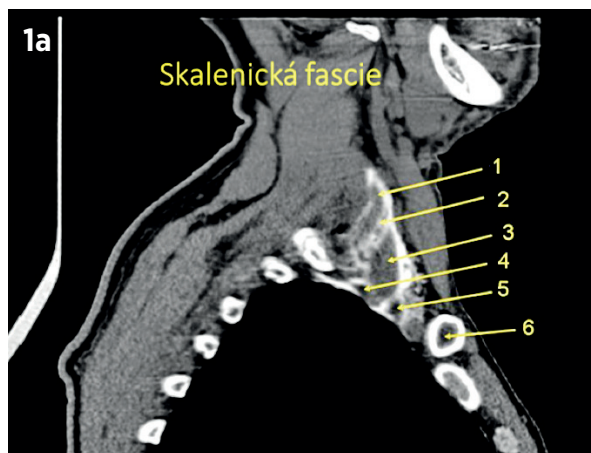
rozdílný embryonální vývoj hlubokého týlního svalstva a vzpřimovačů z epaxiálního zárodečného listu. Provázející fasciální struktury mezi hypaxiálními a epaxiálními svaly ovlivňují šíření lokálních anestetik. Na rozdíl od svalstva krku je veškeré svalstvo horní končetiny hypaxiálního původu neboli z přední zárodečné laminy.

Senzitivní inervace kůže horní končetiny je zajišťována kmeny předních nervů z prostorů C5–Th2. Inervace periostu horní končetiny je v rozsahu C5–8. Mimo senzitivní vlákna obsahuje brachiální plexus vlákna motorická ke kosterním svalům z oblasti C3–Th2. Pro anestezii „ušitou na míru“ je důležité znát nejen nervové zásobení kůže a periostu terminálními nervy, ale také oblast dermatomů i sklerotomů podle kořenové úrovně.

Hlavní část nervů pro horní končetinu vychází z krčních obratlů a probíhá pod hlubokou zadní fascií mezi předním a středním skalenickým svalem jako brachiální plexus. Hranici inervace mezi cervikálním a brachiálním plexem najdeme z kraniální strany kožní oblasti v okolí klíční kosti, kam zasahují větvičky cervikálního

plexu (nervi supraclaviculares). Posterolaterální větvička supraklavikulárního nervu může zasahovat senzitivně kůži až k zadní části ramenního kloubu nad spina scapulae. Distální přechodovou zónu nervového zásobování horní končetiny tvoří interkostobrachální nervy odstupující z míchy z prostorů Th 1, 2, které svou senzitivní inervací zasahující na kůži axily a mediální část paže. Tyto nervy probíhají mimo interskalenický prostor a nejsou součástí brachiálního plexu.

První část výkladu budeme věnovat fasciálním strukturám nad prvním žebrem. Druhou část oblasti pod prvním žebrem v místě vzniku terminálních nervů a v poslední třetí části popíšeme fasciální pro-



Obr. 1 Série CT obrazů po podání 30 ml fyziologického roztoku do interskalenického prostoru na pravé straně a 30 ml fyziologického roztoku infraklavikulárně na straně levé (sec. Nalos) a CT šikmý řez krční oblastí s náplní skalenické fascie 1a Střední skalenický sval

1 – náplň interfasciálního prostoru, 2 – brachiální plexus, 3 – přední skalenický sval, 4 – arteria subclavia, 5 – v. subclavia, 6 – klíční kost

Na snímku je patrné, že v tomto objemu tekutiny je obalena jugulární žíla, n. phrenicus a tekutina vzlíná i do hrudníku.

1b Příčný řez krční oblastí (Th1). Náplň skalenického prostoru. 1 – nervus phrenicus, 2 – brachiální plexus, 3 – n. supraclavicularis

1c Příčný řez krční oblastí (Th3). CT obraz oboustranné náplně pochvy brachiálního plexu. Pravá část: náplň po aplikaci do infraklavikulárního prostoru je patrně ztenčení náplně podaného roztoku; levá část: náplň po aplikaci do interskalenického prostoru.

1d Řez ve výši Th 4. Pravá část: náplň pochvy brachiálního plexu po aplikaci do infraklavikulárního prostoru; vlevo již kontrastní látka není vidět.

story jednotlivých terminálních nervů, které jsou vhodné pro provedení blokády s asistencí ultrazvuku. Výklad je podpořen řadou vyšetření fasciálních struktur na krku a horní končetině na dobrovolnících. Slabým místem naší argumentace je omezený

počet vyšetřených osob. Od námi prezentovaného modelu jistě existuje mnoho individuálních variant v průběhu nervů pro horní končetinu. Velké množství anomálií lze ale odhalit během ultrazvukového vyšetření před chystanou bloádou [3].

Oblast prvního žebra je nejen místo, kde plexus vystupuje z krčních oblastí, ale i místem vytváření terminálních nervů a místem změny v charakteru distribuce regionální anestezie. Velmi zjednodušeně řečeno, anestetikum účinkující nad prvním žebrem vytváří bloádu odpovídající zasaženým míšním kořenům, kdežto bloáda anestetikem podaným distálně od prvního žebra účinkuje podle inervační zóny jednotlivých periferních nervů. Pro peroperační analgezii je významná senzitivní složka inervace. Bloády nervových větví pro svalové skupiny mohou snížit výskyt chronické pooperační bolesti [4]. „Motorické nervy“ obsahují zhruba trojnásobné množství aferentních nervů ze svalů a fascií než motorických vláken [5–8].

INTERSKALENICKÝ PROSTOR

Skalenická fascie je částí hluboké krční fascie a do dnešní podoby fylogenetickým vývojem spolu se skalenickými svaly, které původně fungovaly jako svaly mezižební. Po zániku krčních žebér se svaly upínají na boční výběžky krčních obratlů. Celá proximální část brachiálního plexu má intimní vztah k průběhu předního a středního skalenického svalu a jejím fasciím. Obsahem skalenické fascie jsou střední a přední skalenický sval, n. phrenicus a brachiální plexus. Zevně je prostor ohraničen skalenickou částí hluboké krční fascie. Brachiální plexus je ze stran sevřen mezi svalovými obaly skalenických svalů (obr. 1a–d). Nervy, které se formují z brachiálním plexu nad prvním žebrem, opouští plexus ve fasciálních výchlipkách

tvořených hlubokou zadní i hlubokou přední krční fascií. Nervy, které opouštějí brachiální plexus nad prvním žebrem, jsou až na výjimku tvořeny supraskapulárním nervem nervem motorické.

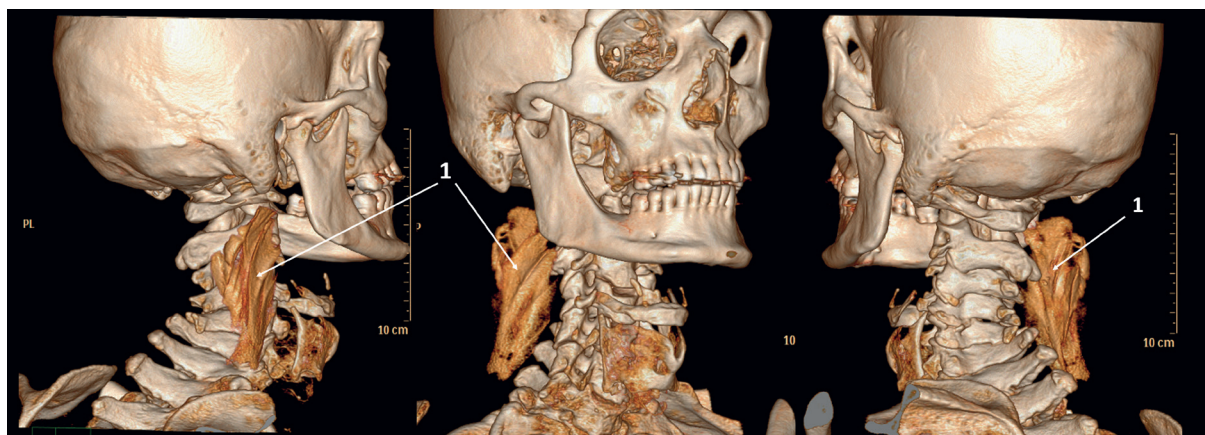
NERVUS DORSALIS SCAPULAE

Nejkranálněji se z brachiálního plexu odpoutává motorický nervus dorsalis scapulae. Ten opouští interskalenický prostor směrem dorzálním a ke svým cílovým zakončením prochází fasciálním prostorem mezi m. levator scapulae a mm. erectores colli, což je fasciální prostor mezi krčními hypaxiálními a epaxiálními svaly [2] (obr. 2).

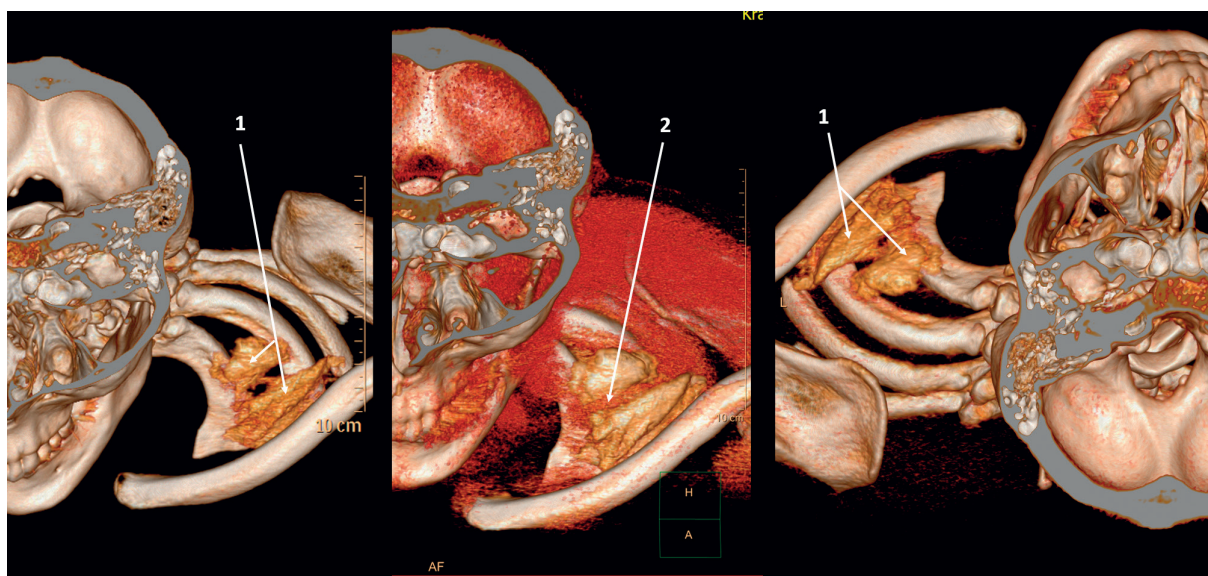
NERVUS SUPRASCAPULARIS

Jediným nervem s významnou senzitivní složkou, který opouští brachiální plexus nad prvním žebrem, je n. suprascapularis. Supraskapulární nerv zajišťuje větší část senzitivní inervace ramenního kloubu. Průběh supraskapulárního nervu je intimně svázán s fasciálními obaly dolní hlavy m. omohyoides.

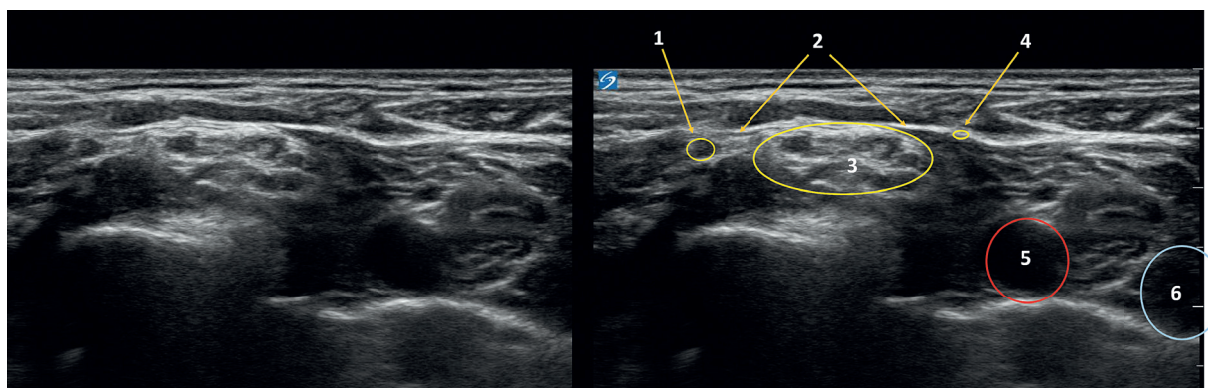
Fasciální obaly m. omohyoides jsou unikátní, protože vytvářejí spojení mezi přední (viscerální) a zadní hlubokou fascií a zároveň vytvářejí funkční spojení s povrchní fascií krku. Kranální část omohyoidního svalu se upíná na jazylce a souvisí s přední částí hluboké krční fascie. V úseku, kde se m. omohyoides kříží s musculus sternocleidomastoideus, je do svalu vložena plochá šlacha srostlá s povrchní krční fascií. Funkce svalu je stahovat jazyk. Při pohybech krku vyvíjí tato šlacha tah na vena jugularis a zvětšuje v ní průtok krve [9]. Od spodního okraje dolní hlavy svalu je napjata poměrně silná fascie, která se upíná na klíční kost dvěma listy z vnitřní i zevní



Obr. 2 3D rekonstrukce šíření tekutiny po aplikaci 10 ml fyziologického roztoku do fasciálního prostoru mezi m. levator scapulae (hypaxiální sval) a skupinu erektorů (epaxiální svaly)



Obr. 3 3D rekonstrukce šíření tekutiny po aplikaci 10 ml fyziologického roztoku do fascie mezi m. scalenus medius a m. omohyoideus; jehla směřovala laterálním směrem. Je patrné, že tekutina se nešíří směrem k interskalenickému prostoru a n. phrenicus není tekutinou zasažen.
1 – náplň fasciálního prostoru, 2 – dolní hlava m. omohyoideus



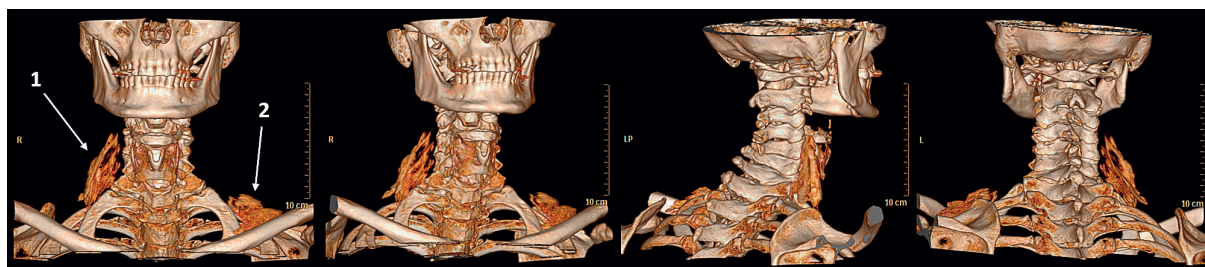
Obr. 4 Ultrazvukový obraz krku v úrovni C 6.7
1 – levý supraskapulární nerv, 2 – fascie k m. omohyoideus, 3 – brachiální plexus, 4 – n. subclavius, 5 – arteria carotis, 6 – v. jugularis

stany, čímž pomáhá udržovat tvar krku a polohu vnitřních struktur. Pod klíční kostí pokračuje tato fascie jako fascie klavipektorální. Dolní hlava m. omohyoideus ve svém průběhu k horní hraně lopatky kříží zepředu všechny skalenické svaly. Do fasciálního prostoru, který vzniká mezi středním a zadním skalenickým svaem a mezi vnitřní částí fascie dolní hlavy m. omohyoideus, vniká směrem laterodorzálním supraskalenický nerv (obr. 3). Nerv je doprovázen stejnojmennou tepnou a žilou až k inserci m. omohyoideus na horní hraně lopatky. Nerv a cévy pak dále pronikají na zadní část lopatky pod ligamentum transversum scapulae superius a pokračují do oblasti ramenního kloubu. U štíhlých jedinců lze průběh nervu sledovat až k lopatce (obr. 4). Aplikace přiměřené

dávky lokálního anestetika do vnitřní části fasciálního prostoru omohyoideu směrem k lopatce omezuje šíření LA zpět do skalenické fascie, do oblasti průběhu frenického nervu.

Nervus subclavius. Zhruba ve stejné úrovni, kde laterálním směrem od průběhu brachiálního plexu odbočuje n. suprascapularis, opouští brachiální plexus na mediální straně motorický n. subclavius ke stejnojmennému svalu (obr. 3). Nerv dále probíhá ve fasciích mezi dolní hlavou m. omohyoideus a klíční kostí.

Nervus thoracicus longus se neúčastní standardního průběhu brachiálního plexu skalenickou fascií. Zůstává zprvu mediálně v paravertebrálním prostoru a poté běží mezi fasciemi scalenus medius a scalenus dorsalis znázorněné na obrázku 5. Zadní



Obr. 5 3D rekonstrukce šíření tekutiny po aplikaci 10 ml fyziologického roztoku do pravého fasciálního prostoru mezi m. scalenus dorsalis a m. levator scapulae. Zároveň je patrné na levé straně náplň fascie m. omohyoideus rovněž 10 ml fyziologického roztoku.

skalenický sval se upíná na druhé žebro a poskytuje prostor pro průnik n. thoracicus longus na zevní část hrudníku a pak dále směřuje k jednotlivým snopcům m. serratus anterior. Blokáda tohoto nervu se provádí pro prevenci chronických bolestí při operacích v axile.

Nervus dorsalis scapulae využívá fasciální prostor mezi m. levator scapulae a erektory krční oblasti krku, což je fasciální prostor mezi hypoxiálními a epaxiálními svaly (obr. 5). Motoricky zásobuje mm. rhomboidei a m. levator scapulae.

NERVUS PHRENICUS

Dalším nervem, který se formuje v proximální části brachiálního plexu z předních větví C3-4 je motorický nervus phrenicus. Ve svém průběhu křížuje mediálním směrem ve fascii ventrální stranu předního skalenického svalu a zůstává v prostoru skalenické fascie až do oblasti prvního žebra. Plynule přechází do fasciálních prostor horního mediastina společně s vena jugularis (obr. 6-7).

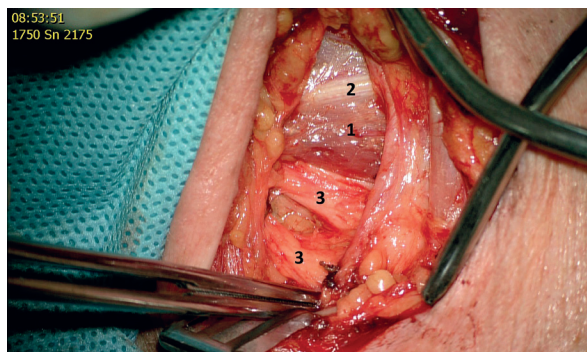
Průběh n. phrenicus si v popisu fasciálních prostor krku zaslouží zvláštní pozornost. Jeho přítomnost ve skalenické fascii vede často k nechtěné blokáde, která může vyústit v klinicky závažný stav. Nechtěná blokáda snižuje ventilační kapacitu u zdravých jedinců o zhruba o 15-20 %. U zdravých jedinců je to stav klinicky nevýznamný. U ventilačně kompromitovaných může ale jednostranná blokáda způsobit až 40% snížení ventilační kapacity. Klinické projevy u kompromitovaných nemocných mohou být závažné zejména tam, kde je již významně omezena hrudní složka dýchání, která kompenzuje výpadek břišní složky [10-15].

Lokální anestetikum (LA) podané k brachiálnímu plexu se volně šíří ve skalenické fascii [16]. Zda-li LA ovlivní frenický nerv, závisí především na objemu anestetika a na místě aplikace. Šíření anestetika lze ovlivnit i úpravou tlakových poměrů a směřováním proudu aplikované látky. Podání anestetika do distálnější části interskalenického prostoru snižuje pravděpodobnost blokády.

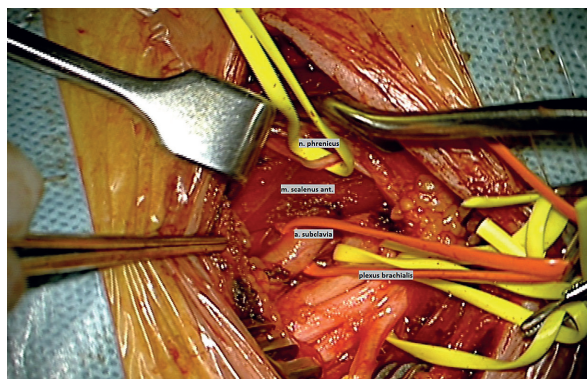
Triky, jak omezit možnost blokády n. phrenicus 1. Při interskalenickém bloku

a) Provádět blok pod ultrazvukovou (UZ) kontrolou a aplikovat jen takové množství lokálního anestetika, které spolehlivě obalí potřebné svazky (5-7 ml).

b) Pokud lze UZ identifikovat n. suprascapularis a n. axillaris, provést u dechově kompromito-



Obr. 6 Hum. Na obrázku pořízeném během operačního výkonu na brachiálním plexu je patrná skalenická fascie, která pokrývá i n. phrenicus. 1 – přední skalenus, 2 – nervus phrenicus, 3 – brachiální plexus



Obr. 7 Vertikální řez axilou 1 – m. omohyoideus, 2 – clavicula, 3 – m. subclavius, 4 – m. pectoralis major, 5 – fascia clavipectoralis, 6 – m. pectoralis minor, 7 – axilární fascie, 8 – lopatka, 9. v. axillaris, 10 – m. subscapularis, 11 – pochva a. axillaris a brachiálního plexu

vaných pacientů selektivní blokádu obou nervů mimo oblast skalenické fascie.

c) Interskalenickou blokádu provést co nejdál- něji (n. phrenicus je více vzdálen a leží mediálně), proud anestetika směřovat laterálně.

d) Provést mírný mechanický tlak (například prstem) na vnější stranu předního skalenického svalu, a tím omezit mediální šíření LA.

2. Při podklíčkových blocích s UZ asistencí

Omezit dávku anestetika a aplikovat frakcio- novaně pod nízkým tlakem. (Viz dále – spoléháme se na rezistenci pod prvním žebrem „přesýpací hodiny“.)

AXILA

Axila je prostor mající tvar zaobleného jehlanu s vrcholem směřujícím podél tepny a brachiálního plexu do interskalenické štěrbiny.

Přední axilární řasa (plica axillaris anterior) je tvořena okrajem m. pectoralis major, který je obalen povrchovou hrudní fascií. Pod velkým prsním sva- lem leží m. pectoralis minor, který je obalen klavikopektorální fascií společně s m. subclavius a klavipektorální fascie tvoří anteromediální stěnu axily (obr. 8–9).

Zadní axilární stěnu tvoří fascie m. subscapu- laris, m. teres major a m. latissimus dorsi. Dolní

okraj obalů těchto svalů vytváří zadní axilární řasu (plica axillaris posterior).

Mediální stěnu tvoří stěna hrudníku, která je krytá fascií m. serratus anterior.

Laterální stěna je tvořena úpony a fasciemi, caput breve m. bicipitis brachii a m. coracobrachialis.

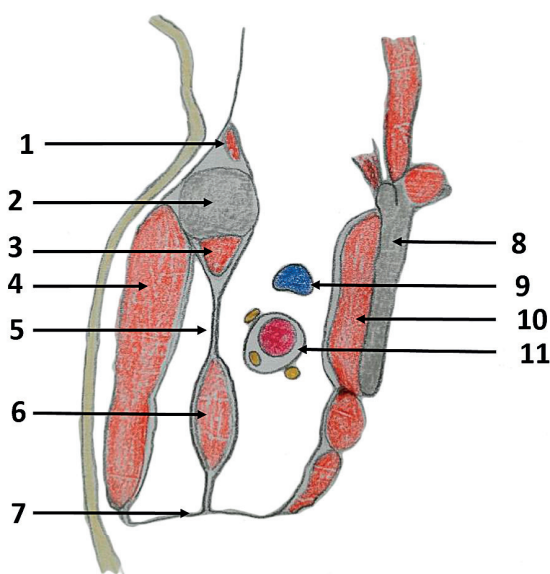
Dno axily je tvořeno axilární fascií, která je mírně vtažená vzhůru a přebíhá přes obě axilár- ní řasy. Vytváří přechod mezi fascia pectoralis superficialis a fascia brachialis. Shora se do ní upíná fascia clavipectoralis a táhne ji vzhůru (lig. suspensorium axillae) (obr. 8–9).

Vrchol axily je sevřen do trojúhelníkovitého prostoru ohraničeného úpony svalů na korakoid- ním výběžku lopatky, úpony svalů na klíční kosti a prvních dvou žebrech. Mezi úpony středního a předního skalenického svalu, které jsou na prv- ním žebře, vstupuje do těchto prostor nervově cévní svazek obsahující větvící se brachiální plexus a axilární arterii.

Fascie poskytují vedle mechanické ochrany a podpory také prostor pro cévní a lymfatické struk- tury. Obecně se dá říci, že mohutnost obalů jed- notlivých orgánů v těle závisí i na jejich relativní velikosti. Brachiální plexus je mezi skalenickými svaly a v axile tak velkou anatomickou strukturou, že disponuje silnými fasciálními obaly, které kla- dou překážku pro průchod lokálního anestetika a vytváří „pochvu“ brachiálního plexu (obr. 10). Pevnost a tloušťka pochvy brachiálního plexu je velmi individuální. U silových sportovců a těž- ce manuálně pracujících může být velmi pevná a klást dokonce odpor při punkci.

Ve vrcholu axily, existuje pro průnik tekutin po- chvou brachiálního plexu relativní resistance. Na obrázku 11 je tato resistance ve tvaru přesýpacích hodin. Tuto „úžinu“ tvoří dílem medio-ventrálně m. subclavius a dílem z dorsolaterálně strany m. serratus anterior (obr. 12). Lze spekulovat i o vlivu intimně přítomné tepny na distribuci anestetika.

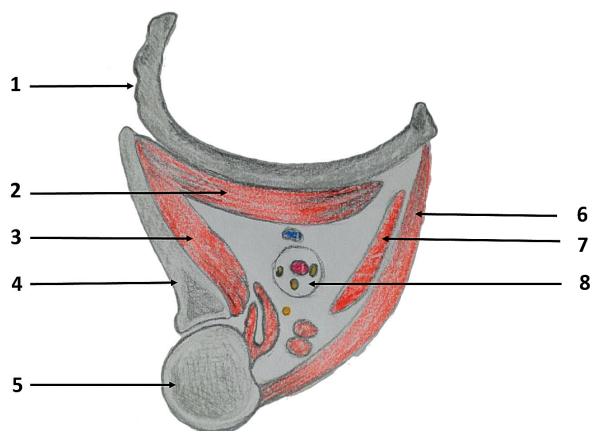
Prostor mezi úpony předního a středního ska- lenického svalu na první žebro poskytuje nejprí- hodnější místo pro blokádu brachiálního plexu. Z praktického hlediska lokální anestetikum apli- kované do pochvy brachiálního plexu v oblasti prvního žebra má největší šanci proniknout ke všem senzitivním nervům brachiálního plexu pro horní končetinu. Nebezpečí však číhá v intim- ní blízkosti pleury. Při blokáдах naslepo nebo s použitím elektrostimulace, je „supraklavikulár- ní“ přístup diskriminován nepřiměřeně častým výskytem punkčních pneumotoraxů. Asistence ultrazvuku (UZ) a s ním spojená možnost vizuali- zace jednotlivých struktur tohoto prostoru, včet- ně pleury, zvýšila bezpečnost a vedla k renesanci „supraklavikulárního“ přístupu [18].



Obr. 8 Horizontální řez axilou
1 – žebro, 2 – m. serratus ant., 3 – m. subscapularis, 4 – lopatka,
5 – humerus, 6 – m. psoas major, 7 – m. psoas minor,
8 – společná pochva axilární arterie a brachiálního plexu

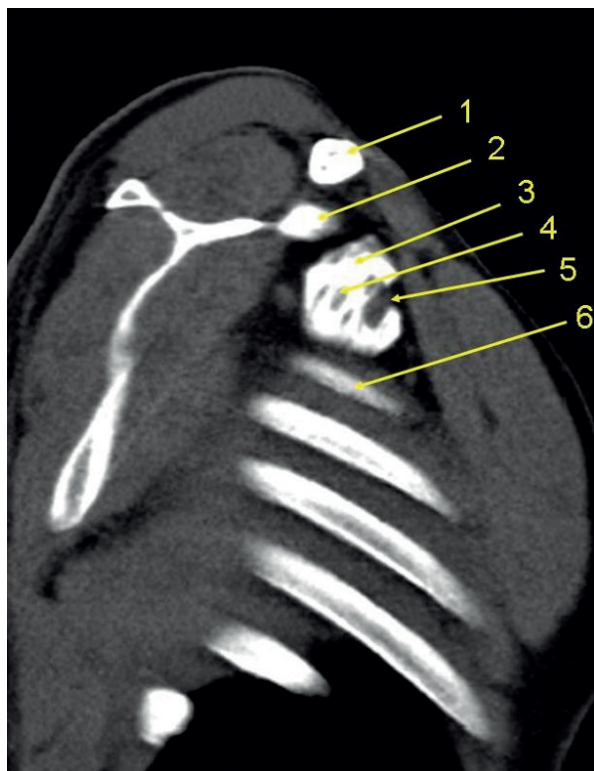
Jak vypadá brachiální plexus v axile?

Během průběhu brachiálního plexu axilou se vytváří terminální smíšené i motorické nervy pro horní končetinu. Fascie dorzálního svazku se oddělují ze společné fasciální pochvy proximálně,



Obr. 9 Horizontální řez axilou

1. první žebro, 2. m. serratus, 3. m. infrascapularis, 4. lopatka, 5. humerus, 6. m. pectoralis major, 7. m. pectoralis minor, 8. nervové-cévní svazek



Obr. 10 CT šikmý řez axilou s náplní pochvy brachiálního plexu

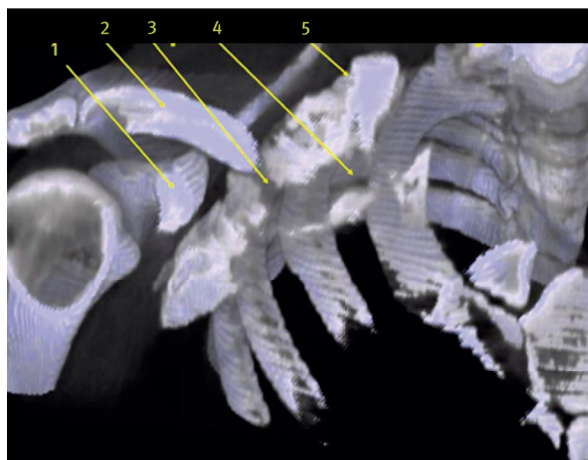
1 – klíční kost, 2 – korakoidní výběžek, 3 – tekutina v pochvě brachiálního plexu, 4 – nerv, 5 – a. subclavia, 6 – první žebro

kdežto mediální a laterální svazek spolu často pokračují distálněji až do míst vzniku n. medianus.

Z dorzálního svazku se ve vrcholu axily formují motorické nervy n. subscapularis a nervus



Obr. 11 Náplň pochvy brachiálního plexu pod prvním žebrem. Je patrný otisk 1 – a. axillaris a 2 – m. subclavius



Obr. 12 Šikmá projekce a rekonstrukce náplně pochvy brachiálního plexu

1 – korakoidní výběžek, 2 – klíční kost, 3 – stín m. infraclavicularis, 4 – arterie subclavia, 5 – kraniální část náplně pochvy brachiálního plexu

thoracodorsalis a distálněji odstupují smíšené nervy n. axillaris a n. radialis.

Proximálně z laterálního svazku vzniká n. musculocutaneus. Po krátkém průběhu se zanožuje dorzolaterálně mezi úpony m. coracobrachialis a caput brevis m. biceps, které začínají na korakoidním výběžku lopatky. Vniká do úzké

štěrbiny mezi úpony těchto svalů, které svojí tenzí brání volnému šíření tekutiny a LA se tak dostává k n. musculocutaneus velmi obtížně. N. musculocutaneus motoricky zásobuje m. coracobrachialis, m. biceps a m. brachialis. Terminální senzitivní část prochází mezi fasciemi m. biceps a m. brachialis do podkoží nad loketní jamkou a senzitivně inervuje radiální část předloktí. Pokud je anestezie n. musculocutaneus pro výkon žádoucí a volbou je axilární přístup, doporučujeme axilární blok vždy doplnit selektivní blokádou n. musculocutaneus pod UZ kontrolou mezi fasciemi m. biceps a m. coracobrachialis. Zde je nerv pomocí UZ snadno identifikovatelný jako trojúhelníkovitý hypoechogenní útvar.

Při standardním axilárním přístupu bývá dosaženo úplné blokády brachiálního plexu až po retrográdním naplnění značné části pochvy brachiálního plexu, což vyžaduje podání relativně velkého objemu anestetika. Někteří autoři zlepšují výsledky axilárního přístupu požitím dvou míst pro aplikaci LA, první do společného prostoru mediálního a laterálního svazku a druhé podání je do fasciálního prostoru dorzálního svazku. UZ asistence i zde zlepšuje úspěšnost blokády [19].

NERVY, KTERÉ ZÁSObUJÍ SENZITIVNĚ HORNÍ KONČETINU A NEJSOU SOUČÁSTÍ BRACHIÁLNÍHO PLEXU

Z podkoží na povrch k vnitřní ploše paže vystupuje n. intercostobrachialis, který vytváří spojky mezi n. cutaneus brachii med. a n. intercostalis z druhého a třetího hrudního prostoru. Blokádu těchto nervů provádíme podkožní infiltrací. Fasciální prostory zde neidentifikujeme.

TERMINÁLNÍ NERVY

Neklademe si za cíl konkurovat renomovaným anatomickým učebnicím, které jsou nicméně nutné pro další studium. V této kapitole zmíníme u jednotlivých periferních nervů jen lokality v době ultrazvukové viditelných fasciálních prostorech, které jsou vhodné pro snadnou identifikaci a provedení blokády.

Blokády jednotlivých periferních nervů se idikují jako blokády doplňkové nebo samostatně u dobře lokalizovaných výkonů. Blokáda n. axillaris doplňuje blokádu n. suprascapularis pro oblast ramene. Blokády ostatních jednotlivých terminálních nervů nebo jejich kombinaci volíme nejčastěji pro chirurgii ruky. Selektivní blokády na horní končetině jsou zejména vhodné pro výkony s jednodenní hospitalizací. Nespornou výhodou perifernějších blokády je i minimální ovlivnění pooperační mobility.

Terminální nervy zadního svazku

N. axillaris inervuje spolu s supraskapulárním nervem oblast ramene. Běží spolu s arterií a venou axillaris dorzálně za hlavičkou humeru pod m. teres minor a deltovým svalem, kde se větví, aby zásoboval distální a ventrální části ramene. Společný prostor tepny a nervu axilárního můžeme v dorzolaterálním pohledu UZ identifikovat podle přítomnosti tepny a vazivových struktur (obr. 13).

N. radialis je silný nerv z fasciculus posterior (C5–C8, ev. Th1) zpočátku uložen na zadní stěně axily a za a. brachialis distálněji vstupuje do sulcus n. radialis. Spirálovitě obtáčí tělo humeru spolu s a. profunda brachii. Běží ve fascii mezi mediální a laterální hlavou trojhlavého svalu pažního (obr. 14).

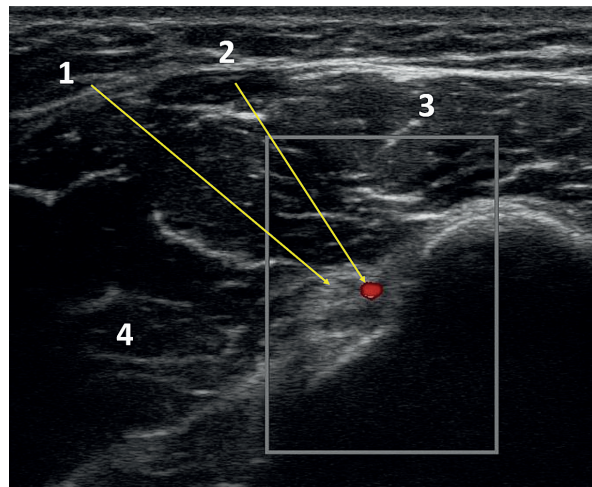
Identifikace je vhodná v polovině paže na její dorzální straně. LA se aplikuje mezi mediální a laterální hlavu musculus triceps brachii před rozdělením nebo v místě rozdělení nervu na hlubokou a povrchní větev. Pro anestezii vnější strany kůže paže je třeba aplikovat LA proximálně, protože kožní větev, nervus cutaneus brachii posterior, se odděluje někdy již v axile a inervuje kůži na zadní ploše paže až k loketnímu kloubu.

Nn. subscapulares a n. thoracodorsalis jsou motorické nervy, jejichž blokády zatím nenašly uplatnění v regionální anestezii (RA).

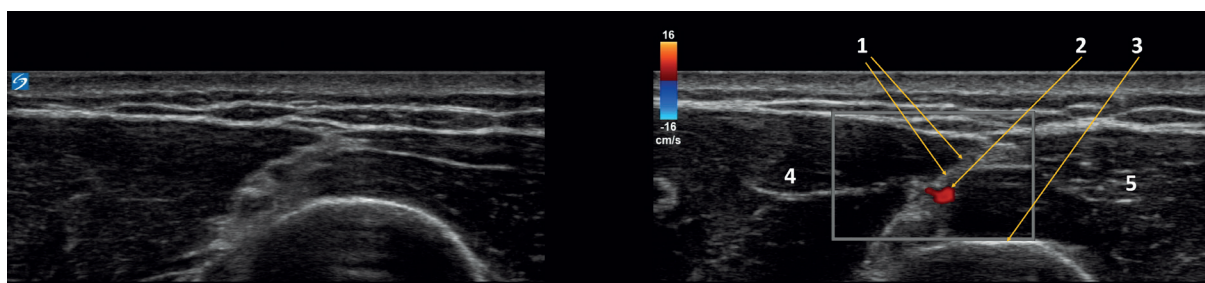
Laterální svazek

N. dorsalis scapulae, n. suprascapularis, phrenicus a subclavius odstupují nad prvním žebrem. Pod prvním žebrem odstupují tyto nervy: **n. pectoralis lateralis, n. musculocutaneus** a **laterální část n. medianii**.

N. musculocutaneus, pro periferní blok (viz výše) volíme UZ asistovanou blokádu ve fascii me-



Obr. 13 UZ obraz boční strany proximální paže (colour doppler)
1 – n. axillaris, 2 – a. axillaris, 3 – m. deltoideus, 4 – m. teres minor



Obr. 14 UZ obraz (colour doppler) zadní střední části paže
1 – n. radialis po rozdělení na povrchní a hlubokou větev, 2 – a. brachii profunda, 3 – humerus, 4 – střední hlava m. triceps, 5 – laterální hlava tricepsu

zi m. biceps brachii a m. coracobrachialis, kde je ultrazvukem snadno k nalezení. Lze ho sledovat ještě o něco distálněji mezi fasciemi, kde se záhy dělí. Jeho drobná senzitivní větvíčka sestupuje mezi m. biceps a m. brachialis, proráží fascii, přidává se k vena cephalica antebrachii, inervuje kůži laterální poloviny předloktí a pokračuje jako n. antebrachii lateralis. Senzitivní část nervu lze UZ identifikovat poměrně složitě na laterální hraně dvojhlavého pažního svalu.

N. pectoralis lateralis je motorický nerv, který kříží axilární tepnu a žílu proniká klavipektorální fascií, aby inervoval velký prsní sval. Anestezie (PESC I.) se provádí při operacích prsů, zejména jako prevence chronické bolesti (detaily budou uvedeny v následujícím článku).

N. medianus vzniká spojením částí mediálního a laterálního svazku.

Nervus medianus pokračuje s pažní tepnou ve společných fasciálních prostorách až do oblasti lokte. Tam se arterie dělí na radiální a ulnární část a n. medianus pokračuje v ose předloktí na volární straně, kde je UZ dobře identifikovatelný ve fasciálních strukturách flexorů ruky (obr. 15). Vhodné fasciální prostory pro blok jsou ve střední část předloktí. Nerv zde leží ve fasciálním prostoru mezi m. flexor dig. profundus a superficialis, radiálně je flexor pollicis longus.

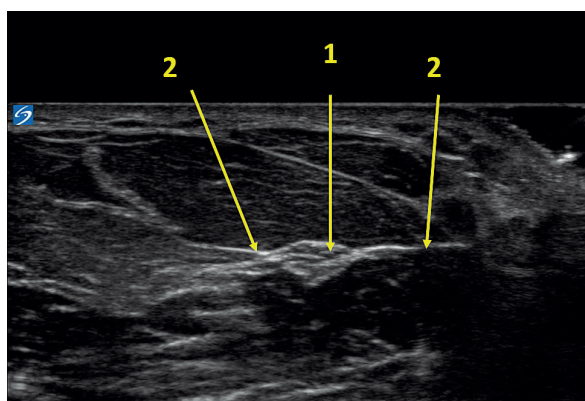
Senzitivně inervuje volární část předloketní kosti a radiální část dlaně. V distální části ruky je jeho UZ identifikace ztížena výskytem svalových šlach. Do dlaně vniká cestou karpálního tunelu.

Mediální svazek

Postupně se oddělují:

N. pectoralis medialis běží mediálně napříč axilou k malému prsnímu sval, který motoricky inervuje z vnitřní strany. Detaily inervace prsních svalů budou uvedeny v následujícím článku v rámci pojednání o fasciích hrudníku.

N. antebrachii brachii medialis a nervus cutaneus antebrachii medialis (C8–Th1) jsou slabší

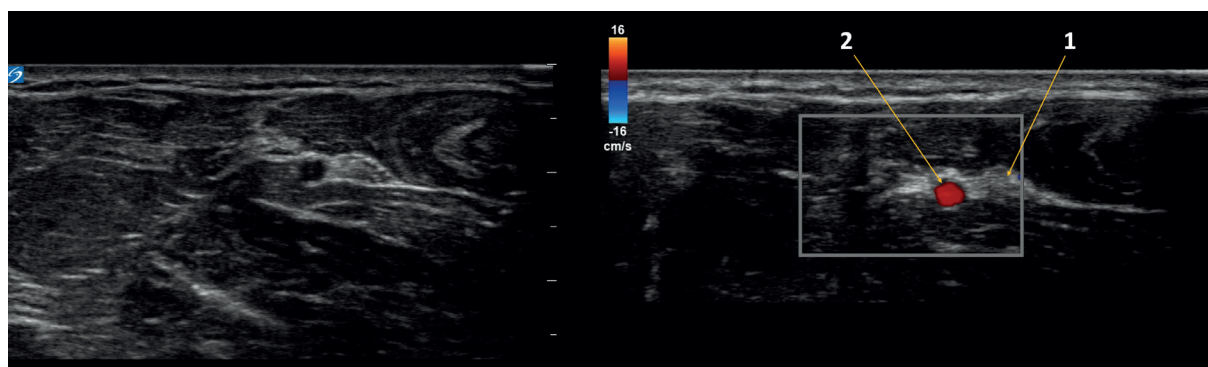


Obr. 15 UZ obraz n. medianus
1 – nervus medianus, 2 – fascie mezi povrchními a hlubokými flexory ruky

senzitivní nervy, zpočátku provází v. brachialis, prostupují skrze hiatus basilicus, pronikají do podkoží. Konečné větve n. cutaneus antebrachii medialis na ulnární straně předloktí jsou – ramus anterior (radiálně od žíly, inervuje přední stranu ulnární části předloktí), ramus ulnaris (ulnárně od žíly, zatáčí na dorzální ulnární stranu předloktí).

N. ulnaris běží na paži s v. basilica ve fascii mezi flexory a extensory předloktí, v „septum intermusculare brachii mediale“. Humerus mívá za mediálním epikondylem v sulcus nervi ulnaris. Na hranici proximální třetiny předloktí se k jeho průběhu připojuje z mediální strany a. ulnaris (obr. 16). Zde je dobře ultrazvukově identifikovatelný a vhodný k provedení RA. Aplikace LA je do fasciálního prostoru mezi flexor digitorum profundus a m. flexor carpi ulnaris.

Terminologická poznámka: Pro účely tohoto článku je použita zjednodušená terminologie fascií. Nezmiňujeme povrchní krční fascii a pro povrchní část hluboké fascie krční užíváme název povrchní fascie.



Obr. 16 Ultrazvukový obraz (colour doppler) ulnární části středního předloktí
1 – ulnární nerv, 2 – ulnární tepna ve společné fascii mezi flexory ruky

LITERATURA

- Nalos D, Doležal D, Mach D. Nové horizonty v regionální anestezii – fascie a ultrazvuk. *Anest intenziv Med.* 2019;30:80–85.
- Nalos D. Fasciální prostory na krku pro regionální anestezii. *Anest intenzi Med.* (v tisku)
- Nalos D, Mach D. Periferní nervové blokády. 1. vyd. Praha: Grada, 2010: 100.
- Andreae MH, Andreae DA. Regional anaesthesia to prevent chronic pain after surgery: a Cochrane systematic review and meta-analysis. *J Anaesth.* 2013;111:711–720.
- Stecco C. Functional atlas of the human fascial system. Edinburgh, UK: Churchill Livingstone Elsevier, 2015:59.
- Lesondak D. Fascia. Handspring Publishing, 2017.
- Adstrum S, Hedley G, Schleip R, et al. Defining the fascial system. *J Bodyw Mov Ther.* 2017;21:173–177.
- Guidera AK, Dawes PJ, Fong A, Stringer MD. Head and neck fascia and compartments: no space for spaces. *Head Neck.* 2014;36:1058–1068.
- Čihák R. Anatomie I. 2. vyd. Praha: Grada, 2001:497.
- Urmey WF, Mc Donald. One hundred percent incidence of hemidiaphragmatic paresis associated with interscalene brachial plexus anesthesia as diagnosed by ultrasonography. *Anest Analg.* 1991;72:498–503.
- Riazy S, et al. Effect of local anesthetic volume (20 vs 5 ml) on efficacy and respiratory consequences of ultrasound guided interscalene brachial plexus block. *Br J Anaesth.* 2008;101.
- Aliste J, Bravo D, Fernández D, et al. A Randomized comparison between interscalene and small-volume supraclavicular blocks for arthroscopic shoulder surgery. *Reg Anesth Pain Med.* 2018;43:712–719.
- Tran DQH, Elgueta MF, Aliste J, Finlayson RJ. Diaphragm-sparing nerve blocks for shoulder surgery. *Reg Anesth Pain Med.* 2017;42:32–38.
- Kang RA, Chung YH, Sangwook J, et al. Reduced hemidiaphragmatic paresis with a „corner pocket“ technique for supraclavicular brachial plexus block: single-center, observer-blinded, randomized controlled trial. *Reg Anesth Pain Med.* 2016;43:195–204.
- Auyong DB, et al. Comparison of anterior suprascapular, supraclavicular, and interscalene block approaches for major outpatient arthroscopic shoulder surgery. *Anesthesiology.* 2018;129:47.
- Winnie AP, Ramamurthy S, Durrani Z, Radonjic R. Interscalene cervical plexus block: a single-injection technic. *Anesth Analg.* 1975;54:370–375.
- Nalos D. Infraklavikulární blokáda brachiálního plexu. *Anest neodklad Péče.* 1993;4:98–99.
- Choi S, McCartney CJL. Evidence base for the use of ultrasound for upper extremity blocks: 2014 Update. *Reg Anesth Pain Med.* 2016;41:242–251.
- Vandepitte K, Lopez AM, Jalil H. In: Hadzi's Textbook of Regional Anesthesia. 2nd ed. Mc Graw-Hill edition, 580–585.

Práce je původní, nebyla publikována ani není zaslána k recenznímu řízení do jiného média.

Autor prohlašuje, že v souvislosti s tématem práce nemá střet zájmů.

Poděkování: prim. MUDr. Filipovi Cihlářovi, Ph.D., a MUDr. Luboši Beňovi za pomoc při získávání CT dokumentace.

Do redakce došlo dne 17. 9. 2019.

Do tisku přijato dne 11. 11. 2019.

Adresa pro korespondenci:

MUDr. Daniel Nalos
nalosdan@seznam.cz