

VETERINÁRNÍ UNIVERZITA BRNO

Fakulta veterinárního lékařství

Klinika chorob psů a koček



REGIONÁLNÍ ANESTEZIE KONČETIN U MALÝCH ZVÍŘAT

Michal Radó

Nina Bestrová

Petr Raušer

Brno 2024

Projekt IVA VETUNI

2024FVL/1660/13

Obsah

1	POMŮCKY PRO NERVOVÉ BLOKÁDY	3
1.1	Jehly	3
1.2	Periferní nervové lokátory	5
1.3	Ultrazvukem řízené blokády periferních nervů	6
1.4	Kombinace nervových lokátorů s ultrazvukem	7
1.5	Látky používané pro lokální anestezii	8
1.5.1	Lokální anestetika	8
1.5.2	Kombinace lokálních anestetik	8
1.5.3	Látky přidávané k lokálním anestetikům	9
2	REGIONÁLNÍ INTRAVENÓZNÍ ANESTEZIE	10
3	NERVOVÉ BLOKÁDY NA HRUDNÍ KONČETINĚ	13
3.1	Intraartikulární analgezie ramene a lokte.....	13
3.1.1	Aplikace do ramenního kloubu	13
3.1.2	Aplikace do loketního kloubu	14
3.2	Blokáda <i>plexus brachialis</i>	14
3.2.1	Blokáda <i>plexus brachialis</i> s využitím neurostimulace.....	15
3.2.2	Kombinovaná ultrasonograficko-neurostimulačně řízená blokáda	17
3.2.3	Kontinuální blokáda <i>plexus brachialis</i>	18
3.3	RUMM blok.....	18
3.4	Blokáda nervů na prstech hrudní a pánevní končetiny	21
4	NERVOVÉ BLOKÁDY NA PÁNEVNÍ KONČETINĚ	22
4.1	Intraartikulární analgezie kyčle a kolene	22
4.1.1	Aplikace do kyčelního kloubu	22
4.1.2	Aplikace do kolenního kloubu	23
4.2	Epidurální anestezie.....	24
4.2.1	Látky pro epidurální anestezii	27
4.3	Blokáda <i>plexus lumbalis</i> (" <i>Psoas block</i> ")	27
4.4	Blokáda <i>nervus ischiadicus</i>	31
4.5	Blokáda <i>nervus femoralis</i>	34

1 POMŮCKY PRO NERVOVÉ BLOKÁDY

1.1 Jehly

Pro nervové blokády se používá množství různých typů jehel a katétrů. Jehly se vybírají podle hrotu, délky a tloušťky jehly, absence nebo přítomnosti izolace a preference veterinárního lékaře v závislosti na velikosti zvířete a plánovaném výkonu. Pokud výrobce neuvádí jinak, všechny jehly používané pro lokální a regionální anestezii jsou určeny k jednorázovému použití.

Hrot jehly

Tvar hrotu jehly může ovlivnit schopnost penetrace tkáněmi. Jehly běžně používané pro infiltrační lokální anestezii nebo pro blokádu snadno palpovatelného povrchového nervu (např. pro nervové blokády ve stomatologii) nejsou vhodnou volbou pro provádění hlubších regionálních anestetických blokády, jako jsou epidurální blokády nebo blokáda *pl. brachialis*. Hypodermální jehly jsou speciálně navrženy pro průnik do tkání s minimálním odporem, takže mají 15° zkosení hrotu a ostré hrany často neumožňují anesteziologovi cítit průnik do různých tkání. Z tohoto důvodu je při provedení hlubších blokády obtížné určit, kde se nachází hrot jehly, což zvyšuje riziko poranění zvířete a negativně ovlivňuje schopnost umístit hrot jehly do blízkosti cílových nervů. K provádění povrchových nervových blokády by se měly používat pouze hypodermální jehly malého průměru (22 – 30G), protože je méně pravděpodobné, že způsobí poškození nervu než jehly většího průměru (14 – 20G).

Když má jehla během prováděné blokády procházet více tkáněmi a chceme snížit riziko poranění důležitých anatomických struktur jako jsou cévy a nervy, je preferováno použití tupých, krátkých jehel se zkoseným hrotem, nebo jehel Tuohy. Tupý hrot jehly ovlivňuje subjektivní pocit při průniku jednotlivými vrstvami tkání a poskytuje anesteziologovi více "hmatových" informací o umístění hrotu jehly. Vzhledem k tomu, že jehly s tupým hrotem poskytují větší odpor při průniku tkáněmi, anesteziolog pocítí ztrátu odporu při pronikání určitými tkáňovými rozhraními (např. při průniku *ligamentum flavum* při epidurální anestezii). Při použití jehel s tupým hrotem (30° – 45° atraumatický) k provádění regionálních anestetických blokády je menší pravděpodobnost průniku hrotu jehly do perineuria.

Délka a tloušťka jehly

Požadovaná délka jehly závisí na předpokládané hloubce umístění cílových nervů. I když se s kratšími jehlami snáze manipuluje, mohou být příliš krátké na to, aby skutečně dosáhly cílové hloubky. S delšími jehlami je obtížnější manipulovat a měnit jejich směr. Zejména jehly menšího průměru se snáze ohýbají. Příliš dlouhá jehla může zvýšit riziko komplikací spojených s neúmyslným zavedením jehly příliš hluboko.

Jehly menšího průměru mají tendenci způsobovat menší bolest a menší riziko poranění tkáně. Jsou ale náchylnější k ohýbání než jehly s větším průměrem. Pro infiltrační anestezii a povrchové blokády se používají jehly malého průměru (25 – 27G), pro hlubší blokády se používají velké jehly (19 – 22G). Jehly s větším průměrem jsou méně náchylné k ohýbání a jejich velikost umožňuje snazší aspiraci a injekci, lepší zhodnocení odporu vůči aplikaci a možnost protažení zavedeného katétru jehlou v cílovém místě.

Spinální jehly

Spinální jehly o různé délce a průměru obsahují odnímatelné mandrény, které zabraňují pronikání tkáně nebo tekutiny do jehly při jejím vpichu. V medicíně malých zvířat se nejčastěji využívají jehly 20G a 22G o délce 4,5 a 7,5 cm.

Většina spinálních jehel má tupé hroty, které umožňují anesteziologovi snadněji rozpoznat, kdy pronikne do různých tkání. Ačkoli jsou tyto jehly tupější než injekční jehly, snadno pronikají tkáněmi. Pro některé blokády jsou preferovány také Tuohy jehly. Většina spinálních jehel má průhledný konus, který umožňuje vizuálně zkontrolovat přítomnost krve nebo mozkomíšního moku.

Spinální jehly používané ve veterinární medicíně jsou obvykle řezacího typu Quincke. Mají ostrý řezný hrot, který je vhodný pro průnik kůží, tukovou tkání i meziobratlovými vazy, přičemž jehly jsou dostatečně tupé na to, aby bylo dobře vnímáno pronikání různými tkáněmi.

Tuohy jehly

Tuohyho jehly mohou být izolované nebo neizolované a jsou charakterizovány zakřivením špičky jehly. Tuohyho jehly se běžně používají k jednorázové aplikaci nebo k zavádění epidurálních nebo perineurálních katétrů. Zakřivení špičky jehly pomáhá nasměrovat zaváděný katétr konkrétním směrem podél periferního nervu nebo do epidurálního prostoru.

Tuohy jehly mají zpravidla značky v rozestupu 5 – 10 mm, aby anesteziolog mohl odhadnout hloubku zavedení jehly. Znalost hloubky vpichu snižuje riziko komplikací.

Při použití Tuohy jehly ve spojení s epidurálními nebo perineurálními katétry by Tuohy jehly měly mít hladké zaoblené vnitřní úkosy, aby se minimalizovalo riziko poškození tkání při zasouvání katétru. Tuohy jehly nejsou tak ostré jako hypodermální jehly, v důsledku toho může anesteziolog lépe vnímat průnik jehly do různých tkání.

Tuohy jehly mají elektrodu umístěnou na přední hraně atraumatického zkosení. Tyto jehly se často používají při zavádění perineurálních katétrů. Jakmile je cílový nerv stimulační jehlou lokalizován, můžeme připojenou prodlužovací hadičkou aspirovat nebo injikovat roztok lokálního anestetika. Toto uspořádání umožňuje asistentovi sterilně zasouvat katétr, aniž by musel odpojit prodlužovací hadičku nebo stimulační svody.

Izolované jehly

Neizolované jehly (hypodermální a spinální) jsou takové, u kterých se po jejich připojení k perifernímu nervovému lokátoru uvolňuje stimulační proud po celé délce jehly. Neizolované jehly mají mnohem větší vodivou plochu než když se použije srovnatelná izolovaná jehla. Protože je intenzita proudu rozptýlena do celé délky neizolované jehly, je ke stimulaci periferního nervu vyžadován vyšší proud. Cílový nerv je pak stimulován i v případě, že se v jeho blízkosti nenachází pouze hrot jehly, ale jehla samotná. Z tohoto důvodu je míra úspěšnosti blokády nižší, když se používají neizolované jehly.

Izolované jehly jsou po celé své délce potaženy tenkou vrstvou nevodivého materiálu (teflonu) kromě malé oblasti na hrotu jehly. Po připojení k perifernímu nervovému lokátoru je proud veden po dřívku kovové jehly, aniž by se uvolnil do tkání, a proto se soustřeďuje pouze na hrot jehly. Protože je proud uvolňován pouze z hrotu izolované jehly, je ke stimulaci cílových nervů zapotřebí nižší intenzity proudu a pro pacienta je to méně bolestivé. Při použití

izolovaných jehel pro blokády periferních nervů lze k úspěšné identifikaci cílových nervů použít proudy nízké intenzity (0,2 – 0,5 mA).

Izolované jehly mají stejně jako Tuohy jehly laserem vyleptané 5 – 10 mm značky označující délku jehly, aby bylo možné odhadnout hloubku jejich zavedení.

Echogenní jehly

Někteří výrobci nabízejí jehly s hrotem zřetelněji viditelným na ultrazvuku (tzv. "reflektory"). Ultrazvukové vlny se odrážejí od jehly bez ohledu na její úhel a polohu vpichu, značky na hrotu jehly proto poskytují výbornou viditelnost jehly během ultrazvukového monitorování.

1.2 Periferní nervové lokátory

Při anestezii se nervové lokátory (stimulátory) používají především pro sledování úrovně blokády, po použití periferních nedepolarizujících myorelaxancií nebo pro lokalizaci nervů během svodné (lokoregionální) anestezie.

Nervový lokátor je zařízení, které se používá ke generování elektrického pole v tkáních obklopujících cílový nerv. Pokud nerv nese motorická vlákna, elektrický proud indukovaný nervovým lokátorem vyvolá depolarizaci nervu a následně kontrakci svalů inervovaných příslušným nervem. Viditelné kontrakce (záškuby) se používají k potvrzení elektrofyziologického bodu potvrzujícího správné umístění jehly.

Vzdálenosti, na kterou elektroda stimuluje nerv je definována Coulombovým zákonem

$$E = k (Q : r^2)$$

kde E je požadovaný proud, k konstanta, Q minimální proud a r vzdálenost.

Při použití izolované stimulační jehly s vodivou špičkou koreluje intenzita elektrického proudu potřebná ke spuštění svalové kontrakce se vzdáleností špičky jehly k nervu. Čím blíže je hrot jehly k nervu, tím nižší je elektrický proud potřebný k vyvolání odezvy. Minimální stimulační proud je nejnižší proud, který vyvolá jakýkoli stupeň svalové kontrakce, když je jehla umístěna ve správné poloze. Jakmile se objeví svalové záškuby, proud by měl být postupně snižován k nule, pak se proud postupně zvyšuje, dokud není znovu zaznamenán svalový záškrub. Tento proud je pak zaznamenán jako minimální stimulační proud.

Nervy postižené patologickým procesem obvykle vyžadují vyšší stimulační proud. Časté je to u geriatrických pacientů, pacientů s diabetickou neuropatií nebo u pacientů s terminálním selháním ledvin. Podobně ovlivňuje intenzitu svalových záškubů i myopatie stimulovaného svalu.

Při neurolokaci začínáme nerv stimulovat proudem 1,0 – 1,5 mA při trvání impulsu 100 – 150 μ s. Pokud na nerv ihned nenarazíme, opatrně vytáhneme jehlu na úroveň kůže a přesměrujeme její hrot, dokud nedojde ke svalovým kontrakcím. Po vyvolání stahu postupně snižujeme proud a upravujeme pozici hrotu jehly, dokud není svalový stah vyvolán i při proudu 0,2 – 0,5 mA. Aspirací bez přítomnosti krve vyloučíme intravaskulární vpich a pomalu aplikujeme lokální anestetikum. V průběhu aplikace by nemělo docházet k odporu, který by

indikoval intraneurální umístění hrotu jehly. Po aplikaci by měl být pacient sledován pro vyloučení případné systémové toxicity lokálního anestetika.

Obrázek 1: **Periferní nervový lokátor** (černý konektor slouží k napojení na jehlu, červený pro napojení na končetinu zpravidla pomocí krokosvorky)



1.3 Ultrazvukem řízené blokády periferních nervů

Pro provádění nervových bloků vzrůstá obliba kombinace ultrazvukem a elektrolokátorem řízené techniky. Ultrazvuk je užitečný pro vizualizaci hrotu stimulační jehly, periferních nervů a dalších důležitých anatomických struktur, jako jsou cévy, svaly a fascie v reálném čase.

Kvalita zobrazení blokováných nervových struktur závisí na kvalitě ultrazvukového přístroje, správném výběru sondy pro každé jednotlivé místo a na dovednostech lékaře. Je důležité znát anatomii blokové oblasti a nastavení přístroje pro optimalizaci obrazu. Periferní nervové blokády lze u zvířat provádět přenosnými ultrazvukovými přístroji. Vysokofrekvenční sondy (10 – 15 MHz) jsou vhodnější pro zobrazení povrchových nervů, které jsou uloženy v hloubce menší než 5 cm. Pro zobrazení hlubších struktur jsou vhodnější sondy o nižší frekvenci (4 – 7 MHz). Periferní nervy jsou obvykle lépe vizualizovány lineárními sondami. Při odlišení nervových struktur je nápomocný také barevný Doppler, který umožňuje odlišení vaskulárních a avaskulárních struktur.

Dobrá znalost anatomie blokové oblasti je pro interpretaci ultrazvukového zobrazení rozhodující. Při provádění periferních nervových bloků je také důležité identifikovat cévy, které se nacházejí v okolí. Nervy mají ultrazvukově homogenní strukturu, zatímco tepny jsou

více anechogenní se silnými stěnami. Před provedením blokády je důležité vypustit veškerý vzduch z injekčních systémů (jehla, stříkačka, katétr, spojovací hadička), protože jakmile je vstříknut anestetický roztok, i malé množství vzduchu způsobí v ultrazvukovém zobrazení artefakty.

Použití příčných řezů usnadňuje identifikaci nervů. Periferní nervy mají kulatý až oválný tvar s vnitřními hypoechogenními nervovými svazky obklopenými hyperechogenním epineuriem.

Když lokální anestetikum vytéká z hrotu jehly a šíří do jeho okolí, zobrazuje se jako anechogenní (tmavý) stín. Tekutina často tvoří prstenec kolem nervu, pozorování je označováno jako "tvar koblíhy". Tento příznak je důležité sledovat, protože pomáhá vyloučit intravaskulární aplikaci. Pokud nepozorujeme šíření lokálního anestetika kolem nervu, může docházet k intravaskulární injekci a to i bez aspirace krve, protože tlak aplikovaný snímačem může uzavřít žilní struktury a způsobit negativní aspiraci. Pokud nebyla injekční stříkačka řádně odzdušněna, v tekutině se zobrazí hyperechogenní artefakty (bublíny).

Techniky kombinace ultrazvuku s neurolokací jsou výhodné pro navedení jehly do správné polohy s větší přesností, čímž se zlepší úspěšnost blokády ve srovnání s konvenčními slepými nebo elektrolokačními technikami. Zkrátí se tím i doba provedení blokády, počet opakovaných vpichů jehly i míra poškození tkání. Použití barevného Dopplera je užitečné pro potvrzení krevních cév. Ultrazvukem lze také dobře sledovat perineurální šíření lokálního anestetika během injekce.

1.4 Kombinace nervových lokátorů s ultrazvukem

S dobrou znalostí topografické anatomie mohou být periferní nervové blokády úspěšně prováděny pouze za použití neurolokátoru. Ultrazvuk napomůže také při vyloučení tkáňových artefaktů.

Primárním nástrojem používaným k vedení jehly k nervu je ultrazvukem vytvořený dvourozměrný obraz. Tkáňové struktury jsou identifikovány buď jako skutečný nerv nebo jako struktura obsahující "neviditelný" nerv.

Nervový stimulátor je užitečný pro potvrzení, že vizualizovaná struktura je ve skutečnosti nerv a ne artefakt, jako je např. šlacha, céva, lymfatická uzlina a další. Někdy lze vidět pouze zóna uvnitř fascie, aniž by byl vizualizován skutečný nerv. V tomto případě lze jehlu neurostimulátoru použít k "prozkoumání" dané oblasti, jako by tomu bylo v případě, kdy není k dispozici ultrazvuk.

Nervový stimulátor je zpravidla používán jako primární nástroj pro lokalizaci nervu. Ultrazvuk slouží k potvrzení, že nalezená struktura je nerv a aplikace lokálního anestetika je správná.

Při použití nervového lokátoru společně s ultrazvukem nastavujeme frekvenci nervového stimulátoru na co nejnižší možnou (1 Hz). Výsledkem bude méně záškubů za sekundu což má za následek menší rušení ultrazvukového obrazu. Proud neurolokátoru nastavujeme na úroveň, u které předpokládáme svalové stahy pouze v případě těsného kontaktu mezi jehlou a nervem, tj. obvykle na 0,2 – 0,4 mA. Jakýkoliv vyvolaný stah považujeme za pozitivní odezvu bez jakékoli další potřeby upravovat polohu jehly.

1.5 Látky používané pro lokální anestezii

1.5.1 Lokální anestetika

Lidokain

Lidokain je jedním z nejčastěji používaných amidových lokálních anestetik. Poskytuje rychlý nástup účinku a středně dlouhou dobu působení. Běžně se používá pro svodnou anestezii, infiltrační anestezii, regionální intravenózní anestezii nebo pro desenzibilizaci sliznice nebo kůže. Pro chirurgickou anestezii se běžně aplikují koncentrace 1 – 2 %. Kromě toho se lidokain používá systémově intravenózně jako analgetikum a antiarytmikum.

Bupivakain

Bupivakain dalším z často používaných lokálních anestetik. Má pomalý nástup účinku, ale jeho anestetické a analgetické působení je delší než po podání lidokainu nebo mepivakainu. Bupivakain je však více kardiotoxický než jiná lokální anestetika. Často se používá k svodné anestezii v širokém rozmezí koncentrací 0,125 – 0,75 %, což umožňuje rozvoj diferenciální blokády – sensorické bez motorické blokády.

Levobupivakain

Levobupivakain obsahuje jeden ze dvou enantiomerů bupivakainu. Jeho účinky jsou podobné standardní racemické směsi. Hlavní výhodou použití levobupivakainu je výrazně nižší riziko kardiotoxicity ve srovnání s bupivakainem. Nástup a délka působení levobupivakainu se výrazněji neliší od bupivakainu.

Mepivakain

Mepivakain je lokální anestetikum amidového typu se středně dlouhou dobou působení a klinickým využitím podobně jako lidokain. Nástup účinků po aplikaci mepivakainu je podobný jako po lidokainu, délka jeho působení je však delší. Mepivakain se běžně používá pro svodnou anestezii, epidurální anestezii i infiltrační anestezii v koncentracích 1 – 2 %.

Ropivakain

Ropivakain je dlouze působící lokální anestetikum amidového typu. Je více toxický vůči kardiovaskulárnímu a nerovnému systému než předchozí látky. V nízkých koncentracích (0,25 – 0,5 %) má ropivakain pomalý nástup účinků podobně jako bupivakain. Při vyšších koncentracích (0,75 %) může být nástup jeho účinků stejně rychlý jako u mepivakainu. Při koncentracích nad 0,5 % vytváří ropivakain sensorickou blokádu podobnou blokáde po podání bupivakainu, ale s menší motorickou blokádu.

1.5.2 Kombinace lokálních anestetik

Pro zvýraznění žádoucích účinků jednotlivých látek lze lokální anestetika kombinovat. Typickým příkladem je kombinace lidokainu (pro rychlý nástup účinků) s bupivakainem (pro jeho delší dobu působení). Údaje o bezpečnosti, účinnosti nebo změně farmakokinetiky těchto směsí jsou omezené. Nástup účinků směsi může být nepředvídatelný. Následkem mísení

stejných dílů 2% lidokainu a 0,5% bupivakainu je poloviční koncentrace obou látek. Nižší koncentrace rychle působícího lidokainu a déle působícího bupivakainu může vézt k pomalejšímu nástupu účinků a kratší době působení než u každé látky aplikované samostatně.

Vzhledem k chybějícím informacím prokazujícím výhodu mísení jednotlivých lokálních anestetik je lepší vybrat jednu látku na základě jejich požadovaných a známých charakteristik jakými je doba nástupu účinku, délka jejího působení nebo potenciál pro diferenciální sensorické nebo motorické blokády a její použití podle aktuální potřeby.

1.5.3 Látky přidávané k lokálním anestetikům

Látky s vasokonstrikčními účinky

Do lokálních anestetik se často přidává adrenalin v poměru 1 : 200 000 (5 µg/ml). Dochází tím k prodloužení délky trvání blokády, zvýšení její intenzity, při infiltrační anestezii také k omezení krvácení.

Použití lokálního anestetika s látkou s vasokonstrikčními účinky může mít při svodné anestezii potenciálně škodlivé účinky na perfusi *vasa nervorum* s rizikem ischemického poškození nervu. U zdravých zvířat je však toto nebezpečí relativně malé. Zvýšené riziko je při použití lokálních anestetik s vasokonstrikčními látkami při epidurální anestezii nebo při nechtěné intravaskulární aplikaci této směsi.

Hydrogenuhličitan sodný

Lokální anestetika jsou slabé kyseliny s pH v rozmezí 3,9 – 6,7. Kyselé roztoky způsobují při aplikaci bolest. Pro snížení bolesti lze roztok lokálního anestetika smístit s hydrogenuhličitanem sodným (bikarbonátem). Lokální anestetika nelze alkalizovat na hodnoty pH vyšší než pH 6 – 8, jinak dojde k precipitaci roztoku. Při kombinaci lokálního anestetika s bikarbonátem může docházet ke zrychlení nástupu a prodloužení délky trvání blokády.

Alfa-2 adrenergní agonisté

Alfa-2 adrenergní agonisté se běžně používají pro potenci analgezie. Dexmedetomidin navozuje analgezii supraspinálními a spinálními mechanismy a má inhibiční účinky na vedení nervových impulsů. Dexmedetomidin zvyšuje lokální anestetický účinek prostřednictvím alfa-2A receptoru. Přidání dexmedetomidinu zlepšuje analgezii a prodlužuje dobu působení lokálních anestetik dvoj- až trojnásobně.

Opioidy

Přidáním opioidů k lokálním anestetikům umožníme uplatnit jejich analgetické účinky prostřednictvím supraspinálních a spinálních mechanismů, včetně omezení nocicepce zprostředkované vlákny C, která je nezávislá na jejich účincích na míchu. Do lokálních anestetik pro epidurální anestezii se běžně přidávají morfin (bez konzervans), sufentanil, fentanyl a další. Přidání opioidů vede ke zlepšení analgezie bez ovlivnění motorické blokády. Přidání morfinu k lidokainu pro epidurální anestezii u psů vede k prodloužené analgezii, aniž by se změnila doba trvání motorické blokády. Podobně lze kombinovat i bupivakain s fentanylem.

2 REGIONÁLNÍ INTRAVENÓZNÍ ANESTEZIE

Regionální intravenózní anestezie (RIVA, IVRA, Bier blok) je technika, kterou lze použít k peroperační analgezií trvajících méně než 90 minut při chirurgických zákrocích distálně od lokte nebo hlezna.

Na končetinu proximálně od místa chirurgického zákroku se aplikuje škrtidlo (turniket), distálně od něj se intravenózně injikuje lokální anestetikum. Dochází přitom ke srovnatelné úrovni peroperační analgezie pro chirurgické zákroky na distální hrudní končetině ve srovnání např. s blokádou *pl. brachialis*.

Výhodou RIVA jsou relativní jednoduchost, spolehlivost a konzistence jako analgetické techniky pro vybrané chirurgické výkony. Tato technika je podmíněna přiložením škrtidla proximálně od místa chirurgického zákroku, což omezuje krvácení během výkonu. Nevýhodou RIVA je doba omezující přiložení škrtidla a malou peroperační analgezií.

Technika RIVA bývá používána v kombinaci se sedací nebo s celkovou anestézií např. pro ošetření rány, odstranění cizího tělesa, amputace prstů, osteotomie, osteosyntézy nebo artrodézy.

Techniku RIVA není vhodné provádět při rozsáhlé infekci v místě výkonu nebo při klinicky významných srdečních arytmiích,

Lidokain je jedno z mála lokálních anestetik vhodných pro RIVA. Používá se v dávkách 2,5 – 5 mg/kg a koncentracích 0,25 – 2 %. Kvůli nebezpečí neúmyslné systémové intravenózní aplikace by neměl být použit lidokain obsahovat adrenalin ani žádné jiné konzervační látky. Bupivakain je více kardiotoxický oproti lidokainu, proto není pro RIVA vhodný. Alternativou lidokainu může být ropivakain s menší mírou kardio- a neurotoxicity než bupivakain a delším působením oproti lidokainu.

Vybavení

- Sterilní rukavice, pomůcky pro přípravu operačního pole, stříkačky, jehly.
- Intravenózní katétry (22 – 25G).
- Lokální anestetikum v množství 0,6 ml/kg (např. 0,5% lidokain).
- Esmarchovo (Martinovo) škrtidlo nebo turniket (nepneumatický nebo pneumatický; nevýhodou použití nepneumatických turniketů jsou vysoké tlaky na končetinu navozující výraznější ischemické poškození a bolest; pneumatické turnikety by měly mít manometr zobrazující tlak v manžetě).

Postup blokády

- Na končetině asepticky zavedeme co nejvíce distálně intravenózní katétr (při vpichu proximálně naruší žilní chlopně distribuci anestetika do distálních částí). Katétr zajistíme lepící páskou.
- Distálně nahmatáme arteriální pulsaci např. na palmární tepně distálně od karpálního polštářku v oblasti metakarpu. Správným přiložením škrtidla (tlakováním pneumatického turniketu) detekujeme chybějící pulsaci.
- Při použití pneumatického turniketu určíme spodní okluzní tlak. Nápomocná může být Dopplerovská ultrazvuková sonda. Tlak se může lišit nejen mezi jedinci ale i u stejného zvířete v průběhu výkonu.

- Provedeme odkrvení končetiny. Končetinu můžeme na tři až pět minut zvednout. Pak by mělo být kolem končetiny přiloženo elastické obinadlo (např. Esmarch, Vetrap) počínaje prsty na noze a následně proximálně.
- Pak se na končetinu proximálně přiloží škrtidlo (turniket). Pokud je použit pneumatický turniket, jeho manžeta by měla být nafouknuta na tlak o 50 – 100 mm Hg vyšší než zjištěný perfusní tlak. Nepneumatické škrtidlo (Esmarchova, Martinova) by mělo být umístěno proximálně nad bandáží použitou k odkrvení. Veškeré zákroky by pak měly být omezeny na 90 minut od přiložení turniketu.
- Odstraníme elastický obvaz, který byl použit k odkrvení distální části končetiny, posoudíme vymizení periferního pulsu.
- Lokální anestetikum injikujeme pomalu s minimálním tlakem pístu stříkačky v průběhu dvou až tří minut.
- Následně lze intravenózní katétr odstranit.
- Po skončení výkonu odstraníme škrtidlo.

Obrázek 2: **Regionální intravenózní anestezie** (bez zavedení intravenózního katétru, pouze s aplikací lokálního anestetika jehlou)



Doporučení

- Při RIVA se používají co nejmenší intravenózní katétrů (22 – 25G) bez ohledu na velikost zvířete, aby bylo omezeno krvácení v místě jejich zavedení.
- Pokud je nahmatán puls pod škrtidlem, nikdy neaplikujte lokální anestetikum.
- Pokud je lokální anestetikum injikováno příliš rychle nebo pod vysokým tlakem, může dojít k úniku anestetika do oběhu, což může vést k systémové toxicitě.

- Při použití pneumatického turniketu s měřením tlaku není vhodné používat tlaky vyšší než 400 mm Hg, které by mohly způsobit pooperační neuropatii.
- Pro zvýšení bezpečnosti při uvolnění škrtidla (turniketu) se doporučuje použít postup tzv. "krokového uvolnění". Škrtidlo (nebo tlak manžety) se na krátkou dobu (20 – 30 sekund) uvolní, následně se opět přiloží (zaškrtní), aby se opět omezil arteriální a venózní průtok krve do distální končetiny. Turniket je ponechán na místě po dobu několika minut a poté opět následuje jeho uvolnění. Tyto kroky se několikrát opakují během 5 – 10 minut. Snižuje se tak celkové vyplavení lokálního anestetika do systémové cirkulace a riziko jeho systémové toxicity.
- Za 10 – 15 minut po uvolnění škrtidla je nezbytné důsledně monitorovat pacienta, zda se u něj nevyskytnou známky kardiovaskulární nestability – hypotenze, arytmie, aby byly včas rozpoznány a řešeny známky potenciální systémové toxicity.
- Při použití lidokainu se citlivost v oblasti obvykle navrácí do 15 – 30 minut po uvolnění turniketu. Z tohoto důvodu je důležité aplikovat před odstraněním škrtidla jiná vhodná pooperační analgetika.

3 NERVOVÉ BLOKÁDY NA HRUDNÍ KONČETINĚ

3.1 Intraartikulární analgezie ramene a lokte

Analgezie navozená intraartikulární aplikací analgetik v pooperačním období je diskutabilní. Dosáhnout požadovanou úroveň analgezie intraartikulární aplikací analgetik po operaci ramene je obtížné. Intraartikulární aplikaci lze využít pooperačně zejména po artroskopii ramene, při tlumení chronické bolesti u zvířat trpících pokročilou osteoartritidou nebo jako diagnostickou metodu k potvrzení intraartikulární bolesti.

Nejčastěji se aplikují lokální anestetika, opioidy, kortikosteroidy nebo dexmedetomidin. Bupivakain 0,25 a 0,5% má *in vitro* chondrotoxické a cytotoxické účinky, kloubní povrch však zůstává nedotčen. Po jednorázové aplikaci lokálního anestetika se zdají tyto nežádoucí účinky klinicky nevýznamné. Nízké dávky intraartikulárně podaného morfinu mohou významně snížit pooperační bolest s maximálním účinkem tři až šest hodin po injekci. Intraartikulárně aplikované kortikosteroidy snižují počty lymfocytů, makrofágů a žírných buněk a uvolňování zánětlivých mediátorů. U psů byl použit triamcinolon, který má ochranný účinek na osteoartritické léze chrupavky nejen za profylaktických, ale i terapeutických podmínek. Intraartikulární injekce lokálního anestetika zajišťuje blokádu pouze nitrokloubních struktur, vylučuje extraartikulární struktury, jako je subchondrální kost, extraartikulární měkké tkáně a kůži. V důsledku přetrvávají požadavky na doplňková pooperační analgetika.

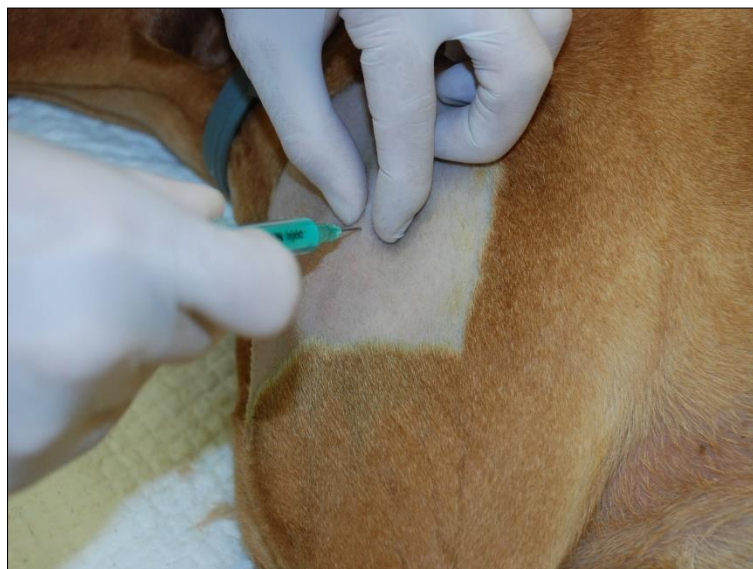
3.1.1 Aplikace do ramenního kloubu

Anatomickými orientačními body jsou *tuberculum majus humeri* a *acromion scapulae*.

Postup aplikace

- Palpujeme *tuberculum majus humeri* a *acromion scapulae*.
- Palpujeme prostor kraniodistálně k *acromion scapulae*.
- Do kraniokaudálního středu *acromion scapulae* se zavede jehla, měla by směřovat kaudomedálně pod úhlem 70°.

Obrázek 3: Intraartikulární analgezie ramenního kloubu



- Pokud nelze aspirovat synoviální tekutinu, lze do kloubu injikovat malé množství roztoku Ringer-laktátu, správná pozice jehly se projeví minimálním odporem při aplikaci.

3.1.2 Aplikace do loketního kloubu

Anatomickými orientačními body jsou *epicondylus medialis humeri* a *proc. anconeus ulnae*.

Postup aplikace

- Palpace kloubní štěrbinu distálně pod *epicondylus medialis humeri*, dokud není dosaženo přibližné úrovně kloubu, místo vpichu je mírně kaudálně.
- Jehla je připojena k injekční stříkačce, která se používá k odsávání synoviální tekutiny.
- Kloubní štěrbina je plněna analgetikem tak dlouho, dokud není cítit mírný tlak na píst injekční stříkačky.

Obrázek 4: Intraartikulární analgezie loketního kloubu



3.2 Blokáda *plexus brachialis*

Blokáda *pl. brachialis* plexu je považován za středně obtížnou techniku. Tato blokáda poskytuje analgezií od střední části humeru distálně.

Topografická anatomie

Plexus brachialis je u psa tvořen ventrálními větvemi míšních nervů C6, C7, C8 a T1. Po výstupu míšních kořenů přes *mm. intertransversarii* dochází mezi nimi k propojení nervových vláken. Čtyři kořeny překročí ventrolaterální okraj *m. scalenus* a rozdělí se za vzniku *pl. brachialis*. Podél ventrálního okraje *m. scalenus* probíhá také *n. phrenicus*. Poté, co kořeny *pl. brachialis* překročí prostor axily, rozdělí se a vytvoří jednotlivé nervy, které zajišťují senzoricke a motorickou inervaci hrudní končetiny. Nejdůležitějšími nervy jsou *n. suprascapularis*, *n. subscapularis*, *n. axilaris*, *n. musculocutaneus*, *n. radialis*, *n. medianus* a *n. ulnaris*. V axilárním

prostoru kraniálně k prvnímu žebro bezprostředně u *n. medianus* a *n. ulnaris* jsou také lokalizovány *a. et v. axillares*.

- Ventrální kořen C6 a částí C7 je hlavní složkou *n. suprascapularis*
- Ventrální kořen C7 s částí C6 je hlavní složkou *n. subscapularis* a *n. musculocutaneus*
- Ventrální kořen C8 s částí T1 je hlavní složkou *n. radialis*
- Ventrální kořen T1 s částí C8 je hlavní složkou *n. medianus* a *n. ulnaris*

3.2.1 Blokáda *plexus brachialis* s využitím neurostimulace

Vybavení

- Neurolokátor.
- Neurostimulační jehla 22G, 50 mm pro malá plemena nebo 21G 100 mm pro velká plemena.
- Sterilní rukavice, pomůcky pro přípravu operačního pole, stříkačky, jehly, lokální anestetikum.

Poloha psa

- Pes v poloze vleže na boku, blokovaná končetina je umístěna nahoře v neutrální pozici kolmo k podélné ose těla.
- Příprava operačního pole.

Topografická anatomie

- Ramenní kloub.
- *Acromion scapulae*.
- *Tuberculum majus humeri*.
- Průdušnice.
- *V. jugularis*.
- První žebro.

Místo vpichu jehly se nachází kraniálně od *acromion scapulae* a mediálně od *m. subscapularis*

Postup blokády

- Naznačí se pomyslná linie mezi *acromion scapulae* a kraniálním okrajem *tuberculum majus humeri*.
- Druhá linie je naznačena kolmo k první, od kraniálního okraje *acromion scapulae*, tato linie udává směr vpichu jehly.
- Pro posouzení maximální hloubky vpichu jehly se nahmatá první žebro pod lopatkou a naznačí se linie označující jeho pozici. Druhá linie je naznačena podél *v. jugularis* kopírující její průběh, žíla mizí pod hrudní končetinou. Průsečík těchto dvou linií označuje kaudální okraj *pl. brachialis*. Axilární cévy jsou umístěny na kaudálním okraji této linie. Aby se zabránilo náhodné punkci cévy, je třeba dávat pozor, aby hrot jehly nepřekročil tuto linii.
- Po vpichu se jehla opatrně zasouvá kaudálním směrem mediálně k lopatce.
- Jakmile je hrot jehly v příslušné oblasti *n. musculocutaneus*, kontrakce *m. biceps brachii* vyvolají flexi lokte.
- Po vyvolání kontrakce se snižuje stimulační proud postupně na 0,4 mA v krocích po 0,2 mA, dokud nebude možné vyvolat stejnou odezvu.
- Objem aplikovaného lokálního anestetika je 0,25 – 0,3 ml kg⁻¹.

Doporučení

- Vhodná je kombinace bupivakainu 0,5% s dexmedetomidinem (0,5 µg/ml). Tato kombinace poskytuje 12 – 28 hodin analgezie. Alternativně lze s podobnými účinky použít ropivakain 0,75% kombinovaný s dexmedetomidinem (0,5 µg/ml).
- *N. musculocutaneus* detekovaný neurostimulací vyvolávající flexí lokte je hlavním nervem v *pl. brachialis*, u středně velkého psa se nachází přibližně 1 – 2 cm pod kůží. Pokud při zasouvání jehly nenaleznete odpovídající motorickou odezvu v očekávané hloubce, je třeba jehlu opatrně přemístit. Při zavádění dlouhých jehel je třeba dbát mimořádné opatrnosti, protože axilární cévy leží v kaudální části *pl. brachialis* a jakýkoli další posun jehly představuje riziko jejich punkce
- Extenze lokte, reakce na stimulaci *n. radialis*, je také možným příznakem. Injekce v tomto místě však pravděpodobně mine *n. musculocutaneus*, protože leží více kraniálně. Kromě toho je třeba dbát opatrnosti, protože axilární cévy leží těsně ventrálně k tomuto místu a jakýkoli další posun jehly představuje riziko jejich punkce.
- Pronace končetiny, reakce na stimulaci *n. medianus* a *n. ulnaris*, by neměla být považována za správně dosažení místa aplikace. Tyto nervy leží v kaudální části *pl. brachialis*. Injekce v tomto místě s největší pravděpodobností mine *n. musculocutaneus* a *n. radialis*. Kromě toho je třeba dbát mimořádné opatrnosti, protože axilární cévy leží těsně ventrálně k tomuto místu a jakýkoli další posun jehly představuje riziko cévní punkce.
- Extenze, flexe nebo rotace ramene, reakce na stimulaci *n. suprascapularis*, by neměly být považovány za správně dosažené místo aplikace, protože tento nerv přechází přes lopatku a dostává se do laterální plochy. Injekce v tomto místě s největší pravděpodobností mine hlavní nervy *pl. brachialis*.

Obrázek 5: **Blokáda *plexus brachialis***. Pes leží v dorzální poloze. Místo vpichu stimulační jehly je v axilární oblasti v prostoru mezi *manubrium sterni* a *tuberculum supraglenoidale* lopatky a orientována v parasagitální rovině.



3.2.2 Kombinovaná ultrasonograficko-neurostimulačně řízená blokáda

Kombinace ultrasonograficko-neurostimulační techniky nabízí výhody anatomického i elektrofyziologického potvrzení identifikace nervu a umístění jehly. Stimulační jehla prochází tkání pod dohledem zobrazení ultrazvukem a lze ji použít k potvrzení správného umístění jehly stimulací nervu.

Vybavení

- Ultrazvuk s vysokofrekvenční sondou (9 – 15 MHz) se sterilním návlekm.
- Neurolokátor.
- Neurostimulační jehla 22G, 50 mm pro malá plemena nebo 21G, 100 mm pro velká plemena.
- Sterilní rukavice, pomůcky pro přípravu operačního pole, stříkačky, jehly, lokální anestetikum.

Poloha psa

- Pes v dorzální poloze s hrudními končetinami ohnutými v přirozené poloze.

Snímač neurolokátoru je umístěn nad axilou v jamce mezi *manubrium sterni* a *tuberculum supraglenoidale* lopatky orientovaným parasagitálně.

Na sonografickém zobrazení je nej povrchnější strukturou *m. pectoralis superficialis*. Dorzálně k němu ve větší hloubce je *m. pectoralis profundus*. Dorzálně k těmto svalům v axilární jamce jsou *a. et v. axillaris*. Tyto cévy jsou důležitými anatomickými orientačními body. Kolem axilárních cév jsou kořeny *pl. brachialis* viditelné jako čtyři malé kulaté hyperechogenní struktury. Kořen C8 je bezprostředně dorzálně k *a. axillaris*. Kraniálně *a. axillaris* lze nalézt C7, C6 a T1 se nachází kaudálně k C8.

Postup blokády

- Nedominantní rukou umístíme ultrazvukovou sondu nad oblast axily do jamky mezi *manubrium sterni* a *tuberculum supraglenoidale*.
- Sondu orientujeme v parasagitální rovině, posouváme, otáčíme nebo nakláníme, dokud se do zorného pole nedostane průřez *a. et v. axillaris*. Cévy se objeví jako anechogenní kruhové struktury, tepna bude pulsovat.
- Dorzálně k cévám je kulatý hyperechogenní kořen C8, který lze také pozorovat na příčném řezu. U většiny psů by mělo být možné také lokalizovat kořeny C6, C7 a T1.
- Po identifikaci C8 zavedeme neurostimulační jehlu dorzálně ke kraniálnímu okraji *m. pectoralis* a laterálně k *v. jugularis*.
- Zasunujeme jehlu směrem kraniokaudálně, hrot jehly držíme po celou dobu v zorném poli ultrazvuku. Jehla směřuje přímo dorzálně k axilární tepně, v těsné blízkosti kořene C8 asi 2 – 2,5 cm hluboko kraniokaudálním směrem, hrot jehly je umístěn bezprostředně dorzálně k *a. axillaris*.
- Neurostimulací vyvoláme kontrakce *m. triceps brachii* vedoucí k extenzi lokte.
- Při injekci lokálního anestetika pozorujeme, zda se tekutina nezačne šířit kolem nervů. Roztok anestetika se objeví jako hypoechogenní zóna kolem nervů, což potvrzuje intravaskulární zavedení jehly.
- Celkový objem aplikovaného lokálního anestetika by měl být 0,15 – 0,2 ml/kg.

Doporučení

- Celkový aplikovaný objem závisí na ultrazvukovém zobrazení. Pokud je dosaženo dostatečného pokrytí celé oblasti před injekcí vypočteného objemu, není nutné podat celou dávku lokálního anestetika.
- Stimulace C7 vyvolá kontrakci *m. biceps brachii* s následnou flexí lokte.
- Stimulace C6 vyvolá kontrakci *m. supra et infraspinatus* s následnou rotací, flexí nebo extenzí ramene.
- Pokud dojde ke stimulační odezvě *n. radialis*, pravděpodobností nebude blokován *n. musculocutaneus*, protože leží více kraniálně. Současně může dojít k poškození axiálních cév.
- Pokud dojde k pronaci končetiny jako reakce na stimulaci *n. medianus* a *n. ulnaris*, je třeba dbát mimořádné opatrnosti na axiální cévy. Injekce v tomto bodě navíc pravděpodobně mine *n. musculocutaneus* a *n. radialis*.

3.2.3 Kontinuální blokáda *plexus brachialis*

Za využití elektrostimulace lze umístit do oblasti *pl. brachialis* i katétr pro kontinuální aplikaci analgetik. Komplikací je jeho dislokace.

Zavedení katétru

- Při zavádění Tuohy jehly pozorujeme odezvu na stimulaci *n. musculocutaneus*, při zavádění katétru s neurostimulací pak odezvu *n. radialis*.
- Pokud je použit nestimulační katétr, sledujeme při zavádění jehly reakci na stimulaci *n. musculocutaneus*, poté se katétr naslepo zasune o 4 – 5 cm hlouběji.
- Pokud se používá nestimulační katétr, měl by být aplikován bolus lokálního anestetika jehlou (primární blok), pokud je použit stimulační katétr (sekundární blok), pak je injikován bolus katérem.
- Jehlu orientujeme směrem, kterým se bude katétr posouvat, použití Tuohy jehly to usnadňuje.
- Jehla s nervovým lokátorem nastaveným na 1 mA je zasouvána, dokud nedojde k příslušné nervové odezvě. Následně, když se hrot jehly přibližuje k nervu, snížíme proud neurolokátoru.
- Katétr se připojí k neurolokátoru, svalové záškuby by se měly obnovit. Katétr se pak zasune o 3 – 5 cm hlouběji než je hrot jehly.
- Pokud se svalové záškuby nezmění, jehlu lze opatrně vyjmout a katétr zajistit na místě. Katétr lze tunelizovat subkutánně, aby se minimalizovala možnost jeho dislokace.
- Počáteční injikovaný objem by měl být 0,3 ml/kg následovaný kontinuální infuzí 0,05 – 0,07 ml/kg/h samotného bupivakainu 0,12 – 0,25% nebo v kombinaci s dexmedetomidinem (0,5 µg/ml). Alternativně lze místo kontinuálního podávání zvolit bolusové re aplikace bupivakainu každých 8 – 10 hodin.

3.3 RUMM blok

Topografická anatomie

Nervus radialis vystupuje v kaudolaterální oblasti střední části humeru mezi mediální a

laterální hlavou *m. triceps brachii* a *m. brachialis*. *N. musculocutaneus*, *n. medianus* a *n. ulnaris* probíhají podél *a. brachialis* na mediální straně hrudní končetiny. *N. musculocutaneus*, *n. ulnaris* a *n. medianus* jsou vzájemně odděleny. Ve střední části humeru jsou tyto nervy obklopeny pojivovou tkání a tukem.

Rozsah lokální anestezie a analgezie

Blokáda těchto tří nervů poskytne anestezii pro výkony zahrnující distální část hrudní končetiny, včetně karpu a prstů.

Vybavení

- Neurolokátor.
- Neurostimulační jehla (22G, 50 mm).
- Sterilní rukavice, pomůcky pro přípravu operačního pole, stříkačky, jehly, lokální anestetikum.

Poloha psa

- Pes v poloze vleže na boku tak, aby byla požadovaná hrudní končetina nahoře pro blokádu *n. radialis* nebo dole pro blokádu *n. musculocutaneus*, *n. medianus* a *n. ulnaris*. Loket by měl být ve flexi, aby se usnadnila palpace a manipulace s příslušnou svalovinou.
- Příprava operačního pole.

Topografická anatomie

- Loketní kloub.
- *Tuberculum maius humeri*.
- *Epicondylus humeri medialis et lateralis*.
- *Caput laterale m. triceps brachii*.
- *Caput mediale m. triceps brachii*.
- *M. brachialis*.

Obrázek 6: **RUMM blok – blokáda *nervus radialis***. Pes leží v laterální poloze, blokovaná končetina je dále od podložky. Místo vpichu se nachází na laterální straně mezi *caput longum m. triceps brachii* a *m. brachialis* mezi střední a distální třetinou humeru.



- *M. biceps brachii*.
- *A. brachialis*.

Místo vpichu pro blokádu *n. radialis* je na kaudolaterální straně humeru mezi *caput longum m. triceps brachii* a *m. brachialis* na úrovni mezi střední a distální třetinou humeru.

Místo vpichu pro blokádu *n. ulnaris*, *n. medianus* a *n. musculocutaneus* je na mediální straně končetiny. Puls *a. brachialis* lze nahmatat proximálně od loketního kloubu mezi *m. biceps brachii* a *caput mediale m. triceps brachii*. Místo vpichu bude uprostřed humeru kraniálně a kaudálně od *a. brachialis*.

Postup blokády

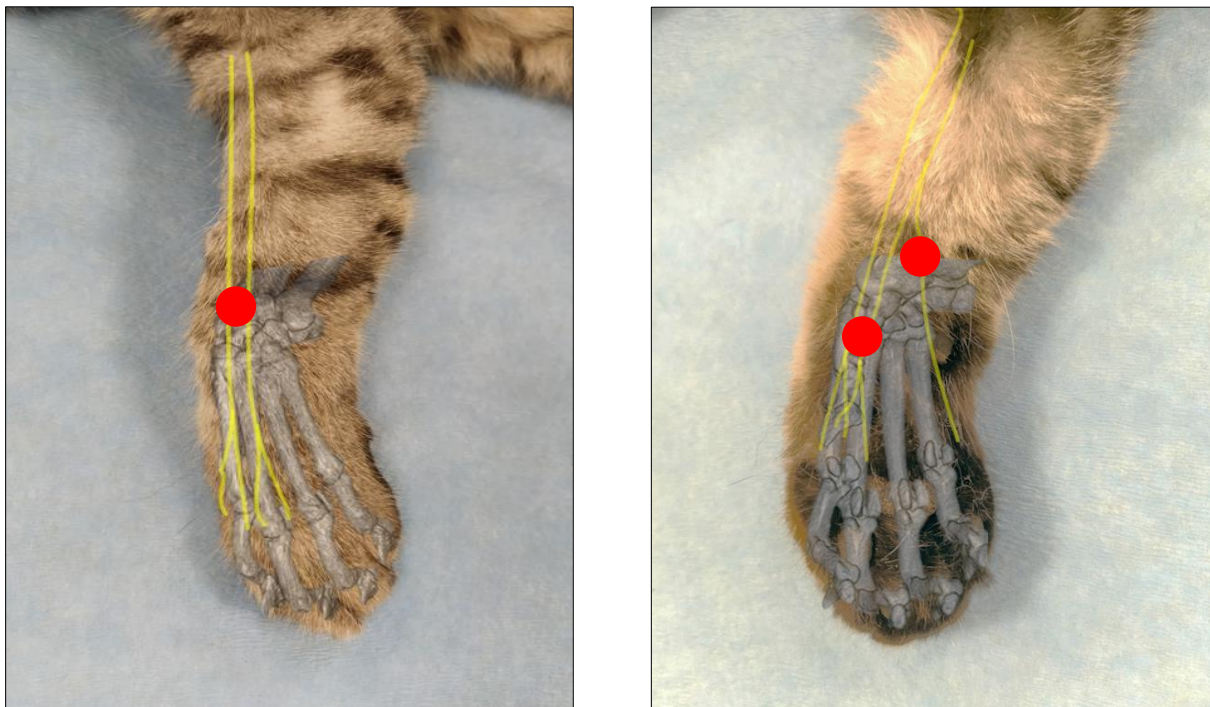
- Příprava operačního pole.
- Jehla je opatrně posouvána směrem k blokovanému nervu.
- Jakmile je hrot jehly v příslušné pozici, stimulace *n. radialis* vyvolá svalové kontrakce s extenzí karpu. Stimulace *n. medianus* vyvolá flexi a pronaci antebrachia (*m. flexor carpi radialis*, *m. pronator teres*). Stimulace *n. ulnaris* vyvolá flexi karpu (*m. flexor carpi ulnaris*).
- Po správné lokalizaci nervů je aplikováno lokální anestetikum – k *n. radialis* (laterálně) je injikováno 0,1 ml/kg, k *n. musculocutaneus*, *n. medianus* a *n. ulnaris* (mediálně) je injikováno 0,15 ml/kg.

Obrázek 7: **RUMM blok – blokáda *nervus ulnaris*, *medianus* a *musculocutaneus***. Pes leží v laterální poloze, blokovaná končetina je blíže k podložce. Místo vpichu se nachází na mediální straně hrudní končetiny mezi *m. biceps brachii* a *caput mediale m. triceps brachii* kaudálně od *a. brachialis*.



U výkonů distálně od karpu lze provést i blokádu distální části *n. radialis*, *n. ulnaris* a *n. medianus* v oblasti karpu. *N. medianus* a *n. ulnaris* lze blokovat injekcí lokálního anestetika laterálně od akcesorního karpálního polštářku (dorzální větev *n. ulnaris*), větší množství injikované látky se ukládá příčně v oblasti mezi akcesorní karpální kostí a polštářkem paspárků (střední a ventrální větev *n. ulnaris*). Tím je pokryt rozsah všech nervových větví. *N. radialis* je blokován dorzomediálně od karpu těsně proximálně od karpálního kloubu.

Obrázek 8: **Blokáda distální části *n. radialis*, *n. ulnaris* a *n. medianus*.** *Nervus radialis* je blokován na dorzální ploše, *n. ulnaris* a *n. medianus* jsou blokovány na palmární ploše karpu.



3.4 Blokáda nervů na prstech hrudní a pánevní končetiny

Prsty hrudní i pánevní končetiny lze znečítlivět podobným způsobem. Jedná se o jednu z nejčastěji prováděných technik regionální anestezie určenou pro jednoduché zákroky.

- Místo vpichu se nachází proximálně v meziprstní řase každého prstu.

Obrázek 9: **Znečítlivění prstů.** Hrot jehly pro blokádu prstních nervů je v místě jejich bifurkace.



4 NERVOVÉ BLOKÁDY NA PÁNEVNÍ KONČETINĚ

4.1 Intraartikulární analgezie kyčle a kolene

Indikací pro tento způsob aplikace látek je pooperační analgezie, analgezie u zvířat trpících chronickou bolestí při pokročilé osteoartritidě nebo v rámci diagnostiky kulhání.

Mezi nejčastěji používané látky patří lidokain, mepivakain, bupivakain nebo ropivakain. Při předoperační aplikaci pomáhá přidání adrenalinu (1 : 100 000) do roztoku lokálního anestetika, které minimalizuje krvácení během chirurgického zákroku. Přidání buprenorfinu (0,003 mg/kg) nebo morfinu (0,1 mg/kg) k roztoku lokálního anestetika prodlouží celkovou analgetickou dobu nitrokloubní blokády. Intraartikulární použití dexmedetomidinu také zvyšuje úroveň analgezie. Kortikosteroidy (betametason a metylprednisolon) a kyselina hyaluronová se používají intraartikulárně v případech osteoartrózy.

Dlouhodobé intraartikulární podávání vysokých koncentrací lokálních anestetik může mít za následek nežádoucí účinky – chondrolýzu. Jednorázová aplikace bupivakainu o nízké koncentrací by měla být bezpečná. Ropivakain je méně chondrotoxický než bupivakain. Intraartikulární aplikace lokálních anestetik zajistí znečítlivění pouze intraartikulárních struktur, nebude však dosaženo analgezie extraartikulárních struktur a kůže. Použití této techniky nenahrazuje požadavek na doplňková analgetika při otevřených chirurgických zákrocích, může však snížit dávku a interval pro podávání doplňkové analgetické terapie.

4.1.1 Aplikace do kyčelního kloubu

Anatomickým orientačním bodem je *trochanter major femoris*.

Postup aplikace

- Pes je umístěn v laterální poloze s požadovaným kyčelním kloubem nahoře, s kolenem v neutrální poloze a 30° flexí v kyčli.
- Příprava operačního pole kolem *trochanter major femoris*.

Obrázek 10: Intraartikulární analgezie kyčelního kloubu



- Místo vpichu se u středně velkého psa nachází 5 mm kraniálně a 15 mm proximálně od *trochanter major femoris*.
- Jakmile jehla pronikne do kloubu, lze pozorovat přítomnost synoviální tekutiny v kónusu jehly. Absence synoviální tekutiny nevylučuje správnou pozici jehly. Pak je doporučeno k jehle připojit 2 ml stříkačku a injikovat 1 ml lokálního anestetika. Stříkačka se následně odstraní z jehly a detekuje se spontánní zpětný tok lokálního anestetika, který potvrzuje správnou polohu jehly intraartikulárně.
- V závislosti na velikosti zvířete lze do kloubu injikovat za minimálního odporu 1 – 6 ml.
- Intraoperační injekce do kyčelního kloubu není uspokojivá, protože je obtížné dosáhnout hermetického uzávěru kloubu suturou.

4.1.2 Aplikace do kolenního kloubu

Anatomickými orientačními body jsou *patela*, *lig. patelae* a *tuberositas tibiae*.

Postup aplikace

- Pes je umístěn v dorzální nebo v laterální poloze, pro zajištění stability lze vypodložit podkolenní prostor. Kolenní kloub by měl být ve flexi.
- Příprava operačního pole mezi patelou a *tuberositas tibiae*.
- Jehlu se vpichuje laterálně od *lig. patelae* do poloviny mezi kraniální okraj pately a *tuberositas tibiae*.
- Po průniku jehly do kloubu je třeba sledovat přítomnost synoviální tekutiny v jehle. Absence synoviální tekutiny nevylučuje správnou pozici jehly, pak je doporučeno k jehle připojit 2 ml stříkačku a injikovat 1 ml lokálního anestetika. Stříkačka se následně odstraní z jehly a detekuje se spontánní zpětný tok lokálního anestetika, který potvrzuje správnou polohu jehly intraartikulárně.
- V závislosti na velikosti zvířete se pak do kloubu injikuje za minimálního odporu 1 – 6 ml lokálního anestetika.

Obrázek 11: Intraartikulární analgezie kolenního kloubu



Intraartikulární aplikaci lze provést i intraoperačně, kdy je jehla zavedena pod vizuální kontrolou do kloubu ihned po jeho uzávěru suturou. Do kloubu lze také zavést katétr. Po úplném uzávěru rány včetně sutury kůže se katétreem injikuje do kloubu 1 – 6 ml lokálního anestetika a následně se katétr vytáhne.

4.2 Epidurální anestezie

Epidurální (extradurální) anestezie zahrnuje podání lokálního anestetika nebo jiného analgetika do epidurálního prostoru vně *dura mater*, zatímco podání látek do subarachnoidálního prostoru je označováno jako spinální, subarachnoidální nebo intratekální anestezie.

Pánevní končetina je inervována míšními kořeny vycházejícími z L3 – S1 (*pl. lumbosacralis*). Pro získání segmentální blokády, která dosáhne sensorické a motorické blokády celé pánevní končetiny, je nutné podat lokální anestetika v objemu, který je dostatečný k rozšíření až na úroveň L3. Kraniální migrace roztoku podaného do epidurálního prostoru souvisí s injikovaným objemem roztoku lokálního anestetika. Anestetika podávaná na úrovni lumbosakrálního prostoru jsou distribuována v kaudálním, kraniálním i laterálním směru v páteřním kanále.

Epidurální anestezie se využívá při zákrocích na pánvi a pánevních končetinách. Její použití není vhodné u zvířat s koagulopatií, s hypovolémií nebo s hypotenzí, s infekcí nebo neoplazií v lumbosakrální oblasti, u zvířat v sepsi, u zvířat s neurologickou abnormalitou lokalizovanou v lumbosakrální oblasti nebo u zvířat s omezeným vyprazdňováním levé komory srdeční.

Malá zvířata bývají pro provedení epidurální anestezie zpravidla v sedaci nebo v celkové anestezii. Při provádění epidurální anestezie jsou zvířata ve sternální nebo v laterální poloze. Ve sternální poloze je páteř v oblasti lumbosakrálního prostoru často lépe prohmatná. V poloze na boku může být páteř buď v neutrální poloze nebo ve flexi. V některých případech je upřednostňována poloha na boku před polohou na hrudní kosti, protože je snazší polohovat pacienta se zlomeninou pánve nebo stehenní kosti v poloze na boku. Pro potvrzení správného umístění jehly v epidurálním prostoru bylo vyvinuto několik metod.

1. První metodou je ztráta odporu (*Loss-Of-Resistance*, LOR). Dokud není špička jehly v epidurálním prostoru, pociťujete odpor pístu stříkačky při injekci vzduchu nebo tekutiny. Když jehla propíchně *ligamentum flavum* a vstoupí do epidurálního prostoru, ucítíme náhlou ztrátu odporu.
2. Druhou metodou správného umístění hrotu jehly v epidurálním prostoru je metoda tzv. visící kapky ("*hanging-drop*"). U psů tlak v epidurálním prostoru kolísá mezi –6 do +15 mm Hg. Pokud je kapka fyziologického roztoku nebo roztoku lokálního anestetika umístěna do kónusu epidurální jehly, bude při průniku do epidurálního prostoru obvykle nasáta v důsledku subatmosférického tlaku v epidurálním kanále. Tato technika však funguje pouze v případě, že je zvíře ve sternální poloze. Technika visící kapky je užitečná u psů středních až velkých plemen, ale je méně spolehlivá u menších psů a koček.
3. Třetí metodou je technika elektrolokace. Lze ji použít k provedení epidurální anestezie s pacientem uloženým v poloze na boku nebo na břiše. Proud nezbytný k vyvolání svalových

stahů klesá, když se jehla přibližuje ke kořenům míšního nervu nebo vstupuje do intratékálního prostoru. U psů se při lumbosakrální punkci používá proud přibližně 0,3 mA při délce impulsu 0,1 ms.

Vybavení

- Neurolokátor.
- Sterilní rukavice, pomůcky pro přípravu operačního pole, operační rouška.
- Tuohy jehla (22 – 18G) nebo spinální jehla (22 – 20G), bezodporová injekční stříkačka, prodlužovací hadička.

Topografická anatomie

- Nejčastěji epidurální prostor mezi obratli L7 a S1.

Postup při lumbosakrální blokadě

- Zvíře je umístěno v laterální nebo sternální poloze.
- Místo vpichu se nachází v mediální linii mezi *proc. spinosus* L7 a S1.
- Příprava operačního pole.
- Jehla je zavedena kolmo ke kůži na dorzální střední linii, kaudálně k *proc. spinosus* L7.
- Jehlou manipulujeme ukazováčkem a palcem dominantní ruky, ukazováček a palec nedominantní ruky lze použít k palpaci anatomických bodů.
- Jehla propíchně kůži a podkoží (bez odporu). Jehla prostupuje přes *lig. interspinosum*, při průniku jehly lze cítit výrazný odpor.
- Pokud má být použita technika ztráty odporu, je vyjmut stylet, na jehlu se připojí injekční stříkačka naplněná tekutinou. Na píst stříkačky se vyvine mírný tlak, zatímco se jehla posunuje dále, dokud není cítit náhlá ztráta odporu signalizující prostup do epidurálního prostoru. Pokud se jehla dostane do kontaktu s kostí, měla by být mírně povytažena a přesměrována kaudálně nebo kraniálně. Po dosažení epidurálního prostoru by měla být odpojena stříkačka a kónus jehly by měl být zkontrolován na přítomnost mozkomíšního moku nebo krve. Pokud je pozorována krev nebo mozkomíšní mok, je třeba jehlu vyjmout a postup opakovat.
- Alternativně lze jehlou projít kůži a *lig. interspinosum* až do epidurálního prostoru bez připojené stříkačky. V tomto případě detekujeme "lupnutí" (prasknutí, kliknutí) při průniku jehly *lig. flavum*. Pak musíme odstranit stylet a zkontrolovat kónus jehly na přítomnost krve nebo moku.
- Pak se vstříkne několik kapek anestetika nebo fyziologického roztoku do kónusu jehly. Pokud je hrot jehly správně umístěn v epidurálním prostoru, bude tekutina obvykle nasáta dovnitř. Pokud je pacient v laterální poloze, nelze tuto techniku k potvrzení umístění epidurální jehly použít.
- Během injekce a po ní je nutné sledovat možné nežádoucí účinky, jako je bolestivá reakce (pouze u sedovaných zvířat), tachykardie, hypotenze, arytmie, svalové záškuby, třes nebo záchvaty.
- Před aplikací je vhodné injikovaný roztok temperovat. Při injekci do epidurálního prostoru bychom neměli překonávat žádný odpor.

Obrázek 12: Epidurální anestezie (palec a ukazováček levé ruky palpují křídla kyčelní kosti)



U koček se durální vak rozšiřuje dále kaudálně. Jakmile vstoupíme jehlou do epidurálního prostoru, měli bychom ihned zastavit její posun. Při vstupu jehly do epidurálního prostoru můžeme pozorovat záškuby ocasu, pánevních končetin nebo kůže nad oblastí lumbosakrálního meziobratlového prostoru. To je způsobeno stimulací míchy nebo vláken *cauda equina* bez žádných nežádoucích účinků.

Pro určení dávky (objemu) látek aplikovaných do epidurálního prostoru se používá kalkulace podle tělesné hmotnosti nebo podle délky páteře

- Většinou se doporučuje celkový objem pro epidurální aplikaci 0,2 ml/kg (1 ml/5 kg) tělesné hmotnosti k dosažení blokády až do úrovně L1. Pokud se jedná o anestezii pro zákroky na pánevních končetinách, lze použít 1 ml/7 kg, pro výkony na ocase a perineální oblasti pak 1 ml/10 kg.
- Když se pro výpočet objemu použije délka páteře, měří se celková délka páteře od týlního hrbolu ke kosti křížové. Tento výpočet se využívá zejména u plemen s abnormální délkou páteře (jezevčáci) nebo u abnormálně obézních zvířat. Objem 0,05 ml/cm délky páteře blokuje 30 – 35 % délky páteře, objem 0,1 ml/cm délky páteře blokuje 55 – 60 % délky páteře a objem 0,15 ml/cm délky páteře blokuje 70 – 75 % délky páteře. Při této metodě kalkulace je vhodné umístit zvíře během injekce do sternální polohy a ponechat jej v této poloze alespoň pět minut po aplikaci.

4.2.1 Látky pro epidurální anestezii

Pro epidurální anestezii se nejčastěji používají lokální anestetika, opioidy a alfa-2 adrenergní agonisté nebo jejich kombinace. Doba působení nervové blokády závisí na fyzikálních vlastnostech samotného lokálního anestetika, adjuvans a dalších faktorech.

Látky s vyšší rozpustností v tukách (fentanyl, metadon, butorfanol) snadněji opouštějí mozkomíšni mok v místě svého působení a mají kratší dobu účinku. Dochází k tzv. "segmentální blokádě", která je soustředěna v těsné blízkosti místa aplikace. Naopak látky méně rozpustné v tukách (morfin), zůstávají působit v mozkomíšním moku delší dobu.

Alfa-2 adrenergní agonisté v kombinaci s lokálním anestetikem zvyšují jeho aktivitu prostřednictvím své vazokonstrikční aktivity. Epidurální podávání alfa-2 adrenergních agonistů však obvykle vede k systémovým účinkům závislým na dávce v důsledku systémové absorpce, včetně sedace, supraspinální analgezie, bradykardie, blokády atrioventrikulárního vedení, periferní vazokonstrikce a zvracení.

Tabulka 1: Dávkování látek pro epidurální anestezii

Látka	Dávka (mg/kg)	Nástup účinků (min)	Doba působení (h)
Lidokain 2%	4,4	2	2
Bupivakain 0,75%	0,14 – 0,22	5	2,5
Ropivakain 0,75%	0,14 – 0,22	5	1,5 – 2,5
Morfin	0,1	30 – 60	6 – 24
Metadon	0,3	30 – 40	8 – 12
Fentanyl	0,005 – 0,01	20 – 40	7 – 10
Sufentanil	0,001	10 – 15	1 – 4
Butorfanol	0,25	10 – 20	3 – 4
Buprenorfin	0,005	60	16 – 24
Medetomidin	0,005 – 0,01	20 – 30	2 – 6
Dexmedetomidin	0,004 – 0,002	20 – 30	4 – 6
Ketamin	0,6 – 2,5		1,5

Ketamin, antagonist N-methyl-D-aspartátu (NMDA) a inhibitor glutamátu, snižuje hyperalgezií a nocicepci. Epidurální injekce ketaminu v dávce 2 mg/kg je spojena s minimálními hemodynamickými účinky. Systémové působení spojené s epidurálním podáním ketaminu zahrnuje inkoordinaci nebo paralýzu pánevních končetin, slinění a nystagmus.

4.3 Blokáda *plexus lumbalis* ("Psoas block")

Blokáda *pl. lumbalis* je považována za techniku pokročilé úrovně, hlavně kvůli topografické anatomii a hloubce umístění hrotu jehly. Tato blokáda má relativně vyšší potenciál komplikací a měla by být prováděna pouze po odpovídajícím tréninku. V kombinaci s blokádou *pl. sacralis* nebo *n. ischiadicus* by mělo dojít ke znecitlivění celé pánevní končetiny.

Plexus lumbalis pochází z bederní páteře (L3 – L6) a nachází se v oblasti *m. iliopsoas*. Tento sval odstupuje z příčných výběžků L2 a L3 a upíná se podél ventrálního a laterálního povrchu L4 – L7. *Plexus lumbalis* tvoří *n. ilioinguinalis*, *n. cutaneus femoris lateralis*, *n. genitofemoralis*, *n. femoralis* a *n. obturatorius*.

Lumbální kompartment je ventrálně ohraničen aponeurózou *fascia iliaca*, čímž vzniká obal umožňující difúzi lokálních anestetik kolem nervů. Jakmile kořeny *pl. lumbalis* vystoupí z *foramina intervertebralia*, zakotví se v *m. iliopsoas*. Femorální nerv vychází z kraniální části *pl. lumbalis* (L4 – L6), prochází podél *m. psoas major* a poté vystupuje *canalis femoralis* do *m. quadriceps femoris*. *Nervus femoralis* je doprovázen *a. et. v. iliaca externa*.

Levá ledvina je umístěna přibližně v oblasti L1 – L3, zatímco pravá ledvina je umístěna o půl až jeden meziobratlový prostor kraniálně (Th13 – L2), i když se jejich pozice (zejména levé ledviny) liší podle držení těla a dýchání. Mediální okraj ledvin se u středně velkého psa nachází přibližně 1 cm dorzální od mediální linie. Dorzální okraj jejich tukového pouzdra souvisí s *m. quadratus lumborum*, *m. psoas* a *m. transversus abdominis*.

Břišní aorta je zadní dutou žilou posunuta mírně doleva. Břišní aorta a zadní dutá žíla probíhají podél žlábků tvořeného pravou a levou částí *m. iliopsoas*. V úrovni L7 se abdominální aorta rozděluje na pravou a levou *a. iliaca interna* a *a. sacralis mediana*. Podobně se zadní dutá žíla rozděluje na společnou pravou a levou *v. iliaca*.

Rozsah lokální anestezie a analgezie

- Polovina pánve, femur, femorotibiální kloub (částečná), kůže dorzomediální části tarzu a první prst.
- Nemusí docházet k účinné blokádě kůže nad *trochanter major* a kyčlí. Tato blokáda často postrádá *n. cutaneus femoris lateralis* (z L3 – L5) a *n. cutaneus femoris caudalis* (z S1 – S2).

Blokáda *plexus lumbalis* pomocí nervové stimulace

Vybavení

- Neurolokátor.
- Neurostimulační jehla (22G, 50 mm).
- Sterilní rukavice, pomůcky pro přípravu operačního pole, stříkačky, jehly, lokální anestetikum.

Standardní přístup

Poloha psa

- Pes v poloze vleže na boku.
- Končetina, která má být znecitlivěna, je umístěna nahoře.
- Příprava operačního pole nad *proc. spinosi* a *proc. transversus* L4 – L7.

Topografická anatomie

- *Proc. spinosi* L5 – L6 a *proc. transversus* L5, ventrální hranice *m. psoas major*.
- Místo vpichu se nachází parasagitálně k *proc. spinosus* L5.

Postup blokády

- Příprava operačního pole.
- Nejprve změříme hloubku ventrálního okraje *m. iliopsoas*, která je považována za referenční.

- Stimulační jehla by měla být zasunuta s přísně sagitální orientací s nervovým lokátorem nastaveným nejprve na proud 1,5 mA.
- V případě kontaktu s *proc. transversus* L5 je třeba jehlu orientovat kaudálním směrem tak, aby prošla za *proc. transversus* až do oblasti *m. quadriceps* femoris a vyvolala jeho kontrakci (extenze kolenního kloubu). Pak je jehla v těsné blízkosti *pl. lumbalis* L5.
- Proud se postupně snižujte na 0,8 – 1 mA v krocích po 0,2 mA, dokud nebude možné vyvolat stejnou odezvu. V případě potřeby se mění poloha jehly.

Doporučení

- Doporučený objem k aplikaci je 0,4 ml/kg, k vyplnění tohoto prostoru je zpravidla zapotřebí větších objemů.
- Vhodný je bupivakain 0,5% v kombinaci s dexmedetomidinem (0,5 µg/ml). Poskytuje blokádu v délce 6 – 8 hodin. Alternativně lze s podobnými výsledky použít i ropivakain 0,75% kombinovaný s dexmedetomidinem (0,5 µg/ml).
- Vyšší objemy vedou k výraznější a rychlejší blokádě, mohou ale mít vyšší riziko toxicity.
- Alternativně lze k nervovým kořenům *pl. lumbalis* přistoupit a blokovat je individuálně od L4 do L6 (0,2 ml/kg rozděleno do tří injekčních bodů).

Laterální preiliakální technika

Poloha psa

- Pes v poloze vleže na boku.
- Končetina, která má být znecitlivěna, je umístěna nahoře v neutrální poloze.
- Příprava operačního pole v laterální a dorzomediální části lumbosakrální a gluteální oblasti.

Topografická anatomie

- Od *proc. spinosus* L6 by měla být vedena linie kolmá na páteř v dorzoventrálním směru.
- Druhá linie by měla být vedena z kraniálního okraje *crista iliaca* rovnoběžně s páteří, dokud neprotne první linii.
- Místo vpichu se nachází na průsečíku těchto dvou linií.

Postup blokády

- Příprava operačního pole.
- Jehlu vpichujeme kaudomediálním směrem se sklonem 30 – 45° skrz *m. iliocostalis lumborum* s nervovým lokátorem nastaveným zpočátku na proud 1 mA.
- Jakmile se špička jehly dostane do vhodného rozsahu *n. femoralis*, kontrakce *m. quadriceps femoris* povedou k extenzi kolenního kloubu.

Doporučení

- Doporučený objem k aplikaci je 0,1 ml/kg.
- Podobně může být blokován také *m. obturatorius*.
- Kontrakce *m. iliocostalis lumborum*, *m. sartorius*, *m. gracillis* nebo *m. pectineus* by neměly indikovat správnou pozici hrotu jehly.

Poznámka

- Ve srovnání se standardní blokádou *m. psoas* dochází k menšímu úniku anestetika do epidurálního prostoru.
- V těsné blízkosti nervu nejsou žádné cévní struktury, riziko cévní punkce je proto minimální.

Kombinovaná ultrasonograficko-neurostimulačně řízená blokáda

Hlavní výhodou této metody je, že umožňuje anesteziologovi odhadnout hloubku *pl. lumbalis* před zavedením jehly. Tato technika má zabránit zavedení dlouhých jehel s následnou injekcí do peritoneální dutiny vedoucí k možnému tržnému poranění *v. cava caudalis*, aorty nebo ledviny.

Vybavení

- Ultrazvuk s nízkofrekvenční sondou (< 7 MHz) se sterilním návlekm.
- Neurolokátor.
- Pro hluboké blokády je preferována Tuohyho jehla (22 – 18G, 50 – 100 mm), protože je snadněji detekována ultrazvukem a lze snáze kontrolovat její polohu.
- Sterilní rukavice, pomůcky pro přípravu operačního pole, stříkačky, jehly, lokální anestetikum.

Standardní technika

Poloha psa

- Pes v poloze vleže na boku.
- Končetina, která má být blokována, by měla být umístěna nahoře.
- Příprava operačního pole ve hřbetní oblasti L4 – L7.

Topografická anatomie

M. iliopsoas lze ultrazvukem snadno zobrazit. Po identifikaci křížové kosti se postupuje ultrazvukovou sondou kraniálně, počítá se od L7 do L5. Tím se identifikují těla obratlů a *proc. transversi* L5 – L7 a příčné zobrazení psoas kompartmentu. Následně se určí vzdálenost od kůže k *m. iliopsoas*.

Postup blokády

- Příprava operačního pole.
- Ultrazvukovou sondou lokalizujte *m. iliopsoas* v jeho krátké ose.
- Nastavíme neurolokátor na proud 0,4 mA při 1 – 2 Hz.
- Jehlu zavádíme z mediální strany na laterální s mediálním přístupem. Tento přístup pomáhá minimalizovat injekci do výběžků *dura mater*, které laterálně přesahují neurální otvory.
- Jehlu zasuneme směrem k *m. iliopsoas*, špičku jehly máme po celou dobu v zorném poli ultrazvuku.
- Sledujeme charakteristické kontrakce *m. quadriceps femoris* vedoucí k extenzi kolena.
- Správnou polohu jehly potvrzuje difúze lokálního anestetika v *m. psoas*.

Doporučení

- Při zasouvání jehly směrem k *m. iliopsoas* lze nejprve v důsledku přímé svalové stimulace pozorovat záškuby bederního a čtyřhranného svalu.
- Doporučený objem pro injekci je 0,4 ml/kg. K vyplnění tohoto prostoru je zapotřebí větších objemů.
- Větší objemy vedou k silnější a rychlejší blokádě, ale mohou mít vyšší riziko toxicity.

Kontinuální blokáda *plexus lumbalis*

Blokáda *pl. lumbalis* nabízí tu výhodu, že je oblastí obklopenou hustou pojivovou tkání, což umožňuje, aby byl zavedený katétr na místě pevně fixován svaly. Pohyby pánevní končetiny ovlivňují pozici katétru méně, než kdyby byl katétr umístěn vedle *n. femoralis*.

Vybavení

- Ultrazvuk s nízkofrekvenční sondou (< 7 MHz) se sterilním návlekm a neurolokátor.
- Sada pro kontinuální blokádu periferních nervů včetně katétru 20 – 21G, 400 – 500 mm.

Umístění a zajištění katétru pro kontinuální blokádu

- Pod kontrolou ultrazvuku je jehla zavedena kolmo a zasouvána dokud nedojde při stimulaci proudem 0,5 – 1,0 mA ke kontrakci *m. quadriceps femoris*.
- Katétr se zasune o několik centimetrů před hrot jehly, během vytahování jehly se katétr opatrně posunuje, aby se omezila dislokace jeho hrotu.
- Měla by být provedena negativní aspirace na přítomnost krve nebo mozkomíšního moku.
- Katétr lze poté subkutánně o několik centimetrů tunelizovat, aby ho bylo možné pevně zajistit.

Použité látky

- Nejprve by měl být aplikován bolus lokálního anestetika (0,3 – 0,4 ml/kg) s následnou kontinuální infuzí, rychlost infuze by měla být 0,05 ml/kg/h.
- Bupivakain 0,12 – 0,25% v kombinaci s dexmedetomidinem (0,5 µg/ml) nebo ropivakain 0,2% s dexmedetomidinem

4.4 Blokáda *nervus ischiadicus*

Jedná se o technicky středně náročnou techniku nervové blokády. Blokáda *n. ischiadicus* navodí částečné znecitlivění kolenního kloubu a struktur distálních od něj. Při použití v kombinaci s blokádou *n. femoralis* lze dosáhnout anestezie celé pánevní končetiny distálně od střední části femuru.

Nervus ischiadicus je tvořen ventrálními kořeny míšních nervů L6, L7 a S1. Prochází mezi *m. gluteus medius* a *m. gluteus profundus* a vystupuje z pánve přes *incisura ischiadica major*. Při opuštění pánevní oblasti leží *n. ischiadicus* mezi *m. gluteus superficialis* laterálně, *mm. gemelli* a *m. quadratus femoris* mediálně. *Nervus ischiadicus* sestupuje mezi *trochanter major* a *tuber ischiadicum*. V této oblasti z *n. ischiadicus* vznikají svalové větve, které inervují kaudální stehenní svaly. Kaudální gluteální tepna a žíla leží kaudálně k těmto nervovým větvím. Distálně od *trochanter major* a sedacího hrbolu leží *n. ischiadicus* mezi *m. biceps femoris* laterálně a *m. semimembranosus* kaudálně a mediálně. *Nervus ischiadicus* se pak větví na dvě větve, mediálně *n. tibialis* a laterálně *n. peroneus communis*. Toto větvení je variabilní, může se vyskytovat kdekoli od kyčelního kloubu až po proximální část kolenního kloubu.

Kaudální přístup k *n. ischiadicus* navodí znecitlivění kaudolaterální části kolenního kloubu včetně části kloubního pouzdra a nitrokloubních struktur, znecitlivění tibie, tarzu, metatarzu a prstů (kromě prvního prstu a proximální části druhého prstu). Při laterálním přístupu k sedacímu nervu dochází také k blokáde *m. semitendinosus*, *m. semimembranosus* a *m. biceps femoris*.

Dorzální transgluteální přístup umožňuje blokádu ischiotibiálních svalů a části kyčelního kloubu. Paravertebrální paralumbální a parasakrální přístup (L7 – S2) vede k blokádě *m. obturatorius internus*, *mm. gemelli*, *m. quadratus femoris*) a hýžďových svalů.

Vzhledem k tomu, že kyčelní kloub je inervován *n. femoralis*, může být pro jeho úplné znecitlivění kromě parasakrálního přístupu k *pl. sacralis* nezbytný i *Psoas Blok*.

Blokáda *nervus ischiadicus* pomocí nervové stimulace

Vybavení

- Neurolokátor.
- Neurostimulační jehla (22G, 50 mm).
- Sterilní rukavice, pomůcky pro přípravu operačního pole, stříkačky, jehly, lokální anestetikum.

Laterální přístup

Poloha psa

- Zvíře v poloze vleže na boku.
- Blokovaná končetina by měla být umístěna nahoře a natažena v přirozené poloze.
- Příprava operačního pole mezi *trochanter major* a *tuber ischii*.

Topografická anatomie

- Lokalizujte *trochanter major* a sedací hrbol.
- Bod vpichu se nachází na spojnici těchto bodů mezi kraniální a střední třetinou vzdálenosti.

Postup blokády

- Příprava operačního pole.
- Zavedená stimulační jehla se orientuje pod úhlem 45° ke kůži, stimuluje se proudem 1 mA.
- Při posunu jehly mohou být pozorovány kontrakce *m. biceps femoris* způsobené přímou stimulací svalů při průchodu jehly. Tyto kontrakce nejsou výsledkem přímé stimulace *n. ischiadicus*.
- Pokud se jehla kdykoli dotkne kosti, je nutno ji vytáhnout a zavést znovu pod jiným směrem.
- Jakmile je hrot jehly správně zaveden do adekvátní blízkosti *n. ischiadicus*, vyvolá to kontrakce projevující se dorzální flexí nebo plantární extenzí končetiny.
- Postupně se snižuje proud na 0,4 mA (v krocích po 0,2 mA), podle potřeby se změní orientace jehly, dokud nebude možné vyvolat stejnou odezvu.

Doporučení

- Celkový objem pro injekci by měl být 0,05 – 0,1 ml/kg.
- Běžně je aplikován bupivakain 0,5% v kombinaci s dexmedetomidinem (0,5 µg/ml). To navozuje přibližně 6 – 24 hodin blokády.
- Kontrakce *m. biceps femoris* by neměly být považovány za definitivní v případě, kdy je hrot jehly zaveden příliš povrchně a stimulační proud 1 mA. V tomto případě je pravděpodobně přímo stimulován *m. biceps femoris*.
- Kontrakce *m. semimembranosus* nebo *m. semitendinosus* by neměly být považovány za signifikantní bez pohybu končetiny. Jehla je v tomto případě pravděpodobně umístěna

příliš kaudálně a jsou stimulovány svalové větve *n. ischiadicus*, nikoli samotný *n. ischiadicus*.

Obrázek 13: **Blokáda *nervus ischiadicus* – laterální přístup.** Pes leží v laterální poloze, blokována končetina je dále od podložky. Ukazováček a prostředníček nedominantní ruky se používají k palpaci *trochanter major femoris* a *tuber ischiadicum*. Místo vpichu se nachází v jedné třetině vzdálenosti od *trochanter major* po *tuber ischiadicum*.



Transgluteální přístup

Je vhodné ji provádět u hubených pacientů, protože příslušné orientační body lze snadno identifikovat.

Poloha psa

- Zvíře v poloze vleže na boku.
- Blokována končetina by měla být umístěna nahoře.
- Příprava operačního pole od křídla kyčelní kosti k sedacímu hrbolu až k mediální linii.

Topografická anatomie

- Orientačními body jsou *spina iliaca dorsalis*, sedací hrbol, dorzální výběžky bederních obratlů a *lig. sacrotuberosum*.
- Je naznačena linie spojující *spina iliaca dorsalis* a sedací hrbol. Další linie je naznačena kolmo na první a protíná ji mezi střední a kaudální třetinou. Třetí linie je vedena ze *spina iliaca dorsalis* rovnoběžně s dlouhou osou těla a protíná kolmici.
- Místo vpichu se nachází uprostřed mezi dvěma průsečíky, přímo kraniálně k *lig. sacrotuberale* (přes *m. gluteus superficialis*).

Postup blokády

- Příprava operačního pole.
- Stimulační jehla je orientována pod úhlem 45° ke kůži, stimuluje se proudem 1 mA.

- Při zasouvání jehly mohou být pozorovány kontrakce *m. biceps femoris* způsobené přímou stimulací svalů při průchodu jehly. Tyto kontrakce nejsou výsledkem přímé stimulace sedacího nervu.
- Pokud jehla kdykoli narazí na kost, je nutno ji vytáhnout a zavést znovu pod jiným úhlem.
- Jakmile se hrot jehly správně zaveden do adekvátní blízkosti *n. ischiadicus*, vyvolá to kontrakce projevující se dorzální flexí nebo plantární extenzí končetiny.
- Postupně se snižujte proud na 0,4 mA v krocích po 0,2 mA, podle potřeby se změni směr sklonu jehly, dokud nebude možné vyvolat stejnou odezvu.

Doporučení

- Celkový injekční objem by měl být 0,05 – 0,1 ml/kg.
- Běžně je aplikován bupivakain 0,5% v kombinaci s dexmedetomidinem (0,5 µg/ml). To navozuje přibližně 6 – 24 hodin blokády.
- Kontrakce *m. biceps femoris* by neměly být považovány za definitivní v případě, kdy je hrot jehly zaveden příliš povrchně a použit stimulační proud 1 mA. V tomto případě je pravděpodobně přímo stimulován *m. biceps femoris*.
- Kontrakce *m. semimembranosus* nebo *m. semitendinosus* by také neměly být považovány za signifikantní. Jehla je v tomto případě pravděpodobně umístěna příliš kaudálně a jsou stimulovány svalové větve *n. ischiadicus*, nikoli samotný *n. ischiadicus*.

4.5 Blokáda *nervus femoralis*

Blokáda *n. femoralis* je považována za středně obtížnou techniku. Tuto blokádu lze použít pro širokou škálu chirurgických zákroků. Běžně se používá v kombinaci s blokádou *n. ischiadicus* k znecitlivění pánevní končetiny distálně od femuru.

Nervus femoralis vychází z kraniální části *pl. lumbalis*. Je tvořen ventrálními větvemi míšních nervů L4, L5 a L6. Jak pokračuje distálně, sleduje průběh *m. iliopsoas*. Na jeho distálním konci vystupuje *n. femoralis* ze svalu a směřuje přes femorální trojúhelník. Na této úrovni dává vzniknout kožním a svalovým větvím *n. saphenus*, které inervují *m. sartorius*. Femorální trojúhelník je vymezen proximálně *m. iliopsoas*, kaudálně *m. pectineus* a kraniálně *m. sartorius*. Uvnitř trojúhelníku je *n. femoralis* umístěn kraniálně před *a. et v. femoralis* a probíhá hluboko do kaudálního břicha *m. sartorius*. *Vasa circumflexa lateralia* vycházejí z *a. et v. femoralis*, kraniokaudálním směrem kříží femorální trojúhelník, mizí mezi *m. vastus medialis* a *m. rectus femoris*. *Nervus femoralis* pak pokračuje distálně a vstupuje do *m. quadriceps femoris* mezi *m. vastus medialis* a *m. rectus femoris*.

Inervace mediální části kolenního kloubu vychází z *n. saphenus*. Příležitostně přijímá doplňková vlákna z *n. obturatorius* nebo *n. femoralis*. Tyto nervy inervují střední, kaudální a kraniální část kolenního kloubu, mohou inervovat i přední úpon zadního zkříženého vazy. Kaudální část kolenního kloubu včetně kloubního pouzdra je inervována větvemi *n. tibialis*. Laterální část kolenního kloubu, kolaterální vaz a laterální část kloubního pouzdra, inervuje *n. peroneus communis*.

Při blokádě *n. femoralis* dochází ke znečtivění střední a distální diafýzy femuru, kolenního kloubu (mediální část kloubního pouzdra), kloubních struktur kolenního kloubu, kůže dorzomediální části hlezna a první prst.

Blokáda *nervus femoralis* pomocí nervové stimulace

Vybavení

- Neurolokátor.
- Neurostimulační jehla (22G, 50 mm).
- Sterilní rukavice, pomůcky pro přípravu operačního pole, stříkačky, jehly, lokální anestetikum.

Poloha psa

- Vleže na protilehlém boku.
- Blokovaná končetina je umístěna výše, ohnuta v koleni pod úhlem 90° a natažena kaudálně.

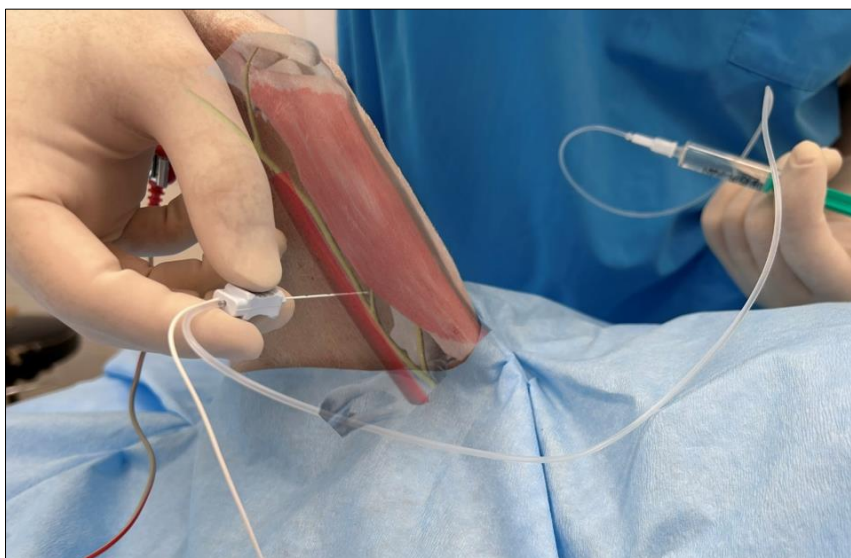
Topografická anatomie

- Femorální trojúhelník je vymezen kaudálně *m. pectineus*, kraniálně *m. sartorius* a proximálně *m. iliopsoas*.
- *N. femoralis* se nachází kraniálně od palpovatelné *a. femoralis*.
- Místo vpichu se nachází ve femorálním trojúhelníku, kraniálně od *a. femoralis*.

Postup blokády

- Příprava operačního pole.
- Stimulační jehla se zavede kraniálně od *a. femoralis* a posune směrem k *m. iliopsoas*, udržujte úhel 20 – 30°, stimuluje se proudem 1 mA.
- *N. femoralis* se nachází mediálně od kaudálního svalového bříska *m. sartorius*.

Obrázek 14: **Blokáda *n. femoralis* – mediální přístup.** Pes leží v laterální poloze, blokovaná končetina je dále od podložky. Femorální trojúhelník je ohraničen kaudálně *m. pectineus*, kraniálně *m. sartorius* a proximálně *m. iliopsoas*. *N. femoralis* se nachází kraniálně od *a. et v. femoralis*.



- Jakmile se hrot stimulační jehly dostane do blízkosti *n. femoralis*, dojde ke kontrakci *m. quadriceps femoris* a k extenzi kolenního kloubu.
- Postupně se sníží stimulační proud až na 0,4 mA (v krocích po 0,2 mA), mělo by docházet ke stejné svalové odezvě. Pokud nedochází, je nutno změnit pozici jehly.

Doporučení

- Celkový objem pro injekci by měl být 0,1 ml/kg.
- Vhodná je kombinace 0,5% bupivakainu s dexmedetomidinem (0,5 µg/ml), která poskytuje analgezii na 6 – 24 hodin.
- Hloubka vpichu se odhaduje obtížně, jakmile však jehla propíchně tužší povrchovou *fascia iliaca* překrývající nerv, lze ucítit drobné "lupnutí".
- U středně velkého plemene (zlatý retrívr) se *n. femoralis* nachází asi 0,5 – 1 cm pod kůží.
- Laterální cirkumflexní cévy protínají femorální trojúhelník v kraniokaudálním směru, pokud dojde během zákroku k jejich poškození, může se vytvořit hematoma, který nemusí být navenek zřejmý, ale množství krve může být dostatečné k omezení stimulačního proudu, což způsobí absenci svalových záškubů.
- Kontrakce *m. sartorius* by neměly být považovány za signifikantní, je možné, že špička jehly je umístěna příliš povrchově a přímo stimuluje *m. sartorius*. V tomto případě by měla být jehla posunuta hlouběji, dokud se neobjeví zřetelnější svalové záškuby.
- U některých psů *n. saphenus* odstupuje od *n. femoralis* proximálně od místa vpichu, kožní větvev proto nemusí být blokována.

Laterální preiliakální přístup s blokádou *n. obturatorius*

Blokáda laterálním preiliakálním přístupem k *n. femoralis* a *n. obturatorius* je považována za středně obtížnou techniku. Tuto blokádu lze použít pro širokou škálu chirurgických zákroků. Běžně se používá v kombinaci s blokádou *n. ischiadicus* k znecitlivění pánevní končetiny distálně od femuru.

Vybavení

- Neurolokátor.
- Neurostimulační jehla (22G, 50 mm pro malé psy, 75 mm pro velké psy).

Poloha psa

- Vleže na protilehlém boku.
- Blokována končetina by měla být umístěna výše.

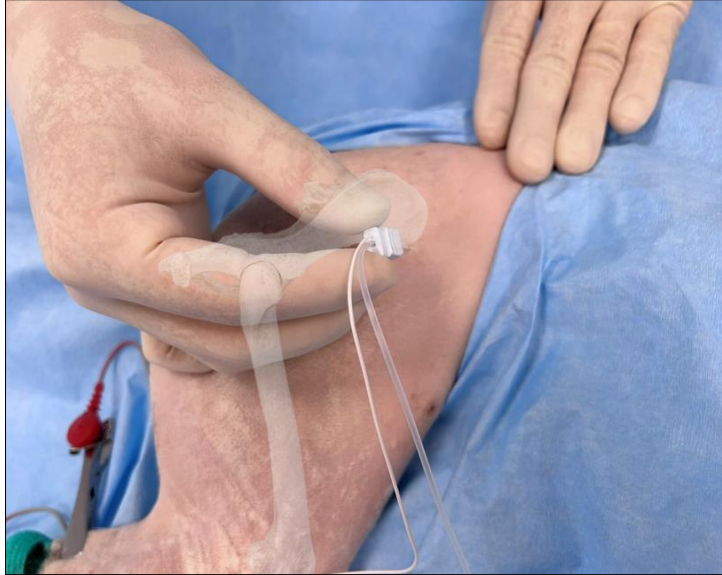
Topografická anatomie

- Kranialní okraj *crista iliaca*, L6.
- Místo vpichu se nachází na průsečíku linie vedené dorzoventrálně od L6 a linie pocházející z kranioventrálního okraje hřebene kosti kyčelní rovnoběžné s páteří.

Postup blokády

- Příprava operačního pole.
- Po vpichu jehly ji směřujte kaudomedálně se sklonem 30 – 45° přes *m. iliocostalis lumborum*.

Obrázek 15: **Blokáda *nervus femoralis* a *obturatorius* – laterální preiliakální přístup.** Pes leží v laterální poloze, blokována končetina je dále od podložky. Pomyslná linie vedená kolmo k páteři vycházející ze 6. bederního obratle se protíná s linií rovnoběžnou s páteří vycházející z kraniálního okraje *crista iliaca*. V místě křížení těchto linií je bod vpichu procházející přes *m. iliocostalis lumborum*. Sklon jehly by měl být pod úhlem 30 – 45°.



- Nervový stimulátor nastavený na 1 mA vyvolává kontrakce *m. quadriceps femoris*, stimulační proud se postupně snižuje na 0,2 mA.
- Negativní aspirace, aby se předešlo intraarteriální injekci.
- Aplikace 0,1 ml/kg 0,5% bupivakainu nebo 0,75% ropivakainu.