
METODICKÁ PŘÍRUČKA
ANESTEZIOLÓGICKÝCH PROTOKOLŮ U
PRASAT

IVA 2020

Viola Fialová
MVDr. Zdeněk Fajt, Ph.D.

Úvod

Prasata mohou být v anestezii pár hodin bez výraznějšího rizika komplikací, ve srovnání s ostatními zvířaty. Ovšem i v anestezii prasat existují komplikace, proto je potřeba ji předem pečlivě naplánovat. Úspěšná anestezie prasat zahrnuje vhodnou analgezii, sedaci a svalovou relaxaci. Doporučuje se premedikace sedativy, aby se zabránilo fyzickému sebepoškození a diskomfortu, jelikož to může způsobit stres. Sedace také umožňuje zavedení ušního katetru, který je důležitý pro zahájení intravenózní anestezie. Při dlouhotrvající anestezii se doporučuje tracheální intubace, ta ovšem může být zpočátku těžší, zejména pro nezkušené osoby. Jelikož prasata mají špatnou schopnost termoregulace, je vhodné v rámci prevence hypotermie použít vyhřívané podložky, popřípadě vakuové polštáře.

Je důležité vědět, že některá plemena, především Landrace, Pietrain, Poland China, Vietnamské a celá řada dalších jsou náchylná k maligní hypertermii, což je hypermetabolický stav příčně pruhované svaloviny, který je vyvolán těkavými inhalačními anestetiky, stresem a succinylcholinem. Příznaky maligní hypertermie jsou snížení pH a pO₂, zvýšení laktátu, etCO₂, draslíku a tělesné teploty. Pokud je podezření na výskyt maligní hypertermie je třeba zastavit anestezii, podat kyslík a tělesnou teplotu snížit např. pomocí ledu zabaleného v ručníku.

Péče před anestezii

Prasata by neměla být uvedena do anestezie během prvních dnů po transportu, jelikož by se tímto mohlo zvýšit nejen riziko úmrtí během anestezie, ale také riziko pooperačních komplikací. Aklimatizace v cílové stáji by měla trvat alespoň týden. Během ní by měla být prasata v klidném prostředí, aby nebyla zbytečně vystavována stresu.

Hladovka by měla být minimálně 6-12 hodin, u novorozenců cca 3 hodiny. U operací orgánů dutiny břišní by měla být hladovka delší a to okolo 12-24 hodin. Prísun vody může být neomezený, až do začátku anestezie. Především u miniprasat a jejich kříženců je toto důležité striktně dodržet, jelikož anestezie těchto zvířat přináší řadu komplikací a bez řádného vylučnění se těžko dosahuje optimálních podmínek k uvedení zvířete do anestezie.

Před anestezii by mělo být provedeno klinické a popřípadě laboratorní vyšetření. Klinické vyšetření může být provedeno krátce před premedikací a zahrnuje auskultaci a palpaci, případně stanovení hodnot triasu (viz Tab. Č 1). Laboratorní vyšetření zahrnuje především odběr krve na hematologické a základní biochemické parametry. Pro přístrojová vyšetření je často vyžadována sedace (např. RTG vyšetření nelze téměř ve 100 % případů bez použití sedativ či anestetik vůbec provést).

Tab. č. 1 – průměrný trias prasete

Dechová frekvence	12-40 / min
Tepová frekvence	64-116 / min
Tělesná teplota	38-39,5°C

Premedikace

Premedikace je prováděna za účelem sedace před anestezii. Sedace = psychomotorický útlum, kdy je pacient při vědomí, reaguje zpomaleně. Některé kombinace léčiv poskytují dobrou analgezii během prvních hodin anestezie. Často se přidává atropin, a to kvůli jeho anticholinergního účinku – zabraňuje salivaci a tachykardii během intubace a anestezie. Acepromazin je často používán jako sedativum, působí synergicky s ostatními anestetiky a opioidy a snižuje potřebné dávkování těchto léků, má ovšem pomalý nástup. Azaperon je sedativum, ale nemá analgetický efekt. Benzodiazepiny – diazepam a midazolam

navozují mírnou hypnózu, sedaci a svalovou relaxaci, ale pouze mírnou analgezií, navíc umocňují působení většiny anestetik a opioidů (Tab. č. 2 a 3)

Premedikaci aplikujeme intramuskulárně, během toho se snažíme prase vystavit co nejmenšímu stresu – např. poskytnout praseti malé množství krmiva (u miniprasat oblíbený pamlsek). Není vhodné fixovat prase manuálně, jelikož ho tímto můžeme ještě více vystresovat a zvýšit riziko komplikací během anestezie. Intramuskulární aplikace se provádí 2-3 cm za ucho, nejčastěji zelenou jehlou (0,8x25) u menších selat a mladých kříženců miniprasat, žlutou jehlou (0,9x25) u větších dospělých zvířat a u největších jedinců růžovou jehlou (1,2x38). Je potřeba zajistit správné zavedení jehly (Obr. č. 1 a 2) a aplikovat skutečně do svaloviny tak, aby se látka nemohla dostat do podkožního tuku, což by mohlo způsobit problémy během premedikace.



Obr. č. 1 – správná pozice při i.m. aplikaci (foto Z. Fajt)



Obr. č. 2 – samotná i.m. aplikace (foto Z. Fajt)

Tab. č. 2 – příklady jednotlivých látek pro premedikaci

Acepromazin	0,1-0,45 mg/kg IM
Azaperon	5-8 mg/kg IM
Atropin	0,05 mg/kg IM
Diazepam	0,5-2 mg/kg IM

Tab. č. 3 – příklady kombinace látek pro premedikaci

Azaperon	4 mg/kg IM
Midazolam	0,5 mg/kg IM
Atropin	0,04 mg/kg IM
Ketamin	6-10 mg/kg IM
Medetomidin	60-80 µg/kg IM
Butorfanol	0,2 mg/kg IM
Tiletamin/Zolazepam	4,4 mg/kg IM
Xylazin	2,2-4,4 mg/kg IM
Ketamin	10 mg/kg IM
Midazolam	1 mg/kg IM

Acepromazin, Azaperon, Diazepam, Midazolam se řadí mezi trakvilizéry, které se u prasat kombinují s disociačními anestetiky (např. Ketamin). Jejich účinkem je tedy sedace, zklidnění.

Medetomidin patří do skupiny α_2 adrenergních agonistů. Má anestetický i analgetický účinek. Používá se v kombinaci s opioidy, právě jako součást premedikace pro celkovou anestezii. Je u něj možnost rychlého zvrácení účinku a to Atipemazolem.

Zavedení katetru (kanyly) do žíly

Ušní žíly jsou u prasat nejpoužívanější a nejdostupnější superficiální cévy pro zavedení katetru. Katetr zavádíme do centrální nebo ventrolaterální ušní žíly, poté jej fixujeme pomocí lepicí pásky či elastického obvazu. Na vypodložení lze použít stříkačkový tubus či jiný oválný nedráždivý materiál. Běžně se však používá tzv. motýlková kanyla, převzatá z použití v humánní medicíně (Obr. č. 3 a 4).



Obr. č. 3 – kanyly s motýlkem (foto Z. Fajt)



Obr. č. 4 – kanyly s motýlkem (foto Z. Fajt)



Obr. č. 5 – fixace kanyly s motýlkem k uchu (foto Z. Fajt)

Tyto kanyly mají řadu výhod. Především je to snadná manipulace, dostatečný prostor k aplikaci přes prodlouženou hadičku, které je zároveň zdroje podtlaku a není tak nezbytné po zavedení do cévy aspirovat, jelikož krev sama vzlíná do hadičky. Dále je to ostrost, a možnost fixovat k uchu daleko snadněji, než je tomu u běžných kanyl. (Obr. č. 5)



Obr. č. 6 – správné držení kanyly s motýlkem (foto Z. Fajt)

Základem při zavedení kanyly do cévy na uchu, je důsledná příprava. Je nezbytné sedované zvíře uklidňovat a pokud možno, když si to jinak situace nevyžaduje, na něj co nejméně sahat. Je potřeba bázi ucha komprimovat ať už pomocnou rukou nebo stahovací gumou, gumičkami s peánem apod.



Obr. č. 7 – komprimace báze ucha před zavedením kanyly (foto Z. Fajt)

Po naběhnutí cévy je potřeba se zavedením jehly do cévy pod relativně ostrým úhlem a vždy co nejvíce apikálně, abychom si po případném narušení stěny cévy nezablokovali možnost další aplikace.



Obr. č. 8 – zavedení kanyly s motýlkem (foto Z. Fajt)

Při objevení se krve v hadičce je potřeba přímo aplikovat sedativum či kanylu fixovat k uchu. Vždy je nezbytné myslet na to, že ucho musím být neustále napnuté tak, aby nedošlo k narušení ostrou jehlou stěny cévy a vytvoření hematomu.



Obr. č. 9 – aplikace sedativa i.v. přes kanylu s motýlkem (foto Z. Fajt)

Po odstranění kanyly je nezbytné provést důslednou komprimaci a u některých tzv. „bílých“ plemen prasat je nezbytné toto zajistit i na několik desítek minut až hodin, jelikož mají sklon ke ztrátě stability stěny cév, což může vést ke tvorbě hematomu a devitalizaci tkáně s následnou nekrózou ušního boltce a jeho ztrátou (Obr. č. 11).



Obr. č. 10 – komprimace ušní cévy (foto Z. Fajt)



Obr. č. 11 – nekróza ušního boltce po kanylaci (foto Z. Fajt)

Anestezie obecně

Celková anestezie (narkóza) = stav bezvědomí, kdy pacienta nelze probudit ani bolestivými podněty, dokud plazmatická koncentrace anestetik neklesne pod hladinu navozující anestezii. Ve většině případů jsou anestetika aplikována intravenózně, případně inhalačně. Cílem anestezie je umožnění a tolerance výkonů, přičemž nesmí dojít k narušení homeostázy životních funkcí pacienta. Stav celkové anestezie je umělý, tedy iatrogeně navozený, jehož podmínkou je, že musí být reverzibilní a ideálně by měl mít rychlý nástup i odeznění, což ne vždy je možné. Celková anestezie má čtyři části.

1. stádium analgezie – pacient je při vědomí, postupně přestává vnímat bolest. je zde silná sedace a nastává analgezie, která ale není úplná. Toto stádium je většinou relativně krátké, dochází k manipulaci s pacientem – příprava k operaci, fixace apod. Zornice je beze změny.
2. stádium excitace – dochází ke ztrátě vědomí a ztrátě reakcí na nebolestivé podněty. Dýchání je nepravidelné, zornice je rozšířená (mydriáza). Během této fáze je nebezpečí bronchospazmu, laryngospazmu, zvracení a to kvůli aktivaci zakončení *n. vagu*.
3. stádium chirurgické – je to stádium, kde provádíme operaci. Dýchání je pravidelné, je vymizelý korneální reflex a pohyby bulbů. S prohlubující se anestézií dochází k relaxaci příčně pruhované svaloviny. Toto stádium se dále dělí na další 4 stupně, během kterých je dýchání pravidelné kostoabdominální a od třetího stupně se mění na mělké abdominální. Druhý stupeň poznáme podle toho, že zmizí pohyb očních bulbů, a poté mezi druhým a třetím stupněm je ideální operovat. Zornice je zúžená (mióza), ale jakmile dochází k jejímu rozšiřování, nastává čtvrtý stupeň a musíme jednat. Čtvrtý stupeň také poznáme podle zrychleného tepu, sníženého krevního tlaku.
4. stádium paralytické – velmi rychlé stádium, které poznáme podle rozšíření zornice. Dochází k těžké depresi životně důležitých center v prodloužené míše, relaxaci svěračů a cyanóze pacienta.

Úvod do anestezie

Pro úvod do anestezie jsou preferována krátkodobě působící anestetika (Tab. č 4). Propofol a thiopental jsou volbou číslo jedna pro úvod do anestezie. Propofol má rychlý účinek a krátký tzv. recovery time. Thiopental má obdobný účinek, ale musí být dáváno vždy intravenózně, aby nedošlo k nekróze ušní tkáně. Abychom se tomuto nežádoucímu účinku vyhnuli, je možné, zvláště u malých zvířat bez dostatečně dostupné ušní či jiné cévy, aplikovat toto anestetikum intraperitoneálně. Tento postup je však povolen pouze u zvířat, která nejsou určena k lidské spotřebě, tedy PET prasat. Anestetikum zavádíme nejčastěji k předposlednímu struku, když je zvíře fixováno za pánevní končetiny hlavou dolů tak, aby všechny orgány klesly k hrudníku a my se jim tak mohli vyhnout. V tomto případě je nezbytné vždy před aplikací aspirovat. (Obr. č. 12 a 13).



Obr. č. 12 – i.p. aplikace-krok 1 (foto Z. Fajt)



Obr. č. 13 – i.p. aplikace-krok 2 (foto Z. Fajt)

Anestetika jsou podávána do doby, než pozorujeme efekt – nepřítomnost rohovkového reflexu a dobrá svalová relaxace. Svalová relaxace je důležitá také pro intubaci. Místo injekční aplikace pro úvod do anestezie může být také použita inhalační anestezie pomocí masky.

Pro dlouhotrvající anestezii (delší než hodina) je důležitá endotracheální intubace. Ta udržuje čisté dýchací cesty, zabraňuje aspiraci cizorodého materiálu a umožňuje umělé dýchání. Je potřeba laryngoskop s dlouhým lžící, trubice a sprej s lokálním anestetikem, stříkačka se vzduchem a obvaz pro fixaci trubice. Intubovat lze ve sternální, laterální a dorsální poloze.

Během anestezie mohou prasata dýchat spontánně, ovšem při prolongované anestezii je doporučeno umělé dýchání.

Prasata mají sklon k hypotermii, zejména díky kůži bez chlupů a periferní vazodilataci, kterou způsobují anestetika. Proto je vhodné použít vyhřívané podložky či deky.

Tab. č. 4 – příklady látek pro úvod do anestezie

Propofol	1,5-5 mg/kg
Thiopental	6-25 mg/kg
Ketamin	20 mg/kg
Ketamin + Midazolam	6 + 1,25 mg/kg

Anestezie může být udržována buďto inhalační nebo injekční anestezii. Inhalační anestezie je preferována pro dlouhotrvající anestezii, ovšem je dražší než injekční.

Inhalační anestezie

Inhalace je velmi bezpečná anestezie pro prasata, i když skrývá řadu komplikací, jelikož je řada plemen na inhalační plyny dosti citlivá. Dochází ke vdechnutí anestetika, které se přes dýchací cesty dostává do plic, dále krve a CNS – zde působí, poté zpátky venózní krví, přes plíce a dýchací cesty je vydechnuto. Nedochází k metabolizaci anestetik. Pro inhalační anestezii je potřeba inhalační masky a je dobré znát minimální alveolární koncentraci (MAC), což je taková alveolární koncentrace, při které 50% pacientů nereaguje na incizi kůže. Čím je hodnota MAC nižší, tím je anestetikum účinnější (Tab. č. 5).

Tab. č. 5 – MAC inhalačních anestetik

Halotan	0,9-1,3 %
Isofluran	1,2-2 %
Desfluran	8,3-10 %

Sevofluran	2-2,7 %
Enfluran	1,7 %
N ₂ O	162-277 %

Halotan má depresivní efekt na myokard, je hepatotoxický a senzibilizuje srdce ke katecholaminům, proto se od jeho používání upouští.

Isofluran je poměrně často používán. Má nízkou míru metabolizace, není toxický, jeho nevýhodou je, že způsobuje vazodilataci, která je následována hypotenzí. Nesenzibilizuje srdce ke katecholaminům, tudíž je srdeční rytmus stabilní.

Desfluran má velmi rychlý nástup i odeznění, jelikož je málo rozpustný v krvi. Ovšem je drahý, stejně jako sevofluran.

Sevofluran je vhodný pro úvod do anestezie inhalační maskou, jelikož není dráždivý. Navozuje rychlý nástup a odeznění anestezie, stejně jako Desfluran.

Enfluran má pomalý nástup, proto musí být jeho použití premedikováno. Nežádoucím účinkem je útlum srdeční kontraktility.

Oxid dusný (NO₂) má nízký anestetický účinek, ale je výborný jako nosný plyn, tzn. pomáhá nástupu účinku současně podávaných inhalačních anestetik, má také analgetický účinek. Nevýhodou je, že rychle přestupuje do tělních dutin.

Obecně je inhalační anestezie pro řadu pracovišť či terénních lékařů nedostupná a nákladná, proto je její použití využíváno především pro experimentální účely

Injekční anestezie

Je potřeba mít zavedený katetr nejčastěji do ušní či jiné žíly a aplikovat tedy anestetika intravenózně. Z místa aplikace se dostává anestetikum do krve až do CNS – zde působí a dochází k redistribuci. Takto podaná anestetika mají většinou krátkodobý účinek. Proto se používají pro úvod do inhalační anestezie a pro krátkodobé výkony.

Tab. č. 6 – příklady látek a kombinací pro injekční a infuzní anestezii

Propofol	4-10 mg/kg/h IV
Acepromazin	0,5-1,1 mg/kg IM
Ketamin	15-33 mg/kg IM
Ketamin	10-8 mg/kg IM
Diazepam	1-2 mg/kg IM
Ketamin	15 mg/kg IM
Xylazin	2 mg/kg IM
Ketamin	10 mg/kg IM
Medetomidin	80 µg/kg IM
Butorfanol	220 µg/kg IM
Ketamin	5 mg/kg IM
Xylazin	2 mg/kg IM
Butorfanol	220 µg/kg IM
Ketamin	2 mg/kg IM
Xylazin	2 mg/kg IM
Tiletamin/Zolazepam	4 mg/kg IM
Xylazin	2 mg/kg IM
Butorfanol	0,2 mg/kg IM
Tiletamin/Zolazepam	4 mg/kg IM

Propofol je možné reaplikovat či podávat kontinuálně infuzí. Má malý analgetický účinek, proto je často kombinován se silnými analgetiky (např. fentanyl). Největší nevýhodou u prasat je jeho cena. Jeho nástup bývá do minuty, účinek okolo 10 minut. Nežádoucí účinkem bývá nedostatečné potlačení reflexů.

Ketamin patří mezi disociativní anestetika. Může být podáván i samostatně, ale působí krátkou dobu – okolo 20 minut. Má malý depresivní efekt na kardiovaskulární systém, nenavozuje dostatečnou myorelaxaci a nemá viscerální analgezii. Proto je kombinován s jinými látkami (např. opioidy, benzodiazepiny).

Xylazin patří do skupiny α_2 adrenergních agonistů. Musí být vždy podáván v kombinaci s jinými látkami, často s ketaminem. Navozuje sedaci a analgezii.

Diazepam má samostatně pouze efekt sedace. Proto je často kombinován s ketaminem nebo xylazinem pro úvod a vedení anestezie.

Butorfanol podáván samostatně neposkytuje dostatečnou analgezii, proto bývá kombinován. Jeho doba působení je okolo 4 hodin.

Monitoring v průběhu anestezie

Je důležité sledovat kardiovaskulární systém, dýchací systém a tělesnou teplotu. Sledování srdeční činnosti zahrnuje srdeční frekvenci, rytmu a kvalitu pulzu (*a. radialis*, *a. saphena medialis*), dále je možno sledovat pacienta pomocí EKG, pulsního oxymetru, či arteriálního krevního tlaku (*a. femoralis*). Dechová činnost zahrnuje dechovou frekvenci, rytmus a hloubku dechu, případně pomocí přístrojů kapnometrii nebo spirometrii. Měření teploty je pomocí teplotní sondy, která je zavedena do rekta nebo do jícnu nad bázi srdeční. Dále je vhodné sledovat barvu sliznic – cyanóza značí nedostatečnou oxygenaci, čas CRT – prodloužené nad 2 vteřiny při špatné perfuzi, produkci slz – s prohlubující anestézií se snižuje.

Péče po anestezii

Probuzení prasete by mělo probíhat v klidném prostředí boxu či vyhřívaném kotci. Teplota boxu by měla být okolo 20-25°C, abychom zabránili hypotermii. Odstranění endotracheální trubice by mělo být až po obnovení polykacího reflexu. Probuzení by mělo být pod neustálým dohledem. Odstranění katetru by mělo být, až je prase zcela probuzeno. Obecně se k probuzení jako nespecifické antidotum používá preparát Coffeinum v dávce 2-8 ml pro toto i.m, i.v. (Obr. č. 14)



Obr. č. 14 preparát coffeinum určený k probouzení prasat z anestezie (foto Z. Fajt)

Prasata určená k lidské spotřebě – látky, které **nejsou** doporučovány u této skupiny prasat: Isofluran, Enfluran, Xylazin, Diazepam, Tiletamin/Zolazepam, Tiletamin/Zolazepam + Xylazin (TKX), Medetomidin, Thiopental, Butorfanol a ostatní opioidy, Dantrolen

Experimentální prasata a miniprasata – látky, které **nejso** doporučovány u této skupiny prasat: Tiletamin/Zolazepam + Xylazin (TKX), Xylazin, Halothan

Anestezie pro krátkodobé výkony – do 60-90 minut

Diazepam	2 mg/kg IM
Ketamin	15 mg/kg IM
Xylazin	2 mg/kg IM
Ketamin	20 mg/kg IM
Medetomidin	0,2 mg/kg IM
Ketamin	10 mg/kg IM
Ketamin	2,2 mg/kg IM
Tiletamin	2,2 mg/kg IM
Zolazepam	2,2 mg/kg IM
Xylazin	2,2 mg/kg IM
Tiletamin	2,2 mg/kg IM
Zolazepam	2,2 mg/kg IM

Anestezie po akutní experimenty – zpravidla zakončeny eutanázií

Acepromazin	1,1 mg/kg IM
Ketamin	33 mg/kg IM
Isofluran (ve směsi kyslíku nebo kyslík/vzduch)	1,5-2 %

Anestezie pro výkony se sledováním fyziologických parametrů

Isofluran (úvod maskou)	3-5 %
Isofluran (vedení, ve směsi kyslík/oxid dusný)	0,5-1,5 % (směs kyslík/oxid dusný 1:2)

Závěr:

Prasata a jejich kříženci jsou vysoce citlivá a vnímavá zvířata na použitou anestezii, je nutno přistupovat k tomuto úkonu vždy s respektem a znalostí daného anestetika a vždy počítat s možností komplikace. Pokud je to možno, zákroky vždy provádět v co nejkratším možném časovém rozhraní a zvíře z tohoto stavu co nejšetrněji a co nejdříve budit. Pokud je to možné, mít vždy zajištěný přístup intravenózní, který představuje nejbezpečnější a nejefektivnější způsob anestezie

Seznam použitých informačních zdrojů:

- (1) Bollen Peter J. A.; K. Hansen Axel; Olsen Alstrup, Aage K. 2010. The Laboratory Swine Second Edition. Taylor & Francis Inc. CRC Press. p. 138. ISBN: 978143981581
- (2) M. Michael Swindle, Alison C. Smith. 2015. Swine in the Laboratory Surgery, Anesthesia, Imaging, and Experimental Techniques, Third Edition. CRC Press. p. 400. ISBN: 9781466553477
- (3) Anesthesia: Swine – species-specific considerations [online]. 2020. Dostupné z <https://www.researchservices.umn.edu>.
- (4) Guidelines on Anesthesia and Analgesia in Swine [online]. 2020. Dostupné z <https://az.research.umich.edu>.
- (5) General Anesthetic Techniques in Swine [online]. 2020. Dostupné z <https://www.vetfood.theclinics.com>.
- (6) Anaesthesia of the pig [online]. 2020. Dostupné z <https://veteriankey.com>.
- (7) MVDr. Petr Raušer, Ph.D. Základy anestezie a analgezie prasat