



УНИВЕРЗИТЕТУ НОВОМ САДУ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ

Osnove veterinarske anesteziologije



Osnove veterinarske anesteziologije

Prof. dr Plamen Trojačanec
Prof. dr Bojan Toholj
Doc. dr Snježana Trojačanec
Doc. dr Ksenija Ilievska

Prof. dr Plamen Trojačanec; Prof. dr Bojan Toholj
Doc. dr Snježana Trojačanec; Doc. dr Ksenija Ilievska



**Prof. dr Plamen Trojačanec
Prof. dr Bojan Toholj
Doc. dr Snježana Trojačanec
Doc. dr Ksenija Ilievska**

OSNOVI VETERINARSKE ANESTEZIOLOGIJE



**UNIVERZITET U NOVOM SADU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET**

Novi Sad, 2018.

EDICIJA POMOĆNI UDŽBENIK

Osnivač i izdavač edicije

*Poljoprivredni fakultet, Novi Sad,
Trg Dositeja Obradovića 8, 2100 Novi Sad*

**Godina osnivanja
1954.**

Glavni i odgovorni urednik edicije

**Dr Nedeljko Tica,
redovni profesor.
Dekan Poljoprivrednog fakulteta.**

Članovi komisije za izdavačku delatnost

**Dr Ljiljana Nešić, vanredni profesor - predsednik.
Dr Branislav Vlahović, redovni profesor - član.
Dr Milica Rajić, redovni profesor - član.
Dr Nada Plavša, vanredni profesor - član.**

CIP - Каталогизација у публикацији
Библиотека Матице српске, Нови Сад

619:616-089.5(075.8)

OSNOVI veterinarske anesteziologije / Plamen Trojačanec ...
[et al.]. - Novi Sad : Poljoprivredni fakultet, 2018 (Beograd : Donat
graf). - 191 str. : ilustr. ; 30 cm. - (Edicija Pomoćni udžbenik)

Tiraž 20. - Bibliografija.

ISBN 978-86-7520-425-1

1. Тројачанец, Пламен 2. Тохоль, Бојан 3. Тројачанец, Сњежана

4. Илиевска, Ксенија

а) Ветерина - Анестезиологија

COBISS.SR-ID 322168583

Autori
dr sc. Plamen Trojačanec, redovni profesor
dr sc. Bojan Toholj, vanredni profesor
dr sc. Snježana Trojačanec, docent
dr sc. Ksenija Ilieska, docent

Glavni i odgovorni urednik
Prof. dr Nedeljko Tica, redovni profesor
Dekan poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu.

Urednik
Dr Milenko Stevančević, redovni profesor,
*Direktor departmana za veterinarsku medicinu,
Poljoprivredni fakultet u Novom Sadu.*

Recenzenti

Dr Josip Kos, redovni profesor
*Sveučilište u Zagrebu,
Veterinarski fakultet Zagreb*

Dr Milenko Stevančević, redovni profesor
*Univerzitet u Novom Sadu
Poljoprivredni fakultet, Novi Sad*

Izdavač
Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.

Zabranjeno preštampavanje i fotokopiranje. Sva prava zadržava izdavač.

Štampa:

Štampanje ovog udžbenika odobrilo je Nastavno - naučno veće Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu na sednici od. godine. Broj odluke:.

Tiraž: 20
Mesto i godina štampanja: Novi Sad, 2018.

Sadržaj

Poglavlje 1	9
ISTORIJAT I OPŠTI PRINCIPI ANESTEZIJE ŽIVOTINJA.....	9
UVOD	9
Istorijat anestezije životinja.....	9
Inhalacioni anestetici.....	10
Injekcioni anestetici.....	11
Tipovi anestezije	13
Izbor tehnike anestezije.....	14
Poglavlje 2.....	15
OPSTA ZAPAŽANJA KOD PRIMENE ANESTEZIJE	15
ANESTEZIOLOŠKI PROTOKOL.....	15
Dejstvo anestetika	16
Faze opšte anestezije	16
Klinički efekti anestezije.....	17
Priprema pacijenta.....	19
Poglavlje 3.....	25
PREOPERATIVNA MEDIKACIJA - PREMEDIKACIJA	25
Definicija.....	25
Izbor pogodnog leka.....	25
Administracija sredstava za premedikaciju:.....	26
Sedativi i neuroleptici.....	26
Opioidni analgetici.....	33
Antiholinergici	36
Poglavlje 4.....	39
ANESTEZIOLOŠKI PROTOKOL.....	39
Indukcija opšte anestezije.....	39
Endotrahealna intubacija	41
Održavanje anestezije.....	48
Monitoring opšte anestezije	48
Buđenje iz opšte anestezije	52
Poglavlje 5.....	55
KONTROLA BOLA	55
Definicija.....	55
<i>Šta bol predstavlja?</i> Neke definicije:.....	55
Patofiziologija bola	57
Prepoznavanje bola	57
Metode za određivanje bola	58
Hroničan bol.....	60
Intraoperativni bol.....	60
Terapija bola.....	61
Praktični aspekti lečenja bola kod životinja.....	62
Nega.....	62
Alternativna i potporna terapija	62
Poglavlje 6.....	73
OPSTA ANESTEZIJA - Injekciona anestezija.....	73
Oprema za injekcionu anesteziju.....	76

injekcioni anestetici.....	77
Klinička primena	82
Neuroleptanalgezija.....	87
OPŠTA ANESTEZIJA - Inhalaciona anestezija.....	89
Opšta razmatranja.....	89
APARAT ZA INHALACIONU ANESTEZIJU	92
Sistemi za disanje	95
Inhalacioni anestetici.....	103
KOMPLIKACIJE OPŠTE ANESTEZIJE	106
NEUROMUSKULARNA BLOKADA	112
LOKALNA ANESTEZIJA / ANALGEZIJA	119
uvod.....	119
Karakteristike lokalnih anestetika/analgetika.....	120
Podela lokalnih anestetika.....	120
Mehanizam dejstva.....	121
Farmakokinetika lokalnih anestetika.....	121
Toksičnost lokalnih anestetika	122
Površinska anestezija.....	123
Infiltrativna anestezija	124
Infiltrativna „pehar“ anestezija.....	124
Provodni blok	124
Tehnike izvođenja lokalne anestezije kod pojedinih vrsta domaćih životinja	125
KONj	125
GOVEDO	127
TERAPIJA TEČNOSTIMA.....	144
Telesne tečnosti i sastav elektrolita.....	144
Sastav parenteralnih rastvora	146
Kristaloidni rastvori.....	147
Indikacije za parenteralnu administraciju tečnosti	154
Addendum 1	160
KARDIOPULMONALNA I CEREBRALNA REANIMACIJA.....	160
Addendum 2	168
EUTANAZIJA	168
LITERATURA.....	

Poglavlje 1

ISTORIJAT I OPŠTI PRINCIPI ANESTEZIJE ŽIVOTINJA

UVOD

ISTORIJAT ANESTEZIJE ŽIVOTINJA

DEFINICIJA

TIPOVI ANESTEZIJE

UVOD

Anestezija predstavlja stanje bez svesti, indukovano kontrolisanim i reverzibilnim medikamentoznim delovanjem na centralni nervni sistem (CNS), pri čemu pacijent ne oseća bol niti se seća bolnog stimulsa. Opšta anestezija izaziva imobilizaciju, miorelaksaciju, gubitak svesti i analgeziju. Anestezija predstavlja jedno od najznačajnijih dostignuća moderne medicine, bez koje se savremene hirurške tehnike ne bi mogle razvijati.

Anestezija predstavlja neophodnu komponentu veterinarske medicine kako sa etičke strane gledano tako i u pogledu sigurnosti hirurga prilikom izvođenja operativnog zahvata. Podrazumeva upotrebu brojnih medikamentoznih sredstava koje izazivaju depresiju aktivnosti nervnog sistema lokalno, regionalno ili na nivou CNS-a, a ujedno i obezbeđuju zadovoljavajuće uslove za izvođenje dijagnostičkih i terapeutskih procedura na životinji.

ISTORIJAT ANESTEZIJE ŽIVOTINJA

Najraniji pokušaji primene anestezije izvedeni su na ljudima još pre nove ere pri čemu su upotrebljavani prirodni ekstrakti (*Mandrak - Mandragora officinalis* i *Bunika - Datura stramonium*). U istom periodu, Egipćani su gubitak svesti izazivali kompresijom karotidne arterije. Vekovima kasnije, ljudi su pripremali različite napitke koji su sadržali opijate i atropinu slična jedinjenja za smanjenje bola pri hirurškim intervencijama.

Dvanaesti vek je period kada se prvi put spominje "**inhalaciona anestezija**". Prirodni sunderi su bili natopljeni rastvorima od **opijuma, kanabisa, mandraka ili henbane** (*Hyoscyamus niger*) i potom sušeni. Kada je bilo potrebno, sunderi su zagrevani topлом vodom, pri čemu je tako nastala para bila inhalirana. U periodu od 16 - 18 veka ovi "**soporifični sunderi**", kako su bili nazivani, prestali su da se koriste zbog nekonzistentnosti recepture (tačne količine komponenata rastvora nikada nisu bile zapisane) i često nesigurnih rezultata. Umesto tih procedura, dugo vremena je primenjivana **kompresija nerava ili krvnih sudova** određenog dela tela. Ovaj metod ostao je popularan sve do pronalaska azotnog oksidula i etra.

INHALACIONI ANESTETICI

Azotni oksidul otkrio je Humphrey Davy 1772. godine. Tek 1799. godine, gas je isprobao na sebi i objavio da može da se koristi za kontrolu bola. Prva demonstracija azotnog oksidula na pomoćniku bila je na medicinskom fakultetu 1884. godine. Desilo se da je pacijent počeo da ispušta bolne krike (verovatno studentska šala), pa je azotni oksidul bio ozloglašen i izbačen iz upotrebe. Nešto kasnije, na početku devetnaestog veka, azotni oksidul bio je ponovo uveden i korišćen za redukciju bola a zatim i široko prihvaćen. Hickman H., (1824) demonstrirao je smanjivanje osećaja bola na psima korišćenjem azotnog oksidula, ali sa intenzivnom kliničkom primenom počeo je tek C.P. Jackson, nekoliko godina kasnije.

Etar je otkrio 1275. godine španski hemičar Raymundus Lullius pri čemu mu je dao ime sladak vitriol. Postupak sinteze etra je opisan 1540. godine od strane nemačkog naučnika Valeriusa Cordusa, a u približno isto vreme Paracelsus je otkrio hipnotičko dejstvo etra. Kasnije 1730. godine, nemački naučnik W.G. Frobenius je promenio njegovo ime u etar.

1842. godine, etar je počeo da se koristi kod ekstrakcije zuba od strane W. Clarke-a, ali ovaj metod nije bio zvanično objavljen sve do 1849. godine pa je Morthon dobio zasluge za prvu primenu etra kao anestetika 1846. godine.

Etar je i pored prednosti imao brojne nedostatke, sporo nastupanja dejstva, iritaciju respiratornog sistema i visoku zapaljivost. Pa ipak, eterska baza je bila iskorišćena za sintezu halogenih etarskih grupa, koje su nerastvorljive u mastima, što je omogućilo skraćivanje vremena za indukciju anestezije i budenje.

Kasnije, tokom 1823.-24. godine, pokušalo se sa korišćenjem **ugljen dioksida** kao anestetika. Pa ipak, nikada nije bio prihvaćen kao anestetik, iako se još i danas koristi za eutanaziju životinja.

Iako je **hloroform** otkrio Liebig 1831. godine, prvo je bio korišćen za anesteziju životinja 1847. godine od strane Floureens-a, dok je kasnije iste godine Sir James Young Simpson počeo da ga koristi kod porodilja. Kraljica Viktorija, isto tako, bila je pod dejstvom hloroforma za vreme prvog porođaja, pa je tako postao najpopularniji anestetik u Velikoj Britaniji u tom periodu. Kasnija istraživanja pokazala su da hloroform izaziva oštećenja na jetri zbog čega je povučen iz upotrebe.

Pa ipak, i pored pronalaska **trihloretilena** 1864. godine, hloroform i etar su bili korišćeni još duže vreme.

Ciklopropan se koristi od 1928. godine i dugo je bio smatrano idealnim anestetikom, pa ipak, zbog ekstremne zapaljivosti i brojnih eksplozija za vreme intervencija, izbačen je iz

upotrebe. Početak upotrebe brojnih električnih instrumenata prilikom operacije, tridesetih godina dvadesetog veka, prouzrokovalo je prestanak korišćenja većine zapaljivih anestetičkih sredstava.

Halotan je otkriven nešto kasnije, 1956. godine, i pri tom stekao ogromnu popularnost u veterinarnarskoj medicini zbog jednostavne upotrebe i ekonomičnosti, zbog čega je i korišten dugi niz godina. On se već od samog početka manje koristio u humanoj medicini, jer je primećeno da izaziva takozvani halotanski hepatitis koji nastaje usled vezivanja halotana za čelijsku membranu hepatocita pri čemu dolazi do jednog vida autoimune reakcije.

Metoksifluran, iako sintetisan prvi put 1940. godine, nije se koristio u medicini sve do 1958. godine. Metoksifluran se danas postepeno povlači iz upotrebe u humanoj medicini, zbog potencijalne nefrotoksičnosti.

Dalja istraživanja su dovela do otkrića enflurana, jedinjenja koje se teže metaboliše u organizmu i stoga oslobađa određenu koločinu jona fluora. I dalje se koristi u humanoj medicini, ali nikada nije postao popularan u veterinarskoj medicini.

Izofluran je poslednji anestetik koji je odobren za kliničko korišćenje u veterinarskoj medicini (1981). Poseduje brojne prednosti u odnosu na halotan i druga anestesiološka sredstva, mada ima višu cenu. Dalji eksperimenti na halogenim anestetičkim etrima doveli su do otkrića **desflurana i sevoflurana**. Ovi anestetici imaju dobre karakteristike ali i visoke cene. Troškovi se odnose na sam anestetik ali i na nove isparivače.

INJEKCIIONI ANESTETICI

Injekcioni anestetici se nisu koristili sve do pronalaska injekcione igle, oko 1850. godine. Pre toga anestetici su se davali oralno i to sa veoma neizvesnim posledicama. Opioidni analgetici, kao što je opijum i njegov ekstrakt morfijum, vekovima su se koristili kao sredstva za ublažavanje bola. Tokom prošlog veka pokazalo se da morfin smanjuje količinu etra potrebnog za anesteziju, pa je počeo da se upotrebljava za premedikaciju.

Publikacija o korišćenju hloral-hidrata kao intravenskog anestetika prvi put je objavljena 1875. godine, a tri godine kasnije Humbert objavljuje da je uspešno primenio hloralhidrat kod konja. Rektalna i intraperitonealna administracija hloralhidrata je, u velikoj meri, korišćena i u veterinarskoj medicini.

Nakon prve izolacije kokaina od strane Niemann-a 1860. godine, napredovale su metode izvođenja lokalne anestezije perifernih nerava kod ljudi i životinja (Anrep, 1878), kao i (Koler, 1884), spinalnih nerava (Bier, 1898), metode izvođenja regionalne anestezije (Halsted i sar. 1884), subarahnoidalne blokade kod konja, goveda i pasa (Cathelin, Rezgen, Benesch, Brook 1901-1920). Farquharson i Formstrom (1940) su prvi izvršili paralumbalnu anesteziju domaćih životinja, a zatim i Magda.

Uprkos razvoju anestesioloških tehnika od druge polovine devetnaestog veka, verovatno zbog brojnih neuspešnih pokušaja, pa sve do sredine dvadesetog veka, opšta anestezija životinja nije bila dobro prihvaćena od strane veterinara.

Iako je opšta anestezija malih životinja počela da se izvodi pronalaskom barbiturata, ranih dvadesetih godina dvadesetog veka, ipak je pronalazak pentobarbitona bio odlučujući za ovu primenu. Barbituratna anestezija postaje posebno zastupljena u veterinarskoj medicini uvođenjem tiobarbiturata, osobito tiopentona, 1934. godine.

Narednih godina, dolazi do napretka u opštoj anesteziji životinja uvođenjem brojnih novih lekova kao i njihovih kombinacija (trankvilizajzeri, opijati, alfa 2 agonisti, disocijativi, miorelaksanti i inhalacioni anestetici).

DEFINICIJA

Termin anestezija dolazi od grčkog izraza *anaesthesia*, što znači "neosetljivost" a koji se koristi da opiše gubitak osećaja u jednom delu tela ili u celom telu.

Anestezija se postiže aplikacijom lekova koji izazivaju depresiju aktivnosti nervnog tkiva na lokalnom ili regionalnom nivou ili pak depresiju CNS-a.

Mnogi termini su korišćeni kako bi se opisao efekat anestetika:

1. **Analgezija** - odnosi se na smanjenje ili odsutnost osećaja bola;
2. **Trankvilizacija** - stanje promjenjenog ponašanja, kada je anksioznost otklonjena a pacijent miran i svestan svog okruženja. U ovom stanju životinja može biti indiferentna na blagi osećaj bola;
3. **Sedacija** - stanje depresije centralnog nervnog sistema koju prati pospanost. Pacijent nije svestan okruženja;
4. **Narkoza** - stanje dubokog sna, nastalo aplikacijom lekova. Narkoza može ali i ne mora biti praćena analgezijom;
5. **Hipnoza** - stanje veštački izazvanog sna ili stanja nalik snu koji proizilazi iz umerene depresije CNS-a, iz kojeg pacijent može lako da se probudi;
6. **Lokalna anestezija** (analgezija) - gubitak osećaja u ograničenom delu tela;
7. **Regionalna anestezija** (analgezija) - podrazumeva neosetljivost većeg, ograničenog regiona;
8. **Opšta (totalna) anestezija** – lekovima prouzrokovano nesvesno stanje čije su karakteristike kontrolisana, reverzibilna depresija CNS-a i analgezija. U takvom stanju pacijent ne može da se probudi a čulne, motorne i autonomne funkcije su oslabljene;
9. **Hirurška anestezija** - predstavlja stanje farmakološki indukovane neosetljivosti koje omogućava bezbedno izvođenje hirurške intervencije kako za samog hirurga tako i za životinju. Osim **gubitka svesti** (opšte anestezije), takođe je potrebno postignuti i adekvatnu **analgeziju** u cilju suzbijanja neželjenih reakcija na štetne stimulse, npr. hipertenzije, tahipneje. **Mišićna relaksacija** je potrebna kako bi se sprečili refleksni pokreti kao odgovori na štetne (ali ne uvek i bolne) stimulse ali i kako bi olakšala izvođenje operacije i to a naročito onih kod kojih i najmanji pokret može biti opasan, npr. kod oftalmoloških procedura, zahvata na ekstremitetima.
10. **Balansirana anestezija** – podrazumeva korišćenje više vrsta lekova u cilju postizanja hirurške anestezije, gubitak svesti se postiže anestetikom/hipnotikom, analgezija analgeticima a opuštanje mišića neuromuskularnim blokatorima. Ovaj vid anestezije oslobađa opšti anestetik zadatka da obezbedi analgeziju i opuštanje mišića, pa su potrebne niže doze samog anestetika, pri čemu je i smanjen uticaj opšteg anestetika na vitalne centre. Balansirana anestezija je korisna u pacijenata sa oslabljenom kardiovaskularnom rezervom,

npr. kod veoma bolesnih ili starih životinja, a danas predstavlja standard u savremenom izvođenju anestezije;

11. Disocijativna anestezija - predstavlja stanje izazvano lekovima (ketaminom, tiletaminom) koji razdvajaju neurološku komunikaciju između talamokortikalnog dela i limbičkog sistema. Ovaj oblik anestezije se karakteriše kataleptičnim stanjem u kojem su oči otvorene a refleks gutanja očuvan. Tonus mišića postoji ukoliko nije dat sedativ ili miorelaksans.

Indikacije za primenu anestezije

Anesteziologija životinja predstavlja neophodnu komponentu veterinarske medicine iz više razloga:

Operativni zahvati – obezbeđuje odsustvo bola i relaksaciju mišića, daje doprinos bezbednosti hirurga i aistenta prilikom izvođenja operativnih zahvata.

Rad sa divljim i agresivnim životinjama – obezbeđuje smirivanje razdraženih, jakih i opasnih životinja, čime se smanjuje potreba za fizičkim obuzdavanjem (stresno i opasno za samu životinju);

Pregled – većina životinja, u normalnim uslovima, može nepredvidivo ragovati i prilikom sprovođenja jednostavnih i bezbolnih pregleda ili dijagnostičkih procedura;

Kontrola bola – analgezija;

Kontrola napada – epileptičnih, epileptiformnih i sl.;

Sprovođenje intenzivne nege – tj. duže kontrole kritičnih pacijenata (*In somno securitas*);

Izvođenje eutanazije – korišćenje kombinacije supstanci koja uzrokuje prvo gubitak svesti a potom letalni efekat!!

TIPOVI ANESTEZIJE

Različita primena anestezije, različite potrebe, razlika između samih životinjskih vrsta su osnovni razlozi za korišćenje velikog broja medikamenata. Anestezija se najčešće klasificuje na osnovu načina administracije samog anestetika.

1. **Inhalaciona** anestezija- gasovi ili pare se inhaliraju u kombinaciji sa kiseonikom.
2. **Injekciona** - rastvor se ubrizgavaju i/v, i/m, s/c i retko i/p i i/tor.
3. **Oralna ili rektalna primena** - retko se koriste kako tečni anestetici tako i supozitorije;
4. **Lokalna anestezija** - aplikacija na površinu tela ili injektirana u blizini ili oko opreativnog polja ili oko glavnog nerva, ogranka koje inervira područje koje treba da se blokira ili epiduralno da bi se blokirao veći region;
5. **Elektronarkoza** - primena električnih impulsa kroz centralni nervni sistem koji indukuju duboku narkozu;

6. **Transkutana** nervna stimulacija - lokalna anestezija indukovana električnim impulsima niskog intenziteta i visoke frekfencije, preko elektroda niz kožu;

7. **Hipnoza** – stanje depresije svesti koje nije indukovano medikamentima;

8. **Akupunktura** – stara kineska tehnika koja koristi duge tanke igle za postizanje analgezije;

9. **Hipotermija** – smanjenje temperature, samo ili u kombinaciji sa drugim sredstvima, primarno se koristi na lokalnom nivou za brzo smanjenje bola; a može biti i opšte smanjenje telesne temperature kod novorođenčadi ili pri kardiovaskularnim operacijama.

IZBOR TEHNIKE ANESTEZIJE

Veliki izbor anestetika, doza, puteva i tehnika aplikacije, omogućava da se hirurški zahvat izvede upotrebom opštih anestetika, kombinacijom sedativa i lokalnih anestetika ili niskim dozama opštih anestetika sa visokim dozama analgetika. Izbor optimalne tehnike se bazira na 3 glavna faktora:

1. Pacijent-specifični faktori zavisni od vrste životinje

- anatomske
- fiziološke
- farmakološke

2. Pacijent-individualni faktori

- uzrast i velična - osjetljivost na hipotermiju
- temperament - preporučuje se p/o ili i/m aplikacija
- rasa - farmakološki problemi kod određenih rasa
- zdravstveno stanje
- trenutna terapija - moguće interakcije sa drugim lekovima
- reproduktivni status - izbegavanje lekova koji kod gravidnih životinja mogu da uzrokuju pobačaj ili da deluju fetotoksično
- funkcija - da se izbegnu lekovi sa dugotrajnim dejstvom kod životinja u treningu i fizički aktivnih životinja

3. Hirurška procedura

- trajanje
- invazivnost
- lokacija - lični rizik, sigurnost za pacijenta, prijemčivost na lokalnu anesteziju

4. Ostali faktori

- cena
- raspoloživost
- kvalitet okoline, oprema, asistenti
- iskustvo samog osoblja

Poglavlje 2

OPŠTA ZAPAŽANJA KOD PRIMENE ANESTEZIJE

ANESTETZIOLOŠKI PROTOKOL

UTVRĐIVANJE DEJSTVA ANESTETIKA

PRIPREMA PACIJENTA ZA ANESTEZIJU

ANESTETZIOLOŠKI PROTOKOL

Anestezija pacijenta predstavlja zbir više procedura kojima se pacijent bezbedno uvodi u anesteziju, bezbedno vodi kroz anesteziju i bezbedno oporavlja od anesetezije uz izbegavanje pojava neželjenih reakcija. U širem smislu anesetziološka procedura započinje pregledom a završava se potpunim buđenjem iz anestezije. Ovaj period može se podeliti na sledeće faze:

1. Preanestetički pregled

Dužina pregleda zavisi pre svega od vrste životinje, postupka koji se izvodi i drugih okolnosti. Od velikog značaja je poznavanje zdravstvenog stanja pacijenta, kako bi odgovarajuće medikamentozno sredstvo moglo biti aplikovano, ali i kako bi mere opreza bile preduzete. Pregled može da se sastoji samo iz opštег kliničkog pregleda, ili da se izvede u kombinaciji sa drugim laboratorijskim ispitivanjima kao npr. hematološkim, kliničkom biohemijom i elektrokardiografijom.

2. Priprema za anesteziju

Priprema za anesteziju obuhvata prethodnu pripremu i stabilizaciju samog pacijenta, posebno ako je životinja lošeg opštег stanja. Životnjama se uskraćuje hrana i voda, po potrebi, a vrši se i priprema opreme i lekova.

3. Uvod u anesteziju

Uvodom u anesteziju pacijent prelazi iz svesnog u nesvesno stanje. U ovom periodu najčešće se vrši intubacija životinje kako bi se zaštitali disajni putevi.

4. Održavanje anestezije

Inhalaciona anestezija ima prednost u odnosu na druge vidove anestezije, pre svega zbog lakog uvoda ali i zbog održavanja i kontrolisanja dubine anestezije. Za kratkotrajne procedure se koriste injekcioni anestetici. Monitoring pacijenta je od velikog značaja tokom ovog perioda.

5. Buđenje (oporavak) iz anestezije

Period buđenja iz anestezije traje od prekidnjanja dotoka anestetika do trenutka kada je pacijent sposoban da stane na svoje noge. Apliciranje prikladne potporne terapije i nadgledanje pacijenta su potrebni sve do potpunog buđenja pacijenta.

DELOVANJE ANESTETIKA

Opšta anestezija može jednostavno da se definiše kao potpuni gubitak svesti pacijenta. Pri indukciji ovakvog stanja, ipak, anesteziologu su potrebne još mnoge komponente – analgezija, miorelaksacija i odsustvo refleksa. Potrebni stepen, svake od ovih komponenti, varira u odnosu na specifičnost procedure zbog koje se anestezija i izvodi. Zbog toga, anesteziolog treba da odabere anestetik i tehniku koji najviše odgovaraju, kako bi mogao da odredi kvalitet pojedinih efekata.

Dubina anestezije je uvek individualna pa tako anestetici koji indukuju anesteziju kod jedne vrste životinja ili jednog tipa operacije, mogu da ne budu dovoljni za druge vrste životinja ili operativne procedure.

Tokom uvoda u opštu anesteziju, pacijent prolazi kroz više faza progresivne depresije refleksnih i vitalnih funkcija:

<i>Analgezija i amnezija - Gubitak motornih funkcija i gubitak svesti - Smanjenje zaštitnih refleksa - Blokada aferentnih stimulusa - Relaksacija mišića - Respiratorna i kardiovaskularna depresija - Apneja - Kardiovaskularni zastoj - Smrt</i>

Vremenski gledano, progresivne promene, koje se javljaju po administraciji anestetika, se klasifikuju u 4 faze. Prepoznavanjem ovih faza anesteziolog treba da odredi stanje pacijenta i intenzitet depresije CNS-a.

FAZE OPŠTE ANESTEZIJE

Sama podela anestezije na više faza olakšava procenu nivoa depresije anestezirane životinje. Klinički znaci, povezani sa ovim fazama, se baziraju na prisustvu ili odsustvu pojedinih refleksa koji se progresivno gube, tako što se povećava količina aplikovanog anestetika. Vreme potrebno da dođe do potpunog gubljenja refleksa zavisi od tipa korištenog anestetika.

Ovi znaci zavise od brojnih faktora, kako variranje u reakciji životinja, premedikacije, oksigenacije, retencije ugljenik dioksida i fizičkog i zdravstvenog statusa životinje:

1. Prva faza - označena kao **faza voljnih pokreta** - traje od momenta davanja anestetika do gubitka svesti. Jedna od najvarijabilnijih faza. Zavisi od stanja životinje, temperamenta i njene uzbudjenosti. Moguća je slaba analgezija. Prisutne su povremeno salivacija i defekacija. Približujuanjem 2. faze životinja je ataksična, ne može da stoji a moguće je da se glava kreće levo-desno.

2. Druga faza - stadijum **delirijuma** ili nevoljnih pokreta. Dodatnom depresijom CNS-a, pacijent gubi sve voljne pokrete što predstavlja granicu 2. faze. Ova faza traje od gubitka svesti do smirivanja disanja. Refleksi postaju primitivniji i prenaglašeni, pacijent reaguje burno na spoljašne nadražaje sa povećanim tonusom mišića, tahipnejom i tahikardijom sa aritmijama i dilatacijom pupile. Životinja može da cvili, zavija ili da se oglašava na neki drugi način, može da povraća i regurgituje sadržaj; salivacija je izražena kod malih životinja kao i nistagmus kod konja.

3. Treća faza - je faza **hirurške anestezije** i karakteriše se gubitkom svesti i progresivnom depresijom refleksa. Nastupa relaksacija mišića, a disanje postaje normalno i duboko. Refleksi salivacije i povraćanja se gube.

U humanoj medicini postoje 4 podfaze za precizniju diferencijaciju. Za nas je dovoljna klasifikacija na plitku, srednju ili duboku.

Plitka anestezija traje sve do prestanka pokreta oka.

Srednje duboka anestezija se karakteriše progresivnom interkostalnom paralizom, dubokom anestezijom sa stabilnim diafragmatskim disanjem i pulsom, gubitkom laringealnog refleksa, slabljenjem palpebralnog refleksa i jakim kornealnim refleksom, odgovarajućom relaksacijom mišića i analgezijom dovoljnom za operativni zahvat.

Duboka anestezija se karakteriše smanjenom funkcijom interkostalnih mišića, smanjenom respiratornom frekvencijom, diafragmatskim disanjem i dilatiranim pupilama. Ako dođe do produžavanja dejstva anestetika pacijent prelazi u 4. fazu.

4. Četvrta faza - CNS je u maksimalnoj depresiji i respiracija polako slabici. Srce polako prestaje da radi, krvni pritisak je na granici stanja šoka. Punjenje kapilara je poremećeno, pupile su dilatirane kao i analni otvor i mokraćna bešika. Smrt nastapa brzo ako se ne reaguje brzom reanimacijom.

Uloga savremene premedikacije je upravo da se ublaže simptomi iz prve dve faze kako bi se što pre postigla treća faza - stadijum hirurške anestezije.

KLINIČKI EFEKTI ANESTEZIJE

Disanje - Minutni volumen raste u **prvoj** fazi. Disanje postaje nepravilno sa zadržavanjem daha u drugoj fazi. U trećoj fazi opet postaje pravilno i dublje. Sa produženjem anestezije dolazi do slabljenja interkostalnog i diafragmatskog disanja i preovladava abdominalni tip disanja. Sa progresivnim predoziranjem, pokreti diafragme postaju sve slabiji, respiracija slabici i na kraju prestaje.

Cirkulacija - krvni pritisak može da se meri neinvazivnom tehnikom (NIBP) pomoću manžetne ali i invazivnom metodom tj. uvođenjem kanile u krvne sudove, najčešće arterijski krvni sud. Kod specifičnih operacija koje zahtevaju intenzivan monitoring meri se i određuje i centralni venski pritisak. Od kliničkih manifestacija najčešće se prati vreme punjenja kapilara i tkivno krvarenje u samoj rani.

Puls u 1. i 2. fazi je jak i ubrzani. Aritmija može da se javi u 2. fazi. U 3. fazi puls se stabilizuje i održava na malo višem nivou. Kako se anestezija produbljuje puls usporava, sve do pojave asistolije.

Klinički znaci na očima – Pozicija i pokreti očne jabučice, fotomotorni refleksi, suzenje i palpebralni, kornealni i konjunktivalni refleks su znaci koje treba da se proveravaju za vreme anestezije. Postojanje pokreta očiju i njihovo dobro pozicioniranje su dobri znaci kod konja, kod kojih se javlja nistagmus u 2. fazi i produžuje faza neduboke hirurške anestezije. Kod goveda ventralno izvrtanje očnih jabučica predstavlja konzistentan i sigurni znak za duboku anaesteziju bez obzira na tip anestetika ili anestetske tehnike. Kod većine životinja, za vreme hirurške anestezije, očni kapci su zatvoreni, očne jabučice su izvrnute na dole, dok treći očni kapak prekriva medijalnu polovinu rožnjale. Pozicija očnih jabučica se vraća u normalu u 4. fazi.

Palpebralni refleks i kornealni refleks slabe do postizanja stadijuma hirurške anestezije.

Veličina pupile varira sa intenzitetom svetla i sredstva za premedikaciju. Pupile su dilatirane u 2. fazi, mioza se primećuje tokom hirurške anestezije. Midrijaza se opet javlja u 4. fazi i indikuje predoziranje. Refleksno sužavanje pupila pri svetlosnoj stimulaciji (fotomotorni refleks) se gubi pri prelasku iz stadijuma plitke u stadijum srednje hirurške anestezije.

Suženje pupila prestaje u dubokoj fazi hirurške anestezije, sa izuzetkom kod konja kod koga je ono prisutno u svim fazama anestezije. Zbog činjenice da oči mogu da ostanu otvorene i tokom perioda duboke anestezije, česta je pojava sušenja rožnjeće kratkotrajnim ili trajnim posledicama. Zbog toga je poželjno da se pre operacije oči prekriju vlažnim gazama ili da se premažu neutralnom mašću.

Faringealni i trahealni refleksi – Supresija ovih refleksa ima ogroman značaj prilikom izvođenja endotrahealne intubacije i indukcije anestezije. Kašalj i laringealni spazam, kao reakcija na intubaciju, se gubi u stadijumu plitke hirurške anestezije, sa izuzetkom kod mačaka kod kojih ovi simptomi mogu da budu prisutni i u srednjoj hirurškoj anesteziji. Refleksi gutanja i povraćanja se gube na početku 3. faze. Kao i laringealni refleks, i ovi refleksi su prisutni kod mačaka. Laringospazam preveniramo aplikovanjem lidokaina u vidu spreja kojim poprskamo farinks i larinks ili u vidu gela kojim premazujemo traheotubus.

Drugi znaci - Nakon inicijalnog povišenja tonusa mišića u 2. fazi dolazi do relaksacije abdominalnih mišića i smanjenje efikasnosti kostalnih mišića. Burag, kod preživara, može biti dilatiran i kod mršavijih životinja može da se primeti u gladnoj jami. Obično, ekstremiteti su relaksirani u stadijumu plitke anestezije, pri čemu abdominalna muskulatura nije u celosti relaksirana sve do produbnjivanja anestezije. Analni sfinkter je u 2. fazi potpuno zatvoren, no sa produbljivanjem anestezije postepeno se relaksira sve do stepena kada može da se primeti izmet u analnom kanalu.

Kod pasa, otpor prilikom otvaranja usta se gubi u srednje dubokoj anesteziji. Digitalni refleks (fleksija nogu pri bolnoj stimulaciji prstiju) se gubi pri prelasku iz lake u srednji stadijum anestezije. Tresenje glave i ušiju, pri bolnoj stimulaciji ušnih školjki ili taktilna

stimulacija ušnih dlaka, predstavlja dobar znak koji se gubi pri ulasku u srednju fazu hirurške anestezije, sa izuzetkom kod mačaka, kod kojih se zadržava sve do duboke anestezije.

Znaci buđenja – Sa postepenom elininacijom anestetika iz centralnog nervnog sistema, dubina anestezije se smanjuje i započinje reverzibilni proces izlaska iz anestezije, koji pokriva sve faze anestezije kroz koje je pacijent prošao tokom njene indukcije.

Tehnike indukcije anestezije imaju za cilj da se skrati ili potpuno preskoči 2. faza anestezije. Nasuprot tome, tokom buđenja, 2. faza može biti produžena i da bude propraćena nesvesnim reakcijama životinja. Ovo je naročito važno kod anestezije velikih životinja. Konji reaguju naročito burno u fazi buđenja, zbog čega je u ovom ovoj periodu često neophodna administracija kratkotrajnih anestetika trankvilajzera za minimiziranje neželjenih efekata.

Nadgledanje pacijenta u fazi buđenja treba da se bazira, ne samo na kliničkim znacima anestezije, već i na odgovoru pacijenta na eksterne stimulse.

Važno je da se naglasi da efikasna anestezija ne predstavlja samo isključivanje osećaja bola bez depresije vitalnih funkcija, već i uspešno vraćanje pacijenta u svesno stanje.

PRIPREMA PACIJENTA

Procena pacijenta pre izvođenja anestezije (ASA bodovanje)

Da bi se uspešno izvela anestezija, potrebno je da životinja bude adekvatno pripremljena. Anestetski period započinje prvim pregledom kojim se određuje stanje životinje za anesteziju. Bez obzira da li su hirurug i anesteziolog ili sam anesteziolog odgovorni za uvođenje i održavanje anestezije, potrebno je da se, u celosti razmotri sam hirurški postupak i na vreme preduzmu sve mere predostrožnosti.

Pacijent treba da bude podvrgnut celokupnom detaljnom kliničkom pregledu i eventualno drugim dijagnostičkim ili laboratorijskim ispitivanjima. Pacijent treba da bude u stabilnom stanju pre uvođenja u anesteziju.

Cilj preanestetske procene je da se utvrди opšte stanje pacijenta. Generalno, pod "opštim stanjem" se smatra prisustvo ili odsustvo bolesti i sposobnost različitih organskih sistema da izdrže stres od anestezije i operativnih zahvata.

Potrebno je da se prepozna bilo kakva devijacija od normalnog koja bi mogla da utiče na prijem anestetika, njegovo delovanje, eliminaciju i sigurnost. Potrebno izvršiti pregled koji treba da ustanovi stanje nervnog sistema, kardiovaskularnog sistema, respiratornog sistema, jetre i bubrega. Poznavanje opšteg stanja pacijenta treba da pomogne u izboru anestetskog metoda i formiranje prikladne prognoze.

Procena opšteg stanja se dobija sumiranjem podataka iz:

- **Anamneza** - trajanja bolesti, trenutnih ili prethodnih bolesti, ishrane, prethodno ili trenutno primljenih lekova, prethodnih hirurških intervencija i upotrebe anestezije i eventualnih reakcija na anestetike;

- **Klinički pregled** - opšte telesno stanje, pregled: kardiovaskularnog sistema, respiratornog sistema, gastro-intestinalnog i hepato-bilijarnog sistema, bubrega, CNS-a, endokrinog i mišićno - koštanog sistema;

- **Preoperativna laboratorijska analiza** - dijagnostičke procedure koje su od velikog značaja uključuju **kompletну hematologiju, analizu urina, biohemiju krvnog seruma, parcijalni pritisak gasova krvi i testove koagulacije.**

Kompletna krvna slika – Ukupan broj krvnih ćelija u jedinici zapremine, diferencijalna krvna slika, eritrocitni parametri, hematokrit, hemoglobin.

Biohemija krvi – Pri sumnji na poremećaj renalnog, jetrinog ili endokrinog sistema, koji su neophodni za evakuaciju anestetika iz organizma, poželjno je determinisati vrednosti ALT-a, BUN-a, AP-a, kreatinina, glukoze i elektrolita (Na, K)

Urin - analiza – Rezultati analize urina, posebno specifične težine, daju informacije o sposobnosti bubrega za izlučivanje većeg dela anestetika. Svaka životinja sa vrednostima specifične težine urina izvan granica 1007-1015 treba pažljivo pratiti!

Testovi koagulacije – najčešće se izvodi test za vreme krvarenja – Test se izvodi u slučaju kada postoji sumnja na poremećaj koagulacije. Krvarenje se izaziva na bukalnoj sluznici ili na jastučićima šapa uz pomoć igle ili lancete. Normalno vreme prestanka krvarenja, bez brisanja krvi, je do 4 minuta.

Parcijalni pritisak gasova u krvi – Određivanje zasićenosti krvi kiseonikom i ugljenik- dioksidom se ne izvodi rutinski u preanestetskom periodu već se kontinuirano prati tokom operacije uz pomoć sofisticiranih monitora koji na jednostavan način (senzori na jeziku i tubusu) pored ova dva parametra prate i frekvenciju respiracije, srčane frekvencije i kvalitet pulsa.

Dopunska ispitivanja - Elektrokardiogram, radiografija i ultrasonografija.

Ove dijagnostičke metode se ne koriste rutinski u preanestetskom periodu, najviše zbog ekonomskih razloga, međutim, oni daju veoma važne podatke koje se tiču toka anestezije i hirurškog zahvata u celini.

Anamneza i opšti pregled, sa jedne strane, i sopstvene želje i mogućnosti sa druge, odrediće opseg laboratorijskih ispitivanja i dalje dopunske analize.

Po analizi sumiranih podataka, opšte stanje pacijenta se klasificuje na osnovu klasifikacije američkog udruženja anesteziologa (ASA).

Tab. 1 Klasifikacija opštег stanja pacijenta (ASA)

Kategorija	Opšte stanje	Primeri stanja
I	Normalni (zdravi) pacijent	Besprimetna bolest, životinja za ovariohisterektomiju ili kastraciju
II	Pacijent sa umerenom sistemskom bolešću	Životinje sa tumorom kože, frakturom bez šoka, nekomplikovanom hernijom, kriptorhidizam, lokalizirana infekcija, kompenzovana srčana slabost
III	Pacijent sa ozbiljnom sistemskom bolešću	Pacijenti sa visokom temperaturom, dehidratacijom, anemijom, kaheksijom, umerenom hipovolemijom
IV	Pacijent sa ozbiljnom sistemskom	Pacijenti sa uremijom, toksemijom,

	bolešću koja mu konstantno ugrožava život	jakom dehidracijom i hipovolemijom, anemijom, srčanom dekompenzacijom, iznemoglošću i visokom temperaturom
V	Pacijent pred smrt ili za kojeg se ne se očekuje da preživi više od 24 časa, sa ili bez intervencije	Ekstremni šok i dehidracija, terminalni malignitet ili infekcija, obimna trauma

Preliminarni opšti pregled, po mogućnosti, treba da se izvede u prisustvu vlasnika, kao i da cilj, metod, tok anestezije i prognoza, lično bude objašnjena od strane hirurga ili anesteziologa. Na taj način je omogućena komunikacija između vlasnika i veterinara sa ciljem da se objasne pogodnosti i rizici anestezije. Vlasniku treba predočiti sve potencijalne rizike kako anestezije, tako i operativnog zahvata. Poželjno je u ovoj fazi dobiti i **pisanu saglasnost vlasnika**, tj. potpis kojim on potvrđuje da je upoznat sa prethodno iznesenim rizicima i da na njih pristaje.

Priprema pacijenta za anesteziju

Uskraćivanje hrane

Za većinu anestetskih procedura poželjno je uskraćivanje hrane pacijentu u periodu od 12 sati pre anestetske procedure. Uvođenje u anesteziju pacijenta sa punim želudcem, povećava rizik od regurgitacije i posledičnu aspiraciju želudačnog sadržaja. Istezanje punog želudca pod dejstvom anestetika može da dovede do poremećaja u ventilaciji osobito kod velikih i malih preživara. Kod konja, pun želudac može da rupturira za vreme uvođenja u anesteziju ili kod obaranja i fiksiranja. Hirurške intervencije kolona zahtevaju obavezno aplikaciju laksansa ili klistiranje 12 časa pre anestezije.

Uprkos činjenici i da se 24 časa pre operacije uskraćuje hrana kod preživara, ne postiže se pražnjenje rumena, pa je poželjno da se dopunski uskrati i voda u periodu od 12-24 časa pre anestezije. Kod drugih vrsta voda treba da bude dostupna sve do početka anestetske procedure.

Posobeno treba da se pazi sa uskraćivanjem vode kod pedijatrickih i gerijatrijskih pacijenata kod kojih postoji ogromna opasnost od bubrežne dekompenzacije, a posebno kod pacijenata koji pate od nefritisa.

Antibiotici

Sistemskata administracija antibiotika pre operacije predstavlja polaznu profilaktičku meru pre većih operativnih zahvata; drugi slučaj je kada se predviđa intraoperativna kontaminacija. Danas se najčešće rutinski primenjuje jednokratna intravenozna aplikacija antibiotika širokog spektra (npr. cefazolin). Ukoliko tip operacije po stepenu kontaminiranosti spada u tzv. čiste hirurške zahvate (npr. ovariohisterektomija, vidi opštu hirurgiju) onda je ovakav vid jednokratne aplikacije antbiotika, sasvim dovoljan da obezbedi antibiotsku zaštitu. Uslov je da su ispoštovane sve procedure u obezbeđivanju striktne asepsije i antisepsije. U drugim tipovima operativnih zahvata (kontaminirane procedure) neophodna je terapijska primena antibiotika u trajanju od nekoliko dana. Preporučuje se i oralna aplikacija antibiotika pre elektivnih operacija gastrointestinalnog trakta. Posebno treba da se obrati pažnja na moguću interakciju antibiotika i anestetika koji se koriste u toku operacija. Valja napomenuti i najnoviji trend limitiranja i smanjenja upotrebe antibiotika, pa sve do njihovog potpunog isključivanja u slučaju čistih hirurških procedura uz uslov da je ispoštovana striktna asepsa. Ovakav pristup iako može povećati

rizik od nastanka postoperativnih infekcija, svakako sa aspekta javnog dravlja i mikrobiološke rezistencije je itekako opravdan.

Evakuacija fecesa i urina

Neposredno pre indukcije, poželjno je da se podstakne uriniranje i defekacija, na taj način što se pacijentu dozvoli slobodno vreme u ograđenom prostoru. Ukoliko je to bezuspešno, urin se evakuira kod već anesteziranih pacijenata jednostavnim pritiskom na mokraćni mehur, kateterizacijom a ponekad i cistocentezom. Kod izvođenja hirurških intervencijskih predela anusa, perineuma, i perianalne regije prepručuje se i postavljanje tampona u anus i zatvara anusa duvankesnim šavom.

Venska kateterizacija

Aplikacijata katetera u neku od dostupnih perifernih vena (*v.cephalica*, *v.saphena* ili *v.jugularis*) predstavlja neophodni deo pripreme pacijenta za anesteziju. Postoji više razloga za vensku kateterizaciju:

- Venski kateter, kao metod za kontinuiranu vensku aplikaciju, je superioran u poređenju sa injekcionom iglom i kanilom sa krilcima zbog veće sigurnosti od izmeštanja ili oštećenja krvnog suda;
- Omogućava bezbednu upotrebu anestetika koji uzrokuju nekrozu u slučaju paravenozne aplikacije (barbiturati);
- Omogućava simultanu aplikaciju više lekova, anestetika i analeptika ili onih koji nisu kompatibilni (ne mogu da se mešaju u istom špricu);
- Venski kateter omogućava brz unos lekova u slučaju šoka ili kardiopulmonalne reanimacije;
- Kateterizacija omogućava jednostavnu aplikaciju rastvora za infuziju pre, u toku ili po hirurškoj intervenciji.

Jedinstveni rizik pri venskoj kateterizaciji, kako posle tako i pri samoj venskoj aplikaciji, predstavlja unošenje vazduha u vensku cirkulaciju. Iako je malo verovatno na ovaj način prouzrokovati vazdušnu emboliju, ipak, u skladu sa dobrom kliničkom praksom, potrebno je odstraniti vazdušni mehur iz sistema za infuziju i ostalih sredstava za vensku aplikaciju.

Aplikacija infuzionih rastvora

Kontinuirana venska aplikacija tečnosti, u toku anestezije predstavlja nezamenljiv deo dobre veterinarske prakse. Neophodna je za održavanje adekvatnog krvnog pritiska i normalne diureze.

U periodu pripreme pacijenta za anesteziju aplikuje se tečnost u režimu od 2 ml/kg tm/čas kod većih pasa i 4 ml/kg tm/čas kod manjih pasa i mačaka.

U toku anestezije za standardne elektivne procedure tečnosti se administrira režimom od 10 ml/kg tm/čas. Rizik od prekomerne hidratacije se povećava kod životinja koji boluju od kardiovaskularnih, respiratornih ili bubrežnih bolesti, kod kojih je režim aplikacije 5 ml/kg tm/čas. Režim infuzije može i da bude ubrzan u slučaju intraoperativnih krvarenja i hipotenzije, i iznosi 20 ml/kg tm/čas prvih 15 minuta ili 3 ml tečnost na svaki mililitar izgubljene krvi.

U slučaju kada je potrebna transfuzija, volumen za nadoknadu treba da bude isti kao i volumen izgubljene krvi.

Zdravi psi mogu da podnesu i do 40 ml/kg tm/čas a mačke do 20 ml/kg tm/čas pri brzoj rehidraciji. Kratkotrajna "udarna" doza od 90 ml/kg tm/čas kod pasa i 50-70 ml/kg tm/čas kod mačaka se koristi pri terapiji šoka.

Znaci prekomerne hidratacije – povećan iscedak iz očiju i nosa, otok konjuktiva, povišeni disajni tonovi, ubrzano disanje i dispneja!

Ventilacija

Kod svih urgentnih stanja može da se prepostavi da je bitno kompromitovana efektivna ventilacija (obstrukcija gornjih disajnih puteva, pneumotoraks, hemotoraks, dijafragmatska hernija i gastrična ili ruminalna distenzija). Takvi pacijenti su najčešće u stanju granične oksigenizacije.

Administracijata kiseonika, preko maske ili nazalnog katetera, u takvim situacijama je indikovana samo ako to pacijenti podnose. Alternativno, može da se izvede i traheotomija, sa lokalnom anestezijom, pre same indukcije. Intrapleuaralni vazduh ili tečnost treba da se evakuiraju, zbog značajne redukcije efektivnog kapaciteta pluća i ozbiljnog poremećaja respiracije koje može da se javi pre indukcije.

Oprez! Endotrahealni tubus se **ne** stavlja kod pacijenata koji **nisu** anestezirani, već treba da se odmah obavi indukcija tj. anesteziranje!

Pozicioniranje

Životinja koja se priprema za anesteziju, po mogućnosti, treba da se fiksira u fiziološkoj poziciji. Kompresija grudnog koša, iskrivljen vrat, prekomerna ekstenzija ili kompresija ekstremitetita kao i kompresija *v. cave caudalis* od strane na abdominalnih organa, može da iskomplikuje stanje anesteziranog pacijenta. Komplikacije uključuju hipoventilaciju, oštećenje nerava ili mišića, smanjen venski povratak krvi. Konji su posebno osjetljivi na prekomernu ekstenziju, kompresiju i ishemiju mišića i nerava, koja redovno dovodi do miozitisa ili neuritisa.

Najveća je verovatnoća za pojavu ovih komplikacija kod pacijenata koji su potpuno relaksirani, sa niskom krvnim pritiskom i u podužnoj lateralnoj poziciji. Zbog toga, neophodno je obezbeđivanje meke podloge za ležanje (posebno važno za velike životinje) ili periodično prevrtanje pacijenta.

Okovratnik treba da se odstrani, glava treba da se postavi u ekstenziju a jezik se povlači van usne šupljine kako bi se oslobodili disajni putevi. Tokom uvoda, održavanja kao i buđenja iz anestezije može da se javi povraćanje ili regurgitacija. Kako bi se sprečila aspiracija potrebno je da se postavi endotrahealni tubus i da se ispuni balonče (kaf) sa vazduhom. Ukoliko to nije moguće, glava se postavlja niže prema grudnom košu.

Poželjno je da se kod preživara zadnji deo tela postavi nešto niže kako bi se sprečio refluks. Posebno treba voditi računa o nadunu, koji se redovno javlja u opštoj anesteziji, zbog nemogućnosti podrigivanja. Poželjno je zbog toga aplicirati želudačnu sondu ili izvršiti torkiranje buraga.

Poželjno je da pacijent premedikaciju primi u prostoriji gde se može obezbediti mir i tisina, kao i da se ostavi dovoljno vremena za potpuno dejstvo leka. Nakon toga se pacijent uvodi u prostoriju gde se vrši indukcija opšte anestezije. Nakon indukcije opšte anestezije, vrši se intubacija i priprema operacionog mesta (šišanje, usisavanje dlake) a zatim se pacijent odvodi (najčešće na stolu sa točkićima) do hirurške sale, gde se prebacuje na operacioni sto, i dalje priključuje na sistem inhalacione anestezije radi održavanja anestezije.

Sve ono što je potrebno za izvođenje anestezije potrebno je pripremiti ranije, a sada treba da je na dohvati ruke. Svi špricevi treba da su obeleženi kako bi se izbegla pogrešna aplikacija. Potrebno je navesti naziv leka i njegovu koncentraciju (mg/ml). Na dohvati ruke treba da bude i komplet za urgentno zbrinjavanje sa lekovima koji se koriste za reanimaciju (adrenalin, atropin), rastvori za infuziju, defibrilator. Na savremenim klinikama često postoje tzv. urgentni komplet stubovi, na kojem se nalaze uređaji (defibrilator), instrumenti (ambu-beg balon, traheotubusi) i lekovi za reanimaciju. Ovaj stub je opremljen točkićima i može se pokretati.

Poglavlje 3

PREOPERATIVNA MEDIKACIJA - PREMEDIKACIJA

DEFINICIJA

OPIOIDNI ANALGETICI

SEDATIVI I NEUROLEPTICI

ANTIHOLINERGICI

DEFINICIJA

Preoperativna medikacija (premedikacija) predstavlja korišćenje jednog ili kombinacije više lekova u cilju da se životinji omogući optimalno uvođenje, održavanje i buđenje iz anestezije. Izbor premedikacije je individualan i zavisi od vrste životinje, vrste intervencije, situacije i temperamenta životinje.

Ovi medikamenti se koriste s ciljem da se:

- Umiri i sedira pacijent, posebno oni koji su agresivni ili uzbuđeni;
- Smanji količina potrebnog anestetika za opštu anesteziju (takođe se smanjuju sporedni efekti);
- Omogući lakše uvođenje u anesteziju;
- Omogući lakši oporavak od anestezije;
- Umanji pljuvačna, bronhijalna i gastrična sekrecija;
- Blokira vagusni refleks koji prouzrokuje bradikardiju;
- Omogućava preoperativnu, intraoperativnu i ranu postoperativnu analgeziju.

IZBOR POGODNOG LEKA

Ne postoji preoperativni medikament koji može rutinski i sa sigurnošću da se koristi kod svih pacijenata. Izbor treba da se napravi saglasno potrebama svakog pojedinačnog pacijenta.

Sledeće parametre treba imati u vidu pri selekciji sredstva ili kombinacije sredstava za premedikaciju: vrsta, rasa, temperament i uzrast životinje; zdravstveno stanje; vrsta i planirano trajanje hirurškog zahvata; karakteristike anestetika koji se koristi za opštu anesteziju; iskustvo stečeno korišćenjem izabranog leka.

Lekovi koji se koriste za premedikaciju su:

- a. sedativi i neuroleptici,
- b. opioidni analgetici i
- c. antiholenergici

ADMINISTRACIJA SREDSTAVA ZA PREMEDIKACIJU:

- a) Aplikuje se i/m kod uzbuđenih i agresivnih pacijenata , 30-40 minuta pred uvođenje u anesteziju;
- b) Aplikuje i/v kod mirnijih pacijenata (vreme početka delovanja je kraće a delovanje jače);
- c) Ponekad se lekovi mogu davati i oralno, ali upravljanje pacijentom je teško;
- d) Pacijent mora da se smesti u mirnu prostoriju

SEDATIVI I NEUROLEPTICI

Sedativi (trankvilajzeri) koji su često korišćeni u veterini, mogu se svrstati u grupu fenotijazinskih, benzodijazepinskih i butirofenonskih lekova. Primarno se koriste za smanjenje uzbuđenja kod životinja i lakše uvođenje u anesteziju. Dalje, mogu da se koriste za smirivanje životinje pri transportu ili pregledu, za sprečavanje lizanja rane ili oštećenja zavoja postoperativno, kao i antiemetik.

Ovi lekovi, što je jako bitno, **nemaju analgetsko dejstvo**. Zbog toga sedirane životinje, i pored toga što izgledaju smirene, mogu iznenada da postanu nervozne ili agresivne kada budu izložene bolu.

Kada se koriste u premedikaciji opšte anestezije, mogu da se aplikuju intravenski, intramuskularno ili oralno. Odgovor na oralnu administraciju je spor i nepredvidiv. Intravenska aplikacija treba da se izvede 15 – 30 minuta pred indukciju, to omogućava maksimalno dejstvo pre same anestezije.

Po aplikaciji, životinje su relaksirane i spuštaju glavu; uši su spuštene; neke životinje legnu; oči su sjajne a treći očni kapak prolabira sa medijalnog očnog ugla. Kod pastuva i bikova, penis izlazi iz prepucijuma.

Fenotijazini - glavna aktivnost jeste blokada dopaminergičnih receptora, koji se primarno nalaze na bazalnim ganglijama, pa slede klinički efekti:

- **Sedacija** – glavni razlog za korišćenje preanestetskih sredstava
- **Antiemetičko dejstvo** – Fenotijazini, čak i u malim dozama pomažu u prevenciji povraćanja pre i u toku anestezije
- **Antidisritmičko dejstvo** – Fenotijazini deluju antagonistički na disritmije koje su prouzrokovane halotanom ili adrenalinom;

- **Antihistaminsko dejstvo** – Fenotijazini sprečavaju oslobađanje histamina;
- **Periferna vazodilatacija** – kao posledica depresije vazomotornih refleksa, dolazi do periferne alfa-adrenergične blokade i direktnog opuštajućeg efekta na vaskularnu glatku muskulaturu. Vazodilatacija može da dovede do velikog gubitka topote, što dovodi do hipotermije. Zbog takvog efekta, fenotijazini nisu lek izbora pri terapiji pacijenata u šoku;
- Spuštanjem praga epileptičnog napada fenotijazini olakšavaju njegovu pojavu, zbog toga se ne primenjuju kod životinja koje imaju istoriju epileptičnih napada ili su imale povrede glave.
- **Delovanje na ponašanje životinje** – u nekim slučajevima, upotreba fenotijazina ili benzodiazepina može da prouzrokuje razdraženost umesto sedacije. Ovaj efekat može da perzistira i u toku postanestetskog perioda ali najčešće se gubi nakon 48 časova.

Vlasnici pasa treba da imaju u vidu da promene ponašanja nakon korišćenja ovih lekova mogu da perzistiraju i 48 časova.

Očigledno je da korišćenje fenotijazina nije bez rizika. Visoke doze ne prouzrokuju produbljivanje sedacije ali mogu da izazovu značajnu hipotenziju. Doza treba da se prepolovi za starije pacijente, neonatalne pacijente kao i one sa disfunkcijom jetre.

Acepromazin maleat – Fenotijazinski derivat, potentan neuroleptički lek sa relativno malom toksičnošću. Posebno je koristan za tretman pasa, mačaka i konja no isto tako i za veliki broj divljih životinja. Preporučena oralna doza za pse i mačke je 1-3 mg/kg.

Acepromazin indukuje smirivanje, muskulatornoj relaksaciju i smanjenu spontanu aktivnost. U visokim dozama prouzrokuje duboku sedaciju. Preanestetska administracija smanjuje ukupnu dozu opšteg anestetika. Poseduje opšte i antiemetičko, antikonvulzivno, spazmolitičko, hipotenzivno i hipotermijsko dejstvo.

Psi – Preporučena doza u premedikaciji - **0.02-0.1 mg/kg** I/V, I/M, S/K. Preporučuje se doza do 0.2 mg/kg za I/M ili S/K aplikacija. Veći psi zahtevaju manje doze po kg/tm i retko se koristi više od 2 mg ukupne doze. Povećanje doze ne povećava stepen sedacije, a nuspojave su često kombinovane sa opioidnim analgeticima.

Vreme početka delovanja je 10-20 minuta a traje 4-8 časova. Pojedini psi mogu biti suviše ataksični ili sedirani 24 časa posle aplikacije, posebno stariji. Treba se obratiti posebna pažnja na tretman pasa mlađih od 2 meseca, koji mogu biti sedirani i minimalnim dozama. Manje doze se trebaju koristiti i kod pasa boksera. Oni, kao rasa, su skloni vagusnoj sinkopu (nesvestici) zbog čega je potrebna i aplikacija antiholenergika i/ili malih doza fenotijazina. Retko, ali ipak može da se javi i asistola.

Mačke - Preporučene doze u premedikaciji **0.1-0.2 mg/kg** IM ili SK. Ređe se koristi za razliku od pasa. Blokira ekscitatorni odgovor na morfin.

Konji - Preporučena doza u premedikaciji **0.04-0.06 mg/kg** polako IV. Može da prođe više od 20 minuta pre nego što nastane dobra sedacija i pri IV aplikaciji. Treba pažljivo da se koristi kod pastuva jer je moguće da dođe do prolapsusa penisa. **Zbog toga se izbegava njegova primena kod pastuva.** Pažljivo treba da se koristi kod uzbudjenih životinja jer može da se javi povećano lučenje adrenalina. Može da se kombinuje sa

opioidima, kao na primer meperidin, ipak, primena acepromazina kod konja se postepeno zamenjuje alfa-2 agonistima.

Preživari – Iste doze kao kod konja, no nisu dovoljno efektni. Dejstvo može da se produži, pri čemu se povećava rizik za pojavu timpanije.

Svinje - Doza: 0.1-0.2 mg/kg I/M (da ne prelazi 15 mg); Sprečava pojavu maligne hipertermije.

Droperidol – Butirofenonski sedativ po karakteristikama sličan acepromazinu. Zbog tremora, mišićnih spazama i hiperiritantnosti koji se dešavaju pri visokim dozama (10-20 mg/kg), ne koristi se sam, već se kombinuje sa Fentanilom kao komercijalnim produktom **Inovar-Vet**. Takva kombinacija ima odličan sedativni i antiemetični karakter. Kada se koristi kod pasa preporučuje se da budu u stojećem ili polusedećem položaju.

Azaperon - Butirofenonski sedativ, koji se najčešće koristi za sedaciju kod svinja, kao sredstvo za premedikaciju ili za smanjenje uzbudjenja. Trajanje dejstva je 2-3 časa. Dovodi do vazodilatacije i smanjenja pritiska, što se zapaža u vidu kožnog crvenila. Smanjena je pojava maligne hipotermije koja se javlja kao odgovor na halotan. Preporučene doze kod svinja su-**niske doze**: 0,4-1,2 mg/kg IM, za transport; **srednje doze**: 2 mg/kg IM, za sedaciju i premedikaciju i **visoke doze**: 4 mg/kg IM.

Benzodiazepini – Iskazuju svoj efekat indirektno, olakšavanjem dejstva endogenog moždanog GABA inhibitora i direktno preko aktivacije benzodiazepinskih receptora. Njihova korist proizilazi iz sledećih osobina:

- **umirujući efekat** – za razliku od fenotiazina, ne dovode do pospanosti kod životinje. Životinje koje su dobole diazepam ne izgledaju pospano, umesto toga deluju pomalo uplašeno i oprezne su. Zbog činjenice da nemaju analgetički efekat nisu efikasne kod životinja koje osećaju bol;
- **mišićna relaksacija** – većina benzodiazepina izaziva odličnu relaksaciju skeletne muskulature, zbog čega se koriste da smanje tonus mišića pri korišćenju disocijativnih anestetika (ketamin);
- **antikonvulzivni efekat** – odličan antikonvulzivni lek koji se daje zajedno sa lekovima koji mogu da prouzrokuju konvulzije (ketamin, opioidi, lokalni analgetici). Predstavlja lek izbora kod pacijenata sa klonično-toničnim i epileptičnim konvulzijama, kao i nepohodno preanestetsko sredstvo pri dijagnostičkim i terapijskim procedurama na mozgu i kičmenoj moždini (punktiranje ili mielografija), zato što pomaže u prevenciji postoperativnih konvulzija;
- **minimalni sporedni efekti** – u terapijskim dozama benzodiazepini imaju minimalan neželjeni efekat na kardiovaskularni i respiratorni sistem. Ta karakteristika ga čini posebno korisnim pri anestetskim procedurama kod visoko rizičnih pacijenata.

Diazepam – benzodiazepin sa umirujućim, muskulo-relaksantnim i antikonvulzivnim efektom. To je najčešće upotrebljavani sedativ iz grupe benzodiazepina u veterinarskoj medicini. Koristi se u premedikaciji, za smanjenje tonusa mišića i kao prevencija pojave konvulzija. Često se aplikuje zajedno sa ketaminom kao dio aplikacije anestezije kod pasa ili u kombinaciji sa ksilazinom i ketaminom kod konja. Može da se aplikuje oralno, i/v ili i/m. i/v aplikacija treba da bude spora zbog mogućnosti pojave hipotenzija ili aritmije.

Stepen sedacije, kada se daje samostalno, varira od rase do rase kao i od same individue. Efekat sedacije je najizraženiji kod preživara i svinja. Psi i mačke pak, retko pokazuju znake sedacije, i kod njih može da se javi ekscitacija ako se aplikuje i/v (najčešće kod setera i španijela). Aplikacija treba da bude spora da bi se izbeglo tromboziranje i posebno treba da se pazi da se ne aplikuje arterijski. Iako se ne preporučuje, diazepam može da se aplikuje i u mišić. Terapijske doze prouzrokuju samo minimalne respiratorne i kardijačne depresije.

Kada se koristi samostalno kod konja može da dovede do eksitacije, najverovatnije zbog uzbuđenosti koja zahvata konja koji pokazuje simptome ataksije zbog mišićne relaksacije. Dobro se pokazala njegova upotreba za premedikaciju ili kao kombinacija sa ketaminom za uvod u anesteziju kod ždrebadi starosti do 3 meseca.

Pored ketamina, kombinuje se i sa opioidnim analgeticima za obezbeđivanje dobre sedacije pri indukciji anestezije.

Doziranje diazepama zavisi, pre svega, od željenog efekta i od kombinacije sa drugim lekovima.

Psi - 0.2-1.0 mg/kg i/v, p/o, manje doze za pse teže od 20 kg

Mačke - 0.25-1.0 mg/kg iv, po, povećava apetit

Goveda - 0.1mg/kg i/v

Koze - 0.1-0.2 mg/kg i/v

Konji - odrasli 0.02-0.04 mg/kg i/v - ždrebadi 0.1-0.2 mg/kg i/v

Svinje - 1.0 mg/kg

Midazolam - Pripada grupi hidrosolubilnih benzodiazepina, koji ima jače izražene efekte od diazepama kod ljudi ali kraće vreme poluraspada. Može da dovede do eksitacije ako se daje sam kod malih životinja, naročito prilikom većih doza. Češća je pojava eksitacije kod mačaka nego kod pasa. Dobar je kao sredstvo za premedikaciju kod svinja. Dobro se apsorbuje pri i/m aplikaciji.

Midazolam se često upotrebljava u kombinaciji sa opioidnim analgeticima u premedikaciji opšte anestezije. Ponekad može da dođe do eksitacije i zbog toga je najbolje da se koristi kod životinja koje su već u fazi depresije. Doziranje je slično kao za diazepam. Doze od 0.1-0.2 mg/kg u kombinaciji sa ketaminom ili tiobarbituratima se koriste za indukciju anestezije kod pasa i mačaka.

Zolazepam - Ovaj preparat se koristi zajedno sa **tiletaminom** (cikloheksamin) u kombinaciji poznatoj kao "**Zoletil®**".

Antagonisti – Sintetisani su specifični antagonisti na benzodiazepine. Generičko ime je **flumazenil**, prethodno poznato pod imenom RO15-1788. To su specifični antagonisti za benzodiazepine, a deluju tako što se kompetitivno ometaju vezivanje benzodiapina za GABA receptore.

Alfa-2 agonisti – Ksilazin i Medetomidin, kod pasa i mačaka i Detomidin kod velikih životinja, spadaju u grupu tiazina koji se često koriste u veterinarskoj medicini. Često im se pripisuju i analgetička svojstva. Deluju kao agonisti na centralne alfa-2 adrenergične receptore koji su lokalizovani na presinaptičkom i postsinaptičkom delu CNS-a. Alfa

receptori su takođe nađeni u spinalnom delu, pa se prepostavlja da učestvuju u dubokoj analgeziji.

Pored sedacije, oni prouzrokuju i miorelaksaciju, smanjenu salivaciju i gastričnu sekreciju, umanjuje intezitete peristaltike, a dovodi i do midrijaze i agregacije trombocita.

Početno povećanje krvnog pritiska javlja se kao rezultat vazokonstrikcije prouzrokovano delovanjem post-sinaptičkih alfa-2 receptora. Nekoliko minuta po i/v aplikaciji arterijski pritisak počinje da se smanjuje.

Aktivacija alfa-2 receptora prouzrokuje depolarizaciju ekscitatornih neurona dorzalnog motornog-jedra vagusa, što dovodi do povećanja tonusa vagusa, a kao rezultat nastaje bradikardija. A-V blok je, isto tako, dosta česta pojava u prvih nekoliko minuta od i/v aplikacije.

Kada se aplikuje u mišić, **ksilazin** može da uzrokuje blagu iritaciju. Pored sedacije i analgezije, koje se mogu blokirati alfa-2 antagonistima, ksilazin prouzrokuje i centralnu relaksaciju skeletne muskulature, što smanjuje lokomotornu aktivnost.

Pored bradikardije i hipotenzije, neželjeni efekti od ksilazina se javljaju u vidu povraćanja kod karnivora, odmah nakon aplikacije. Zbog te karakteristike, poželjno je da se daje samo pacijentima koji su pripremljeni za anesteziju (prekinut unos hrane i vode). Ovaj se efekat smanjuje ako se paralelno koristi i atropin.

U kliničkim dozama prouzrokuje minimalne respiratorne promene. Kod konja i pasa, brzina disanja može da se smanji, ali nivo ugljen-dioksida se značajno ne povećava. U kombinaciji sa drugim depresivima konačni efekat može da bude izraženiji. Kod goveda postoji pojava ubrzanja disanja, tako zvano plitko disanje.

Od ostalih neželjenih efekata, potrebno je da se spomenu hipoinsulinemija prouzrokovana hiperglikemijom i glukozurijom; povišen intrauterini pritisak kod goveda, koji može biti potencijalni problem za pojavu abortusa u poslednjem tromesečju zbog ksilazina; smanjena termoregulacija kod pasa, mačaka i goveda.

Ksilazin ima široku sigurnosnu marginu, međutim, povećanje doze ne povećava nivo sedacije, već samo vreme delovanja. Psi, mačke i konji mogu da tolerišu čak i desetostrukе doze, sa pojavom mišićnog tremora, bradikardije sa parcijalnim ili potpunim atrioventrikularnim blokom i usporavanjem respiracije. Kod nekih vrsta se javljaju i spontane glasne zvučne reakcije.

Epiduralna analgezija – Ksilazin ima značajan lokalni analgetski efekat. Ovaj efekat se očitava preko blokiranja akcionog potencijala i smanjenja brzine sprovođenja signala.

Poređenjem ksilazina i lidokaina u istoj dozi, ksilazin inducira dublju i dugotrajniju epiduralnu analgeziju. Pored toga, analgezija izazvana ksilazinom ne prouzrokuje blokadu motornih neurona, kao što je to slučaj sa lidokainom.

Kod goveda, epiduralna administracija ksilazina prouzrokuje dugotrajnu analgeziju u odnosu na lidokain ili intramuskularnu aplikaciju. Međutim, i pri epiduralnoj administraciji mogu da se primete depresivni efekti na kardiopulmonalni sistem u obliku bradikardije, hipotenzije, respiratorne acidoze, hipoksije i ruminalnog hipomotiliteta.

Kod konja – javlja se bradikardija, koja ne predstavlja veliki problem koji zahteva upotrebu antiholinergika (frekvenci srca se povećava posle 3-5 min). Kontraindicirana je primena kod životinja sa hipotenzijom ili aritmijom, iako se često koristi sasvim bezbedno kod konja sa A-V blokom.

Ksilazin je veoma efikasan u kontroli viscerarnog bola. Aplikuje se sporo i/v **0.25-1.1 mg/kg**, doza se smanjuje kod konja koji se koriste za rad. Za **epiduralnu** analgeziju doza je od **0.17 mg/kg** na **10 ml** fiziološkog rastvora.

Kod pasa – najbolje je da se koristi u kombinaciji sa antiholenergicima. Zbog problema sa ventrikularnom aritmijom i smanjenjem kardiovaskularne funkcije, posebno ako se kombinuje sa ketaminom ne praktikuje se da se daje kao sredstvo za premedikaciju pri inhalacionoj anesteziji. Pri i/m administraciji može da se javi povraćanje. Kontraindikovano je pri intestinalnoj i respiratornoj obstrukciji (na primer kod brahiocefaličnih rasa), kao i kod agresivnih pasa.

Doziranje - 0.5-1.0 mg/kg i/v, i/m, s/k sa trajanjem od 30 min ako se daje i/v ili 2 časa ako se aplikuje i/m. Treba da se pripazi na kardiovaskularnu depresiju. Treba da se izbegava kod obolelih, pedijatrijskih ili gerijatrijskih pacijenata.

Kod mačaka – slično kao i kod pasa, ventikularne aritmije mogu da budu problem, ali dok se upotrebljava u malim dozama zajedno sa ketaminom i atropinom, prilično je sigurno. Kontraindicirana je upotreba kod mačaka sa kardiopulmonalnim i metaboličkim oboljenjima. Povraćanje, slično kao i kod pasa, predstavlja redovnu sporednu pojavu.

Doziranje - **0.25-0.5 mg/kg IV** (ne preporučuje se); **0.25-1.0 mg/kg IM, SK**

Preživari – zahtevaju znatno niže doze od drugih vrsta. Kod velikih doza, životinje brzo zauzimaju ležeći položaj. Salivacija je pojačana.

Ksilazin smanjuje motilitet predželudaca, zbog čega je neophodno praćenje moguće pojave timpanije.

Oprezno se primenjuje kod bolesnih, depresivnih i hipovolemičnih životinja a posebno treba da se izbegava upotreba ksilazina u poslednjem tromesečju graviditeta.

Nema potrebe za upotrebotom antiholnergika.

Doziranje – **0.05-0.08 mg/kg i/m**, sedacija u uspravnom položaju, oporavak posle 2-3 časa

0.1-0.2 mg/kg iv, ležeći položaj .

0.2-0.30 mg/kg im, ležeći položaj, produžen efekat, oporavak za 5-6 časova

0.07 mg/kg u 5.0 - 7.0 ml sterilnog fiziološkog rastvora, za epiduralnu aplikaciju.

Obezbeđuje kvalitetnu analgeziju kod kastracije ili laparotomije

Kod svinja – odgovor pri aplikaciji standardne doze je nesiguran, zbog toga se ne preporučuje za korišćenje.

Doziranje – **2 mg/kg i/v, 4 mg/kg i/m**

Detomidin – Poseduje veću moć i duže vreme trajanja u odnosu na dejstvo ksilazina. Ataksija je vidljiva u 80% slučajeva, zajedno sa mogućim lokalnim mišićnim tremorom pri visokim dozama. Oko 30% životinja pokazuje znake znojenja i nakostrešenosti.

Efektivan je kao sredstvo za premedikaciju pred anesteziju sa ketaminom i kao sedativ/analgetik zajedno sa butorofanolom, zajedno sa lokalnom anestezijom za manje hirurške intervencije ili laparotomije u uspravnom položaju.

Moguća je pojava iznenadne smrti kod konja, zbog aplikacije sulfonamidina zajedno sa detomidinom.

Doziranje – *Konji 10-30 µg/kg i/v, 20-50 µg/kg i/m, glava postepeno pada, životnjama podrhtavaju noge.*

Goveda – doze su slične kao kod konja.

Medetomidin – se koriste za male životinje. To je noviji alfa-2 agonist, koji se koristi u veterinarskoj medicini. Primenuje se kao i ksilazin, ali je mnogo dužeg dejstva od ostalih alfa-2 agonista.

Medetomidin se koristi za premedikaciju pred indukciju opšte anestezije sa ketaminom i barbituratima. Preporučena i.m. doza za premedikaciju kod pasa su između **10-40 µg/kg**, dok kod mačaka se kreće od **40-80 µg/kg**. Administracija većih doza prouzrokuje duboku sedaciju, no moguća je pojava bradikardije, koja reaguje na atropin. Smatra se da je rana administracija antiholinergika efikasna za prevenciju bradikardije indicirane medetomidinom.

Generalno, medetomidin uzrokuje siguran stepen sedacije, mišićnu relaksaciju i analgeziju kod raznih vrsta domaćih životinja. Ako se koriste za premedikaciju, uzimaju se manje doze. Kombinacija sa ketaminom omogućava kratkotrajnu anesteziju i imobilizaciju kod pasa i mačaka kao i kod više vrsta divljih životinja.

Na tržištu se može naći, i često se i prodaju zajedno, sa specifičnim antagonistom, **atipamezolom (Antisedan®)**, koji ubrzava oporavak od momenta administracije.

Alfa-2 antagonisti - **Doksapram** deluje antagonistički na ksilazin, ali nije pravi antagonist. Zato može da se koristi kod preživara.

- Aminofidrin

- **Johimbin** - opšti stimulans, aplicira se sporo i/v, u suprotnom dovodi do tahikardije

Doziranje - *goveda 0.125 mg/kg i/v, ne daje dobre rezultate!*

- *konji: 0.075 mg/kg i/v*

- *psi 0.1 mg/kg i/v*

- *mačke 0.5 mg/kg i/v*

- **Tolazolin**, dobro dejstvo ima kod goveda, i dobar antagonist za većinu slučajeva

Doziranje - *goveda 1.0 mg/kg i/v*

- *ovce 2.0 mg/kg i/v*

- *psi 2.0 mg/kg i/v*

- mačke **2.0 mg/kg i/v**

- Idazoksan

Doziranje – u svim slučajevima: **0.05-0.1 mg/kg**

- **Atipamezol (Antisedan)** - specifičan antagonist za medetomidin

OPIOIDNI ANALGETICI

Termin opioidni (opioidni peptidi) se odnosi na sva egzogena, prirodna ili sintetska, jedinjenja koja se vezuju za specifičnu subpopulaciju opioidnih receptora. Ovi lekovi indukuju različit stepen agonističkog dejstva slično kao morfijum. Analgetsko dejstvo nije izazvano gubitkom propriocepcije ili svesti, sem ako se ne apliciraju doze više od uobičajenih.

Smatra se da postoje tri oblasti delovanja: a) Inhibicija prenosa боли na dorzalni rog kičmene moždine, b) Inhibicija somatosenzornih aferentnih vlakana na supraspinalnom nivou i c) Inhibicija descedentnih inhibitornih mehanizama.

Poznato je da postoji nekoliko tipova opioidnih receptora u telu. Primarni agonisti za ove receptore su jedinjenja produkovana u telu i nazivaju se endogeni opioidi (endorfin, enkefalin i dinorfin).

Efekat opioida, uglavnom predstavlja rezultat njihovog dejstva na razlike receptore koji su lokalizovani u mozgu. Za sada je poznato šest tipova receptora mi (μ), kapa (κ), delta (δ), sigma (σ), epsilon (ϵ) i lambda (λ).

Stimulacija mi receptora je povezano sa analgezijom, depresijom disanja, i euforijom; simulacija kapa receptora je povezana sa psihomimetskim efektima, analgezijom, miozom, sedacijom; stimulacija sigma receptora je povezana sa disforijom i halucinacijama; dok su delta receptori, većinom u asocijaciji sa mi receptorima u molekularnom kompleksu sa značajnim interakcijama.

Opijati, prema efektu receptora klasifikovani su kao **agonisti** (stimulirajući), **agonisti-antagonisti** (stimulirajući na jednim a blokirajući na drugim receptorima) i **potpuni antagonisti** (blokirajući).

Korisni efekti – opioidi imaju dva osnovna efekta na nervni sistem koji ga čine korisnim u veterinarskoj anesteziji:

1. *Efekat na centralni nervni sistem* – U zavisnosti od doze, tipa opioida i vrste životinje, opioidno sredstvo može da prouzrokuje depresiju ili ekscitaciju CNS-a. Kod pasa, dominantan je efekat sedacije. Mačke, međutim, mogu da reaguju na neki opioid manifestacijama neobičnih formi ponašanja, uključujući anksioznost, konvulzije ili manje, posebno kada se aplicira intravenski. Zbog toga, neki opioidi treba da se izbegavaju kod mačaka, dok drugi imaju povoljno dejstvo i u malim dozama ili u kombinaciji sa sedativima.

2. *Analgezija* – Dugo vremena opioidi su se smatrali najefikasnijim analgeticima. Potencija varira između načina pripreme ove klase lekova. Fentanil, butorfanol i oksimorfon imaju veći analgetski efekat od morfiuma i meperidina u istim dozama. Potencijal ne implicira jači analgetski efekat, već postizanje istog efekta u manjim dozama. Rutinsko korišćenje opštih anestetika sa ograničenim

analgetskim dejstvom i promocija pred-, intra- i postoperativne analgezije pretstavljaju glavne razloge za rutinsko korišćenje opioida u veterinarskoj medicini.

Većina životinja reaguju u kombinaciji depresije i analgezije u roku od 60 sekundi od intravenske aplikacije. Iako refleks gutanja može da bude očuvan, endotrahealna intubacija je najčešće izvodljiva bez većih problema.

Buđenje uglavnom produženo (više od 6 časova), u slučaju da nije aplikovan antagonist.

Neželjeni efekti – zbog brojnih neželjenih efekata koji mogu da se javi pri korišćenju, njihova upotreba zahteva izuzetnu pažnju.

Respiracija – Najozbiljniji neženjeni efekat je tendencija despresije disanja, naročito ako se koristi u kombinaciji sa sedativima. Opioidi izazivaju istovremeno pad respiratornog volumena i frekvencije disanja, što vodi smanjenju parcijalnog pritiska kiseonika PaO_2 i povećanju ugljen dioksida PaCO_2 . Respiracija postaje nepravilna, disanje je otežano što dovodi do respiratorne acidoze. Kod većine opioida, respiratorna depresija zavisi od doze, međutim, neki od njih pokazuju plato dejstvo, odnosno povećanje doze iznad određene granice ne prouzrokuje povećanje depresije. Depresija, pak, može da poprими takve razmere da zahteva korišćenje veštačke ventilacije

1. *Gastrointestinalna funkcija* – Uticaj opioida na sistem za varenje je dvokratan. Inicijalno, većina opijata ubrzava peristaltiku, što može dovesti do dijareje, povraćanja i nadimanja. Ovo dejstvo može da se koriguje atropinom. S druge strane, nakon početne stimulacije dovodi do blokiranja peristaltike koja se može produžiti i do konstipacije.

2. *Zavisnost* – zavisnost od korišćenja opioida je u vezi produžene aplikacije nekog opioidnog leka. Ipak, mora se naglasiti da ne dovode svi opioidi do zavisnosti. Oni sa minimalnom antagonističkom aktivnošću na mi receptorima (butorfanol) imaju manji potencijal za izazivanje fizičke zavisnosti.

3. *Ostali efekti* uključuju: bradikardiju (manje izražena kod pacijenata tretiranih atropinom), vazodilataciju sa posledičnom hipotenzijom, supresiju refleksa za kašljivanje, midrijaza kod mačaka, povećane reakcije na buku, salivacija

Reverzibilnost – Jedna od prednosti opioidne grupe lekova je mogućnost reverzibilnosti dejstva. Za to se koriste **antagonisti** ili **agonisti-antagonisti**, kao što su nalokson, naltrekson, nalorfin hidrohlorid i butorfanol. Od pomenutih, nalokson i naltrekson su čisti antagonisti dok nalorfin i butorfanol su agonisti-antagonisti. Antagonistiti deluju na smanjenje efekta preko mehanizma otpuštanja atonističkih opioida sa receptora, postižu reverziju sedacije, respiratorne depresije hipotenzije, bradikardije, no na žalost i analgezije. Ovakav efekat može da se prevaziđe preciznim doziranjem reverzibilnog agensa, tako da se smanji respiratorna depresija a delimično zadrži analgezija.

Važno! Opidni reverzibilni agensi deluju samo na opioidne lekove i nemaju nikakav reverzibilan efekat na ostala sredstva za sedaciju!

Korišćenje antagonista za reverziju efekata opioida je prilično skupo i ne koristi se u svakodnevnoj praksi. Ipak, ova tehnika je posebno korisna u hitnim situacijama kada je

došlo da prekoračenja doze. Isto tako, koristi se za hitne reverzije kod starijih pacijenata i novorođenčadi porođeni hirurškom intervencijom u kojoj su korišćeni opioidi.

Delovanje antagonista se primećuje u roku od 30 sekundi po intravenskoj aplikaciji.

Metodi primene – Opioidni lekovi se koriste kao komponente premedikacije, zajedno sa antiholinergicima i sedativima/neurolepticima. Ove kombinacije se aplikuju pred indukciju opšte anestezije.

Opioidi, zbog svojih potentnih analgetskih svojstava, uključuju se i u kombinaciju zajedno sa neurolepticima za duboku sedaciju i analgeziju (neuroleptanalgezija). Dejstvo ove kombinacije je efikasnija od delovanja svake komponente pojedinačno.

Životinje pod dejstvom neuroleptanalgezije izgledaju duboko sedirano, no mogu da reaguju na buku ili neki drugi jak impuls. Mogu se primetiti i nevoljni pokreti ekstremiteta. Ovakve kombinacije se primenjuju za izvođenje manjih operativnih zahvata, stomatoloških zahvata i dijagnostičkih procedura.

Intravenska aplikacija neuroleptanalgetika mora da bude spora (1-2 minuta), da bi se izbegla hipotenzija, bradipneja ili stimulacija CNS-a.

Opioidna komponenta, u svim neuroleptanalgetskim kombinacijama, može da bude supresovana uz pomoć naloksona.

Opioidi, se posebno uspešno koriste za tretman bola u postoperativnom periodu za većinu srednjih ili većih hirurških intervencija. Hajveći dio opštih analgetika ne obezbeđuju zadovoljavajući nivo postoperativne analgezije, zbog toga što je logično da životinje osećaju bol u postoperativnom periodu.

U većini slučajeva životinje ne pokazuju vidljive znake bola, no isto tako moguće su i drastične reakcije vokalizacije, povećana aktivnost i uzbudjenost. Najčešće, bol se kod životinja manifestuje u vidu povećanja frekvence pulsa, porastom krvnog pritiska i pojavom dispneje.

Iz humanih razloga potrebno je da svaku hiruršku intervenciju koja je praćena bolom, tretiramo analgeticima.

Određivanje potrebe za analgetskim tretmanom (u preanestetskom periodu, za vreme hirurškog zahvata, nakon isključenja opšte anestezije ili u postoperativnom periodu), zavisi od prirode operativnog zahvata, korištenog anestetika, trajanja anestezije vrste, rase pacijeta i dr.

U slučaju kratke hirurške procedure, poželjna je aplikacija analgetika u preoperativnom periodu. Dugotrajni postupci, uprkos intraoperativnoj analgeziji, zahtevaju dodatnu analgeziju na kraju operativnog tretmana, to jest pred isključenje opštih anestetika. Ponekad se i nakon završene operacije pacijentu omogući kontinuirana analgezija opioidima. Za tu svrhu pripremljeni su i specijalni fentanilski flasteri koji se lepe na kožu pacijenta i polako oslobađaju aktivnu supstancu.

U praksi se ne preporučuje da se odloži korišćenje postoperativne analgezije do već vidljive demonstracije akutnog bola, iz dva razloga:

- većina životinja ne pokazuje vidljive znake bola iako je njegovo prisustvo u postoperativnom periodu podrazumevano.

- analgetici imaju naglašeno dejstvo ako se daju pred trenutnu percepцију bola (preemptivna analgezija), dok za analgetik koji se daje u toku faze akutnog bola, moramo povećati dozu za postizanje istog efekta.

ANTIHOLINERGICI

Ovi medikamenti inhibiraju sekreciju žlezda dissajnih puteva, suznih i pljuvačnih žlezda. Od velikog broja medikamenata, u veterinarskoj medicini se najviše koriste atropin i glukopirolat.

Atropin je alkaloid ekstrahovan iz biljke *Atropa belladonna* koja spada u familiju pomoćnica koja uključuje i buniku. To su estri organske baze (tropin ili skopin) i aromatične tropske kiseline. Glikopirolat je sintetički kvarterni amonijumov antiholinergik.

Atropin i glikopirolat su antimuskularni agensi, tako da je njihov efekat skoro uvek na parasympatički sistem (parasympatikolitici). Oni su kompetitivni antagonisti acetil-holina tako da smanjuju fiziološki odgovor na parasympatičke nervne impulse.

Pošto je to kompetitivni antagonizam, veće doze acetil holina ili nekog drugog holonomimetičkog leka može da savlada ovaj blok. Deluju direktno na distalne postganglijske nervne završetke. U svakom slučaju, ovaj blok nije podjednako efektan za sve delove tela. Tako da pljuvačne žlezde reaguju i pri sasvim malim dozama atropina, ali su potrebne mnogo više doze za postizanje istog efekta na srce.

Delimično se izlučuje preko bubrega, dok se veći dio metabolizuje u organizmu.

Tokom istorije antiholinergici su primenjivani kao sredstva za prevenciju salivacije i povišene respiratorne sekrecije tokom anestezije. Trenutni inhalacioni anestetici koji se koriste ne pokazuju znake respiratorne iritacije tako da se rutinska upotreba antiholenergika postepeno smanjuje.

Početak dejstva atropina se javlja 20 minuta od s/k ili i/m administracije. Može da se pomeša u isti špric sa većinom preanestetskih i anestetskih sredstava **osim sa diazepamom!** Zbog brzine početka dejstva pri i/v aplikaciji, prevencija bradikardije je skoro pa momentalna. Vreme trajanja dejstva atropina je 60-90 minuta.

Atropin prouzrokuje brojne efekte u organizmu, što ga čini dragocenim u veterinarskoj anesteziji.

Kardiovaskularni sistem - Blokada vagusnog efekta na S-A čvoru čim se ubrzava rad srca i povećava iskoriščavanje miokardijalnog kiseonika. Pojedine anestetske procedure i sredstva mogu da stimulišu vagus, koji može da prouzrokuje neželjene efekte tokom anestezije, kao što je bradikardija i posledičan arest srca. Takve procedure su: endotrahealna intubacija, manipulacije viscerálnih organa, neki inhalacioni anestetici i opioidi.

Male doze mogu inicijalno da dovedu do laganog usporavanja rada srca. Životinje sa uvećanim tonusom vagusa imaju izraženu tahikardiju, zbog toga što je aktivnost njihovog simpatikusa znatno veća. Atropin može da prouzrokuje aritmiju, naročito atrijalnu aritmiju i povišenu miokardijalnu razdražljivost.

Velike doze atropina deluju direktno depresivno na miokard a u isto vreme može da dovede do dilatacije krvnih sudova kože (atropinsko crvenilo) koje može da se javi i zbog uticaja holenergičnih receptora na vaskularnoj glatkoj muskulaturi.

Gastrointestinalni sistem – Atropin smanjuje salivaciju, redukuje volumen i sadržaj želudačne kiseline i smanjuje tonus i motilitet creva. Neki anestetici i opioidi ubrzavaju motilitet creva što vodi nadimanju, povraćanju ili dijareji. Atropin deluje suprotno na ove efekte pa inhibira crevnu peristaltiku

Respiratorični sistem – Smanjuje bronhijalnu sekreciju i dovodi do bronhodilatacije, čime se uvećava prečnik disajnih puteva. Upotreba atropina može da bude praćena produkcijom gustog mukoznog sekreta u disajnim putevima, naročito kod mačaka.

Oči – Atropin blokira holenergički inervirane mišiće sfinktera irisa i cilijarne mišiće očnog sočiva, što rezultira midrijazom, koja ne reaguje na svetlosne nadražaje. Prilagođavanje oka - *cikloplegija*, izostaje što rezultira fotofobijom i zamagljenim vidom. Korišćenje atropina je kontraindikovano pri postojanju ograničenog glaukoma zbog uticaja na midrijazu i drenaže očne vodice.

Atropin smanjuje sekreciju suza. Zbog toga je potrebna zaštita rožnjače od isušivanja, za vrijeme anestezije, koristeći obloge natopljene fiziološkim rastvorom ili nekom okularnom mašću. To je naročito važno kada se koristi ketamin, kao opšti anestetik, jer oči ostaju otvorene tokom cele procedure.

Toksični efekat – i pored brojnih pozitivnih efekata, atropin može da bude kontraindikovan kod određenih kategorija pacijenata. Ne sme da se koristi kod pacijenata sa tahikardijom i akutnom kongestijom srca. Atropin, isto tako, treba da se izbegava i kod pacijenata sa ileusom ili konstipacijom, zbog dodatnog smanjenja peristaltike. Predoziranje dovodi do pospanosti, žedi, vidljive su suve sluznice, nemir, ataksija, mišićni tremor, dilatacija pupila, opstipacija i retencija urina. Preživari su znatno otporniji od mesojeda.

Simptomi teškog trovanja atropinom uključuju: iritiranost nervnog sistema, vazodilataciju, povišenje telesne temperature, opštu depresiju CNS-a i prestanak disanja.

Terapija podrazumeva upotrebu fizostigmina a u nekim slučajevima i diazepamima.

Atropin u poređenju sa Glikopirolatom

- Tahikardija nije tako ekstremna kao kod glikopirolata
- Glikopirolat smanjuje volumen i aciditet želudačne sekrecije pri terapijskim dozama
 - Minimalan ili nikakav efekat na CNS sa glikopirolatom
 - Početak delovanja pri i/m, i/v aplikaciji
 - atropin 15-20 min, 0.5-2 min
 - glikopirolat 35-45 min, 2-5 min
 - Trajanje dejstva blokiranja tonusa vagusa sa glikopirolatom je 2-3 časa a ne više od 1.5 čas sa atropinom.

Doziranje - atropin kod malih životinja **0.04 mg/kg i/m i 0.02 mg/kg i/v**

- **glikopirolat** kod malih životinja 0.01 mg/kg i/m i 0.005-0.01 mg/kg i/v

U slučaju periodične bradikardije, potreban je hitan tretman, prije svega, aplikacija atropina umesto glikopirolata. Vreme delovanja će biti produženo zbog bradikardije, zbog

čega je potrebno da se da lek koji ima brže dejstvo. Pri pojavi bradikardije srednjeg stepena, može da se da glikopirolat zato što tada nema neko drastično dejstvo na rad srca.

Kada se glikopirolat da i/v životinjama koje imaju A-V blok, očigledno je povećanje jačine bloka, sa prisustvom samo p-zubca bez kompletнog QRS kompleksa.

Ako postoji izražena bradikardija kod konja u anesteziji, mogu se upotrebiti antiholenergici i pored toga što se mogu pojaviti kolike. U tom slučaju se počinje od doze od 0.01 mg/kg atropina ili 0.005 mg/kg glikopirolata i/v.

Poglavlje 4

ANESTEZOLOŠKI PROTOKOL

INDUKCIJA

ODRŽAVANJE

ENDOTRAHEALNA INTUBACIJA

MONITORING

BUĐENJE

INDUKCIJA OPŠTE ANESTEZIJE

Predstavlja proces pri kome životinja gubi svest usled aplikovanih medikamenata

Indukcija se obično sprovodi nakon premedikacije. Ukoliko je premedikacija izvedena intravenskom aplikacijom medikamenata onda indukciju možemo započeti relativno brzo (već nakon par minuta), dok je nakon intramuskularne primene potrebno sačekati 15-tak minuta. U nekim slučajevima moguća je istovremena primena sredstava iz premedikacije sa sredstvima iz indukcije (acepromazin, ketamin i atropin). Sredstvo za indukciju se aplikuje najčešće intravenski, a moguća je i indukcija inhalacionim gasovima, no ona se u veterinarskoj medicini ređe sprovodi jer se životinje obično uznemire usled mirisa gasa. Ovaj vid primene je moguć preko maske ili indukcione komore za manje životinje.

Intravenska indukcija prethodi endotrahealnoj intubaciji. U početku životinja može da pokaže znake nekordinacije i razdraženosti koji se brzo gube, a zatim se javlja gubitak svesti sa progresivnom relaksacijom. Javlja se i gubitak refleksa gutanja, kašljivanja i kijanja što je naročito važno za izvođenje intubacije.

Izvođenje (tehnika) indukcije

Intravenska indukcija – Njačešće upotrebljavana. U prethodno postavljeni intravenski kateter, aplikuje se odgovarajuća doza medikamenta za indukciju (propofol, ketamin i dr.). Standardna doza se navlači u špric, i aplikuje. Međutim, ponekad je potrebno dozirati i povećati ovu dozu kako bi se dobila odgovarajuća relaksacija i gubitak refleksa potreban za izvođenje intubacije. Nakon indukcije, održavanje opšte anestezije se može nastaviti inhalacionim anesteticima ili povremenim ili intravenskim kontinuiranim dodavanjem agenasa koji su korišteni u indukciji. Manji hirurški zahvati se mogu izvesti i bez doze održavanja. Količina anestetika data u indukciji obično obezbeđuje anesteziju za 10-20 minuta, a ako je potrebno ova doza se može i ponoviti.

Način primene zavisi od tipa intravenskog anestetika. Neki injekcioni anestetici (barbiturati) se aplikuju u formi „bolus injekcije“ tj. prva polovina od doze se aplikuje brzo, dok se ostatak daje lagano do postizanja efekta tj ulaska u treći (hirurški) stadijum anestezije, uz minimalne znake iz prve i druge faze,

Suprotno od prethodnog, ketamin, etomidat, propofol i neuroleptanalgetici mogu se aplikovati sporo bez opasnosti od pojave neželjenih efekata (ekscitacija, mišićni tonus). Lagana indukcija ima prednost u odnosu na brzu jer su manje izražena neželjena dejstva anestetika na kardiovaskularni i respiratorni sistem.

Intramuskularna indukcija – Neki agensi mogu se aplikovati i intramuskularno. Ovaj metod se korsiti kod životinja koje se ne mogu umiriti standardnim tehnikama (agresivnost) ili nemogućnost pronalaska odgovarajuće vene.

Indukcija intramuskularnom aplikacijom se razlikuje od i/v indukcije po nekoliko osnova:

- doza za i/m indukciju je dva do tri puta veća od doze za i/v indukciju;
- veoma je teško aplikovanje anestetika do efekta jer se cela doza daje odjednom;
- i/m indukcija se karakteriše produženim vremenom oporavka zbog sporije apsorpcije i metabolizma.

Primer: Intravenska primena ketamina u dozi od 5 mg / kg dovodi do anestezije, u toku jednog minuta, dok mišićna primena 15 mg / kg dovodi do efekta čak nakon 3-5 minuta. Nakon buđenja i/v administracija kod zdravih životinja, odvija 1-2 sata, dok u i/m primene životinje se oporavljuju 2-3 puta duže.

Indukcija inhalacionim anesteticima – anestezija se može indukovati i direktnom upotrebljom inhalacionog agensa. Anestetički gasovi mogu da se primene pomoću aparata za inhalacionu anesteziju korištenjem maske koja se postavlja na njušku. Maska je napravljena od tvrdog silikona sa gumenim zaptivačem koji blisko prilaže na njušku pacijenta. Indukcija manjih pacijenata (zečeva, glodara) može se izvesti i postavljanjem pacijenta u indupcionu komoru. Ova komora je napravljena od plestiglasa a inhalacion gas se preko creva ubacuje u komoru



Sl. 1. Indukcija anestezije maskom kod mačke

- *Indukcija sa maskom* je pogodan metod za indukciju pomoću inhalacionih anestetika koji imaju brzo delovanje (halotan, izofluran). Smatra se da je indukcija pomoću inhalacionih anestetika bezbednija za pacijenta ali je nedostatak taj što se u operacionu salu ispušta znatna količina anestetika koju udiše osoblje. Moguće je i održavanje anestezije preko maske. Međutim, intubacija je svakako znatno bezbednija jer omogućava potpunu kontrolu disajnih puteva.

Tehnika izvođenja indukcije pomoću maske – postoje providne (silikonske) i neprovidne (gumene) maske. Maska treba da se postavi tako da intimno prilaže na njušku pacijenta kako bi se sprečilo udisanje vazduha kao i da bi se smanjio mrtvi prostor. Maska je preko Y konektora povezana sa aparatom za anesteziju. Inicijalno se preko maske daje kisonik radi prilagođavanja životinje (2-3 minuta). Zatim se koncentracija anestetičkog

gasa lagano povećava sa 0,5% i za svakih 30 sekundi za 0,5% do koncentracije od 3-4%. Ova tehnika uglavnom uspeva kod manjih pasa i mačaka. Hirurška anestezija se postiže obično nakon 5 minuta, zavisno od premedikacije

- *Indukcija u komori* – Komora za anesteziju omogućava indukciju malih životinja koje su agresivne i nekoperativne. Nedostatak ove metode je izolovanost pacijetna u u odnosu na anesteziologa, pa tako nije moguće pratiti kliničke znake, disanje, stanje sluznica i sl. Primećeno je i znatno učestalo povraćanje kod ovakvog vida indukcije pacijenata.



Sl. 2. Indukcija anestezije u komori

ENDOTRAHEALNA INTUBACIJA

Endotrahealna intubacija podrazumeva uvođenje traheotubusa u traheju. Intubacija omogućava potpunu kontrolu respiratornog sistema kao i otpočinjanje veštačke respiracije u slučaju prestanka disanja. Intubacija se po pravilu izvodi kod pacijenata koji su nakon premedikacije uvedeni u opštu anesteziju. Potrebno je dobro poznavanje anatomije farinksa i larinksa kako bi se intubacija brzo i sigurno izvela.

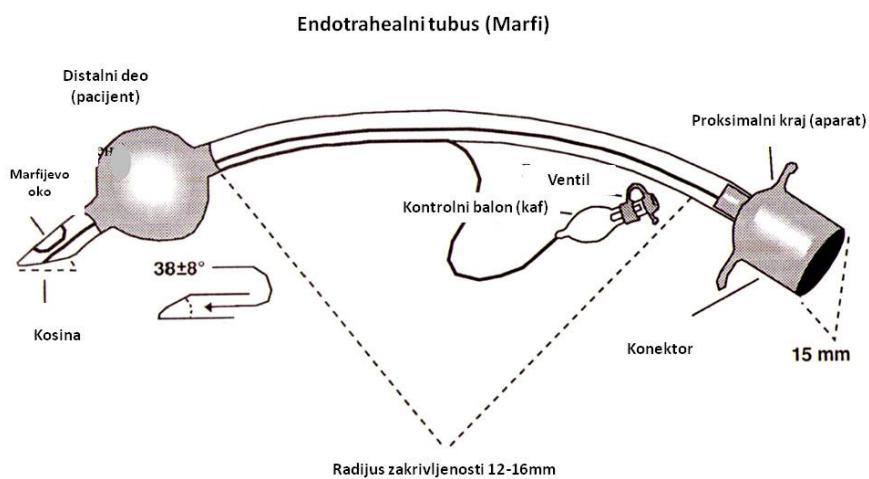
Prednosti endotrahealne intubacije

- Efikasna dostava anestetičkog gasa do pacijenta – Postavljanje tubusa povećava i ekonomičnost u pogledu potrošnje gasova;
- Održavanje prohodnosti disajnih puteva – Prevencija intraoperativne ili postoperativne opstrukcije gornjih disajnih puteva (krv, pljuvačka, edem, hematom, laringospazam);
- Prevencija aspiracione pneumonije – postavljenje endotrahealnog tubusa sa balončetom (kaf) umanjuje rizik od inhalacije povraćenog sadržaja i nastanak aspiracione pneumonije. Tubus je apsolutno neophodan kod operacija u usnoj duplji ili farinksu kao i kod životinja kojd kojih nije ispoštovan dijetetski režim (hitni pacijenti). Tubus se ostavlja i izvesno vreme nakon operacije, tj. dok se ne uspostavi refleks kašljana a životinja zauzme sternalni položaj.
- Omogućava kontrolu disanja – Intubacijom se omogućava direktna dostava kiseonika do pacijeta i primena veštačke respiracije. Veštačka respiracija se vrši pomoću uređaja koji se povezuje sa anestezioškim aparatom i sistemom cevi za disanja. Ovaj aparat vrši tzv. intermitentnu ventilaciju sa pozitivnim pritiskom (IPPV). Ovaj metod sa ventilacionom podrškom je neophodan kod životinja sa respiratornom insuficijencijom kao i pri operacionim zahvatima koji podrezumevaju torakotomiju ili kod upotrebe nuromuskularnih blokatora.
- Smanjenje mrtvog prostora – Mrtvi prostor je termin koji opisuje one delove disajnog aparata u kojima se ne vrši izmena gasova. Zapremina tubusa je svakako manja od zapremine usne duplje pa je tako manja i potencijalna količina mrtvog prostora. Krajni rezultat je veća količina svežeg anestetika koja se dovodi do alveola.

Karakteristike endotrahealnog tubusa

Tubus predstavlja zakrivljenu gumenu ili silikonsku cev. Kraj koji se nalazi prema pacijentu je koso odsečen dok se na drugom kraju nalazi adapter za povezivanje sa crevom aparata za anesteziju. Bitne karakteristike endotrahealnog tubusa su:

1. Prečnik: Izbor odgovarajućeg prečnika najviše zavisi od veličine životinje. Prečnik se odnosi na unutrašnji dijametar izražen u milimetrima. Drugi sistem označavanja (francuski) koristi meru spoljašnjeg dijamafera pomnožen sa brojem 3. Manji dijametar podrazumeva povećanje otpora protoku gasa što je naročito značajno kod malih životinja kod kojih se upotrebljavaju tubusi manjeg dijamafera kako bi mogli bez otpora proći kroz larinks.



Sl. 3- Sastavni delovi endotrahealnog tubusa

2. Dužina: Dužina tubusa treba da odgovara veličini pacijenta. Potrebna dužina se orijentaciono određuje prislanjajući tubus sa spoljašnje strane glave, vrata i grudnog koša pri čemu tubus treba da je dug toliko da se proteže od usana do ramenog zglobo. Tubus se u traheji postavlja kranijalno od bifurikacije kako bi se ravnomerno ventilirala oba plućna krila. Ukoliko je tubus predugačak može se i skratiti odsecanjem makazama onog dela na kome se nalazi konektor i premeštanjem konektora. Tubusi su po pravilu graduisani u centimetrima pa se i na taj način olakšava orijentacija. Tubus ne sme ni da viri previše iz usta jer se tako povećava zapremina mrtvog prostora.

3. Zakrivljenost: ovo je prenesena karakteristika iz tubusa koji se koriste u humanoj medicini pa tako oralni tubusi su zakrivljeni 14 cm a nazalni 20 cm. Tubusi koji se koriste kod velikih životinja nisu zakrivljeni.

4. Zakošenost ulaznog dela: je korisna kod uvođenja tubusa kroz nazuži deo respiratorne cevi (glasne žice).

5. Marfijev oko: Predstavlja otvor koji se nalazi suprotno od zakošenog dela kraja tubusne cevi. Ovaj otvor sprečava nagomilavanja i opstrukciju tubusa sa bronhijalnom sluzi.

6. Materijal: Trahealni tubusi se proizvode od nekoliko vrsta materijala. Najčešće su u upotrebi silikon, prirodna i veštačka guma, polietilen, polivinil hlorid. Svi ovi materijali su inertni i bezbedni.

7. Ojačavanje zida: U nekim trahealnim tubusima je dodata i armatura od čelične žice što sprečava kolabiranje lumena tubusa.

8. Balon: Tubusi mogu da imaju i balonče (kaf). Uloga ovog balončeta je da onemogući prolazak vazduha ili tečnosti između zida traheje i tubusa a tako i da omogući upumpavanje gasa kod veštačke ventilacije. Takođe izolacija respiratornog puta je bolja pa je gotovo onemogućeno dospevanje krvi ili drugih tečnosti u pluća. Ovi baloni mogu da budu sa malim volumenom i visokim pritiskom i velikim volumenom i niskim pritiskom. Balon sa malim volumenom je ispunjen vazduhom sa pritiskom od 180 do 250 mm Hg. Ovaj pritisak se prenosi i na trahealnu sluzokožu pa može da se javi ishemija. Baloni veće zapremine imaju manji pritisak (15 - 30 mmHg), koji se ravnomerno raspoređuje na većoj površini traheje pa je znatno manja opasnost od ishemije i oštećenja sluzokože traheje.

9. Adapteri: su izgrađeni od plastike a služe da povežu tubus sa cevi aparata za anesteziju tj. sistema za disanje. Adapter se učvršćuje za vilicu pomoću vrpce zavoja koja se obamota oko adaptera a zatim poveže sa gornjom ili donjom vilicom.

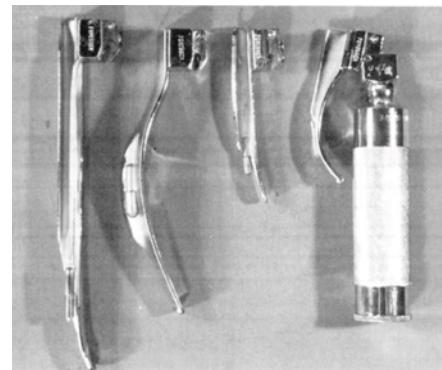
Održavanje tubusa

- Mehaničko čišćenje i pranje spoljašnjosti i unutrašnjeg dela kako bi se uklonili sekreti
- Sterilizacija (autoklav, hemijska sterilizacija, etilen oksid)
- Čuvanje (upakovani i označeni)
- Tačke b i c se uglavnom ne sprovode u veterinarskoj medicini

Laringoskopi

Laringoskopi imaju važnu ulogu kod uvođenja tubusa jer služe kao vođica preko koje se ubacuje tubus a takođe osvetljavaju se strukture farinša i larinša. Na taj način intubacija je efikasnija i mogućnost greške i traumatizacije je smanjena. Laringoskopi se sastoje iz drške u kojoj se nalaze baterije. Na dršku je postavljena špatula a na njenom kraju se nalazi izvor svetlosti, sijalica. Postoji više vrsta i veličina laringoskopa a njihova glavna podela je na zakriviljene i prave - **a.** Zakriviljeni laringoskop (predstavnik ove grupe je **Mackintosh**), koristi se na taj način što se postavi na bazu korena jezika (ne na epiglotis). Zatim se baza korena jezika pritiska ventranom, ovo dovodi do podizanja epiglotisa pa se mogu videti aritenoidne hrskavice larinša, glasne žice i *rima glottis*. **b.** Pravi laringoskop (predstavnik ove grupe je **Miller**), najznačajnija razlika je u tome što ima zatvarač sa zadnje strane koji služi kao odbojnik za jezik dok se prednji deo postavlja preko epiglotisa i pomera ga ventralno. Obe vrste laringoskopa se proizvode u veličinama 0 (neonatalna) do 4 (odrasli pacijenti). Ova podela po veličini u veterinarskoj medicini bi označavala manje i veće pacijente tj. različite rase pasa.

Postoji i mnogo drugih tipova zakriviljenih i pravih laringoskopa (Phillips, Robertshaw, Sykes, Wisconsin, Wis-Hipple) sa dodacima poput ogledala za bolju vizuelizaciju, pa čak i portalom za kiseonik i dr.



Sl. 4. Vrste laringoskopa
 - prav Miler
 - zakriviljen Mekintoš

Predintubacijska evaluacija pacijenta

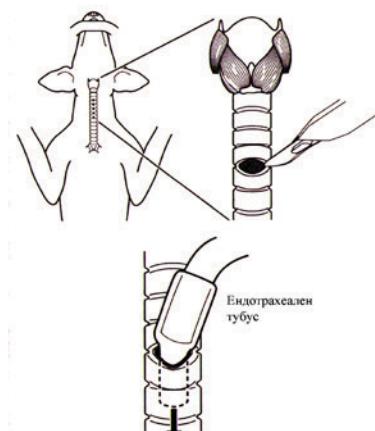
Pre izvođenja anestezije i intubacije neophodno je izvršiti pregled tj utvrditi faktore koji mogu otežati sam postupak intubacije.

1. Da li se usta mogu otvoriti dovoljno za izvođenje intubacije? Tako tumori usne duplje, ankioze temporo-mandibularnog zgloba, miozitis ili trizmus žvakaće muskulature može onemogućiti postupak intubacije. U tim slučajevima se izvodi traheotomija.

2. Proveriti pokretljivost vrata, biti oprezan kod frakturnih vratnih pršljenova.

3. Da li su respiratorni putevi normalnog izgleda i veličine. Sporadično se javljaju slučajevi hipoplazije traheje. Kod brahicefaličnih pasa treba očekivati i produženo meko nepce.

4. U toku same intubacije moguće je povraćanje ili regurgitacija.



Sl. 5. Lokacija za izvođenje treheostomije

Protokol intubacije

1. **Pregled pacijenta** (pregled usne duplje, otvaranje vilica, pregled nozdrva, palpacija traheje)

2. **Izbor tubusa** (veličina, tip provera balona, određivanje dužine tubusa)

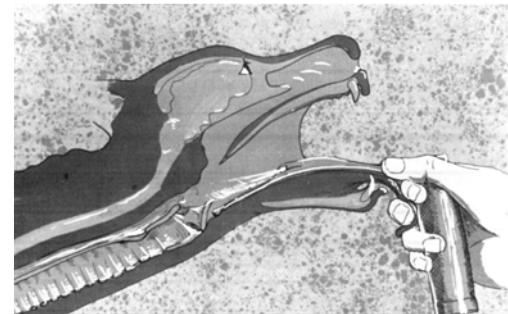
3. **Priprema ostale opreme** potrebno je proveriti i funkcionalnost ostale opreme a pri ruci postaviti laringoskop, lubrikant, lidokain u spreju, zavoj sa fiksiranjem tubusa, špric ispunjen vazduhom da bi se napunio kaf, ambu-beg balon za slučaj prestanka disanja.

4. **Priprema pacijenta** (ispiranje usta kod konja, preoksigenacija ako je potrebno)

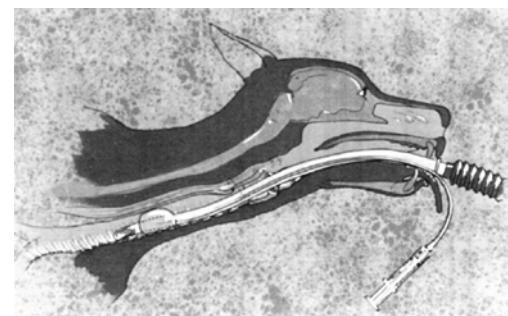
5. **Intubacija** (ubacivanje tubusa, punjenje balona sa vazduhom, vezivanje tubusa za vilicu, auskultacija pluća)

6. **Kontrola** (provera pozicioniranosti tubusa, povremena provera pritiska u balonu)

7. **Ekstubacija** (sukcija farinks-a ako je potrebno, ispuštanje vazduha iz kafa, izvlačenje tubusa)



Sl. 6. Pravilno postavljanje laringoskopa



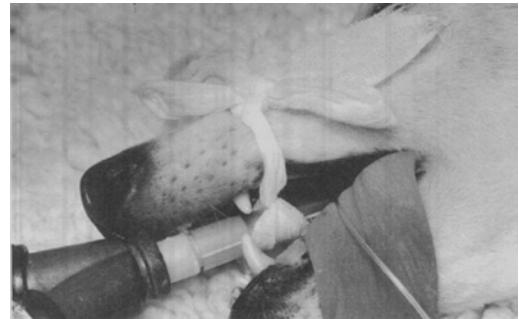
Sl. 7. Pravilno postavljanje endotrahealnog tubusa u traheju.

Potrebno je dobro učvrstiti tubus kako se ne bi pomerao prilikom anestezije. Najčešće se tubus pričvršćuje za maksilu kod pasa i za mandibulu kod konja. Kod mačaka se zavoj od tubusa vezuje iza glave tj. iza ušiju.

Balon se ispunjava vazduhom preko šprica. Iz balona je preko zida tubusa izvedena tanka cevčica na kraj te cevčice se nalazi manji balon (pilot balon) u kome se nalazi ventil. Na taj ventil se postavlja špric ispunjen vazduhom pa se ubrizgava vazduh koji putem cevčice dolazi do balona, širi ga i tako zatvara prostor između traheje i tubusa. Pritisak u balonu kontrolišemo preko indikatorskog pilot balona.

Najčešći razlozi nepravilne intubacije

- Nedovoljna dubina anestezije uz očuvan refleks kašljanja i gutanja
- Neiskustvo
- Trauma, neoplazije ili edem laringofaringealne regije
- Nemogućnost otvaranja usta
- Neodgovarajuća veličina tubusa.



Sl. 8. Pravilna fiksacija tubusa za maksilu

Komplikacije endotrahealne intubacije

Intubacija može da dovede do stimulacije *n. vagusa*, naročito kod pasa, što može dovesti do bradikardije, hipotenzije i srčane disritmije. Atropin koji se aplikuje u preanestetičkom periodu prevenira ovu pojavu.

Kod nekih rasa pasa je intubacija naročito otežana zbog specifičnosti anatomske građe. Tako brahicefalični psi imaju mnogo tkiva u usnoj duplji koje upada prema farinksu kod podizanja glave i intubacije i vrši obstrukciju disajnih puteva. Zbog toga je kod ovih rasa uvek neophodna intubacija kod izvođenja hirurških intervencija.

Laringealni edem i laringospazam. Gruba manipulacija pri intubaciji može da prouzrokuje oštećenje larINKSA, farINKSA i mekog nepca. Ovo je naročito izraženo kod mačaka, kod kojih se često javlja laringospazam. Zbog toga se preporučuje premazivanje tubusa sa lidokain gelom ili prskanje glasnih žica i larINKSA pomoću lidokaina u obliku spreja.

Bronhijalna intubacija. Tubus može da se uvede preduboko (u jedan glasni bronhus). Treba znati da tubus treba da dosegne do otvora grudnog koža, ne i dublje. Potrebna dužina tubusa se određuje merenjem od vrha nosa do kranijalnog otvora grudne duplje ili do ramenog zgloba. Tubusi koji se nalaze na tržištu su dizajnirani za upotrebu u humanoj medicini, zbog toga je ponekad potrebno skratiti dužinu tubusa kako bi se smanjio mrtvi prostor u sistemu. Potrebno je obratiti pažnju da se pri tome ne ošteti cevčica za duvanje balončeta (kafa).

Prejako naduvan balon dovodi do oštećenja trahealne sluzokože. Veliki pritisak na mukozu izaziva ishemiju pa i nekrozu tkiva. Mačke su naročito osjetljive, pa se kod njih često koristi i tubus bez balona ili se balon jednostavno nakon uvođenja ne naduvava, ili se pak izduva i naduva svakih 20-30 minuta.

Opstrukcija tubusa. Lumen tubusa može da se ispuni pljuvačkom, krvlju ili nekim stranim telom (gaza).

Veliki otpor pri ventilaciji. Kod pogrešnog izbora veličine dijametra tubusa javlja se povećanje otpora pri protoku gasa kroz tubus a usled toga i otežano disanje.

Intubacija u jednjak. Naročita pažnja je potrebna da se isključi mogućnost pogrešnog uvođenja tubusa u jednjak umesto u traheju. Nakon postavljanja tubusa potrebno je da se utvrdi cirkulacija gasa kroz tubus koja je sinhrona sa respiratornim pokretima kao i da se utvrdi palpacijom prisustvo tubusa u traheji (što nije uvek lako).

Ispadanje tubusa. Nakon postavljanja u pravilnu poziciju tubus mora da se fiksira kako ne bi došlo do njegovog pomeranja.

Nedovoljna sterilnost. Ako se tubus ne koristi jednokratno, potrebo je detaljno čišćenje i adekvatna dezinfekcija kako bi se prevenirao nastanak respiratornih infekcija. Poželjno je da se nakon dezinfekcije tubus ispere sterilnom destilovanom vodom kako ne bi ostajali tragovi od kamenca.

Ekstubacija. U slučaju produžene asistirane ventilacije moguća je privremena supresija centra za disanje. Zbog toga je potrebna kontrola pacijenta i nakon ekstubacije. Po pravilu ekstubacija se vrši nakon završene operacije kada životinja uspostavi spontane respiracije i zauzme sternalni položaj. Ekstubacija se vrši tako što se najpre ispusti vazduh iz pilot balona, a na taj način se isputi vazduh i iz balona u traheji (kaf). Nakon toga s laganim pokretom tubus izvlači iz dušnika.

Intubacija kod pojedinih vrsta domaćih životinja

Psi - Kod njih se intubacija najlakše izvodi u odnosu na druge vrste domaćih životinja. Nakon uvida u anesteziju pacijent se postavlja u lateralni ili sternalni položaj. Glava se povlači prema napred, usta se široko otvaraju, a jezik se povlači prema napred. Laringoskop se koristi da omogući bolji uvid u laringealni otvor i glasne žice kao i da odvoji epiglotis od mekog nepca. Ponekad se desi da se tubus zaglavi udarajući u produžetak aritenoidne hrskavice, pa se u tom slučaju malo povuče nazad a zatim laganim pokretima opet uvodi i rotira između glasnih žica. Pri intubiranju potrebno je obratiti pažnju da ne dođe do oštećenja jezika ukoliko se on previše jako pritisne preko donjih sekutića. Ponekad je jezik klizav pa od koristi može da bude hvatanje jezika pomoću gaze. Po pravilu pomoćnik otvara usta pacijenta i izvlači jezik , a anestesiolog upravlja laringoskopom dovodi ga na koren jezika i preko njega uvlači tubus. Moguće je i da intubaciju izvede i samo jedna osoba. Moguća je i intubacija bez laringoskopa.



Sl. 9. Intubacija se kod pasa može izvesti i bez laringoskopa.



Sl. 10. Intubacija kod mačke.
laringealnog otvora kroz laringoskop preko koga se uvodi tubus.

Mačke - Kod mačaka je intubacija znatno teža nego kod pasa, a pre svega zbog dublje smeštenog larinka u vratu kao i sklonosti nastanku laringospazma. Zbog toga se preporučuje prethodna upotreba anestetika lokalno u predelu larinka i glasnih žica. Intubacija mačaka se najlakše izvodi u sternalnom položaju, uz pomoć asistenta koji podiže glavu mačke i otvara usta hvatajući za mandibulu i zigomatične lukove. Jezik se povlači prema napred. U cilju vizuelizacije

Upozorenje! Ne unositi prste u usnu šupljinu kod slabo anestezirane mačke.

Konji - Glavni problem kod intubacije konja je nemogućnost vizuelizacije larinksa i visok položaj epiglotisa. Intubacija, bez obzira da li je oralna ili nazalna se zbog toga izvodi na slepo pažljivim pokretima. Konj je nakon indukcije u lateralno ležećoj poziciji. Jezik se izvlači na stranu i prema dole preko bezzubog ruba. Usta se otvaraju pomoću otvarača. Ukoliko se upotrebljava zakriviljen tubus onda se konkavna stana okreće prema tvrdom nepcu i vodi preko njega sve dok ne pređe preko mekog nepca i epiglotisa. Potom se rotira za 180 stepeni i nastavlja se uvođenje prema larinksu. Nakon ulaska u traheju po poravilu ne javlja se nikakav otpor. Ako se tubus uvede u jednjak ili zapne u predelu aritenoidnih hrskavica, izvači se nekoliko centimetara a zatim se ponovo uvodi. Nazalna intubacija je lakša a tubus se uvodi kroz *meatus nasi vetralis*. Potreban je i nešto veći tubus.

Goveda - Vizuelizacija larinksa je jedino moguća kod teladi. Otvaranje usta se vrši pomoću otvarača. Tehika je slična kao kod intubacije konja.

Ovce i koze - Intubacija se i kod njih izvodi na slepo ali je nešto lakša nego intubacija goveda. Ponekad je potrebno i kod njih da se rotira tubus pre uvođenja u larinks.

Svinje - Kod svinja je intubacija znatno otežana. Rima glotis je veoma mala u odnosu na veličinu tela a larinks je postavljen pod uglom u odnosu na traheju. Bog toga se koriste tubusi manjeg promera. Cev tubusa se prilikom prolaska kroz larinks rotira za 180 stepeni.

Tab. 2. Preporučene veličine tubusa kod pojedinih vrsta životinja.

Psi		Mačke		Konji		Goveda		Ovce/ Koze		Svinje	
TM/kg uzrast	Radijus mm	TM/kg uzrast	Radijus mm	TM/kg uzrast	Radijus mm	TM/kg uzrast	Radijus mm	TM/kg uzrast	Radijus mm	TM/kg uzrast	radijus
2-4	4-5	Mladi	2-3	Ždrebe	9 - 14	Telad do 3 mes.	9 - 12	Odrasle živ.	7 - 9	25	6
7	6.0	Odrasli	3 - 4.5	Poni	14 - 16	Telad do 6 mes.	14 - 18			50	9
9	7.0			Veliike rase	26 - 30	Mlade krave	22				
12-14	9-10			Radni konji	30 - 36	Odrasle krave	26				
16-18	11-12					Bikovi	30				
20-25	12-14										

Ptice - U principu intubacija kod ptica ne bi trebala da bude problematična jer je larinks lako dostupan. Izuzetak su ptice sa velikim i specifično građenim kljunovima. Oprez je potreban kod punjenja balona vazduhom kako ne bi došlo do oštećenja traheje, jer su trahealni prstenovi kod ptica spojeni i nedozvoljavaju preveliko širenje traheje.

Glodari – Glodari su verovatno životinje kod kojih je intubacija najteža jer imaju veoma malen larinks. Zečevi se intubiraju na slepo. Postavljaju se u sternalni položaj pa im se glava izvlači prema napred. Jezik je potrebno povući van. Svo vreme treba pratiti respiratorne zvuke i tubus je potrebno rotirati u larinksu. Kod morske prasadi i hrčkova kesice u obrazima koje služe za skladištenje hrane mogu da dodatno otežaju intubaciju.

ODRŽAVANJE ANESTEZIJE

Nakon uspešno izvedenog uvoda u opštu anesteziju je potrebno dalje održavati onoliko dugo koliko to zahteva operativni zahvat.

Tokom održavanja anestezije, onaj ko je odgovoran za anesteziju pacijenta ima dva zadatka. Prvo, mora da kontroliše stanje pacijenta, prateći vitalne znake (naročito rad srca i disanje) da ostane u dozvoljenim granicama za postojeće stanje. Drugo, istovremeno mora da se obezbedi zadovoljavajuća dubina anestezije.

MONITORING OPŠTE ANESTEZIJE

U toku opšte anestezije nastaje progresivna depresija kardiovaskularnog i respiratornog sistema.

Uloga anesteziologa je da prati i po potrebi koriguje vitalne parametre i funkcije pacijenta kao i dubinu anestezije.

Osnovni vitalni znaci i refleksi mogu se pratiti klinički, ali ipak često to nije dovoljno za preciznu evaluaciju stanja pacijenta.

Zbog toga se u savremenoj anesteziologiji koriste monitori koji u zavisnosti od izrade mogu da prate veći ili manji broj parametara (EKG, puls, disanje, parcijalni pritisak kiseonika, koncentraciju ugljjenioksida u izdahnutom vazduhu, temperaturu i dr.). U cilju utvrđivanja stvarnog stanja pacijenta tokom anestezije, potrebno je napraviti jasnu razliku i razumeti značenje dve glavne grupe parametara - vitalnih znakova i refleksa.

Termin **vitalni znaci** se odnosi na one parametre koji definišu homeostatski mehanizam životinja uključujući rad srca, disanje i vreme punjenja kapilara tj pokazuju koliko dobro se obavlja osnovna cirkulatorna i respiratorna funkcija u toku anestezije.

S druge strane, **refleksni znaci** u kombinaciji sa vitalnim znacima daju nam dragocene informacije o dubini anestezije.

Refleksi: Indirektni monitoring funkcije CNS

Samo posmatranje i ispitivanje površinskih i dubokih refleksa kliničkim pregledom može odrediti samo da li adekvatna količina anestetika prisutna u CNS-u tj da li je anestezija dovoljno duboka.

Refleksi koji se koriste za određivanje dubine anestezije:

- Pedalni refleks** – najbolje se ispitati pri aplikaciji barbiturata. Negovo određivanje pri inhalacionoj anesteziji sa halogeniziranim inhalacijskim anesteticima se retko radi jer u potpunosti isčezava. Refleks se ispituje tako što se vrši pritisak na interdigitalni prostor kod pasa i mačaka, pritiskanje u predelu papaka kod goveda ili jakim pritiskom na skočni zglob konja. Ovaj refleks po poravilu nestaje u trećoj fazi anestezije i indikator je odgovarajuće dubine anestezije. Kada se proverava ovaj refleks kod pasa i mačaka, potrebno je

ekstremitet postaviti u maksimalnu ekstenziju. Izostanak digitalnog refleksa nakon uboda iglom u interdigitalni preostor znak je duboke anestezije.

2. Palpebralni refleks - se ispituje dodirivanjem kože u predelu medijalnog očnog ugla ili dodirivanjem trepavica. Ne koristiti olovku kod ispitivanja palpebralnog refleksa!!! Refleksi se postepeno gube kod srednje dubine anestezije. Kod konja je palpebralni refleks prisutan kod inhalacione anestezije.

3. Kornealni refleks - se ispituje blagom palpacijom lateranog dela rožnjače što dovodi do zatvaranja očnih kapaka. Refleks po pravilu iščezava kod druge podfaze trećeg stadijuma anestezije. Gubi se vrlo brzo nakon palpebralnog refleksa. Ovaj refleks može da se smatra sigurnim znakom. Izostanak kornealnog refleksa označava da su suprimirani i refleksi gutanja i kašljana a taj nam je podatak značajan za intubaciju. Kod konja kornealni refleks može biti očuvan tokom celog stadijuma hirurške anestezije.

4. Suzenje se obično nastavlja i u stadijumu hirurške anestezije. Kod životinja koje su pod dejstvom neuromišićnih blokatora suzenje se pojačava kod plitke anestezije pa je to znak da anesteziju treba produbiti. Međutim, zbog nemogućnosti treptanja, smanjeno je razmazivanje suza po rožnjači, pa ukoliko su očni kapci u toku anestezije poluotvoreni ili otvoreni, moguće je isušivanje rožnice i nastanak ulceracija. Zbog toga se preporučuje aplikovanje masti za oči. Obično je to neki antibiotski preparat (npr. hloramfenikol mast za oči). Ovo je naročito važno u ketaminskoj anesteziji.

5. Refleks gutanja iščezava već na početku treće faze a ponekad ostaje prisutan kod mlađih životinja.

6. Laringealni refeks se stimuliše kod samog akta intubacije a kod plitke anestezije, međutim kod mačaka je prisutan duže vreme. Zbog toga je potrebna dublja anestezija ili lokalna anestezija glasnih žica i larinxa pre izvođenja intubacije.

7. Analni refleks predstavlja kontrakciju muskulature analnog sfinktera pri dodirivanju anusa. Ovaj refleks iščezava na sredini treće faze opšte anestezije kod pasa i mačaka. Kod konja, međutim ovaj refleks iščezava kod indukcije sa tiobarbituratima ali se pojavljuje naknadno. Gubitak ovog refleksa u toku opšte inhalacione anestezije ukazuje na preduboku anesteziju.

8. Pupilarni refleks kod anestezije zavisi od medikamenta koji je korišten u premedikaciji. Tako npr. atropin dovodi do dilatacije pupile, dok narkotici dovode do mioze. Postoje razlike i u odnosu na primjenjeni anestetik. Uglasnom kod pacijenata kod kojih nije primanjena premedikacija, pupila je dilatirana u prvoj fazi, a zatim se javlja konstrikcija, a kod preduboke anestezije se pupila dilatira sa izrazitom miozom što ukazuje na prelazak u četvrtu fazu uz preteće zatajenje srca.

9. Položaj očnih jabučica značajno zavisi od primjenjenog anestetika kao i od vrste životinje. U početnoj fazi anestezije i u dubokoj anesteziji očne jabučice su postavljene centralno. Nistagmus je najčešće prisutan kod konja i to je znak da je anestezija plitka. Konvergiranje očiju prema medijalnom očnom uglu kod konja je znak da je anestezija duboka.

10. Mišićna relaksacija (miorelaksacija) je važna komponenta kvaliteta opšte anestezije. Međutim, neki anestetici, naprotiv, dovode do pojačanog tonusa mišića, dok medikamenti koji se primenjuju u premedikaciji (diazepam, ksilazin, midazolam) dovode do miorelaksacije. Metoksifluran dovodi do kvalitetne miorelaksacije u odnosu na ostale

inhalacione anestetike. Kod malih životinja tonus donje vilice je jedan od kriterijuma za procenu kvalitetne miorelaksacije u opštoj anesteziji.

11. Sluh - je poslednje čulo koje se gubi kod izvođenja opšte anestezije. Zbog toga potrebno je da se obezbedi mirna i tiha sredina kod uvoda u anesteziju.

Kardiovaskularni sistem

Monitoring kardiovaskularnog sistema spada u najvažnije podatke koji se obavezno prate tokom opšte anestezije. Može se vršiti kliničkim pregledom tj. auskultacijom, palpacijom grudnog koša, palpacijom pulzacije arterija ili analizom elektrokardiograma (EKG).

Palpacija:

- Konj: lateralna metatarzalna, facijala ili aurikularna arterija,
- Govedo: posteriorna digitalna arterija, aurikularna arterija
- Pas/mačka: femoralna, anteriorna tibijalna i digitalna arterija

Određuje se frekvencija, ritam i kvalitet pulsa. Palpacija može da bude otežana kod sasvim malih životinja ili pak kod onih koje su gojazne kao i kod niskog arterijskog pritiska. Puls ne može da se palpira kada je sistolni pritisak niži od 60 mm Hg.

Postoji i specijalno dizajnirani ezofagealni stetoskop koji omogućuje skoro pa direktnu auskultaciju srčanih tonova.

Normalna frekvencija srca za vreme anestezije kod pasa i mačaka iznosi 90 - 120 otkucaja u minuti. Minimalna prihvatljiva frekvencija u toku anestezije kod pasa je 70 otkucaja u minuti i 100 kod mačke. Fiziološke vrednosti frekvence srčanog rada kod konja u mirovanju su od 35-40, dok se kod anesteziranih konja frekvencija ponekad ubrza do 38-48 otkucaja u minuti.

Arterijski pritisak – najčešće se određuje indirektno pomoću tzv. sfingmomanometra (stetoskop, manžetna ispunjena vazduhom) gde se auskultatorno prati fenomen Korkotovljevih šumova koji nastaju kod gubljenja protoka krvi, zatim uspostavljanja turbulentnog protoka i prelaska u laminarni protok.

1. Sistolni pritisak – je onaj pritisak kod koga se uspostavlja turbulentni protok krvi u arteriji ispod manžetne
2. Dijastolni pritisak je onaj pritisak kod koga se uspostavlja laminarni protok krvi u arteriji ispod manžetne. Dijastolni pritisak nije uvek lako odrediti pomoću stetoskopa.

Fiziološke granice arterijskog pritiska kod pasa i mačaka su u granicama od 110-160 za sistolni i 60-100 za dijastolni. Kod konja fiziološki sistolni pritisak je u granici od 130-140, dok se u toku anestezije javlja pad 20-30%.

Direktna manometrija – se vrši pomoću intraarterijskog katetera koji je povezan sa manometrom. Kateter se postavlja u neku od arterija ekstremiteta kod pasa i mačaka i u *a. facialis* i *a.metatarsalis lateralis* kod konja.

Centralni venski pritisak – U slučaju velikog gubitka krvi, srčane slabosti ili pak kod poremećaja u ravnoteži telesnih tečnosti, centralni venski pritisak predstavlja odličan vodič kod određivanja i doziranja fluidne terapije. Kateter povezan sa manometrom se uvodi kroz

v. jugularis do kraja prednje šuplje vene. Vrednost se određuje u cm vodenog stuba. Normalni centralni venski pritisak kod pasa i mačaka ne sme da bude veći od 8 cm vodenog stuba, dok se kod konja u ležećem položaju iznosi od 15-25 cm i 5-10 cm u stojećem položaju.

EKG – Osnovne funkcije monitoringa EKG-a su monitoring brzine i ritma srčanih otkucaja što omogućava uočavanje promena u električnoj aktivnosti srca koja se manifestuje aritimijama, blokovima, fibrilacijom i asistolom. U kliničkoj praksi, koriste se jednokanalni ili višekanalni ekg zapisi. Kod sistema monitoringa često se javljaju promene u EKG zapisu usled interferencije sa drugim električnim uređajima koji se koriste kod monitoringa ili operacije (npr. elektrokoagulacija).

Određivanje vremena punjenja kapilara (CRT- capillary refill time) – Po pravilu teba da bude manje od 2 sekunde. Bledilo sluzokoža i smanjen CRT može da se javi kao rezultat periferne vazokonstrikcije ili smanjene perfuzije. Cijanoza pak ukazuje na hipoksiju. Narandžasto-crvena boja sluznica ukazuje na hiperkapniju.

Respiratori sistem

Palpacija respiratornog balona - Promene koje se javljaju kod spontane respiracije mogu se pratiti vizuelno ili pak palpacijom respiratornog balona

Informacije:

1. Promene u otporu
2. Karakteristike respiratornih pokreta

Problemi:

Vizuelna kontrola respiratornog balona, daje informacije samo za kvalitet i ritam respiracije, ali ne i za određivanje adekvatnosti distribucije ili razmene gasova u plućima. Kompresija respiratornog balona može da dovede do povećanja intratorakalnog pritiska u zatvorenom sistemu pa i u venskom krvotoku.

Kapnografija – Kapnograf predstavlja posebno vredni aparat za praćenje adekvatnosti ventilacije, preko merenja nivoa ugljen dioksida u arterijskoj krvi. To nam daje informacije o kvalitetu cirkulacije u plućima.

Kapnografija se bazira na merenju koncentracije ugljen dioksida u izdahnutom vazduhu, koja je približno jednaka sa arterijskom koncentracijom. Sledeći trend porasta i pada vrednosti pri ekspirijumu i inspirijumu, pokraj ventilacijata, daje nam i informaciju stanja sistema za anesteziju (apsorpcija ugljen dioksida u zatvorenom sistemu i funkcija jednosmernih ventila).

Kapnogram često najranije daje informacije o nastupajućoj hipotenziji i slabijem radu srca.

Pulsna oksimetrija - kombinira oksimetriju i pletizmografiju. To je jednostavni i neinvazivni način za utvrđivanje hipoventilacije i poremećaja razmene gasova preko određivanja zasićenosti krvi sa kiseonikom tj. distribuciji kiseonika u tkiva. Pulsni oksimetar može da bude zaseban uređaj ili da bude integrisan u sofisticirani sistem za praćenje vitalnih funkcija pacijenta. Osnovni deo je nastavak u vidu štipaljke koji se postavlja na dobro vaskularizivani deo tkiva (jezik, nokat, aksilarno ili ingvinalni kožni nabor, vulva, prepucijum ili ušna školjka). Na kraju produžetka se nalazi štipaljka sa

svetlosnom diodom, sa jedne strane i fotodetektor sa druge strane. Važno je da se odbere područje tela koje je nepigmentirano i bez dlake, jer tačnost aparata zavisi od kvalitetne transmisije svetlosti, prilikom promene boje tkiva za vreme arterijske pulsacije.

Temperatura – Anestezija smanjuje sposobnost pacijenta za termoregulaciju. Anestetski lekovi deluju depresivno na CNS, što smanjuje osjetljivost na promene telesne temperature. Uz to, anestezirane životinje nisu u stanju da se adaptiraju na gubitak toplove (sklupčavanje, drhtanje).

Zbog toga, telesna temperatura anesteziranih životinja treba da se održava u normalnim granicama, od uvoda u anesteziju do potpunog buđenja pacijenta. Telesna temperatura, za vreme anestezije može da padne 3 i više stepeni zbog nekoliko faktora:

- šišanje i primena dezifcijenasa u sklopu pripreme operacionog polja;
- izostanak mišićne kontrakcije (drhtanje), koja oslobođa toplinu za zagrevanje;
- metabolizam kod anesteziranih životinja je smanjen, pa je umanjeno stvaranje toplove i po tom osnovu;
- otvaranje telesnih duplji i izlaganje unutrašnjih organa nižoj temperaturi dovodi do značajnog pada telesne temperature;
- vazodilatacija, koju prouzrokuju neki anestetici, može da dovede do velikog gubitka toplove.

Hipotermija, dovodi do smanjenja brzine metabolizma i izlučivanja anestetika i njihovog nagomilavanja u tkivima.

Telesna temperatura se meri rektalno ili termistorskim jednjačkim termometrom. Neophodno je pratiti temperaturu od uvoda u anesteziju, na svakih 30 minuta, kao i u fazi buđenja.

Hipotermija se prevenira i održavanjem ambijentalne temperature, zagrevanjem mesta za operaciju, vazdušnim sistemima (princip fena) za zagrevanje pacijenta, električnim čebetom, i infuzijskim rastvorom zagrejanim na telesnu temperaturu.

Savremeni sistemi monitoringa vitalnih funkcija

Iako se neki od vitalnih parametara može odrediti i kliničkim pregledom, ipak danas je standard da se vitalne funkcije kontinuirano prate preko sistema za monitoring. Ovaj sistem (u zavisnosti od modela i cene) ima integrisane funkcije određivanja: frekvence rada srca, EKG-a, nivoa saturacije kiseonika, frekvence i kvaliteta disanja, krvnog pritiska, koncentracije ugljjenioksida u izdahnutom vazduhu, krvnog pritiska, telesne temperature. Međutim, i pored savremenog instrumentalnog monitoring od velike koristi je i klinički nadzor i kontrola refleksa (palpebralni, kornealni, pupilarni), pregled boje sluznica, ispitivanje reakcije na bolni podražaj i ispitivanje stanja svesti. Po pravilu monitoring vitalnih funkcija se kontinuirano prati tokom hirurškog zahvata, o čemu se vodi i evidencija (anesteziološki protokol), međutim, ponekad je potrebno vršiti i kontinuirani monitoring i postoperativno, tokom intenzivne nege.

BUĐENJE IZ OPŠTE ANESTEZIJE

Period buđenja može da se definiše kako vreme od prestanka aplikacije anestetika do momenta kada životinja je sposobna da ustane bez pomoći.

Trajanje ove faze zavisi od više faktora:

- **Trajanje anestezije.** Što je anestezija duže trajala, duže traje i buđenje;
- **Kondicija životinje.** Životinje u dobroj kondiciji dobro podnose anesteziju i lakše se bude;
- **Način aplikacije anestetika.** U principu, životinje anestezirane inhalacionom anestezijom se bude brže, zbog brze eliminacije inhalacionog anestetika preko pluća, od životinja koje su anestezirane injekcionom anestezijom. Vreme buđenja je posebno dugačko kada se anestetik aplikuje u mišić;
- **Temperatura pacijenta.** Hipotermični pacijenti, usporeno metabolišu anestetik i sporije ga odstranjuju iz organizma.

Period buđenja podrazumeva i intenzivno praćenje pacijenta, jer zanemarivanje nege u ovom periodu može često da doevde do komplikacija i uginuća. U idealnim uslovima, pacijenta treba smestiti u toplu i mirnu prostoriju, u kojoj se nalazi sve ono što je neophodno za izvođenje reanimacije, davanja lekova i sl. Na veterinarskim klinikama često je prostor za buđenje u isto vreme i stacionar tj. intenzivna nega što omogućava praćenje većeg broja pacijenata. Nakon buđenja potrebno je i dalje pratiti vitalne znake pacijenta i vršiti procenu stanja pacijenta.

Pacijentu se nakon obustavljanja davanja anestetika daje čist kiseonik neko vreme. Ako se koristi aparat za inhalacionu anesteziju protok se podešava na 200 ml/kg, u trajanju od 5 minuta ili dok se kod životinje ne primeti refleks gutanja. Kada se životinja odvoji od aparata za inhalacionu anesteziju, kiseonik se može dodavati pomoću maske, intranasalnog katetera ili kroz komoru (koja služi i za indukciju). Nakon vađenja tubusa, životinja se postavlja u sternalni položaj sa ispruženim vratom, što otvara disajne puteve.

Endotrahealni tubus, kod pasa, može da se odstrani već kod prvih znakova refleksa gutanja i kašljanja. Životinje koje pokušavaju pregristi tubus treba odmah ekstubirati.

Kod mačaka, ekstubacija se izvodi već kod prvih znakova buđenja (voljni pokreti nogu, palpebralni refleks, gutanje). Ne preporučuje se odlaganje ekstubacije kod mačaka zbog povećanog rizika od laringospazma.

Kod svih životinja potrebno je pre ekstubacije izduvati balon (kaf).

Buđenje životinje može da se ubrza i nežnom stimulacijom - štipkanje prstiju, otvaranje usta, pomeranje ekstremiteta.

Postanestetska nega

Male životinje

Nakon izlaska iz operacione sale, životinju treba vratiti u boks (kavez), i postaviti je na stranu. Ukoliko je životinja još uvek bez svesti potreban je stalni nadzor i praćenje vitalnih funkcija. Kod naročito osjetljivih pacijenata potrebno je priključiti i sistem monitoringa vitalnih funkcija. Od koristi može biti i funkcija alarma kojim savremeni monitorni sistemi raspolažu.

Pažnja! Izostanak disanja u postanestetskom periodu može da bude prouzrokovana depresijom CNS-a, postekstubacijskim laringospazmom, edemom grla, drugim opsrukcijskim disajnim putevima, skraćivanjem udaha zbog bola. Moguće je i nastanak

atelektaze usled hipoventilacije pluća. Zbog toga je potreban nadzor tokom buđenja i praćenje vitalnih parametara pacijenta.

Ispod životinje treba da se postavi prostirka ili čebe kako bi se sprečio gubitak toplove. Zagrevanje pacijenta ponekad treba nastaviti i u kavezu. Ako se produžava aplikacija tečnosti, poželjno je da infuzioni rastvor bude ugrejan.

U toku buđenja, potrebno je izvaditi jezik iz usne duplje, kako bi se sprečilo blokiranje grla. Kod brahicefaličnih pasa, potrebno je ostaviti tubus sve do potpunog uspostavljanja refleksa gutanja i kašljivanja. Do tada treba ukloniti sve ono što bi moglo smetati normalnom aktu disanja (krv, slina, zavoji i dr). Pacijenti koji se oporavljaju od opšte anestezije ne smeju da budu u kontaktu sa drugim pacijentima.

Ukoliko se u preanestetkom periodu nije koristila sedacija, životinja može tokom buđenja veoma nepredvidivo da reaguje pa i da nanese povrede osoblju. Zbog toga je moguća i aplikacija sedativa u periodu buđenja kako bi samo buđenje bilo laganje. Ponekad je produžena sedacija potreba i kod onih pacijenata kod kojih bi pomeranje moglo da dovede u pitanje uspešnost hirurške intervencije.

Pažnja! Ne preporučuje se da se anestezirani pacijenti ostavljaju pod nadzorom vlasnika. Vlasnici najčešće nisu pripremljeni i isuviše emotivno reaguju na stanje svog ljubimca. Često i one znake koji su normalni kod buđenja (tremor) opisuju veoma dramatično. Zbog toga nije poželjno uvođenje vlasnika u prostor stacionara pre potpunog oporavka životinje od anestezije.

Velike životinje

Nakon završetka operacije velike životinje (konji) se na velikim klinikama iz operacione sale prevoze do boksa za oporavak od anestezije i buđenje. Ovaj boks je obložen mekanom podnom površinom, a zidovi su prevučeni strunjačama pa je buđenje bezbedno. Tubus se ostavlja do pojave refleksa kašljivanja i gutanja. Poželjno je da se spreči ustajanje konja iz prvog pokušaja kako bi se što bolje pripremio za ustajanje. Pojava nistagmusa očne jabučice kod konja je obično znak da ubrzo sledi pokušaj ustajanja. Poželjno je konja postaviti u sternalni položaj pre ustajanja i to sa nogama podvijenim pod telo. No ovo nije uvek moguće zbog veličine životinje. Veoma je važno da konj ustane iz prvog pokušaja, tj. da ne prokliza, padne i sl. Zbog toga je neophodna pomoć osoblja koj će ga pridržavati još neko vreme. Da bismo odložili buđenje možemo aplikovati i sedativ.

Budući da se većina operacija kod goveda obavlja u stojećem položaju uz upotrebu sedativa i lokalne anestezije, kod njih je oporavak od opšte anestezije manje relevantan. Pa ipak postoje primeri i kada se goveda uvode u opštu anesteziju uz korišćenje tubusa i inhalacione anestezije, pri čemu se nadzor nad buđenjem u principu ne razlikuje od onih tehnika koje primenjujemo kod konja.

Velike životinje po potrebi grejemo kaloriferom i čebadima. Životinje treba zaštititi od delovanja direktnog sunčevog svetla ukoliko se operacija obavlja u ternskim sulovima, kao i od kiše i hladnoće. Obratiti pažnju i na insekte (muve).

Poglavlje 5

KONTROLA BOLA

DEFINICIJA

DETAKCIJA BOLA

PATOFIJOLOGIJA BOLA

TERAPIJA BOLA

Ne treba da pitamo „mogu li one (životinje) razmišljati“ niti „mogu li one govoriti“, već „mogu li one trpjeti“ Bentham, 1768

DEFINICIJA

Prepoznavanje, procena i odstranjivanje bola, koji je povezan sa povredom ili nekim drugim bolnim stanjem, predstavlja jednu od glavnih zadataka veterinarske profesije. Veterinar treba da zna kad može da se pojavi bol, koliko dugo bol može da traje i kako pacijent reaguje na prikladnu terapiju. Upravljanje bolom i procena efikasnosti terapije zahteva uspešno prepoznavanje samog bola i prepoznavanje bolnog inteziteta.

Bol je svesno iskustvo. Nocicepcija opisuje proces neurotransmisije, koji je izведен iz receptora za bol (nociceptora), za taj proces i prenose informacije povezane sa oštećenja tkiva.

Šta bol predstavlja? Neke definicije:

- **Descartes, 1664:** Bol ima veze sa razumevanjem; Jedna od najvećih predrasuda je da zveri misle.
- **International Association for the Study of Pain (IASP), 1978:** Bol predstavlja neprijatno osećajno i emocionalno iskustvo, koje prati aktuelno ili potencijalno oštećenje tkiva.
- **Melzack, 1999:** Bol je multidimenzionalno iskustvo sastavljeno od karakterističnih nervnih šema, formirane od nervnih impulsa koji dolaze od široko rasprostranjene nervne mreže, kao neka vrsta matriksa, locirane u mozgu.

Prag detekcije bola je zapravo minimum intenziteta na podsticaj koji je primećen kao pojava na taj bol ili kako takav treba da indukuje odgovor. Ova tačka je relativno uniformna između različitih tipova.

Sa druge strane, **prag tolerancije** bola, je zapravo najviši intenzitet noksičnog stimulusa. On je varijabilan i specifičan za pojedine vrste životinja.

Druge definicije

Alodinija – je bol izazvan stimulusima koji obično ne izazivaju bol

Analgezija – odsutnost bola u prisustvu stimulusa koji izaziva bol

Disestezija – neprijatan i nenormalan, spontan ili isprovocirani osećaj bola

Hiperestezija – povećana osjetljivost na stimuluse

Hiperalgezija – povećana reakcija na bolni stimulus

Hipoalgezija – smanjena reakcija na bolni stimulus

Nocicepcija – prijem, centralna obrada i prenos nervnih signala koje generiše bol na receptorima

Nociceptor – receptor koji je isključivo osjetljiv na bolni nadražaj ili na one koji mogu da razbole, na duži period

Akutni (protopatski) bol – pretstavlja bolan nadražaj koji se javlja kao rezultat traumatskog, hirurškog ili infektivne pojave, koja se javlja iznenada i, najčešće, traje kratko;

Hroničan (perzistentan) bol – pretstavlja bol koji traje duže nego kod akutne bolesti, vreme za zarastanje povrede je duže nego obično., ili onaj koji je povezan sa hroničnim patološkim procesom koji traje duže vreme.

Obe vrste bola imaju negativan uticaj na organizam:

- **Metabolički efekti:** mobilizacija supstrata i produkata katabolizma, preko aktivacije stresnog odgovora i sekreciju hormona hipofize, nadbubrežne žlezde i pankreasa. Ovi efekti dovode do poremećenog zarastanja rane, a u dužem roku dovode do imunosupresije.Takođe, dolazi do negativnog energetskog bilansa, koji rezultuje sa gubitkom težine ili slabijim prirastom.
- **Kardiovaskularni efekti:** Hipertenzija i tahikardija.
- Loše organizovana postoperativna briga o pacijentu dovodi do **poremećenog buđenja** iz anestezije i povećanog rizika od **postoperativnih komplikacija**.
- Jak ili dugotrajan bol može da dovede do **patološkog perzistentog (hroničnog) bola**, i povećava rizik od samopovređivanja i ujedanja.

Nažalost, istraživanja pokazuju da je upravljanje akutnim i preoperativnom bolom suboptimalno, posebno kod kućnih ljubimaca. Postoji disparitet između identifikovanja i medicinskog tretmana bola. Glavni faktori koji doprinose smanjenju upotrebe analgetika:

- Mala sposobnost da identificiše bol

- Zabrinutost zbog negativnih efekata primene analgetika
- Korišćenje bola u dijagnostičke svrhe i
- Predrasude
 - postoperativni bol pomaže u kontroli kretanja
 - životinji se brzo nakon operacije vrati normalno ponašanje
 - postoperativno civiljenje i zavijanje su nuspojave anestezije
 - mladunci osećaju manje bola nego odrasli i ne treba im analgezija tokom kastracija ili kupiranja repova

PATOFIZIOLOGIJA BOLA

Bolni stimulansi aktiviraju specijalizovane receptore (nociceptora), koji stvaraju impulse koji se prenose periferijom aferentnih nervnih vlakana. Nociceptivna afferentna vlakna su na: koži, potkožju, periostu, zglobovima, mišićima i unutrašnjim organima.

Postoje **tri vrste nociceptora** koji se nalaze u koži, fascijama i potkožju - mehanički, polimodalni i mehanotermalni. Takođe su utvrđeni - delta topotomi A - delta C - i hladni receptor. Visceralni nociceptori su uglavnom iz C - polimodalnih receptora. Oni se nalaze u koži i reaguju na mezenterijalne deformacije, upale, ishemije, spazam ili dilataciju, ali ne reaguju na topotomu, sečenje ili klemovanje.

Impulsi se prenose kroz rastuću sivu masu kičmene moždine. Dalji prenos impulsa se obavlja preko medule i srednjeg mozga, formira retikularnu formaciju, talamus i završava se u frontalnom delu moždane kore. Ona igra ulogu u posredovanju između kognitivnih aktivnosti i podsticajnih afektivnih pojava bola, jer dobijaju informacije iz gotovo svih senzornih područja i šire se kroz interkortikalna vlakna, koja ostaju u projekciji limbo-retikularnog sistema.

Percepcija bola varira uglavnom u zavisnosti od lokalizacije, trajanja i intenziteta stimulacije, a može se odrediti i na osnovu prethodnog iskustva, emocionalnog stanja kao i suštinskih karakteristika jedinke.

Baš kao i kod ljudi, emocionalna komponenta bola kod životinja doprinosi razlikama u odgovoru na bol. Ove razlike nisu samo vezane za vrstu nego i za svaku pojedinačnu životinju.

PREPOZNAVANJE BOLA

Efikasno upravljanje bolom se može postići samo ukoliko se mogu prepoznati znaci bola. Svaki pojedinac reaguje jedinstveno tokom bolnog iskustva. Takva reakcija se kod ljudi može preneti na verbalnu skalu kojom se određuje intenzitet bola. Ovaj način određivanja bola kod životinja je nemoguće zbog nemogućnosti verbalne komunikacije.

Nemogućnost da se prepozna bol podrazumeva veliku verovatnoću odsustva odgovarajućeg tretmana, a nemogućnost da se utvrdi intenzitet često dovodi do grešaka u korišćenju analgetika, sa svim neželjenim reakcijama.

Očekuje se da većina kliničara može da prepozna bol i da poseduje znanje za tretman akutnog bola. Nažalost, i dalje imamo antropomorfizam, po kome se očekuje da životinja odgovori na bol baš kao čovek. Životinje reaguju na bol na mnoge načine i to u zavisnosti od mesta, vrste i intenziteta bola, i životinjske vrste. Neke životinje, posebno one koje očekuju pomoć od drugih, pokazuju veoma očigledne znake bola. Kod drugih je očigledno izražavanje bola znak ranjivosti koju predatori mogu da koristite. Takve životinje često pokušavaju da prikriju bol pomoću promene ponašanja, pogotovo ako ona otkrije da je predator primetio.

Životinje mogu promeniti svoje ponašanje u zavisnosti od okruženja u kojem se nalaze (prikrivaju bol kada se nalaze u nepoznatoj okolini, npr. Veterinarska klinika).

Teškoća u određivanju bola često rezultira:

- skraćenjem analgetskog tretmana zbog slabe ekspresije bola (drugim rečima – životinje ne reaguju na bol kao ljudi);
- nepravilnom administracijom analgetika - ljudi prepostavljaju da životinje osećaju bol kao i ljudi, pa se zato očekuje da sistem lečenja boli kod životinja bude baš kao i kod ljudi.

U prvom scenariju, životinje osećaju bol i ne primaju tretman protiv bola; U drugom scenariju, nedostaje pravilna ocena intenziteta bola, pa je pravilni tretman bola doveden u pitanje. U svakom slučaju, druga opcija je mnogo povoljnija od izostanka tretmana boli.

METODE ZA ODREĐIVANJE BOLA

Subjektivni metod - koriste opise, verbalno-analogne skale (VAS) i numeričke skale (NRS); Reči i izrazi koji se koriste u opisivanju bola kod ljudi kao što su: blag, umeren, jak, veoma jak, lokalizovan, dosadan, gorući i oštri bol, imaju veoma mali značaj u opisu bola kod životinja. Verbalno Analogna Skala i numerička skala omogućavaju kontinuiranu procenu bola. Koristeći dužinu linije od 10 cm ili sličnu skalu od 1 do 10, gde 0 je bez bola i uslov da je 10 najjači bol. Ove skale se koriste u više istraživanja da se utvrdi intenzitet bola (kastracije jagnjadi, postoperativni bol kod pasa, mlitavilo u goveda).

Objektivni metod – koristi analizu fizioloških i biohemiskih podataka, i podatke o ponašanju životinje kao što je: fiziološka reakcija na bol i integrirani sistem odbrane organizma. Oba ova sistema su uključena u odbrani telesnog integriteta i spadaju u simpatički, nadbubrežni i hipotalamusno-hipofizno-nadbubrežni sistem odbrane.

Fiziološki znaci bola: porast pulsa i krvnog pritiska, ubrzano i dublje disanje, nakostrešena dlaka, promena telesne temperature, pojačani tonusa mišića, znojenje, učestala defekacija i mokrenje.

Biohemiski parametri: promene u koncentraciji određenih metabolita u krvnoj plazmi (glukoza, slobodne masne kiseline, mlečna kiselina), neurotransmitera, enzima (jetrinih i mišićnih), neuromodulatora, citokina, proteina akutne faze (fibrinogen, haptoglobin, C-reaktivni protein i serumskog amiloida A) hormona, bradikinina, prostaglandina, supstanca P. Međutim, nijedan od ovih parametara nije se dokazao kao specifični indikator bola.

Promene u ponašanju – Životinje sa bolom mogu primeniti neke od sledećih obrazaca ponašanja kao odgovor na bol:

- Bolni stimulans dovodi do promene ponašanja, koje omogućava izbegavanje ponovnog bolnog iskustva (sete se bolnog iskustva, refleksno se povlače ili uklanjuju od izvora bola).
- Odgovor kada držanjem tela umanjuje bol (leži, stoji u mestu, zauzima karakterističan stav, pogrbljenost i sl.).
- Odgovor sa stavom tela koji upozorava, sprečava životinju ili drugo lice da nanese bol (vokalizacija, odbrambeni položaj, miris).

Promene u specifičnom ponašanju:

1. **Pozicija** – Svaka životinjska vrsta ima karakterističan način stajanja i ležanja. Svi stavovi koje se retko nalaze smatraju se abnormalnim (ležanje na strani, ležanje sa ispruženim nogama, sedanje kao pas, teško leganje i ustajanje, zanošenje, istezanje nogu, stajanje u mestu bez pomeranja, pogrbljenost, drhtanje, podvijen rep itd.);
2. **Kretanje** – Promene u pokretu. U prisustvu bola su karakteristični za pojedine vrste i obično se definišu kao oprezan, nepravilan ili ukočen pokret. Na ovaj način, životinja pokušava da smanji bol. Razvijeno je nekoliko sistema za procenu stepena bola prilikom kretanja životinje;
3. **Aktivnost** – Promene u aktivnosti mogu da variraju od potpune neaktivnosti do manjačne hiperaktivnosti, i to u zavisnosti od vida životinje, intenziteta bola i lokalizacije bola u telu;
4. **Izrazi lica** – Promene u izrazu lica nisu dovoljno istražene. Smatra se da životinja ispoljava osećaj bola: nabiranjem kože čela, širenjem nozdrva, spuštanjem ili povlačenjem uši u nazad;
5. **Vokalizacija** – Vokalizacija može da bude voljna ili nevoljna i može veoma da varira po intenzitetu ili tonu;
6. **Mentalni status** – Mentalni status životinje prilikom bola se može opisati kao: tup, depresivan, bez svesti, pospan, anksiozan, svetao, svestan ekscitovan, preosetljivo-agresivan. I u takvim trenucima, vlasnik životinje može najviše da pomogne u otkrivanju odstupanja od normalnog ponašanja životinje;
7. **Prouzrokovano ponašanje** – Standardna procena bola treba da uključuje procenu životinjskih odgovora na zajedničke stimuluse (glasnu viku, zviždanje, približavanje nepoznatog, druge životinje i tako dalje);
8. **Obrasci ponašanja** – Promene u ponašanju životinje tokom celog dana, godišnjeg doba, vremena, pristup hrani, reproduktivni status. Bol može uticati na utvrđene obrazce ponašanja;
9. **Odgovor na analgetski tretman** – Sposobnost analgetika ili anti-inflamatornih lekova da smanje bol, se ne može odrediti odsustvom većine navedenih znakova, već indirektno potvrđuju postojanje bola. Doza i potencijal analgetika može pomoći u određivanju intenziteta bola.

Sistematski metod – pokriva sve aspekte mentalnog i fizičkog stanja i ponašanja životinje. Pruža širi pristup pitanju prepoznavanja bola, od obrađivanih pojedinačnih i

grupnih domaćih životinja. Sistematski metod za otkrivanje bola uključuje analiziranje velike grupue podataka koji obuhvata:

1. Podatke o životinji
2. Kliničku istoriju problema
3. Klinički pregled
4. Fiziološke parametre odgovora na bol
5. Biohemijske parametre odgovora na bol
6. Promene u ponašanju

HRONIČAN BOL

Kod ljudi, hronični bol je definisan kao bol koji traje duže od 3 meseca. Hronični bol kod ljudi, se obično povezuje sa umerenom do teškom mentalnom depresijom, razdražljivošću, poremećenim snom, socijalnim povlačenjem i smanjenim pragom bola. Ovo su manje-više opšti i nespecifični simptomi ljudi koji su procenjeni kroz verbalnu definiciju lokalizovanog ili specifičnog mesta bola.

Čak i kod ljudi, hroničan bol je i dalje slabo istražen. Percepcija bola u mnogome zavisi od prethodnih iskustava, sadašnjih okolnosti i budućih projekcija, tako da sećanje na prethodna bolna iskustva i očekivanjne budućeg bola može u velikoj meri da promeni percepciju postojećeg bola.

Vrlo je verovatno da se isti mehanizam aktivira i kod životinja. Hronični bol je povezan sa perifernom i centralnom senzibilizacijom, za koju je potrebna veća ili češća doza analgetika da se održi konstantan nivo analgezije. Sa druge strane, produženje vremena terapije nekog bolnog stanja može dovesti do refraktnosti za određenu vrstu analgetske terapije.

Opšti simptomi hroničnog bola su suptilniji, tako da je otkrivanje posebno teško, pogotovo za vlasnike koji često nisu u stanju da daju prave podatke pomoću kojih možemo da odredimo početak.

Indikatori promene ponašanja uključuju:

- neraspoloženje
- smanjenu aktivnost
- inapetencu
- slabu telesnu kondiciju
- promene u režimu ležanja/spavanja

INTRAOPERATIVNI BOL

Znaci bola anesteziranih životinja su povezani sa hirurškim manipulacijama. Određene hirurške procedure (ortopedija, visceralna napetost itd.) indukuju povećan broj nociceptivnih informacija koje pri nedovoljnem nivou anestezije / analgezije izazivaju kraj

faze hirurške anestezije i menjaju neke vitalne parametre (tahikardija, tahipneja i visoki krvni pritisak) i dovode do refleksnih pokreta mišića, drhtanja i vokalizacije.

Važno je da se razlikuje rani postoperativni bol i faza uzbuđenja koja se nekad može javiti kao posledica primene određenih tehnika anestezije. Zato je poželjna ranija primena analgetika (preemptivna analgezija), odnosno pre hirurške intervencije, što će dovesti do bržeg oporavka i kraćeg vremena oporavka. Propust u kontroli bola, kasnije prouzrokuje nelagodnosti, i odloženi proces ozdravljenja.

TERAPIJA BOLA

Akutni bol se javlja tokom hirurške procedure, kod trauma ili kod patoloških stanja koja su povezana sa značajnom inflamatornom komponentom. Sprečavanje nastanka ili terapija ovog bola se vrši analgeticima koji se jednakor koriste i u humanoj i veterinarskoj medicini.

Postoji nekoliko faktora koje treba razmotriti pri formiranju analgetske terapije:

- stadijum i obim bolesti
- koji lek je najpogodniji i u kojoj dozi
- da li postoje drugi faktori koji utiču na izbor leka (vid životinje, prethodna reakcija pacijenta, tretman drugim lekovima, tip bola)
- koje su mogućnosti za smeštaj pacijenta (nega, monitoring, kontinuirana infuzija analgeticima i dr.)

Važno je da se napravi razlika između terapije bola kod elektivnih hirurških procedura (gde bol ne postoji pre samog zahvata) i terapije bola zbog prouzrokovane traume ili drugih patoloških stanja. Stoga, bol koja nastaje u toku elektivnih zahvata može da se prevenira sa preemptivnom analgezijom i intraoperativnom dopounom, dok se kod boli koja je već nastala i pre hirurškog zahvata bol može da se samo kontroliše.

Prevencija bola, ima ulogu u smanjenju nivoa bola. Veliki značaj ima izbor analgezije i doze preparata. Drugim rečima, koji stepen bola se očekuje tokom operacije, tolika treba da bude i analgezija.

S druge strane, traumatizovana - životinja u svakom slučaju ne može dobiti preventivni tretman sa analgetikom. Bez obzira, analgeziju treba početi što pre, jer ima povoljan uticaj na pacijenta, tako što smanjuje centralnu hipersenzibilizaciju. Raniji početak analgezije, smanjuje efektivnu dozu analgetika u narednom periodu.

Opcije za terapiju hroničnih bolova u veterinarskoj medicini su uglavnom ograničene, prvenstveno zbog slabog poznавања bola, ali i zbog ograničene mogućnosti primene određenih sredstava i metoda.

U mnogim delovima sveta, još nije shvaćen odnos između tretmana bola i kvaliteta života hroničnih bolesnika. Nažalost, još uvek je eutanazija češća opcija naspram dugog tretmana bola. „Eutanazija je bolja nego da se životinja pati“, je čest način razmišljanja vlasnika, pa i veterinara.

Zbog ovih činjenica, neophodno je izdvojiti vreme za savetovanje vlasnika, posebno onih koji koji iskazuju manje empatije.

Lečenje hroničnog bola zahteva ispunjenje određenih preduslova:

- vlasnici mogu sami da obave davanje leka
- terapija je lako primenjiva i u kućnim uslovima;
- terapija ne sme da ugrožava vlasnika ili okolinu
- ako je potrebna veterinarska intervencija, efekat bi trebalo da traje nekoliko dana, i to da bi se smanjile česte posete ordinaciji
- lečenje treba da bude prihvatljivo i za životinju, a i za vlasnika.

Praktični aspekti lečenja bola kod životinja

- Hirurška zapažanja
- Nega
- Alternativna terapija
- Farmakoterapija: lekovi, načini primene, trajanje lečenja

Hirurška zapažanja

Hirurška tehnika ima značajan uticaj na pojavu postoperativnog bola. Minimiziranje hirurške traume i ograničena upotreba hirurških instrumenata kod manipulacije tkivom vodi smanjenju postoperativnog bola. Napetost i bol koji je povezan sa potkožnom akumulacijom tečnosti može imati za posledicu nepravilno postavljanje šavova i drena. U principu možemo reći da i ovde u potpunosti važe Halstedovi principi (vidi opštu hirurgiju).

Nega

Nežan pristup i manipulacija pacijentom i mirovanje u velikoj meri povoljno utiču na analgeziju. Imobilizacija, povređenog ekstremiteta dovodi do smanjenog bola. Kontrola pražnjenja mokraće bešike, kateterizacijom dovodi do smanjenog bola imobilisane životinje. Kvalitetna ishrana se preporučuje za pacijente koji su u fazi katabolizma jer može da umiri životinje i poboljšava njihovo stanje.

Alternativna i potporna terapija

Fizikalna terapija može biti posebno efikasna kod ortopedskih pacijenata, posebno onih sa spazmom ili atrofijom. Postoji više metoda fizikalne terapije. Primena toplove, hlađenje, masaža, kontrolisano aktivno i pasivno kretanje, ultrazvuk i laserska terapija. Sve ove metode na svoj način, doprinose smanjenju osećaju bola i smirivanju životinja.

Indukovana analgezija

Ove metode imaju za cilj da podstaknu endogene analgetičke mehanizme tako što stimulišu lučenje endogenih opijata (ekstrasegmentalni bolni stimulusi) ili bezbolna stimulacija aferentnih nervnih vlakana. Za razliku od akupunkture, koja se primenjuje na

određenim tačkama na telu, i transkutane električne stimulacije, uglavnom se izvodi na samom mestu bola.

Radioterapija

Palijativna radioterapija je rutinska praksa u humanoj medicini koja služi da se smanji bol prouzrokovani metastatskim oblicima raka. Nažalost, za veterinarske pacijete ovakav vid terapije uglavnom nije dostupan.

Nežan pristup

Pozitivni efekti pažnje, brige i kućnog okruženja pružaju osećaj sigurnosti, pa često mogu da deluju tako da životinja „zaboravi“ na bol.

Farmakološka terapija bola

Bol se može kontrolisati pomoću odgovarajućeg tretmana na raznim lokacijama u organizmu, koje igraju ulogu u nastanku, provođenju i percepciji bola.

1. Lokalno na mestu nociceptora, sa odstranjivanjem noksičnog stimulusa koja dovodi do bola i prevencijom stvaranja bolnih stimulusa (lokalni anestetika i nesteroidnih antiinflamatornih lekova).

2. Periferno, sprečavanjem prenošenja sa perifernih nerava do kičmene moždine (lokalni anestetik).

3. Regionalno, blokiranje transmisije na nivou kičmene moždine (lokalni anestetici, alfa-2 agonisti, opijati i opšte anestetici). C-vlakna izlučuje tzv supstancu P, koja deluje kao neurotransmiter koji olakšava prenos bola. S druge strane, endogeni opijati i norepinefrini inhibiraju sekreciju supstance P. Primena opijata ili alfa-2 agonista u ovom mestu, će sprečiti endogenu modulaciju prenosa bola, što otvara mogućnost njihove primene za epiduralnu analgeziju. U svakom slučaju, primenu opijata treba raditi pre nastanka bola i aktiviranja centralne senzitizacije.

4. Centralno. Analgetici koji se koriste za blokadu centrara za bol u CNS su: opioidni analgetici, alfa 2-agonisti, i neopioidni sedativni analgetici. Opijadi, su najčešće korišćeni analgetici, i imaju veliku mogućnost i specifičnost za pojedine, ili grupe opioidnih receptora. Ovi lekovi imaju različit farmakokinetički i farmakološki efekat, koji treba da se predvedi, kako bi se izbegla potencijalna toksičnost ili sporedni efekti.

Metodi upotrebe

Analgetici se mogu koristiti lokalno, sistemski, intratorakalno, intraperitonealno, intrasinovijalno, ekstraduralno i oralno.

Najčešće se analgetici koriste u kombinaciji pa se takav pristup naziva multimodalnom analgezijom. Cilj je da se obezbedi najkvalitetnija analgezija u preoperativnoj, operativnoj i postoperativnoj terapiji akutnog i hroničnog bola. Koncept multimodalne analgezije podrazumeva upotrebu kombinacije analgetskih lekova (opiod – NSAIL – alfa 2 agonist), na različitim mestima delovanja, koji mogu delovati sinergistički za postizanje optimalna analgezije, sa malim rizikom od sporednih efekata za svaki pojedinačan analgetik koji je aplikovan u efektivnoj dozi.

Opioidi

Opioidi se za analgeziju koriste više od 5.000 godina, i još uvek su smatrani najefikasnijim analgetičkim sredstvima u humanoj i veterinarskoj medicini. Međutim, ovi lekovi zahtevaju opreznu upotrebu, zbog mogućnosti zloupotrebe i činjenice da opijati nisu efikasni u svim bolnim stanjima.

Prednosti opioida naspram drugih analgetika - Intezitet analgezije koji zavisi od leka i doze. Minimalni kardiovaskularni efekti, efekat očuvanja anestezije, pozitivan efekat na ventilaciju (kada je ventilacija poremećena zbog bola). Svi efekti se mogu antagonizovati.

Negativni efekti opioidne analgezije:

Respiratorna depresija (opiidi smanjuju reakciju respiratornog centra na ugljen dioksid);

Antitusički efekt (blokiraju zaštitni efekat kašla)

Gastrointestinalni efekti (blago smanjuju pokretljivosti creva);
mučnina/povraćanje (neki opioidi mogu da uzrokuju povraćanje kod pacijenata).

Kardiovaskularni efekti (morfijum izaziva bradikardiju).

Ponašanje – promene u ponašanju su specifične za određene vidove i javljaju se samo u slučaju predoziranja (psi reaguju na predoziranu sedaciju, dok konji i mačke ulaze u ekscitaciju).

Tolerancija –smanjena efikasnost na opioide pri čestom davanju se češće javlja kod ljudi nego kod životinja.

Urinarni i bilijarni zastoj.

Opioidni Receptori - Lokalizacija: mozak, kičmeni stub, autonomni nervni sistem, mezenterični pleksus gastrointestinalnog trakta, srce, bubrezi, vas deferens, pankreas, masne ćelije, limfociti inadbubrežne žlezde.

Opisana su 3 osnovna tipa opioidnih receptora, i to: (OR) 1, 2 and 3 (predhodno δ , κ i μ – prikladno sa hronološkim tipiziranjem receptora). Kasnije su utvrđeni i dodatni receptori (σ) i (ϵ).

Najmanje 9 endogenih opioidnih supstanci su pronađene na različitim delovima nervnog sistema, među njima su najčešći: beta-endorfinski, met-enkefalinski, leu-enkefalinski i dinorfin. Dinorfin je ekstremno jak opioid čije analgetsko dejstvo je za 200 puta jače od morfijuma.

Opioidni agonisti se vezuju sa receptorima na specifičan način. Pri vezivanju za receptor, agonist indukuje prikladnu promenu u samom receptoru, koja dovodi do biohemijske promene u unutrašnjosti neurona.

Sa kliničke tačke gledišta, **sintetički opioidi** su klasifikovani kao *kompletni agonisti* ili *delimični agonisti*. Ova klasifikacija se bazira na njihovoj sposobnosti da izazovu reakciju pri povezivanju sa receptorima. Ovi lekovi mogu biti kompletni agonisti za jedne receptore a delimični agonisti za druge.

Analgezija indukovana punim agonistom je zavisna od doze te nivo analgezije se povećava sa nivoom doze, dok povećanje doze delimičnih agonista ne indukuje povećanu analgeziju, već samo naglašava negativne efekte leka.

Zbog ovih efekata, puni agonisti se preporučuju u svim slučajevima kad se ne može pretpostaviti jačina bola. Doza opioidnih lekova, uvek treba da bude prikladna stepenu bola.

Tab. 3. Podela opioidnih lekova prema afinitetu receptora

Puni agonisti	Delimični agonisti	Antagonisti
Morfin	Pentazocin	Nalokson
Meperidin	Butorfanol	Naltrekson
Kodein	Buprenorfin	Nalmefen
Metadon	Nalbufin	
Petidin	Nalorfin	
Fentanil		
Alfentanil		
Remifentanil		
Oksimorfon		
Heroin		

Željena brzina nastajanja i trajanje dejstva, su takođe bitni faktori prilikom izbora leka, posebno ako se zna da, u prisustvu jakog bola, trajanje dejstva može da bude kraće od očekivanog.

U uslovima dugotrajne боли, opioidni analgetici mogu da se administriraju kontrolisanom intravenskom infuzijom (za dužu analgeziju se koristi morfin 0.2 – 0.5 mg/kg/6 časova, doza se može koregirati prema momentalnoj potrebi pacijenta).

Dodatno, sistemsko upravljanje analgezijom se može dopuniti ekstraduralnom ili intraartikularnom injekcijom, i to često u kombinaciji sa lokalnim anestetskim agensima.

Primena opioida kod mačaka– sve klase opioidnih lekova se sa sigurnošću mogu koristiti i kod mačaka, obezbeđuju efektivnu analgeziju, sa dužnim oprezom prilikom doziranja. Zbog relativnog deficit-a glukouronidil transferaze, opioidi koji se metabolišu glukuronizacijom, će imati bitno duže vreme poluraspada kod mačke nego kod pasa. Standardne efektivne doze ne izazivaju nikakve nuspojave (ekscitaciju).

Puni agonisti

Morfin – je mlečni derivat nezrelog semena opijuma (*Papaver somniferum*). Oko 10 % od ekstrakta čini morfin. Laboratorijska sinteza morfina je prilično teška, pa se uglavnom dobija od novog semena, dok se neki njegovi sintetski derivati kako što su kodein, heroin, apomorfin ili oksimorfin dobijaju sa jednostavnom promenom molekula morfina.

Klinička primena

Za odstranjivanje postoperativnog bola. Požljno je, da se analgetik aplikuje pre buđenja životinje čime se sprečava povraćanje i obezbeđuje sigurna analgezija.

- Pas 0.2-0.5 mg/kg do maksimalnih 10 mg intramuskularno. Dalje se aplikuje ako je potrebno.

- Konj: Ksilazin 1 mg/kg i/ Morfijum 0.6 mg/kg i/v

Morfin daje dobre rezultate kod konja kada se daje posle postignute sedacije ksilazinom!

- Mačka 01. mg/kg Acepromazin i/m i 0.6 mg/kg Morfijum i/m

Morfin, kod mačke može da se koristi frakcionirano, zaедно sa Acepromazinom, u slučaju kad je ksilazin kontraindikovan za sedaciju. Ako se aplikujene zavisno, doza treba da se smanji (0.1-0.2 mg/kg i/m). Ekscitacije mogu da se kontrolišu sa acepromazinom.

Meperidin – poseduje jedna desetinu jačine od morfina, ali se još upotrebljava u veterinarskoj praksi. To je slab analgetik i upotrebljava se samo ako nisu dostupni drugi lekovi. Trajanje dejstva je kratko, od 40 min do 2 časa, nakon čega je potrebna ponovna aplikacija. Respiratorna depresija nije tako izražena kao kod morfijuma, ako se ne daje u povećanoj dozi.

Pri aplikaciji kod pasa se javlja jaka hipotenzija. Često se upotrebljava zajedno sa acepromazinom kao sredstvo za premedikaciju pasa i mačaka.

- Psi i Mačke 2-5 mg/kg i/m

Oksimorfin - ovaj lek je postepeno stekao svoju popularnost kod malih životinja. Poseduje 10 puta veću jačinu od morfijuma, i ima dobru kardiovaskularnu stabilnost. Može da dovede do povećanja vagusnog tonusa koji dovodi do bradiaritmija, koja se sprečava sa prethodnom aplikacijom antiholenergitika. Oksimorfin može da se daje i/v, pošto ne izaziva oslobođanje histamina, ali može neznatno povećati krvni pritisak. Iako se upotrebljava kao analgetik, može se takođe koristiti i u premedikaciji, zajedno sa acepromazinom ili benzodiazepinom i/m. Ako se daje zajedno sa nekim od ovih agensa, izaziva duboku sedaciju koja olakšava intubaciju i koristi se za neke manje hirurške zahvate. Analgezija traje otprilike 4 časa posle i/m aplikacije.

- Psi i Mačke: 0.1-0.2 mg/kg i/v, i/m do 4.5 mg za punu, ili 0.025-0.05 mg/kg za epiduralnu anesteziju.

- Konji: 0.2-0.3 mg/kg

Metadon – sintetički opioid koji se koristi u nekim kombinacijama za neuroleptanalgeziju kod kućnih ljubimaca. Dostupan je za oralnu i parenteralnu primenu. Dejstvoto se uspešno reverzira sa povećanim antagonizmom. Kod pasa, metadon uzrokuje relaksaciju, generalizovanu depresiju, obilnu salivaciju i defekaciju, a za razliku od morfina, stimuliše disanje. Analgezija traje 6-8 časova, u dozi od 1 mg/kg od pasa, i to pola časa pred operativnu intervenciju. Metadon smanjuje upotrebu opštih anestetika za 50%. U dozi od 1-1.5 mg/kg, metadon obezbeđuje analgeziju i muskulnu relaksaciju za većinu manjih hirurških intervencija.

Delimični agonisti

Butorfanol - popularan je u veterinarskoj praksi za analgeziju velikih životinja. Može da se daje i/v i izazove beznačajne efekte na kardiovaskularnom sistemu. Analgetsko dejstvo je za 5 puta slabije od morfijumskog, ali neke životinje mogu pokazati znake uzbudjenja, stimulacijom sigma-receptora. Uglavnom, analgezija nastaje kao rezultat

stimulacije kapa receptora. Pored toga što se upotrebljava kao analgetik može i da se daje i za suprimiranje kašla, a zajedno sa acepromazinom kao sredstvo za premedikaciju.

- Psi i Mačke : 0.1-0.4 mg/kg i/m, traje oko 3 časa
- Konji: 0.05-0.1 mg/kg i/v, veće doze izazivaju uzbđenje.

Buprenorfin - dejstvo traje oko 6-8 časa i to kad se aplikuje i/m, a može da se daje i i/v , tada ima umereni kardiovaskularni efekat. Potrebno je oko 40 minuta za punu apsorpciju u i/m, a samo 15 min. pri i/v aplikaciji. Nema veliku ulogu u sedaciji ali je koristan u premedikaciji sa acepromazinom.

- Psi i Mačke: 0.006-0.01 mg/kg i/m

Antagonisti

Se koriste za postizanje suprotnog efekta od opoidnih analgetika.

Nalokson - Ima kratko dejstvo, koje traje samo nekoliko minuta pa je potrebno da se stalno aplikuje. Doza najčešće iznosi 0.04 mg/kg i/v, i/m. Može da se daje i u manjim dozama. Ovi lekovi daju bolji antagonistički efekat prilikom korištenja čistih agonista, nego kod agonista/antagonista.

Naltrekson – još uvek nije dostupan za „široku,, upotrebu, ima duže dejstvo, ali je prilično skup. Upotrebljava se za postizanje suprotnog efekta prilikom korištenja jačih agonista, kao na primer karfentanila (pr. za imobilizaciju divljih životinja).

Tramadol - je derivat cikloheksanolata, dostupan je kao oralni preparat i kao rastvor za i/v i/m aplikaciju. Lek ima agonistička svojstva na sve receptore, posobeno na OR3, nije klasifikovan kao kontrolisana supstanca. Tramadol, se u velikoj meri koristi u humanoj medicini, i smatra se da proizvodi sličan analgetski efekat kao i morfin ali sa bitno manjim negativnim respiratornim efektom, umerenom opstipacijom i bržim vraćanjem crevnog motiliteta. Jedinstveni negativni efekti su umerena mučnina i povraćanje.

Efektivna preoperativna analgezija, za umereno bolnu elektivnu proceduru, se postiže sa 2 mg/kg i/v. Tramadol daje obećavajuće rezultate kod gerijatrijskih pacijenata koji ne podnose dugotrajnu upotrevu NSAIL lekova za terapiju hroničnih artritisa.

Tab. 4. Osnovne karakteristike opioidnih analgetika

Afinitet	Lek	Vrsta	Doze (informacije)
Puni agonisti	Morfín Početak delovanja – 10 min. za i/v injekciju / duže kod mačaka Približno vreme delovanja 3-4 č.a (psi, konj), 6č. (mačke)	Psi, Mačke, Koi	0.1 – 1 mg/kg
	Petidin Brzi početak, kratko trajanje (2 č. kod pasa). Administracija i/v, i/uzrokuje histaminsku reakciju. Manje prouzrokuje povraćanje kod pasa/mačaka od morfina. Ima spazmolitičko delovanje.	Pas, Mačka, Konj	3-5 mg/kg pas 5 – 10 mg/kg mačka
	Metadon Duže dejstvo od morfina (6 časova) i manja mogućnost za povraćanje	Pas, Mačka, Konj	0.1– 0.25 mg/kg
	Fentanil Početak dejstva 2 minuta nakon i/v injekcije, traje 20-30 min kod psa/duže kod mačke. Koristan je za preoperativnu i operativnu analgeziju, i za premedikaciju. Može da uzrokuje ozbiljnu bradikardiju i hipoventilaciju.	Pas, Mačka,	1 – 5 µg/kg i/v bolus ili kontinuirana infuzija 3 – 10 µg/kg/čas
	Alfentanil Slično fentanilu, ultrakratki početak i kraće dejstvo (oko 5 – 10 minuta)	Pas, Mačka,	2–5 µg/kg bolus ili kontinuirana infuzija 1-5 µg/kg/min.
Delimični agonisti	Buprenorfin Spor početak dejstva (do 45 min, pas), promenjivo trajanje do 6 časova. Često se koristi za dijagnostičke procedure, u kombinaciji sa neuroleptikom (neuroleptanalgezija)	Pas, Mačka,	6 – 20 µg/kg pas, mačka
	Butorfanol Mešano agonist/antagonist. Može da prouzrokuje ukočenost kod konja. Koristi se za neurolept analgeziju prilikom dijagnostičkih procedura.	Pas, Mačka, Konj	0.2 - 0.6 mg/kg pas, mačka 50 – 100 µ g/kg Konj
Antagonist i	Nalokson Antagonist sa kratkim dejstvom. Često je potrebna dodatna aplikacija.	Pas, Mačka, Konj	0.04 – 1 mg/kg i/m, s/k, i/v

Tab. 5. Primena opioidnih lekova kod mačaka

Lek	Doza (mg/kg)	Početak dejstva	Trajenje dejstva
Morfijum	0.2–0.5 i/m, s/k, sporo i/v	Polako, do 1 č. od injekcije	6 – 8 časa
Petidin	5–10 i/m, s/k	Brz početak	20 – 30 min.
Metadon	0.1–0.3 i/m, s/k	Polako, do 1 č. od injekcije	6 – 8 časa
Buprenorfin	0.01–0.03 i/m, s/k 0.01–0.02 p/o	Polako, do 1 č. od injekcije	8 časa
Butorfanol	0.4–1.0 i/m, s/k 0.1–0.4 i/v		2 – 4 časa
Kodein	0.5–2		<12 časa
Fentanil	Bolus: 4–10 µg/kg Infuzija: 1–5 µg/kg/č.	Brz početak, za 5 minuti	> 20 min.
Nalokson	5–10 µg/kg kratko dejstvo		Potrebna reaplikacija do maksimum 0.04 mg/kg

Nesteroidni antiinflamatorni lekovi (NSAIL) – inhibiraju sintezu glikozanoida sa arahidonskom kiselinom. U svojoj prirodnoj formi se koristio hiljadama godina: Hipokrat, Galen, Plenius i drugi preporučivali su da se koristi kora od žalosne vrbe za oslobođanje od bola. Acetil salicilna kiselina je prvo izolovana i pripremljena u formi leka od strane Bajera (Bayer) još u 1893 godini. NSAIL imaju periferni (antiinflamatori i antihiperalgezični) i centralni (antihiperalgezični) efekat. NSAIL kao analgetici funkcionišu preko mehanizma koji sprečava inflamaciju i smanjuju centralnu i perifernu senzibilaciju. Zbog aktivnosti izoenzima (COX-1 i COX-2) učestvuje u akutnoj nocicepciji, smatra se da optimalna analgezija može da se postigne zajedničkim antagonizmom oba izoenzima.

Nuspojave/efekti tretmana sa NSAIL

- Neželjeni efekti od NSAIL - sa konkurentnom upotrebom kortikosteroida mogu da izazovu hipovolemiju (dehidracije i šoka) i akutnu srčanu kongestiju.
- **Gastrointestinalna ulceracija** – je najčešći neželjeni efekat pri upotrebi NSAIL;
- **Nefrotoksičnost** - PGE₂ je glavni medijator za renalni vazodilatatorni odgovor za hipotenziju. U situaciji kada je kompromitovan renalni krvotok (anestezija, šok, dehidracija), sniženje PGE₂, još više, povećava rizik od nefrotoksičnosti.
- **Vezivanje za plazmine proteini** – NSAIL ima velik afinitet za vezivanja plazminih proteina. Paralelno korištenje drugih lekova koji imaju jak afinitet za plazmine proteine će povećati koncentraciju slobodnih NSAIL u krvotoku a sa tim i neželjene efekte.
- **Producena krvarenja** – su rezultat trombocitopenije i agregacije trombocita.

- **Metabolizam** – NSAIL, generalno, se metabolizuju u formi glukuronidnih konjugata. Mačke su deficitarne na glukuronidacijske enzime i pokazuju spori klirens i dozno-zavisnu eliminaciju NSAIL, pa je zbog toga potreban oprez pri upotrebi.

Sigurnosne granice NSAIL su uske, posebno kod pasa i mačaka, za koje, je potrebna dodatna aplikacija gastrointestinalih zaštitnih sredstava (Cimetidin, Omeprazol ili Ranitidin).

Tab. 6. NSAIL koji se koriste za tretman bola kod životinja

Lek	Doza mg/kg	Životno	Ruta	Interval
Aspirin*	10 - 20 mg/kg	Psi/ Mačka	p/o	12 časa Pažljivo! 48 časa
Fenilbutazon	2 mg/kg ne više od 8 mg/živ. 0.7 mg/kg 8mg/100 kg posle 2-4 mg/100 kg 10-20 mg/kg posle 2.5-5 mg/kg	Pas/ Mačka/ Konj/ Preživari	i/v ili i/m	24 časa / 2 dana 24 časa 24 časa / 6-8 dana 24 časa / po potrebi
Meklofenamična kis.	1.1mg/kg	Pas	p/o	24 časa / 5-7 dana
Piroksikam*	0.3 mg/kg	Pas/Mačka	p/o	48 časa Pažljivo!
Ketoprofen	2.2 mg/kg posle 1 mg/kg	Pas/Mačka/Konj	p/o ili i/m	24 časa / po potrebi
Karprofen	4 mg/kg posle 2 mg/kg	Pas/Mačka/Konj	i/v posle p/o	12 časa / po potrebi
Meloksikam	0.1 – 0.2 mg/kg 0.25 mg/kg	Pas/Mačka	p/o s/k	24 časa Pojedinačna doza

*Verovatnoća gastrointestinalnih poremećaja je velika – pa se izbegavaju ili se ne koriste u dužem periodu!

Ketamin – klasifikovan je kao disocijativan anestetik. Smatra se da obezbeđuje analgeziju i antihiperalgeziju preko antagonizma N-methyl-D-aspartate (NMDA) glutamat receptora, koji su direktno uključeni u prenos akutnog bola kao i u indukciji i održavanju centralne senzibilnosti.

Kod ljudi, mala preventivna doza, aplikovana pre ili u toku operacie, smanjuje postoperativni bol i potrebu za opioidima. Primena se posebno preporučuje za tretman skrivenog bola, koji još nije dobro opisan kod životinja, ali postoji ozbiljna komplikacija pri amputaciji ekstremiteta kod ljudi koji su osetljivi na opioide i NSAIL analgetike.

- Oralna upotreba – u slučaju nedostupnosti periferne vene, kod životinje sa obilnom traumom, jaka bolom i uzbodenjem, ketamin može da se uprskava u usta u razređenoj formi (5 – 10 mg/kg p/o).
 - Za analgeziju se preporučuje bolus intravenske infuzije od 1 – 4 mg/kg.
 - Kontrolisana infuzija – trajanje dejstva zavisi od doze, ali počinje≤ 30 minuta po analgetske doze. Intraoperativno ili postoperativno, ketamin može da se koristi u dozi od 0.2 – 0.6 mg/kg/čas, sam ili u kombinaciji sa fentanilom (1 – 5 µg/kg/min).

Pacijenti treba da budu pod nadzorom zbog moguće akumulacije leka i promene u ponašanju.

- Dodatna analgezija kod pacijenata kod kojih bol ne može da se kontroliše sa standardnim analgetskim režimima baziranim na NSAIL i opioidima.
- Ketamin može da se uključi i u protokole za epiduralna analgezija u dozi od 2 mg/kg.

Sedativi/ Analgetici

Alfa 2 agonisti

Ksilazin: Pretežno se koristi u veterinarskoj medicini kao sedativ sa izraženom analgetskom komponentom. Efektivnata analgetska doza za alfa 2 agoniste je značajno niža od tipične sedativne doze.

Upotreba visokih doza alfa 2 agonista je povezana sa jakim kardiovaskularnim i drugim sistemskim sporednim efektima, uključujući i povraćanje, brahikardija i hipotenziju, zbog čega se ne preporučuje za korišćenje kod pacijenata sa mogućim bubrežnim ili kardiovaskularnim bolestima.

Detomidin i Medetomidin: imaju dvojno dejstvo, i to analgetsko i sedativno. Popularni su i kod malih a i kod velikih životinja, a i u humanoj medicini. Standardne koncentracije za duboku sedaciju i analgeziju pasa su u dometu od 30 – 80 µg/kg (10 – 20 µg/kg za premedikaciju) i 50 – 100 µg/kg za prosečnu sedaciju kod mačaka.

Suprotno negativnim kardiovaskularnim efektima od više doze medetomidina, pri niskoj dozi medetomidin predstavlja odličan i siguran analgetik i dodatak za uštedu anestetika pri opštoj anesteziji u dozi od 2-5 µg/kg ili za kontinuiranu kontrolisanu infuziju u dozi od 0.5 - 1.5 µg/kg/čas.

U ovim koncentracijama se ne javljaju neželjeni kardiovaskularni i respiratorni efekti (brahipneja, brahikardija i hipotenzija), doza opštog anestetika se smanjuje, ali ipak simpatička reakcija operacije je atenuisana a buđenje od anestezije je skraćeno.

Tab. 7. Analgetske doze i trajanje analgezije prouzrokovane alfa 2 agonistima

Lek	Doza analgezija	(μg/kg)	za	Trajanje na dejstva
Ksilazin	50-100			najmanje 60 minuta
Medetomidin	1-5			Najmanje 60 minuta

Sedativni lekovi - mogu biti korisni dodaci analgeticima za tretman protiv bola kod uzbudjenih pacijenata. Važno je da se zapamti da ovi lekovi nemaju analgetsku komponentu pa zato moraju da se koriste u kombinaciji sa analgetskim lekovima. Potrebna je posebna pažnja pri korišćenju sedativa u kombinaciji sa opioidima, zbog naglašeno umerene respiratorne depresije koja se normalno javlja pri korišćenju opioida.

Tab. 8. Analgetska doza i trajanje analgezije prouzrokovane sedativnim sredstvima

Lek	Doza (mg/kg) za analgeziju	Trajanje dejstva
Diazepam	0.1 – 0.5 i/v	Do 6 časova
Midazolam	0.1 – 0.5 i/v	Do 6 časova
Acepromazin	0.01 – 0.03 i/v - 0.1 i/m, s/c	1– 2 časa 2 – 6 časa

Poglavlje 6

OPŠTA ANESTEZIJA - Injekcionalna anestezija

OPŠTA ZAPAŽANJA

NAČINI UPOTREBE

INJEKCIIONI ANESTETICI

NEUROLEPTANALGEZIJA

OPŠTA ZAPAŽANJA

Grupa opštih injekcionih anestetika pokriva sve anestetske agense koji se upotrebljavaju parenteralno na pacijentu. U ovu grupu spadaju pojedinačni anestetici ili kombinacije više anestetskih lekova, koji se upotrebljavaju intravenski, što ubrzava uvod u anesteziju, ili se daju u mišić ako nije moguća venska aplikacija.

Injektivni anestetici se koriste za indukcija kontrolisane i reverzibilne depresija CNS, koja se karakteriše gubitkom svesti, analgezijom i gubitkom refleksa. U zadnje vreme, razvijena su više specifična i kontrolisana jedinjenja koji izazivaju hipnozu, analgeziju i mišićnu relaksaciju.

Totalna intravenska anestezija (TIVA) se odnosi na metode koji dovode do opšte anestezije uz pomoć injekcionih sredstava. Životinje mogu biti anestezirane sa jednim agensom ili sa kombinacijom više anestetskih agenasa (balansirana anestezija).

Injekcioni agensi obično ne zahtevaju posebnu opremu za administraciju, za razliku od inhalacionih anestetika, ali treba da se zapamti da, jednom aplicirani anestetik ne može lako da se ukloni iz tela.

Pravilna kontrola aplikovanja lekova može da se postigne uz pomoć infuzijske pumpe, sa kojom se održava konstantni serumski nivo leka u dužem periodu. Međutim, ne može da se izbegne problem koji se najčešće javlja pri akumulaciji leka u tkivu, kako rezultat na njegovu postojanu upotrebu.

Kada se koriste injekcioni anestetici? - Najčešće se koriste kao sredstva za **uvod** u anesteziju, sa svrhom da se izbegnu neželjene reakcije, koje mogu da se javi pri upotrebi inhalacione anestezije. Injekcioni agensi imaju značajno brži efekat ako se daju u pravilnoj dozi.

Odmah nakon nestanka laringealnog refleksa, pristup do traheje pacijenta je slobodan, tako da životinja može slobodno da se intubira i dalje anestezира da bi se održavala sa inhalacionim anestetskim agensima.

Tab. 9. Prednosti i negativnosti injekcionalih anestetskih agenasa

PREDNOSTI	NEDOSTATCI
1. Jednostavnii su za upotrebu	1. Moguća je pojava tkivne iritacije
2. Generalno imaju brz početak	2. Kad se jednom se injetuju, ne mogu biti odstranjeni
3. Imaju potrebu za minimalnom opremom	3. Lek može da ima kumulativno dejstvo
4. Nisu eksplozivni ili otrovni za okolinu	4. Često nisu zaštićeni respiratorni putevi*
5. Ne iritira respiratorne puteve	5. Oporavak: ekscitacije/ moguće halucinacije*
6. Nema kontaminacije operativne sale sa anestetskim gasovima	6. Moguća je pojava apneje
7. Nema opasnosti od eksplozije i požara	

* Negativnosti koji se po tačkama 4 i 5 mogu javiti, su rezultat slabe anestetske tehnike.

Tab. 10. Karakteristike idealnog anestetika.

-
- 1. Fizičko-hemiske i farmakokinetičke karakteristike**
 - a. Rastvorljivi u vodi
 - b. Dug rok trajanja
 - v. Stabilnost na sunčevu svetlost
 - g. Mali volumen za indukciju anestezije
 - 2. Farmakodinamičke karakteristike**
 - a. Minimalne individualne varijacije
 - b. Sigurna terapeutska širina
 - v. Brz početak dejstva
 - g. Kratko trajanje
 - d. Inaktivacija do netoksičnih metabolita
 - đ. Lako buđenje
 - e. Odsustvo anafilakse
 - ž. Odsustvo oslobodađanja histamina
 - 3. Sporedni efekti**
 - a. Odsustvo lokalne toksičnosti
 - b. Odsustvo efekta vitalnih funkcija (osim željnih u CNS)
 - 4. Ostale karakteristike**
 - a. Nezapaljivost, neeksplozivnost, hemiska stabilnost
 - b. Da nije skup, i da nema potrebu za skupu upotrebnu opremu.
 - v. Da nema tkivnu iritaciju
-

Ako je potrebno, injektivni agensi mogu potpuno da se koriste za izvođenje određenih kratkotrajnih hirurških procedura. U tom slučaju aplikuju se anestetici sa kratkim dejstvom i minimalnom akumulacijskom sposobnošću, u cilju da se izbegne produžen oporavak.

Injekcioni agensi imaju važnu ulogu i u **dopuni** inhalacione anestezije. Naime, u slučaju iznenadnog buđenja od inhalacione anestezije (uglavnom zbog bolnog stimulusa), otvaranje isparivača i povećanje isparivosti agensa neće produbiti nivo analgezije dovoljno brzo, posebno ne kod konja. Povećana analgezija, u takvim slučajima, se postiže sa primenom injektivnih analgetskih agenasa. Dovoljno je minimalno povećanje količine injektivnih anestetika za ponovno produbljivanje anestezije.

Neki intravenski anestetski agensi imaju ulogu i u terapiji epileptičnih stanja i trovanja, jer imaju ulogu u **kontrolisanju grčeva**.

NAČINI UPOTREBE

Ako se koriste kao sredstva za uvod u anesteziju, osnovna svrha injekcionih agenasa je da se aplikuju na najpogodniji način, za brzo povećanje njihove koncentracije u krvi i mozgu. To je od velike pomoći za brzi prolazak pacijenata kroz prve dve faze anestezije, čime se mogu izbeći neprijatnosti za sami pacijent ali i za anesteziologa.

Intravenski - Ovoj način omogućava mnogo brže dejstvo leka, jer se lek direktno unosi u krvotok. Mnogo je lakše da se odredi jačina krajnjeg efekta, jer se isti javlja odmah posle upotrebe leka.

Izbor najprikladnijeg anestetika koji će se koristiti za uvod u anesteziju, treba da se bazira na brzini prolaza anestetika od cirkulacije u CNS i vremenu koje je potrebno za pojavljivanje vidljivih efekata. Na primer, tiopental ima bitno brži efekat u odnosu na pentobarbital, koj treba da prođe kroz CNS u većoj koncentraciji za postizanje istog efekta.

Insetkcionoi agens koji ima iritaciono dejstvo na tkiva, potrebno je da se aplikuje intravenski. Ovoj način aplikacije zahteva veću primenu aseptične procedure, iskustva kao i fiksaciju životinje.

Intramuskulno - Ova je vrlo čest način aplikacije lekova koji se upotrebljavaju u premedikaciji, koristan je i za veće anestetske kombinacije, posebno kod pacijenata sa kojim se teško manipuliše, jer ovaj način ne traži veću preciznost i iskustvo.

Mnogo je teško da se odredi konačni efekat, jer je dosta promenljiv. Muskulatura ima dobru vaskularizaciju koja takođe daje odličnu apsorpciju leka, ali ako se lek deponuje iznad fascije apsorpcija će biti znatno sporija.

Drući načini - Potkožno, oralno, intraperitonealno i rektalno su mnogo sporiji načini aplikacije. Isti mogu da se upotrebljavaju kod mnogo malih ili teško savladavivih pacijenata.

OPREMA ZA INJEKCIJONU ANESTEZIJU

Brigaljke (špricevi) - Treba da budu dobrog kvaliteta, sterilni i odgovarajuće veličine. Mnogo lakše se rukuje sa špricvima koji imaju ekscentrično postavljen otvor. Mnogo je teže rukovanje sa špricovima čija je zapremina veća od 50 ml, zbog velike količine injektivnog agensa koj treba da se unese u cirkulaciju. To je važno pri korišćenju tiobarbiturata za anesteziju više konja. Alternativno, veliki volumen anestetika može da se aplikuje i kako infuzija (Guainfenesin kod konja i goveda).

Igle - Treba da budu oštore, sterilne i nagnute pod uglom za lakše probijanje kože i vene. Potrebno je da se izabere igla odgovarajuće veličine i dužine u zavisnosti od pacijenta (25-22 G i 2 sm dužine je idealna za intravensku aplikaciju kod mačaka, 22-18 G, 2.0-2.5 sm za pse i 18-16, 3.75-5.0 sm za velike životinje).

Ako je potrebna kontinuirana aplikacija lekova u toku hirurške intervencije, potreban je nežniji pristup venskom krvotoku. Nije poželjno korišćenje igli koje se fiksiraju za kožu uz pomoć flastera, jer manipulacija sa životinjom u toku operativnog zahvata može da dovede do dislokacije igle, pa će se injekcioni agensi umesto u krvotok izliti u okolno tkivo i izazvati pojavu perivaskularnog zapaljenja i nekroze, posebno ako sam agens ima iritaciono dejstvo. S druge strane, pokretanje igle u krvotoku može da prouzrokuje oštećenje tunike intime i rupturu krvnog suda sa uzrokovanjem hematoma.

Miniven* “leptir (butterfly) ible“ - Igle koje na proksimalnom kraju imaju plastična krilca koja se lako fiksiraju za kožu na mestu aplikacije. One imaju malu dužinu, počinju od krilca do vrha igle, dozvoljavajući precizne pokrete pri ulasku u venu. Posebno su praktične zbog fleksibilnog kontakta (gumeno crevce) između igle i šprica. Oni su pogodni za kratkotrajnu upotrebu lekova, i pacijent ne sme da ostane bez stalnog nadzora u slučaju da dođe do izmeštanja igle izvan vene.

Kateteri (kanile) - Postoje dva tipa:

1) **U igli** - se upotrebljavaju pri dugotrajnoj upotrebi tečnosti. Dugi kateteri se najčešće postavljaju u jugularnu venu preko hirurske incizija. Ovi kateteri se retko koriste u veterinarskoj medicini.

2) **Preko igle** - najčešće korišćeni kateteri. Plastični deo od katetera se uvodi u venu dok je još nad iglom. Kad se jednom zabeleži prisustvo krvi u plastičnoj komori, postepeno se igla sa kateterom gurne napred tako da se distalni deo katetera uvede u venu. Potrebno je da se zadrži igla u veni dok kateter ne bude potpuno uveden u venu. Ovi katetri se više upotrebljavaju u praksi ali ipak imaju određene negativnosti kao što je cena i potrebno iskustvo za manipulaciju. Oni su posebno fleksibilni, čime se smanjuje mogućnost dislokacije katetera i oštećenja vene, dok se pacijenti kreću.

Aplikacija katetera mora da se izvede u strogo aseptičnim uslovima, posebno ako postoje mogućnost za produženo korišćenje (24-48 časova). U takvim uslovima, neophodno je povremeno ispiranje katetera sa heparinskim rastvorom, inače će doći do koagulacije krvi u kateteri. U tom slučaju, ugrušak treba da bude aspiriran sa špricom da ne dođe do njegovog ulaska u cirkulaciju.

U veterinarskoj medicini se koriste kateteri sa veličinom 12-16G / 12-14 cm za velike životinje i 18-22G / 3-5 cm za male životinje. Koliko je dugačak kateter, toliko je sigurnija njegova fiksacija. Kateteri koji su obloženi sa teflonom, se aplikuju mnogo lakše.

Infuzijski sistem – Isti je neophodan u slučaju kad je potrebno aplikovanje veće količine tečnosti ili lekova u dužem vremenskom periodu. Najjednostavnija naprava je zapravo boca sa leptir ventilom koji ispušta vazduh u sam sistem. Komercijalno pripremljena intravenska tečnost je dostupna u plastičnoj kesi.

INJEKCIIONI ANESTETICI

Injektivnите anestetici imaju široku primenu u veterinarskoj medicini. U današnjoj veterinarskoj praksi se koriste anestetici od različitih anestetskih grupa:

- 1) Barbiturati
- 2) Disocijativni Agensi (Cikloheksamini)
- 3) Derivati Imidazola
- 4) Alkilfenoli
- 5) Potentni sintetski opioidni analgetici

Barbiturati - Pretstavljaju jednu od najpopularnijih grupa anestetskih agenasa. Lekovi se klasificuju na osnovu molekula barbituratne kiseline. Odmah nakon aplikacije prodire u sva tkiva. Liposolubilnost im omogućava brzo prodiranje u CNS i brzo postizanje

anestetskog efekta. U isto vreme, zbog distribucije u masno tkivo na periferiji, anestetsko dejstvo barbiturata traje relativno kratko.

Izvesna količina barbiturata ostaje u masnom tkivu i posle buđenja, polako se oslobađa u cirkulaciju i prouzrokuje produženu atoniju muskulature. Od drugih neželjenih efekata primećena je respiratorna depresija i hipotenzija. Posebno je značajna respiratorna depresija kod carskog reza, jer barbiturati prolaze placentarnu barieru i deluju na novorođenčad. Moguća je pojava kašla i laringospazma zbog povećane salivacije (koja se prevenira sa atropinom).

Barbiturati ne poseduju osobene analgetске karakteristike, pa je zbog toga potrebna dodatna upotreba analgetika.

Barbituratni rastvor je visoko alkalan sa pH od 10.0-11.0, zbog toga se aplikuje isključivo intravenski. Paravenoznata aplikacija prouzrokuje lako-vaskularno zapaljenje i nekrozu.

Barbiturati se skoro potpuno metabolišu u organizmu, i izlučuju se preko bubrega.

Barbiturati se klasifikuju prema trajanju njihovog dejstva na:

- 1) Dugo delujuće-** Fenobarbitol; Natrium barbital
- 2) Srednje delujuće-** Amobarbital
- 3) Kratko delujuće-** Pentobarbital
- 4) Ultra kratko delujuće-** Tiopental, Tiamilal, Metoheksital

Svi anestetici grupe barbiturata su natriumove soli, sa ultra kratkim i razdraživim delovanjem na tkiva. Nema pravog antidota za barbiturate. Prekomerno doziranje se terapira ventilacijom, pozitivnim inotropnim agensima, zagrevanjem i povećanjem diureze sa i/v aplikacijom tečnosti.

Pentobarbitol natrium - Najčešće je dostupan u vidu rastvora koji sadrži 50 mg/ml ili 65 mg/ml. Ne se koristi se za mlade životinje i svinje. Lek polako prolazi krvno-moždanu barijeru tako da je početak delovanja spor. Ekscitacija se javlja pri sporoj aplikaciji anestetika. Lek nema iritaciono dejstvo ako se aplikuje perivaskularno. Metabolizam i ekskrecija leka se odvija preko crne frakcije. Male doze leka imaju sedativno dejstvo bez uzrokovana uzbudjenja (ekscitacije).

Pas - Bez premedikacije doze leka variraju od 20 mg/kg za ulaznu hiruršku anesteziju, do 30 mg/kg za duboku anesteziju. Sa prethodnom premedikacijom životinje uglavnom se doza smanjuje za 1/4 do 1/2 (pr. 10-20 mg/kg).

2/3 od potrebne doze leka treba da se aplikuje brzo i/v da bi se savladala početnata ekscitacija koja se javlja pri drugoj fazi anestezije. S obzirom da lek polako prolazi krvno-moždanu barijeru, ostatak od početne doze treba da se aplikuje u frakcionom periodu od 2-5 minuta, u zavisnosti od trajanja željenog efekta. Životinja ne treba da se stimuliše u preliminarnom periodu, u suprotnom mogu nastati ekscitacije.

U toku indukcije zabeležene su 4 faze:

- 1- Nesposobnost da se podigne glava- ***duboka narkoza***

2- Kompletna relaksacija vilice i nesposobnost pokretanja jezika. Prisutan je refleks veslanja- ***laka anestezija***

3- Usporuvanje refleksa veslanja. ***srednje- duboka anestezija***.

4- Gubitak refleksa veslanja. ***duboka anestezija***. Opasna tačka. Respiracije su plitke, tihe i regularne. Mnogo lako može da dođe do predoziranja i kako rezultat toga i poremećaja u disanju. Infuzioni rastvori mogu da se aplikuju pri epileptičnim uslovima ili da omoguće dugotrajnu sedaciju kod kritičnih pacijenata.

Doza: 2-5 mg/kg u početnoj dozi

1-2 mg/kg/na sat preko infuzije

Mačka - Slično kako i kod pasa ali uvek je poželjno da se standardni rastvor razredi na polovinu.

Konji - Pentobarbitol se ne koristi samostalno kod konja zbog sporog buđenja koje je praćeno sa pojavom uzbudjenja. Najčešće se koristi u cilju da produženja anestetskog perioda u takozvanoj ***balansiranoj anesteziji***, koja se izvodi sa aplikacijom trankvilajzera i hloralhidrata. Ova metoda je skoro potisnuta upotreboom drugih kombinacija lekova, kako na pr. ***ksilazin/ tiopentanol/ gvaifenesin*** ili pak ***ksilazin/ ketamin/ gvaifenesin***.

Ždrebadi: Buđenje od anestezije može da traje i do 3 časa, zbog smanjene funkcije mikrosomalnih enzima.

Goveda - Slično kako i kod konja. Može da se koristi samostalno kao 20% rastvor, ali ne pokazuje zadovoljavajući efekat zbog produženog buđenja. Utvrđeno je da delovanje može da bude neutralisano analeptikom (Bemegride). Delovanje ovog reverzibilnog agensa nije zadovoljavajuće jer životinja može da se vrati u prvobitno stanje. Može da se koristi kod teladi starijih od jedan mesec, ali buđenje je produženo na oko 3 časa. U starosti od dve nelje buđenje može da traje i do dva dana.

Svinje - Može da se aplikuje i/v u dozi od 20-30 mg/kg. Postoje zabeležene individualne razlike u osjetljivosti na lek, kao i pojavu na respiratorne depresije.

Tiobarbiturati - Se najčešće primenjuju kao natriumove soli, i to u vidu praška koji se rastvara u vodi pre upotrebe. Komercijalni preparati se sastoje od mešavine suvog natrium karbonata i barbiturata i to da bi se prevenirala precipitacija nerastvorivih slobodnih kiselina atmosferskog ugljen dioksida. Tiobarbiturati su delimično jonizovani i primenjuju se kao slabe organske kiseline. Nerastvorena frakcija je rastvoriva u masti (aktivna komponenta), dok rastvorena frakcija je vezana sa plazminim proteinima i nije aktivna. Perivaskularna aplikacija dovodi do iritacije, i u koncentraciji većoj od 2.5 %, može da prouzrokuje nekrozu. U tom slučaju treba da se aplikuje lidokain i/ili fiziološki rastvor na mestu nepravilne perivaskularne aplikacije.

Tiamilal i tiopentanol su najčešće korišćeni agensi za uvod u inhalacionu anesteziju ili opet kao samostojni agensi za kratkotrajnu proceduru. Povećanje doze pri dužoj proceduri (> 1 čas), prouzrokuju zasićenje anestetika u tkivu i prolongiranje buđenja. Ne treba da se upotrebljavaju kod životinja u šoku, životinja sa aritmijom, ili smanjenom kardiovaskularnom funkcijom.

Prekomerno doziranje i smrt najčešće nastaju kako rezultat respiratornog zastoja. Pacijent treba brzo da bude intubiran i ventiliran sa 100% O₂, čime pacient može da se izvuče iz krize. Cirkulacija treba da je podržana sa i/v aplikacijom tečnosti.

Pas i Mačka –kod njih se ne preporučuje samostalno korišćenje tiobarbiturata bez prethodne premedikacije. U slučaju kad je potrebna momentalna akcija, tiobarbiturati mogu da se upotrebljavaju samostalno ili u kombinaciji sa sedativom/trankvilajzerom, koji se daju kasnije, sa svrhom da se spreči ili da se kontroliše ekscitacija. Alternativno, polovina doze tiopental-a se aplikuje odmah, onda 0.2 mg/kg diazepamom, čeka se 20 sekundi, potom se aplikuje ostala količina tiopental-a koja služi za kompletiranje indukcije.

Tiamilal: 20 mg/kg (samostalno) - Hirurška anestezija

Tiopental - Za brz **uvod** u inhalacionu anesteziju, potrebna je doza od **10-12 mg/kg** kod zdravih životinja. Kad se ima potrebe za hirurškom anestezijom za 10-20 minuta potrebna doza iznosi 20-30 mg/kg. Jedna trećina doze se aplikuje brzo (za 15 sekundi), dok se ostatak upotrebljava polako do željenog efekta.

Za **hiruršku anesteziju**, kada se koristi **premedikacija**, doza je 8-15 mg/kg i/v. **Buđenje** je često povezano sa pojavom ekscitacija, osobito ako prethodno nije izvršena premedikacija (sedacija). Tiobarbiturati ne treba da se daju preko infuzije ili sa frakcionom aplikacijom, zbog brzog zasićenja tkiva, što produžava buđenje.

Tiobarbiturati ne uzrokuju ekscitaciju pri uvodu kad se aplikuju polako intravenski. Kod bolnih i otrovanih životinja doza treba da bude smanjena, a aplikacija odložena.

Konji - Acepromazin 0.05 mg/kg i/v + *Tiopental* 8 mg/kg i/v

Ksilazin 0.5 mg/kg i/v + *Tiopental* 6-7 mg/kg i/v

Ksilazin 1.0 mg/kg i/v + *Tiopental* 4 - 5 mg/kg i/v

Ove doze su prikladne za proceduru i uvod u inhalacionu anesteziju i kastraciju. Po aplikaciji tiobarbiturata, za koje je potrebno otprilike 30 sekundi, se ne javlja reakcija u sledećih 10-15 sekundi (pri premedikaciji sa acepromazinom) i 20-30 sekundi (ksilazinom). Onda, konj duboko diše, sedi na zadnjem delu i pada na stranu. Ponekad, posebno kad se tiobarbiturati daju suviše brzo, konj može i nekontrolisano da padne. Iz ovog razloga je važna kvalitetna fiksacija konja i iskusan radnik koji će da kontroliše konja tokom uvođenja u anesteziju i koji će pridržavati glavu da se spreči povređivanje pri padu. Kad konj zauzme ležeći položaj, glava treba da se fiksira, a u zavisnosti od hirurškog postupka to treba da se uradi i sa nogama.

Buđenje je najčešće postepeno, posebno ako se za premedikaciju koristi ksilazin ili/i gvaifenzin. Više kliničara preferiraju postavljanje pacijenta u lateralni položaj, i pri tome da glava bude pokrivena, sve do momenta kada konj može da se podigne na svoje ekstremitete bez ičije pomoći.

Metoheksitol –Se ne upotrebljava često u praksi, ali dobar je u slučaju kad je potrebno brzo oporavljanje. Ima dva puta veću snagu ali kraći efekat u odnosu na tiopental. Buđenje je mnogo brže, čak i posle produžene anestezija.

Obično se koristi kao 1 % rastvor kod malih životinja. Uvod u anesteziju je mnogo blaži kada se metoheksitol aplikuje kao bolus. Posle ovog može da nastane period apneje. Kontraindikovan je kod pacijenata sa epilepsijom. Doza: Pas i Mačka (kao 1% r-r) 5 mg/kg i/v. koristi se sa prethodnom premedikacijom.

Disocijativni anestetici (cikloheksamini) – Termin *disocijativna anestezija* se koristi za opisivanje anestetskog stanja koji se indukuje lekovima koji prekidaju transmisiju signala koji idu od nesvesnog ka svesnom delu mozga. Ova grupa lekova prouzrokuje depresiju, imobilizaciju, analgeziju i disocijativnu anesteziju.

Disocijativna anestezija se karakteriše sa kataleptoidnim stanjem, u kojem su oči otvorene, muskulni tonus je izražen, baš kao i salivacija. Analgezija je intenzivna (izražena somatska ali ne i visceralna analgezija), ali je relativno kratkotrajna. Moguće su pojave halucinacija i eksitacija.

Fenciklidin - Ovo je originalni cikloheksamin, ali je dosta zloupotrebljavan lek zbog čega je povučen iz upotrebe.

Tiletamin - Ovoj lek često dolazi u kombinaciji sa benzodiazepinom kao Telazol ili Zoletil. Kombinacija ovih lekova se upotrebljava za uvod u anesteziju i savladavanje divljih životinja. Visoke doze se mogu koristiti za anesteziju ali može postojati velika razlika između odabrane i efektivne doze. Veliki udeo u tome mogu imati stanje pacijenta i hirurški postupak. **Doza:** **Pas** 2-13 mg/kg; **Mačka** 2-15 mg/kg

Ketamin - najčešće korišćen anestetik u veterinarskoj praksi, pre se zbog njegove bezbednosti i kompatibilnosti koristio sa drugim anestetskim agensima. Prvi put je sintetisan 1963 godine. Uveden je u veterinarsku medicinu u 1970 godini. Rastvara se u vodi, rastvorljivost u masti je 5-10 puta veća od one kod tiopentala. Izaziva bol pri I.M. aplikaciji.

Farmakološke karakteristike

Centralni nervni sistem – Ketamin prouzrokuje nesvest i analgeziju, zavisno od doze. Doze od 0.1, 1.0, 1.5 i 2.0 mg/kg prouzrokuju nesvest za 1.5 do 10 minuti. Zbog male molekulske mase i dobre liposolubilnosti, ketamin ima brz početak dejstva, sa postizanjem maksimalnog efekta po 1 minutu. Delovanje Ketamina, kada se aplikuje jednokratno u bolusu, prestaje brzo, zbog brze redistribucije iz mozga u druga tkiva.

Ketamin menja reaktivnost CNS-a na senzorne impulse bez pojave blokade senzornog ulaza na nivou spinalnog ili moždanog stabla. Ovi impulsi mogu stići do kortikalnih delova ali ne mogu biti registrovani zbog disocijacije asocijativnih regija (retikularna i limbusna) u toku anestezije.

Male doze ketamina imaju antikonvulzivni efekt, zbog antagonizma na NMDA receptorima. Ipak, mogući su konvulzivni napadi (više od 11 %) kod pasa, posobeno ako se daju samostalno.

Intenzivna analgezija postiže se već u plazminoj koncentraciji od 0.1 µg/ml. Stepen analgezije, kod pasa, je zadovoljavajući za somatski bol, dok je prilično mali za visceralni bol. Za razliku od pasa, doza od 2 do 8 mg/kg, kod mačaka, indukuje visceralnu analgeziju sličnu onoj indukovanoj od butorfanolom (0.1 mg/kg).

Epiduralna upotreba ketamina prouzrokuje selektivnu analgeziju, zavisno od doze.

Kardiovaskularni Sistem – Povećava srčanu kontraktilnost, srčanu frekfenciju, unos kiseonika u miokard, kao i sistemski i plućni krvni pritisak.

Respiratorični sistem - Efekti su različiti kod pojedinih vidova, ali generalno ne blokira ventilatorni odgovor hipoksije. Kod mačaka, ptica i ovaca, dolazi do privremenog pada parcijalnog pritiska kiseonika zbog smanjenja respiratorne frekfencije i smanjenog tidalnog volumena, dok kod teladi ostaje isti ili raste.

Respiracija i minutni volumen kod pasa, se u početku smanjuje, ali se vraća u normalne vrednosti posle 15 minuta. Karakteristična je **prolazna apneja**, posle koje sledi karakteristično apneustičko disanje (dubok inspirijum – apnea –dubok ekspirijum).

Ketamin uvek prolazi kroz placentu - Fetusi pokazuju znake depresije, ali glavna prednost ketamina i negove upotrebe prilikom carskog reza je kratko vreme poluraspada. Ova činjenica je korisna samo u slučaju kad se ketamin koristi kao sredstvo za uvod, ali ne i za održavanje anestezije.

Druge karakteristike

- tonus skeletne muskulature je sačuvan, nekad se primećuje i hipertonus, slabii spontani pokreti, ali i tremor sa tonično-kloničnim grčevima;
- neki refleksi (faringealni, laringealni, palpebralni i kornealni) su sačuvani u lakoj anesteziji, ali se gube u hirurškoj anesteziji;
- životinje su osjetljive na zvuke, svetlo i druge senzorni podražaje;
- postojan palpebralni refleks (oči su otvorene);
- duboko disanje
- blago povećan arterijski pritisak
- blago povišen intraokularan i intrakranijalan pritisak
- moguća je povećana salivacija
- dubina anestezije se procenjuje prema reakcijama na bolne stimuluse

Metabolizam - Brza eliminacija ketamina kao i buđenje iz anestezije nastaje od njegove redistribucije iz krvi i CNS do drugih tkiva. Ketamin se brzo metaboliše u jetri kod pasa, konja i čoveka, dok se skoro uopšte ne metaboliše kod mačaka, kod kojih se skoro sav unesen ketamin izlučuje nepromenjen kroz bubrege.

KLINIČKA PRIMENA

Psi – Ketamin, se kod pasa primenjuje intravenski ili intramuskularno a, indukuje povećan mišićni tonus, spontane pokrete, agresivno buđenje i povremene grčeve. Zbog tih razloga, ketamin, u kliničkoj praksi se koristi u kombinaciji sa više sedativnih lekova (diazepam, ksilazin ili acepromazin).

Osnovni razlog za kombinovanje lekova sa ketaminom je izbegavanje neželjenih sporednih efekata (salivacija), postizanje zadovoljavajuće mišićne relaksacije, produžavanje perioda anestezije i imobilizacije i smanjenje ukupne količine ketamina.

Benzodiazepini izazivaju centralnu mišićnu relaksaciju, čime se smanjuje ketaminom izazvani povećani mišićni tonus (**midazolam** 0.5 mg/kg i/v i **ketamin** 10 mg/kg i/v). Skraćuje se vreme do intubacije, dok je buđenje iz anestezije laganije. Trajanje anestezije sa ovom kombinacijom je od 12 do 15 minuta. Intravenska aplikacija **acepromazina** (0.11 mg/kg) i **ketamina** (11 mg/kg), indukuje anesteziju u trajanju od 10 do 35 minuta, sa dobrom mišićnom relaksacijom i laganim buđenjem.

Ksilazin (1.1 mg/kg i/m) često se koristi sa (za indukciju anestezije u trajanju od 20 do 40 minuta. Posebno povoljno dejstvo ima kombinacija od 0.5 mg/kg i/m ksilazina i 22 mg/kg i/v, za porodiljske operacije sa zadovoljavajućim nivoom hirurške anestezije i muskulne relaksacije.

Medetomidin, kao noviji alfa 2 agonist, se takođe koristi za kraće anestetske procedure. **Medetomidin** (40 µg/kg i/m) i **ketamin** (5 mg/kg i/m) indukuju anesteziju (u trajanju od 20 – 35 min.), koja se može usporediti sa onom indukovanim kombinacijom **Ksilazina/ ketamina** (1.0 mg/kg i/m - 15 mg/kg i/m). Mišićna relaksacija je duža kada se koristi kombinacija **medetomidin/ketamin**.

Kod mlađih životinja simultana **intravenska** aplikacija ksilazina/ketamina (1 mg/kg i 10 mg/kg), prouzrokuje hipoventilaciju (hipoksemiju), tahikardiju, početnu hipertenziju, smanjuje srčani rad i kontraktilnost, kako i povećanu ukupnu sistemska vaskularnu rezistenciju. Pri ovoj dozi može nastati fatalna hipoksija ili srčana depresija. Nisu primećene slične promene u slučajevima kad se aplikuju ksilazin i ketamin odvojeno, ili kad se upotrebljavaju u smanjenoj dozi.

Ksilazin i ketamin povećavaju osjetljivost miokarda na **aritmije**, i isti ne smeju da se koriste kod životinja kod kojih postoji srčana aritmija ili bilo kakav drugi srčani problem.

Mačka – **Ketamin** prouzrokuje duboku anesteziju u dozi od 11 do 44 mg/kg i/m. Zavisno od doze, vreme za indukciju varira od 1 do 8 minuta od injektovanja anestetika. Brza indukcija i lakše buđenje može da se indukuje sa venskom aplikacijom 2-6 mg/kg ketamina. Međutim, treba da se obrati posebna pažnja zbog mogućnosti srčanog zastoja (aresta) ili apneje.

Diazepam (0.3 mg/kg) može da se meša u istom špricu zajedno sa **ketaminom** (5.5 mg/kg) sa sporom intravenskom aplikacijom, za kratkotrajnu indukciju anestezije. Ova kombinacija je dokazano povoljna za mačke sa kompromitovanom kardiovaskularnom funkcijom. Slična kombinacija (0.22-0.44 mg/kg diazepam i 1-5 mg/kg ketamina) uspešno se koristi i za gerijatrijske pacijente.

U kliničkoj praksi, posobeno je popularna i kombinacija **ksilazin/ketamin**. Ksilazin (0.5-1.1 mg/kg i/m) se aplikuje, sa ili bez atropina, 20 minuta pre ketamina (11-22 mg/kg i/m). Anestetičko dejstvo ove kombinacije je produženo, upoređujući ga sa dejstvom kombinacije **diazepam/ketamin**.

Ketamin u kombinaciji sa ksilazinom se često upotrebljava kao sredstvo za uvod u inhalacionu anesteziju.

Oči mačke koja je anestezirane sa ketaminom ili nekom kombinacijom, su otvorene, a pupile su dilatirane.

Da bi se zaštita kornea od sušenja poželjno je da se u konjuktivalnu vrećicu aplikuje neka očna mast.

Laringealni i faringealni refleksi su održani, ali postoji mogućnost za aspiracionu pneumoniju. Prolaz endotrahealnog tubusa je olakšan zbog povlačenja (retrakcije) glasnih žica. Zajednički sporeden efekat je pojačana salivacija, zbog čega se preporučuje korišćenje atropina u premedikaciji.

Ketamin i njegovi metaboliti se eliminišu preko bubrega i zbog toga **ne sme** da se daju kod životinja sa renalnom insuficiencijom. Isto tako treba da se **izbegavaju** i kog pacijenata sa bolestima jetre.

Konji – Ketamin ne treba da se upotrebljava samostalno kod konja. Aplikuje se isključivo intravenski posle aplikacije sedativa. Za ovu svrhu, ketamin se najčešće kombinuje sa **ksilazinom**. **Ksilazin** (1.1 mg/kg) se aplikuje venski 5-10 minuta pre **ketamina** (2.2-3.0 mg/kg), za indukciju sigurne i efektivne anestezije, za sve rasne konje, u trajanju od 10 do 25 minuta. Neretko, srčana frekfencija se smanjuje za 1/3 po upotrebi ksilazina, frekfencija se održava na istom nivu i po aplikaciji ketamina, dok se respiracija održava na preanestetskom nivou. Anestezija može da se produži sa aplikacijom od 1/3 do 1/2 od originalne doza za oba leka.

Diazepam može da se aplikuje (0.02 mg/kg) između **ksilazina i ketamina** (2 minuta po ksilazinu), da bi se omogućila lakša indukcija. Ova varijanta je nešto skuplja od one sa tiopentalonom, međutim uvod i buđenje iz anestezije je bitno lakše.

Ponekad se javlja lakše uzbuđenje kod konja, često zbog slabe sedacije, bučne okoline.

Početak dejstva je spor (50-60 sekundi po aplikaciji ketamina). Konj sedi na zadnjem delu tela, pa se potom polako prevrne na stranu. Analgezijata traje približno 10-25 minuta.

Za vreme buđenja, životinja leži oko 15-20 minuta, i pri tom ne pokazuje neke posebne znake buđenja, ili samo blago pomeranje u sternalni položaj, u kojem ostaje do kasnijeg ispravljanja.

Kratkotrajna anestezija može da se postigne i sa korišćenjem kombinacije **detomidin** (20 µg/kg i/v) i **ketamin** (2.2 mg/kg i/v) 6-8 minuta kasnije. Ova kombinacija obezbeđuje bolju muskularnu relaksaciju od kombinacije sa ksilazinom.

U svim ovim slučajevima treb dobro proceniti mogućnost konja da ustane i po potrebi sprečiti ustajanje konja dok dejstvo anestetika ne oslabi.

G-K-K (Super Drip) – Ova kombinacija se koristi za održavanje anestezije kod konja, ako nije dostupna inhalaciona anestezija. Preporučuje se endotrehealna intubacija za snabdevanje sa kiseonikom. Konji zadržavaju palpebralni refleks u toku hirurške anestezije, za razliku od inhalacione anestezije.

Mešavina:

- **Guaifenesin** 5.0% - 50 mg/ml (u 5% dekstrozi) (1l)
- **Ksilazin** 0.05% - 0.5 mg/ml (5 ml/l)
- **Ketamin** 0.1 % - 1.0 mg/ml (10 ml/l)

Za uvod u anesteziju se koristi 1.1 ml/kg (500 ml za ~450 kg) od rastvora ili poboljšana kombinacija ksilazin/ketamin. Održavanje anestezije, se izvodi sa *Super Drip* mešavinom.

Za održavanje je potrebna kontinuirana infuzija od 2.75 ml/kg/čas (1.2 l na 450 kg). Kardiovaskularna depresija je minimalna, dok anestezija može da se održava u periodu od 2 časa i duže. U toku svog anestetskog vremena neophodno je konstantno snabdevanje sa kiseonikom.

Svinje – Ketamin se ne koristi kao samostalan agens, posobeno **ne** pri i/m aplikaciji. Negativna strana je pojava bola pri aplikaciji, hipersalivacija i ekscitacije.

Doza: 2.0-5.0 mg/kg i/v **ketamin i ksilazin 1-2 mg/kg**.

Goveda – Ksilazin (0.1-0.2 mg/kg i/v) u kombinaciji sa **ketaminom** (2.5-5 mg/kg i/v), obezbeđuje kratkotrajnu anesteziju, za manju operativnu proceduru kod preživara. Anestezija može sigurno da se produži sa ketaminom (1-2 mg/kg i/v) sa sporom aplikacijom do postizanja efekta. Kod *koza*, kombinacija atropina (0.44 mg/kg i/m), ksilazina (0.2 mg/kg i/m) i ketamina (11 mg/kg i/m), prouzrokuje produženu anesteziju u trajanju od ~45 minuta. Pogodna je za izvođenje laparotomije, kastracije, dekornuacije i manjih ortopedskih procedura. Anestezija može da se produži 2-3 časa, sa dodavanjem 6 mg/kg i/m ketamina.

Alkilfenoli - **Propofol** je intravenski anestetik novijeg datuma, sa kratkim vremenom delovanja, koji se osim kod ljudi, koristi i kod pasa i mačaka. Propofol je dokazano popularan agens koji se upotrebljava kod jednostavnih hirurških intervencija, upravo zbog brzine metabolizma i smanjenom postanestetskom nauzejom, što omogućava brzo buđenje pacijenta i vraćanje normalnih aktivnosti.

Propofol dovodi do brzog gubitka svesti (20-40 sek), po njegovoj i/v administraciji. Po aplikaciji inicijalne doze, propofol se brzo distribuira u CNS, što rezultuje sa brzim početkom dejstva. Kratko trajanje dejstva je rezultat smanjenja koncentracije u plazmi zbog njegove redistribucije u mozak i ostala tkiva i efikasne eliminacije iz plazme sa metabolisanjem. Ovoj sistem distribucije propofola je sličan kao kod tiopentala, ali buđenje i oporavak su mnogo brži, zbog činjenice da metabolit propofola je 10 puta brži od onog kod tiopentala.

Brzina aplikacije leka utiče na vreme početka dejstva. Mnogo spora aplikacija produžava vreme za gubitak svesti, što može da poveća pojavu smanjene indukcije, sa umerenim znacima ekscitacije. Najbolji rezultati su dobijeni kad je **prva polovina od potrebne doze** aplikovana dovoljno **brzo**, dok se sledeća polovina aplikuje sporijim tempom, slično kako i preporučena aplikacija tiobarbiturata.

Kontinuirana infuzija je popularna metoda za administraciju propofola jer omogućava održavanje sedacije ili hirurške anestezije. Brzo buđenje nastaje upravo zbog visokog kapaciteta perifernih delova za propofol. Propofol se metaboliše u jetri, u formi glukuronidnih ili sulfatnih metabolita, koji se izlučuju putem urina. Oralna adiministracija ne daje nikakav efekat zbog brzine metaboliziranja propofola. Mišićna aplikacija propofola ne može indukovati anesteziju, tek samo laku sedaciju i ataksiju.

Propofol smanjuje arterijski krvni pritisak za 20-40%, po intravenskoj administraciji. Hipotenzija traje nekoliko minuta, i primećena je kad se propofol aplikuje preko infuzije ili dodatne injekcije za održuvanje anestezije.

Kod ljudi, prilikom indukcije propofolom, može da se javiti apnea i dugotrajna respiratorna depresija. Uvodna apnea je naglašena prilikom premedikacije opioidima. Ista izaziva manje posledice kod intubiranih pacijenata, kod kojih je olakšana ventilacija. Dokazano je da kod životinja anesteziranih sa propofolom, kod kojih se izvodi manja hirurška intervencija, javlja blaga respiratorna depresija, zbog čega se preporučuje endotrahealna intubacija i administracija kiseonika.

Prilikom upotebe propofola nisu utvrđene nikakve abnormalnosti koji se odnose na funkciju jetre i bubrega a takođe ne izaziva niti depresiju adrenokortikalne funkcije.

Nisu utvrđena eventualna tkivna oštećenja pri perivaskularnoj ili intraarterijalnoj aplikaciji, niti bilo kakav efekt bronhomotornog tonusa i gastrointestinalne motorike. Propofol može da dovede do beznačajnog smanjenja intraokularnog pritiska, slično kako i tiopental, zbog čega može da se koristi kod većine oftalmoloških procedura.

Prilikom indukcije propofolom, mogući su prolazni znaci ekscitacije (nistagmus i opistotonus) kod pasa i mačaka. Kod nekih pasa, zabeležena je pojava opistototnusa i hiperekstenzije prednjih ekstremiteta i tokom buđenja. Aplikacija diazepamama (0.3 do 0.5 mg/kg), potpuno ili parcijalno odstranjuje neželjene efekte.

Psi koji imaju manju telesnu masu, i manju količinu masnog tkiva, imaju produženo vreme buđenja, više zbog redistribucije propofola u organizmu, nego li zbog smanjenog metaboliziranja u jetri.

Bez obzira na to, propofol može slobodno da se koristi kako sredstvo za uvod u anesteziju bez da dođe do produženog buđenja, posobeno ako se anestezija održava sa inhalacionim anestetikom.

Propofol se, sa velikom sigurnošću, koristi za anesteziju pri izvođenju carskog reza, kod pasa i mačaka, i pri čemu nisu primećeni nikakvi neželjeni efekti kod plodova niti kod majke. Konačno, treba razumeti da je propofol sedativ-hipnotik i da nema većeg analgetskog efekta u subanestetskoj dozi. Čak i kad je životinja u potpunoj nesvesti, reagovaće na bolne nadražaje. Zbog toga, je neophodna dopunska aplikacija analgetika.

Ako administraciji propofola predhodi **premedikacija**, induksijska doza se bitno **smanjuje**. Indukcija anestezije kod **ne premedikovanih** pasa se postiže sa 6-8 mg/kg i/v propofola, dok su za sedirane životnine doze smanjene do 2-4 mg/kg i/v. Buđenje po jednokratnoj dozi od 6 mg/kg i/v, javlja za 20 minuta, dok ista doza kod mački produžava buđenje na 30 minuta.

Premedikacija sa 0.02-0.04 mg/kg acepromazinom, smanjuje induksijsku dozu propofola za 30-40%.

Održavanje anestezije sa propofolom se izvodi sa kontinuiranoj infuziji aa 0.2-0.6 mg/kg/min. ili naizmeničnim bolusima od 0.5-2 mg/kg po potrebi. Frekfencija administracije zavisi od tipa intervencije i stepena bolnosti.

Jaki sintetski opioidni analgetici - Najčešće se koriste u humanoj anesteziji, kao i za imobilizaciju divljih životinja. Njihova rutinska upotreba u veterinarnarskoj praksi je relativno nova, ali je u postojanom rastu.

Sredstva koja se upotrebljavaju za uvod u anesteziju ili za imobilizaciju divljih životinja obezbeđuju dobru analgeziju i sedaciju. Njihovo korišćenje izaziva duboku respiratornu depresiju, koja zahteva dodatnu ventilacionu podršku. Povećani tonus vagusa može da dovede do bradiaritmije, koje se preveniraju ali i tretiraju antiholenergicima.

Životinje su otpornije na efekte ovih lekova u odnosu na ljude. Prilikom rukovanja sa ovim lekovima treba se biti veoma oprezan jer i jako male količine mogu delovati fatalno za lice koje njima rukuje. Pri rukovanju treba da se preuzmu sve neophodne mere zaštite.

Fentanil - Negov efekat je za oko 100 puta veći od onog kod morfina ali mu je dejstvo relativno kratko (20 min.). Može da se upotrebljava u toku operacije, i to kao dodatna

analgezija u dozi od 2 µg/kg IV ili kao sredstvo za uvod u anesteziju u kombinaciji sa dijazepamom. Aplikuje se 5-10 µg/kg **fentanila** i/v i za 5-10 min se doda dijazepam u dozi od 0.5 mg/kg i/v. Ova kombinacija je odlična za visoko rizične životinje, međutim analgezija je kratkotrajna, zbog čega je potrebno dodavanje fentanila. Važno je da se naglasi da je uvod u anesteziju spor, zbog odvojene aplikacije lekova. Pojedine vrste životinja mogu da pokažu znake uznenirenosti, posobeno Seteri i Španijeli.

Pri samostalnoj aplikaciji fentanila, postupak je sledeći: 10 µg/kg fentanil i/v, kako početna doza, i 0.7 µg/kg/min za infuziju.

Alfentanil – Ima 25 puta jači efekat od morfina. Ima kratkotrajno delovanje, približno 20 minuta. Doza kod pasa iznosi 5-10 µg/kg i/v, i dovoljna je za manje intervencije ili za uvod u anesteziju.

Sufentanil - Njegova snaga je za 4000 puta veća od morfijuma, međutim ima mnogo kratko dejstvo oko 10 minuta. Često se upotrebljava kako sredstvo za uvod u anesteziju kod pasa, i to samostalno ili u kombinaciji sa benzodijazepinima. Pri njegovoj upotrebi treba da se sledi sledeći protokol:

- premedikacija: **Glikopirolat** 0.01 mg/kg i/m, 40 minuta pred uvod u anesteziju
- uvod: primarno, aplikacija **Sufentanila** 3 - 5 µg/kg kao početna doza, i sekundarno **Midazolam** 0.2 - 0.4 mg/kg i/v
- Održavanje anestezije: Infuziona mešavina midazolama i sufentanila, 1 ml **Sufentanil** (50 µg/ml) i 3 ml **Midazolam** (5 mg/ml)

Kao dopuna može da se doda mali procenat izoflurana u kombinaciji sa kiseonikom.

Lofentanil i Karfentanil - Posebno jaka sredstva, koja se najčešće upotrebljavaju za imobilizaciju divljih životinja. Kako antagonist, se preporučuje **naltrekson**. Za ljude može da ima fatalan ishod i u minimalnoj dozi.

Etorpin (M99) - Se koristi kako sredstvo za imobilizovanje divljih životinja. Ovaj agens ima veliku snagu i fatalan je za ljude i u minimalnoj dozi.

Dostupan je u kombinaciji sa sledećim neuroleptičkim sredstvima:

Imobilon (M99 i metotrimeprazin) – za male životinje

Imobilon (M99 i acepromazin) - za velike životinje

Diprenorfin (Revivon) je takođe antagonist, koji se daje u jednakim količinama kako i *Immobilon*.

NEUROLEPTANALGEZIJA

Neuroleptanalgezija je definisana kao uvod u depresiju CNS i analgeziju prouzrokovanoj kombinacijom sedativa i jakog analgetika. Ovoj metod se primenjuje kod pasa, mačaka, konja i svinja. Životinje, se pod dejstvom neuroleptanalgezije mogu, ali ne moraju, da ostanu svesne ali u svakom slučaju reaguju na zvučne nadražaje, često defeciraju a može da je javi i povraćanje.

Kombinacije sedativa i opioida rezultuju sa sedacijom i analgezijom, ataksijom ili punom nesposobnošću za stajanje. Analgezija može da traje do 40 minuta.

Kao neželjeni efekti mogu da se javi depresija disanja (čak i apnea), bradikardija, defekacija i flatulencija. Sa svrhom da se izbegne hipoventilacija, potrebno je da se obezbedi upotreba kiseonika, zaštita respiratornih puteva, kao i disajna podrška.

Predoziranje može da prouzrokuje duboku bradikardiju i respiratornu depresiju; respiratorna depresija, generalno može da se reverzira sa opioidnim antagonistima (nalokson, nalorfin i dr.). Veće životinje treba da budu premedikovane sa parasimpatikoliticima (atropin ili glukopirolat) da bi se prevenirala bradikardija i povećana salivacija.

Često, se kod pasa, neuroleptanalgezija kombinuje sa barbituratima (**tiopental** 1 mg/kg posle kombinacije **acepromazin-oksimorfon**), čime se eliminiše stimulirajući efekat buke i obezbeđuje se poboljšana mišićna relaksacija.

Korisna je za kratkotrajne operativne procedure i carski rez kod malih životinja.

Acepromazin (0.2-0.4 mg/kg) u kombinaciji sa **morfinom** (0.4-0.8 mg/kg i/v) ili **oksimorfonom** (0.1-0.2 mg/kg i/v) se koristi za indukciju neuroleptanalgezije kod pasa; **diazepam** (0.2 mg/kg i/v) i **oksimorfon** ili **butorfanol** (0.2-0.4 mg/kg i/v) se koriste kod pasa i mačaka.

Alfa 2 agonisti (**ksilazin**, **medetomidin**) u kombinaciji sa opioidima (**morfín**, **butorfanol**), isto tako se koriste za indukciju neuroleptanalgezije kod pasa i mačaka. **Medetomidin** (2-10 µg/kg i/m) u kombinaciji sa **morfínom** (0.2 mg/kg i/m).

Kombinacija **ksilazin** (0.6 mg/kg i/v) ili **detomidin** (2-6 µg/kg i/v) i **morfín** (0.2 - 0.6 mg/kg i/m) ili **butorfanol** (0.02-0.04 mg/kg i/v) često se koriste kod konja.

Komercijalno dostupna sredstva

Inovar-Vet – Kombinacija na **droperidola** i **fentanil**. Se koristi kod pasa, svinja i nekih laboratorijskih životinja. Ne upotrebljavaju se kod konja, a ne preporučuju se ni kod mačaka.

Poglavlje 7

OPŠTA ANESTEZIJA - Inhalaciona anestezija

**OPŠTA RAZMATRANJA ANESTEZIOLOŠKI APARATI SISETMI ZA DISANJE
ASISTIRANA VENTILACIJA INHALACIJSKI ANESTETICI**

OPŠTA RAZMATRANJA

Inhalaciona anestezija se zasniva na unošenju opštih anestetika udisanjem, tj. preko sistema organa za disanje. Ona omogućava brz uvod i brzu promenu dubine anestezije kao i brz oporavak od anestezije nakon završenog hirurškog zahvata.

S obzirom na svoje fizičke osobine inhalacioni anestetici se mogu podeliti na lako isparljive tečnosti i gasove.

Inhalacioni anesetici su inertna jedinjenja koja ne podležu znatnim promenama u organizmu. Do danas nije pronađen specifični receptor u CNS-u preko kojeg bi se moglo objasniti delovanje inhalacionih opštih anestetika, pa se smatra da je glavno mesto njihovog dejstva lipidni sloj membrane nervnih ćelija, gde podižu prag električnog pražnjenja, stvaranja i prenosa akcionog potencijala.

Inhalacijski anestetici, međutim, osim što dospevaju do CNS-a, distribuiraju se i po drugim tkivima i organima. Upravo je ova distribucija odgovorna za razlike u brzini delovanja i odstranjivanja anestetika iz organizma.

Uopšteno govoreći, inhalacioni anesetici dovode do depresije CNS i mioreaksacije, dok dejstvo na kardiovaskularni i respiratorni sistem zavisi od doze. Depresivni efekti ovih anesetika se mogu precizno kontrolisati zahvaljujući brzoj promeni dubine anestezije.

Svi inhalacioni anestetici (sa izuzetkom azotnog oksidula), u zavisnosti od doze imaju depresivni učinak na disanje i rad srca. U kliničkoj praksi takav vid depresije često uspešno anulira hirurški podražaj, pa depresija često nema klinički značaj.

Zajednička osobina svih inhalacionih anestetika je brza indukcija hirurške anestezije i mogućnost brze promene dubine anestezije.

Vaporizacija isparljivih agenasa

Para (isparenje) može se definisati kao gasna faza tečnog stanja. Do isparavanja tečnosti dolazi uvek kada je temperatura tečnosti iznad kritične temperature isparavanja. Međutim i obrnut proces se dešava istovremeno, pa je u zatvorenom sistemu (kontejneru) izjednačen broj molekula koji napušta tečnu fazu i broj molekula koji se iz gasovite faze se vraća u tečnu fazu (ekvilibrum). U tom slučaju kažemo da je para u potpunosti zasićena (saturirana).

Para, koja se dobija od lako isparljivog inhalacionog anestetika, se meša sa kiseonikom i zatim se dostavlja do pacijenta preko posebnog sistema za disanje.

Azotni oksidul, je jedini **anestetički gas** koji se upotrebljava kao inhalacioni anestetik, za razliku od prethodnih, on mora da bude uskladišten u bocama sa visokim pritiskom, i da se preko reduktora (ventila) pusti u sistem za disanje. U veterinarskoj medicini, azotni oksidul se retko koristi.

Transport anestetika

Dubina anestezije, osim od vrste anesetika, zavisi i od parcijalnog pritiska anestetika u centralnom nervnom sistemu, koji je povezan sa parcijalnim pritiskom anesetika u krvi i plućnim alveolama.

Mehanizam rastvaranja inhalacionog anestetika u krvi i drugim tkivima, se zasniva na razlikama u parcijalnim pritiscima.

Da bi anestetik ostvario svoje dejstvo neophodno je da prođe kroz krvno-moždanu barijeru odnosno da bude liposolubilan.

Postoji više fizičkih zakona koji opisuju način deovanja i distribucije inhalacionih anestetika.

Daltonov zakon parcijalnih pritisaka: Gasovi koji se nalaze u jednoj mešavini imaju svoj poseban parcijalni pritisak. Ukupni parcijalni pritisak te mešavine je jednak zbiru pojedinačnih parcijalnih pritisaka.

Gremov zakon: Odnos difuzije gase preko polupropusne membrane je obrnuto proporcionalan kvadratnom korenu njihove molekulske mase.

Fikov zakon difuzije: Brzina difuzije je proporcionalna razlici koncentracije supstanci.

Koefficijent razdvajanja: Predstavlja količinu tečnosti koja je prisutna u podjednakoj zapremini dve faze, pri stabilnoj temperaturi, kada su te dve faze u ravnoteži. Ovaj koeficijent se koristi da bi se pravilno opiše proces primanja i distribucije anestetičkog gasa.

Što je veća razlika u pritiscima gase između plućnih alveola i centralnog nervnog sistema, to će biti veća brzina uvoda u anesteziju.

Distribucija anestetika u tkivima zavisi pre svega od njihove prokrvljenosti.

Tokom uvoda u anesteziju kretanje molekula gase se odvija u skladu sa razlikom u gradijentima pritisaka i to prema sledećem rasporedu:

Udahnuti gas	→ Alveole	→ Tkiva sa dobrom prokrvljenosti i rastvorljivosti (mozak, srce, bubrezi)	→ skeletna muskulatura	→ masno tkivo (mali protok krvi).
---------------------	-----------	---	------------------------	-----------------------------------

Mozak i druga tkiva koja su dobro prokrvljena mogu veoma brzo dostići ravnotežu sa parcijalnim pritiskom anestetika u alveolama, za razliku od muskulature i masnog tkiva.

Postoje i drugi faktori koji utiču na brzinu izjednačavanja parcijalnih pritisaka anestetika u mozgu i alveolama.

1) Ventilacija. Ubrzanjem ventilacije, povećava se i količina gasa koja dolazi do alveola i analogno tome se povećava i količina gasa koji dođe do mozga.

Brzina indukcije se može ubrzati sa povećanjem intenziteta ventilacije.

2) Rastvorljivost. Ako je anestetik liposolubilan, značajna količina može da se zadrži i u masnom tkivu. Zbog toga može doći do usporavanja izjednačavanja parcijalnih pritisaka gasa u alveolama i u mozgu, što rezultira smanjenjem brzine indukcije anestezije.

Liposolubilnost utiče i na brzinu oporavka od anestezije. Masno tkivo može da zadrži cirkulaciju što produžava vreme oporavka od anestezije.

3) Rad srca. Uticaj anestetika na rad srca je poprilično komplikovan. Pretpostavka je da pacijenti koji nemaju srčanih problema, i koji imaju dovoljnu snadbevenost pluća sa krvlju, bi trebali imati brz uvod u anesteziju. Međutim često se dešava da usled ubrzanja rada srca, ubrzava se i brzina cirkulacije krvi kroz pluća pa nema dovoljno vremena za izjednačavanje parcijalnih pritisaka anestetika u krvi i plućnim alveolama.

Ovo je upravo jedan od razloga koji se javlja teškoće prilikom uvođenja ekskutiranih životinja u anesteziju. U bolesnih životinja ili životinja u šoku, indukcija je mnogo brža zbog smanjenja srčane aktivnosti. Zbog brze indukcije pacijentima je potrebno kraće vreme za ulazak u preduboku anesteziju, zbog čega je neophodan oprez.

4) Distribucija koncentracije. Kod pacijenta koji se uvodi u inhalacionu anesteziju isparivač mora biti podešen na veću koncentraciju anestetika nego što je potrebno za održavanje anestezije. To pomaže da se poveća parcijalni pritisak gasa u alveolama i da se poveća količina gasa koja se transportuje do mozga, kako bi uvod u anesteziju bio brž i efikasan.

Kod oporavka iz opšte anestezije parcijalni pritisak gase se polako smanjuje. Međutim nakon završene operacije isključuje se dostavljanje inhalacionog anestetika, a životinji se izvesno vreme administrira kiseonik.

Pojava **difuzione hipoksije** se može javiti kod upotrebe slabo liposolubilnih agenasa u velikoj koncentraciji (azotni oksid). Agens difunduje veoma brzo što dovodi do povećanja njegove alveolarne koncentracije i istiskivanja drugih gasova (uključujući i kiseonik). Udisnjem atmosferskog vazduha, nastaje hipoksija. Zbog toga pacijent mora da još neko vreme (nekoliko minuta) prima čist kiseonik, nakon prestanka administracije azotnog oksidula.

Veoma je važno shvatiti i koncept **denitrogenizacije**, posebno ako se koristi mešavina gasova koja sadrži azotni oksid. Organizam uspostavlja ravnotežu parcijalnih pritisaka sa gasovima koje udiše. Kada se za disanje koristi čist kisonik, onda se iz pluća oslobođa azot, sve dok se ne uspostavi ravnoteža sa kiseonikom. U otvorenim sistemima inalacione anestezije, usled brzog protoka gase, ova se ravnoteža relativno brzo uspostavlja, međutim kod zatvořenih sistema denitrogenizacija se vrši sporije.

Minimalna alveolarna koncentracija (MAC) inhalacionog anestetika se definiše kao alveolarna koncentracija anestetika koja blokira refleksno reagovanje na bolni podražaj kod 50% pacijenata.

Minimalna alveolarna koncentracija se izaržava u volumenskim procentima (vol %).

MAC je opšte prihvaćena mera kojom se izražava jačina inhalacionog anestetika.

Što je veći MAC to je niža snaga anesteika tj. potrebne su veće količine za njegovo dejstvo. Ove vrednosti se koriste za podešavnja sparivača.

Najčešća vrednost MAC za održavanje hirurške anestezije je 1,5-20. Ipak ove vrednosti znatno variraju u zavisnosti od vrste anestetika, stanja pacijenta i administracije drugih lekova.

Faktori koji utiču na MAC

- 1) Razlike unutar vrste i razlike između vrsta;
- 2) Cirkadijalni ritam, MAC može da pokaže varijacije i kod iste životinje ukoliko se meri u različitim delovima dana. MAC se povećava u onom periodu kada je povećana metabolička aktivnost.
- 3) Hipokapnija i hiperkapnija. Smanjenje koncentracije ugljendioksida minimalno utiče na MAC, dok povećanje koncentracije CO₂ na 95 mmHg deluje depresivno i snižava MAC.
- 4) Metabolička acidoza. Promene arterijske pH nemaju značajan uticaj na MAC.
- 5) Starost. Potrebno je manje anestetika za starije pacijente;
- 6) Drugi lekovi. Kombinovana upotreba opioida ili drugih analgetika i sedativa, značajno smanjuje MAC.

Tab. 11. Vrednosti MAC za pojedine inhalacione anestetike

Anestetik	MAC %	
Eter	1,92	
Halotan	0,75	
Enfluran	1,68	
Izofluran	1,15	
Metoksifluran	0,16	
Azotni oksidul	101 200 250	čovek pas mačka

APARAT ZA INHALACIONU ANESTEZIJU

Inhalacioni anestetici su po hemijskom sastavu halogenizovani ugljovodonici koji su u tečnom agregatnom stanju, pa se pre administriranja pacijentu, moraju prevesti u gas. Ovi anestetici obično imaju značajnu snagu pa njihovo doziranje mora biti naročito precizno. Azotni oksidul je jedini anestetik koji se koristi a koji je u gasovitom obliku na sobnoj temperaturi i uvek se primenjuje u kombinaciji sa kiseonikom.

Mešavina anestetičkih agasova i kiseonika se dostavlja do pacijenta momoću sistema za disanje.

Osnovni zadaci aparata za inhalacionu anesetiziju su:

- Snadbevanje sa kiseonikom
- Dostava tačno određene količine anestetika
- Odstranjivanje ugljen dioksida
- Održavanje i kontrola ventilacije pacijenta

Aparat za inhalacionu anesetiziju priprema preciznu mešavinu gasova (kisonik i anestetik) i preko sistema za disanje tu smesu distavlja do pacijenta, uz istovremenu eliminaciju ugljendioksida.

Pritisak gasova zavisi od dela sistema aparata za inhalacionu anesteziju, a poznавање ovih delova je neophodno za razumevanje rada i siguran rad sa anesteziološkim aparatom.

Sistem jne tako sastavljen od delova sa visokim, srednjem visokim i niskim pritiskom.

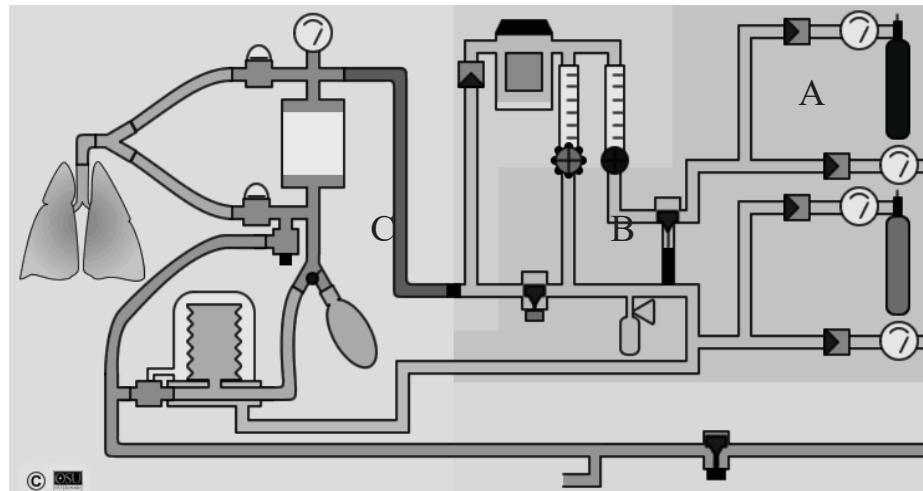
Deo pod visokim pritiskom se sastoji od boca sa visokim pritiskom u kome se nalazi kiseonik, creva zavisoki pritisak i ventila (reduktora). Pritisak u ovom delu sistema iznosi 150-200 bara.

Deo pod **srednje visokim pritiskom** sprovodi gasove (kiseonik) od redukujućeg ventila do protokmera (dela koji reguliše protok kiseonika u jedinici vremena). Pritisak u ovom delu iznosi 3-5 bara.

Deo pod niskim pritiskom je onaj deo aparata za inhalacionu anesteziju koji počinje od protokmera, nastavlja se isparivačem i dalje sa sistemom za dostavu gasova do pacijenta.

Slika. 10. Shematski prikaz aaparata za inhalacionu anesetiziju

- A. Deo pod visokim pritiskom
- B. Deo pod srednje visokim pritiskom
- C. Deo pod niskim pritiskom



Visoki pritisak

Boce za gasove su osigurane i namenski pravljene da izdrže visoki pritisak kao i da se izbegne pogrešno instaliranje i povezivanje.

Kiseonik se korisit da bi omogućio disanje pacijentu kao i da bi poslužio kao nosač za anestetički gas. Kiseonik se čuva u bocama koje mogu da se nalaze uz sam aparat za

inhalacionu anesetziju (tzv. E cilindri koji sadrže do 700 litara kiseonika) ili da budu smešteni van klinike (tzv. H rezervoar koji sadrži i do 7000 litara). Svakako da je skladištenje kiseonika van zgrade mnogo bezbednije ali podrazumeva i izgradnju specijalnih vodova (metalnih cevi) sa priključnicama. U velikim klinikama ovaj sistem se posebno dizajnira i služi ne samo za inhalacionu anesteziju nego i za pokretanje pneumatskih uređaja i sl. Pritisak kiseonika unutar tankova je 200 bara.

Azotni oksid se često koristi u humanoj medini, a u veterinarskoj dosta ređe. Skladišti se u bocama pod pritiskom slično kao i kiseonik

Na bocama sa gasom nalaze se i **merači pritiska gasa**. Obično postoje dva ovakva merača. Jedan pokazuje pritisak unutar cilindara sa gasom, a drugi merač se nalazi nakon reduktora i pokazuje pritisak u sistemu sa srednje visokim pritiskom

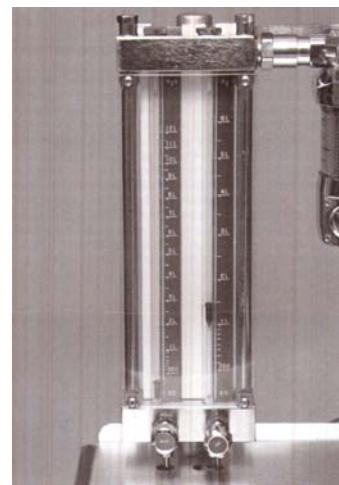
Ventil za redukciju pritiska (reduktor) – Visoki pritisak koji vlada u cilindrima mora da se umanji kako ne bi oštetio aparat za inhalacionu aneseteziju. Ovaj reduktor snižava pritisak na nekih 40-50 psi (pounds per square inches). Ovaj pritisak treba da je konstanatan bez obzira na visinu pritiska u cilindrima.

Nizak pritisak

Merač protoka kiseonika (protokmetar) - Gas prolazi kroz sistem iz cilindra kroz cev pod visokim pritiskom i dospeva do reduktora, koji snižava pritisak na 40-50 psi, a zatim se kiseonik transportuje putem creva do protokmera koji reguliše protok kiseonika. Ovaj merač se ustvari sastoji od staklene cevi unutar koje nalazi kuglica. Puštanjem kiseonika kroz cev, podiže se i kuglica, a visina do koje kuglica dosegne je kalibrisana i označava protok kiseonika u minuti (litara/minut). Protokmer dodatno smanjuje pritisak gase, tako da kiseonik koji izlazi iz protokmera je sada manjeg pritiska i usmerava se prema isparivaču. Postoje različite vrste protokmera za svaki gas.

Odavde sistemom niskog pritiska gas se usmerava prema pacijentu.

Direktni (bajpas) ventil – Aparat za inhalacionu anesteziju poseduje i bajpas ventil, koji omogućava da kiseonika zaobiđe protokmer i isparivač i da bude direktno dostavljen do pacijenta. Na ovaj način se brzo dostavlja kiseonik do pacijenta i puni se sistem za disanje. Međutim ovaj ventil sme da se koristi samo u zatvorenom sistemu (vidi posle) zbog toga što je kiseonik koji se na taj način ubacuje u sistem za disanje je pod visokim pritiskom pa može izazvati barotraumu kod pacijenta.



Sl. 11. Protokmer za kiseonik i azotni oksidul.

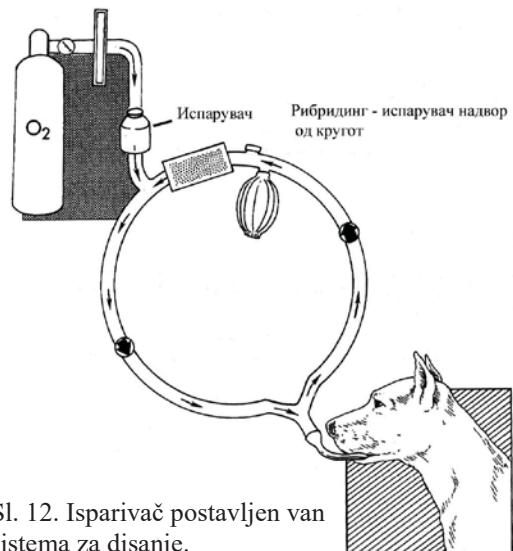
Ventil za kontrolu dotoka azotnog oksidula – Aparat za inhalacionu anesteziju koji koristi i azotni oksidul mora da ima ugrađen i poseban sistem za njegovu dostavu (redukcioni ventil) i doziranje (poseban protokmer).

Isparivač (evaporator) – Najčešće upotrebljivani inhalacioni anesteici su u tečnom stanju na sobnoj temperaturi i normalnom atmosferskom pritisku. Ove tečnosti se prevode u gasovito stanje u isparivaču koji uz to vrši i precizno doziranje količine gase u kiseoniku koji se doprema do pacijenta.

Svaki inhalacioni anestetik zahteva posebnu njemu svojstvenu vrstu isparivača. Isparivač se može postaviti na dve lokacije. Tako on može da bude postavljen u sistem za disanje **VIC** (**vaporizer in the circuit**) ili da bude postavljen van sistema za disanje **VOC** (**vaporizer out of the circuit**).

Jednostavni (neprecizni) isparivači - Ovaj tip isparivača je jednostavne konstrukcije i dizajnom podeća na staklenu teglu u kojoj se vidi nivo tečnog anestetika iznad kojeg se nalazi kiseonik. Kod ovog tipa isparivača se ne može precizno kontrolisati količina inhalacionog anestetika u gasu koji se otprema prema pacijentu, a takođe nemaju ni mogućnost kompenzacije i eliminacije razlike u isparljivosti usled temperturnih osciliranja.

Precizni isparivači - Ovi isparivači su tako konstruisani da imaju mehanizam za kontrolisano doziranje anestetika kao i poseban sistem za kompenzaciju i eliminaciju razlike u isparljivosti usled temperturnih osciliranja i količine gasa koji protiče. To im omogućuje precizno doziranje količine anestetika. Ovaj tip isparivača je klaibriran za samo jedan anestetik. Ovaj tip isparivača ima visoki otpor pa se postavljaju van disajnog sistema.



Sl. 12. Isparivač postavljen van sistema za disanje.



Sl. 13. Precizan isparivač.

SISTEMI ZA DISANJE

Sistem za disanje predstavlja komplet komponenti sastavljen uglavnom od cevi i jednosmernih ventila, koji ima zadatku da dostavi smesu kiseonika i inhalacionog anestetika do pacijenta.

Postoje četiri osnovna principa koja se odnose na sistem za disanje a koja je potrebno poznavati u cilju bezbednog izvođenja anestezije:

Otpor – protoku anestetičkog gasa se javlja kao rezultat razlike u pritiscima na redukcionom ventilu (oko 40 psi) sa jedne strane i pritiska na strani pacijenta (atmosferski pritisak) sa druge strane. Otpor zavisi i od promera cevi disajnog sistema kao i od načina protoka gasa (laminarno ili turbulentno).

Laminaran protok je linijski i miran tok gase, paralelan sa zidom cevi. Protok je najbrži u centralnom delu cevi jer je tu trenje najmanje. U slučaju laminarnog protoka gase važi Hagen-Poiseuov zakon po kome je promena otpora kretanju direktno proporcionalna brzini protoka gase, viskonošću i dužini cevi a obrnuto proporcionalna promjeru cevi.

Turbulentni protok predstavlja neuređeno kretanje gase u vidu vrtloga. Javlja se kod nepravilnog oblika cevi ili kod nailaska na prepreku.

Kako bi se osigurao minimalni otpor proticanju gasa potrebno je da cevi kojima se doprema gas do pacijenta budu što je moguće kraće i šire, i bez naglih promena u dijametru ili prisustva oštrih uglova koji kompromituju tok gasa.

Sistem sa ponovnim udisanjem (Rebreathing)

Sistem sa ponovnim udisanjem pomogućava ponovno udisanje prethodno izdahnutog gasa, ali tek nakon što se iz njega posebnom hemijskom reakcijom (absorbensu) ukloni ugljen dioksid.

Udahnuta koncentracija - Nekoliko faktora mogu da promene mešavinu gasova koja se prenosi od anestetskog aparata do pacijenta:

- a) Udisaj;
- b) Razređenje; (U disajnom sistemu postoji posebni ventil preko koga pacijent može udahnuti vazduh iz prostorije)
- c) Curenje; (Količina izgubljenog gasa zavisi od mesta curenja i od pritiska u sistemu. Anestetski aparat se mora prekontrolisati pre svake anestetske procedure).
- d) Povećanje ili gubitak anestetika u sistemu. To može dovesti do povećanja udahnute koncentracije anestetika u fazi buđenja ili njegovo smanjenje u toku anestetskog perioda.

Toplina i vlažnost - Medicinski gasovi ne sadrže vodu (tj. vlagu) kao što je to slučaj sa atmosferskim vazduhom, što kod pacijenta dovodi do isušivanja respiratorne sluzokože, gubljenja funkcije cilija, nakupljanja gustog traheobronhijalnog sekreta i smanjenja telesne temperature. Sistemi sa ponovnim udisajem zadržavaju toplinu i vlagu izdahnutog gasa pa su sa te strane u prednosti.

U odnosi na način unosa i odstranjivanja gasova od pacijenta postoje dve grupe sistema za disanje:

Otvoreni disajni krug – Sistemi bez ponovnog udisanja gasova (Non-rebreathing circuit) i

Zatvoreni disajni krug - Sistem sa ponovnim udisanje izdahntih gasova (Rebreathing circuit)

Sistem bez ponovnog udisanja gasova (Non-rebreathing circuit) – Svež gas od aparata za inhalacionu anesteziju se preko isparivača i disajnih cevi doprema do pacijenta koji ga udiše. Izdahbuti gasovi se izbacuju u atmosferu ili preko izduvnog ventila. Najednostavniji predstavnici ove grupe disajnih sistema su: **Ayre's T piece** i najkorišteniji **Bain circuit**.

Kod ovih sistema, pauza koja se javlja pre inspirijuma ima veliko značenje jer u toj fazi sveža mešavina gasova ulazi u sistem, tačnije u ekspiratornoj grani i istiskuje ranije izdisani vazduh, koji se tamo nalazi, u atmosferu. Kada pacijent ponovo udahne, sveža mešavina gasova iz inspiratorne i ekspiratorne grane ulazi u pluća.



Sl. 14. Ayre's T piece sistem sa respiratornim balonom.

Glavni nedostatak ovih sistema je veliki protok svežeg gasa zbog čega se ne koriste za životinje teže od 10 kg, dok su mali otpor i minimalni mrtvi prostor posebno značajni u anesteziji životinja sa malom telesnom težinom.

Ayre's T piece – Jednostavan sistem bez ponovnog udisanja, koji nema ventile pa zbog toga ima veoma malen otpor i minimalan mrtvi prostor, pa je stoga podesan za veoma male životinje. Inspiratorna cev ima manji promjer od ekspiratorne kako ne bi došlo do udisnaja atmosferskog vazduha. Ovaj sistem može da bude opremljen i respiratornim balonom koji ima otvor na distalnom kraju

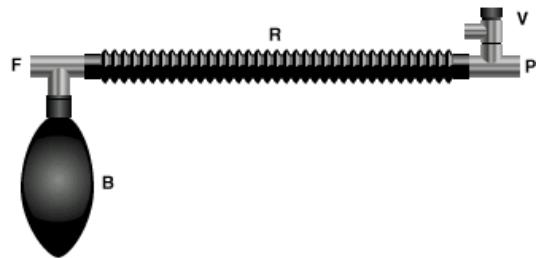
Bain circuit – Poznat je i kao koaksijalni sistem, zbog toga što se protok svežeg gasa odvija preko unutrašnje, inspiratorne cevi, a izdisanje gasa se vrši preko spoljašnje, ekspiratorne cevi. Za ovaj sistem nije neophodno prisustvo ekspiracionog balona ali je svakako poželjno njegovo prisustvo jer oogućava asistiranu ventilaciju u slučaju prestanka disanja. Balon može da se postavi na ekspiratornu cev.



Sl. 15. Bain sistem sa respiratornim balonom

Brzina protoka gasa u ovom sistemu treba da bude takva da se onemogući ponovno udisanje izdahnutog gasa. Protok kiseonika treba da bude 100-120ml/kg/min. Ako se koristi kombinacija sa azotnim oksidulom onda brzina protoka kiseonika treba da bude 40-60ml/kg/min i dvostruko više azotnog oksidula. U tom slučaju pacijent udiše 33% kiseonik i 66% azotni oksidul.

Magill sistem – funkcioniše tako da je potrebna 50% veći protok gasa od minutnog volumena pacijenta. Gasovi se prilikom ekspirijuma odstranjuju preko izdisajnog ventila (V). Ovaj sistem ima tendenciju nakupljanja ugljen dioksida.



Sl. 16. Magill sistem sa respiratornim balonom

Minutni volumen – predstavlja proizvod inspiratornog/ekspiratornog volumena (tidalni volumen) i frekvence respiratornih pokreta.

Tidalni volumen je obično od 10 -20 ml/kg telesne mase.

Minutni volumen za pse iznosi obično 170-300 ml/kg/min.

Prednosti otvorenog sistema:

- Malen otpor kod disnanja
- Malen mehanički mrtvi prostor (prostor u sistemu koji je ispunjen gasovima koji se ponovno udišu a bez da su prošli kroz absorbens ugljendioksida)

- Jednostavnija konstrukcija i manja mogućnost kvara
- Jeftiniji sistemi
- Lakša manipulacija i održavanje
- Dugotrajnost

Nedostatci otvorenih sistema:

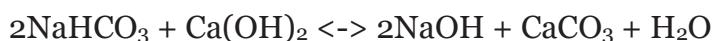
- Budući da nema ponovnog udisanja gasova, do pacijenta uvek stiže nova količina gasa koji je suv i hladan
- Znatno veća potrošnja anestetika i kiseonika.

Sistemi sa ponovnim udisanjem izdahnutih gasova (Rebreathing circuit) – Kod ovih sistema izdahnuti gas se ponovno koristi nakon što se odstrani ugljendioksid pomoću hemijskih agenasa (absorbens).

Kružni sistem – Se sastoji od sledećih komponenti: absorbens ugljendiksida, dva jednosmerna ventila, merač pritiska, dela za dovod svežeg gasa, izduvnog ventila, creva za disanje, Y dela i respiratornog balona.

Absorbens ugljen-dioksida – U ovom delu sistema za disanje se vrši uklanjanje ugljen-dioksida iz izdahnutog vazduha. Absorbens je konstruisan stakleni rezervoar u kome se nalaze granule koje vrše apsorpciju. Ove granule se sastoje od smeše kalcijum hidroksida 94 %, Natrijum-hidroksida 5 % kalijum hidroksida 1 %. Kalijum hidroksid ima ulogu indikatora koji se prebojava kada se promeni pH.

Ugljen-dioksid reaguje sa komponentama granula u egzotermnoj hemijskoj reakciji:



Sl. 17. Rezervoar sa absorbensom ugljen-dioksida.

Proizvod ove hemijske reakcije je kalcijum karbonat. Zapremina absorbensa treba da je dovoljno velika da može da prihvati ekspiratori volumen pacijenta, s tim da je efektivna zapremina ovog rezervoara oko (46-70%) od ukupne zapremine jer se u njemu nalaze granule. Vremenom granule se zasićuju i umanjuje se njihov kapacitet vezivanja ugljen-dioksida. To se može primetiti pomoću promene boje granula (indikator reaguje na promene pH) ali i samom konzistencijom granula. Sveže granule se lako mogu zdrobiti pod prstima, a kasnije, usled stvaranja kalcijum karbonata postaju tvrde. Uz to pouzdan znak ispravnog rada absorbensa je i njegovo zagrevanje (egzotermna reakcija) u toku rada.

Zasićenost absorbensa se manifestuje:

- Promenom boje granula (u sivu ili roze boju)

- Mekane granule postaju tvrde
- Prestanak zagrevanja
- Povećanje parcijalnog pritiska ugljendioksida u izdahnutom vazduhu.

Deo za dostavljanje svežeg gasa - Mesto gde anestetski gasovi, iz aparata, ulaze u disajni sistem. Najčešće je povezan fleksibilnom cevi od anestetskog aparata do posude sa apsorbensom.

Jednosmerni ventili – Ovi ventili se sastoje od diskova koji se nalaze u prozirnom kućištu kako bi se mogao pratiti njihov rad. Funkcionisu poput krvnih zalistaka i omogućavaju samo jednosmeran protok gasa.

Konektor (Y – deo) – Ima ulogu da sastavi ekspiratornu i inspiratornu cev sa endotrahealnim tubusom. Y konektori su standardizovani u tako da je promer cevi prema pacijentu 15 mm, a promer cevi ka cevi za disanje 22mm.

Respiratori balon – Napravljen je od kvalitetne gume ili neoprena sa visokim standardom sigurnosti od spontanog pucanja. Pa ipak ne treba ga izlagati visokom pritisku. Uloga balona je da u kružnom sistemu prihvati višak gasa koji se pojavi ali i da posluži kao rezervoar za privremeno disanje ukoliko iz nekog razloga dođe do smanjenog dotoka gasa iz isparivača. Zbog toga, zapremina balona treba da je minimalno 6 disajnih volumena pacijenta. U optimalnom slučaju balon treba da je napunjen sa $\frac{3}{4}$ svoje zapremine gasa

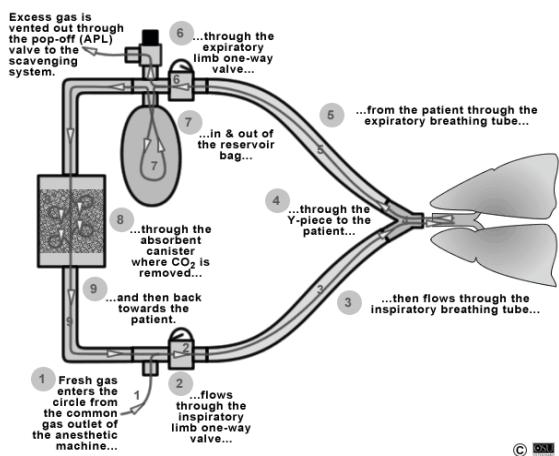
Balon ima sledeće funkcije:

- a) Omogućava akumuliranje gase a ujedno ga i štiti od razređivanja kod sistema bez ponovnog udisanja.
- b) Omogućava kontrolu disanja. Pritiskanjem balona moguće je upuhivati gas u pacijenta kod prestanka disanja. Svakako da je respirator mnogo bolja varijanta.
- c) Omogućava i vizuelnu detekciju disanja
- d) Štiti pacijenta od prevelikog pritiska u sistemu
- e) Pruža dodatnu količinu gase kod inspiracije ukoliko dodok svežeg gasa nije dovoljan.

Cevi za disanje – Izrađene su od rebraste gume ili plastike kako bi se izbeglo njihovo presavijanje ili kompresija. One imaju dve funkcije:

- a) Imaju ulogu rezervoara u pojedinim sistemima;
- b) Omogućavaju jednostavnu fleksibilnu vezu između anestetske mašine i pacijenta

Sigurnosni izduvni ventili (Pop-off ventil)- Ovaj ventil omogućava ispuštanje gase iz disajnog sistema u onim slučajevima kada pritisak pređe određenu granicu, kako ne bi došlo do oštećenja plućnog parenhima pacijenta. Višak gase se ispušta u okolinu, a najbolje



Sl. 18. Kružni (Rebreeding) sistem

je ukoliko se omogući njegovo oticanje u poseban sistem koji ga sprovodi napolje kako ne bi štetno delovao na osoblje. Važno je napomenuti da pri uključivanju kontrole disanja preko veštačke ventilacije, ovaj ventil mora da bude zatvoren.

Manometar – Predstavlja indikator pritiska u sistemu. Veoma je značajan za kontrolu pritiska u sistemima koji imaju konstantan pritisak. Kod pasa i mačaka pritisak u disajnom sistemu iznosi od 10-15 cm H₂O a kod konja 20-25 cm H₂O.

Kod provere curenja sistema potrebno je zatvoriti izduvni ventil i Y deo. Zatim se u sistem ubacuje kiseonik i prati se postojanost pritiska na manometru koja treba da je konstantna, što ukazuje na to da ne dolazi do curenja gasa.

Prednosti zatvorenog sistema:

- Ekonomičan – smesa izdahnutog kiseonika i inhalacionog anestetika se nakon uklanjanja ugljen-dioksida ponovo ubacuje u disajni sistem i ponovo se udiše
- Potrošnja kiseonika i anesetika je minimalna u poređenju sa otvorenim sistemom.
- Temperatura i vлага izdahnutog vazduha se koristi za zagrevanje udahnutog vazduha.

Nedostatci zatvorenog sistema:

- Povećan otpor pri disanju. Ovaj otpor formiraju cevi, disajni ventili, absorbens i sigurnosni ventil.
- Veliki mehanički mrtvi prostor.
- Sporija promena koncentracije anesetetika u udahnutom vazduhu
 - Volumen u disajnom sistemu u kome je postavljen balon od 3 litra iznosi ukupno 6 litara. Ova količina deluje kao pufer i potrebno je izvesno vreme da se promena koncentracije inhalacionog anestetika, zadata na isparivaču, odrazi i na udahnutoj smesi.
 - Ulaz svežeg gasa, u otvorenom sistemu, se nalazi u blizini priključka na endotrahealni tubus, pri čemu se sve promene koncentracije anestetika odmah reflektuju u udisanom vazduhu.

VEŠTAČKA VENTILACIJA

Održavanje ventilacije predstavlja jedan od najvažnijih aspekata obezbeđivanja sigurne anestezije. Normalna ventilacija se definiše kao ona ventilacija kod koje se održava parcijalni pritisak ugljendioksida u arterijskoj krvi 35-40 mm Hg.

Uopšteno govoreći respiratori pokreti grudnog koša ili abdomena se mogu smatrati znacima disanja. Međutim, oni nisu siguran pokazatelj kvaliteta respiracije. Zbog toga se na monitoru prate i drugi vitalni parametri kao koncentracija ugljendioksida u izdahnutom vazduhu, pulsna oksimetrija, ali i klinički znaci, boja sluzokože i dr. U slučaju kada pacijent spontanim disanjem ne uspeva da obezbedi adekvatene parametre, ili kada u potpunosti prestane da diše potrebno je



Sl. 19. Aparat za veštačku ventilaciju (IPPV) – Intermittent Positive Pressure Ventilation

vršiti veštačku ventilaciju pomoću respiratornog balona ili uključivanjem uređaja (ventilatora)

Uzroci insuficijencije respiracije

1. Depresija centra za disanje

- a. Lekovi (anestetici, toksini, drugi lekovi)
- b. Metabolička (acidoza, koma, endotoksini)
- c. Fizički (povišen intrakranijalni pritisak)

2. Smetnje u širenju grudnog koša

- a. bol
- b. trauma
- c. torakalna hirurgija
- d. nadun abdomena
- e. mišićna slabost
- f. pretilost
- g. deformacija kostiju grudnog koša
- h. nepravilno pozicioniranje životinje
- i. neuromuskularna blokada
- j. povreda nerava

3. Nemogućnost širenja plućnog parenhima

- pneumotoraks
- pleuralni izliv
- dijafragmatska hernija
- oboljenja parenhima pluća
- neoplazije
- pneumonija
- atelektaza

4. Akutno kardiopulmonalno zatajenje

5. Pulmonalni edem

Često se dešava da pacijenti ne uspevaju da u toku operacije održe nivo PCO₂ u okviru fizioloških vrednosti tj. 35-40 mm Hg. Apneja je svakako apsolutni indikator za otpočinjanje veštačke ventilacije. Takođe i nesposobnost da se održi parcijalni pritisak kiseonika PO₂ >60 mm Hg i zasićenje hemoglobina sa ugljenioksidom iznad 90% zahteva otpočinjanje veštačke ventilacije. Veštačka ventilacija je neophodna i prilikom korišćenja neuromuskularnih blokatora i kod depresije CNS-a i torakotomije.

Važni parametri koje trebamo poznavati kod otpočinjanja veštačke venitlacije:

A. Tidalni volumen (V_t): zapremina gasa koja se udahne/izdahne u jednom respiratornom ciklusu iznosi:

1. 15 ml/kg za životinje do 200 kg.
2. 10 ml/kg za životinje telesne mase preko 200 kg.
3. Zapremina na ventilatoru treba da bude povećana za 2-4 ml/kg pri veštčkoj ventilaciji (IPPV), da se kompenzuje proširivanje disajnih cevi kod povećanog pritiska.

B. Minutni volumen (V_m): zapremina gasa koji se udahne/izdahne u jednoj minuti.

1. Zavisi od V_t frekvencije disanja - $V_t \times RPM = V_m$

C. Adekvatna ispunjenost pluća zahteva približno 15-20 mm H₂O pozitivnog pritiska;

D. Spontani disajni ciklus

1. Trajanje spontane inspiracije

- 1 sec kod malih životinja
- 1.5-2 sec kod velikih životinja

E. Određivanje parametara potrebnih za otpočinjanje veštačke ventilacije

1. V_t (u normalnim uslovima)

- a. do 10-15 ml/kg kod malih životinja
- b. do 14-16 ml/kg kod velikih životinja

2. Pritisak

- a. 15-20 mm H₂O kod malih životinja i 20-30 mm H₂O kod velikih životinja

- b. Kod hirurških zahvata sa torakotomijom potrebno je povećati pritisak

3. I/E – odnos inspirijuma i ekspirijuma

- a. 1:2 до 1:4.5 kod malih životinja
- b. 1:1 до 1:4.5 kod velikih životinja

4. Vreme inspiracije

- a. Oko 1.5 sec. kod malih životinja

- b. Oko od 2-3 sec. kod velikih životinja

INHALACIONI ANESTETICI

Inhalacioni anestetici su farmakološki aktivne supstance koje prouzrokuju gubitak svesti, muskularnu relaksaciju, analgeziju. Za primenu inhalacionih anestetika neophodna je oprema tj. aparat za inhalacionu anesteziju.

U tekstu ispod su opisane farmakološke karakteristike najčešće korišćenih inhalacionih anestetika.

Azotni oksidul (N_2O)

Bezbojan, nerastvorljiv inertni gas, nezapaljiv i ne podržava sagorevanje. Za kliničku upotrebu se skladišti u čeličnim bocama kao tečnost pod pritiskom od 4500 kPa. Tečnost u ovim cilindrima, konstantno isparava tako da manometar pokazuje ovek isti pritisak u boci, sve dok ima tečne faze. Kada se tečnost potroši dolazi do naglog smanjivanja pritiska. Zbog toga je jedini način da se odredi preostala količina azotnog oksidula je da se odredi težina boce.

Azotni oksidul ima relativno visoku MAC (pas 188%, mačka 255%, čovek 101%). Ove vrednosti su neostvarive pa se azotni oksidul ne koristi kao primarni anestetik nego samo kao dopuna nekom drugom inhalacionom anestetiku.

Ukoliko se primenjuje, onda se njegova količina u smesi podešava na 66-70%, a ostatak smeše čini kiseonik. Ova smeša se preko isparivača dostavlja do pacijenta.

Azotni oksidul ima minimalni kardiopulmonalni efekat. Vrlo retko su zabeležena dejstva na simpatički tonus. Nema svojstvo miorelaksacije.

Azotni oksidul difunduje mnogo brže od kiseonika. Brzina difuzije dovodi do nagomilavanja azotnog oksida u tkivima pa može da prouzrokuje nakupljanje ovog gasa u telesnim dupljama. Zbog toga je kontraindikovana primena azotnog oksidula kod pneumotoraksa ili crevne opstrukcije. Difuzija gasa u creva se često dešava kod primene azotnog oksidula kod konja, pa usled ekspanzije dolazi do povećanja intraabdominalnog pritiska

Isparljivi anestetici na bazi etra

Metoksifluran- Nezapaljiva tečnost slatkastog mirisa sa tačkom ključanja na (104°C). Metoksifluran ima osobinu da difunduje kroz gumena creva što je naročito izraženo kod inhalacionih aparata starije generacije. Zbog visoke tačke ključanja, maksimalna koncentracija ovog anestetika u smesi za disanje je 3,3%. Zbog toga je otežan uvodu u anesteziju kada se obično radi postizanja brzog efekta na početku anestezije povećava koncentraciju. Uz to ovaj anestetik reaguje sa metalima i oksiduje pa mu se dodaje antioksidans. Deluje depresivno na kardiopulmonalnu funkciju ali i pored toga puls i disanje ostaju stabilni. Takođe senzibiliše miokard na delovanje kateholamina.

Metoksifluran reagira sa metalima u sistemu i nestabilan je na svetlost, zbog čega se dodaje antioksidans. Ovaj antioksidans se akumulira u isparivaču, zbog čega može izazvati greške u funkcionisanju.

Metabolizira se u jetri gde se produkuju fluoridni joni koji mogu da budu nefrotoksični. Ostali proizvodi razlaganja ovog gasa su ugljendioksid i oksalna kiselina i metodifluoro sircetna kiselina. Oči pacijenta, anesteziranim sa metoksifluranom, su postavljene centralno (psi i mačke). Zbog navedenih nedostataka danas se retko koristi.

Enfluran – Anestetski gas oštrog mirisa, velike potentnosti i relativno nerastvorljiv u vodi i stabilan. Omogućava brz uvod i lako buđenje iz anestezije. Analgezija nije izražena kao ni mišićna relaksacija. Kod visokih koncentracija ($>3.5\%$) ponekad se dešava stimulacija CNS-a i epi napadi. Zbog toga se ne koristi kod životinja sa dijagnozom epilepsije.

Ne dovodi do stimulacije simpatikusa a kardiopulmonalni efekti zavise od doze. Enfluran samo delimično senzibilije miokard na dejstvo kateholamina, pa ipak u većoj meri nego izofluran. Oči se u stadijumu hirurške anestezije nalaze centralno. Samo 2% ovog anestetika se metaboliše u jetri uz minimalnu produkciju fluoridnih jona, MAC vrednost kod pasa iznosi 2,1% i nešto je veća nego za izofluran i halotan.

Izofluran – Anestetički gas koji je nešto manje potentan od halotana i metoksiflurana. Relativno je nerastvorljiv u tečnosti pa je indukcija brza ali i oporavak. Nije zapaljivi, prilično je oštra mirisa pa je nepogodan za indukciju opšte anestezije sa maskom. Grupa C-F₃ koja se nalazi u ovom jedinjenju omogućava njegovu izuzetnu stabilnost pri kontaktu sa absorbensom ili pri osvetljavanju pa se ovaj anestetik minimalno razlaže. Prouzrokuje kardiovaskularnu depresiju, koja zavisi od doze. Veoma slabo senzibilije srce na dejstvo kateholamina. Snižava krvni pritisak preko smanjenja perifernog otpora a delom i preko depresije miokarda. Indikovan je kod pacijenata sa povredom glave jer ne utiče na centralnu regulaciju krvnog pritiska. Izofluran ima i miorelaksantno svojstvo ali slaba analgetička svojstva. Produbljivanje anestezije dovodi do progresivne periferne miorelaksacije.

Zbog minimalnog kardiodepresivnog učinka indikovan je za korišćenje kod pacijenata sa srčanom insuficijencijom ili sa aritmijma. Samo 0,2% od inhaliranog anestetika se metaboliše u jetri pa je pogodan i kod pacijenata sa oštećenjem jetre. Međutim, dovodi do nešto jače izražene respiratorne depresije što rezultira umerenom hipoventilacijom i hiperkapnjom. Alveolarna koncentracija koja dovodi do apneje je 2,4 puta veća od MAC. Kao i kod halotana, smanjena je krvna perfuzija bubrega i jetre, ali se brzo normalizuje nakon buđenja i oporavka. MAC za pse iznosi 1.28%, a za mačke 1.63%. U početku se koristi koncentracija 2.5% - 4.5 % (indukcija je prethodno obavljena i.v. anestetikom), a doza održavanja je 1% - 3%.

Desfluran – Hemijski je veoma sličan izofluranu, gde je jon hlora zamjenjen sa jonom fluora. Poseduje izuzetno nizak krv/gas koeficijent (0,42), što mu omogućava brz uvodi i brz oporavak od anestezije. Ima oštar miris koji iritira sluzokožu i dovodi do kašljanja i zadržavanja vazduha pa nije pogodan za indukciju opšte anestezije. Uglavnom se koristi u humanoj medicini, a cena anestetika i posebne opreme je ograničavajući faktor za njegovu upotrebu u veterinarskoj medicini. Kardiovaskularni i respiratorni efekti slični su kao kod izoflurana. MAA je prilično visok i kod pasa iznosi 7.2%.

Sevofluran – Jedinjenje oštra mirisa, stabilno pri kontaktu sa absorbentom. Ima nizak koeficijent krv/gas što omogućava brz uvod i oporavak od anestezije. MAC je 2.4%. Prouzrokuje slične kardiovaskularne i respiratorne efekte kao izofluran. Povećanjem doze javlja se progresivna depresija CNS-a. Ima nešto jače izraženu miorelaksaciju i analgeziju.

Ne prouzrokuje senzibilizaciju srca na dejstvo kateholamina, ali ima značajan potencijal prelaska krvno-placentalne barijere i 3.0% - 4.0%.

Halotan- Nezapaljiva tečnost, stabilna u kontaktu sa absorbensom. Radi povećanja stabilnosti ponekad se hlotanu dodaje timol koji može prouzrokovati stvaranje lepljivih naslaga na delovima isparivača i do njegovog oštećenja, ali ovo samo kod isparivača starije konstrukcije koji nisu obloženi teflonom.

Halotan je umereno rastvorljiv, ali to ne utiče na brzinu indukcije i oporavka. Depresija kardiovaskularnog sistema i pad krvnog pritiska se odvija usled periferne vazodilatacije, centralnog dejstva (vazomotorni centri u produženoj moždini) ali i preko depresije miokarda. Halotan senzibiliše miokard na dejstvo kateholamina što može prouzrokovati poremećaje u srčanom ritmu naročito kod pacijenata koji su u ekscitaciji. Iako se retko koristi za indukciju anestezije u veterinarskoj medicini (uostalom kao i svi ostali inhalacioni anestetici).to je moguće učiniti ali uz oprezno povećanje koncentracije sa 0,5% na svaka četiri udisaja do 4%.

Analgezija i miorelaksacija su evidentne, ali se ipak u savremenim anesteičkim protokolima upotrebljavaju drugi, zntno potentniji analgetici i miorelaksansi.

Ponekad se zbog nerazjašnjenih okolnosti, postoperativno javlja tremor i kod normoternih pacijenata što može da bude naročito značajno kod pacijenata sa kardijalnom insuficijencijom zbog značajnog utroška kisonika. Halotan se metaboliše u jetri i to u količini od 20-30% od inhalirane, a glavni metaboliti su trifluor sirćetna kisellina i bromidni joni. Ovi metaboliti mogu prouzrokovati posthalotansku sedaciju. Kod ljudi se često zapaža centrolobularna nekroza jetre. Ovaj nalaz je uočen i kod konja i morske prasadi. Zbog toga se halotan izbegava kod pacijenata sa oštećenjem jetre. Renalna hipofunkcija je posledica hipotenzije prouzrokovane halotanom. MAC kod pasa iznosi 0,86%, a za mačke 0,98%. Početne koncentracije su 2-4%, a koncentracija za održavanje je 1-2%.

Halotan dovodi do cerebralne vazodilatacije preko depresije autoregulacije cerebralnog krvotoka, pa je halotan kontraindikovan kod pacijenata sa povećnim intrakranijalnim pritiskom.

Poglavlje 8

KOMPLIKACIJE OPŠTE ANESTEZIJE

KOMPLIKACIJE U TOKU ANESTEZIJE

KOMPLIKACIJE U TOKU BUĐENJA IZ ANESTEZIJE I POSTANESETETIČKOG PERIODA

U toku opšte anestezije i neposredno nakon operacije mogu da se javе mnogobrojne komplikacije. Pojava komplikacija je rezultat jednog ili više faktora koji mogu da se dese usled specifičnog stanja pacijenta, vrste hirurškog zahvata, lošeg odabira anestetika ili kombinacije lekov, tehničkih propusta i iskustva (neiskustva) lica koje vodi anesteziju.

Savremeni pristup anesteziji podrazumeva i konstano praćenje vitalnih parametara pacijenta što omogućuje pravoremeno reagovanje i otklanjanje neželjenih efekata.

KOMPLIKACIJE U TOKU ANESTEZIJE

Nedovoljna dubina anestezije

Reakcija i pokreti životinje na bolne nadražaje u toku operacije, ukazuje na nedovoljnu dubinu anestezije i na neadekvatnu analgeziju. Neke hirurške intervencije su izuzetno bolne, pa je potrebno produbiti anesteziju i primeniti odgovarajuće analgetike. Ipak potrebno je proveriti i tehničke pretpostavke uspešnosti anestezije:

- Proveriti endotrahealni tubus (povezanost, ispravnost kontrolnog balona)
- Proveriti aparat za inhalacionu anesteziju (protok anestetika, zadana koncentracija, % na isparivaču, ispravnost creva i ventila i njihovo pravilno povezivanje)
- U slučaju izvođenja injekcione anestezije proveriti količinu datog anestetika.

Preduboka opšta anestezija

Pacijenti koji se nalaze u četvrtoj fazi anestezije pokazuju znake koji zahtevaju hitnu intervenciju i korigovanje vitalnih funkcija.

- Frekvencija disanja pada ispod 8/minutu (respiracije su plitke);
- Sluzokože su najpre blede a zatim postaju cijanotične;
- Vreme punjenja kapilara se produžava preko 2 sekunde;
- Bradikardija je evidentna (<60 otkucaja/minuti kod pasa i <100 otkucaja/minuti kod mačaka);
- Slab puls i pad sistolnog krvnog pritiska ispod 80 mm Hg;
- Pojava aritmija (nepravilni QRS kompleksi);
- Hladni ekstremiteti i periferni delovi tela, pd telesne temperature ispod 35°C;
- Izostajanje refleksa;
- Mlitavost muskulature;
- Dilatacija pupile, i potpuni izotanak reakcije na svetlost.

Ovaka simptomatologija zahteva neodložnu reakciju i sledeće mere:

- Aplikacija zagrejanih infuzionih rastvora (ako prethodno nisu bili ili nisu u dovoljnoj meri aplikovani);
- Utopljanje pacijenta;
- Simptomatska terapija medikamentima;
- Intenzivno i učestalo praćenje vitalnih parametara.

Slaba periferna cirkulacija

Produceno vreme punjenja kapilara VPK (duže od dve sekunde) ukazuje na lošu tkivnu perfuziju, koja najčešće nastaje usled pada krvnog pritiska. Hipotenzija može da bude prisutna i kod uvoda u anesteziju (gubitak krvi kod traume), u toku anestezije (operativno krvarenje, dejtvo anestetika, dubina anestezije) ali i nakon zvratka operacije (operativni šok). Slaba tkivna perfuzija se javlja kada krvni pritisak se spusti ispod 80 mm Hg i često je praćena tahikardijom i hipotermijom. Ovo je narošito izraženo na perifernim delovima tela pa se može primetiti da su šape i uši hladne.

Terapija se najpre sastoji od popunjavanja vaskularnog volumena. Tako se u prvih 15 minuta aplikuje 20ml/kg tečnosti, uz maksimalnu dozu od 90 ml/kg za pse i 50-70 ml/kg za mačke. Ukoliko aplikovanje kristaloida ne pomogne ili ne dovoljno, prelazi se na aplikovanje koloidnih rastvora, plazma ekspandera, plazme ili pune krvi. Dubinu anestezije treba smanjiti na najmanji mogući nivo i povećati količinu kiseonika. Pacijenta je potrebno utopliti.

Dispneja i cijanoza

Dispneja obično ukazuje na nemogućnost životinje da disanjem obezbedi dovoljnu količinu kiseonika i izbacivanje ugljendioksida. Cijanoza je neposredna posledica hipoksije.

Razlozi za pojavu cijanoze su često i tehničke prirode: smanjenje dotoka kiseonika, opstrukcija endotrahealnog tubusa ili disajnih puteva (fleksija glave i vrata), a može nastati

i usled aspiracije želudačnog sadržaja, laringospazma, prestanka disanja i mnogih drugih razloga.

Poremećaj disanja se tako javlja kod pneumotoraksa, plućnog edema, dijafragmatske hernije, pleuralnih efuzija i drugih poremećaj disajnog sistema.

Terapija insuficijencije disanja podrazumeva:

- Uklanjanje primarnog uzroka (ukoliko je moguće);
- Aplikovanje 100% kiseonika;
- Intubiranje pacijenta (ako nije intubiran);
- Traheotomija – ako intubacija nije moguća;
- Aplikacija infuzionih rastvora;
- Otpočinjanje veštačke ventilacije;
- Terapija kiseonikom se nastavlja po potrebi i nakon operacije preko nosne kanile.

Apnea

Slično kao i dispneja, prestanak disanja (apneja) može da se javi u toku anestezije iz više razloga. Jedan od najčešćih razloga je preduboka anestezija i depresivno dejstvo anestetika i sedativa na respiratorni centar. Tretman, slično kao i kod dispneje, se sastoji u smanjivanju dubine anestezije. Ukoliko su vitalni parametri u okviru granica, apneja u toku opšte anestezije ne predstavlja problem u slučaju kada je inhalacioni aparat opremljen sa uređajem za veštačku ventilaciju. Tada se podešavanjem frekvencije i volumena respiratora, problem apneje uglavnom efikasno rešava. Primena antagonista ponekad može biti indikovna ukoliko želimo da ubrzamo uspostavljanje spontane respiracije.

Srčane aritmije

Najčešći poremećaj u radu srca u toku anestezije su: tahikardija, bradikardija i aritmije.

Najčešći uzroci tahikardije su bol, hipoksemija, hiperkapnija, hipotenzija i hipovolemija. Tahikardiju mogu izazvati i medikamenti kao što su atropin, adrenalin i ketamin.

Supraventrikularne tahikardije se po potrebi mogu lečiti propranolom 0,04-0,06 mg/kg u vidu i/v bolus.

Ventrikularne tahikardije se tretiraju lidokainom 1-4 mg/kg i/v bolus (pola od ove doze za mačku) ili kao konstantna infuzija 25-80 µg/kg/min ili prokainamidom kod pasa u dozi 4-6 mg/kg i/v bolus ili i/m aplikacija 6-20 mg/kg na svakih 4-6 sati.

Kardiopulmonalni arrest– Opisano u poglavljju kardiopulmonalna reanimacija.

Kornealna abrazija

Kornealna abrazija se može javiti kao posledica smanjene proizvodnje suza tokom anestezije, ili kao posledica neopreznog postupanja sa pacijentom. Neki agensi, kao što je ketamin, dovode do centralnog pozicioniranja očne jabučice, a kako oči tokom ketaminske anestezije nisu zatvorene, rožnjača je nezaštićena od isušivanja.

Da bi se sprečilo isušivanje rožnjače potrebno je aplikovati neutralne očne masti, kapi fiziološkog rastvora ili oči prekriti kompresama natopljenim fiziološkim rastvorom.

Perivaskularne injekcije i tkivna nekroza

Primenom adekvatnih kliničkih tehnika, mogućnost iritacije tkiva perivaskularnim injekcijama je minimalna. Međutim, ako se desi greška, neophodno je razblažiti irritirajuće dejstvo supstance aplikovanjem sterilnog fiziološkog rastvora u okolinu krvnog suda (perivaskularno). Poželjna je i dodatna primena analgetika.

Hipotermija

Hipotermija može biti izazvana: nedostatkom izolacije između hladnog operacionog stola i izloženosti hirurških pacijenata temperaturi okoline, aplikacijom vazodilatacijskih supstanci, hipovolemijom itd. Znaci hipotermije se detektuju u formi bradikardije, subnormalne groznice, produženog buđenja. Smrt kod hipotermije nastupa usled ventrikularne fibrilacije, kada je telesna temperatura padne ispod 32 °C.

Hipotermičke pacijente treba zagrevati pokrivanjem, postavljanjem flaša sa topлом vodom ili postavljanjem zagrejanih jastučića između nogu i grudnog koša. Preventivno, potrebno je obezbediti zagrevanje operacionih površina ili pacijenta tokom operacije.

Hipertermija

Može se javiti kod pasa sa obilnom i gustom dlakom, naročito ukoliko su prekriveni sa više hirurških kompresa i pri visokim dnevним temperaturama. Kod takvih pacijenata su, uz visoku temperaturu, prisutni tahipneja (ubrzano disanje) i tahikardija (ubrzan rad srca).

U takvim slučajevima neophodno je pažljivo hlađenje pacijenta, korekcija sobne temperature (ako je moguće) i kontinuirano praćenje kretanja telesne temperature pacijenata.

Maligna hipertermija – Retko stanje koje se javlja kod nekih rasa svinja, konja i pasa izazvano određenim anesteticima (halotan, izofluran, metoksifluran) i neuromišićnim blokatorima (sukcinil hlorida).

Klinički znaci maligne hipertermije su: tahikardija, rigidnost mišića, tahikardija, rigidnost mišića, hiperventilacija i povećana produkacija CO₂, crvenilo kože i hipertermija.

Anestezije (ukoliko je moguće), ventilaciji pacijenta, hlađenju pacijenta, aplikaciji tečnosti, aplikaciji dantrolena (smanjuje oslobođanje kalciijuma od strane sarkoplazmatskog retikulumu) u sledećim dozama: svinje 2-5 mg/kg/ iv ; psi 2 mg/kg/iv ; konji 1-2 mg/kg/ iv.

Aspiraciona pneumonija

Javlja se zbog povraćanja tokom indukcije i buđenja iz anestezije. Tokom anestezije se može javiti regurgitacija, tako da sadržaj može biti aspiriran ukoliko gornji disajni putevi nisu adekvatno obezbeđeni (zatvoreni). Ovo je situacija koju je bolje sprečiti nego lečiti.

Aspiracionu pneumoniju, sa teškim i fatalnim posledicama, može izazvati regurgitiran sadržaj sadržaj pH 2 i aspiriran sadržaj u količini 0,4 ml/kg tm.

Klinički znaci aspiracione pneumonije su: cijanoza ili sluznica u boji cigle, ubrzan puls, tahikardija, aritmija, pojačani disajni zvuci, bronhospazam, transudat u respiratornom traktu. Na samom početku klinički znaci mogu biti odloženi i skriveni.

Prevencija aspiracione pneumonije podrazumeva preanestetičko gladovanje i zaštitu disajnih puteva. Ukoliko je hitno i neophodno anestezirati pacijente koji su imali skorašnji obrok, neophodno je što pre izvesti postupke indukcije i intubacije.

Tretman aspiracione pneumonije se sastoji od uklanjanja aspiriranog sadržaja, oksigenacije pacijenta, aplikovanje metilperdnizolona i/ili deksametazona, furosemida i antibiotika. Ne preporučuje se ispiranje disajnih puteva.

KOMPLIKACIJE TOKOM BUĐENJA IZ ANESTEZIJE I POSTANESETETIČKI PERIOD

Neuromuskularna oštećenja

Gubitak funkcije nekog dela tela u postanestetičkom periodu se može javiti kao posledica lošeg pozicioniranja pacijenta za operaciju, usled nepažljive manipulacije anesteziranog pacijenata kao i usled kompresione miopatije.

Kompresiona miopatija se javlja kod velikih životinja usled nepravilnog pozicioniranja i produženog ležanja životinja na tvrdim podlogama i/ili usled hipotenzije.

Tretman kompresione miopatije se zasniva na produženoj aplikaciji tečnosti, diuretika i analgetika. Posebno treba voditi računa prilikom buđenja. Laki slučajevi, sa adekvatnim tretmanom, saniraju se u roku od 3-4 dana. Životinje sa teškim miopatijama, kod kojih je pogodeno više ekstremiteta, potrebno je eutanazirati.

Respiratorični problemi u fazi buđenja

Najčešći uzrok smrti u periodu buđenja predstavlja opstrukcija gornjih disajnih puteva. Razlozi su različiti za pojedine vrste, ali generalno se manifestuju kao dispneja.

Otežano disanje kod brahicefaličnih rasa pasa najčešće je zbog opstrukcije larINKSA (Brahicefalični sindrom). Pored toga, uzroci opstrukcije larINKSA mogu biti različiti (ugrušak, komprese natopljene krvlju itd.). Takođe, prilikom izvođenja određenih operativnih zahvata u usnoj duplji može se javiti edem koji može da dovede do delimične ili potpune opstrukcije gornjih disajnih puteva.

Dispneja kod mačaka se može javiti zbog pojave laringospazma. Laringospazam (grč grkljana) je neželjeni efekat koji predstavlja refleksni odgovor mišića larINKSA i izaziva potpunu ili delimičnu opstrukciju. Ovaj refleks, pod normalnim uslovima, koristan je za prevenciju aspiracije hrane i vode kod svesnih mačaka.

Klinički, laringospazam se manifestuje tipičnim šištanje (stridor), povećanom grudnom akcijom i pokretima glave u inspirijumu. Svesne životinje pokazuju ekscitacije i anksioznost. Laringospazam je lakše spreciti nego lečiti. Zahteva nežnu intubaciju uz primenu anestetičkog spreja i početak ekstubacija pre pojave laringealnog refleksa.

Ako se već manifestuje, laringospazam se tretira kortikosteroidima, a disanje omogućava izvođenjem traheotomije i oksigenacije.

Razdražljivost i nemir tokom buđenja

U nekim slučajevima, tokom buđenja iz anestezije, životinje pokazuju znake iritacije, zatim grčeve, nekoordinisane pokrete i vokalizaciju. Ovo stanje, česta je posledica primene ketamina za neke kratkoročne dijagnostičke i terapijske procedure, hipoglikemija ili epileptični napadi.

Važno je razdvojiti ovu pojavu od pojave pokreta, konvulzija, vokalizacije, koji se javljaju tokom prolaska kroz fazu buđenja nakon anestezije određenim anesteticima.

Sprečavanje epizodnih napada postiže se eliminacijom iritanata - svetla, zvuka i dodira. Preventiva razdražljivosti i nemira postiže se adekvatnom postoperativnom analgezijom.

Većina životinja dobro reaguje posle primene 0.2 mg/kg diazepama. Zbog mogućnosti samopovređivanja, životinje treba da budu pod stalnim nadzorom.

Produženo buđenje iz anestezije

Postoji nekoliko razloga za produženo buđenje iz anestezije: smanjena funkcija jetre i bubrega, krvarenje i hipotermija. Značajnu ulogu ima i dubina i trajanje anestezije.

Produženo buđenje se primećuje i kod intramuskularne administracije ketamina ili ponovljenih aplikacija barbirurata.

Buđenje iz anestezije se može ubrzati:

- Dodavanjem kiseonika (maska ili nazalni kateter);
- Primena infuzionih tečnosti koje podupiru cirkulaciju i bubrežnu perfuziju, ukidanje anestetika; u slučajevima oligurije i anurija - dodavanjem manitola i pažljivim praćenje diureze;
- Medikamentoznom podrškom funkcije jetre;
- Zbog uticaja anestezije na termoregulaciju obavezna je kontrola temperature i grejanje pothlađenih životinja;
- Periodično praćenje vitalnih znakova;

Poglavlje 9

NEUROMUSKULARNA BLOKADA

OPŠTI PODACI

PERIFERNI NEUROMUSKULARNI BLOKATORI

OPŠTA RAZMATRANJA

Lekovi koji blokiraju neuromišićne sinapse, često se nazivaju neuromuskularni blokatori perifernog dejstva, za razliku od centralnih miorelaksanata, blokiraju prenos nervnih signala na neuromuskularnom nivou i korisni se dodaci opšte anestezije u onim slučajevima kada je neophodna potpuna mioelaksacija. Ovaj efekat se vrši na presinaptičkom nivou, inhibicijom sinteze ili oslobađanja acetil holina, ili postsinaptički, akcijom acetil holinskih receptora.

Neuromuskularni blokatori po pravilu ne izazvaju analgeziju, sedaciju, amneziju ili hipnozu. Pod dejstvom (u zavisnosti od doza) neuromuskularnih blokatora disanje prestane, tako da se redovno primenjuje veštačka ventilacija i stalno praćenje pacijenta.

Fiziologija neuromuskularne ploče

Svaki motorni neuron se povezuje sa skeletni, mišićnim vlaknima preko neuromuskularne ploče, stvarajući motornu jedinicu. Na mestu kontakta motornog neurona sa mišićem, neuron je podeljen na tzv. telodendrone čiji terminalni delovi su usko povezani sa terminalnom motornom pločom. Ova dva dela su razdvojena jedan od drugog 20 nm. Ovo je prostor u kom se oslobađa acetil-holin za reakciju sa receptorima na terminalnoj motornoj ploči.

Terminalna ploča je specijalizovana za sarkolemu mišićnih vlakana. Površina motorne ploče se podiže sa višeg grebena i bočnih proreza. Nikotinski acetil-holin receptori se nalaze u naborima. Svaka terminalna ploča sadrži od 1-10 miliona receptora, koji obezbeđuju efikasnost mišićne kontrakcije. Nabori takođe sadrže enzim (acetil-holin esteraza) odgovoran za odstranjivanje acetil-holinskih receptora. Acetil-holin je sintetisan iz holina i acetil koenzima A terminalne aksoplazme motornog neurona.

Proces je katalizovan od strane enzima holin acetiltransferaze. Acetil-holin sintetizovani molekuli se skladiše u vezikulama, koje se nalaze u terminalnom delu aksoplazme motornih neurona. Svaka vezikula sadrži oko 10.000 molekula acetil holina. Oko 1% od vezikula su odmah spremne za oslobađanje, 80% su spremne za kraći period, dok su druge

stalne zalihe. Oslobođen acetil holin u sinaptičkom prostoru dolazi kao odgovor nervnih impulsa. Nervni impulsi izazivaju spajanje oko 100-300 vezikula sa sinaptičkom membranom i egzocitozu acetil holina. Potrošene vezikule se dopunjaju osnovnim zalihamama vezikula, koje su spremne za kratko vreme. Acetil holinski receptori u postsinaptičkom prostoru su nikotinskog tipa.

U proseku, svaki sinaptički priključak poseduje oko 50 miliona receptora. Molekule acetil holina se vezuju za receptore, jonski kanali se otvaraju u samo 1 ms. Kanali omogućavaju prolaz jona, pretežno jona natrijuma, uzrokujući depolarizaciju membrane mišićnih vlakana i posledično akcionog potencijala, što dovodi do kontrakcije mišića. Za održavanje normalne funkcije acetil holinskih receptora, veoma je važno brzo uklanjanje acetil holina iz sinaptičkog prostora. Posle promene akcionog potencijala ćelija, sledi period od latencije (3-10 ms.), gde nisu otkrivene bilo kakve promene u mišićnim vlaknima. Pre kraja latentnog perioda, acetil holin se hidrolizuje na acetat i holin, to je reakcija koja je katalizovana acetil holin esterazom. Reakcija enzima hidrolize je završena za samo 1 ms (oko 25.000 molekula u sekundi). Na kraju reakcije, natrijumovi kanali su zatvoreni, a prostor je slobodan za dolazak novog nervnog impulsa. Potrebno je samo 1-2 ms oporavka za obnavljanje na početne potencijale (tzv. refraktarni period).

Mehanizmi relaksacije skeletne muskulatura

Mehanizmi opuštanja skeletnih mišića

Presinaptički nivo, moguća je inhibicija sinteze acetil-holina (blokiranje ulaska holina od strane hemiholina) ili inhibicija oslobođanja acetil-holina delovanjem na: izazivanjem nedostatka kalcijuma, povećanjem koncentracije magnezijuma, botulinum toksine.

Postsinaptički nivo se postiže perzistentnom depolarizacijom putem agonista, koji pogodno deluje na aktivnost acetil holina (sukcinil holin) ili putem konkurentskega bloka acetil holinskih receptora, i izazivanja nedepolarizujuće blokade (kurare, pankuronium).

Vrste neuromišićnih blokova

1. faza I bloka - depolarišući blok
2. faza II bloka-nedepolarišući blok
3. mešani blok- kombinacija prethodna dva bloka
4. dupli blok - prevelika količina depolarišućeg agensa izaziva faza II bloka
5. Ne blokiranje acetilholina - (prokain, botulinum, smanjen kalcijum, magnezijum i kalijum, povećan ili smanjen kalijum)

Redosled opuštanja mišića u kliničkim pacijentima je znatno promenljiv. Ponekad se motorna aktivnost otkriva u skeletnim mišićima i pri punoj funkcionalnosti dijafragme. Veruje se da međurebarni mišići i dijafragma reaguju poslednji. Moguće je, ali je i dalje veoma teško titrirati efekat na specifičnom blokatoru za paralizu određenih mišića, pri tom da ne utiče na dijafragmu. Po pravilu dejstvo na neuromuskularne blokatore odvija se po sledećem redosledu: očni mišići - palpebre - mišići lica - jezik i farinks - vilica i rep - udovi - mišići dna karlice - mišići kaudalnog abdomena - kranialni stomačni mišići - međurebarni mišići - grkljan - dijafragma .

Grupe lekova miorelaksanata

Lokalni anestetici (analgetici) - blokada provodljivosti perifernih nerava, tako da mišići inervisani relevantnim nervima, postepeno gube tonus. Ova tehnika je posebno korisna kod velikih životinja. (Mehanizam će biti detaljnije objašnjen u poglavlju o lokalnoj anesteziji)

Miorelaksansi centralnog dejstva

1. lekovi koji deluju depresivno na CNS (tiopental)
2. lekovi koji imitiraju inhibitorno delovanje glicina, koji se, kao transmitter, nalazi u kičmenoj moždini (benzodiazepini)
3. lekovi koji deluju na internuklearne neurone u kičmenoj moždini - glicerol gvajakolat (gvaifenesin)

Periferni neuromuskulni blokatori - dejstvo ovih lekova je usmereno na neuromuskularne sinapse (bez uticaja na glatku muskulaturu).

PERIFERNI NEUROMUSKULARNI BLOKATORI

Osnovni pravila za upotrebu neuromuskularnih blokatora

1. Neophodno je obezbediti veštačku ventilaciju.
2. Obezbediti uslove za intenzivni monitoring. Ove tehnike se ne trebaju koristiti ako ne postoje uslovi za monitoring pacijenta ili ako nedostaje obučeni kadar;
3. Ovi lekovi se ne koriste kao zamena za sedaciju i analgeziju
4. Neuromuskularni blokatori mogu da se koriste samo kod pacijenata koji su u opštoj anesteziji.

Indikacije za primenu neuromuskularnih blokatora

- 1) Koriste se da se postigne adekvatna miorelaksacija kod starijih i bolesnih pacijenata kod kojih bi povećanje doze drugih lekova (sedativa) moglo dovesti do neželjenog dejstva;
- 2) Obezbeđuju lakši hirurški pristup dubokim strukturam abdomena kod velikih rasa pasa;
- 3) Olakšana intubacija kod pacijenata sklonih laringospazmu;
- 4) Otklanja se „borba“ sa respiratorom u slučaju kada je potrebna kvalitetnija respiracija a pacijent se suprotstavlja ritmu ventilatora;
- 5) Uklanjanje stranog tela iz proksimalnog dela jednjaka, koji je građen od poprečno-prugaste muskulature
- 6) U ortopediji, repozicija luksacije zglobova i frakturna. Kada je ista otežana usled kontrakcije mišića;
- 7) Obezbeđivanje apsolutne imobilizacije kod mikrohirurških procedura npr. u oftalmologiji (kod pasa i mačaka često su prisutni spontani pokreti očne jabučice kod anestezije sa halotanom i izofluranom).

Postoje dve grupe perifernih neuromuskulatornih blokatora:

- 1) DEPOLARIŠUĆI miorelaksansi (nekonkurentna inhibicija). Ovi agensi dovode do depolarizacije plazma membrane mišićnih vlakana. Ova perzistentna depolarizacija izaziva refraktarnost mišićnih vlakana na nadražaj od acetil holina.
- 2) NEDEPOLARIŠUĆI mišićni relaksanti (konkurentna inhibicija). Nedepolarizujući relaksanti se kompetitivno vezuju za receptore i time održavaju sinapsu u stanju dugotrajne hiperpolarizacije, onemogucavajući tako depolarizaciju vezivanjem prirodnog neurotransmitera, acetilholina.

U odnosu na trajanje dejstva dele se na relaksante sa kratkotrajnim dejstvom (5-20 minuta; sukcinilholin, mivakurijum), srednje dugim dejstvom (25-30 minuta; atrakurijum, cisatrakurijum, vekuronijum, rokuronijum) i dugim dejstvom (80-150 minuta; pankuronijum, d-tubokurarin, doksakurijum i pipekuronijum).

Depolarizirajući miorelaksansi - Glavna karakteristika je prouzrokovanje inicijalne depolarizacije nervnih završetaka, slično kao acetilholin, ali umesto da se povuku sa mesta na receptoru, lekovi i dalje ostaju na mestu gde sprečavaju dalju depolarizaciju. Lek se povlači iz neuromuskularnog prostora i difunduje u krvotok, kada biva razgrađen od plazma holinesteraze (pseudo-holinesteraze), a ne od acetilholin-esteraze. Postoji samo jedan lek u ovoj grupi koji ima klinički značaj (**Sukcinilholin**).

Sukcinilholin

Klinički osvrt:

a) mišićna vlakana - ima dvofazno dejstvo na mišiće. U početku dovodi do njihovog kontrahovanja, a zatim opuštanja. Telo pacijenta počinje da se trese sa povremenim grčevima, a zatim dolazi do opuštanja. Ovo je naročito primećeno kod humanih pacijenata, kada se javlja postanestetička bol u mišićima.

b) otpuštanje kalijuma u krvi može biti prilično visoko zbog skeletnih Acth receptora, naročito ako je nivo kalijuma povećan zbog ranijih opekotina, traume, oštećenje nerava, neuromuskularnih bolesti i otkazivanja bubrega, onda se može dodatno povećati i prouzrokovati zastoja srca.

c) spastični efekat – Ekstra-okularna muskulatura. Za razliku od ekstra-okularnih mišića, drugi skeletni mišići reaguju na Sukcinilholin kontrakcijom, a zatim blagom paralizom. Ekstra-okularni mišići imaju tonična mišićna vlakna koji su multiplo inervisani duž cele površine. Oni su podložni kontrakciji u prisustvu Sukcinilholina. Napetost koja se javlja vrši pritisak na oko naspram očne orbite na čiji račun se ponovo intra-okularni pritisak povećava, tako da nije pogodan za pacijente sa otvorenim povredama oka ili glaukom.

d) kardiovaskularni efekti - Srčane aritmije: Sukcinoholin stimuliše sve autonomne holinergične receptore (nikotinske receptore na simpatičke i parasimpatičke ganglike i muskarinske receptore u sinuse srca). Neki anesteziolozi daju Atropin u premedikaciji u cilju sprečavanja mogućih bradiaritmija.

- Hipertenzija / hipotenzija se može javiti u zavisnosti koji su od autonomnih receptora stimulisani.

e) metabolizam i buđenje – Sukcinilholin se razlaže hidrolizom od strane serumske acetil holin-esteraze. Na njega ne deluje acetil holin esteraza koja se nalazi u neuromuskularnoj sinapsi. Zbog toga je dejstvo sukcinil holina dugotrajnije i dovodi do flacidne paralize mišića.

Klinička primena sukcinilholina

Ovaj lek se ne koristi često u hirurškoj praksi. Postoji nekoliko indikacija za upotrebu:

- a) Koristi se ako je potreban za brzo izvođenje intubacije. Početak delovanja leka je oko 20 sekundi, za razliku od nepolarizovanih lekova čiji je početak reakcije izražen u minutima;
- b) Koristi se da spreči tremor kod eutanazije. U tom slučaju, mogu se koristiti sedativi Ksilazin ili Detomidin, a Sukcinilholin treba primenjivati odmah nakon barbiturata. Korištenje sukcinilholina kao jedinog leka kod eutanazije je zabranjeno.

Doze lekova za olakšavanje intubacije (prethodno anestezirati !!!)

mačka: 1 mg / za mačku sa prosečnom veličinom i / v. Trajanje 2-5 minuta.

svinja: 1 mg / kg ; i / v.

konji: 0,1 mg / kg; i / v.

govedo: / ovce 0.02 mg / kg; i / v. Trajanje 6-8 min.

štene: 0,3 mg / kg ; i / v , i traje 15-20 minuta. Postoji slaba indikacija za primenu kod pasa.

Nedepolarišući neuromuskulni blokatori

Nakon putovanja u Južnu Ameriku, istraživača i avanturista u XVI i XVII veku i kontakta sa urođenicima, prenele su se priče o specifičnom načinu lova i ratovanja pomoću otrovnih strelica koje su premazivane otrovom **tzv. kurare**.

Otrov kurare je proizvod od dve grupe biljaka *Chondrodendron (C. Tomentosum)* i *Strychnos (S. Toxifera)*.

Razvoj savremenih analitičkih metoda je omogućio određivanje strukture više vrsta **Kurare** alkaloida. King je, u 1935 godini, uspeo da identificuje i karakteriše prve uzorke (+) - tubokurarina iz biljke Chondrodendron tomentosum.

Prvi put je bio korišten za anesteziju u 1942 godini. Od tada se postepeno povećavala njegova upotreba, uglavnom zbog neuspeha opštih anestetika da pruže adekvatnu mišićnu relaksaciju. Kasnije je uveden **Gallamin**, koji poseduje neke neželjene efekte, kao što su tahikardija. Kasnije, 1958. godine, pojavio se novi alkaloid **alkuronium**, ali pojavele su se teškoće u pogledu njegove dalje primene. Godine 1964., otkriven je **pankuronium** koji se još uvek koristi u kliničkoj praksi. Godine 1979. se uveo **atrakurium**, a kasnije u 1980. i **vekuronium**.

Prema strukturi, danas su u upotrebi steroidni (rapakurijum, vekuronijum, rokuronijum, pankuronijum i pipekuronijum) i benzilizohinolonski (mivakurijum, atrakurijum, cisatrakurijum, metokurin, tubokurarin i doksantrikurijum) nedepolarizujući relaksanti (6).

Mehanizam delovanja - Nedepolarizujući relaksanti se kompetitivno vezuju za receptore i time održavaju sinapsu u stanju dugotrajne hiperpolarizacije, onemogućavajući tako depolarizaciju vezivanjem prirodnog neurotransmitera, acetilholina. Postoji konkurenčija za sama receptorska mesta, a odgovor zavisi od relativne koncentracije molekula. Potrebna su dva molkekula acetilholina da bi se prouzrokovao efekat, a suprotno, samo jedan molekul antagonista, da bi sprečio ovaj odgovor. Mehanizam dejstva ovih lekova nije u potpunosti razjašnjen, ali se smatra da paraliza mišića dolazi zbog: smanjene sposobnosti kalcijuma da uđe u nervne završetake i oslobođanje neurotransmitera;

b) Smanjenja ponovne sinteze acetilholina, zbog nedovoljne količine holina;

Ovi mišićni relaksanti se koriste, pre svega, da obezbede dugoročnu neuromuskularnu blokadu. Molekuli su visoko jonizovane supstance koje ne prelaze placentu ili krvno-moždanu barijeru. Inhalacioni anestetici pojačavaju dejstvo ovih lekova jer:

- povećaju priliv krvi u mišićima, čime obezbeđuju veću količinu leka, koji stigne do neuro-mišićne veze;
- dolazi do kombinaciju efekata neuromuskularnog blokatora i inhaliranog anestetika;

U odnosu na trajanju dejstva ovi lekovi se dele na relaksante sa kratkotrajnim dejstvom (5-20 minuta; sukcinilholin, mivakurijum), srednje dugim dejstvom (25-30 minuta; atrakurijum, cisatrakurijum, vekuronijum, rokuronijum) i dugim dejstvom (80-150 minuta; pankuronijum, d-tubokurarin, doksakurijum i pipekuronijum).

Atrakurium.

Za razliku od Sukcinilholina, gde se brzina početka delovanja meri sekundama, uz Atracurium se meri u minutima. Atracurium je odličan za pacijente kod kojih je zabeležen poremećaj rada jetre i bubrega. Razgradnja ide po sledećem redosledu:

- Spontano razgrađivanje uticajem alkalne pH i odgovarajuće temperature. Ovaj proizvod je dizajniran da se razlaže na temperaturi i pH tek 20 minuta nakon aplikacije. Proizvodi njegovog razlaganja nemaju ulogu u neuromuksularnoj blokadi, niti u aktivnosti srca. Trajanje efekta zavisi od telesne temperature.
- Hidroliza: dolazi do hidrolize estarskih grupa. Ne javlja se akumulacija leka u telu tokom njegove ponovne primene, tako da se može davati kao infuzija. Metabolit (**Laudanozin**) kod ljudi može izazvati dugoročnu mišićnu relaksaciju, ali se ne vidi kod pasa. Lek treba držati u frižideru, da bi produžili njegovo trajanje.

Doze: 0.1-0.3 mg / kg ; i / v, početna doza. Moguća je dopuna sa polovinom početne doze.

Infuzija: 0.25 mg / kg, 4-7 µg / kg / min infuzija

Vekuronium - pripada grupi steroidnih lekova. Delovanje počinje u okviru 1-2 minute a dejstvo traje oko 20 minuta. Retko dovodi do promena u radu srca i ne izaziva oslobođanje histamina. Lek se metaboliše u jetri a može se javiti i njegova akumulacija kod pacijanata sa oboljenjima jetre. **Doza: 0,05-0,1 mg / kg ; i / v-** inicijalno i polovina od ove doze, po potrebi. Preživari su osjetljiviji na ovaj lek od drugih životinja pa je potrebno smanjiti dozu (0.01 mg / kg; i / v). U infuziji se ordinira 0,05 mg / kg i.v. kao udarna doza, i 1 µg / kg / min kontinuirano kroz infuziju.

Reverzibilni agensi

Ovi lekovi zapravo inhibitori Ach-esteraze omogućavaju sintezu i oslobođanje acetilholina. U neželjena dejstva spade pojava bradiaritmije, hipersalivacije povećan motilitet tankih i debelih creva, i povećana gastrična sekrecija. Ovi lekovi se koriste i kod lečenja nekih oboljenja npr. *myasthenia gravis*

1) neostigmin: Srednje vreme za poluživot je 77 minuta. Ovaj lek formira jake kovalentne veze sa enzimima. Doza: 0.035-0.7 mg / kg ; i / v

2) piridostigmin: vreme polueliminacije je 113 minuta. Doza: 0.175-0.35 mg / kg ; i / v

3) **edrofonijum:** vreme polueliminacije je 110 minuta, ali za razliku od drugih lekova iz ove grupe ima mnogo brži početak delovanja. Ovaj lek formira slab elektrostatički naboј sa enzimima.

Doza: 0,2 mg / kg ; i / v

Ukratko

- 1) Budi siguran u to što radiš!!!
- 2) Treba da budeš siguran u ispravnost opreme za anesteziju;
- 3) Postavi i/v kanilu;
- 4) Nakon intubacije proveri naduvanost pilot balona;
- 5) Ponovo proveri ispravnost opreme;
- 6) Aplikuj miorelaksans i odmah započeti mehaničku ventilaciju;
- 7) Smanjiti količinu anestetika u udahnutoj smesi;
- 8) Pacijenta je potrebno kontinuirano pratiti.

Poglavlje 10

LOKALNA ANESTEZIJA / ANALGEZIJA

UVOD

KARAKTERISTIKE LOKALNIH ANESTETIKA/ANALGETIKA

TEHNIKE LOKALNE I REGIONALNE ANESTEZIJE/ANALGEZIJE

LOKALNE ANESTETSKE TEHNIKE KOD POJEDINIH VRSTA ŽIVOTNINA

UVOD

Lokalni anestetici su grupa lekova koji reverzibilno blokiraju širenje akcionog potencijala duž nervnog aksona. Ovi lekovi se koriste da blokiraju nerne impulse na određenom delu ili na celi region tela. Delovanjem ovih lekova mogu ali ne moraju da se pojave mišićne paralize. Karakteristika ovih lekova je aplikacija direktno na mesto njihovog delovanja.

Primarno mesto delovanja lokalnih anestetika su natrijumovi kanali u plazma membrani ćelija neurona, ali imaju i druge efekte. Neki lokalni anestetici imaju druge kliničke primene osim kao lokalni anestetici (lidokain se koristi u lečenju ventrikularnih srčanih aritmija, a u novije vreme uočeno je id a dovodi do visceralne analgezije).

Istoriјa

Kokain je prvi otkriven lokalni anestetik. To je alkaloid prisutan u listovima biljke *Erythroxylon coca*, koja raste u Andima. Starosedeoci su znali za stimulativno dejstvo ove biljke i koristili su listove za žvakanje, a 1855. godine iz ove biljke izolovan je erythroxylon, a pet godina kasnije, 1860. godine je prvi put izolovan kokain od strane Niemann-a. Prvu primenu kokaina kao lokalnog anestetika je opisao vojni lekar iz Perua, a 1884. Koeller opisuje da kokain aplikacijom u konjunktivalnu kesu anestezira oko, što je dovelo do široke upotrebe kokaina u oftalmologiji, kao površinske anestezije.

Napori da se dobiju supstance koje izazivaju manju zavisnost i manje toksične efekte od kokaina a i dalje zadržavaju aktivnost, doveo je do sinteze prokaina od strane Einhorn-a 1905. Ovaj estar para-amino benzoeve kiseline je postao prototip sinteze drugih lokalnih anestetika. Sledеći korak u razvoju lokalnih anestetika je sinteza lidokaina (Lofgren, 1943). Lidokain je amidni derivat dietilaminoacetnate kiseline i prototip za sintezu drugih amidnih lokalnih anestetika.

KARAKTERISTIKE LOKALNIH ANESTETIKA/ANALGETIKA

Klinički korišćeni lokalni anestetici imaju slične fizičke karakteristike i molekularnu strukturu. Većina ovih lekova su slabo bazni tercijarni amini (atom azota vezan za tri organske grupe). Nasuprot tome, postoje neki koji su sekundarni amini, kao heksilkain i prilokain. Baza molekula lokalnog anestetika se sastoji od tri dela: hidrofilni deo (dozvoljava rastvorljivost u vodi), lipofilni deo (dozvoljava rastvorljivost u masti) i srednji deo, ugljovodonični lanac koji vezuje hidrofilnu i lipofilnu frakciju. Aromatični region (lipofilni) izведен iz benzoeve kiseline ili anilina. Hidrofilni kraj pokazuje veća odstupanja iako se često susreću amino derivati etil-alkohola ili sirćetne kiseline.

Neki lokalni anestetici (npr. benzokain) sadrže hidrofilni deo i gotovo je nerastvorljiv u vodi, pa nisu pogodni za injekcionu primenu, ali su dovoljno pogodni za površinsku primenu na sluzokožama i otvorenim ranama. Udaljenost od 6-9 angstrema između lipofilnog i hidrofilnog dela, koju omogućavaju 4-5 atoma, javlja se kao glavni nosilac aktivnosti lokalnog anestetika. Antihistaminici i antiholinergici imaju sličnu strukturu kao lokalni anestetici, a često pokazuju blago lokalno anestetičko delovanje.

PODELA LOKALNIH ANESTETIKA

Lokalni anestetici, u zavisnosti od strukture molekula, koja se javlja kao srednji lanac, uglavnom su podeljeni na:

1. anestetici estrskog tipa
2. anestetici amidnog tipa

Lokalni anestetici vode poreklo od benzoeve kiseline koja pripada estarskoj porodici, i oni potiču iz anilina koji pripadaju aminoacilinu ili amidnoj porodici. Priroda srednjeg lanca određuje pravac biotransformacije lokalnog anestetika. Tako estarski lokalni anestetici, kao npr. prokain lako se hidrolizuju, dok amidni lokalni anestetici, čiji je predstavnik lidokain, uglavnom se biotransformišu dejstvom enzima mikrosomalnog sistema jetre.

Vreme potrebno za pojavljivanje efekta, jačine dejstva i trajanja dejstva lokalnog anestetika zavisi od fizičkih i hemijskih karakteristika njihove molekularne strukture. Rastvorljivost u mastima je glavni faktor koji utiče na jačinu efekta lokalnog anestetika u organizmu.

Kada se prokainu, kao anestetiku iz estarske grupe, doda butil grupa na lipofilni kraj stvara se tetrakain, koji ima znatno veću rastvorljivost u mastima i veću potenciju od prokaina.

U grupi amidnih lokalnih anestetika nailazimo na isti primer, ako je metil grupa zamenjena lipofilnom grupom, kada se od mepivakaina, dobija bupivakain, koji ima 15 puta veću rastvorljivost u masti i četiri puta snažnije anestetičko dejstvo od mepivakaina. Afinitet za vezivanje proteina je glavni faktor koji određuje trajanje delovanja lokalnog anestetika, verovatno zato što je mesto delovanja anestetika strukturni protein u aksonskoj membrani. Veći afinitet prema vezivanju podrazumeva i duže delovanje. Rastvorljivost u mastima i afinitet vezivanja za aksonski protein utvrđuje jačinu dejstva i trajanje dejstva leka, dok se konstanta disocijacije kiseline (pK_a) smatra glavnim faktorom koji određuje

brzinu početka dejstva. Molekuli lokalnih anestetika u rastvoru postoje kao ionizovani i nejonizovani, ali su nejonizovane molekule uglavnom odgovorne za delovanje, jer one kao nejonizovane, lakše prelaze kroz ćelijsku membranu.

MEHANIZAM DEJSTVA

Akcioni potencijal u aksonu se stvara brzim ulaskom Na^+ jona kroz membranu unutar aksona, koji se javlja kada membrana dobije adekvatni stimulans. U fazi mirovanja, relativno govoreći, postoji membranski potencijal aksona. Sa unutrašnje strane membrane se nalazi negativni naboј, dok spolja se distribuira pozitivno nanelektrisanje, tako da postoji razlika potencijala do 70 mV. Dakle, kada membrana dobije odgovarajući nadražaj ona se depolariše, tako što počinje brzi ulazak Na^+ jona u akson. Na^+ ovaj način stvara se akcioni potencijal koji se širi duž aksona. Ulazak Na^+ jona u akson kontrolisan je od strane Na kanala. Generalno govoreći, na ovom nivou lokalni anestetici sprečavaju brzo prodiranje Na^+ jona unutar aksona, čime se sprečava širenje akcionog potencijala. Postoji više teorija o tome kakvo je tačno dejstvo i priroda interakcije lokalnog anestetika i Na kanala, ali najprihvatnija je ideja da većina klinički upotrebljivih lokalnih anestetika sprečava širenje akcionog potencijala preko sledećih mehanizama: direktno blokiranje natrijumovih kanala i indirektni uticaj na njihovu funkciju.

FARMAKOKINETIKA LOKALNIH ANESTETIKA

Apsorpcija

Po pravilu nijedan lokalni anestetik se ne ubrizgava intravenozno da bi izazvao lokalnu anesteziju. Izuzetak je kada se koristi u intravenskoj regionalnoj anesteziji (IVRA), kako bi se anestezirali distalni delovi ekstremiteta. Sistemska apsorpcija lokalnih anestetika se ipak dešava i u svim drugim slučajevima i intenzitet apsorpcije zavisi od stepena prokrvljenosti, inflamiranosti područja i dr. Intenzivna apsorpcija, podrazumeva kraće trajanje dejstva lokalnog anestetika i veći je rizik od sistemske toksičnosti. Zbog toga se u farmakološke formulacije lokalnih anestetika često dodaje adrenalin kao vazokonstriktor, pa se na taj način usporava sistemska apsorpcija lokalnog anestetika a istovremeno mu se produžava i vreme delovanja. Lokalni anestetici su generalno neefikasni kada se primenjuju na intaktnu kožu, a efikasniji su na oštećenoj koži. Dejstvo ispoljavaju i na rožnjači kao i na sluzokožama.

Distribucija

Lokalna distribucija. Distribucija lokalnog anestetika na mestu aplikacije zavisi od volumena lokalnog anestetika, kao i od otpora tkiva pri širenju leka. Ponekad, u rastvor lokalnog anestetika se dodaje hijaluronidaza da bi se ubrzalo širenje anestetika kroz tkivo. Prilikom aplikovanja lokalnog anestetika kod tzv. spinalne anestezije često se koristi i elevacija zadnjeg dela tela pacijenta kako bi se ubrzala distribucija lokalnog anestetika kroz kičmeni kanal. *Sistemska distribucija.* Jetra i pluća su glavna mesta za metabolizam lokalnih anestetika. Ipak najveći deo se metaboliše u jetri, pa smanjen protok krvi kroz jetru može produžiti vreme potrebno za metabolizam i izlučivanje lokalnog anestetika.

Eliminacija

Lokalni anestetici su podložni biotransformaciji u organizmu, a potom se izlučuju preko urina ili žući. Najveći deo para-aminobenzoeve kiseline, formirane posle metabolizma

prokaina, se izlučuje nepromjenjen ili kao konjugovani proizvod u urinu. Jetra igra važnu ulogu u metabolizmu lokalnih anestetika. Ona je mesto sinteze plazmatske holinesteraze koji prekida estarske veze.

TOKSIČNOST LOKALNIH ANESTETIKA

Toksične reakcije lokalnih anestetika su dobro istražene i kategorisane i najčešće nisu fatalne ako se blagovremeno prepozna i adekvatno terapiju. Najčešće i najdramatičnije reakcije uočene u kliničkoj praksi su akutne reakcije, obuhvataju direktnе efekte lokalnih anestetika na kardiovaskularnom sistemu ili CNS. Akutna toksičnost je često povezana sa slučajnom intravaskularnom aplikacijom lokalnog anestetika. Premedikacija sa određenim lekovima (diazepam) uglavnom suzbija delovanje lokalnih anestetika na CNS u smislu promocije konvulzija, koji se mogu izazvati sistemski resorpcijom slučajnih lokalnih anestetika. Sličan efekat u suzbijanju potencijalnih konvulzija imaju i barbiturati ultra kratkog delovanja (tiopental). Poremećaji kardiovaskularnog sistema se obično tretiraju simptomatski (tj. nadoknada volumena, kardiotonika, kiseonik, natrijum-bikarbonat).

Toksičnost CNS-a. Neurološki simptomi intoksikacije se javljaju ponekad i pre kardiovaskularnih promena. Podatke uglavnom nalazimo u humanoj medicini, a odnose se Prokain je lokalni anestetik koji je najduže upotrebljavao (1905. godina). Lidokain je sintetisan 1943. godine. Ima nešto dužetrajanje efekta kao i prokain, međutim dejstvo mu je jače. Mepivakain se često primenjuje u hirurgiji konja jer ređe dovodi do tkivnih reakcija.

TEHNIKE IZVOĐENJA LOKALNE I REGIONALNE ANESTEZIJE/ANALGEZIJE

Upotreba tehnika lokalne anestezije donekle je manje zastupljena, uvođenjem novih metoda injekcione, a pogotovo inhalacione anestezije uz primenu savremenih postupaka analgezije (multimodalni pristup). Međutim, površinska anestezija, infiltraciona anestezija, regionalni blokovi, epiduralna anestezija i dr., logičan su izbor za obezbeđivanje analgezije kod životinja kod kojih je primena opšte anestezije predstavlja značajan rizik.

Tab. 12. Jačina i trajanje dejstva lokalnih anestetika koji se najčešće koriste u veterinarskoj medicini.

AGENS	JAČINA	TRAJANJE
Prokain 10; 20; 100 mg/ml injekcija	1	1 sat
Lidokain 5; 10; 15; 20; 50 mg/ml	2	2 sata
Injekcioni rastvor, sa ili bez Adrenalina 1:200,000 2.0% gel 2.5%, 5.0% krema		
Mepivakain 10; 15; 20 mg/ml	2.5	1.5- 2 sata
Bupivakain 2.5; 5.0; 4.5 mg/ml	8	4 - 6 sati
Propakain 0.5 % rastvor za oči		2 sata

Površinska anestezija

Lokalni anestetici generalno nisu efikasni kada se aplikuju na intaktnu kožu. Molekuli lokalnih anestetika ne mogu proći kroz netaknuti epidermis u dermis gde su nervni završeci. Međutim, lokalni anestetici se posebno dobro apsorbuju kroz mukozne membrane, uključujući konjunktivu i respiratorni epitel. Najčešće korišćeni lokalni anestetici za izvođenje površinske anestezije su lidokain (2-5%) proparakain (0,5%), tetrakain (0,5-2%) butakain (2%). Ovi proizvodi dolaze u različitim farmakološkim oblicima: rastvori koji se aplikuju površinski, kreme, masti, gelovi, praškovi i aerosoli. Površinska anestezija se može izazvati i hlađenjem površine kože nanošenjem etil hlorida. Ovaj agens brzo isparava i tako odnosi otplotu sa površine sa koje isparava (koža).

Površinski lokalni anestetici se primenjuju kod :

- hirurške obrade rana;
- ukapanjem u konjuktivnu vreću izazivaju anesteziju rožnjače i vežnjače, pri kojoj može da se vrši pregled na bolnom oku, uklanjanje stranih tela, uzimanje briseva konjuktive (oprez zbog konzervansa) i subkonjunktivalne injekcije;
- senzorna blokada ždrela i grkljana tokom intubacije životinje za inhalacionu anesteziju postiže se premazivanjem gelom na tubus ili nanošenjem laringealnog spreja na predeo grla i grkljana;
- površinska anestezija na mestima na kojima treba da se izvrši punkcija, biopsija na koži ili rez malog apscesa,

Uvek bi trebalo da se primenjuje najmanja efektivna doza anestetika da bi se smanjila toksičnost zbog predoziranja. Početak i trajanje površinske anestezije zavisi od korišćenog anestetika, njegove Doze i mesta aplikacije. Na primer, primena 2-4% lidokaina na sluzokožu dovodi do anestezije za oko 5 minuta i efekat traje oko pola sata, dok primena 0,5% proparakaina konjunktivalno dovodi do anestezije rožnjače i konjunktive za 1-6 minuta i efekat traje 10-15 minuta nakon jednog nakapanja i 2 sata posle ponovljene primene.

Površinska anestezija je prilično sigurna procedura, jednostavno primena više puta može da se ponovi, mada životinje mogu, ponekad, da se suprotstave primeni hladnih rastvora.



Sl. 20. Lokalna anestezija sa etil - hloridom.

Infiltrativna anestezija

Lokalna infiltracija anestetika podrazumeva njegovo ekstravaskularno "raspoređivanje" sa direktnim ubrizgavanjem u tkivo na željenu lokaciju, a može se smatrati kao jedna od najsigurnijih tehnika u lokalnoj anesteziji. Najčešće korišćen lokalni anestetik kod infiltracije je lidokain (0,5-2%). Kao i kod bilo koje aplikacije ubrizgavanja, pravilo je da se koriste samo oštре i sterilne igle, obično 18-G i 25-G. Infiltrativna anestezija se vrši na taj način što se na prepostavljenoj liniji reza uvede igla a zatim se anestetik aplikuje sukcesivno tokom izvlačenja igle.

Infiltrativa anestezija ima rutinsku primenu u:

- anesteziranju na mestu incizije pri malim hiruškim rezovima
- anesteziranju na mestu za obradu površinskih apscesa, cista i hematoma

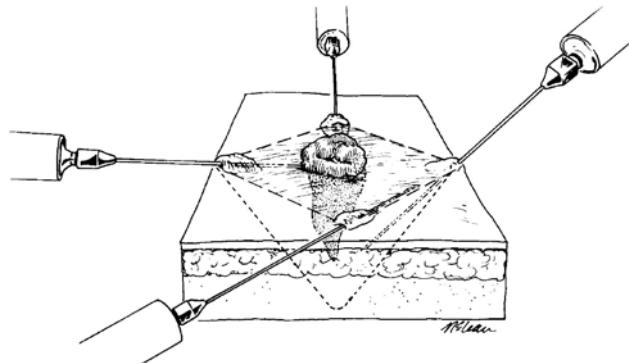
Količina infiltrativnog anestetika zavisiće od veličine površine koja treba da bude pod anestezijom. Generalno, oko 2-5 mg / kg lidokaina ili mepivakaina, i 4-6 mg / kg prokaina, bez epinefrina je dovoljna da dovede do infiltrativne anestezije. Treba dati isto pravilo kao i za površinsku anesteziju, koristeći najnižu moguću koncentraciju koja postiže željeni efekat.

Ako je potrebna izvesna količina lokalnog anestetika za anesteziju na širem području, lidokain se može razblažiti do rastvora 0,25% u sterilnom fiziološkom rastvoru (**ne sa aqua redestilata!**). U starijih pasa (preko 8 godina) ukupna doza treba da se smanji za 30-40%, što važi i za bolesne pse u lošem stanju.

Rastvori lokalnih anestetika i adrenalina imaju za cilj da smanje resorpciju anestetika u cirkulaciji, što se postiže vazokonstriktornim dejstvom adrenalina, i povećava efekat i trajanje delovanja anestetika. Što se tiče prisustva adrenalina u lokalnim anestetičkim rastvorima, treba voditi računa da se ne koriste ovi rastvori u mestima vaskularizovanih terminalnih arterija poput uha, repa, kao i kod pasa sa tankom i tamno pigmentisanom kožom (pudlice) zbog opasnosti od teške vazokonstrikcije, lokalne ishemije i nekroze.

Infiltrativna „pehar“ anestezija

Kod izvođenja ove tehnike lokalne anestezije, anestetik se najpre unosi subkutano ili intradermalno po infiltrativnoj tehnici, a zatim će lokalni anestetik ubrizgava u dublja tkiva prema shemi kako bi se izvršila desenzibilizacija i u dubini (Sl. 21).



Sl. 21. „Pehar“ anestezija - anestetik se aplicira potkožno, a potom i u dubinu tkiva u obliku pehara ili konusa.

Provodni blok

Injekcija lokalnog anestetičkog rastvora u vezivnom tkivu koje okružuje nerv dovodi do gubitka osećaja (senzorni nervni blok) i / ili paralize (motorni nervni blok) u regionu

inervisanog odgovarajućim nervom. Za izvođenje ove tehnike anestezije potrebna je manja količina anestetika nego kod prethodno pobrojanih tehnika, što je svakako čini bezbednijom.

TEHNIKE IZVOĐENJA LOKALNE ANESTEZIJE KOD POJEDINIХ VRSTA DOMAČIH ŽIVOTINJA

KONj

Blokada n. auriculopalpebralis

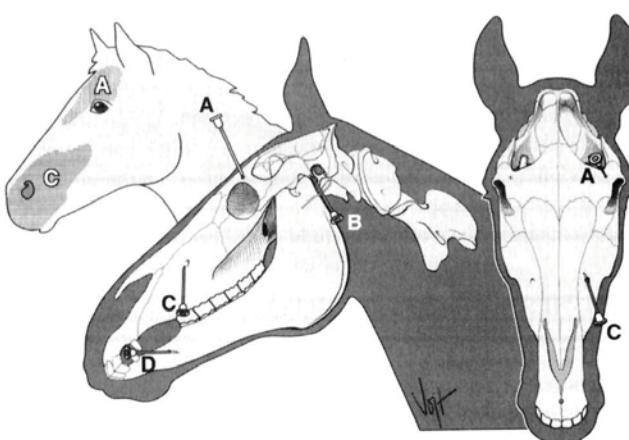
Ovaj nerv predstavlja terminalnu granu facijalnog nerva. On je nosioc motornih vlakana očnih mišića. Blokada ovog nerva sprečava treptanje, ali ne i senzorijum kapaka. Uz lokalnu anesteziju se često koristi za manje operacije oka ili kod njegovog pregleda. Ovaj nerv se može blokirati dorzalno od jagodičnog izdanka (*arcus zygomaticus*). Igla se uvodi preko jagodičnog luka, blizu srednjeg dela i aplikuje se 5-10 ml lokalnog anestetika.

Blokada n. supraorbitalis

Supraorbitalni nerv je terminalna grana oftalmičkog dela *n. trigeminusa*. On izlazi iz supraorbitalnog otvora i grana se u središnjem delu gornjeg kapka i na delu čela. Blokiranjem ovog nerva dolazi do desenzibilizacije srednjeg dela gornjeg očnog kapka i oblasti kože koja pokriva čelo. Supraorbitalni nerv se blokira u supraorbitalnom otvoru. Može se palpirati oko 6 cm dorzalno od medijalnog ugla oka zajedno sa supraorbitalnim procesusom. Igla veličine 22G treba uvoesti 2.5 cm pod kožu od strane ka foramenu, zatim se postavi špric sa 5 ml 2% lidokaina (poželjno sa adrenalinom). Anestetik infiltrirati u otvor i potkožno uz dorzum do kraja supraorbitalnog procesusa.

Sl. 22. Lokacija za blokadu površinskih nerava glave konja

- A. Supraorbitalna blokada
- B. Aurikulopalpebralna blokada
- C. Infraorbitalna blokada
- D. Alveolarno mandibularna (mentalna) blokada



Blokada n. infraorbitalis

Ovo je takođe ogrank trigeminusa, koji izlazi iz infraorbitalnog kanala. Njegovom blokadom se obezbeđuje analgezija gornje usne i nozdrve na istoj strani. Otvor leži na 1-2

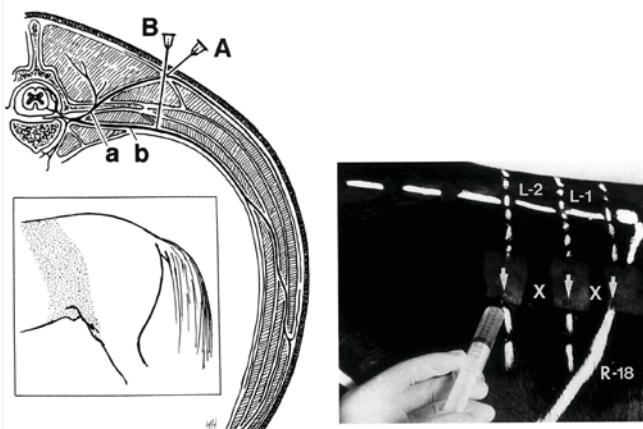
cm iznad srednje linije koja povezuje prednji kraj od facijalnog grebena i nazolakrimalnog sinusa. *M. levator labii superioris* se pomera dorzalno i ispod njega se uvodi igla približno 2,5 cm, i injektira 5 ml 2% lidokaina sa adrenalinom na infraorbitalniom otvoru. Ako anestetik dospeva na 2,5 cm u kanalu, onda će se analgezija proširiti do drugog molara.

Blokada n. mentalis

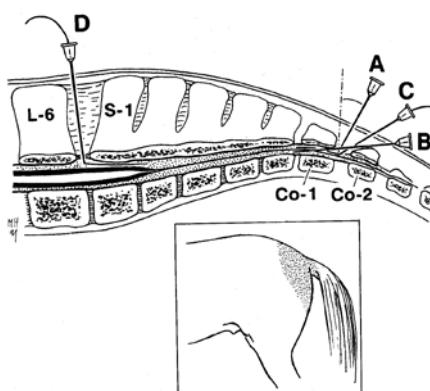
To je grana *n. trigeminus-a* koja inerviše donju usnu. Mentalni otvor se nalazi na bočnoj strani mandibule ispod bezubog ruba, pronalazi se palpacijom ispod tetine *m. depresor labii inferioris*, a zatim se u njegovu okolinu aplikuje anestetik (5 ml 2% lidokaina).

Paravertebralna analgezija

Mesto aplikacije su spinalni lumbalni nervi. Prvo mesto se nalazi između kaudalne granice poslednjeg rebra i distalnog kraja od prvog lumbalnog izdanka (za T-18) a zatim između prvog i drugog transverzalnog izdanaka (za L-1), pa između drugog i trećeg lumbalnog izdanaka (za L-2). U svakom slučaju, veoma je teško da se palpiraju transverzalni izdanci na pršljenima kod konja u odnosu na goveda. Blokiranje polja može se izvrši u horizontalnoj liniji između poslednjeg rebra i *tuber coxae*, do tačke na maksimalnoj zakriviljenosti korita. Ovaj prostor je podeljen na četvrtine, a injektivno se izvodi na dva kraja. Igla se uvodi vertikalno u odnosu na kožu i lagano se gura ka unutra, sve dok se ne čuje zvuk koji liči na vazduh da se usisava u iglu ili postepenog gubitka otpora tokom prolaska igle, što ukazuje da je u peritoneumu. Igla se polako povlači i daje se 15-20 ml lokalnog anestetika.



Sl. 23. Paravertebralna anestezija lumbalnih nerava (mala slika: anestezirano područje)



Sl. 24. Kranijalna (D) i kaudalna epiduralna (A) anestezija (mala slika - polje koje se desenzibilira)

Kaudalna epiduralna analgezija

Izvođenjem kaudalne epiduralne analgezije, ostvaruje se analgezija repa, dela rektuma, i dela reproduktivnih organa konja. Ova tehnika olakšava operativne zahvate na repu, perineumu, anusu, rektumu, vulvi, vagini, uretri i simptomatično olakšanje bola. Mesto aplikacije je između prvog i drugog sakralnog pršljena. Kretanje repa gore i dole pomaže da se locira mesto aplikacije. Ovo je zapravo prvi pokretni zglob, koji se nalazi kaudalno od sakruma.

U tu svrhu se koriste spinalne igle, 7,5 cm. Igla se uvodi u centar inter-kokcigealnog prostora pod uglom od 30° u horizontalnom pravcu dok se ne dođe do korena kičmenog kanala. Igla se pažljivo izvuče i uporedo se obavlja injekcija anestetika. U goveda, kada se igla ubacuje u epiduralni prostor može se čuti nežno šuštanje kao vakuum unutar prostora, što nije slučaj sa konjima, jer taj deo je ispunjen masti. U konja sa telesnom masom od 500 kg potrebno je 5-7 ml lidokaina sa epinefrinom da bi se postigao gubitka osećaja u rektumu, vagini i uretri. Primena više od 10 ml anestetika uzrokuje potpuni gubitak mišićnog tonusa u zadnjim nogama, uzrokujući gubitak ravnoteže i pada konja.

Vreme početka anestetičkog dejstva je 10-30 min (često duže kod životinja sa većom količinom masnog tkiva). Oblast analgezije pokriva područje kožu repa do sredine sakralnog regiona, anusa, perineuma, vulve i kaudalnog dela butina. Pokretljivost materice nije promenjena. Kontrakcije abdomena se prekidaju, iako se trbušni mišići nisu paralizovali. Vreme analgezije varira je od 60-90 minuta.

U poslednje vreme, umesto lidokaina kao sredstvo za analgeziju kod konja i goveda koristi se i ksilazin. Prednost ksilazina je mogućnost celokupne sedacije, minimalna ataksija i produženo vreme analgezije. Doza koja je potrebna za konje iznosi 0,15 mg/kg ksilazina rastvorenog sa 10 ml Ringerovog rastvora. Epiduralno davanje ksilazina ili nekih drugih alfa-2 agonista kao na primer detomidina, ne mogu se koristiti za sedaciju i analgeziju prilikom laparotomije. Anteriorna (visoka) epiduralna anestezija se ne koristi kod konja zbog mogućnosti snažne ekscitacije.

GOVEDO

Aurikopalpebralni nerv

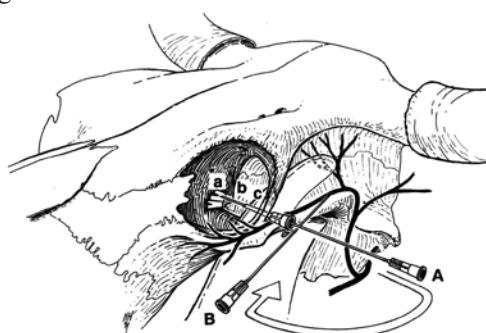
Isto kao i kod konja, sa blokadom ovog nerva će se sprečiti motorna, ali ne i senzorna inervacija. Igla veličine 22 G se uvodi 2,5 cm nešto dorzalno od zigomatičnog luka i oko 2 cm kranijalno od baze uha i aplikuje se 5-10 ml 2% lidokaina sa adrenalinom. Ako je potrebno da se izvrši i analgezija na očnom kapku ubrizgava se 10 ml lidokaina sa epinefrinom subkutano oko rubova dorzalnog i ventralnog očnog kapka.



Sl. 25 Blokada aurikulo-palpebralnog nerva kod goveda

Modifikovani Petersonov Očni Blok

Enukleacija očne jabučice je čest postupak kod goveda i za ovaj postupak potrebna je celokupna analgezija oka i orbite, kao i imobilizacija očne jabučice. Za izvršavanje ove procedure, potrebne su sledeće nervne blokade:



Sl. 26. Modifikovani Petersonov blok za izvođenje ekstirpacije očne jabučice.

- a.** Aurikopalpebralna grana (motorna) od *n. facialis* (VII).
- b.** Okulomotorni (III), trohlearni (IV) i n. abducens (VI) - Motorna inervacija očnih mišića
- c.** Maksilarni ograncak *n. trigeminus* (V) - senzorna inervacija gornjih kapaka, tvrdo i meko nepce, nosne šupljine i odgovarajuće maksilarne kosti, maksilarni sinus i regija inervisana od infraorbitalnog nerva
- d.** Oftalmička grana *n. trigeminus* - senzorna inervacija na rogu, gornji kapci, treći kapak, medijalni ugao oka, kaudalni deo nosne pregrade, rožnjače, beonjače i frontalni sinus
- e.** optički nerv.

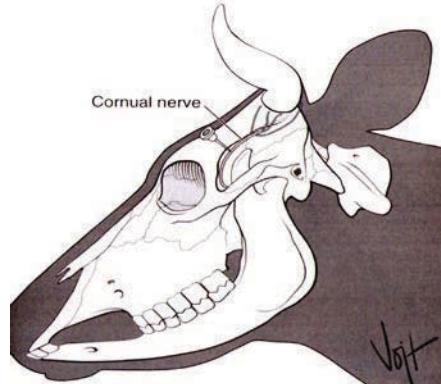
Ovi nervi, sa izuzetkom optičkog nerva, prolaze kroz orbitalni otvor. Anestetik treba da se aplikuje ispred otvora. Prvo se mora utvrditi ugao koji formira supraorbitalni procesus, jagodičnog luka i koronoidalnog procesusa donje vilice.

Igra veličine 18 G I dužine 12-15 cm, uvodi se u ovaj ugao horizontalno, u dubini od 7-11 cm, dok ne dotakne pterigopalatinsku jamu. Igra se nežno povuče i aplikuje 15 ml lidokaina. Takođe, 15 ml lidokaina treba se aplikovati kaudodorsalno.

Ovim blokokom se ne blokira aurikulopalpebralni nerv, pa kako bi se sprečilo treptanje potrebno je istog blokirati, kao što je prethodno opisano. Ovim blokom životinja neće moći da vidi, izostaju pokreti kapka, gornji kapak se spušta i javiće se protruzija očne jabučice.

Kornualni nervni blok

Kornualni nerv je ograncak zigomatično-temporalnog dela oftalmičke grane trigeminusa. Njegovom blokadom se omogućava analgezija baze roga. Blokiranje se obavlja na ventralnom delu frontalnog grebena, ciljano na sredini između lateralnog kantusa oka i baze roga. Igra se uvodi 4 cm, pa do trenutka kad se dodirne lateralna strana temporalnog dela čela. Nakon aspiracije aplikuje se 5 ml 2% lidokaina sa epinefrinom. Još 2 ml anestetika se daje nakon izvlačenja igle. Zatim se igra usmerava pod kožu iznad čeonog grebena i aplikuju se ostalih 2-3 ml. Za kozmetičku dekornuaciju treba izvesti celokupni blok. Aplikovati 10-15 ml, sa iglom 18 G, između čeonog grebena i pomoću kaudalnog aspekta na bazi roga.



Sl. 27. Kornualni blok

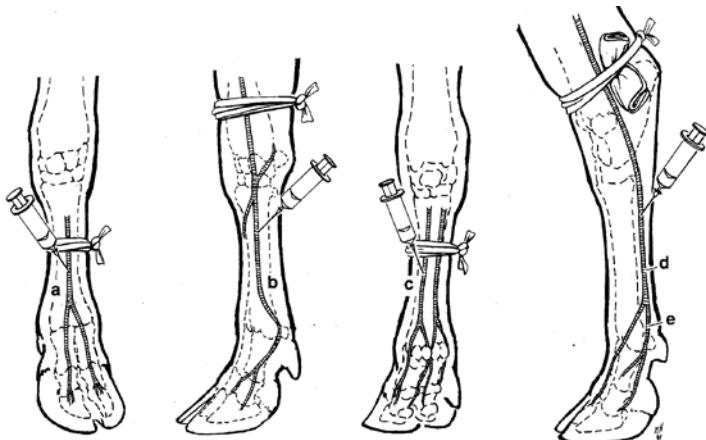
Intravenska regionalna analgezija

Ovom tehnikom se najpre izoluje dotok krvi do distalnog dela ekstremiteta posle prethodno postavljene proksimalne podveske. Postavljanjem podveske prekine se najpre venska cirkulacija pa superficialna vena bude vidljiva i u nju se aplikuje lokalni anestetik. Ovo omogućava brzu analgeziju koja traje do odpuštanja podveske. U goveda, ova tehnika se koristi za izvođenje analgezije distalnog ekstremiteta. Može se postaviti iznad ili ispod tarzusa preko lakatnog zglobova, iznad ili ispod karpusa. Vene u koje aplikujemo anestetik su:

Prednji ekstremitet: plantarna metakarpalna vena; zajednička dorzalna metakarpalna vena; radijalna vena;

Zadnji ekstremitet: kranijalna grana lateralne vene safene;

Mesto za aplikaciju treba prethodno hiruški da se pripremi, onda igla promera 22 G leptir se uvodi u venu i ubrizgava 10-30 ml 2% lidokaina (bez epinefrina). Kad se završi operativni zahvat, podveska se popušta sukcesivno, a 5-10 minuta kasnije postepeno vraćaju motorne i senzorne funkcije. Ako se desi da se ubrizgaju velike količine prokaina, mogu se izazvati klinički znaci intoksikacije. To se obično dešava kod mlađih teladi, malih preživara i svinja. Iako intravenozna regionalna anestezija se uobičajeno koriste u goveda, može se koristiti u malih preživara, svinja i malih životinja za obavljanje operacija na distalnim delovima ekstremiteta.



Sl. 28. Regionalna intravenska anestezija - Bier blok

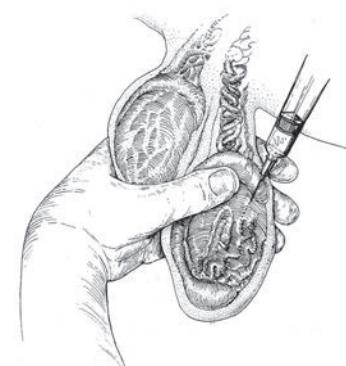
- A. Dorzalna metakarpalna vena
- B. Radijalna vena
- C. Plantarna metakarpalna vena
- D. Lateralna vena safena

Analgezija interdigitalnog prostora

Interdigitalni prostor prednjih i zadnjih ekstremiteta se anestezira sa blokadom medijalnog dorzalnog i palmarno aksijalnog digitalnog nerva. Aksijalni digitalni nervi sa dorzalne strane ekstremiteta se blokiraju odmah ispod tarzusa. Igla se uvodi subkutano oko 2,5 cm, i injektira 5 do 10 ml 2 % rastvora lidokaina sa epinefrinom, proksimalno od spajanja dva prsta. Nakon ove aplikacije, uvodi se 18G igla dužine 10 cm, pod pravim uglom iznad interdigitalnog prostora, sve dok se vrh ne palpira na zadnjem kraju. Povlačenjem igle, ubrizga se 10-15 ml lidokaina sa adrenalinom. Ovim nastupa kompletna desenzibilizacija interdigitalnog prostora.

Analgezija za kastraciju

Ubrizgavanjem lokalnog anestetika direktno u testis ili samo funikulus dolazi do analgezije. Bez obzira na to koja će se tehnika koristiti, mesto za inciziju potrebno je da bude infiltrirano sa lokalnim anestetikom. Za aplikaciju anestetika u funikulus, potrebno je da se prihvati skrotum i pažljivo da se povuče na dole, čime se zategne funikulus i potom se aplikuje 5 ml lidokaina sa epinefrinom u svaki pojedinačno. Treba biti siguran da je igla

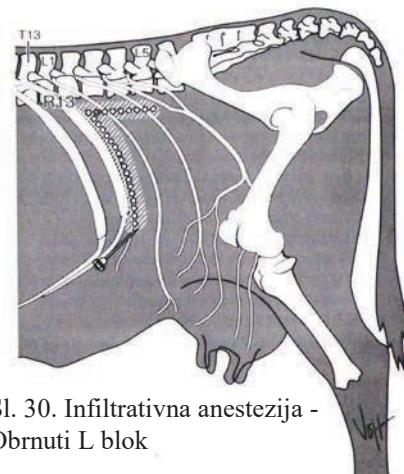


Sl. 29. Testikularna infiltracija

ušla u funikulus, a ne potkožno. Da bi se aplikovao lokalni anestetik u testis, potrebno je da se igla vodi oko 7 cm na sredini spram posteriorene granice testesa i vertikalno od njega. Igla se uvlači duboko u testes i aplikuje se 10-15 ml 2 % lidokaina sa epinefrinom.

Infiltrativna anestezija

Kod svih vrsta životinja, analgezija se može obaviti sa jednostavnom infiltracijom lokalnog anestetika na strani od hiruškog zahvata. Prednost ove tehnike je da nije potrebno striktno anatomico pozicioniranje anestetika. Ali postoje neki nedostaci, pre svega, potreba za većim količinama lokalnog anestetika kako bi se obezbedila adekvatna analgezija na mestu reza. Epinefrin, koji se nalazi u rastvoru anestetika može uticati na zarastanje rana. Dok se vrši laparotomija, anestetik treba ne samo da se primeni potkožno, već i u mišiće i fascije.



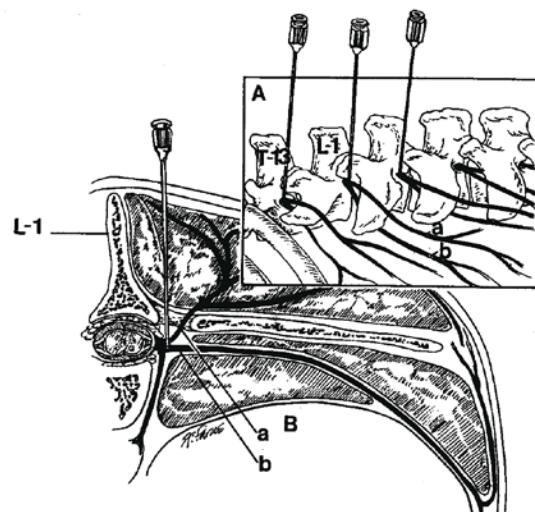
Sl. 30. Infiltrativna anestezija - Obrnuti L blok

Obrnuti L blok

Ova tehnika, koja ulazi u grupu nespecifične tehnike regionalne analgezije (koristi se za bočnu laparotomiju). Omogućava potpunu desenzibilizaciju svih nerava koji inervišu oblast hiruškog zahvata. Lidokain se daje u graničnim tkivima dorzokaudalno od poslednjeg rebra i ventrolateralno od transverzalnog lumbalnog nastavka. Prednost je u tome što se smanjuje mogućnost formiranja edema i hematoma na mestu reza, jer se anestetik primenjuje daleko od mesta reza, ali negativna strana je što se ne javlja kompletna mišićna relaksacija kod dubljih slojeva abdominalnog zida.

Paravertebralna anestezija

Ovom tehnikom blokiraju se dorzalne i ventralne grane torakalnih i lumbalnih spinalnih nerava. Javlja se regionalna analgezija na koži, mišićima i peritoneumu. Sa ovom tehnikom izaziva se blokada dorzalnih i ventralnih grana spinalnih nerava, nakon izlaska iz intervertebralnog otvora i to od poslednjeg torakalnog (T13), prvog i drugog lumbalnog (L1 i L2) pršljena. Ukoliko je potrebna analgezija na kaudalnom delu od paralumbalne jame ili pak na mlečnoj žlezdi, potrebno je da se blokira i L3. i L4 lumbalni spinalni nerv. Ovo može da izazove slabost zadnjih ekstremiteta.



Sl. 31. Proksimalni paravertebralni blok (Farquharson/Cambridge block)

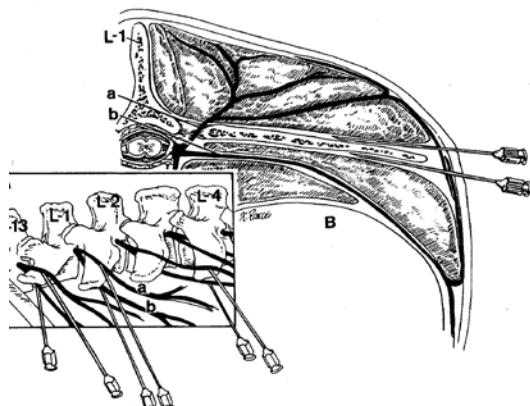
Proksimalni paravertebralni blok (Farquharson/Cambridge block) – poslednji torakalni i prva dva lumbalna nerva se blokiraju odmah, na mestu izlaska iz intervertebralnog otvora. Mesto uboda je 5 cm lateralno od vrha trnastih izdanaka; igla se uvodi pod pravim uglom u odnosu na kičmu, do tačke od kranijalne ivice transverzalnog izdanka. Odavde se uvodi duboko do intra-transverzalnog ligamenta. Aplikuje se 15 ml lokalnog anestetika i 5 ml preko ligamenta. Treba voditi računa da igla ubaćena vertikalno uvek treba da dođe prvo u kontaktu transvrezalnim izdancima.

Kao znak za uspešno izvršen blok je analgezija kože, potkožja i muskulature, skolioza (paraliza paravertebralne muskulature) i povećana telesna temperatura kože kao rezultat većeg protoka krvi zbog blokiranja inervacije krvnih sudova u koži.

Prednost ove tehnike je pouzdana anestezija kože, mišića i peritoneuma, manja količina anestetika za postizanje istog efekta, kraći vremenski period rekovalescencije. Nedostaci predstavljaju potrebu za dužom iglom (10 cm), otežano pronalaženje mesta aplikacije kod debljih životinja, skolioza. Komplikacije se mogu javiti zbog eventualne povrede aorte, kaudalne šuplje vene ili grudne vene.

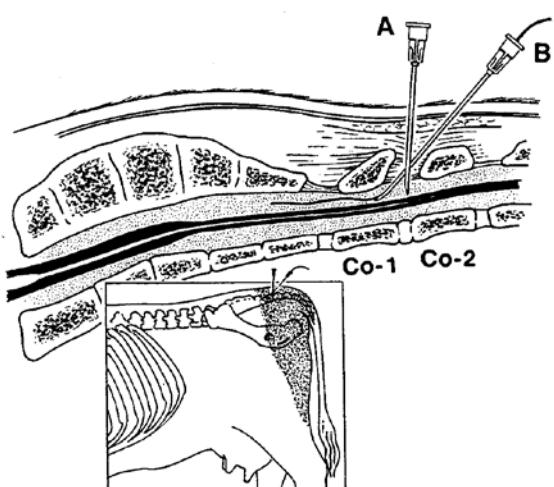
Distalni paravertebralni blok (Magda ili blok po Corrnel-u)

Ovom tehnikom postiže se blokada dorzalne i ventralne grane poslednjeg torakalnog i prva dva lumbalna nerva. Obična injekcijska igla se ubacuje paralelno sa transverzalnim izdankom. 5-10 ml anestetika se aplikuje u tkivo iznad i ispod transferzalnog izdanka, bliže kaudalnoj ivici. Prednost ove metode je bolja dostupnost, mogućnost da se koriste standardne injekcijske igle, kao i minimalni rizik od punkcije velikih krvnih sudova. **Nedostatak** predstavlja potreba za većom količinom anestetika i varijacije u protezjanju nervnih grana.



Epiduralna analgezija

Epiduralni prostor je ograničen sa tvrdom moždanom ovojnicom (*dura mater*) s jedne strane i koštanim delovima i spojevima kičmenog kanala na drugoj strani. To je potencijalni prostor koji je često ispunjen ekstraduralnim masnim tkivom i unutrašnjim kičmenim venskim pleksusom. Spinalni nervi, koji napuste duru mater, idu kroz epiduralni prostor pre nego što napustite kičmeni kanal kroz intravertebralne otvore. Aplikacijom lokalnog anestetika u ovoj oblasti će se javiti desenzibilizacija spinalnih nerava, a blokada zavisi od mesta primene, obima i koncentracije



anestetika. Time dolazi do gubitka senzornih i motornih funkcija. Termini koji se upotrebljavaju pri epiduralnoj analgeziji, anteriorna i posteriorna su da bi se opisao nivo blokade do kog je došlo. Kada se blokada proteže od mesta izlaska išijadičnog nerva, polazeći od drugog sakralnog prema kranijalnim segmentima, definiše se kao prednji (kranijalni) epiduralni blok. U slučaju kada se blokada proteže prema kaudalnim segmentima, definiše se kao zadnji (kaudalni) epiduralni blok. Životinja u slučaju epiduralne analgezije (anestezije) gubi motornu funkciju zadnjih udova, a njihova dužina zavisi od količine datog lokalnog anestetika. Anatomički termini kao kaudalno, lumbo-sakralno ili torako-epiduralno se odnose prvenstveno na mesto aplikacije u epiduralni prostor.

Mesto aplikacije anestetika može biti sakrokokcigealni ili interkokcigealni prostor. Lokacija za aplikovanje može se odrediti povlačenjem repa gore i dole i sa palpacijom mesta (otvora) između dva pršljena. Kod odraslih krava je razmak između S5-C1 osificiran, tako da aplikacija se vrši između C1 i C2. Igla se ubacuje u centar ovog prostora u kranijalnom i ventralnom smeru, sa uglom od 20° vertikalno. Za takozvanu posteriornu (kaudalnu) epiduralnu anesteziju treba oko 3 ml 2% lidokaina da parališe rep. Indikacije za izvođenje ove anestezije su mahom akušerski zahvati ali i šivenje međice kod rupture, ili olakšana reposicija rektuma kod prolapsusa. Doza za kompletну analgeziju u centralnom delu sakruma, kroz perineum na unutrašnjem delu butine je 1,0 ml / 100 kg tm. Viša doza od ovoga će uzrokovati posteriornu ataksiju. Anteriorna epiduralna anestezija kod goveda se retko primenjuje a postiže se primenom 10 ml / 100 kg TM lidokaina i maksimalna doza za krave kod carskog reza je 120 ml. Ova anestezija dovodi do paralize zadnjih ekstremiteta a krava može ostati u ležećem položaju i do četiri sata, uz sve moguće komplikacije koje iz toga mogu proisteći.

Epiduralno aplikovani ksilazin izaziva odličnu analgeziju za izvođenje laparotomije kod krav. Aplikuje se u dozi od 0,07 mg / kg, rastvorenog u 7 ml Ringerovog rastvora. Bolji efekat se postiže ako se 10 minuta nakon aplikacije Ksilazina, uradi lokalna ili paravertebralna blokada.

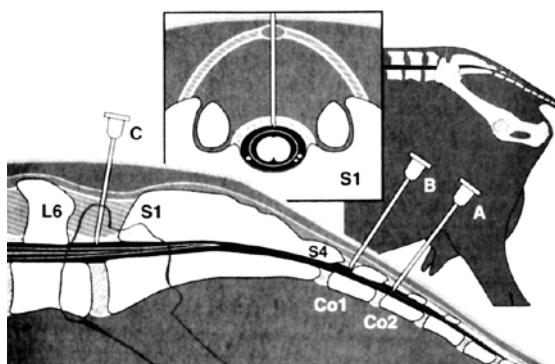
OVCE / KOZE

Kornualni nerv

Rogovi koza su inervisani od kornualnih grana na zigomatičnom i infraorbitalnom nervu. Blokiranje se obavlja isto kao i kod goveda, a zatim se blokira lakrimalni srednji deo između medijalnog kantusa oka baze roga. Procedura za epiduralnu anesteziju je slična kao i u goveda, samo je smanjen volumen lokalnog anestetika.



Сл. 35. Blokada zigomatiko temporalnog i infratrohlearnog nerva za izvođenje dekornuacije kod koza.



Sl. 36. Kranijalna i kaudalna epiduralna anestezija koze i ovace

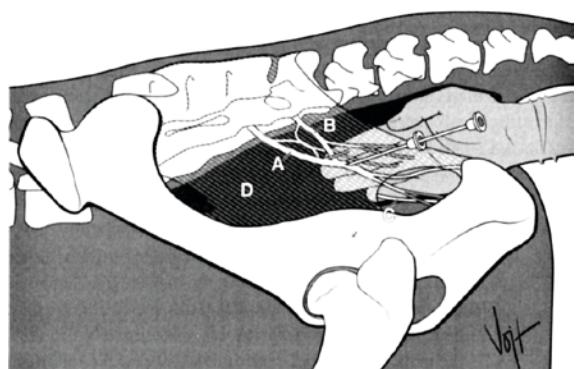
SVINJE

Epiduralna anestezija se izvodi i kod svinja, posebno za carski rez. Mesto za aplikaciju je deo lumbosakralnog prostora. Igla se stavlja na sredini poprečne linije između kranijalne prominencije na krilima ileuma sa obe strane. Igla se postavlja 2 cm kaudalno iza ove linije, pod uglom od 20° vertikalno. Dubina penetracije igle zavisi od stanja i veličine svinje. Ovde svakako treba napomenuti i to da masno tkivo koje je ovde izdašno u velikoj meri otežava uvođenje igle u međupršljenski otvor. U prolazu igle oseća se otpor koji slabi kako igla ulazi u epiduralni prostor. Prilikom ulaska igle, potrebno je izvršiti aspiraciju da budemo sigurni da igla nije u subarhnoidalnom prostoru. Injektira se oko 1.0 ml na 10 kg/tm lokalnog anestetika. Analgezija koja se javlja se proteže kaudalno od pupka uz paralizu zadnjih ekstremiteta.

OSTALE TEHNIKE

Blokada pudentalnog nerva

Ova tehnika se obično koristi za opuštanje i analgeziju. Mali išijadični otvor se lokalizuje palpacijom mekane cirkumskriptne depresije sarkoilijačnog ligamenta. Unutrašnji pudendalni nerv se nalazi na širini prsta od dorzalne pudendalne arterije. Koža iznad ishiorektalne jame na dve strane treba da se dobro dezinfikuje, onda desenzibilizira sa 2-3 ml lidokaina. Dok se igla aplikuje direktno u nerv ruka se nalazi u rektumu kako bi se palpiralo postavljanje igle. 20-25 ml 2% lidokaina sa epinefrinom se ubrizgava oko nerva, a isti postupak se ponavlja na drugoj strani. Ovim nastaje potpuna relaksacija i kutana analgezija oko anusa, perineuma, posteriomedijalnog dela butine i otvora uretre.

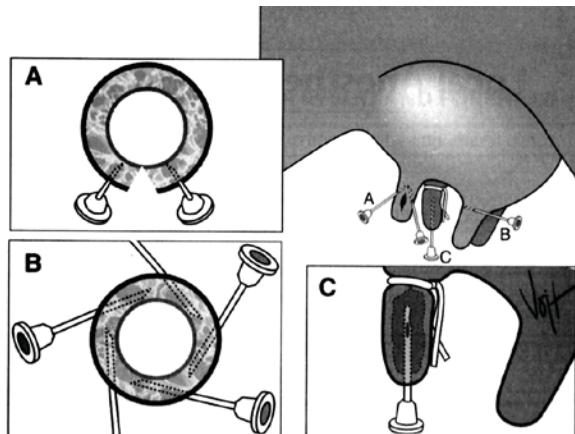


Sl. 37. Blokada pudentalnog nerva

Analgezija mlečne žlezde i papila vimena (papillae mammae)

Mlečna žlezda se primarno inerviše od spinalnih nerava koji potiču od 3. i 4. lumbalnog kičmenog segmenta, koji formira granu femoralnog nerva. Kaudalni deo od mlečne žlezde se inerviše od mamarne grane pudentalnog nerva. Paravertebralna analgezija L₁, L₂, L₃ spinalnih nerava dovodi do analgezije prednjeg dela od mlečne žlezde. Ukoliko se operativni zahvat izvodi na papilama, analgezija se izvodi sa prstenastim, linijskim blokom ili infuzijom anestetika u mlečnu cisternu (Sl.38.). Za veći operativni zahvat na mlečnoj žlezdi, potrebna je opšta anestezija.

Sl. 38. Analgezija papile vimena –
A. Linjski blok
B. Prstenasti blok
C. Infuzija anestetika u mlečnu cisternu



Regionalne anestetske tehnike kod pasa i mačaka

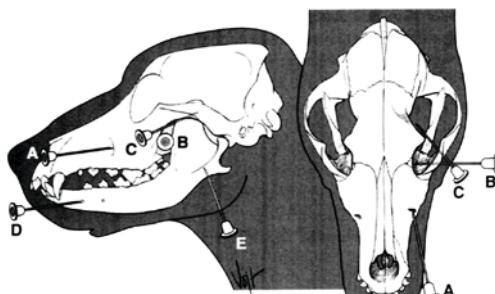
Glava

Nervi glave psa koji su dostupni za klinički pregled i aplikaciju anestetika, često su predmet regionalne anestezije. Aplikacija lokalnog anestetika oko *n.infraorbitalis*, *n. maxillaris*, *n.ophtalmicus*, *n.mental*is, *n.mandibularis*, daje veliku prednost uz kombinaciju sa sedativima pre opšte anestezije. Svaka od ovih tehnika ima svoju specifičnost i tačnu instrukciju za to kako se izvodi.

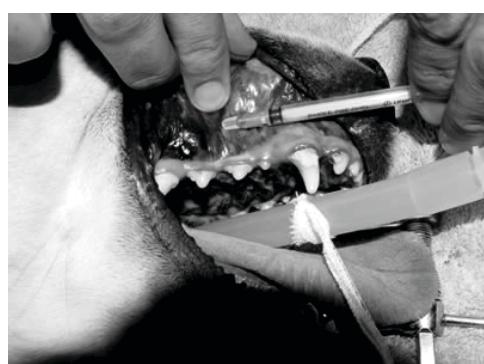
Blokada n.infraorbitalis.

Ovaj nerv se desenzibilisiće na mestu njegovog izlaska iz infraorbitalnog kanala. Igla se uvodi ili intra ili ekstraoralno oko 1 cm kranijalno od koštane ivice na infraorbitalnom. Uspesna aplikacija anestetika dovodi do desenzibilizacije gornje usne i nosa, gornji zid nosne šupljine i kože oko otvora.

Blokada n. maxillaris. Blokada ovog nerva se izvodi uvođenjem igle perkutano, paralelno sa ventralnom granicom *processusa zigomaticusa* i 5 milimetara kaudalno od lateralnog očnog kuta, nakon čega se igla usmerava prema *fossa pterigopallatina*. Lokalni anestetik se aplikuje na



Sl. 39. Blokada perifernih nerava na glavi psa
A. *n.infraorbitalis*
B. *n.maxillaris*
C. *n. ophtalmicus*
D. *n. alveolaris mandibulae*



Sl. 40. Blokada *n.maxillaris*

mestu gde maksilarni nerv prolazi perpendikularno na nepčanu kost, između foramena maxillare i foramena rotunduma.

Blokada n.ophtalmicus. Anestezija oka i orbite se izvodi desenzibilizacijom oftalmičke grane *n.trigeminus*. Za ovaj postupak se koristi 22-G igla dužine 2,5 cm, koja se uvodi ventralno od *processusa zygomaticusa* u visini od lateralnog očnog ugla, 0,5 cm kranijalno od prednje granice vertikalnog dela ramusa mandibulae, pa mediodorzalno i nešto kaudalno dok ne stigne do lakrimalnog, zgomatičnog i oftalmičkog nerva u blizini fissure orbitalis.

Aplikacija lokalnog anestetika na ovom mestu dovodi do akinezije bulbusa, zbog blizine *n.abducens*, *n.oculomotorius*, *n.trochlearis*. Postoji i drugi metod za lokalnu anesteziju oka (retrobulbarna anestezija) koja je teža za izvođenje, potrebna je posebna oprema i nosi velik rizik direktnog subarahnoidalnog injektiranja anestetika, intravaskularnog injektiranja i sistemske apsorpcije. Za izvođenje ove tehnike, prvo se vrši površinska anestezija konjuktive i rožnjače, a potom punkcija može da se izvrši na dva načina:

1. Sa običnom iglom 7,5 cm 20-G, koja se uvodi preko lateralnog očnog ugla kraj očnog bulbusa u pravcu suprotog mandibularnog zgloba, dok se ne oseti otpor dna orbite.
2. Sa posebno zaobljenom iglom od 5 cm koja se uvodi duž vertikalnog meridijana pri čemu njena krivina prati svod očne orbite, time je opasnost od punkcije krvnih sudova cilijarnog tela i sklere svedena na minimum. Jedna od opasnosti koja realno prati ovu proceduru je probijanje duralne ovojnica optičkog nerva i ulazak anestetika u subarahnoidalni prostor CNS-a što može uzrokovati respiratorni zastoj. Zbog toga, svaka mehanička poteškoća u uvođenju igle, treba da bude signal za pogrešan smer i treba odmah da se koriguje.

Blokada n. alveolaris mandibulae

Donja usna može da se desenzibiliše perkutanim uvođenjem igle na 2,5 cm 22-G, rostralno od *foramena mentale* na nivou drugog premolara, pri čemu je dovoljno 1-2 ml lokalnog anesetika da se anestezira donja usna.



Sl. 41. Blokada n. alveolaris mandibulae

Blokada n. Mandibularis

Blokadom ovog nerva se vrši anesteziranje mandibule, a anestezirano područje se proteže na sve zube donje vilice, kožu, pripadajuću mukozu obraza i donje usne. Postupak se izvodi tako što 2,5 cm 22-G igla uvodi u donjem uglu mandibule od medijalne strane približno 0,5 cm rostralno na *processus angularis* i pomera se dorzalno sa ove tačke duž medijalne strane na *ramus mandibulae* sve do opipljive ivice *foramen mandibulare*.

Anestezija ekstremiteta

Da bi se izvršila anestezija na prednjim i zadnjim ekstremitetima upotrebljava se više tehniki:

1. Infiltracija na okolnom tkivu ekstremiteta - prstenasti blok;
2. Blokada brahijalnog pleksusa;
3. IVRA-Intravenska Regionalna Anestezija;
4. Lumbosakralna epiduralna anestezija za blokadu zadnjih ekstremiteta;

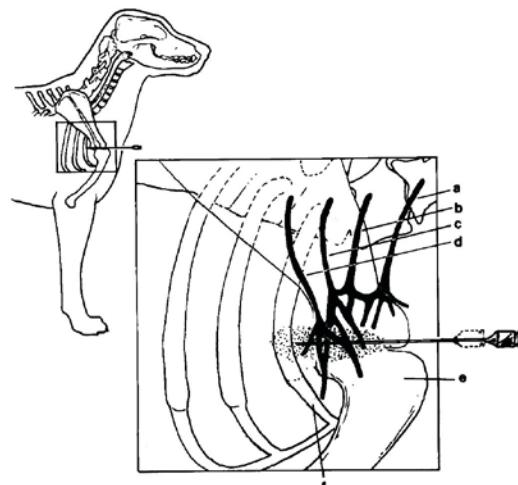
5. Perineuralna infiltracija oko senzornih nerava ekstremiteta.

Prstenasti blok

Lokalna infiltracija može da se izvede na distalnom delu ekstremiteta pomoću standardne igle. Prvo se obavi intradermalna injekcija oko mesta lezije, a potom subkutana aplikacija oko celog ekstremiteta cirkularno.

Blokada *Plexus brachialis*

Ova tehnika je pogodna za operativni zahvat na prednjem ekstremitetu do visine lakatnog zglobo. Postupak se izvodi kod dobro sediranog psa u lateralno ležećem položaju. Upotrebljava se igla dužine 7,5 cm i 20-22-G koja se uvodi medijalno od lakatnog zglobo paralelno sa kičmenim stubom u pravcu kostohondralnih spojeva. Kod velikih pasa se aplikuje i do 10-15 ml 2% lidokaina sa adrenalinom, posle prethodne aspiracije. Sa pravilno izvedenim postupkom anestetik se aplikuje u blizini nerava brahijalnog pleksusa: *n. radialis*, *n. medianus*, *n. ulnaris*, *n. axillaris*, *n. musculocutaneus*. Postepeno gubljenje senzitivnosti na prednjem ekstremitetu i njegove motorike javlja se u roku od 10-15 min od aplikacije, anestezija traje približno 2 sata, a potpuni oporavak se javlja u roku od 6 sati. Blokada brahijalnog pleksusa je relativno jednostavna i sigurna procedura za izvođenje koja dovodi do selektivne anestezije i relaksacije prednjih ekstremiteta distalno od lakatnog zglobo. Kao negativna strana ovog postupka se smatra relativno dug period za nastajanje maksimalne anestezije (15-30 min), kao i nemogućnost da se postigne kompletan anesteziju celog ekstremiteta kod pasa sa obilnim masnim naslagama.



Sl. 43 Blokada Plexus brachialis

Intravenska Regionalna Anestezija (IVRA)

IVRA je brz metod za postizanje anestezije na ekstremitetima za vreme kraće od 2 sata. Postoji manji broj kliničkih iskustava za ovaj metod kod pasa nego kod ljudi, iako se pokazalo da je ovaj metod jednostavan, siguran i praktičan za anesteziranje na ekstremitetima u periodu od 60-90 min. Ova tehnika najbolje se izvodi kada se uvede intravenski kateter u najdostupniju venu za uzimanje krvi od mesta što treba da se anestezira. U praksi to su najčešće one vene koje se redovno koriste za intravensku manipulaciju- *v. cephalica* na prednjem ekstremitetu i *v. saphena lateralis* na zadnjem. Prvo se izvodi blokada venske cirkulacije pomoću esmarhove poveske, a iznad nje je još jednom vezano gumeno crevo. Kompresija mora da bude

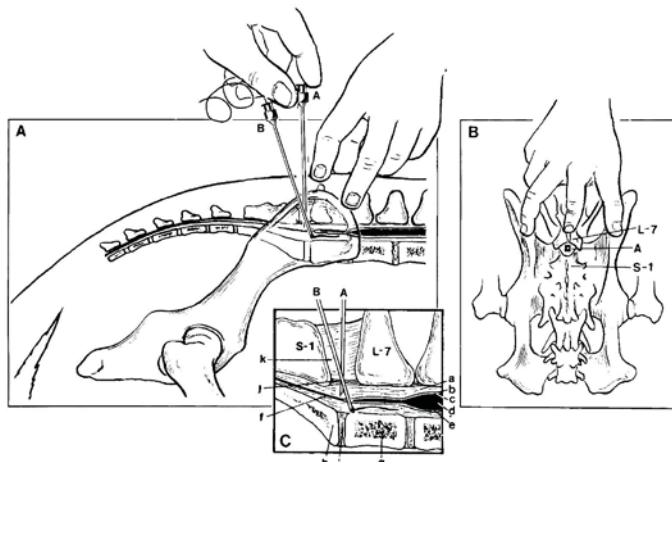
dovoljno jaka, da nadvlada arterijski pritisak. Kada se dobro osigura gumeni crevo, esmarhova poveska se vadi i aplikuje se intravenski lidokain u dozi od 2,5-5 ml/kg. Potrebno je 5-10 min da se dođe do maksimalnog dejstva anestetika. Pri tome poveska ne sme da stoji duže od 90 min zbog pojave kompresijske ishemije, što je praćeno povećanim bolovima i visokim krvnim pritiskom. Razređeni rastvori lidokaina dovode do zadovoljavajuće senzorne blokade, sve dok postoji kompresija. Da bi se izbegla pojava intoksikacijskog simptoma, potrebno je da se obezbedi da lokalni anestetik ostane distalno od mesta kompresije, odnosno, da ne prođe povesku. Kada se ukloni poveska sa ekstremiteta senzibilitet se postepeno vraća za 5-15 minuta i ostaje rezidualna analgezija za period od 30 minuta. Mehanizam i mesto delovanja anestetika u toku postupka nije dovoljno poznat, ali verovatno uključuju desenzibilizaciju glavnih nervnih stabala i/ili senzornih nervnih završetaka. Za razliku od desenzibilizacije kada anestetik aplikujemo perineuralno, ovde se oporavak dešava u suprotnom smeru od distalnog prema proksimalnom, što znači da se primena anestetika treba obaviti što se može distalnije. Za izvođenje ove anestezije ne sme se koristiti bupivakain jer može dovesti do kardiovaskularnog kolapsa i smrti.

Lumbosakralna epiduralna anestezija

Ova tehnika se odlikuje jednostavnošću, pouzdanosti i efikasnosti, i jedna je od najčešće korišćenih tehnika za regionalnu anesteziju u hirurgiji malih životinja. Epiduralna anestezija se često preporučuje za obavljanje carskog reza kod pasa, jer za razliku od drugih anestetičkih procedura ne deluju depresivno na plod.



Sl. 44. Topografska lokacija za mesto punkcije za izvođenje epiduralne anestezije.



Sl.45. Epiduralna anestezija: šematski prikaz mesta uvođenja igle za epiduralnu analgeziju:

- a) Spatium epidurale,
- b) Dura mater,
- c) Arachnoidea,
- d) Medulla spinalis,
- e) Liquor serebrospinalis
- f) Cauda equina,
- g) L7,
- h) S1,
- i) Discus intervertebralis,
- j) lg. Interarcuatum,
- k) lg. interspinosum

U tom slučaju kuja ostaje budna i sposobna da se brine za potomstvo odmah nakon izvođenja carskog reza. Naravno, u obzir treba uzeti i poteškoće kod fiksiranja pacijenta.

Izvođenje ove tehnike zahteva igle različitih veličina u zavisnosti od rase psa. Tako, za male rase je potrebna 2,5cm 22-G igla, srednje rase 3,8 cm 20-G iglu, dok velike rase 7,5 sm 18-G igla. Za izvođenje ove anestezije poželjno je da se koristi spinalna igla. Ova igla ima metalni stilet sa klipom. Uloga metalnog klipa je da spreči blokadu igle sa masnim tkivom. Nakon provlačenja igle kroz kutis, subkutis i ligament metalni klip se izvlači a igla se dalje uvodi u epiduralni prostor.

Tehnika rada je sledeća: najpre se utvrđuju orijentiri na telu psa. Ove tačke se lako utvrđuju za sve rase pasa. Na krilima ilijske kosti (alae osis ilii) se postave palac i srednji prost. Nakon toga se kažiprstom napija trnasti izdanak poslednjeg lumbalnog pršljena (L7) i trnasti izdanak na prvom sakralnom pršljenu (S1). Palpacija trnastog idanka treba da bude pažljivo sprovedena u oba smera, od kranijalno do kaudalno i suprotno, od kaudalno ka kranijalnom. Poželjno je obavljati nekoliko puta kako bi tačnije odredili međupršljenski prostor odnosno mesto uboda. Kada se odredi mesto za punkciju, igla se uvodi u srednjoj liniji i vertikalno na osu kičme. Otpor kod uvođenja igle treba pravilno interpretirati. Ako se oseti otpor koji se ne može prevazići uz blagi pritisak, znači da je igla ubola L7 ili C1 i pri tome treba da se izvrši korekcija pravca, u kaudalnom ili kranijalnom smeru u zavisnosti od momentalne pozicije igle. Nagli nestanak otpora kretanja igle znači da je igla ušla u epiduralni prostor kičmenog kanala. Osećaj probijanja i gubitka otpora javlja se usled penetracije interarkularnog ligamenta. Ako postoje iznenadni, nekontrolisani pokreti repa, moguće je da igla dodiruje nervno tkivo, u tom slučaju postupak treba ponoviti. Definitivno ulazak u epiduralni prostor se proverava tzv "Test gubljenja otpora", koji se izvodi aplikacijom 2-3 ml fiziološkog rastvora, pri tom što fiziološki rastvor treba slobodno ući u epiduralni prostor. Ova količina ne utiče na primenu lokalnog anestetika.

Moguće je izvesti i test kapi, pri čemu se na plastični konus igle u toku provođenja kroz tkivo postavi kap fiziološkog rastvora. U momentu ulaska u epiduralni prostor ova kap po pravilu bude uvučena u iglu zbog negativnog pritiska. Pre konačnog

aplikovanja lokalnog anestetika treba da se utvrdi da li postoji curenje cerebrospinalne tečnosti (CST) ili krvi. Prisutnost CST ukazuje da se igla nalazi u subarahnoidnom prostoru kičmenog kanala, to znači da se puncija izvodi u L6-L7 međupršljenskom prostoru, s obzirom da subarahnoidni prostor u psa se završava u nešto kranijalnije od lumbosakralnog međupršljenskog prostora L7-C1. Izuzetak u određenim slučajevima mogu biti mladi psi ili manje rase.

Ako se pojavi krv, igla se odstrani i postupak se ponovi sa novom iglom. Sama aplikacija mora se izvesti postepeno, u periodu od 45-60 sekundi i anestetik je poželjno prethodno zagrejati do telesne temperature životinje. Postoji velik broj lokalnih anestetika sa različitim koncentracijama u različitim dozama koji se koriste za epiduralnu anesteziju i izazivaju različit stepen senzorne i motorne blokade. Izbor lokalnog anestetika, koncentracija i doza zavise od nekoliko faktora: veličine psa, željeni nivo anestezije i željeno vreme nastanka i trajanja anestetičkog efekta. Tako primena test doze 0.5 ml 2% lidokain hidrohlorida dovodi do dilatacije spoljnog analnog sfinktera, i 3-5 minuta kasnije javlja se opuštanje repa i ataksija zadnjih ekstremiteta. Primena 1 ml 2% lidokaina na 5 kg telesne težine dovodi do potpune anestezije zadnjih nogu i hipogastrijuma kaudalno od L1.

Klinička iskustva pokazuju da odsustvo refleksa zadnjih šapa je garancija za hiruršku anesteziju predela od polovine grudnog koša do repa. Kada se koristiti bupivakain treba uzeti u obzir da latentni period (od aplikacije do pojave delovanja anestetika) je produžen do 20-30 minuta zbog slabije rastvorljivosti bupivakaina i njegove sporije difuzije u nervnom tkivu. Važno je napomenuti da za razliku od drugih indikacija za epiduralnu anesteziju, za carski rez doza lokalnog anestetika je smanjena za oko 25%, zbog nekoliko razloga: a) dilatacija epiduralnih vena što izaziva smanjenje epiduralnog prostora i/ili povećanje reapsorpcije lokalnog anestetika; b) hormonalne promene koje utiču na proteine uključene u senzitivne membrane c) dugoročno prisustvo progesterona u krvi što dovodi do povećanja propustljivosti intercelularnog matriksa koja ubrzava širenje lokalnog anestetika. Respiratorna depresija je ozbiljna komplikacija pri aplikaciji epiduralne anestezije za carski rez i uopšte za sve indikacije u kuja sa distokijom. Respiratorna depresija se javlja kao posledica delimične motorne blokade međurebarnih mišića i obično se manifestuje promenom od kostalnog ili kombinovanog u pretežno diafragmatski (trbušni) tip disanja, pri čemu ne mora nužno doći do promene u arterijskom pH, PaO₂ i PaCO₂.

Da bi se sprečila ova pojava vrši se oksigenacija pacijenta pre operacije, koristeći odgovarajuće anestetičke doze i lako podizanje glave, vrata i grudnog koša. Pojava pareze trećeg kapka, čija simpatička inervacija potiče iz prva tri torakalna segmenta kičmene moždine pokazuje da je većina ako ne i sav simpatički sistem blokiran kao rezultat ekstenzivnog širenja anestetika u epiduralni prostor.

Komplikacije ove vrste treba prevenirati praćenjem neka osnovna pravila, uključujući i pravilan izbor lokalnog anestetika, pravilno doziranje, aspiraciju pre ubrizgavanja anestetika kako bi se osiguralo izbegavanje krvarenja ili puncija subarachnoidnog prostora, i korišćenje test doze.

Lokalna epiduralna anestezija se takođe koristi za pružanje postoperativne analgezije nakon isteka opšte anestezije. Apsolutne kontraindikacije za obavljanje ove tehnike, infekcija lumbosakralnog područja (na mestu za aplikaciju), razna

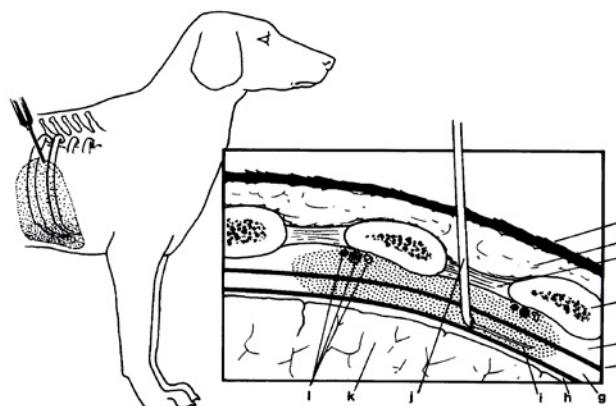
krvarenja, terapijski korišćenje antikoagulansa, urođene koagulopatije, degeneracija centralnih i perifernih aksona i anatomske anomalije koje otežavaju ili onemogućavaju obavljanje ovog postupka. Bakterijemija, neurotoksični poremećaji i minimalne doze heparina su relativne kontraindikacije, ali vredi napomenuti da često pozitivne strane epiduralne anestezije prevagnu sve rizike.

Blok (sprovodne-vodiljne) anestezije na ekstremitetima

Specifična sprovodna blokada prednjeg ekstremiteta (blok *n. ulnaris*, *n. medianus*, *n. radialis*, *n. musculocutaneus*) i onih na zadnjim ekstremitetima (*n. tibialis*, *n. peroneus*, *n. saphenus*) opisane su u literaturi, ali retko se koriste u praksi zbog teškoća u određivanju tačne lokacije i primenom prethodno opisanih metoda intravenske regionalne anestezije i epiduralna anestezija.

Blokada interkostalnih nerava

Međurebarni nervni blok se koristi za analgeziju tokom i nakon obavljanja torakotomije, dreniranje pleuralne duplje i preloma rebara. Ovaj postupak je kontraindikovan kod pasa sa plućnim bolestima koje ugrožavaju razmenu gasova, kao i kod pacijenata koji ne mogu biti posmatrani nekoliko sati nakon aplikacije zbog rizika od klinički odloženog pneumotoraksa. Po pravilu se anesteziraju dva susedna međurebarna prostora kranijalno i kaudalno od mesta reza pri torakotomiji ili mesta povrede, zbog preklapanja inervacije. Tehnika za izvođenje je jednostavna i izvodi se na kaudalnoj ivici odgovarajućeg rebra (nerv prolazi u blizini kaudalnog ruba rebra). Igla se pažljivo uvodi u dubini iznad parijetalne pleure. Male doze lokalnog anestetika se mogu koristiti za infiltrativnu anesteziju mesta aplikacije, ali oprezno, jer i ove doze se moraju uračunati u ukupnu dozu anestetika. Tako, male rase treba da dobiju 0.25 ml, 0.5 ml srednje i velike 1 ml na mestu aplikacije. Uopšteno govoreći, bol izazvan torakotomijom se kontroliše 3-6 sati posle operacije sa jednom aplikacijom, a ako je potrebna produžena postoperativna analgezija treba da se primene višestruke primene, ako pas to podnosi. Međurebarni nervni blok je tehnika koja donosi rizik od slučajne primene visokih doza lokalnog anestetika u krvi, koji uvek treba razmotriti. Ova tehnika



Sl.47. Postavljanje pleuralnog drena: a) koža, b) potkožno tkivo, c) međurebarni mišići, d) rebro, e) podrebarni prostor, f) parijetalna pleura, g) pleuralna duplja; h) visceralna pleura, i) dren, j) igla, k) plućni parenhim, l) interkostalni krvni sudovi i nerv.

obezbeđuje kontinuiranu analgeziju i ne dovodi do respiratorne depresije, kao što se dešava sa intramuskularnim ili intravenoznim opioidima.

Intrapleuralna regionalna analgezija

Intrapleuralna primena lokalnih anestetika je relativno nova opcija za suzbijanje akutnog i hroničnog bola koji potiče od raznih operacija i određenih bolnih stanja. Tako, ona se koristi pri lateralnoj i posteriornoj torakotomiji, preloma rebara, metastaza do zida grudnog koša, pleure i mediastinuma, u mastektomiji, terapiji hroničnog pankreatitisa, holecistektomiji, raznim operacijama bubrega, abdominalnih neoplazija i drugim postupcima. Prednost ove tehnike je da je potrebna kontinuirana analgezija, dokle god je potrebno, kroz kateter i time izbegavanje sistemskih sporednih efekata koji se dešavaju tokom kontinuiranih parenteralnih aplikacija opioidnih analgetika. Postupak se sastoji od uvođenja katetera u pleuralnu šupljinu prethodno sediranog ili anesteziranog psa. Kateter se ubacuje interpleuralno nakon perkutane barijere ili zatvaranjem grudnog koša u slučaju torakotomije.

Tehnika je sledeća: mesto aplikacije se anestezira sa infiltrativnom anestezijom, tako da koža, potkožno tkivo, periost i parijetalna pleura blizu kaudalne ivice odgovarajućeg rebra budu zahvaćeni; za ovu svrhu obično se koristi 1-2 ml 2% lidokaina. Nakon desenzibilizacije na mestu aplikacije pristupa se punkciji; koristi se 17-G Tuohy epiduralna igla sa katetrom, koja se uvodi u blizini kaudalne ivice rebra, u svojoj proksimalnoj trećini. Cilj je da se uvede igla u pleuralnu šupljinu, između dva pleuralna lista. Potrebno je da se pri uvođenju igle prepozna ternutak probijanja parijetalne pleure, što se može napraviti po nekoliko kriterijuma, i to:

1. Tehnika viseće kapi, pri čemu se igla navlaži sa fiziološkim rastvorom tako da na konusu igle ostane kap tečnosti. U trenutku kada igla probija parijetalnu pleuru, kap nestaje zbog negativnog pritiska u pleuralnoj šupljini. Međutim, ova tehnika nije potpuno bezbedna, jer kap može da se izgubi i pri probijanju interkostalne muskulature.
2. Druga tehnika koristi isti princip, ali za razliku od prve ovde se koristi prazan špric sa izvučenim klipom koji se postavlja na iglu; u trenutku pobijanja igle u pleuralni prostor klip biva povučen od negativnog pritiska.
3. Treća tehnika (tzv. mehur tehnika) izvodi se po istom principu kao prethodne dve, s tim da se, u ovom slučaju, na Tuohy iglu priključi produžetak u obliku slova S, koji je na drugom kraju povezan sa balonom; Ovde indikator za ulazak u pleuralnoj šupljini je balon napunjen vazduhom. Pri ulasku u pleuralnu šupljinu balon kolabira.

Komplikacije, prilikom obavljanja perkutane tehnike i u slučaju „rada na slepo”, tj. Improvizovanog određivanja mesta položaja igle, mogu biti povreda pluća, krvarenja i pneumotoraks. Od svih navedenih tehnika kao najbolje se pokazala treća, balon tehnika. Uvođenje katetera prilikom izvođenja torakotomije je lakše, jer je potrebno najmanje dva međurebarna prostora od mesta reza i direktne vizuelne kontrole ulaska katetera u pleuralnu šupljinu. Iz prakse je poznato da jedna aplikacija od 1-2

ml 0,5% Bupivakaina u roku 1-2 minuta vodi ka efikasnoj eliminaciji bola, posle torakotomije u trajanju od 3-12 sati. Takođe je dokazano da se analgetički efekat postiže inetralnom primenom bupivakaina, što je ekvivalent postizanja istog efekta sa potkožnom primenom morfina (0,5 mg / kg), s tom razlikom što traje duže, s tim da se izbegavaju sistemski sporedni efekti morfina.

Ukratko, regionalna intrapleuralna analgezija ima svoja ograničenja ali i prednosti u odnosu na tradicionalne metode. Tehnika je jednostavna za obavljanje i zahteva samo jednu punkciju za razliku od blokade interkostalnih nerava i analgetski efekat traje duže i izbegava se centralno-moždana i respiratorna depresija koja se javlja pri parenteralnoj upotrebi opijata.

Epiduralna opioidna analgezija

Prisustvo izvesnog broja opioidnih receptora u dorzalnom rogu kičmene moždine ukazuje da će primena malih doza opijata u epiduralnom prostoru dovesti do efikasne analgezije. Ova činjenica se koristi za epiduralnu administraciju opijata, a prednost je da se postigne dubla i dugotrajnija analgezija sa znatno nižim dozama od onih koje se daju parenteralno kako bi se postigao isti efekat. Epiduralna administracija opijata dovodi do neutralizacije somatskog i viscerarnog bola, selektivno blokiranje nocioceptivnih impulsa bez pritiska da se izvrši depresija senzorne i motorne funkcije ili depresija simpatičke nervne funkcije (selektivna spinalna analgezija).

Glavne prednosti selektivnog nocioceptivnog bloka je dugotrajno oslobođanje od bola bez izazivanja paralize mišića ili slabost ili značajnih hemodinamskih efekata. Na primer, pri jednokratnoj aplikaciji 1 mg morfijuma rastvorenog u 3-4 ml fiziološkog rastvora u epiduralni prostor L5-L6 segment u psa 10-15 kg dovodi do analgezije kranijalno do predela rebarnog luka u periodu od 22 časa, bez uticaja na frekvenciju srčanog rada, arterijskog pritiska, sistolnog volumena, sistemske vaskularne rezistencije, PaO_2 , PvO_2 , PaCO_2 i pH.

Kao najčešće korišten analgetik za ovaj postupak se navodi morfin, s tim da treba napomenuti da je analgetska efikasnost, vreme dejstva i sporednih efekata epiduralne aplikacije je zavisna od doze. Najozbiljniji neželjeni efekat je respiratorna depresija. U poslednje vreme koriste se i alfa2-adrenergički agonisti (ksilazin, medetomidin) kao dodatak epiduralnoj opioidnoj analgeziji, kako bi se produžio analgetički efekat. Pošto tehnika epiduralne kateterizacije je potpuno ista kao i kod epiduralne anestezije, to su i kontraindikacije identične: infekcija na samom mestu aplikacije, anatomske abnormalnosti, stečena i urođene koagulopatije i tretman sa antikoagulansima.

Sporedni efekti opijata su isti oni koji se pojavljuju i pri parenteralnoj upotrebi. Kod ljudi to su: respiratorna depresija, retencija urina, smanjen gastrointestinalni motilitet, povraćanje i često pruritus. Sa izuzetkom pruritusa ovi neželjeni efekti nisu primećeni u pasa.

Poglavlje 11

TERAPIJA TEČNOSTIMA

TELESNE TEČNOSTI I SASTAV ELEKTROLITA

SASTAV PARENTERALNIH RASTVORA

INDIKACIJE PARENTERALNE ADMINISTRACIJE TEČNOSTI

TELESNE TEČNOSTI I SASTAV ELEKTROLITA

Pri rođenju, ukupna sadržina vode u telu iznosi oko 70% od ukupne telesne mase. Promene prilikom odrastanja u organizmu dovode do redukcije vode na približno 60% - 66% od telesne mase odrasle životinje.

Voda je u organizmu smeštena u dva osnovna prostora - 1. **Intracelularni** prostor i 2. **Ekstracelularni** prostor.

Intracelularni volumen vode neznatno se uvećava prilikom sazrevanja organizma i kod odraslog организма iznosi 40% od ukupne telesne mase. Volumen **ekstracelularne** vode, prilikom starenja se smanjuje i iznosi 20% od ukupne telesne mase odrasle životinje. Ekstracelularna voda je raspoređena u tri oblasti организма: 1. **Intersticijski**, 2. **Intravaskularni** i 3. **Transcelularni**.

Volumen vode u **intersticijskom** prostoru iznosi **15%** od ukupne telesne mase. Volumen vode u **vaskularnom** prostoru (**plazmi**) iznosi **5%** od ukupne telesne mase približno 50% od ukupne volumena krvi. **Transcelularna** voda se nalazi u prostoru koji je ispunjen tečnošću – sinovijalni, cerebrospinalni, pleuralni, peritonealni i perikardijalni prostori. Volumen vode u ovim prostorima iznosi približno 1% – 3% telesne mase.

Komponente tečnosti svakog od prostora u telu prikazani su u tabeli.

Hemiske supstance koje, razložene u vodi, formiraju elemente sa električnim nabojem (jonia), definisani su kao **elektroliti**. Koncentracija rastvora se izražava u milimolima po litru (mmol/l) ili miliekvivalentima po litru (mEq/l).

Tabela 13. Približni volumen vaskularne tečnosti kod odraslih domaćih životinja (ml/kg)

Vrsta	Volumen u plazmi	Ukupni volumen u krvi
Goveda	38	57-60
Psi	50	88
Koze	53	70
Konji		
Punokrvni	61	100
Polukrvni		72
Mačke	47	68
Ovce	50	60
Svinje	47	50

Natrijum je najvažniji ekstracelularni katjon, dok su hloridi i bikarbonati primarni ekstracelularni anjoni. Plazmini proteini, koji pri plazmenoj pH od 7.4 imaju negativno nanelektrisanje, igraju važnu ulogu u održavanju intravaskulare zapremine.

Primarni intracelularni joni su kalijum, magnezijum i fosfor. Citoplazmatski proteini igraju ulogu u održavanju intracelularne električne neutralnosti.

Tabela 14. Distribucija elektrolita u pojedinim telesnim prostorima (mEq/l)

Joni	Plazma	Intersticijski prostor	Intracelularni prostor
Na ⁺	142	145	13
K ⁺	5	4	155
Ca ²⁺	5	3	2
Mg ²⁺	2	2	35
Cl ⁻	106	115	2
HCO ₃ ⁻	24	30	10
Fosfati	2	2	113
Sulfati	1	1	20
Organske kiseline	5	5	0
Proteini	16	1	60

Uprkos činjenici da je plazmatska membrana premeabilna za natrijum i kalijum, natrijumska i kalijumska pumpa su odgovorni za održavanje koncentraciskog gradijenta katjona sa obe strane membrane. Tako da natrijumove soli predstavljaju osmotski skelet ekstracelularne tečnosti, dok kalijumove soli imaju istu funkciju intracelularno.

Kretanje vode kroz membranu u jedan prostor ili više različitih prostora u telu se naziva **osmoza**. Osmoza predstavlja proces kod kog se voda kreće od prostora sa **manjim** koncentracijskim gradijentom ka prostoru sa **većim** koncentracijskim gradijent kroz polupropusnu (tzv semiperimeabilnu) membranu.

Pritsak koji omogućava zadržavanje vode sa jedne strane polupropusne membrane se naziva osmotski pritisak.

Distribucija vode u intracelularnom i ekstracelularnom prostoru zavisi od osmotske ravnoteže između prostora. Više od 80% osmolarnosti ekstracelularne tečnosti zavisi od natrijuma i pridružnih anjona. Sa druge strane, 50% osmolarnosti intracelularne tečnosti zavisi od kalijuma, dok ostatak otpada na ostale sastojke ćelija.

U ekstracelularnom prostoru, voda u plazmi komunicira sa intersticijalnim prostorom preko kapilarne mreže. Pravac i obim kretanja vode između intersticijalnog i vaskularnog prostora je određen algebarskim zbirom hidrostatičkih i osmotskih sila u svakom od ovih prostora.

Kapilari su slobodno propustljivi za natrijum, hloride i glukozu, sa druge strane, plazmini proteini imaju ograničenu sposobnost prolaska kroz kapilarnu membranu.

Zbog toga, se volumen plazme održava pomoću **koloidno osmotskog (onkotskog) pritiska**, koji obezbeđuju plazmatski proteini, pre svega albumini.

Koloidno osmotski pritisik iznosi približno 23 mm Hg i rezultira sa plazmenim osmolaritetom od 1.5 mOsm/l, što je više od osmolariteta intersticijalnog ili intracelularnog prostora. I pored toga, ukupni pritisak u kapilarnoj mreži dovodi do filtracije male količine vode u intersticijalnom prostoru. Ovaj gubitak vode se nadopunjuje vraćanjem vode iz limfnog sistema.

Promene u volumenu ili sastavu telesnih tečnosti u intracelularnom i u ekstracelularnom prostoru lako se utvrđuju ako se prate nekoliko osnovnih principa.

Osmolarnost se u dva rastvora različite osmolarnosti, izjednačava za nekoliko minuta, ukoliko između njih postoji komunikacija. To znači da će se promene osmolariteta jednog rastvora veoma brzo odraziti tj. uticati na osmolarnost drugog rastvora.

Tako je i osnovna podela rastvora koji se primenjuju parenteralno načinjena u odnosu na osmolaritet plazme (290-300 mOsm/l).

Tečnosti se definšu kao **izotonične**, **hipotonične** i **hipertonične**, na osnovu njihovog uticaja na veličinu i volumen eritrocita. Izotonični rastvori ne izazivaju promene u veličini eritocita, dok hipertonski rastvori povećavaju obim eritrocita.

Administracija izotoničnih rastvora u intravaskularnom prostoru ne umanjuje osmolarnost ekstracelularnih tečnosti. Kao rezultat toga, nema osmotskog efekta, tako da se samo povećava zapremina ekstracelularne tečnost.

Parenteralna administracija hipotonskih rastvora, sa druge strane, smanjuje osmolarnost ekstracelularne tečnosti, što rezultira kretanje vode u intracelularni prostor. Slično tome, hipertonski rastvori uvećavaju osmolarnost ekstracelularne tečnosti, što rezultira povlačenjem tečnosti iz intracelularnog prostora.

Drugo, broj osmotski aktivnih sostojaka ostaje konstantan, dok se jedan od sostojaka ne premesti iz jednog prostora ili se doda ili oduzme bilo kom prostoru.

U tom slučaju, disbalans natrijuma i kalijuma, kao acidobaznih ili metaboličkih poremećaji mogu da rezultiraju promenom u sastavu i balansu tečnost između prostora.

SASTAV PARENTERALNIH RASTVORA

Prema strukturi materije koja je rastvorena u vodi, parenteralni rastvori se dele u dve glavne grupe:

- **Kristaloidni rastvor** (0.9% NaCl, Ringer-ov rastvor, Hartmann-ov rastvor, 4% glukoza + 0.18% NaCl, 5% dekstroza, 7.2% NaCl);
- **Koloidni rastvor** (krv, plazma, želatini, modificiran skrob, dekstrani, oksiglobin)

KRISTALOIDNI RASTVORI

Izraz kristaloidni rastvor se odnosi na vodeni rastvor sa jedinjenjima, najčešće elektrolitnim rastvorima na bazi natrijuma ili dekstroze. Ako je sastav elektrolitita, u gotovom rastvoru, sličan onom u ekstracelularnoj tečnosti, to se naziva **balansirani elektrolitni rastvor**. Kombinovanjem i balansiranjem, elektrolitni rastvor su formulisani na osnovu koncepta da količina tečnosti i elektrolita koja održava pacijenta, zavisi od regulacionih mehanizama u organizmu a ne od količine koja se prima.

Komercijalni preparati su sterilni, apirogeni, izotonični, hipotonici i hipertonični rastvor. Koncentracija natrijuma/glukoze sa dodatkom kalcijuma, kalijuma, hlora, magnezijuma, laktata, glukonata i aceteta ili različitih kombinacija, varira u zavisnosti od specifičnih terapijskih potreba.

Koncentracija natrijuma ima najveće učešće u kristaloidnoj osmolarnosti.

Nevezano za tonicitet, nakon infuzije, kristaloidi će napuštati intravaskularni prostor i izjednačiće se sa intersticijalnom i intracelularnom tečnošću. Hipotonski rastvor brže napuštaju intravaskularni prostor pa će $> 80\%$ rastvora napustiti vaskularni prostor već za 2 sata.

“Šok” (udarna) doza kristaloida iznosi 90 ml/kg/čas (pas) i 50 ml/kg/čas (mačka). Brza difuzija rastvora kristaloida u intersticijski prostor dovodi do toga, da samo 25% od apliciranog volumena, će i dalje biti prisutno nakon 30 minuta.

Parenteralne tečnosti obezbeđuju vodu, elektrolite i u nekim slučajevima alkalinizirajuća jedinjenja ili izvor energije.

Rastvori koji sadrže kombinaciju elektrolita služe za **dopunjavanje** ili **održavanje** elektrolitnog sastava, dok rastvori koji sadrže laktat, acetat ili glukonat izazivaju alkalinizirajući efekat, kada se anjoni metaboliziraju u ugljen dioksid i vodu.

Izotonični zamenski rastvor – imaju koncentraciju natrijuma slično kao ekstracelularna tečnost, što ih čini idealnim za reanimaciju i rehidraciju tokom terapije tečnostima. Neki rastvori sadrže i pufere koji utiču na održavanje pH vrednosti. Laktatni pufer se metabolizira u jetri do bikarbonata i ne utiče na plazmene laktate, dok se održava normalna funkcija jetre. Acetatni i bikarbonatni puferi, isto tako, se metaboliziraju u jetri, ali i u mišićima.

Ovi rastvori se dalje klasificiraju kao **alkalinizirajući** ili **acidifirajući** rastvori.

Alkalinizirajući rastvor (Hartmanov rastvor, Normasol i dr.)

Ovi rastvori sadrže bikarbonatne prekursore (laktate, acetate, glukonate) u cilju povećanja plazmenih bikarbonata i sprečavanju acidemiju. Laktatni rastvori se ne preporečuju za paciente sa teškim oboljenjima jetre.

Zamenski alkalinizirani rastvori se primenjuju kod pacijenata sa dijareom, učestalim povraćanjem, bubrežnim oboljenjima, perioperativnom traumom.

Povoljno deluju na životinje sa metaboličkom acidozom ili normalnim acido-baznim statusom (to je 90%-95% svih pacijenata).

Hartmanov rastvor: (Ringer-laktat rastvor)

- Sadrži Ca^{2+} tako da ne može da se daje zajedno sa krvlju, zbog aktiviranja sistema koagulacije (mikro i makro koagulacija)
- Ne može da se aplicira zajedno sa bikarbonatima;

Acidifirački rastvori (0.9% NaCl, Ringerov rastvor)

1. Fizološki rastvor (0.9% NaCl)

NaCl 0.9% ima sličnu koncentraciju natriuma kako i ekstracelularna tečnost (154 mEq/l), a mnogo veću koncentraciju hlora (154 mEq/l). Ovaj rastvor je acidifirajući, zbog toga smanjuje koncentraciju plazmatskog - HCO_3^- tako što:

1. Povećava volumen plazme;
2. Uklanja hipokalemijski i hipovolemijski stimulans za povećanje reapsorpcije HCO_3^- ;
3. Povećanje koncentracije Cl⁻ u tubulama bubrega čime podstiče otpuštanje HCO_3^- u kortikalnim tubulama.

Aplikacija fizološkog rastvora je uobičajen način terapije hiperkalemije, otkazivanje bubrega praćeno oligurijom, hiperkalcemije i hiperhloremičkih metaboličkih alkaloza.

2. Ringerov (nepuferizovan) rastvor ima sličnu koncentraciju natriuma sa dodatkom kalijuma, hlora i kalcijuma.

Ovi rastvori predstavljaju glavni izbor za tretman:

- **metaboličke alkaloze** (usled terapije furosemidom, intezivnog povraćanja, bikarbonatne terapije);
- **suspektne metaboličke alkaloze** (kada je prisutna niska koncentracija hlora i visoka koncentracija ugljen dioksida);
- **hipokalcemije** – podsticanje kaliureze preko povećanja glomerularne filtracije i vraćanje kalcijuma.

Isto tako ovi rastvori su pogodni i kod:

- **Akutne insuficijencije kore nadbubrega (Adisonova bolest)** – pacijenti su hiperkalemični i acidemični
- **Dijabetičara** – često psi sa dijabetnom ketocidozom imaju nizak procenat natrijuma, bez obzira na izmerenu koncentraciju serum-a.
- **Kod opstrukcije uretre** – za hiperkalemične paciente koji imaju potrebe za fluidnom terapijom. Fiziološki rastvor se ne prepričuje za mačke, zbog mogućnosti da se pogorša acidobazna ravnoteža. Kod njih su preporučljivi balansirani elektrolitni rastvori, zbog niske koncentracije kalijuma i smanjenje serumskog kalijuma razblaživanjem.

Izotonični rastvori za održavanje – napravljeni da obezbede elektrolite za pacijente sa normalnim dnevnim gubitcima vode i elektrolita: urin, respiracija, feses (40–60 mEq/l Na⁺ i 15–20 mEq/l K⁺).

Zbog toga što se natrium i hlor, najčešće zadržavaju a kalijum se izbacuje glomerularnom filtracijom, rastvori za održavanje treba da sadrže manju količinu natrijuma i hlora a veću količinu kalijuma.

- Rastvori za održavanje, u kombinaciji sa zamenskim rastvorima treba da se koriste kod hospitaliovanih pacijenata;
- Rastvori za održavanje mogu biti hipotonični ili izotonični – standardno imaju nisku koncentraciju Na/Cl i relativno visoku koncentraciju kalijuma u odnosu na ekstracelularnu tečnost;
- 2.5% dekstroze se dodaje za obezbeđivanje izotonije. Dekstroza se brzo metabolizira do CO₂ i H₂O.
- Ovi rastvori ne zadovoljavaju energetsku potrebu pacienta!
- Koncentracija kalijuma ovim rastvorima često nije dovoljna kod kritičnih pacijenata, pa se mora dodavati KCl. Rastvori za održavanje, obično sadrže 13 mEq/l (K), dok su potrebe za životinje često veće (80 mEq/l);

Rastvori na bazi dekstroze – ovi rastvori su izotonični u odnosu na plazmu, ali brzo po aplikacije postaju hipotonični, zbog metabolizma dekstroze. Voda napušta vaskularni prostor i prelazi u intersticijski i intracelularni prostor, pa ostaje veoma mali volumen u intravaskularnom prostoru.

Oprez prilikom korišćenja većih količina dekstroznih rastvora od preporučene!

Ako se koriste veće količine od preporučen mogu da prouzrokuju diurezu i velike gubitke vode.

Hipotonični rastvori, kao 5% dekstroza, imaju osmolarnost manju od intracelularne tečnosti. Glukoza se brzo metabolizira, dok se voda distribuira u skladu sa osmotskim gradijentom koji određuje distribuciju vode u pojedinim delovima tela.

Ovi rastvori se ne koriste za rehidraciju, već se koriste kao nosači za druge medikamente male zapremine.

Hipertonski rastvor - 7.2% rastvor NaCl ima veću osmolarnost od intracelularne tečnosti. Zato, posle davanja, voda se kreće u skladu sa osmotskim gradijentom, od intersticijskog u intravaskularni prostor, kako bi se postigao osmotski ekilibrijum sa obe strane membrane. Bubrezi, sa druge strane, odstranjuju višak natrijuma.

Hipertonični rastvori imaju umereni inotropni efekat i podstiču sistemsku i pulmonalnu vazodilataciju i bržu intravaskularnu ekspanziju.

Posebna pažnja mora se obratiti kod korišćenja ovih rastvora u kombinaciji sa kristaloidima i koloidima za brzu ekspanziju vaskularnog volumena kod hipovolemičnog

šoka a ekstremnu pažnju se treba posvetiti kod hipovolemičnih, hipernatremičnih i hiperhloremičnih pacienata.

Hipertonični rastvori NaCl imaju pozitivan efekat:

- Smanjuju edem endotela prouzrokovani hipertonijom;
- Smanjuju ateziju leukocita;
- Smanjuju viskozitet krvi
- Povećavaju kontraktilnost srca i minutni volumen
- Prouzrokuju umerenu perifernu vazodilataciju

Preporuka – aplicirati 4-5 ml/kg u toku 5 minuta. To prouzrokuje prolazak vode od intersticijalnog/ekstracelularnog prostora u intravaskularni prostor. Voda koja je ušla naglo povećava intravaskularni volumen ali se intezitet prolaska vode vremenom smanjuje i prestaje oko 30 minuta kasnije. **Zbog ograničenosti trajanja intravaskularne ekspanzije potrebno je neprekidno održavanje sa izotoničnim rastvorima.**

Koloidni rastvori

Sintetički koloidi – Ovi rastvori sadrže partikule velike molekulske mase, koji uvećavaju koloidno osmotski pritisak više nego što može da se postigne sa dodavanjem samo krvnih produkata. Ovi rastvori održavaju koloidno osmotski pritisak, tako što, zbog svoje molekulske mase, molekule koloida ne prolaze kroz kapilane pore. Nihov negativni naboj privlači natrijum i vodu što dovodi do povećanja njihovog volumena u intravaskularnom prostoru.

Eliminacija partikula sa manjom molekulskom masom se odvija preko bubrega dok se veće partikule eliminišu preko žuči, neke se skladište u tkivima ili se dele na manje partikule u monocitima i makrofagima.

Idealni su za korišćenje prilikom povećane propustljivosti kapilara ili male tolerancije na uvećani volumen kristaloida (povrede glave, plućni edem, kontuzije pluća, disfunkcija miokarda, hipovolemije kod mačaka).

Najčešće korišćeni koloidi su:

- **Albumin (plazmin)**
- **Želatini**
- **Hidroksi-etil skrob (hetaskrob)**
- **Dekstrani**
- **Pentaskrob**

Albumin – Molekulska masa je od 66 – 69 kD; Glavni serumski protein koji je odgovoran za 80% kolidoosmotskog pritiska. Albumini imaju veoma pozitivan efekat:

- Kod održavanja plazmatskog onkotskog pritiska;

- Kao transportan protein za više supstanci, uključujući i lekove, hormone i enzime;
- Za reverzibilno vezivanje jona, delujući kao pufer;
- Za odstranjivanje slobodnih radikala;
- Za vezivanje toksičnih supstanci;
- Za održavanje normalne vaskularne permeabilnosti;

Terapijska količina plazme kreće se od 20 – 30 ml/kg/dan. Ova količina može da se aplikuje periodu od 24 časa ili kao brza (bolus) infuzija.

Želatinska jedinjenja – Se pripremaju od životinjskog kolagena. Neki od njih su sukcil-želatin (Gelofusin); želatin vezan za ureu (Haemacel); oksipoliželatin (Vetaplasma). Prosečna molekulska masa je oko 30,000. Jedan gram želatina veže oko 45ml vode, što je više od dekstrana. Međutim, zbog manje molekulske mase, od drugih koloida, filtriraju se i izlučuju preko bubrega. Imaju minimalna antigena svojstva i minimalne efekte na koagulaciju.

Rizik od opterećenja vaskularnog sistema je minimalan, jer se 50% odstranjuje u toku 4-5 časova. Potrebno je konkurentno apliciranje kristaloida. Uzrokuje osmotsku diurezu. Maksimalna terapiska količina iznosi 15 ml/kg.

Hidroksi-etil skrob (hetaskrob) – Sintetski polimer glukoze koji je mnogo sličan glikogenu. Međutim zbog promena u strukturi molekula, desjtvio serumske amilaze je znatno usporeno. Prosečna molekulska masa iznosi 450,000 (najveći dostupni koloid). Psi ga razlažu brže nego ljudi zbog većeg procenta amilaze. Vreme poluraspada se menja u zavisnosti od veličine i doze. Može da dovede do poremećaja koagulacije (tendenciju krvarenja imaju psi koji prime više 20 ml/kg), tako što produžava parcijalno tromboplastinsko vreme. Povećanje plazmenog volumena se kreće od od 70% - 172% od date zapremine. Trajanje efekta je veće od dekstrana (volumen je veći za 16% i 24 časa od administracije). Na tržištu se može pronaći kao 6% ili 10% rastvor u izotoničnom rastvoru NaCl.

Dekstran – Linearni polisaharid, dobiven od bakterije *Leuconoste*, gajenim u medijumu koji sadrži sukrozu. Dekstran 40 je polisahrid sa manjom molekulskom masom od 40,000, dok je prosečna molekulska masa Dekstrana 70 oko 70,000. Polisaharidi sa molekulskom masom manjom od 50,000, se izlučuju glomerularnom filtracijom dok oni sa većom molekulskom masom, se skladište i metabolišu u retikuloendotellnom sistemu. Vreme poluraspada dekstana 40 i 70 iznosi 1-3 časa i 2-6 časova. 40 - 70% se izlučuje preko urina, dok se ostatak metabolizira u jetri.

Opasnost od alergijske reakcije je velika pri korišćenju dekstrana. Takođe, oni mogu da poremete hemostatske mehanizme u organizmu.

Terapijska doza iznosi 10-20 ml/kg/den.

Oksiglobin – Preparat koji se koristi za poboljšanje kapaciteta za prenos kiseonika, kao veoma snažan koloid, kao i za terapiju autoimune hemolitičke anemije.

Predstavlja prečišćen govedi hemoglobin, rastvoren u Hartmanovom rastvoru. Prosečna veličina polimera je oko 200 kD. Ima ekstremno dug period poluraspada (30 - 40 časova) apliciran u dozi od 30 ml/kg. Ima minimalnu imunoreaktivnost. Nema uticaj na sistem koagulacije. Maksimalna terapijska doza je 30 ml/kg.

Puna krv, plazma i krvni elementi

Osnovna indikacija za transfuziju pune krvi predstavlja akutna hemoragija, hronična anemija kao i hemostatski poremećaji. Transfuzija treba da se izvede sa puno pažnje, zbog potencijalnih komplikacija koje mogu da ugroze primaoca.

Različite krvne grupe kod životinja i nedostatak komercijalnih reagensa, predstavlja veliki problem pri određivanju krvnih grupa. Ipak, to ne treba da predstavlja smetnju za kliničku primenu transfuzije.

Kompatibilnost senzibilnih pacijenata može da se odredi testom ukrštene reakcije (crossmatching), pre početka transfuzije.

Preporučuje se adimistracija pune krvi. Ako je potrebna veća sposobnost prenosa kiseonika, tad se preporučuje unos eritrocita; U slučaju da je potrebno povećanje cirkulacijskog volumena, tad se preporučuje davanje kristaloida i koloida u kombinaciji sa eritrocitima. Broj trombocita se povećava pri krvarenju, tako da je potreba za njihovu dopunu retka.

Količina eritrocita, koja je potrebna za tretiranje anemije, se bazira na volumenu, koji je potreban da se poveća hematokrit ili hemoglobin do potrebne vrednosti.

Zapremina krvi kod domaćih životinja iznosi 5-7% (mačke - 4%) od ukupne telesne mase. Potreba za eritrocitima može da se izračuna pomoću volumena i vrednosti hematokrita.

Primer – Volumen krvi kod psa od 25 kg. iznosi ~2,000 ml.; ako je vrednost hematokrita snižena i iznosi 15%, i tada ukupni volumen eritrocita iznosi 300 ml. Ako je potrebno povećanje hematokrita na 20%, što je jednako sa 400 ml eritrocita, potrebno je da se doda 100 ml eritrocita ili 200 ml pune krvi.

Ove kalkulacije su pod pretpostavkom da nema usputnih gubitaka eritrocita preko krvarenja ili hemolize.

Maksimalna količina krvi koja se uzima od donora ni ukom slučaju ne sme da pređe 25% od ukupnog volumena krvi donora, po jednom vađenju. U praksi su te količine uvek i manje.

Vađenje, čuvanje i transfuzija krvi treba da se izvede aseptički. Antikoagulans po izboru je citrat-fosfat-dekstroza-adenin (CPDA-1).

Krv, dobijena uz CPDA-1, može sigurno da se sačuva na 4°C tokom 3 nedelje. Ako se krv do tada ne iskoristi, plazma može da se odvoji i da se zamrzne i da se koristi kasnije kao izvor faktora koagulacije ili albumina.

Plazma mora da se zamrzne, u roku od 20 minuta od odvajanja, na temperaturi od -20° do -30°C, čime može da se sačuva faktor VIII, u periodu od jedne godine.

Indikacije za transfuziju krvne plazme:

- Koagulopatija – hemostaza
- Hipoalbuminemija
- Obezbeđivanje proteaza kod pankreatitisa
- Stečene koagulopatije : oboljenja jetre, trovanje rodenticitima diseminirane intersticijalne koagulopatije;
- Posebno se koristi kod pasa sa naslednom koagulopatijom (von Willenbrand-ova bolest – hemofilija A);

Praktične informacije za vađenje i transfuziju krvi

- Kao donori krvi koriste se zdravi i veliki psi, negativni na dirofilariju i ostale propisane infektivne i parazitske bolesti;
- Minimalni hematokrit donatora treba da bude 35%
- Izvodi se **mala i velika** ukrštena reakcija
 - mala – efekat seruma donora na eritrocite primaoca;
 - velika – efekt seruma primaoca na eritrocite donora;
- Problemi se najčešće ne javljaju kod prve transfuzije jer nema prirodnih antigena;
- Zbog sigurnosti preporučuje se da se uzme do 10% od volumena krvi donatora;
- Kalkulacija normalnog volumena krvi je 66 ml/kg, kod mačke i 90 ml/kg kod psa;
- Krv može da se skladišti do 28 dana na 4°C;
- Krv se zagreva na temperaturi između 22 i 37°C i aplicira preko kompleta sa filterom;
- Dodatno može da se administrira 0.9% NaCl;
- Inicijalno, brzina transfuzije nije velika (treba da se prati reakcija životinje), oko ≤ 20 ml/kg/čas;
- Administracija transfuzije treba da je kraća od 4 časa, zbog prevencije rasta bakterija u sistemu za transfuziju;
- Tokom transfuzije potreban je konstantan monitoring životinje (temperatura, respiracija, kvalitet pulsa i CRT)

INDIKACIJE ZA PARENTERALNU ADMINISTRACIJU TEČNOSTI

1. Ekspanzija intravaskularne zapremine u stanjima šoka, hipovolemije i jake dehidracije;
2. Održavanje onkotskog pritiska kod hipoproteinemičnih i upalnih stanja i edema, kada dolazi do smanjenja tkivne perfuzije i hipoksije;
3. Dehidracija intersticijalnog i intracelularnog prostora;
4. Korekcija acidobaznih poremećaja i poremećaja elektrolita;
5. Kao nosač za druge lekove;
6. Obezbeđivanje i/v puta u hitnim slučajevima;

Tipično, fluidna terapija se sastoji od tri faze – resuscitacija, rehidracija i održavanje.

Resuscitacija – je sinonim za reanimaciju, a hitna nadoknada tečnosti je u takvim stanjima često neophodna za uspostavljanje tkivne perfuzije i oksigenacije. Hipovolemija predstavlja značajnu komponentu kod više tipova šoka, uključujući i kardiogeni šok. Zato je isključivo važno, da se prvo uspostavi neophodni **vaskularni volumen**.

Vrsta, količina i brzina resuscitacije zavisi od vrste i težine prisutnog šoka ili oboljenja. Naravno, pre početka planiranja rehidraciske faze, potrebno je da se utvrdi hidracijski status pacijenta.

Faza za **održavanje** obezbeđuje tečnosti i elektrolite za zamenu za tekuće gubitke, i ispunjava metaboličke potrebe i obnavlja intracelularni balans vode.

Ako su kristaloidi glavna potpora na rehidraciju i održavanje, koloidi su neophodni u slučaju hipoproteinemije ili velike kapilarne propustljivosti.

Zlatno pravilo

Utvrđiti kakav tip tečnosti je izgubljen; Zameniti ga sa istim
(Volumen i tip prikladni gubicima)

Glavna pitanja koja traže odgovor

- Koji tip deficit tečnosti je prisutan?
- Kakav tip tečnosti treba da se doda?
- Koja količina treba da se doda?
- Kako treba da se aplicira?

Utvrđiti kakav tip tečnosti je izgubljen

1. Gubici čiste vode

- Smanjeno unošenje tečnosti (životinja ne može da piće vodu);

- Veće izlučivanje bez većeg unosa vode (dijabetes, hronična bubrežna oboljenja);

Klinički znaci

Žeđ, smanjen kožni turgor, veliki hematokrit, nervni simptomi i cirkulatorni kolaps.

2. Mešoviti gubitak elektrolita i vode

Nefiziološki gubitci tečnosti – hemoragija, povraćanje i proliv i gubitak u trećem prostoru (abdomen, toraks, potkožno);

Klinički znaci

- Kardiovaskularni kolaps (velika frekvencija pulsa, plitak puls, neelastična koža, povišeni hematokriti);
- Žeđ;

3. Gubitak krvi

- Mešoviti gubitak, Potpuno iz cirkulacije;
- Smanjenje intravaskularnog volumena tečnosti – veliki gubici dovode do kolapsa; tečnost iz intersticijalnog prostora prelazi u krv (hemodilucija);

Klinički znaci – isti kao gornje navedeni, kao i znaci slabe tkivne perfuzije.

4. Šok i sepsa

Šok se javlja kao posledica slabe perfuzije tkiva u kardiovaskularnom kolapsu i/ili velikom metaboličkom potrebom tkiva.

Klasifikacija

- Kardiogeni šok (srce): srčana tamponada, opstrukcija vene kave, tenzijski pneumotoraks, slabost miokarda, anoksija miokarda, teška disritmija, intoksikacija miokarda;
- Hipovolemični (volumenski) šok: krvarenje, gubitak plazme (opekotine), gubitci vode (povraćanje i proliv);
- Vaskularni šok (krvni sudovi): nervno poreklo, anafilaksa, jatrogeno;

Klinički znaci

- **Cerebralna hipoksija +/-acidoza:** nizak nivo svesnosti
- **Simpatiko adrenalinski efekat: tahikardija** (možda i bradikardija i aritmija)
- **Hipotenzija:** slab produžen puls, loša periferna cirkulacija, produženo vreme punjenja kapilara, blede sluznice ;
- **Hipotermija :** hladni ekstremiteti
- **Bolovi, hipoksija, acidoza:** hiperventilacija
- **Oligurija /anurija**

Izračunati deficit tečnosti

1. Identifikovati način gubljenja tečnosti
 2. Determinirati stepen hidriranosti pacijenta, turgor kože, vlažnost sluzokože, položaj očiju, frekvenciju srca, periferni puls, prisustvo venskog pulsa.
- <5% dehidracije = nejasni klinički znaci (žed, depresija);
 - 5 - 6% dehidracije = umeren gubitak turgora kože;
 - 7 - 8% dehidracije = smežuranje kože, povećan CRT, lepljive sluznice, hladni ekstremiteti;
 - 10 - 12% dehidracije = neelastična koža, velik CRT, upale oči, suve sluznice, šok;
 - 12 - 15% dehidracija = šok, kolaps, smrt.

Laboratorijski testovi

- 1. Hematokrit i ukupni proteini**
- 2. Biohemija krvi**
- 3. Urinaliza**

Hematokrit (PCV) i ukupni proteini =(TP)

↑PCV i TP	Intravaskularna dehidracija
↑PCV normalni ili ↓TP	Dehidracija sa hipoproteinemijom, splenička kontrakcija (krvarenje), policitemija;
normalan PCV i ↑TP	anemija sa dehidracijom normalna hidracija sa hiperproteinemijom;
↓PCV i ↑TP	anemija sa dehidracijom, anemija sa hiperproteinemijom;
↓PCV i normalen TP	anemija sa normalnom hidracijom;
normalen PCV i TP	akutni gubitak krvi, Normalna hidracija, Dehidracija sa anemijom i hipoproteinemijom;
↓PCV & ↓TP	gubitak krvi, anemija i hipoproteinemija i prehidriranost.

Urinaliza – Dehidracija dovodi do smanjenja stvaranja urina. Specifična gustina – uvećana (normalni odgovor bubrega), razređen urin – gubitci u bubrežima;

Biohemija – elektroliti (K^+ , Na^+)

- \uparrow Urea i \uparrow Specifična težina urina = nebubrežna dehidracija
- \uparrow Urea i \downarrow Specifična težina urina = bubrežna dehidracija

Koje tečnosti treba da se koriste za nadoknadu?

Na osnovu kliničkih pregleda anamneze i laboratorijskih analiza utvrditi:

- Da li je pacijent umereno dehidriran, ozbiljno dehidriran ili je u šoku?
- Da li ima poremećaj elektrolitnog statusa?
- Da li ima poremećaj u acidobaznoj ravnoteži?
- Da li je pacijent hipoglikemičan?
- Da li je pacijent ozbiljno anemičan ($PCV < 15\%$)?
- Da li je pacijent ozbiljno hipoproteinemičan ($TP < 35\text{g/l}$)?

Kako treba da se aplicira?

- **Intravenski** – metoda izbora za brzu nadoknadu (neophodno je da se postavi venski kateter; važan je izbor vene);
- **Oralno** – može da se održava hidracija i ishrana samo ako nije prisutno povraćanje/proliv (spora apsorpcija);
- **Intraosealno** – femur, tibija ili humerus (kateteriziranje sinusa koštane srži sa koštanom ili hipodermalom iglom – neophodna kod mladih pacijenata);
- **Potkožno** – Otežana je adekvatna zamena tečnosti, može da bude bolna i nesigurna (apsorpcija može da bude oslabljena zbog periferne vazokonstrikcije); mora da se aplicira 5% dekstroze, zbog odložene resorpcije i stvaranja džepova sa neresorbovanom tečnošću;
- **Intrapерitonealno** – Peritoneum deluje kao polupropustiva membrana sa velikom površinom. Međutim, važno je naglasiti postojanje koncentracijskog gradijenta između tečnosti koja se aplicira i intersticijalnog prostora. Razlike u gradijentu mogu da prouzrokuju ili da pogoršaju jonski deficit.

Koliko tečnosti treba da se aplicira i kojim redom?

Standardni setovi za infuziju admimiriraju tečnosti od 20 kapi po mililitru, dok pedijatrijske administriraju tečnosti od 60 kapi po mililitru.

Od sastojaka za **hipovolemični šok** potrebno je, intravenski, da se apliciraju izotonične tečnosti u režimu od 90 ml/kg/čas (jedan volumen krvi).

Isto tako može da se aplicira i hipertonski rastvor u količini od **5 ml/kg**, sporo tokom 5-10 minuta (nakon čega mora da sledi izotonična infuzija u režimu od **20 ml/kg/čas**).

U drugim slučajevima, nadoknada se vrši na 6-8 časova, sa distribucijom za održavanje trenutnih gubitaka tokom dana.

Režim u toku 24 časa varira zavisno od dehidracije, ali treba da se drži u granici od 5 - 15 ml/kg/čas.

U situacijama mešovitog gubitka vode i elektrolita, potrebno je da se odredi aktuelni gubitak, da se utvrdi procenat dehidracije (na osnovu kliničkog pregleda) i da se izračuna preko procenta telesne mase.

Primer: Psu težine 20 kg i sa dehidracijom od 10%, potrebno je dodavanje 2 litara tečnosti;

Konju težine 500 kg i dehidracije od 5% potrebno je 25 litara tečnost;

Oprez! Kod propračuna trebaju se ubrojati i dnevne potrebe životinja.

Prilikom gubitka krvi inicijalno se apliciraju kristaloidi, pri čemu se pažljivo sledi pad hematokrita i ukupnih proteina. Sa kristaloidima se prestaje i započinje sa apliciranjem pune krvi kada vrednost hematokrita padne ispod 20% i ukupnih proteina ispod 35 g/l. Plazma ili tečnosti za zamenu u plazmi mogu da se apliciraju kad je hematokrit normalan, ali je izražena potreba za zadržavanjem vode u intravaskularnom prostoru.

Oprez – Zajedno sa transfuzijom ili koloidima potrebno je da se administriraju i kristaloidi, sa ciljem da se smanji deficit vode u ekstracelularnom prostoru.

Kako se prati uspeh fluidne terapije?

1. Klinički pregled i monitoring – Treba da se prate promene svesti. Problemi mogu da se javi u slučaju preopterećenja (povećanje intravaskularne zapremine). Isto tako treba da se sledi frekfencija respiracije, ritam i disajni šumovi (naglašeni pri opterećenju). Auskultacija srca može da ukaže na tahikardiju ili disritmiju (preopterećenost elektrolitima).

Od ostalih kliničkih parametara, potrebno je da se prati temperatura ekstremiteta, bol i vlažnost sluzica, elastičnost kože i moguća pojava edema.

2. Od laboratorijskih testova, neophodno je praćenje hematokrita i ukupnih proteina, elektrolitita, gasova u krvi i kvaliteta urina.

3. Merenje ekskrecije urina se radi postavljanjem urinarnog katetera. Adekvatna ekskrecija urina indicira normalnu renalnu perfuziju. Normalno, ekskrecija urina se drži u granici od 1 do 2 ml/kg/čas. Za oliguriju se smatra smanjenje produkcije urina na 0.5 ml/kg/čas. (može da bude fiziološka, zbog hipovolemije ili hipotenzije ili patološka, zbog

nekog renalnog oboljenja). Poliurija, sa druge strane, može da bude posledica prekomerne hidracije ili nekog poliuričnog oboljenja.

4. Centralni venski pritisak – predstavlja pritisak u torakalnom delu *v. cave*, sličan je desnom atrijskom pritisku i predstavlja indikator za minutni volumen. Obezbeđuje podatke za funkciju srca i intravaskularne zapremine.

Addendum 1.

KARDIOPULMONALNA I CEREBRALNA REANIMACIJA

Kardiopulmonalni zastoj (arest) (KPA) može da se definiše kao iznenadni prekid disanja i cirkulacije.

U zavisnosti od stadijuma KPA životinje se mogu podeliti u dve grupe:

1. Životinje u reverzibilnom stanju (stanje koje se može korigovati sa odgovarajućom terapijom)
2. Životinje sa naprednim stadijumom bolesti (uzroci koji najčešće završavaju letalno)

Postoji više razloga za pojavu kardiopulmonalnog zastoja:

- Neuro kardijalni arest (vazovagalna sinkopa)
- Respiratorna oboljenja
- Srčana oboljenja
- Hipoksija
- Hiperkapnija
- Hipotenzija/hipovolemija
- Hiperkalemija
- Hipokalcemija
- Hipermagneziemija
- Hipoglikemija
- Hipotermija

Tretman za oporavak za normalnu kardiopulmonalnu funkciju se definiše kako Kardipulmonalna i cerebralna reanimacija (KPCR).

Kardipulmonalna i cerebralna resuscitacija predstavljaju grupu mera koje se preduzimaju za vraćanje u život pacijenata sa kardiopulmonalnim arestom. Kod ovih mera, pored inicijalne resuscitacije, uključuju se i mere za ublažavanje komplikacija, pred, za vreme i posle hirurške intervencije i anestezije.

Pripravnost i prevencija

Svaka klinika treba da poseduje poseban deo gde se nalazi dostupna oprema i lekovi, neophodni za hitne slučajeve.

To podrazumeva pripravnost sa posebnim kompletom za "hitne slučajeve" u kojima se nalaze razni potrebni materijali za tretman kardiopulmonalnog zastoja. Komplet treba da bude uvek spremam a svi zaposleni u klinici treba da budu obučeni za KPR za kliničke pacijente.

Kardiopulmonalni zastoj, kao stanje ne sme da traje više od 3-5 minuta, zato što nakon tog perioda započinje oštećenje moždanog tkiva. Mozak, za razliku od drugih tkiva nema sposobnost za funkciju u anaerobnim uslovima, pri čemu dolazi do izumiranja ćelija.

Zbog toga, što je brža reanimacija pacijenata, to su veće šanse za preživljavanje.

Sam zastoj može lako da se prevenira sa postojanim monitoringom pacienta i sa primenom prikladne anestetske tehnike koja će da prevenira uzroke hipotenzije, hiperkapnije, hipoksije i hipotermije.

Mere za reanimaciju mogu da se podele u 3 faze. One se izvode jedna za drugom i bez prekida.

Faza 1. **Osnovna nega i pomoć** sadrži procedure koje se izvode u celini da se održi efektivnost protoka krvi kao i oksigenacije vitalnih organa. (Torakalna kompresija i veštačko disanje)

Faza 2. **Dodatna nega i pomoć** podrazumeva procedure, potrebne za saniranje razloga zbog kojih je došlo do zastoja i povrede i da se uspostavi normalna ventilacija i srčani ritam. (Torakalna kompresija i veštačko disanje + medikamentozni tretman)

Faza 3. **Post-resuscitacijska nega i daljnja nega pacijenta**

Prepoznavanje situacija i osnovna nega i pomoć

Sposobnost za prepoznavanje simptoma kardiopulmonalnog zastoja igra važnu ulogu u brzoj akciji. Zbog toga, svo tehničko osoblje treba da bude odgovarajuće obučeno za prepoznavanje simptoma i pružanje prve pomoći.

Kardiopulmonalni zastoj kod budnih pacijenata je jasno primetljiv, jer dolazi do postepenog gubljenja svesti za oko 10-15 sekundi. Iz tog razloga može da dođe do agonarnog disanja kod budne ali i kod životinje u nesvesnom stanju.

Pupile su dilatirane i fiksirane u sledećih 30-45 sekundi od zastoja.

Vreme za kapilarno punjenje ne može da se računa kao relevantni indikator normalne cirkulacije jer još može da se utvrdi nekoliko minuta po zastolu.

Nemogućnost palpiranja pulsa ukazuje na srčani zastoj, iako puls može da se ne oseti i u stanjima hipovolemijskih i hipotenzija.

Nezavisno od situacije, u slučaju nepalpatornog pulsa, odmah treba da se započne sa postupkom resuscitacije (oživljavanja).

ABC pristup je najprikladniji za reanimaciju na životinjama. Za razliku od ljudi, kardijski arrest kod životinja je najčešće posledica uzroka koji su direktno povezani sa srcem.

Osnovna nega je ujedno i prvi korak u KPR

To pokriva sistem **A, B, C**

... a potom i **D, E i F**

A - AIRWAYS - disajni putevi

D - DRUGS - lekovi

B – BREATHING- disanje

E – ECG – EKG aritmije

C - CIRCULATION – cirkulacija

F – FLUIDS - fluidi

DISAJNI PUTEVI

Obezbeđivanje prohodnih disajnih puteva predstavlja prvi postupak u resuscitaciji.

Nepohodno je da se napravi procena tipa disanja:

- **Pneumotoraks/dijafragmatska hernija:** ubrzano, isprekidano disanje, ispuštanje međurebarnih mišića;
- **Tenzijski pneumotoraks:** ograničeno širenje grudnog koša;
- **Abnormalni tipovi disanja koji ukazuju na oštećenje CNS:**
 - **Čejn-Stouksovo disanje:** pravilne oscilacije između hiperpnoje i apnee, što indicira oštećenje hemisfera ili kičmene moždine;
 - **Apneustičko disanje/inspiratorna pauza:** indicira oštećenje kaudalne moždine, blizu trigeminalnog jezgra;
 - **Neregularna grupa disanja:** nepravilne pauze između nekoliko respiracijskih ciklusa;
 - **Ataksično disanje:** oštećenje mozga;
 - **Biotovo disanje:** indicira povećan intrakranijalni pritisak ili oštećenje moždine (3 – 5 udisaja, potom dolazi do pauze).

Klinički znaci opstrukcije disajnih puteva:

- a) Dispnea
- b) Cijanoza- hipoksija
- v) Krkljanje – zbog parcijalne opstrukcije disajnih puteva

Instrukcije:

Potrebno je da se obezbede disajni putevi sa postavljanjem **endotrahealnog tubusa** ili da se koriguje njegov položaj, ako je već postavljen. Ako ne može da se postavi tubus, glava i vrat treba da se izpruže i da se odstrani eventualno prisustvo sadržaja koji može da prouzrokuje obstrukciju gornjih disajnih puteva. U slučaju potpune obstrukcije neodložno mora da se izvede hitna traheotomija/traheostomija. Bronhospazam se tetira sa aminofilinom 5 mg/kg i/v.

DISANJE

Prekid disanja, kao posledica više respiratornih poremećaja, dovodi i do prekida rada srca i mozga sa fatalnim posledicama po organizam.

Neki slučajevi prekida disanja ne zahtevaju hitnu reakciju. Privremeni prekid disanja se primenjuje u prvih tridesetak sekundi nakon intravenske aplikacije ketamina, barbiturata i nekih drugih respiratornih depresora. Minimalna respiracija ili potpuni prestanak se primećuje kod prolongiranog korišćenja veštačke ventilacije i dodavanja kiseonika. Kod ovih situacija, potrebno je praćenje ostalih vitalnih znakova.

Stanja stvarnog respiratornog aresta, mnogo su ozbiljnija od prethodnih i zahtevaju hitan tretman. Javljavaju se, uglavnom, pri predoziranju anesteticima, prekidu dovođenja kiseonika ili zbog predhodne respiratorne bolesti.

Respiratorični arest

Klinički znaci: Životinja pokazuje ozbiljne znake dispneje i cijanoze i/ili hiperkapnije, pre potpunog zastoja disanja. Ostali vitalni znaci (srčana frekfencija, kvalitet pulsa, produženovreme punjenja kapilara), su isto tako poremećeni.

Instrukcije:

- Intubacija životinje (ako predhodno to nije urađeno) i dodavanje kiseonika;
- Kontrola rada srca, zbog mogućih posledica sinkope; **Vazovagalna sinkopa** kod brahicefaličnih rasa pasa: Mops, Ši Cu, Pekinezeri i dr., imaju povećan vagalni tonus i nisku srčanu frekfenciju. Oni pozitivno reaguju na atropin (20-40 µg/kg). Ne sme da se koristi adrenalin, zbog opasnosti od tahiaritmije ili aresta;
- Isključivanje dotoka anestetika (ako je pacijent pod anestezijom);
- Provera prodornosti disajnih puteva (sa pritiskanjem respiratornog balona na aparat za anesteziju);
- Ventilacija pluća sa pritiskom na respiratorični balon ili ambu balon na svakih 3-5 sekundi, sve do stabilizacije srčane frekfencije i boje mukoza, nakon čega se frekfencija smanjuje na 6 – 18 respiracija/min.;
- Infuzija tečnosti (šok doza);
- Održavanje telesne temperature.

Lekovi: Se koriste SAMO ako postoji indikacija za njihovu primenu.

Podsticanje primarne ventilacije sa aplikacijom opijatnih antagonista (**nalokson**, **naltrekson**), alfa 2 antagonistisa (**johimbin**) i analeptika (**doksapram 1 mg/kg**).

Korisni su kod novorođenih životinja kada je nemoguće da se izvrši intubacija i ventilacijska podrška.

CIRKULACIJA

Prekid rada srca može da se javi u bilo kom momentu u toku anestezije. U većini slučajeva, postoje znaci upozorenja, za pojavu sinkope (dispnea, respiratorični arest, cijanoza itd)

Znaci kardijalnog zastoja:

- Auskultatorno, palpatorno i pomoću EKG se ne primećuje srčana akcija;
- Odsustvo palpatornog pulsa i krvnog pritiska od 25 mm Hg;
- Sluznice su sive ili cijanotične a vreme punjenja kapilara produženo;
- Očne jabučice su centralno postavljene, pupile su dilatirane, izostaje pupilarni refleks.

Instrukcije:

Obezbeđivanje prohodnosti disajnih puteva i započinjanje srčane kompresije, zbog uspostavljanja cirkulacije.

Ako je životinja bila intubirana i priključena na anestetski aparat, potrebno je da se isključi dovod anestetika i otvari ventilacija za kiseonik. Sa tim se postiže veštačka ventilacija u plućima sa 100% kiseonika. Treba da se provere i pokreti grudnog koša i da se isključi eventualna opstrukcija disajnih puteva ili pogrešna intubacija.

Spoljna kompresija:

Pas se postavlja u desni lateralni položaj, noge su postavljene prema licu koje izvodi masažu, a glava treba da se nalazi niže od tela. Kod većih životinja, potrebno je da se polako podigne grudni koš (uz pomoć vreće peska ili većom knjigom). Pritisak se nanosi uz pomoć dlana (može i sa obe ruke) oko grudne kosti, u predelu petog međurebarnog prostora, iznad srca. Kod mačaka i malih pasa, masaža može da se izvede sa palcem i ostalim prstima na jednoj ruci. Kod velikih pasa, frekfencija kompresije iznosi 80/min. (1-1.5 kompresija u sekundi), dok kod malih pasa i mačaka iznosi 120/min. (2 kompresije u sekundi). Pritisak na grudi treba da uzrokuje, smanjenje dijametra grudnog koša za približno 30%.

Cela masaža, u kombinaciji sa sinhronizovanom ventilacijom na svakih 3-5 kompresija na grudni koš, prouzrokuje povećanje intratorakalnog pritiska i kretanje krvi kroz krvne sudove do tkiva održavajući pritom perfuziju organa. Indirektno, sa povećanjem pritiska na grudnu prazninu, se postiže i kretanje krvi u srčanom krvotoku.

Na ovoj način se prevenira vraćanje krvi u pluća, prevenirajući pojavi pulmonalne hipertenzije koja pak može da dovede do edema pluća. Eventualne kontuzije na plućima koje se javljaju tokom ove tehnike, mogu da se saniraju kasnije.

Kod velikih životinja zbog njihove veličine, mogućnost za CPR je mnogo teža, čak i nemoguća.

Drugi način da se poveća arterijski pritisak je da se izvrši paralelna kompresija na abdomen i grudni koš. Sa ovim se ograničava retrogradno vraćanje krvi u vene, i prenosi arterijska krv u kranijalne delove iz tela.

Intratorakalna srčana kompresija

Pri spoljnoj kompresiji, u slučaju da posle 1-2 minuti od CPCR se ne detektuje puls, treba da se preduzme otvoranje grudnog koša. Postoji nekoliko slučajeva kod kojih je indicirano otvoranje grudnog koša: Pneumotoraks, dijafragmatska hernija, perikardijalna efuzija, kod pasa težih više od 30 kg, stanje hipovolemije kao npr. krvarenje ili šok.

Pri tome, operator nema dovoljno vremena za aseptičnu pripremu, dovolno je odstranjivanje dlaka i premazivanje operativnog polja antiseptikom. Incizija se vrši na levoj strani grudnog koša kranijalno od 6-tog rebra.

Srce se uzima na taj način što, leži u dlanu, dok se sa prstima okružuje vrh srca. Vrši se nekoliko kompresija, a zatim se radi perikardiotomija uz pomoć jednostavne incizije kroz perikardo-dijafragmatski ligamenat, nakon čega su vidljive i najmanje fibrilacije.

Kompresija se vrši od vrha srca masira se postepeno do baze. Pretkomore treba najpre da se ispune krvlju, i potom da se započe sa kompresijom brzine 60-100 kompresija/min.

Srčane kontrakcije treba da se vrate za nekoliko sekundi do jedne minute. Grudni koš se zatvara pomoću standardnih operativnih principa, sa obaveznim postoperativnim antibiotskim tretmanom. Ako dođe do sinkope u toku abdominalne operacije, onda se ulaz u grudni koš izvodi preko dijafragme.

Masaža se prekida kad se utvrdi spontana srčana kontrakcija, dok se ventilacija produžuje dok se ne uspostavi normalno spontano disanje.

Masaža treba da se prekine ako ne se primećuje srčana akcija nakon 15 minuta od početka masaže.

Dalja nega i pomoć

Kad se uspostavi osnovna potpora životnih funkcija, menadžiranje problema koji su doveli do aresta nastavlja se sa preduzimanjem mera za poboljšanje efektivnosti same resuscitacije.

LEKOVI

Paralelno sa ostalom procedurom, potrebno je apliciranje tečnosti i prikladnih lekova. Rad srca, po mogućnosti se prati sa EKG.

Tretman se produžuje dok se ne uspostavi normalan ritam srčanog rada i respiracije.

Tretman za asistolu: Potpuni srčani zastoj

- 1) Atropin 0.05-0.1 mg/kg i/v ili intra-trahealno (i/t)
- 2) Epinefrin (1:1000) 0.2 mg/kg i/v ili 0.4 mg/kg i/t
- 3) Natrium bikarbonat 1 mEq/kg i/ukoliko se sumnja na acidozu
- 4) ponovna aplikacija epinefrina

Tretman za fibrilaciju:

1) Električna defibrilacija ili oštar udar na grudni koš. Defibrilator se postavlja na 10-25W iznutra, ili 50-100 W spolja, kod malih životinja i 50-100 W unutra, 250-400 W spolja, kod velikih životinja.

- 2) Ponovna defibrilacija (ista jačina)
- 3) Ponovna defibrilacija (2 puta veća doza)
- 4) Epinefrin (1:1000) 0.2 mg/kg i/vili 0.4 mg/kg i/t
- 5) Defibrilacija, dva puta
- 6) Lidokain i/v kod mačaka:0.25 mg/kg kod pasa:2 mg/kg
- 7) Defibrilacija, dva puta
- 8) Natrium bikarbonat, sa ponavljanjem stavki od 4-7

Elektromehanička disocijacija

- 1) Deksametazon 2 mg/kg i/v
- 2) Epinefrin (1:1000) i/v
- 3) Natrium bikarbonat mEq /kg i/v
- 4) Epinefrin (1:1000)
- 5) Kalcium glukonat 10%, 5-10 mg/kg polako i/v
- 6) Da se ponovo doda epinefrin

TEČNOSTI

Tečnosti treba da se aplikuju u količini od 10-20 ml/kg u cilju nadoknade periferne vazodilatacije, koja ne reaguje na tretman sa alfa adrenergičnim lekovima. Ako ima sumnje da je hipovolemija uzrok kardiopulmonalnog zastoja, tečnosti treba da se apliciraju u većoj dozi (slično kao kod stanju šoka) 90 ml/kg/čas.

Načini za aplikaciju lekova

- **Centralni intravenski kateter:** Ovo je najbolji mogući način za aplikaciju tečnosti.
- **Intratrahealno:** Atropin, epinefrin, lidokain mogu da budu aplicirani na ovoj način, koristeći pri tome kateter koji se postavlja duž tubusa sve do bifurkacije traheje. Posle njegove aplikacije, se vrši dopunsko ventiliranje pluća.
- **Intrakardijalno:** Ova metoda aplikacije lekova nije preporučljiva, jer postoji opasnost od rupture koronarnih krvnih sudova ili deponovanja leka u miokardu.
- **Intralingvalno:** Pogodan metod za jako sitne životinje!

Post-rreanimacijska nega i briga o pacijentu

Odmah nakon obnavljanja cirkulacije, potrebno je obratiti pažnju na neurološke funkcije. Kardiopulmonalni zastoj prouzrokuje značajno poremećenje funkcije CNS-a, dovodeći do pojave cerebralnog edema i nestabilnosti na samoj membrani. Cerebralni edem pak dovodi do povećanja intrakranijalnog pritiska sa posledicom cerebralnom ishemijom. Konačni rezultat može da varira od umerene disfunkcije do pojave konvulzija i smrti.

Dalja uputstva:

- 1) Ventilacijska podrška
- 2) Održavanje krvnog pritiska
 - Dobutamin (5-15 µg/kg/min.)
 - Dopamin (5-10 µg/kg/min.)
- 3) Održavanje volumena tečnosti- ringer laktat
- 4) Dodavanje kiseonika u sledećih 24 časa (50 ml/kg/min)
- 5) Acido-bazna ravnoteža. Vrši se gasne analize krvi.
- 6) Cerebralni edem
 - Manitol 0.3 g/kg. – dodaje se sledeća 3 sata
 - Furosemid 2-4 mg/kg
 - Deksametazon 2 mg/kg
 - Metil prednisolon 30 mg/kg

Za pojavu cerebralnog edema potrebno je približno 4 časa, a može da se zadrži u sledećih nekoliko dana. Ako je moguće, životinja se nadgleda u sledećih 5-7 dana, pri čemu se svakodnevno vrši neurološka provera na uslove nege, da se utvrde znaci poboljšanja ili eventualni problemi.

Addendum 2

EUTANAZIJA

Termin „eutanazija“ potiče od grčke reči „ei“ što znači dobro „*thanatos*“ što znači smrt. Pored toga, eutanazija ili „dobra smrt“ podrazumeva proceduru za humanu smrt sa izostankom bola i patnje životinje u tom trenutku uz prouzrokovanje sigurne smrti.

Cilj eutanazije je brz gubitak svesti uz prestanak rada srca i respiratorne funkcije i funkcije centralnog nervnog sistema uz bezbolnu smrt životinje.

Pojava stresa kod životinje podvrgnute eutanaziji ima praktično značenje pri proceni metode i tehnike izvođenja eutanazije.

Kod određenih tehnika eutanazije, potrebna je fizička fiksacija životinje, koja može da bude različita u zavisnosti od mestifikacije, prisutnost боли ili nekog oboljenja. Fiksacija životinje je često potrebna i da bi se osigurala bezbednost osoblja.

Kod procene izbora metoda eutanazije potrebno je razmotriti sledeće kriterijume:

1. Sposobnost da se izazove gubitak svesti kod životinje bez izazivanja osećaja боли и straha;
2. Vreme potrebno da se izazove gubitak svesti;
3. Pouzdanost izvedene metode;
4. Zaštita osoblja;
5. Usaglašenost sa uslovima kojima raspolažemo kao i potrebama i namerama;
6. Emocionalna reakcija izvođača ili posmatrača;
7. Dostupnost i mogućnost zloupotrebe;
8. Usklađivanje metoda eutanazije u odnosu na starost i zdravstveno stanje životinje;
9. Održavanje opreme ;
10. Neškodljivo uklanjanje leševa i zaštita od štetočina;

Kod eutanazije životinja poseban akcenat se stavlja na etičke norme. Eutanazija se vrši u skladu sa zakonskim propisima koji regulišu dobrobit životinja i nabavku promet i skladištenje lekova, pravilnicima profesionalne sigurnosti.

Poznavanje procedure klinički prihvatljivih tehnika eutanazije je potrebno kako bi se donela stručna odluka za izvođenje eutanazije pri čemu treba da se vodi računa o veličini životinje, fiziološkim specifičnostima i specifičnostima u ponašanju.

Nakon izvođenja eutanazije, potrebno je potvrditi uginuće životinje (naročito ako se eutanazija izvodi pomoću injekcionih opštih ili inhalacionih anestetika).

Smrt mora da se zasigurno konstataže i to prekidom vitlnih znakova: prestanak rada srca (sinkopa), prestanak disanja (apneja), odsustvo refleksa mišića, odsustvo pupilarnog, kornealnog i palpebralnog refleksa. Gubitak boje sluzokože i sjaja rožnjače.

Životinje se po pravilu eutanaziraju u čistoj i mirnoj prostoriji bez prisustva drugih životinja. Smrt se treba potvrditi pre uklanjanja leša. Poznati su vrlo uznemirujući primeri o povratku eutanaziranog psa vlasniku, nakon nekoliko dana. Ukoliko nije moguće odmah neškodljivo ukloniti leš, potrebo ga je držati zamrznutog na -25 °C u posebnom namenskom zamrzivaču.

Kod životinja kod kojih se izvodi eutanazija, obično je prisutna uznemirenost i strah. Zbog toga je potrebno pažljivo proceniti stanje životinje pred eutanaziju, kako bi se izabrao najboljinačin za izvođenje eutanazije. Uvek je potrebno oprezno i nežno postupati sa životinjam, što je obično i dovoljno da umiri životinju pred eutanaziju. Korisno je primeniti i prethodnu sedaciju, ukoliko je životinja naročito ekscitirana. Ponekad je potrebno životinju uvesti i u opštu anesteziju.

Kod životinja izraz lica i držanje odražava emocionalno stanje. Promene u ponašanju i fiziološke reakcije na štetne stimulanse obično se manifestuju nemiom, oglašavanjem, otporom, pokušajem bekstva, odbrambene reakcije, salivacije, mokrenjem i defekacijom, dilatacijom pupile, tahikardijom, znojenjem, drhtanjem i spazmom mišića.

Strah često dovodi do paralize ili životinje simuliraju situaciju u kojoj se čini da su mrtve. Ova situacija je posebno izražena kod zečeva i pilića. Vokalizacija, uznemirenost, oslobađanje određenih mirisa ili feromoni uplašenih životinja mogu izazvati strah i anksioznost kod drugih životinja. Zbog toga se preporučuje da se eutanazija uvek izvodi pojedinačno, a nikako nad grupom životinja. Takođe je poželjno da se eutanazija izvodi u posebnoj namenskoj prostoriji.

Kod eutanazije životinja veoma je važno uzeti u obzir i psihološku reakciju vlasnika životinje. Najčešća reakcija su različite manifestacije osećaja tuge. Ponekad vlasnik insistira da bude uz svoju životinju u „poslednjim trenutcima“, što može da ima i pozitivan efekat na smirenje životinje (u prisustvu poznate osobe) ali i da bude veoma dramatično ukoliko dođe do ispoljavanja nekih neželjenih efekata pri eutanaziji (vokalizacija, tremor, uriniranje, defekacija i dr.). Zbog toga je potrebno pripremiti vlasnika i objasniti mu šta treba da očekuje. U obzir treba uzeti i potencijalni efekat koji eutanazija životinja sasvim sigurno ostavlja i na osoblju koje je izvodi.

Odnos osoblja prema vlasniku je posebno važan, jer su vlasnici na kraju ti koji treba da odluče da li će i kada da se izvrši eutanazija. Većina vlasnika prihvati stručno mišljenje doktora veterinarske medicine, ali ima i onih kojima je potrebno savetovanje pa neretko i psihološka podrška.

Veterinari i ostalo osoblje mogu se sa vremenom zbližiti sa životnjama, pogotovo ako je reč o dugogodišnjim pacijentima. Zbog toga, eutanazija može da dovede do emocionalnih reakcija kod osoblja koje uključeno u njeno izvođenje a takođe i kod onih koji neguju i leče životinju.

Eutanazija tešo obolelih životinja u zoološkim vrtovima, životinja povređenih u saobraćajnim nesrećama, teško povređenih divljih životinja, može privući pažnju javnosti i

javne stavove (pored zakonskih normi), što uvek treba uzeti u obzir kod eutanazije životinja.

Metode izvođenja eutanazije

Metode eutanazije treba da budu jednostavne za izvođenje, bezbedne za osoblje i prikladne vrsti životinje koja se eutanazira. Pažnju treba naročito obratiti na zdravstveno stanje životinje i telesnu masu.

Postoji nekoliko pravila kojih se moramo striktno pridržavati:

- Životinju je potrebno pravilno fiksirati;
- Eutanazija se uvek izvodi bez prisustva drugih životinja;
- Potrebno je izabrati optimalni način eutanazije u dатој situaciji;
- Eutanaziju uvek izvodi doktor veterinarske medicine.

Načini izvođenja eutanazije se mogu podeliti prema mehanizmu koji dovodi do smrti na:

1. *Hipoksija - direkna ili indirektna;*
2. *Direktna depresija neurona u centralnom nervnom sistemu potrebnih za održavanje funkcije života;*
3. *Fizičko narušavanje moždane aktivnosti;*

Sredstva koja dovode do smrti izazivajući direktну ili indirektnu hipoksiju prouzrokuju gubitak svesti kod životinje. Međutim pored gubitaka svesti, potrebno je još i suprimiranje motorne aktivnosti. Zbog toga jer najčešće potrebno kombinovati više sredstava kako bi se ostigla ova dva dejstva. Apsolutno je neprihvatljiva primena sredstava koja samo dovodi do paralize (ili grča) muskulature kao što su polarizujući i nepolarizujući miorelaksansi (strihnin, nikotin, soli magnezijuma).

U drugu grupu sredstava za izvođenje eutanazije spadaju ona koja dovode do supresije neurona i mozgu, prouzrokujući na taj način gubitak svesti, depresiju dianja, paralizu vazomotornog centra i smrt. Neki od ovih sredstava dovode do pojačane mišićne aktivnosti (slično kao u prvoj fazi opšte anestezije) što može da dovede do pojačanog mišićnog tonusa i delirijuma. Ponekad može da se javi i vokalizacija životinja. Smrt nastupa usled gubljenja svesti i direktnim delovanjem i depresijom respiratornog centra, što za posledicu ima hipoksiju i konačno zastoj srca

Fizičko narušavanje moždane aktivnosti postiže se oštećenjem moždanih struktura ili električnom depolarizacijom neurona, što obično dovodi do brzog gubljenja svesti kod životinje. Smrt nastupa usled oštećenja respiratornog i/ili vazomotornog centra.

Tehnike koje se koriste za izvođenje eutanazije se dele na:

- 1. Prihvatljive tehnike**
- 2. Uslovno prihvatljive tehnike**

3. Neprihvatljive tehike

Hemiske metode eutanazije

Metode eutanazije kod kojih se koriste hemijska sredstva dele se na:

- **Eutanaziju inhalacionim sredstvima;**
- **Eutanaziju injekcionim sredstvima.**

Injekciona sredstva za eutanaziju

Upotreba injekcionih sredstava za eutanaziju predstavlja najbrži i najpouzdaniji metod njenog izvođenja. Koriste se različita farmakološka sredstva koja se primenjuju uglavnom intravenozno. Ipak treba računati na to da kod agresivnih, divljih i plašljivih životinja postavljanje intravenskog katetera može biti znatno otežano. Potrebno ih je zbog toga često i sedirati (obično intramuskularnom injekcijom) pre aplikacije sredstva za eutanaziju.

U slučaju kada nije moguća intravenska aplikacija ili kada bi pronalaženje dostupne vene značilo dodatni stres i produžavnje patnje životinje, preporučuje se intraperitonealna aplikacija sredstva za eutanaziju pod uslovom da ne sadrži neuromuskularni blokator.

Intrakardijalna aplikacija je dozvoljena samo kod životinja koje su u anesteziji ili su u komatoznom stanju.

Intramuskularno, subkutano, intratoarkalno, intarpulmonalno i drugi načini aplikacije sredstva za eutanaziju su **apsolutno neprihvatljivi**.

Eutanazija derivatima barbiturne kiseline

Barbiturati vrše depresiju centralnog nervnog sistema dovodeći do descedentne anestezije koja sahvata najpre koru velikog mozga sa posledičnim gubljenjem svesti. Predoziranje barbituratima dovodi do duboke respiratorne depresije a zatim i do apneje.

Svi derivati barbiturne kiseline koji se koriste u kliničkoj anesteziji, su prihvatljivi i za izvođenje eutanazije. Ova sredstva imaju brzodelovanje i dovode do brzog gubitka svesti. Za eutanaziju se koriste oni derivati koji imaju snažno i dugotrajno delovanje i koji su postojani u rastvoru i ekonomski prihvatljivi za upotrebu.

Natrijum pentobarbitrat ispunjava gore navedene kriterijume i zato se često koristi za eutanaziju.

Prednosti derivata barbiturne kiseline

- Osnovna prednost barbiturata je brzina njihovog delovanja. Efikasnost zavisi od doze, koncentracije i načina aplikacije;
- Barbiturati izazivaju minimalnu uznemirenost;
- Barbiturati su jeftina sredstva za anesteziju u poređenju sa drugim sredstvima;

Nedostatci derivata barbiturne kiseline

- Potrebna je isključivo intravenska primena;
- Životinju je potrebno dobro fiksirati;

- Disajni pokreti koji se javljaju u toku respiratorne depresije mogu da budu agonalni što naročito treba imati na umu ukoliko je kod eutanazije prisutan i vlasnik;
- Barbiturati mogu dugo vremena u neizmenjenom obliku ostati u telu životinje pa je potrebno strogo voditi računa o čuvanju i neškodljivom uklanjanju takvih leševa.

Preporuke pri upotrebi derivata barbiturne kiseline

Prednosti upotrebe barbiturata za eutanaziju malih životinja su očigledni ali ne treba zaboraviti ni njihove nedostatke. Intravenska alikacija je jedini prihvatljiv način davanja ovih preparata. Intreperitonealna aplikacija može da prouzrokuje bol i zato se izbegava. Intrakardijalna aplikacija je dozvljena samo kod životinja u opštoj anesteziji ili u komi.

Eutanazija sa kombinacijom lekova sa pentobarbitolom

Nekoliko komercijalnih proizvoda za izvođenje eutanazije u svom sastavu imaju derivate barbiturne iseline. Najčešći sastojak je natrijum pentobarbitol sa dodatkom lokalnog anestetika. Farmakološke prednosti i preporuke za upotrebu kombinovanih proizvoda sa pentobarbitolom i lidokainom su isti kao kod upotrebe čistih derivata barbiturne kiseline.

Kombinacija sa neuromuskularnim blokatorima nije prihvatljiva za izvođenje eutanazije!

Eutanazija sa hloralhidratom

Hloralhidrat dovodi do depresije CNS-a. Smrt je prouzrokovana hipoksemijom koja je rezultat progresivne depresije respiratornog centra, usled čega može da se javi dispnea, spazmi muskulature i vokalizacija.

Hloralhidrat je zbog toga **uslovno prihvatljivo sredstvo** eutanaziju kod velikih životinja. Primjenjuje se intravenski ali je neophodna prethodna sedacija ili uvođenje u anesteziju životinje kako bi se prevenirali neželjeni efekti. Hloralhidrat se ne koristi kod pasa i mačaka jer sporedni efekti kod ovih vrsta mogu da budu snažno izraženi.

Eutanazija sa T-61

T-61 je nebarbituratna injekciona smesa preparata koji se koristi za eutanaziju. T-61 sadrži jak hipnotik, kurariformni preparat i lokalni anestetik. Koristi za eutanaziju pasa, mačaka i drugih malih životinja.

Eutanazija sa trikain metan-sulfonatom (MS 222, TMS)

MS 222 komercijalno je dostupan kako trikain metan sulfonat (TMS), koji se koristi za eutanaziju amfibija i riba.

Za eutanaziju se preporučuje koncentracija veća od 250 mg/l. Ribe se uranjaju u rastvor u trajanu od 10 minuta nakon čega nastaje prekid pokreta.

Eutanazija sa kalijum hloridom uz izvođenje opšte anestezije

Iako je kalijum hlorid apsolutno neprihvatljiv za primenu kod svesnih životinja ipak je moguća njegova upotreba za eutanaziju životinja koje su u opštoj anesteziji. Rastvor kalijum hlorida se aplikuje intravenski ili intrakardijalno. Dovodi do zaustavljanja rada srca. Kalijumovi joni ispoljavaju kardiotoksični efekat i u dozi od 1-2 mol/kg dovode do zaustavljanja rada srca. Ova tehnika se primenjuje za eutanaziju velikih i divljih životinja. Treba napomenuti i to da je kalijum hlorid netoksičan kada se konzumira peroralno pa su leševi ovih životinja mogu upotrebiti za ishranu drugih životinja nakon prerade.

Prednosti eutanazije sa kalijum hloridom

- Kalijum hlorid je supstanca koja je lako dostupna
- Kalijum hlorid ne predstavlja hazard za okolinu i leševi velikih životinja eutanaziranih sa kalijum hloridom mogu se koristiti za ishranu grabljivica;

Nedostatci pri eutanazije so kalijum hloridom

- Grčevi muskulature sa kloničnim spazmima mogu se pojaviti kratko vreme nakon injektiranja.

Preporuke za izvođenje eutanazije sa kalijum hloridom

Najvažnije je da osobolje koje izvodi eutanaziju bude dobro upoznato sa dejstvom kalijum hlorida kao i da dobro proceni dubinu opšte anestezije.

Aplikacija kalijum hlorida se vrši intravenozno kod životinje koja je prethodno uvedena u opštu anesteziju, a to znači da su pored gubitka svesti odsutni i svi refleksi. Tek nakon verifikacije dubine anestezije aplikuje se kalijum hlorid. Hiperkalijemija dovodi do prekida rada srca.

Injekciona sredstva koi su neprihvatljiva za eutanaziju životinja

Sredstva kako: **strihnin, nikotin, kofein, magnezijum sulfat, sredstva za čišćenje, rastvaravači, sredstva za dezinfekciju, neuromuskularni blokatori** su apsolutno **neprihvatljivi** za eutanaziju životinja.

Inhalaciona sredstva za eutanaziju

Svaki gas koji se inhalira kroz disajne puteve, dospeva do alveola i prelazi u krv. Sistemsko dejstvo može da bude odloženo dok se u krvi ne postigne dovoljno visoka koncentracija gasa. Eutanazija inhalacionim sredstvima se primenjuje mahom kod laboratorijskih sitnih životinja (miševi, pacovi, zamorci) u komorama u koje se ubacuje gas. Primena inhalacionih sredstava za eutanaziju zavisi od nekoliko faktora: vrsta, veličina i starsot životinje. Ponekad inhalaciona sredstva mogu da dovedu do konvulzija i pre gubitka svesti pa se ne preporučuju za izvođenje eutanazije.

Pri upotrebi inhalacionih sredstva za eutanaziju treba da se obrati pažnja na sledeće faktore:

- Prilikom aplikacije visokih koncentracija inhalacionih sredstava, kod životinja, u većini slučajeva postiže se brzi gubitak svesti.
- Pribor koji se koristi za dostavljanje i održavanje visoke koncentracije gasa mora da bude ispravan. Neispravna oprema često dovodi do produženja agonije životinje, ali može i da ugrozi zdravlje osoblja i drugih životinja u objektu.
- Neki od inhalacionih sredstava za eutanaziju mogu da budu naročito opasna zbog eksplozivnosti (etar), mogućnosti narkotičnog delovanja (halotan), da dovedu do hipoksemije (ugljenik-monoksid), i drugih zdrastvenih problema koji se javljaju kao rezultat hronične izloženosti.
- Kod životinja sa kompromitovanom respiratornom funkcijom može se očekivati usporeno dejstvo inhalacionog sredstva i produženje perioda agonije. Kod takvih životinja je potrebno primeniti neki drugi vid eutanazije (injekciona sredstva).
 - Kod novorođenih životinja je veća tolerancija na hipoksiju, pa je potrebno duže vreme za izazivanje smrti.
 - Životinje koje se smeštaju u komoru treba da budu iste vrste i uzrasta kako bi se umanjio stres.
 - Potrebno je voditi računa da komora ne bude prenatrpana. Poželjno je da je komora prozirnih zidova (staklo) i da se temeljno čisti i pripremi.
 - Reptili, amfibije, ptice imaju veliki kapacitet za zadržavanje kiseonika tkivu. Kada se koriste inhalaciona sredstva za eutanaziju kod ovih vrsta životinja, treba očekivati produženje perioda do gubljenja svesti i smrti.

Eutanazija sa ugljen-dioksdom - CO₂

Atmosferski vazduh sadrži 0,4% ugljen-dioksida (CO₂) koji je teži od vazduha. Ugljen dioksid je gas bez mirisa. Inhalacija ugljen-dioksida u koncentraciji od 7,5% povećava prag bola kod životinje. Ugljen dioksid se koristi za izvođenje grupne eutanazije laboratorijskih životinja: miševi, pacovi, zamorci. U nekim zemljama se koristi za omamljivanje svinja pre klanja. Životinje koje se eutanaziraju trebaju biti prostorno odvojene od drugih životinja a prostor prilagođen vrsti i veličini životinje. Gubitak svesti se može brzo postići sa koncentracijom CO₂ od 70%. Dovod gasa treba ostaviti otvoren još najmanje 1 minutu nakon kliničke smrti. Međutim ponekad je potrebno primeniti i druge metode eutanazije.

Eutanazija sa azotom N₂ / Argonom Ar

Azot i argon su inertni gasovi bez boja i mirisa, nisu zapaljivi niti eksplozivni. Azot sačinjava 78% atmosferskog vazduha dok argona ima manje od 1%.

Eutanazija se vrši u zatvorenom kontejneru ili komori koja je ispunjena sa N₂ ili Ar. Kod pasa gubitak svesti nastaje za nešto više od jednu minutu, kada su izloženi koncentraciji

azota od 98,5 %. Elektroencefogram (EEG) polazuje izoelektričnu (ravnu) liniju u proseku za 80 sekundi dok arterijski krvni pritisak pada na nivo nakon tri minute. Ova metoda je bezbolna, ali ipak treba napomenuti da se javlja hiperventilacija, a ponekad i vokalizacija i konvulzije. Zbog toga injekcionalna eutanazija ima prednost u odnosu na ovaj vid eutanazije.

Preporuke kod eutanazije co N₂/Ar

N₂ i Ar može dovesti do znatnog ispoljavanja stresa pre gubitka svesti kod nekih glodara. Zbog toga je ova tehnika prihvatljiva samo onda ukoliko se koncentracija kiseonika može brzo smanjiti na ispod 2%. Iako se je eutanazija sa N₂ i Ar efikasna, ipak su druge metode, pre svega injekcionalna eutanazija, prihvatljiviji izbor.

Eutanazija sa ugljen-monoksidom - CO

Ugljen-monoksid (CO) je gas bez boje i mirisa, nezapaljiv i neeksplozivan do koncentracije od 10%. Kada se veže za hemoglobin formira karboksihemoglobin, čime se blokira vezivanje O₂, dovodeći do hipoksemije i smrti.

Eutanazija pomoću ugljen-monoksida može da se izvede pomoću:

1. hemiske reakcije natrijum formata i sumporne kiseline;
2. ispuštanjem gasova iz motora sa unutrašnjim sagorevanjem .
3. komprimovanog CO u bocama.

Prve dve tehnike su neprihvatljive jer se ne može brzo postići visoka koncentracija a samim tim ni brzo uginuće. Zbog toga je jedini prihvatljivi način korišćenje ugljen-monoksida iz boca u kojima je uskladišten pod pritiskom.

Kod zamoraca koncentracija ugljen-monoksida od 8% dovodi do gubitka svesti i kolapsa za 40 sekundi dok smrt nastupa nakon 6 minuta. Psi izloženi koncentraciju ugljen-monoksida od 6% za 20-25 sekundi pokazuju znake promena na elektroencefalogramu a ubrzo zatim gube i svest. Ipak pre gubljenja svesti prisutan je motorni nemir, a ponekad i vokalizacija. Nije poznato da li je prisutan i bol. Trankvilizacija sa acepromazinom značajno umanjuje fiziološke reakcije.

Eutanazija sa CO nastupa u 3 faze. Prva faza je period od početka kontakta do pojave kliničkih znakova. U drugoj fazi dolazi do opuštanja muskulature, a u trećoj dolazi do smrti.

Preporuke kod eutanazije sa CO

Pri upotrebi ugljen-monoksida za pojedinačnu ili grupnu eutanaziju potrebno je ispoštovati sledeća pravila:

1. Osoblje koje izvodi eutanaziju mora biti obučeno i dobro poznavati delovanje ali i ograničenja pri upotrebi ugljen-monoksida.
2. Komora za ugljen-monoksid treba da bude izrađena od kvalitetnog materijala. Poželjna je i mogućnost pregrađivanja unutar komore kako bi se obezbedio individualni smeštaj.
3. Komora i boca sa ugljen-monoksidom se smeštaju na dobro provetrenom mestu, po mogućnosti izvan objekta.
4. Komora treba da bude osvetljena iznutra sa hladnim svetlom i da ima prozorčić za nadgledanje i kontrolu toka eutanazije.

5. Sistem za dostavu ugljen-monoksida treba da bude efikasan i da veoma brzo postigne koncentraciju CO od 6%.

6. Ukoliko se komora postavi u zatvoren prostor (prostoriju) potrebno je da u prostoriji bude instaliran senzor za ugljen-monoksid, koji će u slučaju povećanja koncentracije CO, upaliti alarm.

Eutanazija sa inhalacionim anesteticima

Inhalacioni anestetici (etar, halotan, metoksifluran, izofluran, sevofluran, desfluran i enfluran) se koriste za eutanaziju različitih vrsta životinja. Inhalacioni anestetici se mogu primeniti na različite načine. Najčešće se primenjuju tako što se komad pamuka natopi sa sredstvom, pa se ubaci u kontejner ili posudu u kojoj se nalazi životinja. Anesetik se može uneti u kontejner i pomoću isparivača. Pored inhalacionog anestetika potrebno je u komoru dovesti i kiseonik, a posebno ukoliko je u komori više životinja.

Azotni oksid (N_2O) može da se koristi u kombinaciji sa drugim inhalatornim anesteticima kako bi se ubrzalo dostizanje anestezije. Međutim, on kao samostalno primjenjen agens ne dovodi do anestezije čak i u veoma visokoj koncentraciji (100%).

Izloženost osoblja inhalacionim anesteticima može da ugrozi zdravlje. Opisani su spontani pobačaji trudnica, i pojava kongenitalnih abnormalnosti. Zbog toga je važno obezbediti adekvatne procedure zaštite osoblja.

Preporuke pri upotrebi inhalacionih anestetika za eutanaziju

Inhalacioni anestetici kao halotan, enfluran, izofluran, sevofluran, metoksifluran, disfluran, sa ili bez N_2O su **prihvatljivi** za eutanaziju malih životinja (7-10 kg). Eter treba da se koristi u minimalnoj koncentraciji u saglasnosti sa zdravstvenim i bezbednosnim regulativama. N_2O ne može da se koristi kao jedino sredstvo za eutanaziju. Iako su prihvatljiva, ova sredstva generalno se ne koriste za eutanaziju velikih životinja, budući da su potrebne velike količine gasa, što nema ekonomsku opravdanost.

Fizičke metode i sredstva za eutanaziju

Fizičke metode za eutanaziju uključuju metode sa kojima se, primenom fizičke sile, postiže **brza i bezbolna** smrt životinje. U fizičke metode eutanazije ubrajaju se: udarac klinom, ustrel vatrenim oružjem, dislokacija cervikalnih pršljenova, dekapitacija, strujni udar, ozračivanje i torakalna kompresija.

Kada se primenjuju na odgovarajući način ove metode eutanazije mogu da budu bezbolne i efikasne. Međutim, važno je naglasiti da su ove metode neprijatne (ako eutanazija uopšte može da bude priyatna) za osoblje koje ih izvodi.

Eutanazija penetracionim klinom

Penetracioni klin se upotrebljava za eutanaziju za eutanaziju preživara, konja, svinja, laboratorijskih životinja. Prouzrokuje kontuziju (traumatizaciju) kore velikog mozga i moždanih komora. Najčešće se upotrebljavaju pištolji sa klinom koga pokreće komprimirani vazduh ili barutno punjenje. Bez obzira na mehanizam, pištolj sa

penetracionim klinom treba da omogući brzo i potpuno probijanje lobanjske kosti i da izazove takvo oštećenje struktura velikog mozga koje će dovesti do momentalnog gubljenja svesti a u daljem toku i smrt.

Preporuke za eutanaziju sa penetrirajućim udarom klina

Upotreba ove metode je prihvatljiva kod konja, preživara i svinja. Uslovno prihvatljiva je i za druge vrste životinja. Ne penetrirajući udarac klinom ne može da se koristi kao metod za eutanaziju.

Eutanazija mehaničkim udarom u glavu

Kod eutanazije sa udarcem u glavu, treba poznavati anatomske karakteristike. Udarac u glavu je human metod za eutanaziju sasvim mlađih životinja koje imaju tanke lobanjske kosti koje usled udara prenose kompresiju na centralni nervni sistem dovodeći do instantne depresije funkcije mozga. Nastaje momentalno gubljenje svesti i smrt. Iako je ova metoda eutanazije visoko efikasna kod mlađih životinja, ipak je sa etičkog aspekta donekle problematična. Ovaj vid eutanazije se najčešće primenjuje kod avitalne prasadi.

Eutanazija vatrenim oružjem

Upotreba vatrenog oružja može da dovede do brze i bezbolne smrti ukoliko se izvrši na pravilan način. U nekim slučajevima ovaj metod predstavlja jedini praktičan i bezbedan metod izvođenja eutanazije. Oružje sme da koristi samo obučeno osoblje koje ima dozvolu za rukovanje vatrenim oružjem. Po pravilu eutanazija vatrenim oružjem se vrši na otvorenom prostoru gde je onemogućen javni pristup. Često je jedini bezbedan metod eutanazije divljih životinja.

Projektil (metak) se usmerava u predeo kore velikog mozga, prema moždanom stablu. Treba imati u vidu anatomske osobnosti pojedinih životinja, tvrdoću lobanjske kosti i položaj sinusa. Upucavanje u srce ili vrat, je apsolutno zabranjeno jer na ovaj način životinja proživljava agoniju pre smrti.

Preporuke pri eutanaziji vatrenim oružjem

Ustrel vatrenim orižjem je **uslovno prihvatljiva** metoda za eutanaziju onda kada ne postoji mogućnost izvođenja drugih metoda. Kada životinja može propisno da se fiksira, preporučuje se upotreba penetracionog klina.

Eutanazija dislokacijom cervikalnih pršljenova

Dislokacija cervikalnih pršljenova je tehnika koja je uslovno prihvatljiva, a koristi se kod eutanazije živine, ptica, miševa i pacova. Kod miševa i pacova palac i kažiprs se postavljaju sa strane vrata na mesto spoja vrata i lobanje dok se drugom rukom hvata baza zadnjih nogu ili telo i snažno povlaži. Ovo dovodi do dislokacije prvog vratnog pršljenja od potiljačne kosti i do istezanja kičmene i produžene moždine što prouzrokuje uginuće.

Preporuke za eutanaziju sa cervikalnom dislokacijom

Dislokacija cervikalnih pršljenova je humana metoda eutanazije živine, miševa, pacova do težine od 200 grama i većeg do telesne mase od 1 kg. Životinju treba uvesti u anesteziju pre izvođenja ove metode eutanazije. Ova tehnika se sme koristiti kod naučno opravdanih eksperimenata koje je odobrio etički komitet. Prethodno je potrebno obučiti osoblje kako bi brzo i efikasno primenili ovu metodu.

Eutanazija dekapitacijom

Dekapitacija se koristi za eutanaziju glodara i malih zečeva u istraživačkim centrima. Ovim vidom eutanazije dobija se čisto tkivo, bez hemijskih materija (anestetika) koje mogu kontaminirati tkivo ili telesne tečnosti a time kompromitovati proizvodnju npr. kulture tkiva i sl. Isto tako dobija se i anatomska neoštećeno moždano tkivo. Dokazano je da nakon dekapitacije, električna aktivnost mozga potraje još oko 10-14 sekundi, ali se smatra da ova aktivnost nije povezana sa osećajem boli jer gubljenje svesti nastaje odmah.

Mašine i noževi koji su konstruirani za dekapitaciju treba da su prilagođeni vrsti i veličini životinje i odobreni (sertifikovani) za upotrebu.

Preporuke za eutanaziju dekapitacijom

Ova tehnika je **uslovno prihvatljiva** i sme da se koristi samo u istraživačkim centrima. Oprema sa kojom se izvodi ova tehnika treba da se redovno održava i servisira. Dekapitacija amfibija, riba i reptila je prihvatljiva metoda eutanazije.

Eutanazija električnim udarom

Eutanazija upotrebom **električne energije** je uslovno prihvatljiva metoda eutanazije koja se koristi kod pasa, mačaka, ovaca, svinja, lisica i vidri. Smrt nastaje zbog fibrilacije srca i cerebralne hipoksije. Međutim, ova metoda ne dovodi do brzog gubljenja svesti kod životinje, pa je zbog toga i uslovno prihvatljiva.

Preporuke za eutanaziju električnom udarom

Za izvođenje ovog vida eutanazije potrebno je posedovati neophodnu namensku i sertifikovanu opremu koja će omogućiti takvo usmeravanje protoka struje kroz organizam da dovede do fibrilacije srca i momentalnog gubljenja svesti.

Eutanazija mikrotalasnim zračenjem

Ovaj vid eutanazije koristi se kod neurobioloških istraživanju u istraživačkim centrima kada je potrebno fiksirati strukture mozga i njihov metabolizam radi dobijanja validnih naučnih podataka. Mikrotalasni uređaji su specijalno konstruisani za ovu namenu i koriste se visoke doze zračenja, a time se značajno razlikuju od mikrotalasnih uređaja koji se koriste u domaćinstvima. Ovi uređaji fokusiraju snagu mikrotalasnog zračenja prema mozgu. Smrt nastupa kao rezultat enzimske aktivnosti struktura mozga, a brzina smrti zavisi od efikasnosti aparata, veličine lobanje i usklađivnja talasne dužine sa promerom lobanske šupljine radi postizanja rezonance.

Preporuke kod eutanazije mikrotalasnim zračenjem

Ovo je humana metoda eutanazije laboratorijskih životinja ako se koristi odgovarajuća oprema. Smeju se koristiti samo aparati koji su namenski dizajnirani.

Eutanazija torakalnom kompresijom

Torakalna kompresija se koristi za eutanaziju na malih i srednje velikih ptica koje se nalaze na slobodnom prostoru a kada su u tom trenutku nedostupne druge metode eutanazije. Uslovno je prihvatljiva. Izvodi se tako što se palac i kažiprst postave sa strane toraksa na rebra ispod krila. Komprimacija se vrši na taj način da se spreči širenje grudnog

koša i rad srca. Veoma brzo se javlja gubitak svesti i uginuće. Ova metoda nije prikladna kod velikih ptica. Potrebna je obuka za korištenje ove tehnike kako bi se izbegla nepotrebna trauma kod ptica.

Preporuke za eutanaziju torakalnom kompresijom

Ova fizička tehnika za eutanaziju ptica može se primeniti na terenu kada ne postoji mogućnost upotrebe drugih metoda, a odlaganje eutanazije bi dovelo do još veće patnje životinje.

Tab. 1. Agensi i metode koje se koriste za eutanaziju različitih vidova životinja

Vrsta	Prihvatljive metode	Uslovno prihvatljive metode
Vodozemci	Barbiturati, inhalacijski anestetici, CO ₂ , CO, TMS, MS 222,	Penetrirajući klin, vatreno oružje, dekapitacija
Ptice	Barbiturati, inhalacijski anestetici, CO ₂ , CO, vatreno oružje (samo za divljač)	N ₂ , Ar, cervikalna dislokacija, dekapitacija, torakalna kompresija
Mačke	Barbiturati, inhalacijski anestetici, CO ₂ , CO, kalijum hlorid u kombinaciji sa opštom anestezijom	N ₂ , Ar
Psi	Barbiturati, inhalacijski anestetici, CO ₂ , CO, kalijum hlorid u kombinaciji sa opštom anestezijom	N ₂ , Ar, penetrirajući klin, električna struja
Ribe	Barbiturati, inhalacijski anestetici, CO ₂ , TMS, MS 222, benzokain hidrohlorid, 2-fenoksietanol	Decapitacija,
Konji	Barbiturati, kalijum hlorid u kombinaciji sa opštom anestezijom, penetrirajući klin	Hloral hidrat (IV, nakon sedacije), vatreno oružje, električna struja
Krznari	Barbiturati, inhalacijski anestetici, CO ₂ , CO, kalijum hlorid u kombinaciji sa opštom anestezijom	N ₂ , Ar, električna struja i cervikalna dislokacija
Primati	Barbiturati	Inhalacijski anestetici, CO ₂ , CO, N ₂ , Ar
Zečevi	Barbiturati, inhalacijski anestetici, CO ₂ , CO, kalijum hlorid u kombinaciji sa opštom anestezijom	N ₂ , Ar, cervikalna dislokacija (< 1 kg), dekapitacija, penetrirajući klin
Reptili	Barbiturati, inhalacijski anestetici, CO ₂ ,	Penetrirajući klin, vatreno oružje, dekapitacija
Preživari	Barbiturati, kalijum hlorid u kombinaciji sa opštom anestezijom, penetrirajući klin	Inhalacijski anestetici, CO, vatreno oružje, električna struja

Svinje	Barbiturati, kalijum hlorid u kombinacij sa opštom anestezijom, penetrirajući klin,	N ₂ , Ar, vatreno oružje
Zoo životinje	Barbiturati, inhalacijski anestetici, CO ₂ , CO, kalijum hlorid u kombinacij sa opštom anestezijom	CO ₂ , CO, N ₂ , Ar, penetrirajući klin, vatreno oružje

Tab. 2. Agensi i metode koje su neprihvatljive za eutanaziju

Agensi ili metodi	Komentari
Vazdušna embolija	Vazdušna embolija je prosladena konvulzijama, opistotonusom i vokalizacijom. Ako se koristi, životinje treba da budu anestezirane.
Udarac u glavu	Neprihvatljivo za sve vrste.
Spaljivanje	Termičko ili hemijsko uništenje i dezintegracija su neprihvatljivi.
Hloral hidrat	Neprihvatljiv metod za pse i mačke.
Hloroform	Hloroform je hepatotoksičan i opasan za osoblje.
Cijanidi	Neprihvatljiv jer je toksičan za osoblje a i način smrti je estetski neprihvatljiv.
Dekompresija	Neprihvatljiv metod eutanazije.

Potapanje u vodu	Potpuno nehuman i nerihvatljiv metod eutanazije.
Iskrvarenje	Iskravarenje se izvodi samo na sediranim životinjama ili kod životinja bez svesti.
Formalin	Potapanje u formalin je apsoluno neprihvatljivo i nehumano.
Proizvodi za domaćinstvo i razređivači	Aceton, deterženti i druga komercijalna sredstva za domaćinstvo, kako i razneđivači su apsolutno neprihvatljiva sredstva za eutanaziju.
Hipotermija i zamrzavanje	Hipotermija i zamrzavanje su neprihvatljive metode za eitanaziju.
Neuromuskularni blokatori	Ako se koriste samostalno, ovi agensi dovode do prestanka disanja pri očuvanoj svesti. Životinja je uzbudena i oseća bol. Zbog toga je ovo apsolutno neprihvatljiv metod eutanazije.
Strihmin	Strihmin dovodi do bolnih mišićnih kontrakcija i apsolutno je neprihvatljiv.
Omamuwanje	Omamljivanje dovodi životinju u nesvesno stanje, ali ih ne ubija.
TMS, MS 222	Ovi preparati ne smeju da se koriste kod životinja koje će see u procesu prerade koristiti u ishrani životinja.

Addendum 3

Preanestetski agensi koji se upotrebljavaju kod sisara

Naziv anestetika	Vrsta životinje	Doza	Efekt
Acepromazin	Pas	0,1-0,2 mg/kg i/m	Blaga sedacija
	Mačka, Ovca	0,05-0,1 mg/kg i/m ili s/c	
	Svinja	0,2 mg/kg i/m	Sedacija
Acepromazin+ Buprenorphin	Mačka	0,05 mg/kg + 0,01 mg/kg i/m	Sedacija, imobilizacija, blaga analgezija
	Pas	0,07 mg/kg + 0,01 mg/kg i/m	
Atropin	Mačka, pas, svinja, primati, zečevi	50 µg /kg s/c ili i/m	Smanjuje ronhijalnu sekreciju i sekreciju pljuvačke, inhibira dejstvo vagusa, nije efikasan kod zečeva
Azaperon	Svinje	5 mg/kg i/m	Duboka, sedacija, bez analgezije
Diazepam	Svinja	1-2 mg/kg i/m	Sedacija
	Ovca	1-2 mg/kg i/m	
Hypnorm (fentanyl/fluanizom)	Pas	0,1/0,2 ml/kg s/c ili i/p	Sedacija i analgezija
Ketamin	Mačka	5-20 mg/kg i/m	Srednje-duboka sedacija, delimična analgezija
	Svinja	10-15 mg/kg i/m	Sedacija, imobilizacija
	Ovca	20 mg/kg i/m	Sedacija, imobiliz., analgez.
Ketamin+midazolam	Svinja	10 mg/kg + 1 mg/kg i/m	Duboka sedacija i imobilizacija

Medetomidin	Mačka, pas	10-80 µg/kg s/c ili i/p	Sedacija, delimična analgezija, imobilizacija u visokim dozama
Xylazin	Pas, mačka	1-2 mg/kg s/c ili i/m	Sedacija, analgezija, imobilizacija
Midazolam	Svinja	1 mg/kg i/m	Sedacija
	Ovca	0,5 mg/kg i/m	

Doze (mg/kg) najčešće upotrebljivih analgetika kod životinja

Naziv leka	Svinja	Ovca/ koza	Govedo	Pas	Mačka	Konj
Buprenorphin	0.005- 0.01 i/m na 12 h	0.005 i/m na 12 h	ND	0.01-0.02 s/c i/m na 8-12 h	0.005- 0.01 i/m na 12 h	0.004- 0.006 i/v
Butorphanol	ND	ND	ND	0.05-0.2 i/v 0.2-0.5 s/c na 3-4 h	0.1-0.4 i/m na 6 h	0.022 i/m na 2-4 h
Fentanyl	NP		NP	0.04-0.08 s/c / i/v na 1-2 h	NP	0.002 s/c
Meperidin	2 i/m na 4 h	Max doza do 200 mg	2 i/m	2-6 i/m na 1 h, 10 i/m / s/c na 2 h	5 i/m 10 s/c / s/c na 2 h	2-4 i/m / i/v
Morphin	0.2 i/m	Max doza do 10 mg i/m	NP	0.05-1 i/m / s/c na 4 h 0.5-5 s/c / s/c na 2-4 h	0.05-0.1 i/m / s/c na 4 h 0.1 s/c na 4 h	0.22 i/m
Oxymorphon	0.02 i/m	NP	NP	0.04 i/m 0.2 i/v / i/m / s/c na 4-6 h	0.2 i/v / i/m / s/c na 4-6 h	0.022 i/m
Phenylbutazon	ND	10 PO	ND	22 PO na 8h	NP	5 PO na 24 h 3-6 i/v na 12 h

Xylazin	0.07 i/m	0.02 i/m	0.02 i/m	0.05 i/m	ND	0.2 i/m
----------------	----------	----------	----------	----------	----	---------

ND- nije dostupan

NP- ne preporučuje se

Peri / postoperativna analgezija - MAČKA (NSAIL, opioidi)

Naziv leka	Fabrički naziv	Doza mg/kg	Način aplikacije
<i>Carprofen</i>	Rimadyl	2-4 mg/kg	i/v, s/c, p/o
<i>Ketoprofen</i>	Romefen		i/v, s/c, p/o
<i>Meloxicam</i>	Metacam		i/v, s/c, p/o
<i>Tolfenamid</i>	Tolfedine	4 mg/kg jednom dnevno	s/c, i/m, p/o
<i>Morphin</i>	Vental	0,1-0,2 mg/kg 4-6 h	i/m
<i>Methadon</i>	Heptadon	0,1-0,3 mg/kg na 2-6 h	i/v, i/m
<i>Fentanyl</i>	Fentanyl Janssen	2-5 µg/kg/h	i/v
<i>Buprenorphin</i>	Temgesic	0,005-0,02 mg/kg na 6-12h	i/v, i/m, s/c, p/o
<i>Butorphanol</i>	Butomidor	0,4 mg/kg na 1-4 h	i/v, s/c
<i>Tramadol</i>	Tramal	1 mg/kg jednom dnevno	i/v, p/o

Peri/postoperativna analgezija- MAČKA

Naziv leka	Fabrički naziv	Doza mg/kg	Način aplikacije
<i>Fentanyl</i>	Durogesic	3 µg/kg/h WE:8h	transdermalno
<i>Methadon</i>	Heptadon	0,1-0,2 mg/kg ad 0,2 ml NaCl/kg	epiduralno, spinalno
<i>Morphin</i>	Vental		
<i>Lidocain+</i> <i>Bupivicain+</i>	Xylanest 2% + Carbostein +	Ukupen volumen 0,2 ml/kg: 1/3	epiduralno, spinalno
<i>Methadon</i>	Heptadon	Lidocain(1,5-3 mg/kg) + 2/3 Bupivicain 0,5% (1-2 mg/kg) + Methadon 0,2 mg/kg	
<i>Lidocain</i>	Xylanest 2%	1,5-2 mg/kg bolus u prvih 15 min, zatim 0,03-0,05 mg/kg/min	i/v
<i>Ketamin</i>	Ketasol	0,01 mg/kg/min	i/v
<i>Medetomidin</i>	Domitor	3-10 µg/kg/h	i/v

Preporuke za kombinaciju lekova za premedikaciju kod različitih vrednosti
ASA skora - PAS

ASA skor	Kombinacija	Doza mg/kg	Fabričko ime	Aplikacija ml/kg
ASA 1-2	<i>Acepromazin</i>	0,02-0,05 (max 3)	Sedalin	0,002-0,005 i/m
	<i>Acepromazin/ Methadon</i>	0,01 (max 3) 0,1	Sedalin / Heptadon	0,001/ 0,1 i/m, i/v
	<i>Acepromazin/ Ketamin</i>	0,2 (max 3) 10	Sedalin/ Ketalar 5%	0,02/ 0,2 i/v, i/m
	<i>Medetomidin</i>	10-40 µg/	Domitor	0,01-0,04 i/m, i/v
	<i>Medetomidin/ Butorphanol</i>	10 µg 0,2	Domitor/ Butomidor	0,01 0,02 i/m, i/v
	<i>Xulazin/ Ketamin</i>	1 5	Rompun/ Ketalar 5%	0,05/ 0,1 s/c, i/m
	<i>Acepromazin/ Butorphanol</i>	0,02 0,2	Sedalin/ Butomidor	0,002/ 0,02 i/m, i/v
ASA 3-4	<i>Midazolam/ Ketamin</i>	0,4 5	Dormicum Ketalar 5%	0,05-0,1 0,1 i/m, i/v
	<i>Midazolam/ Butorphanol</i>	0,4-0,8 0,2	Dormicum / Butomidor	0,05-0,1 0,02 i/m, i/v
ASA 5	<i>Midazolam</i>	1-1,5	Dormicum	0,1-0,16

Preporuke za kombinaciju lekova za premedikaciju kod različitih vrednosti ASA skora - MAČKA

ASA skor	Kombinacii	Doza mg/kg	Fabričko ime	Aplikacija ml/kg
ASA I-II	<i>Acepromazin/ Ketamin</i>	0,02 mg/kg 1-2 i/v, 10-20 i/m	Vanastress/ Ketalar 5%	0,02 i/m / 0,02-0,04 (i/v), 0,2-0,4 i/m
	<i>Medetomidii/ Ketamine</i>	20-30 mikrogr/ 10	Domitor/ Ketalar 5%	0,02-0,03 / 0,2 i/m i/v
	<i>Medetomidin/ Opioid</i>	20 mikrogr. / vidi opioid	Domitor/ Opioid	0,02 / + opioid
	<i>Medetomidin/ Ketamin/ Opioid</i>	20 mikrogr/ 1/ Opioid	Domitor/ Ketalar 5%/ Opioid	0,02 / 0,02 / Opioid
	<i>Xylazin / Ketamin</i>	1-2 / 10-20	Rompun / Ketalar 5%	0,05- 0,1 / 0,2-0,4 i/m
ASA III	<i>Diazepam/ Ketamin</i>	0,2 / 5,5	Valium / Ketalar 5%	0,05 / 0,1 i/v
	<i>Midazolam/ Ketamin/ Opioid</i>	0,4-0,8 / 5 (iv) 10-15 (im), Opioid	Dormicum 5mg/ml / Ketalar 5% / Opiod	0,05-0,1 iv, im /0,1 iv, 0,2-0,3 im / opioid
	<i>Midazolam / Opioid</i>	0,4-0,8 (iv) / opioid	Dormicum / Opioid	0,05-0,1 iv, im / opioid
ASA IV-V	<i>Midazolam</i>	1-1,5	Dormicum 5mg/ml	0,1-0,16 iv
Opiidi				
	<i>Butorphanol</i>	0,2 i/m i/v	Butomidor	0,02 i/m i/v
	<i>Buprenorphin</i>	0,01 i/m i/v	Temgesic	0,03 i/m i/v
	<i>Methadon</i>	0,1-0,3 i/m i/v	Heptadon	0,01-0,03 i/m i/v
	<i>Morphin</i>	0,05-0,2 i/m i/v	Vendal	0,005-0,02 i/m i/v

L I T E R A T U R A

1. Lynn B. Capsaicin: actions on nociceptive C-fibres and therapeutic potential. *Pain* 1990;41:61–69. 2.
2. Carlton SM, Coggeshall RE. Peripheral capsaicin receptors increase in the inflamed rat handpaw; a possible mechanism for peripheral sensitization. *Neurosci Lett* 2001;310:53–56. 3.
3. Sugiura T, Tominaga M, Katsuya H et al. Bradykinin lowers the threshold temperature for heat activation of vanilloid receptor 1. *J Neurophysiol* 2002; 88:544–548. 4.
4. Caterina MJ, Rosen T, Tominaga M, et al. A capsaicin-receptor homologue with a high threshold for noxious heat. *Nature* 1999;398:436–441. 5.
5. Bernardini N, Neuhuber W, Reeh PW, et al. Morphological evidence for functional capsaicin receptor expression and calcitonin gene-related peptide exocytosis in isolated peripheral nerve axons of the mouse. *Neuroscience* 2004; 126:585–590. 6.
6. La Motte RH, Thalhammer JG, Robinson CJ. Peripheral neural correlates of magnitude of cutaneous pain and hyperalgesia: a comparison of neural events in monkey with sensory judgements in human. *J Neurophysiol* 1983;50:1–26. 7.
7. Davis KD, Meyer RA, Campbell JN. Chemosensitivity and sensitization of nociceptive afferents that innervate the hairy skin of monkey. *J Neurophysiol* 1993;69:1071–1081. 8. Melzack R, Wall PD. Pain mechanisms: a new theory. *Science* 1965;150(699):971–979. 9.
8. Gracely RH, Lynch SA, Bennett GI. Painful neuropathy altered central processing maintained dynamically by peripheral input. *Pain* 1992;51:175–194. 10.
9. Choi B, Rowbotham MC. Effect of adrenergic receptor activation on post-herpetic neuralgia pain and sensory disturbance. *Pain* 1997;69:55–63
10. Araque A, Parpura V, Sanzgiri RP, et al. Tripartite synapses: glia, the unacknowledged partner. *Trends Neurosci* 1999;55:1–26. 69.
11. Chapman GA, Moores K, Harrison D, et al. Fractalkine cleavage from neuronal membranes represents an acute event in the inflammatory response to excitotoxic brain damage. *J Neurosci* 2000;20:RC87. 70.
12. Milligan E, Zapata V, Schoeniger D, et al. An initial investigation of spinal mechanisms underlying pain enhancement induced by fractalkine, a neuronally released chemokine. *Eur J Neurosci* 2005;22:2775–2782. 71. Tsuda M, Shigemoto-Mogami Y, Koizume S, et al. P2X4 receptors induced in spinal microglia gate tactile allodynia after nerve injury. *Nature* 2003;424:778–783. 72.
13. Coull JA, Boudreau D, Bachand K, et al. Trans-synaptic shift in anion gradient in spinal lamina I neurons as a mechanism of neuropathic pain. *Nature* 2003;424:938–942. 73. Devor M. Response of nerves to injury in relation to neuropathic pain. In: McMahon SB, Koltzenburg M (eds) *Wall and Melzack's Textbook of Pain*. Elsevier, London, 2006, p907. 74.
14. Kirk EJ. Impulses in dorsal spinal nerve rootlets in cats and rabbits arising from dorsal root ganglia isolated from the periphery. *J Comp Neurol* 1974;155:165–175. 75. Liu C-N, Wall PD, Ben-Dor E, et al. Tactile allodynia in the absence of C-fiber activation: altered firing properties of DRG neurons following spinal nerve injury. *Pain* 2000;85:503–521. 76.
15. Wall P, Devor M, Inbal RF, et al. Autotomy following peripheral nerve lesions: experimental anaesthesia dolorosa. *Pain* 1979;7:103–113. 77. Fried K, Govrin-Lippmann R, Devor M. Close apposition among neighbouring axonal endings in a

16. Lemke KA: Anticholinergics and sedatives. In Tranquilli WJ, Thurmon JC, Grimm KA, editors: Lumb and Jones veterinary anesthesia and analgesia, ed 4, Ames, Iowa, 2007, Ames, p 203.
17. Lemke KA, Creighton CM: Analgesia for anesthetized patients, Top Companion Anim Med 25:70, 2010. Macres SM, Moore PG, Fishman SM: Acute pain management. In Barash PG, Cullen BF, Stoelting RK, et al, editors: Clinical anesthesia, ed 6, Philadelphia, 2009,
18. Lippincott Williams & Wilkins, p 1473. Marhofer P, Chan VWS: Ultrasound-guided regional anesthesia: current concepts and future trends, Anesth Analg 104:1265, 2007.
19. Mich PM, Hellyer PW: Objective, categoric methods for assessing pain and analgesia. In Gaynor JS, Muir WW, editors: Handbook of veterinary pain management, ed 2, St Louis, 2009, Mosby, p 78.
20. Murrell JC, Psatha EP, Scott EM, et al: Application of a modified form of the Glasgow pain scale in a veterinary teaching centre in the Netherlands, Vet Rec 162:403, 2008. Niedfeldt RL, Roberston SA: Postanesthetic hyperthermia in cats: a retrospective comparison between hydromorphone and buprenorphine, Vet Anaesth Analg 33:381, 2006.
21. Pascoe PJ, Ilkiw JE, Craig C, Kollias-Baker C: The effects of ketamine on the minimal alveolar concentration of isoflurane in cats, Vet Anaesth Analg 34:31, 2007.
22. Reid J, Scott M, Nolan A: Development of a short form of the Glasgow Composite Measure Pain Scale (CMPS) as a measure of acute pain in the dog, Vet Anaesth Analg 32:7, 2005.
23. Robertson SA: Managing pain in feline patients, Vet Clin Small Anim 38:1267, 2008.
24. Stoelting RK, Hillier SC: Pharmacology & physiology in anesthetic practice, ed 4, Philadelphia, 2006, Lippincott Williams & Wilkins. Uilenreef JJ, Murrell JC, McKusick BC, et al: Dexmedetomidine continuous rate infusion during isoflurane anaesthesia in canine surgical patients, Vet Anaesth Analg 35:1, 2008. Neuroma. J Neurocytol 1993;22:663–681. 78.
25. Waxman SG (ed) Sodium channels and neuronal hyperexcitability. Novartis Foundation Symposia 2002, p241.
26. Bernard F, Kudnig ST, Monnet E: Hemodynamic effects of interpleural lidocaine and bupivacaine combination in anesthetized dogs with and without an open pericardium, Vet Surg 34:252, 2006.
27. Cuthbertson BH, Sprung CL, Annane D, et al: The effects of etomidate on adrenal responsiveness and mortality in patients with septic shock, Intensive Care Med 35:1868, 2009.
28. Egger CM, Glerum L, Michelle Haag K, et al: Efficacy and costeffectiveness of transdermal fentanyl patches for the relief of post-operative pain in dogs after anterior cruciate ligament and pelvic limb repair, Vet Anaesth Analg 34:200, 2007. Henderson AK, Webster CR: Disruption of the gastric mucosal barrier in dogs, Compendium 5:340, 2006.
29. Himmelseher S, Durieux ME: Ketamine for perioperative pain management, Anesthesiology 102:211, 2005.
30. Ko JC, Knesl O, Weil AB, et al: FAQs: analgesia, sedation, and anesthesia: making the switch from medetomidine to dexmedetomidine, Compend Contin Educ Vet 31(Suppl 1A):1, 2009. Lascelles DX, McFarland MJ, Swann H: Guidelines for safe and effective use of NSAIDs in dogs, Vet Ther 6:237, 2005.
31. Al-Shaikh B, Stacey S (2007) Essentials of Anesthetic Equipment, 3rd edn. Churchill Livingstone, London. American College of Veterinary Anesthetists (1996)

- Commentary and recommendations on control of waste anesthetic gases in the work place. *J Am Vet Med Assoc* 209:75–77.
- 32. Dorsch JA, Dorsch SE (1999) Understanding Anesthesia Equipment, 4th edn. Williams & Wilkins, Baltimore.
 - 33. Hall LW, Clark KW, Trim CM (2001) Veterinary Anaesthesia, 10th edn. WB Saunders, London. Hartsfield SM (1996) Anesthetic machines and breathing systems. In: Lumb and Jones Veterinary Anesthesia, 3rd edn. (eds JC Thurmon, WJ Tranquilli, GJ Benson) Williams & Wilkins, Baltimore.
 - 34. Lish J, Ko JC, Payton ME (2008) Evaluation of two methods of endotracheal tube selection in dogs. *J Am Anim Hosp Assoc* 44:236–42.
 - 35. Muir WW, Hubbel JAE, Skarda RT et al. (2000) (eds) Handbook of Veterinary Anesthesia, 3rd edn. Mosby, St. Louis.

