

Anesthesiologie

Anesthesiologie Theorie

Mevrouw drs. W. Moleman (LOI)
Henriëtte van Grinsven

eerste druk, 2005



Artikelcode: 23065.2

Colofon

Auteur(s): Mevrouw drs. W. Moleman (LOI), Henriëtte van Grinsven
Redactie: Studio Maan, Michelle Heinen
Illustraties: LOI, Verbaal - vormgeving en beeldresearch, Velp
Onderwijskundige: Kiki van Etten
Resonans: Helicon, Nijmegen

Het Ontwikkelcentrum heeft ernaar gestreefd de auteursrechten te regelen volgens de wettelijke bepalingen. Bent u desondanks van mening dat we u hebben benadeeld, dan kunt u contact met ons opnemen.

© 2005 Ontwikkelcentrum, Ede, Nederland

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, hetzij mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van het Ontwikkelcentrum.

Voorwoord

Deze uitgave bevat de onderwijseenheid 'Anesthesiologie' van de deelkwalificatie 'Algemene en plaatselijke verdoving'. Voor de onderwijseenheid is er een uitgave met opdrachten en bronnen en een uitgave met theorie.

Opdrachten

Aan het begin van elke opdracht staat het opdracht doel. Daar staat wat je aan het einde van de opdracht moet kunnen. De opdrachten bevorderen de zelfwerkzaamheid. Met de opdrachten kun je je kennis in de praktijk toetsen of bepaalde vaardigheden trainen. Als je alle opdrachten met voldoende resultaat hebt uitgevoerd, beheers je de stof.

Bronnenoverzicht

Om de opdrachten uit te voeren heb je informatie nodig. Hiervoor kun je het bijbehorende theorieboek gebruiken. Maar je kunt ook andere bronnen raadplegen. In het bronnenoverzicht staat waar je allemaal informatie kunt vinden over algemene en plaatselijke verdoving. Dit kunnen boeken zijn, maar ook vakbladen, folders, video's, het internet, et cetera.

Theorie

Het theorieboek bevat de theorie die je het meest nodig hebt en die niet gauw verandert.

Om het bestuderen en verwerken van de tekst gemakkelijker te maken kun je aan het einde van elk hoofdstuk verwerkingsvragen maken.

We wensen je veel succes bij het werken met deze uitgave.

Het auteursteam

Inleiding

In de meeste gezelschapsdierenpraktijken worden redelijk veel operaties uitgevoerd. Hoeveel katten en honden worden er niet gecastreerd? Ook paarden gaan regelmatig onder het mes en wat te denken van een keizersnede bij een rund? Om al deze operaties uit te voeren, moet je zorgen dat de dieren er zo min mogelijk last van hebben. Daarom worden ze onder anesthesie gebracht. Er wordt vaak heel makkelijk gedaan over anesthesie, maar een algehele verdoving is niet zonder risico's. Het is dan ook belangrijk dat er zorgvuldig wordt gewerkt. Naast algehele anesthesie bestaat er ook lokale verdoving. Soms kun je hiermee volstaan, waardoor bepaalde risico's wegvallen. In hoofdstuk 1 leer je iets over injectie-anesthesie. Hoofdstuk 2 behandelt de inhalatieanesthesie. Wat lokale verdoving inhoudt en hoe je erbij te werk gaat, leer je tot slot in hoofdstuk 3.

Inhoud

Voorwoord 5

Inleiding 6

1 Algehele anesthesie 9

- 1.1 Wat is anesthesie? 9
- 1.2 Voorafgaand aan de operatie 10
- 1.3 Algehele anesthesie 12
- 1.4 Nazorg 20
- 1.5 Euthanasie 21
- 1.6 Afsluiting 23

2 Inhalatieanesthesie 24

- 2.1 Voor- en nadelen van inhalatieanesthesie 24
- 2.2 De inhalatieanesthetica 24
- 2.3 Apparatuur voor gasanesthesie 25
- 2.4 Verschillende anesthesiesystemen 31
- 2.5 De anesthesie 35
- 2.6 Beademing 38
- 2.7 Monitoren patiënt 38
- 2.8 Afsluiting 39

3 Lokale anesthesie en pijnbestrijding 41

- 3.1 Lokale anesthesie 41
- 3.2 Pijnbestrijding 46
- 3.3 Afsluiting 48

Trefwoordenlijst 49



1 Algehele anesthesie

Oriëntatie

Er wordt vaak heel makkelijk gedaan over anesthesie, maar een algehele verdoving is niet zonder risico's. Het is dan ook belangrijk dat er zorgvuldig wordt gewerkt als een dier onder algehele verdoving wordt gebracht. Er zijn verschillende mogelijkheden om een algehele anesthesie uit te voeren. In dit hoofdstuk wordt voornamelijk ingegaan op injectie-anesthesie. Ook wordt aandacht besteed aan euthanasie.

1.1 Wat is anesthesie?

Als je de dikke van Dale erop naslaat, kom je het volgende tegen:

- anaistèsia komt uit Grieks en betekent gevoelloosheid
- gevoelloosheid (voor temperatuur-, pijn- en aanrakingsprikkel)
- verdoving van pijn: lokale anesthesie, plaatselijke verdoving
- de wetenschap die zich bezighoudt met verdoving en narcose.

narcose *Narcose* is een kunstmatig opgewekte slaap of bewusteloosheid. De termen narcose en algehele anesthesie worden door elkaar gebruikt, al is dit eigenlijk niet helemaal correct. Onder algehele anesthesie wordt verstaan:

- een totaal verlies van bewustzijn (hypnose)
- verlies van pijngewaarwording (analgesie)
- geheugenverlies (amnesie)
- spierverslapping (spierrelaxatie).

lokale anesthesie Naast de algehele anesthesie ken je ook de *lokale anesthesie*. Bij lokale anesthesie of verdoving wordt er plaatselijk van een deel van het lichaam de gevoeligheid en soms ook de motoriek uitgeschakeld.

sedatie Bij een verminderd bewustzijn, of versuffing, spreek je van *sedatie*. Het dier is dan nog wel bij bewustzijn.

Waarom algehele anesthesie?

Anesthesie heeft als voornaamste doel te voorkomen dat een dier ongemak of pijn ondervindt van een behandeling of een onderzoek. Anesthesie is echter niet zonder risico. Voor het beginnen van de behandeling, moet worden afgewogen of het dier onder algehele narcose moet of dat er alternatieven zijn. Er spelen bij deze afweging een aantal factoren mee:

- de aard van de ingreep
- de diersoort
- het karakter en temperament van het dier
- de gezondheidstoestand van het dier
- de gevolgen van anesthesie
- de veiligheid van dierenarts of assistent.

Bij een rustige hond zal je bijvoorbeeld een klein bobbeltje kunnen weghalen onder lokale verdoving en eventueel een lichte sedatie. Bij een druktemaker kan het nodig zijn om voor dezelfde ingreep het dier onder algehele narcose te brengen.

Bij dezelfde rustige hond moet nu een hechting op het hoornvlies worden geplaatst. Het is een precies werkje. Aangezien het een risico is dat de hond de kop beweegt, zal je bij deze ingreep eerder voor een algehele anesthesie kiezen.

Ook de eigen veiligheid speelt een rol. Een hengst kan bijvoorbeeld heel goed staande worden gecastreerd. Sommige paarden blijven echter ondanks de sedatie te onhandelbaar. Uit veiligheidsoverweging dan worden besloten om het paard onder algehele anesthesie te brengen.

1.2 Voorafgaand aan de operatie

Voorafgaand aan de operatie moet de eigenaar worden geïnstrueerd. Ook wordt er een preanesthetisch onderzoek uitgevoerd.

Instructies eigenaar

Eigenlijk zijn er niet heel veel instructies voor de eigenaar vooraf aan de operatie. Een aantal diersoorten kunnen beter vasten voor een operatie.

Honden, katten en varkens mogen een dag voor de operatie niet eten. Door de lege maag is er meer bewegingsvrijheid in buik en kan het dier makkelijker ademen.

verslikpneumonie

Bij deze dieren is de kans groot dat ze door de anesthetica gaan braken. Er bestaat dan het risico van een *verslikpneumonie*. Deze dieren mogen wel gewoon water hebben.

Vogels en kleine knaagdieren mogen absoluut niet vasten. Dit kan levensgevaarlijk zijn voor deze dieren.

Paarden kan je ook beter de laatste uren voor een operatie niet meer voeren. Er bestaat een risico dat, als ze een beetje ongecontroleerd neervallen bij de anesthesie, er een ruptuur van de maagwand optreedt. De paarden mogen wel gewoon water hebben. Bij herkauwers heeft vasten niet veel effect op de omvang van de voermagen. Als je de dieren de laatste uren onthoudt van voer en water, zullen de bewegingen van de magen iets afnemen.

Preanesthetisch onderzoek

Anesthesie is niet zonder risico's. Hij heeft invloed op een aantal essentiële lichaamsfuncties, zoals de hartfunctie, de ademhaling en de bloeddruk. In hoeverre dit een risico geeft, is mede afhankelijk van de gezondheid van het dier.

Het is dus belangrijk om het dier eerst te onderzoeken: het preanesthetisch onderzoek. Aan de hand van dit onderzoek kan je bepalen of het verantwoord is om het dier onder anesthesie te brengen. Daarnaast kunnen er dingen naar voren komen waar je rekening mee moet houden. Naar aanleiding van het preanesthetisch onderzoek kan worden besloten om een ander anestheticum te gebruiken.

Het mooiste is om het preoperatieve onderzoek niet vlak voor de operatie te doen. Als er aanleiding voor is, kan je eventueel nog aanvullend onderzoek verrichten. Helaas is dit in de praktijk vaak niet haalbaar. Afspraken voor castraties worden vaak via de telefoon gemaakt en de hond of kat wordt pas op de dag van de operatie gebracht.

Bij spoedpatiënten spreekt het voor zich dat het onderzoek pas vlak voor de narcose gebeurt.

Bij het preoperatieve onderzoek wordt naast een algemeen onderzoek vooral aandacht besteed aan de ademhaling en de circulatie. Veel anesthetica hebben namelijk invloed op de ademhaling, de hartfunctie en de bloeddruk.

Signalement en anamnese

Uit het signalement kunnen al een aantal aandachtspunten naar voren komen. Zo brengen hele jonge en oude dieren extra risico met zich mee. Ook kun je rekening houden met bijvoorbeeld raspredisposities. Dit zijn problemen die bij een bepaald ras veel voorkomen. Zo hebben bulldoggen bijvoorbeeld snel problemen met ademen. Je kan vragen naar de gezondheidstoestand van het dier: of er eventueel sprake is van braken, of diarree. En hoe het gesteld is met de eetlust van het dier. Het is altijd verstandig om even te checken of het dier gevestigd heeft.

Algemene indruk

Bij een algemene indruk let je op de voedingstoestand en de verzorging van het dier. Een heel vet dier kan bijvoorbeeld barbituraten opslaan in het vet. Dit kan zorgen voor een lange recovery. Daarnaast let je op de houding en gang, het gedrag en eventueel in het oog springende klinische afwijkingen.

Het algemene onderzoek

Ademhaling: diepte, type, ritme en frequentie.

Pols: gelijkmatigheid, ritme, amplitude, uitval, vorm, symmetrie en frequentie.

Slijmvliezen: kleur, vochtigheid, capillaire refilltime, eventuele bloedingen of laesies.

Rectale temperatuur huid: turgor, temperatuur, kleur, dikte, oedemen.

Lymfeknopen: grootte, gevoeligheid, verplaatsbaarheid, vorm en consistentie.

Van het algemene onderzoek zijn vooral het onderzoek van de ademhaling, pols en de slijmvliezen van belang.

Respiratieapparaat

Niet het hele respiratieonderzoek wordt uitgevoerd. De larynx, trachea en de borstkas worden nagekeken op deformiteiten en gevoeligheid. Daarnaast worden de longen zorgvuldig geausculteerd.

Goed ausculteren is iets wat je moet leren. Het is een kwestie van vaak doen en veel vragen wat normaal en wat afwijkend is.

Circulatieapparaat

Van de circulatie heb je al een beetje een indruk gekregen door het onderzoek van de pols en slijmvliezen. Daarnaast moet het hart goed worden geausculteerd op de verschillende klepgebieden. Hierbij geldt hetzelfde als bij het ausculteren van de longen: het is een kwestie van vaak doen. Vraag de dierenarts om je te waarschuwen als er een afwijking te horen is.

Om een indruk te krijgen van het veneuze systeem, let je op of er ascites of oedemen zijn. Je controleert de v.jugularis (halsvene), v. saphena (achterpoot) en de episclerale vaten (sclera oog).

Eventueel aanvullend onderzoek

Als er aanleiding voor is, kan ook aanvullend onderzoek worden gedaan. Het kan bijvoorbeeld nodig zijn om ook andere orgaansystemen na te kijken. Als er afwijkende bevindingen worden gedaan bij het ausculteren van het hart kan je bijvoorbeeld een ECG (laten) maken. Er kan ook aanleiding zijn om eerst aanvullend bloedonderzoek te doen of een röntgenfoto te maken.

In sommige gevallen kan de dierenarts besluiten om het dier door te sturen naar een specialist alvorens de operatie uit te voeren.

Beoordelen risico

Nadat je het onderzoek hebt afgerond, moet er besloten worden of het dier onder anesthesie mag. Wellicht zijn er aanvaardbare risico's waarmee rekening gehouden moet worden. Of misschien moet geheel afgezien worden van de operatie. Als het dier koorts heeft, zal dit maar tijdelijk zijn. De dierenarts kan ook besluiten om het dier ergens anders te laten opereren. Dat hangt helemaal af van de apparatuur en expertise die aanwezig is.

1.3 Algehele anesthesie

Je onderscheidt twee manieren van algehele anesthesie: *gasanesthesie* en *injectie-anesthesie*. Niet alle praktijken hebben echter de mogelijkheid voor gasanesthesie. In dit hoofdstuk wordt alleen ingegaan op injectie-anesthesie.

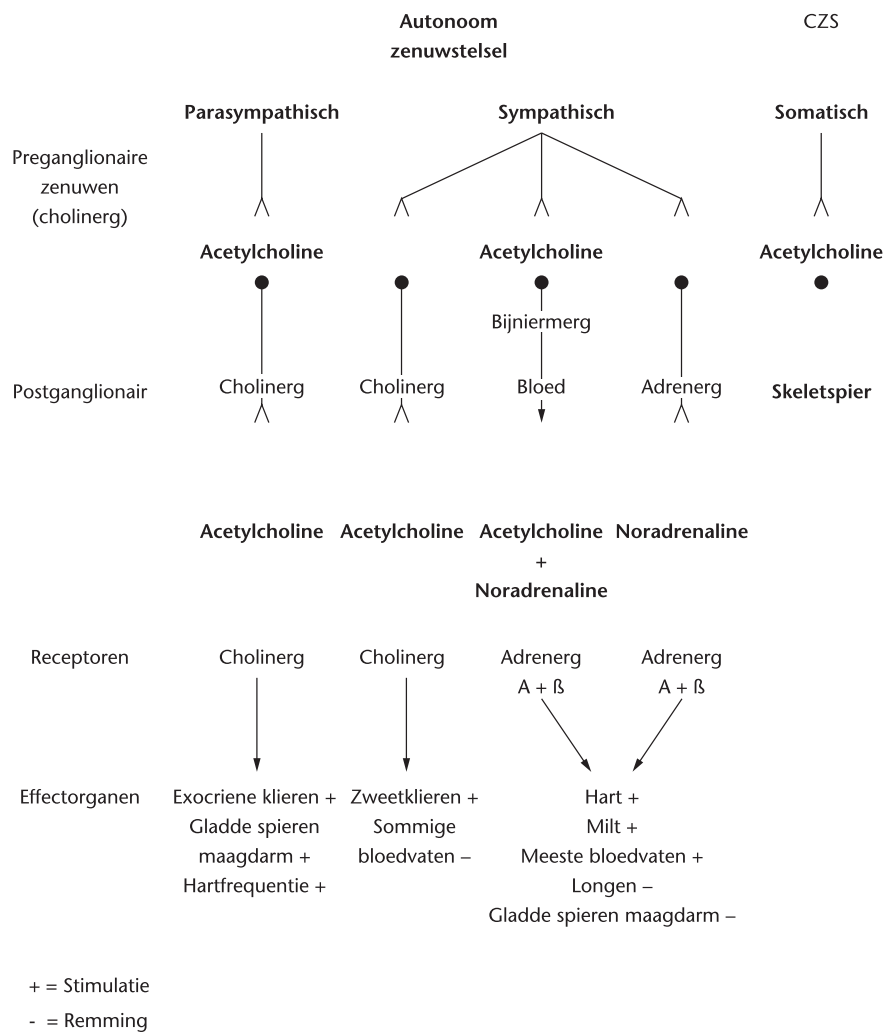
Injectie-anesthesie

Een algehele anesthesie kun je verdelen in:

- premedicatie
- inleiding of inductie
- onderhoud
- uitleiding.

Deze indeling komt eigenlijk voort uit de gasanesthesie. Je houdt de indeling echter ook aan voor de injectie-anesthesie, al is dat af en toe wat kunstmatig. Soms worden de eerste twee fases in één keer gegeven. En bij veel ingrepen zal het niet nodig zijn om een onderhoudsdosering te geven.

Fig. 1.1
Prikkeloverdracht
centraal zenuwstelsel.



Premedicatie

Meestal wordt een dier voor de algehele anesthesie gepremediceerd. Deze *premedicatie* heeft een aantal functies. Vaak wordt de premedicatie gegeven waar de eigenaar nog bij is. Het is voor de eigenaar vaak geruststellend als er verteld wordt hoe de anesthesie in z'n werk gaat. Over het algemeen wordt de premedicatie intramusculair toegediend.

Met de premedicatie wil je het volgende bewerkstelligen:

Sedatie

Door de *sedatie* wordt het bewustzijn van het dier minder. Hierdoor ervaart het dier minder stress en angst. Bij een goede sedatie zullen uiteindelijk ook minder anesthetica nodig zijn bij de inductie (inleiding). Aan het dier merk je dat de bewegingen minder gecoördineerd zijn.

Analgesie

Analgesie betekent pijnstillend. De analgetische werking van de premedicatie is centraal werkend. Door de analgetische werking wordt de pijnperceptie tijdens de operatie verminderd.

Stabilisatie voor het autonome zenuwstelsel

Veel anesthetica beïnvloeden de ademhaling, de hartfunctie en de bloeddruk. De invloed die ze uitoefenen gaat via het sympathische, parasympathische en autonome zenuwstelsel. Met de premedicatie probeer je een aantal van deze effecten tegen te gaan.

Sedativa

Er zijn verschillende *sedativa*.

α 2-agonisten

Xylazine, Romifidine, detomedine, medetomedine.

De α 2-agonisten remmen het sympathische zenuwstelsel doordat ze ervoor zorgen dat er geen noradrenaline vrijkomt.

De werking kan worden geantagoneerd met atipamezol. Dit zorgt ervoor dat er weer noradrenaline wordt afgegeven. Het effect is al na enkele minuten zichtbaar.

Werking:

- sedatief
- licht analgetisch
- spierrelaxerend.

Bijwerkingen:

- Circulatie: Er treedt een vasoconstrictie op, waardoor er een hypertensie ontstaat. Hierdoor ontstaat een bradycardie. Deze verlaging van de hartfrequentie leidt weer tot een verlaging van de bloeddruk tot normale of iets lagere waarden. Het is dan ook niet verstandig om atropine te geven. Door de vaatvernauwing zijn de slijmvliezen bleek. Er kunnen ritmestoornissen optreden.
- Respiratie: -
- Overige: Braken.

Minor tranquilizers (benzodiazepines)

Diazepam (valium), brotizilam, zolazepam. (Alleen zolazepam is geregistreerd voor veterinair gebruik, in een combinatiepreparaat.)

Er treedt een binding op met specifieke benzodiazepine-receptoren in het centrale zenuwstelsel. Hierdoor treedt er een stimulerende werking op van het GABA-erge systeem. Dit veroorzaakt vervolgens een lichte sedatie en een angstonderdrukkende werking. Omdat er geen negatieve bijwerkingen zijn op de circulatie, zijn ze geschikt voor jonge dieren en epilepsiepatiënten.

Werking:

- licht sedatief
- angstonderdrukkend

-
- spierrelaxerend
 - tegen krampen
 - eetlustopwekkend (vooral bij de kat).

Bijwerkingen:

- Circulatie: -
- Respiratie: Soms een kortdurende apneu.
- Overige: Een enkele keer desoriëntatie of opwinding.

Neuroleptica (major tranquilizers)

Fenothiazinen: acepromazine.

Butyrofenonen: azaperone, fluanison, dropiridol (humaan).

Neuroleptica hebben door hun remmende werking op het sympathische zenuwstelsel een sedatieve werking. Daarnaast remmen ze ook het parasymphatische zenuwstelsel.

Werking:

- sedatief
- anti-emetisch
- spierrelaxerend.

Bijwerkingen:

- Circulatie: Een perifere vasodilatatie zorgt voor een hypotensie. Door de hypotensie ontstaat een tachycardie.
- Ademhaling: Geringe afname ademfrequentie en ademvolume; droperidol werkt juist ademstimulerend.
- Overige: Excitatie, tremoren, beven, soms erge spierslapte, hypothermie.

NB: Niet gebruiken bij epileptische patiënten.

Parasympatholytica

atropine Naast de gewenste effecten hebben de meeste anesthetica ook een aantal bijwerkingen. Om bepaalde bijwerkingen tegen te gaan, wordt er *atropine* gegeven. Atropine vermindert het speeksel en de tranen en stimuleert het hart.

Inductie

De *inductie* of inleiding is het werkelijk onder anesthesie brengen van het dier. Het is de bedoeling dat de inductie snel en zonder stress verloopt, want je wilt het dier zo snel mogelijk in het juiste stadium hebben voor de operatie. Tijdens de inductie gaat het dier door verschillende fasen:

- het *analgetische stadium*: het dier heeft nog reflexen, ademt normaal, kijkt nog rond en heeft een normale spierspanning
- het *excitatiestadium*: alle reflexen zijn nog aanwezig, de ademhaling wordt onrustig, de ogen kunnen snel heen en weer bewegen, de pupillen zijn verwijd en er is een sterke spierspanning. Het dier kan ongecontroleerde bewegingen en geluiden gaan maken. Het excitatiestadium ontstaat doordat de remmende gebieden in de hersenen eerder hun functie verliezen dan de stimulerende.

-
- c het *tolerantiestadium (chirurgisch stadium)*:
- fase 1 en 2: afname van alle reflexen, regelmatige ademhaling, vernauwde pupillen, de ogen staan normaal, de spierspanning neemt af
 - fase 3 en 4: alle reflexen verdwijnen, de ademhaling wordt zwakker, de pupilreflex verdwijnt en de pupil wordt weer wijder, alle spieren zijn verslapt, het dier moet beademd worden
- d het *asfyctische stadium*: het dier vertoont geen enkele reflex meer, ademt niet meer, de pupil is steeds wijder en lichtongevoelig, alle spieren zijn verslapt.

Als het dier in fase 3 of 4 komt, is het dus noodzakelijk om beademingsapparatuur te hebben. In welke fase het dier terechtkomen, hangt af van het middel dat je gebruikt en van de dosering. Hoe diep de narcose moet zijn, hangt af van de ingreep. Bij kleine operaties is het niet nodig om in fase 3 of 4 terecht te komen.

De inleidende injectie kan intramusculair of intraveneus worden gegeven. Het voordeel van het intraveneus inleiden, is dat je op het effect kan afgaan. De werking treedt heel snel op en zodra het gewenste stadium is bereikt, stop je met toedienen. De hoeveelheid anesthetica die gegeven wordt, kan zo minimaal worden gehouden. Hierdoor wordt de recoverytijd verkort. Het nadeel is dat er eventueel nog moeten worden bijgegeven.

Het is verstandig om het dier te voorzien van een branule of een butterfly. Deze worden aangebracht in een vene (bij kleine huisdieren meestal in de voorpoot). De branule kan met een hechting of met behulp van tape worden vastgezet. Behalve voor het nadoseren, kun je de branule ook gebruiken om andere middelen toe te dienen, of om er een infuus op aan te sluiten.

Het is mogelijk om de hele anesthesie in één keer intramusculair toe te dienen. Dus met één injectie worden de premedicatie, de inductie en het onderhoud gegeven. Het is dan de bedoeling dat de anesthesie lang genoeg duurt voor de hele operatie. Het nadeel hiervan is dat het niet goed mogelijk is om intramusculair bij te doseren. Het effect laat bovendien te lang op zich wachten.

Hypnotica

Er zijn verschillende hypnotica.

Barbituraten

Thiopental, methohexital, (pentobarbital).

Barbituraten dienen strikt intraveneus te worden gegeven, omdat ze zeer weefselirriterend zijn. De barbituraten verlagen het bewustzijnsniveau tot chirurgische anesthesiediepte.

Inductie begint met 20-25% van de uitgerekende dosis als bolus, daarna steeds 10% geven op effect. Indien er geen premedicatie is gegeven, beginnen met een bolus van 35-50%.

De therapeutische index van de barbituraten is smal. Zo wordt pentobarbital ook wel gebruikt voor euthanasie.

Barbituraten stapelen zich op in het vetweefsel. Als er nagedoseerd wordt met barbituraten, kan door de opslag in het vetweefsel de recovery erg lang duren. Daarom

worden barbituraten alleen voor de inductie gebruikt. Methohexital is een kortwerkend barbituraat en mag daarom wel worden nagedoseerd.

Werking:

- hypnotisch
- geen analgesie
- geen spierrelaxatie.

Bijwerkingen:

- Circulatie: Afname hartminuutvolume en een daling van de bloeddruk, soms ritmestoornissen.
- Respiratie: Soms respiratoire acidose, bij snelle toediening kan apneu optreden.
- Overige: Weefselirriterend.

NB: Het ontstaan van een hypovolemie tegengaan door een infuus (NaCl 0,9% of Ringer-lactaat).

Propofol

Propofol is een melkachtige olie-in-water-emulsie. Het is één van de weinige niet heldere stoffen die intraveneus mogen worden gegeven.

Door het geven van een eenmalige intraveneuze bolusinjectie treedt een snel hypnotisch effect op. De werking duurt maar 7-12 minuten en na 15-20 minuten is het dier weer volledig hersteld. Als er premedicatie is gegeven, kan de inductiedosis met 30-35% worden verminderd.

Door de korte werkingstijd van propofol zal er sneller nagedoseerd moeten worden. Dit is echter geen probleem. Er treedt geen stapeling op zoals bij de barbituraten. De recoverytijd wordt niet extra verlengd.

Werking:

- hypnotisch
- geen analgesie.

Bijwerkingen:

- Circulatie: Bloeddrukdaling.
- Respiratie: Ademdepressie.
- Overige: -

Dissociativa

Ketamine, tiletamide.

Ketamine wordt veel gebruikt in de praktijk bij katten, kleine zoogdieren, vogels en reptielen. Bij honden kan ketamine ook goed worden gebruikt, alleen moet je meer rekening houden met de bijverschijnselen. In lagere doseringen werkt dit dissociativum sedatief. In hogere doseringen werkt het als anestheticum. Het geeft een zeer goede analgesie. De 'slaap' die door ketamine wordt opgewekt, is zeer licht. Door een plotseling geluid kan het dier ontwaken. Ketamine geeft een verstijving van de spieren en remt braakneigingen die soms door andere middelen worden opgewekt.

Ketamine wordt het liefst in combinatie gegeven met een sedativum met een goede spierverslapping (benzodiazepine, phenothiazine en $\alpha 2$ -agonisten). Door het geven

van een combinatie worden de bijwerkingen van ketamine verminderd. Daarbij kan de dosering van ketamine worden verminderd door het synergistische effect. Door het geven van een goede premedicatie kan de dosering van ketamine worden verlaagd. Wanneer ketamine intraveneus wordt toegediend, is een lagere dosering nodig, omdat dan op effect kan worden gedoseerd.

Indien je ketamine geeft samen met $\alpha 2$ -agonisten, moet je oppassen met het antagoneren van de werking van de $\alpha 2$ -agonist. De bijwerkingen van ketamine komen dan namelijk weer op de voorgrond. *Tiletamide* heeft een langere werking dan ketamine en kan een ernstige tachycardie geven. Bij een hoge dosering daalt het hartminuutvolume.

Werking:

- oppervlakkige slaap
- goede analgesie
- anti-emetisch.

Bijwerkingen:

- Circulatie: Stimulerende werking op hartfunctie en bloedsomloop.
- Respiratie: Soms apneutisch adempatroon.
- Overige: Wasachtige spierstijfheid, krampen, convulsies (vooral bij hond), onrustige recovery, overmatig speeksel, ogen open en naar voren gepositioneerd, bij kat soms tijdelijk geheugenverlies.

Onderhoud

Als tijdens een operatie de anesthesie niet diep genoeg meer is, zal er extra anestheticum moeten worden gegeven. De duur van de premedicatie en inductie is dan niet toereikend. Zoals al is opgemerkt, is intramusculair nadoseren niet echt een goede optie. Op het moment dat je merkt dat de anesthesie niet diep genoeg meer is, wil je direct effect. Bij intra-musculaire toediening is het effect te traag.

*op effect nadoseren
spuitpomp*

De onderhoudsanesthesie kan op twee manieren worden uitgevoerd: *op effect nadoseren* of met behulp van een automatische *spuitpomp*. Aan beide methodes kleven voor- en nadelen.

Als je *op effect* nadosert, wacht je eigenlijk net iets te lang. Er wordt pas extra narcose-middel gespoten op het moment dat het dier gaat reageren. Het kan zijn dat het dier sneller gaat ademen of bewegen. Er is dus een sprake van een pijnwaarneming of ongemak. Dit is dus vanuit diervriendelijkheid gezien niet geheel correct. Een nadeel is ook dat als je aan het einde van de ingreep nog nadosert, de recovery langer duurt.

Met een spuitpomp wordt constant een hele kleine dosering gegeven. De snelheid van de pomp moet zo worden ingesteld, dat de anesthesiediepte gelijk blijft. De hoeveelheid anestetica die per minuut wordt ingespoten, moet gelijk zijn aan de hoeveelheid anestetica die door het lichaam wordt geëlimineerd.

Het probleem hierbij is dat de eliminatietijd vaak niet goed bekend is. Er zijn grote individuele verschillen. Er is dan ook een risico op overdosering. De spuitpomp kan alleen veilig gebruikt worden bij anestetica met een brede therapeutische index en een korte halfwaardetijd.

Bij het gebruik van spuitpompen is het belangrijk om de patiënt goed te blijven monitoren. Eigenlijk is het gebruik ook alleen verantwoord als er beschikking is over beademingsapparatuur.

Tijdens de anesthesie moet het dier steeds goed in de gaten worden gehouden. Controleer regelmatig de ademhaling (frequentie, type, diepte), pols (frequentie, regelmaat, sterkte) en de slijmvliezen (kleur, CRT en vochtigheid).

Uitleiden

Als de operatie of het onderzoek klaar is, mag de patiënt weer wakker worden. De onderhoudsanesthesie wordt gestopt en eventueel wordt een antagonist toegediend.

Complicaties tijdens de anesthesie

Tijdens de anesthesie kunnen zich de volgende complicaties voordoen.

Ademhalingsproblemen

Wanneer een dier onder narcose is, kunnen er ademhalingsproblemen ontstaan. Er kan sprake zijn van een ademstilstand of een ontoereikende ademhaling. De behandeling zal meestal bestaan uit beademing en het verlagen van de anesthesiediepte.

Een vervelende complicatie die kan ontstaan, is een verslikpneumonie. Als een dier niet goed gevestigd heeft voor de operatie, kan het gaan braken. Door de anesthesie wordt de slikreflex onderdrukt, waardoor de patiënt zich kan verslikken in het braaksel.

Problemen bloedsomloop

Andere complicaties die kunnen optreden, zijn problemen met de bloedsomloop: een te snelle of te langzame polsfrequentie, hartritmestoornissen en een te lage bloeddruk. De behandeling bestaat meestal uit het verminderen van de diepte van de narcose, het aanvullen van het circulerende volume door een infuus en beademing. Soms kunnen ook geneesmiddelen worden gegeven die de negatieve effecten tegengaan.

Complicaties met de lichaamstemperatuur

Tijdens een operatie gebeurt het regelmatig dat de temperatuur beneden normale waarden daalt. Door de patiënt op een warmte mat te leggen, kan dit worden voorkomen. Tijdens de recovery kan je een warmtelamp of een verwarmingsdeken gebruiken.

Complicaties ten gevolge van toegediende injecties

Als barbituraten niet strikt intraveneus worden gespoten, kunnen er vervelende en pijnlijke zwellingen ontstaan. Door meteen een fysiologische zoutoplossing op de betreffende plek te injecteren, kan het barbituraat worden verdund en zijn de gevolgen iets minder. Hiervoor kan ook hyaluronidase worden gebruikt. Deze stof zorgt voor een snellere resorptie.

1.4 Nazorg

De nazorg bestaat uit het controleren van een aantal zaken en het instrueren van de eigenaar over de verzorging van het dier.

Controleren

Tijdens de recovery en ook nog daarna moet de patiënt goed in de gaten worden gehouden. Regelmatig moeten de volgende dingen worden gecheckt:

- ademhaling (frequentie, type, diepte)
- pols (frequentie, regelmaat, type)
- slijmvliezen (kleur, CRT en vochtigheid)
- temperatuur
- gedrag.

Mogelijk zal er pijn bestreden moeten worden. En als de dieren heel angstig of onrustig zijn, kan je eventueel acepromazine of diazepam geven.

Instructies aan de eigenaar

Als het dier genoeg is hersteld, mag het weer door de eigenaar worden opgehaald. Het is wel verstandig om een aantal instructies te geven. Ook al is het dier goed genoeg om naar huis te gaan, de gevolgen van de narcose zijn meestal nog niet uitgewerkt. Daarnaast zal het dier ook nog naweeën hebben van de operatie of behandeling die het heeft ondergaan.

Het is handig om het een en ander op papier te zetten. Vaak zijn eigenaren een beetje zenuwachtig en erg blij om hun dier weer te zien. Het gebeurt regelmatig dat een groot deel van de instructies thuis weer vergeten zijn. Het is fijn als de instructies er dan nog even op nageslagen kunnen worden.

Zaken waar mogelijk op gelet moet worden, zijn:

- Het dier kan nog slaperig zijn als het naar huis gaat. Zorg er dan voor dat het een comfortabel en warm plekje heeft. Het liefst in een rustige en een beetje schemerige ruimte.
- De patiënt mag drinken. Houd regelmatig een waterbakje voor het dier om te kijken of hij iets wil drinken. Eten mag de eerste 12 uur na de operatie niet. Daarna moet het eten met kleine beetjes tegelijk worden gegeven. Voer de hoeveelheid langzaam op tot het niveau van het normale rantsoen na een paar dagen weer is bereikt.
- Er moet ook regelmatig gekeken worden of de patiënt moet plassen. Een kleine hond kan gemakkelijk even buiten worden gezet. Bij een grote hond is het lastiger. Kijk of het dier zelf al kan lopen of til de hond met z'n tweeën naar buiten. Het is handig om de hond op een deken te leggen en de deken aan de punten op te tillen. Dit is comfortabeler voor de hond en voor de degenen die tillen.
- Een kat kan af en toe even op de kattenbak worden gezet. Eventueel kan je de kat in een grote doos doen en de kattenbak er bij in zetten. Het kan zijn dat de kat in het begin nog niet in staat is om zelf op de bak te komen. Het is niet handig om kattengrit of iets anders fijns in de bak te doen. Dit kan aan de wond

-
- blijven plakken. Leg er bijvoorbeeld een oude krant in.
- Als het dier hechtingen heeft, moet het rustig gehouden worden. Een hond moet aan de lijn worden uitgelaten en even niet stoeien en rennen. Het is verstandig om de kat binnen te houden tot de hechtingen zijn verwijderd. De kat is nog wat verzwakt en kan zo opnieuw in rangordegevechten terechtkomen met buurtkatten. Sommige katten zijn zo beledigd en gestresst door alle belevenissen, dat ze zich verstoppen. Na een orthopedische operatie zijn er vaak nog meer beperkingen aan de bewegingsvrijheid.
 - Vaak hebben de dieren hechtingen. Veel dieren zullen aan de wond gaan likken of proberen de draadjes eruit te trekken. Door intracutaan te hechten kan dit meestal worden voorkomen. Vaak is het verstandig om het dier een kap om te doen. Deze is meestal te leen of te koop in de dierenartsenpraktijk. In het begin lijkt zo'n kap wel zielig, maar het is vervelender als de wond weer opengaat, bovendien wennen de dieren meestal heel snel aan een kap.
 - Na een dag of 10 (7-12) moeten de hechtingen worden verwijderd, tenzij oplosbaar hechtmateriaal is gebruikt. Het dier zal hiervoor terug moeten komen op de praktijk. Voor de dierenarts is dit een mooie gelegenheid om te zien hoe het met het dier gaat en hoe de wond is genezen. Intracutane hechtingen hoeven niet te worden verwijderd.

Vorenstaande instructies zijn er voor als alles goed gaat. Er kunnen zich echter ook complicaties voordoen na de anesthesie en een operatie. Laat de eigenaar contact opnemen:

- als het dier regelmatig braakt. Een keertje braken is niet erg, maar als het dier stelselmatig al het voer weer uitbraakt, is het niet goed.
- als de operatiewond blijft nabloeden. Of als het dier na een castratie uit de vagina bloed verliest.
- als het dier na een dag nog niet heeft willen drinken of na twee dagen nog niet heeft gegeten
- als de operatiewond dik gaat ontsteken of als er vocht uitkomt
- als het dier na twee dagen nog erg lusteloos is
- als het dier een zieke indruk maakt
- bij twijfel en ongerustheid.

Soms wordt er besloten dat het verstandiger is om de patiënt nog even op de praktijk te houden. Als er bijvoorbeeld sprake is van een risicopatiënt, als er een wond of drain verzorgd moet worden of als er intraveneus medicatie of vloeistoffen moeten worden toegediend.

1.5 Euthanasie

Het lijkt misschien een beetje vreemd om het onderwerp euthanasie hier te behandelen. De diergeneesmiddelen die voor de anesthesie worden gebruikt, behoren echter tot dezelfde groep als die voor euthanasie.

Euthanasiemiddelen

pentobarbital *Pentobarbital* is het meest gebruikte euthanasaat. Het barbituraat zit in verschillende speciaal voor euthanasie bestemde preparaten. De preparaten hebben een roze kleur. Deze kleur dient als waarschuwing, zodat ze niet per ongeluk worden verwisseld. Het barbituraat kan door middel van een bolusinjectie intraveneus worden toegediend. Ook kan het direct intracardiaal worden gegeven. Dit is echter door de weefselirriterende eigenschap zeer pijnlijk. Het dier moet dan goed onder anesthesie zijn.

T61 Een ander veel gebruikt middel is *T61*. *T61* kan intraveneus, intracardiaal en ook intrapulmonaal worden gegeven. Door de toevoeging van een lokaal anestheticum is *T61* niet pijnlijk bij inspuiting. *T61* werkt sterker dan pentobarbital en wordt vaak bij grote huisdieren gebruikt.

De euthanasie

Elke dierenarts heeft zijn eigen methode. Wel is de ene methode duidelijk vriendelijker dan de andere. Bij het euthanaseren moet niet alleen rekening worden gehouden met het dier, maar ook met de eigenaar. Het intracardiaal spuiten kan een hele goede en snelle methode zijn, maar is akelig om te zien voor de eigenaar.

Veel dierenartsen gebruiken eerst een premedicatie (in andere verhoudingen) om het dier rustig te laten slapen. Er moet wel rekening worden gehouden met een aantal bijwerkingen. Zo is het vervelend als het dier gaat braken of een epileptische aanval krijgt. Ook is het vervelend om een grote bloeddrukval te hebben, zodat het intraveneus spuiten nogal moeilijk wordt.

De eigenaar kan tijdens en na de premedicatie rustig afscheid nemen. Je kan de eigenaar dan laten kiezen of ze al dan niet bij de eigenlijke euthanasie willen zijn.

Als de eigenaar erbij blijft of het dier weer mee wil nemen, is het belangrijk om voor een paar dingen te waarschuwen. Zo blijven de ogen openstaan en laat het dier ontlasting en urine lopen. Waar een eigenaar heel erg van kan schrikken, is een diepe zucht die de dieren vaak geven. Behalve intraveneus kan het euthanasaat ook op andere manieren worden toegediend. Tijdens de anesthesie kan het in goed doorbloede organen als lever of nier worden gegeven. Een goede manier kan ook zijn om het euthanasaat intra-peritoneaal te geven. Door de grote oppervlakte van het buikvlies wordt het goed opgenomen. Wel duurt het iets langer, maar het gaat meestal heel rustig. Als een barbituraat wordt gebruikt, doe je er verstandig aan om er een lokaal anestheticum aan toe te voegen. Hierdoor is het minder pijnlijk. Bij kleine zoogdieren is dit een makkelijke methode.

Heel vervelend is het als een dier convulsies krijgt. Dieren waarbij het risico groot is dat dit gebeurt, kan je bij de premedicatie valium geven. Indien het dier convulsies krijgt, moet het dier zo snel mogelijk verder geëuthanaseerd worden. Wees hierop alert en sta klaar. De dierenarts controleert door het ausculteren van het hart of het dier dood is.

Er wordt hier verder niet ingegaan op de ethische aspecten van euthanasie. Het is zaak om de euthanasie voor eigenaar en dier zo prettig mogelijk te laten verlopen. Leg goed uit wat er gebeurt. Vaak zal de dierenarts dit doen, maar er kan ook een beroep op jou worden gedaan.

1.6 Afsluiting

In dit hoofdstuk heb je geleerd wat algehele anesthesie inhoudt. Daarbij werd voornamelijk ingegaan op injectie-anesthesie. Je weet inmiddels welke sedativa en hypnotica worden gebruikt en wat de werking en bijwerkingen van deze middelen zijn. Ook heb je gelezen over de complicaties die zich tijdens de anesthesie kunnen voordoen. Tot slot is ingegaan op euthanasie.

- Vragen 1.1**
- a Wat wordt er onder algehele anesthesie verstaan?
 - b Wat is lokale anesthesie?
- Vragen 1.2**
- a Waarom doe je een preanesthetisch onderzoek?
 - b Waarom is het signalement van belang bij een preanesthetisch onderzoek?
 - c Waar let je op bij het algemene onderzoek van de huid?
- Vragen 1.3**
- a In welke fases kan je een algehele anesthesie verdelen?
 - b Hoe werken α 2-agonisten?
 - c Zou je neuroleptica gebruiken bij epilepsiepatiënten?
 - d Welke effecten heeft atropine?
 - e Heeft propofol een analgetische werking?
 - f Heeft ketamine een spierverslappende werking?
- Vragen 1.4**
- a Welke kleur hebben euthanasaten?
 - b Waar moet je de eigenaar voor waarschuwen tijdens en na euthanasie?

2 Inhalatieanesthesie

Oriëntatie

In dit hoofdstuk lees je over de inhalatieanesthesie. Als je in een praktijk terechtkomt waar inhalatieanesthesie wordt gebruikt, is het handig om hier het een en ander van af te weten. In het begin is het even schrikken met al die apparatuur. Maar wanneer je je er een paar keer rustig in hebt verdiept en hebt geholpen bij de anesthesie valt het best mee.

De verantwoordelijkheid van de anesthesie ligt bij de dierenarts. Die moet bepalen hoe alles is ingesteld en welk systeem er wordt gebruikt. Maar tijdens een operatie zal het toch de assistent zijn die alles in de gaten moet houden en de aanwijzingen moet uitvoeren om dingen bij te stellen. Het is dan wel zo handig dat je weet waar alles zit en hoe alles in zijn werk gaat. Door veel met inhalatieanesthesie te werken, krijg je vanzelf steeds meer inzicht.

2.1 Voor- en nadelen van inhalatieanesthesie

Deze manier van anesthesie heeft ten opzichte van injectieanesthesie een aantal voordelen:

- de anesthesiediepte is goed regelbaar
- de diepte en duur van de anesthesie zijn slechts in beperkte mate afhankelijk van afbraak en uitscheiding in het lichaam
- de anesthesie kan zeer snel worden stopgezet, waardoor het dier weer snel bij bewustzijn is
- er kan op ieder moment extra zuurstof worden toegediend
- er kan op ieder moment beademd worden.

Het nadeel is dat de apparatuur kostbaar is om aan te schaffen en de gassen en anesthetica zijn duur in gebruik. Daarbij moet er iemand zijn die verstand van zaken heeft en gedurende de operatie de anesthesie regelt en de patiënt in de gaten houdt. Het geven van inhalatieanesthesie is arbeidsintensiever dan het geven van injectieanesthesie.

2.2 De inhalatieanesthetica

Inhalatieanesthetica zijn ~~lachgas, halothaan en~~ isofluraan.

Lachgas

~~Meestal maak je bij gasanesthesie gebruik van de combinatie van zuurstof en lachgas. Het percentage zuurstof hiervan is hoger dan van de normale buitenlucht (21%). Het gasmengsel moet minstens voor 30% uit zuurstof bestaan. Dit om de depressieve bijwerkingen van de anesthesie tegen te gaan.~~

Lachgas heeft een lage oplosbaarheid wat zorgt voor een snelle verspreiding naar de verschillende weefsels. Lachgas heeft een zwakke sedatieve en analgetische werking. In de combinatie met andere vluchtige anesthetica, versterken de ze elkaars werking. Lachgas is gecontra-indiceerd als er in het lichaam afgesloten holle ruimtes zijn, bijvoorbeeld bij een maagtorsie of een pneumothorax. Door de slechte oplosbaarheid en de snelle verspreiding in het lichaam, heeft lachgas de neiging zich op te hopen in deze holle ruimtes hetgeen niet bepaald bevorderlijk is voor de prognose van de patiënt.

Halothaan

Halothaan geeft een redelijk snelle inductie en recovery. Dit gas geeft echter een matige spierontspanning en pijnstilling. Halothaan geeft een dosisafhankelijke bloeddruk daling, een verminderde contractiliteit van het hart en een verhoogde kans op hartritmestoornissen. Bij inductie met halothaan zal de knop van de verdamper (bijna) voluit worden gezet. Als onderhoud tussen de 0,5 en 1,5.

Isofluraan

Isofluraan is een iets zwakker werkend anestheticum dan halothaan. De dosis die nodig is om eenzelfde effect te beogen, ligt zo'n 1,5 hoger. Het voordeel is echter dat het cardiovasculaire systeem niet onderdrukt en de kans op hartritmestoornissen niet toeneemt. Wel heeft het een lichte depressieve werking op de ademhaling. Het is wel een behoorlijk duur middel en daarom blijft het gebruik vaak beperkt tot speciale gevallen. Zo wordt het gebruikt bij heel jonge dieren, bij hartritmestoornissen, leverpatiënten en vogels en knaagdieren.

2.3 Apparatuur voor gasanesthesie

Voor gasanesthesie is de volgende apparatuur beschikbaar.

De cilinderflessen met zuurstof en lachgas

Bij gasanesthesie wordt gebruik gemaakt van twee soorten gas: zuurstof en lachgas. Beide gassen zitten onder hoge druk in cilinderflessen geperst.

witte flessen

Zuurstof zit in *witte flessen*. Als de zuurstoffles helemaal vol is, staat er 200 atmosfeer druk op de fles. De druk in de buitenlucht is 1 atmosfeer. De zuurstof blijft uit de fles stromen totdat de druk in de fles ook gelijk is aan 1 atmosfeer. Dit betekent dus dat er altijd een restje in de fles achterblijft. In een volle fles van 10 liter en 200 atmosfeer zit 2000 liter. De hoeveelheid zuurstof die er nog in de fles zit, kun je aflezen aan de hoeveelheid druk die er op fles zit.

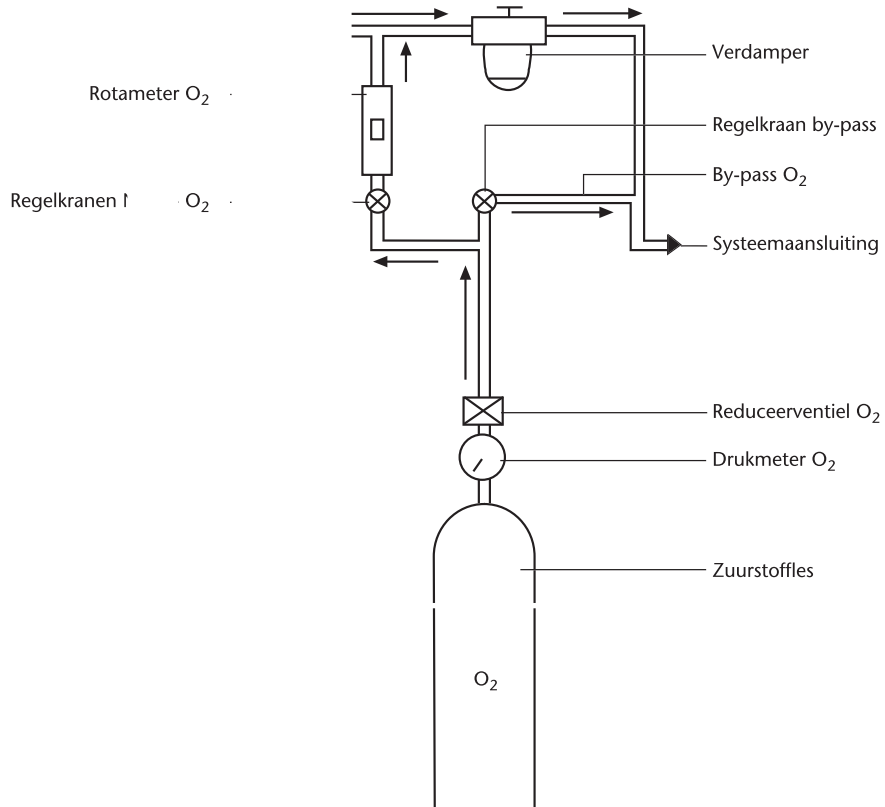
blauwe flessen

Lachgas zit opgeslagen in *blauwe flessen*. Als een fles lachgas helemaal vol zit, is de druk 51 atmosfeer. Dat wil niet zeggen dat de fles slechts 510 liter bevat. Lachgas condenseert vanaf een druk van 50 atmosfeer. Een volle fles lachgas is voor ongeveer driekwart gevuld met vloeistof met daarboven gasvormig lachgas met een druk van ongeveer 51 atmosfeer.

Aan de hand van de luchtdruk kan je dus niet bepalen hoeveel lachgas er nog in de fles zit. Daarom staat er een weegschaal onder. Aan de hand van de gewichtsafname van de fles kan je zien hoeveel gas er gebruikt is. Op het moment dat er geen vloeistof

~~meer is, kan de inhoud weer aan de hand de druk worden afgelezen. Op het moment dat er net geen vloeistof meer in zit, zal de druk 50 atmosfeer zijn en zit er in een 10-literfles dus 500 liter lachgas.~~

Fig. 2.1
Schema van een
basisopstelling voor
gasanesthesie.



manometers De meters die op de cilinderflessen zijn gemonteerd en de druk meten, noem je *manometers*. Het is belangrijk om de druk op de manometers goed in de gaten gehouden wordt, zodat de fles tijdig wordt vervangen als hij leeg is.

reduceerventielen Om de hoge druk die uit de flessen tot een meer werkbare druk te verlagen, worden er *reduceerventielen* op de gasflessen geplaatst. De ventielen zorgen daarnaast voor een gelijkmatige gasuitstroom onafhankelijk van de hoeveelheid gas die er in de fles zit.

De rotameters

De rotameters danken hun naam aan het feit dat ze een roterende aflezer hebben. De aflezer is een soort toltetje dat door het draaien rechtop blijft staan in de gasstroom. Het draaien van het toltetje wordt opgewekt doordat het toltetje spiraalvormige kanalen of groeven bevat. Als er gas langs stroomt, zorgen deze kanalen ervoor dat het toltetje gaat draaien.

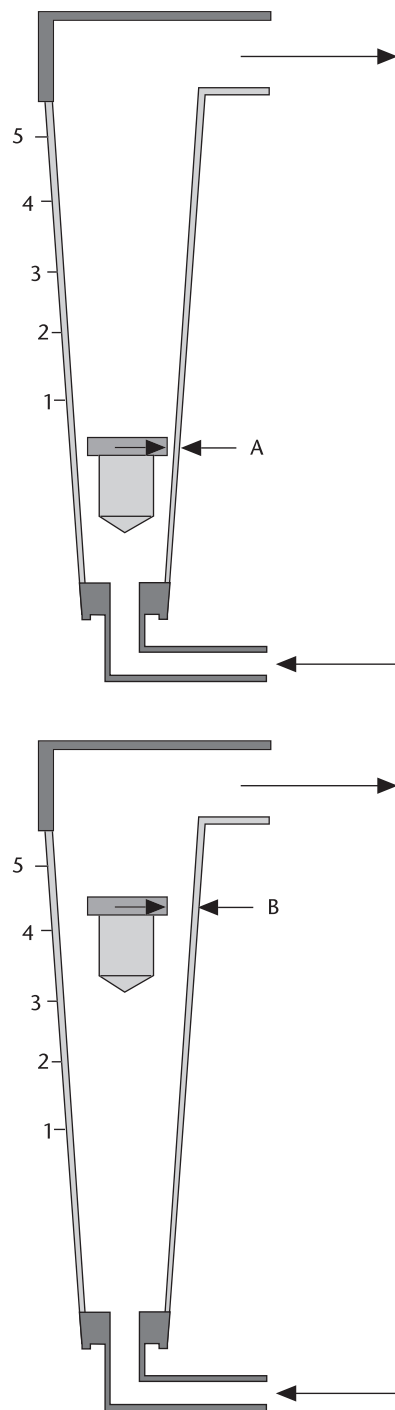
Een andere naam voor deze rotameters is flow-meters. Dit komt van het Engelse 'to flow', wat stromen betekent.

Figuur 2.2 toont een doorsnede van een rotameter. De rotameter bestaat uit een naar boven toe zich verwijdende glasbuis. Op de buis staat een maatverdeling in liters per minuut. Goed is te zien dat bij een lage gasuitstroom (A) de vrije ruimte tussen het tolletje en de gaswand klein is. Als er meer gas door de meter stroomt (B), zal het tolletje verder naar boven gaan. Het tolletje stijgt, totdat de opening tussen het tolletje en de glaswand groot genoeg is om al het gas door te laten.

De bovenkant van het tolletje geeft de gasflow aan. De rotameter van zuurstof is groen en die van lachgas is blauw. De meters zijn onderling niet verwisselbaar, omdat ze speciaal zijn afgesteld voor lachgas of zuurstof. De kleurcode is voor de veiligheid, zodat ze niet worden verwisseld.

Vlak voor de rotameters zitten fijnregelkranen. Hiermee kan nauwkeurig de hoeveelheid gas die door de rotameters stroomt, worden geregeld. Zo kan je de hoeveelheid van de zuurstof en het lachgas regelen en ook de verhouding tussen de twee gassen.

Fig. 2.2
Doorsnede van een
rotameter.



De hoeveelheid uitstromend gas wordt bepaald door:

- het lichaamsgewicht van het dier. Het dier is voor de voorziening van zuurstof tijdens de operatie volledig aangewezen op het aangeboden gasmengsel. Het is duidelijk dat een groot dier meer zuurstof nodig heeft dan een klein dier. Voor de meeste kleine huisdieren geldt dat ze per kilogram lichaamsgewicht per ademdeug 15 ml gassen aangeboden krijgen. Een hond van 20 kilo zal dus een ademvolume van $(20 \times 15 =) 300$ ml hebben.

Als je het ademvolume vermenigvuldigen met de ademfrequentie, krijg je het ademminuutvolume. Stel, de hond van 20 kilo heeft een ademfrequentie van 16 keer per minuut. Het ademminuutvolume is dan ($16 \times 300 =$) 4800 ml. Voor 100 % zuurstof moeten de flowmeters dus worden ingesteld op 4800ml per minuut

- het aangesloten anesthesiesysteem: de verschillende gashoeveelheden komen nog terug bij de behandeling van de anesthesiesystemen.

De verdamper

De vluchtige anesthetica worden aan de gasstroom toegevoegd door de verdamper. Deze verdamper is na de flowmeter gemonteerd. De ideale verdampers zijn zo gemaakt dat er per liter langstromend gas steeds een zelfde hoeveelheid damp wordt afgegeven. De hoeveelheid gas per minuut heeft hierop geen invloed.

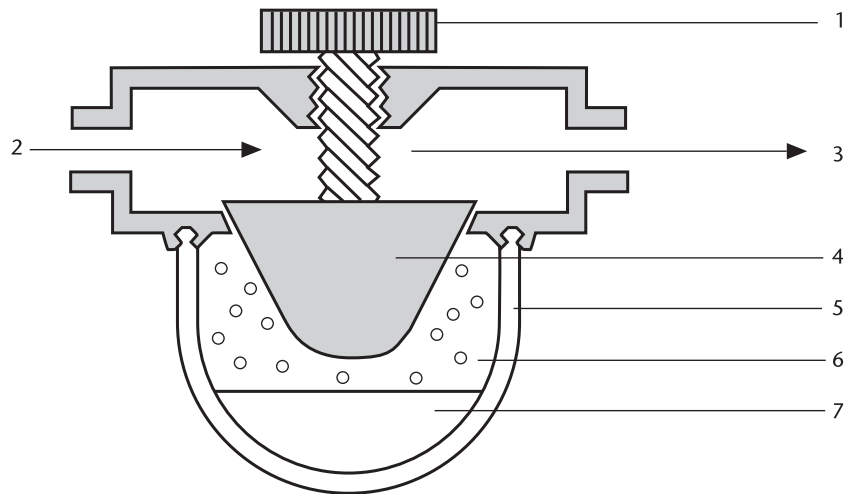
Op een schaal is direct het percentage narcosegas af te lezen. Dit percentage moet worden gecorrigeerd voor verschillende omgevingstemperaturen. Deze correcties kan je aflezen in een tabel die bij de verdamper hoort.

De meeste verdampers zijn grote, zware potten met een koperen mantel. Boven op de verdamper zit een knop, waarmee de dosering kan worden geregeld.

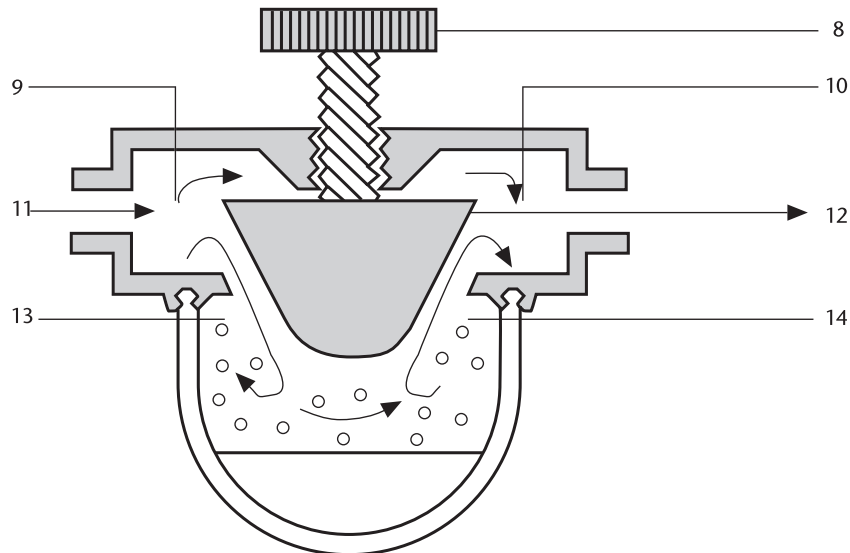
In figuur 2.3 wordt de werking van de verdampers uitgelegd. Als de doseerknop op 0% staat zal het gas dat vanaf de rotameter de verdamper in komt, onveranderd verder stromen. De pot waarin het anestheticum zit, is hermetisch afgesloten door de stop die aan de doseerknop vast zit. De damp wordt dus niet afgegeven aan het gas.

Fig. 2.3 Doorsnede van een gesloten en geopende verdamer.

Gesloten verdamer



Open verdamer



1. doseerknop
2. instromend gas
3. gas richting het systeem
4. stop
5. pot met anestheticum
6. damp
7. vloeibaar anestheticum
8. doseerknop opengedraaid
9. deel van het gas dat rechtstreeks naar het systeem gaat
10. deel van het gas dat via de anestheticumdamp loopt
11. gasmengsel dat richting het systeem gaat

Wanneer je de doseerknop een stukje opendraait, zal er damp van het anestheticum worden afgegeven aan het gas. Een deel van het gas neemt nu namelijk een weg door de pot met anestheticum. Het met anestheticum verzadigde gas komt weer bij

het deel van het gas dat rechtstreeks is doorgestroomd. Dit vormt samen het uitstromende gasmengsel waarin nu een bepaald gehalte aan anestheticum zit. Met de instelknop kan de hoogte van de stop worden gevarieerd. Hiermee wordt de concentratie van het anestheticum in het gas bepaald.

Bypass

Uit veiligheidsoverweging is er een bypass ingebouwd, om in noodgevallen 100% zuurstof te kunnen toedienen. In figuur 2.1 kan je dit zien. Op het moment dat de bypasskraan wordt opengedraaid, stroomt de zuurstof rechtstreeks het systeem in.

2.4 Verschillende anesthesiesystemen

Er zijn verschillende anesthesiesystemen verkrijgbaar die enigszins van elkaar afwijken. Voor alle systemen geldt echter een aantal basisregels.

Basisregels

Voor alle systemen gelden de volgende basisregels:

- Er moet altijd minimaal 30% zuurstof in het gasmengsel zitten.
- Er moet altijd minimaal 5 tot 7 ml zuurstof per minuut per kilogram lichaamsgewicht worden gegeven. Bij een hond van 20 kilo komt dit dus neer op minstens 100 ml zuurstof per minuut.
- Er moet rekening worden gehouden met het ademminuutvolume.
- De inhoud van de ademballon moet minstens twee- of driemaal het ademvolume van het dier kunnen bevatten. Dus voor een hond van 20 kilo moet dit dus (15 ml x 20 kg x 2 of 3) 600 tot 900 ml zijn.
- De ademweerstand van het systeem moet zo laag mogelijk zijn, zodat het zo min mogelijk moeite kost voor het dier.
- Voorkomen moet worden dat het dier telkens zijn eigen uitademingslucht weer inademt.

Onderdelen van de anesthesiesystemen

Een anesthesiesysteem bestaat uit de volgende onderdelen.

Ademballon

De ademballon is een zachte rubberen ballon. Deze ballon kan zonder veel weerstand worden opgeblazen. Het volume van de ballon moet worden afgestemd op het ademvolume van het dier.

Onderdrukventiel

Een overdrukventiel zorgt ervoor dat als de druk te hoog wordt, de gassen het systeem uit kunnen.

Harmonicaslanslang

Een harmonicaslanslang, ook wel volumeslang genoemd, is een soepele wijde rubberslang met een lage ademweerstand.

Anesthesiekap

Een anesthesiekap is een trechtervormige rubberen kap die over de snuit van het dier kan worden geplaatst. De kap moet zodanig afsluiten dat het dier alleen nog via de op de kap aangesloten slangen kan ademen. Voor verschillende maten dieren zijn dus verschillend maten kappen nodig.

CO₂-absorber

In de CO₂-absorber wordt het door het dier uitgeademde koolzuurgas gebonden. De uitgeademde lucht stroomt door een cilinder gevuld met kalkkorrels (sodalime). Door een chemische reactie binden deze korrels het CO₂ aan zich.

Doordat er een indicator aan de korrels is toegevoegd, treedt er een verkleuring op naarmate de korrels meer verzadigd raken. Als de korrels gaan verkleuren, moet de cilinder worden vervangen.

Gasaanvoer

De gasaanvoerslang wordt aangesloten op de toevoer van het mengsel met zuurstof, lachgas en het anestheticum.

One-way ventiel

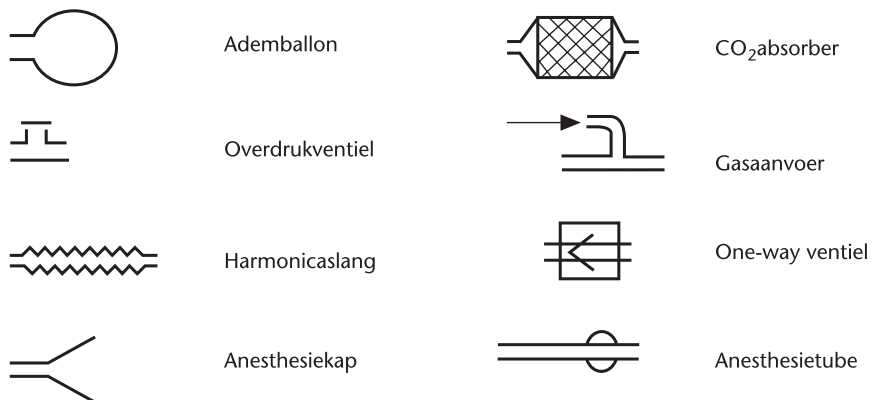
Het 'one-way' ventiel, ofwel eenrichtingsventiel, zorgt ervoor dat de gassen maar in één richting kunnen stromen. Hiermee is het bijvoorbeeld mogelijk om de uitademingslucht en de inademiningslucht te scheiden.

Anesthesietube

De anesthesietube (ook wel endotracheale tube) is een stevige rubberen of siliconen buis die in de luchtpijp van het dier kan worden geplaatst. De tube wordt via de keelopening, tussen de stemspleet door in de luchtpijp geplaatst. Rondom de tube zit een opblaasbaar ballonnetje, de zogenaamde *cuff*.

Na het plaatsen van de tube wordt de cuff met een spuitje zodanig opgeblazen, dat de ruimte tussen de tube en de tracheawand wordt afgesloten. Op deze manier wordt het dier gedwongen volledig door de tube te ademen. De cuff mag niet te strak worden opgeblazen, omdat door de druk een beschadiging van de tracheawand kan ontstaan.

Fig. 2.4
De bouwstenen voor gasanesthesiesystemen.



Open systemen

Voorbeelden van *open systemen* zijn de etherklok en het maskertje. De etherklok is eigenlijk een grote wekfles waarin een klein dier wordt gezet en een paar druppels ether worden gedaan. Deze methode werd wel gebruikt om kleine dieren als muizen en ratten te anestheseren.

Het maskertje is een soort conus die over de neus van het dier wordt geplaatst. Aan het uiteinde zit een gat waarover een in een anestheticum gedrenkte doek is gespannen. De lucht die het dier inademt, gaat door de doek. Dit is vergelijkbaar met de in chloroform gedrenkte wattenprop die in misdaadfilms vaak wordt gebruikt. In de buitenlucht, waarin het anestheticum is opgelost, zit overigens maar 20% zuurstof.

Er kleven veel nadelen aan de open systemen:

- er zit te weinig zuurstof in de inademingslucht
- de toegediende concentratie is niet te bepalen
- je kan niet direct beademen indien dit nodig is.

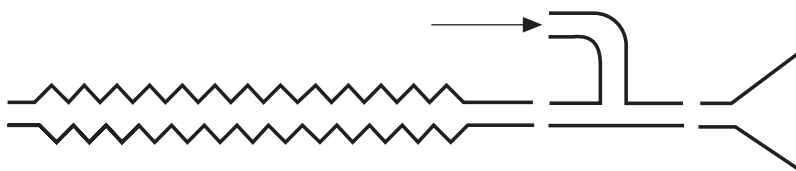
Een voordeel is dat het een hele goedkope manier van anestheseren is.

Halfopen systemen

Bij de *halfopen systemen* ademt het dier alleen vers gasmengsel in, de uitgedemde gassen worden niet meer gebruikt. Dit gasmengsel moet uiteraard 30% zuurstof bevatten. De hoeveelheid gas die moet worden aangevoerd is vrij groot (twee- tot driemaal het ademminuutvolume).

Dit systeem is niet geschikt voor grotere dieren, omdat de operatieruimte te snel vervuild zou raken. Bovendien is het een duur systeem, omdat er niets van de uitgedemde lucht wordt hergebruikt.

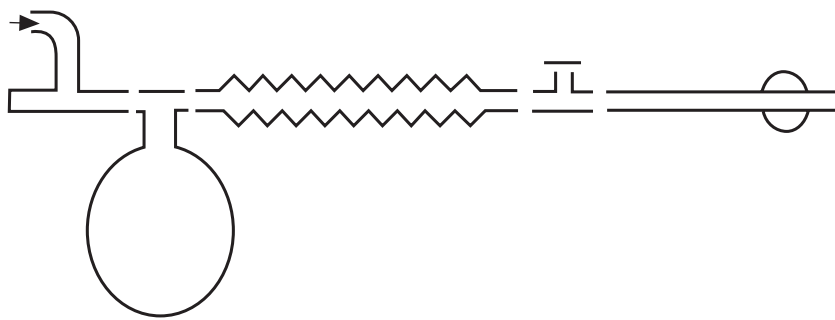
Fig. 2.5
Een halfopen systeem
voor de kleinste dieren.



In figuur 2.5 wordt een voorbeeld van een eenvoudig halfopen systeem voor dieren van minder dan 5 kilo gegeven.

Tussen iedere aanvoer van in- en uitademingslucht zit een pauze. In deze pauze wordt de harmonicaslang gevuld met vers aangevoerd gasmengsel. Deze duwt de uitademingslucht uit de slang. De inhoud van de slang moet minstens het volume hebben van een ademdeug, omdat anders het risico bestaat dat het dier buitenlucht gaat inademen. De gasaanvoer moet zo hoog zijn dat in de korte tijd van de adempauze de slang gevuld wordt. De gasaanvoer is twee- tot driemaal het ademminuutvolume.

Fig. 2.6
Een halfopen systeem
voor iets grotere dieren.

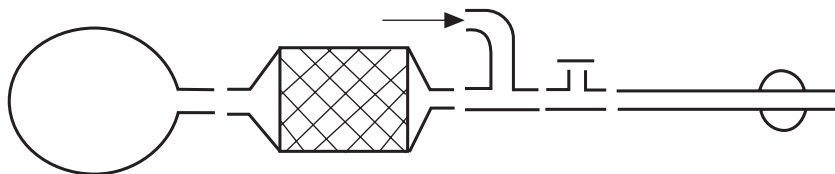


Een ander voorbeeld van een half open systeem staat getekend in figuur 2.6. Het systeem is geschikt voor dieren van 5 tot 10 kilo. Voor lichtere dieren is het niet geschikt, omdat het openen van het overdrukventiel enige kracht vergt. Het voordeel van dit systeem ten opzichte van het hiervoor besproken systeem is dat het een stuk minder verse gasaanvoer nodig heeft. De gasaanvoer is 0,7-1 keer het ademminuutvolume. Dit systeem spaart dus gas en anestheticum en het geeft minder verontreiniging van de omgeving. De besparing komt door het gebruik van de ademballon. Deze vult zich tijdens de uitademing met verse gassen, terwijl de uitademingsgassen door de tegendruk van het verse gasmengsel via het overdrukventiel naar buiten gaan. Deze vulling gaat door tijdens de adempauze, zodat de inhoud van de ballon ingeademd kan worden op het moment dat het dier weer gaat inademen.

Halfgesloten systemen

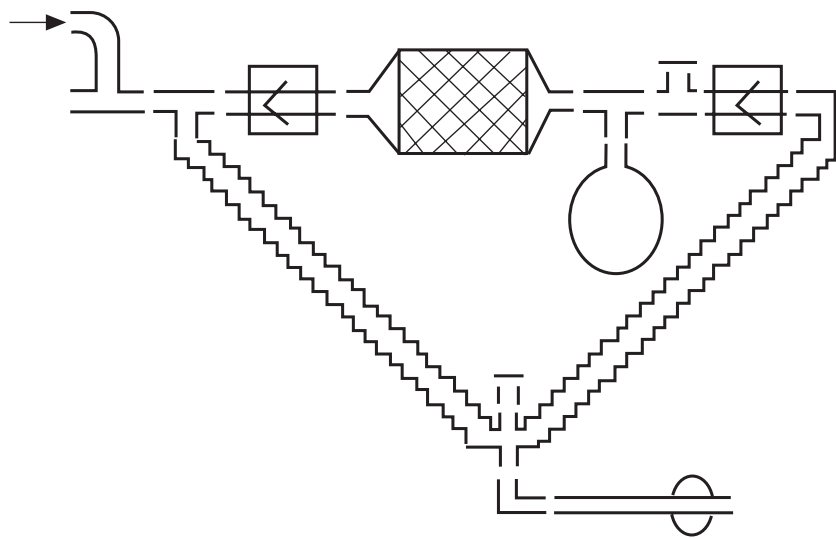
Bij *halfgesloten systemen* wordt een deel van de uitgeademde lucht hergebruikt. Om de CO₂ uit de uitademingslucht te halen, moet een CO₂-absorber worden gebruikt. Een deel van de zuurstof van de ingeademde lucht wordt gebruikt, zodat het zuurstofgehalte in de uitgeademde lucht lager is. Hierdoor moet het zuurstofpercentage in het vers aangevoerde gasmengsel minstens 50% zijn. Het voordeel van het halfgesloten systeem ten opzichte van de hiervoor besproken systemen is dat het verbruik van gassen en anestetica veel lager is. De gasaanvoer moet minimaal 0,5 maal het ademminuutvolume zijn. Het nadeel van deze systemen is de grotere dode ruimte en de grotere ademweerstand. In principe zijn deze systemen voor dieren van meer dan 15 kilo. Er zijn speciale babysets voor dieren van 5 tot 15 kilo.

Fig. 2.7
Een halfgesloten systeem
voor kleine dieren.



Het systeem in figuur 2.7 is geschikt voor dieren van 5 kilo (babyset) tot 75 kilo. Het dier ademt via een CO₂-absorber in en uit in een ademballon. Er worden voortdurend kleine hoeveelheden vers gas met zuurstof en anestheticum toegevoegd. Een deel van de uitgeademde lucht gaat via het overdrukventiel naar buiten. Het nadeel van dit systeem is dat een deel van de uitgeademde lucht niet door de absorber gaat en weer onzuiver wordt ingeademd.

Fig. 2.8
Een halfgesloten systeem
voor grotere dieren.



Een ander voorbeeld van een half gesloten systeem is het systeem in figuur 2.8. Dit systeem is geschikt voor dieren van 15 tot 150 kilo. Het dier ademt hier via de linkerslang in en via de rechterslang uit. Het voordeel is dat de uitgeademde lucht altijd goed door de absorber heen gaat, voordat het dier hem weer inademt. Een nadeel van dit systeem is dat het een behoorlijk grote ademweerstand heeft. Het is daarom ook niet geschikt voor kleine dieren.

Gesloten systemen

Bij *gesloten systemen* ademt een dier alle uitgeademde lucht weer gezuiverd in. Alleen de zuurstof en het anestheticum worden aangevuld. Omdat het een gesloten systeem is, mag er geen lachgas worden gebruikt. Het lachgas zou zich gaan ophopen en zo het zuurstofpercentage verlagen. Het systeem is alleen geschikt voor dieren boven de 10 kilo.

Het systeem is zelden volledig gesloten en mag alleen gebruikt worden onder nauwkeurige controle van de samenstelling van de inspiratoire en expiratoire ademgassen. Dit systeem zal veterinair niet vaak toegepast worden.

2.5 De anesthesie

In deze paragraaf lees je hoe je voor de operatie het anesthesie-apparaat controleert, hoe je de patiënt voorbereidt en hoe je de anesthesie beëindigt.

De voorbereidingen

Voor een anesthesie moet het apparaat worden gecontroleerd. Het is handig om daarbij een vaste volgorde aan te houden of om een soort checklist te maken.

Controleren van de gasflessen

Je begint met het controleren van de gasflessen. Je controleert of de flessen nog goed dicht zitten en ontluchten het regelventiel van de drukmeter. Deze hoort nu op nul te staan. Vervolgens sluit je de regelkranen.

Dan kijk je of de gasflessen nog vol genoeg zijn. Bij de zuurstoffles doe je dit door op de manometer te kijken. De fles met lachgas staat op een weegschaal die je kunt aflezen. Eventueel kan er vast een fles worden klaargezet, om snel te kunnen wisselen tijdens een operatie. De flessen worden opgedraaid met behulp van een speciale sleutel.

Vullen en controleren verdamper

Vervolgens wordt, als dat nodig is, de verdamper bijgevuld met anestheticum. Aan de hand van het schema van de fabrikant controleer je of de verdamper goed is afgesteld bij de huidige temperatuur. Kijk even of alle flow-meters goed functioneren en of de bypass werkt.

Zoek het gekozen systeem op of zet het in elkaar. Stem de maat van de onderdelen af op de grootte van de patiënt. Blaas ter controle de cuff van de tube even op.

Controle op lekkage

Controleer vervolgens het systeem op lekkage. Dit kun je doen door het overdrukventiel dicht te draaien en het systeem vol te blazen. Bij een lekkage zal de ademballon leeglopen. Als je goed stil bent, kun je de lekkage soms ook horen. Vergeet niet om het overdrukventiel weer half open te draaien.

Kleur van de sodalime

Controleer de kleur van de sodalime.

Infuusvloeistof en heparineoplossing

Zorg ervoor dat er infuusvloeistof klaar ligt in de stoof en ook heparineoplossing voor het doorspuiten van de branule.

Klaar maken patiënt

Voordat je een dier onder anesthesie brengt, doe je een preanesthetisch onderzoek. De patiënt wordt gepremediceerd en rustig weggelegd. Afhankelijk van de soort premedicatie en de reactie van het dier, wordt de patiënt na 15-30 minuten op tafel gelegd. Het is verstandig om een branule in een vene te plaatsen. Je kan dan eventueel een infuus aansluiten en in noodgevallen kan je snel iets toedienen.

De inleidende narcose wordt intraveneus toegediend. Als het dier buiten bewustzijn is, ga je intuberen.

Fig. 2.9
Met een lange lepel van de laryngoscoop kan de tong weggedrukt worden, waarna de tube tussen de stembanden door geschoven wordt.



Zorg dat alle benodigde spullen klaar liggen. Zoek een passende tube uit. Het liefst wil je een zo groot mogelijke tube gebruiken. Leg voor de zekerheid ook een maatje kleiner klaar.

Bespray de tube met siliconenspray. Doe dit boven de wastafel en niet boven de vloer. Mocht je namelijk morsen, dan wordt de vloer spiegelglad!

Spray wat lidocaïne op de stemspleet en achter in de keel. Dit is om hoest en kokhalsneigingen te voorkomen en om de tube makkelijker in te brengen.

Met een laryngoscoop wordt de glottis opgehouden. De tube wordt tussen de stembanden door de luchtpijp ingeschoven. Zorg dat de tube niet al te ver zit, anders is er de kans dat maar één long gebruikt wordt.

Met behulp van een spuit wordt de cuff opgeblazen, totdat er geen lucht meer langs de tube kan. Pas op dat je de cuff niet te hard opblaast. Door de druk kan dit schade veroorzaken in de luchtpijp.

Fig. 2.10
De endotracheale tube zit goed op zijn plaats.



Plaats een mondhoutje in de bek, zodat de tube niet kapot wordt gebeten. De bek wordt met een verbandje dichtgebonden. Via een koppelstukje sluit je de tube aan op het anesthesiesysteem. Via de flowmeters worden de juiste hoeveelheden zuurstof en lachgas ingesteld. Tevens stel je ook de verdamper goed in. De afstelling hangt mede af van de gewenste anesthesiediepte.

Tijdens de anesthesie controleer je regelmatig of de hoeveelheid zuurstof, lachgas en anestheticum nog toereikend is. De ademballon moet steeds ongeveer halfvol zijn. Kijk af en toe of de flowmeters nog goed staan afgesteld. Uiteraard is het ook zaak om de patiënt zelf goed in de gaten te houden.

Het beëindigen van de anesthesie

uitwassen Als de operatie tegen het einde loopt, begin je met het *uitwassen*. Dit gebeurt ongeveer zo'n 10 minuten voor het einde. De toevoer van het lachgas wordt dichtgedraaid en de zuurstoftoevoer wordt verhoogd. Dit is om de gasbalans in het bloed en de longen weer te herstellen. Eventueel wordt de toevoer van het anestheticum nog opengehouden. Deze wordt vlak voor het einde ook uitgedraaid. Na een minuut of 10 draai je de zuurstof dicht en koppelt meteen de patiënt af. Je laat de tube nog even zitten. De patiënt moet nu weer zelf gaan ademen.

slikreflex De tube verwijder je pas als de hond weer een beetje aan het bijkomen is en een *slikreflex* heeft. Dit kun je controleren door de tube een heel klein beetje te bewegen. Vergeet niet om eerste de lucht uit de cuff te halen, voordat je de tube verwijdert.

Met de speciale sleutel worden de gasflessen weer dichtgedraaid. Koppel de slangen af en maak ze even schoon. Soms wordt er een speciaal reinigingsmiddel geleverd door de fabrikant. Hang ze op om te drogen. Reinig de tube en berg alles weer netjes op.

2.6 Beademing

Als een patiënt tijdens een operatie niet of onvoldoende zelf in staat is om te ademen, moet er worden beademd. Het kan ook zijn dat de anesthesie zo diep is dat het ademcentrum is uitgeschakeld. Bij operaties in de borstholte zal je eveneens moeten beademen.

ademballon In noodgevallen kan je gebruikmaken van de *ademballon*. Door het overdrukventiel iets meer dicht te zetten (maar niet dicht!) en in de ballon te knijpen, kan je de patiënt beademen. Houd bij het beademen de normale ademfrequentie aan en zet er niet al te veel druk achter. De neiging bestaat om heel snel en hard te gaan beademen.

beademingsmachine Een andere manier is het gebruik van een *beademingsmachine*. Tijdens de beademing wordt een iets hogere druk gebruikt dan bij de normale ademhaling. Dit om ervoor te zorgen dat de longblaasjes zich goed ontplooiën. Als de druk echter te lang hoog gehouden wordt, verstoor je de doorbloeding in de vaten.

mond-op-neus-beademing Als je niet hebt geïntubeerd, kan je *mond-op-neus-beademing* toepassen.

2.7 Monitoren patiënt

Het is belangrijk om de patiënt goed in de gaten te houden tijdens de anesthesie. Regelmatig moeten een aantal essentiële functies worden gecontroleerd. Het mooiste is om een verslag te maken waarin alle bevindingen worden genoteerd.

Belangrijk om te controleren zijn:

- ademhaling: frequentie, diepte, type
- pols: frequentie, sterkte, type

-
- slijmvliezen: kleur, vochtigheid, CRT
 - temperatuur.

Behalve de persoonlijke controle is er ook een heel scala aan apparatuur die je kan gebruiken.

Meting van de ademhaling

De apparatuur die de ademhaling registreert, varieert sterk qua functies. Soms is er alleen een alarm dat afgaat als er een ademstilstand is. Andere apparaten meten veel meer (frequentie, ademminuutvolume, verhouding tussen in- en expiratie, beademingsdruk en het tidalvolume). Sommige apparaten geven waarschuwingen als één van de waarden een grens overschrijdt.

Meting van het kooldioxidegehalte in de uitademingslucht

Aan de hand van de CO₂-concentratie in de uitademingslucht kan je een indruk krijgen van de zuurgraad van het bloed. Dit is wel heel simpel uitgedrukt, maar het gaat wat te ver om het hele proces hier te beschrijven. Het apparaat wat de CO₂ in de uitademingslucht meet, heet een capnograaf.

ECG

Het elektrocardiogram registreert de elektrische activiteit van het hart. Het is een goede manier om eventuele ritmestoornissen te ontdekken. Een beperking van ECG is dat de elektrische activiteit niets zegt over de effectiviteit van de hartslag.

Pulse-oximeter

Dit apparaatje meet de perifere polsfrequentie en het zuurstofgehalte in het bloed. Het kan op de tong van de patiënt worden gezet.

2.8 Afsluiting

Na het lezen van dit hoofdstuk weet je wat inhalatieanesthesie inhoudt en wat de voor- en nadelen ervan zijn. Je hebt kennis gemaakt met de verschillende apparaten en systemen voor gasanesthesie. Tot slot weet je ook hoe je een patiënt op de anesthesie moet voorbereiden en hoe je de anesthesie moet beëindigen.

- Vragen 2.1**
- a Wat is het minimale percentage zuurstof dat in het gasmengsel moet zitten?
 - b Waarom mag er geen lachgas worden gebruikt bij een maagtorsie?
 - c Zou je bij een patiënt met hartritmestoornissen isofluraan of halothaan gebruiken?

- Vragen 2.2**
- a Welke kleur heeft de zuurstoffles en welke die van lachgas?
 - b Hoe bepaal je hoeveel lachgas er nog in de fles zit?
 - c Wat zijn manometers?
 - d Waartoe dienen reduceerventielen?

-
- Vragen 2.3**
- a Hoe groot moet de ademballon zijn?
 - b Waartoe dient de CO₂-absorber?
 - c Wat zijn de nadelen van een open systeem?
 - d Wat is het principe van een gesloten systeem?

- Vragen 2.4**
- a Hoe kun je controleren of het systeem lekt?

3 Lokale anesthesie en pijnbestrijding

Oriëntatie

Een van de vervelende dingen in het leven is pijn. Maar wat is pijn? Voor de één kan een splinter in z'n vinger al pijn doen, een ander moet eerst naar het ziekenhuis worden afgevoerd voordat hij het woord 'pijn' in z'n mond neemt. Pijn is dan ook een moeilijk te definiëren begrip. Vooral wanneer je het over dieren hebt, want hoe weet je of een dier pijn heeft?

Gelukkig is pijn in veel gevallen te bestrijden. In de dierenartspraktijk zullen zowel lokale anesthesie als analgetica gebruikt worden om pijn te bestrijden. Voor een heel aantal ingrepen zal gekozen worden voor een lokale verdoving, omdat de risico's hierbij kleiner zijn dan bij een systemische verdoving. Bij lokale verdoving wordt al snel gedacht aan een injectie in of rond het te verdoven gebied, maar je zult zien dat er meer mogelijk is op het gebied van lokale anesthesie.

3.1 Lokale anesthesie

Het is niet altijd nodig om een dier volledig onder anesthesie te brengen. Sommige ingrepen kunnen prima worden uitgevoerd onder plaatselijke verdoving. Eventueel kan het dier wat rustiger en handelbaarder worden gemaakt door sedatie.

Een lokale anesthesie, al dan niet in combinatie met een sedatief, is minder ingrijpend voor het dier dan een algehele anesthesie. Bij lokale anesthesie wordt een deel van het lichaam gevoelloos gemaakt. Het gebied wordt ongevoelig voor pijn-, druk-, temperatuur- en aanrakingsprikkel.

Het lokaal anestheticum

Een prikkel wordt door de zenuwen doorgegeven door middel van een depolarisatiegolf. Deze golf veroorzaakt een in- en uitstroom van ionen. Door kleine kanaaltjes gaan er natriumionen de cel in. Lokale anesthetica verhinderen tijdelijk de prikkeloverdracht langs de zenuwbanen. Hierdoor ontstaat een tijdelijke ongevoeligheid. Dit wordt bewerkstelligd doordat de wand van zenuwcellen minder permeabel is voor natriumionen. Hierdoor wordt de depolarisatiesnelheid van de zenuwcellen verlaagd en wordt de excitatiedrempel verhoogd.

Aan het einde van de 19de eeuw werd voor het eerst gebruikgemaakt van lokale anesthesie. Hiervoor werd cocaïne gebruikt. Cocaïne heeft echter de neiging zich op te hopen in het lichaam. Bovendien is hij toxisch bij inspuiting en werkt hij verslavend. Verder is cocaïne niet te steriliseren. Vanwege de vele ongewenste eigenschappen zijn er veiligere alternatieven ontwikkeld. De nu nog gebruikte lokale anesthetica (lidocaïne, procaïne en prilocaïne) zijn nog wel min of meer verwant aan cocaïne.

zout Om de lokale anesthetica beter oplosbaar te maken, worden ze meestal als *zout* aangeleverd. Om goed in het weefsel te kunnen doordringen, moeten ze oplosbaar

zijn in vet. Als ze niet oplosbaar zijn in vet, kunnen ze geen membranen passeren. De oplosbaarheid in vet hangt onder andere af van de pH. Bij een hoge pH lossen ze goed op in vet, bij een lage pH niet. Dit komt omdat ze bij een hoge pH niet geladen zijn. Aangezien de pH in een ontstekingsgebied laag is, zullen de lokale anesthetica hier niet goed werken.

adrenaline Door het toevoegen van *adrenaline* aan het lokale anestheticum kan de resorptie worden vertraagd. Adrenaline zorgt ervoor dat er vaatvernauwing optreedt. Hierdoor wordt het anestheticum minder snel in het bloed opgenomen en afgevoerd. De werking van het lokale anestheticum zal dus langer en intensiever zijn. Als je wilt dat het anestheticum versneld wordt afgevoerd, kan je hyaluronidase injecteren in het gebied. Hyaluronidase maakt de structuur van het weefsel losser. Hierdoor kan het lokaal anestheticum makkelijker worden afgevoerd.

Lidocaïne

Lidocaïne is het meest gebruikte lokale anestheticum. Hij heeft een goed en snel anesthetisch effect. Bij herhaald gebruik van lidocaïne kan accumulatie (stapeling) optreden, omdat lidocaïne heel langzaam wordt afgebroken in de lever. Lidocaïne verspreidt zich goed door het weefsel. Hierdoor is het ook goed geschikt voor de applicatie op slijmvliezen.

Procaïne

Procaïne werkt iets minder snel dan lidocaïne. Dit anestheticum heeft een minder lange werking en verspreidt zich minder goed door het weefsel. Hierdoor is procaïne ook niet geschikt voor het gebruik op slijmvliezen.

De toxiciteit is ongeveer gelijk. Doordat er van procaïne een hogere dosis nodig is, is het minder veilig in gebruik. Procaïne wordt redelijk snel afgebroken in het bloed en niet zoals lidocaïne in de lever. Hierdoor is hij geschikt voor gebruik bij leverpatiënten. Hij heeft ook niet de neiging zich op te hopen. Het anesthetisch effect is minder dan bij lidocaïne.

Procaïne kan niet worden toegepast op slijmvliezen. Soms kunnen door bepaalde stoffen die ontstaan bij de afbraak overgevoeligheidsreacties optreden.

Bijwerkingen

De werking van lokale anesthetica is weinig specifiek. Als er te veel van het lokale anestheticum wordt gebruikt, kunnen ook op onbedoelde plaatsen zenuwen worden geblokkeerd. Door uitschakeling van zenuwen in de hersenen kan het dier suf worden. Of als inhiberende zenuwen worden geblokkeerd, kan er een epileptische aanval optreden. Ook de ademhaling kan worden geremd. Het lokale anestheticum kan door beïnvloeding van het geleidingssysteem van het hart de hartfrequentie en de contractiekracht doen afnemen.

Deze bijwerkingen treden op als er een te hoge concentratie in het bloed ontstaat. Dit kan gebeuren door een overdosering of door het per ongeluk rechtstreeks in het bloed te spuiten. Controleer dus altijd even of je niet in een vat hebt geprikt, door eerst te aspireren voor je spuit.

De maximale dosering is 12 mg / kg.

Verschillende vormen van lokale anesthesie

Er zijn drie vormen van plaatselijke verdoving te onderscheiden:

- oppervlakteanesthesie
- infiltratieanesthesie
- geleidingsanesthesie.

Oppervlakteanesthesie

Bij een oppervlakteanesthesie wordt het anestheticum echt op een oppervlak toegepast. In de diergeneeskunde worden twee vormen van oppervlakteanesthesie gebruikt:

- sterke afkoeling van de huid
- lokale applicatie op de slijmvliezen.

Door het heel sterk afkoelen van een stuk huid, wordt dit stuk ongevoelig door de verminderde werking van de receptoren in de huid. De depolarisatie werkt nog wel, maar is zo traag dat hij niet meer wordt doorgegeven.

Door het opbrengen van een vloeibaar gas of een vluchtige vloeistof, wordt warmte aan de huid onttrokken door de verdamping. Voor dit doel kunnen onder andere koolzuurgas en ethylchloride worden gebruikt.

Slijmvliezen kunnen lokaal ongevoelig gemaakt worden door het opbrengen van een lokaal anestheticum. Op de huid werkt dit niet. Denk er ook aan dat alleen het slijmvlies verdoofd is en niet het onderliggende weefsel. Om de larynx ongevoelig te maken voor het aanbrengen van een tube wordt bijvoorbeeld lidocaïnespray gebruikt. In de oogheeskunde worden soms lidocaïnedruppels gebruikt om het slijmvlies van het oog te verdoven.

Infiltratieanesthesie

Bij infiltratieanesthesie wordt het anestheticum door injecties in een bepaald gebied ingebracht. Hierdoor worden de zenuweindjes ter plekke verdoofd. Deze techniek wordt onder andere gebruikt bij het hechten van een wond en het verwijderen van een wrat. De verdoving kan op een aantal manieren worden uitgevoerd:

- Het anestheticum kan in het gebied zelf worden ingespoten. Eventueel kan een preparaat met adrenaline worden gebruikt, zodat het anestheticum minder snel wordt afgevoerd en de werking langer aanhoudt.
- Er kan een cirkel van anestheticum rondom het gebied worden aangelegd. Eventueel kan je de werkingsduur weer verlengen door de toevoeging van adrenaline.
- Als het te verdoven gebied zich bevindt aan een extremiteit, kan je het gebied afsnoeren. Door een rubberen band wordt het gebied afgesnoerd. Intraveneus wordt vervolgens een lokaal anestheticum ingespoten. Via de lokale bloedvaten wordt het anestheticum verspreid in het gebied. Verdere verspreiding wordt voorkomen door de rubberen band. Deze techniek wordt niet zo vaak gebruikt. Een voorbeeld waarbij deze techniek nog wel eens gebruikt wordt, is de klauwamputatie bij het rund.

Welke methode gekozen wordt, hangt af van de grootte van de ingreep en de locatie van het operatiegebied. Om te bepalen hoeveel anestheticum er nodig is, mag je er vanuit gaan dat 1 ml lidocaïne (20 mg/ml) ongeveer 2 cm² verdooft tot een diepte

van een centimeter. Bij het zetten van streepvormige verdovingen houd je aan dat voor elke cm 1 ml nodig is. Aan weerszijden van de verdoving is dan 1 cm ongevoelig. Houd er rekening mee dat de maximale dosis 12 mg/kg is.

Het nadeel van vorenstaande methoden is dat de aanwezigheid van het lokale anestheticum de genezing van een wond kan vertragen. Door de toevoeging van adrenaline wordt dit nog eens extra vertraagd.

adrenaline Het toevoegen van *adrenaline* heeft als voordeel dat de wond minder bloedt en dat het operatiegebied zo overzichtelijker blijft. Het kan er ook voor zorgen dat de wond na de operatie nog een tijd lang minder gevoelig is. Erg belangrijk om te weten, is dat adrenaline nooit in smalle lichaamsdelen gebruikt mag worden, zoals vingers of staarten. Door de vasoconstrictie kan het gebeuren dat de bloedtoevoer zo wordt verstoord dat het lichaamsuiteinde afsterft.

Geleidingsanesthesie

Door een depot van anestheticum te leggen om zenuwen die een bepaald gebied verzorgen, kan het gebied ongevoelig worden gemaakt. Deze methode wordt veel gebruikt bij kreupelheidsdiagnostiek bij het paard. Hierbij wordt een steeds groter gebied verdoofd om uit te zoeken waar de kreupelheid zich bevindt. De methode wordt ook gebruikt voor het verdoven van een rund bij een keizersnee of voor het verdoven bij het onthoornen.

Hoe hoger de dosering die om de zenuw wordt gespoten, des te meer uitval in het verzorgingsgebied van de zenuw. In een zenuw lopen namelijk verschillende soorten vezels. Sommige verzorgen de informatieoverdracht uit het gebied naar het centrale zenuwstelsel, zoals pijn, temperatuur en druk. Andere vezels zorgen voor informatieoverdracht naar het gebied toe en zorgen zo bijvoorbeeld voor het samentrekken van spieren of bloedvaten.

Dunnere vezels vallen eerder uit dan dikkere vezels. Als de dosis van het anestheticum maar hoog genoeg is, zullen uiteindelijk alle vezels uitvallen. Achtereenvolgens zullen in het gebied eerst de pijn- en temperatuurswaarneming verdwijnen. Daarna verdwijnen de druk- en tastzintuigen en uiteindelijk zullen de spieren verlamd raken.

Twee bijzondere vormen van geleidingsanesthesie zijn:

- paravertebrale anesthesie
- epidurale anesthesie.

Paravertebrale anesthesie

Bij paravertebrale anesthesie worden de grote zenuwbundels verdoofd op het punt waar ze uit de wervelkolom naar buiten komen. Hierdoor kunnen grote gebieden in één keer worden verdoofd. Deze techniek wordt onder andere gebruikt bij de keizersnee van een rund.

Epidurale anesthesie

Bij de mens wordt epidurale anesthesie ook wel ruggenprik genoemd. Bij deze techniek wordt een anestheticumdepot aangelegd rond de grote zenuwen die uit het ruggenmerg ontspringen. Alleen worden de zenuwen nu niet buiten de wervelkolom en elke zenuw apart verdoofd. Bij de epidurale anesthesie wordt het anestheticum in de epidurale ruimte gespoten.

Fig. 3.1
Plaats van de lokale
verdooving bij het
onthoornen van een rund.

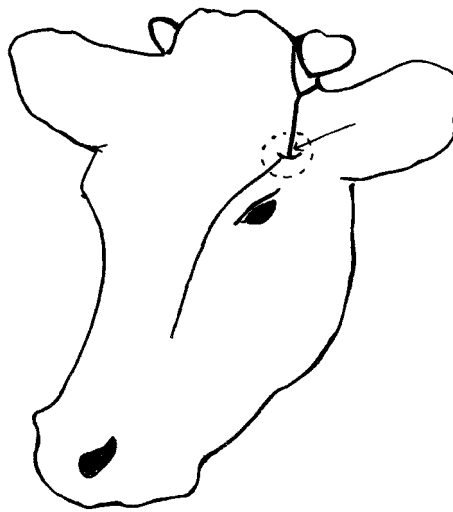
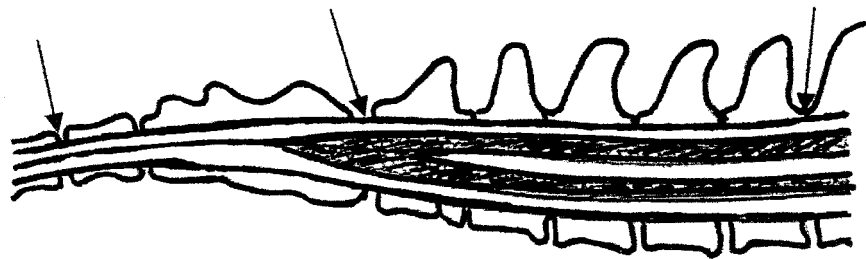


Fig. 3.2
Plaatsen voor epidurale
anesthesie bij het rund.



De epidurale ruimte ligt tussen de periostbekleding van de ruggenwervels en de dura mater. Als er in de subarachnoïdale ruimte (tussen de dura mater en de pia mater) wordt gespoten, wordt er gesproken van subarachnoïdale anesthesie.

Meestal worden de openingen tussen de laatste lumbale wervel en de eerste sacrale wervel, tussen de laatste sacrale wervel en de eerste staartwervel of tussen de eerste en de tweede staartwervel gebruikt om de ruggenprik toe te dienen.

Het anestheticum kan niet door de dura mater heen. De dura mater gaat op de plaats waar de zenuwen het ruggenmergkanaal verlaten over in het epineurium. Dit is de bekleding om de zenuwen heen. Het anestheticum kan wel door het epineurium, dus op deze plaats begint de verdoovende werking.

De epidurale ruimte is vrij klein. Daarom moet je oppassen dat er niet te hoog gedoseerd wordt. Het anestheticum zal dan meer naar voren gaan en kan de zenuwen die de ademhalingspijpen enerveren, uitschakelen.

Wanneer het anestheticum in de subarachnoïdale ruimte in de liquor wordt gespoten, worden de zenuwen van het ruggenmerg direct uitgeschakeld. Er treedt een totale uitval van de sensibele en motorische innervatie van de achterhand op.

Het voordeel van epidurale anesthesie is dat er maar heel weinig anestheticum nodig is om een relatief groot gebied te verdooven. Het is wel een techniek die de benodigde anatomische kennis vereist.

Risico's van lokale anesthesie

Lokale anesthesie is minder ingrijpend en heeft minder risico's dan algehele anesthesie. Maar er kunnen wel een aantal complicaties optreden.

afsterven

Je hebt al gelezen dat een lokaal anestheticum nooit in een smal lichaamsuiteinde mag worden gebruikt vanwege het gevaar van *afsterven*.

overdosering

Een ander risico is *overdosering*. Dit kan gebeuren doordat er een te hoge dosis wordt ingespoten, maar ook doordat er per ongeluk in een bloedvat wordt gespoten. Ook het te snel loshalen van de rubberen band bij een afgesnoerd lichaamsdeel kan ervoor zorgen dat de concentratie te hoog wordt.

Een overdosering uit zich in sufheid, ademhalingsproblemen, stuip trekken en een sterke daling van de bloeddruk.

3.2 Pijnbestrijding

Wat is pijn eigenlijk? Als je het woordenboek erop naslaat, word je niet veel wijzer: pijn is lichamelijk of geestelijk lijden. Pijn is een onaangename gewaarwording en wordt in verband gebracht met de beschadiging van weefsel. Pijn ontstaat door een prikkeling van zenuwen, door druk, temperatuur en chemische stoffen. De zenuwen geven via het ruggenmerg het pijnsignaal door naar de hersenen.

Pijn is een heel moeilijk begrip. Als een mens pijn heeft, zal hij of zij dit vertellen. Bij een dier kun je pijn slechts opmaken uit het gedrag. De ene mens ervaart pijn heel anders dan de andere mens, de pijngrens kan erg verschillen. Ook bij dieren zijn grote verschillen en dat maakt het nog moeilijker om te beoordelen of het dier pijn heeft. Een koudbloedig paard zal een ernstige koliek meestal veel minder tonen dan een warmbloedige arabier.

Om te bepalen of en in welke mate een dier pijn heeft, kan je op de volgende dingen afgaan:

- betrek de situatie op jezelf. Zou jij in de toestand van de patiënt pijn hebben?
- het gedrag van het dier. Vaak is dit beter te beoordelen door de eigenaar, omdat deze het normale gedrag van de patiënt kent.
- de mate van trauma en de locatie van de trauma. Het is aannemelijk dat een grote wond meer pijn geeft dan een kleine. Bot- en gewrichtoperaties zijn bijvoorbeeld over het algemeen zeer pijnlijk.

Er wordt onderscheid gemaakt tussen verschillende pijnen. Een acute en scherpe pijn wordt door andere zenuwen overgebracht dan een chronische en doffe pijn. Als een acute pijn wordt gevoeld, zal er meteen een ontwijkende reflex tot stand komen. Dit heeft een beschermende functie. Als je je vingers in het vuur steekt, krijg je onmiddellijk het signaal om ze weer uit het vuur te trekken. Of als een dier een poot breekt, zal het er niet meer op gaan staan.

Bij beschadiging van weefsel komt er arachidonzuur vrij, dat door het enzym cyclo-oxygenase wordt omgezet in prostaglandine E. Dit prostaglandine E veroorzaakt pijn en kan een golf van ontstekingsreacties in gang zetten.

Diagnose pijn

Vaak kan de eigenaar het beste bepalen of een dier pijn heeft. Als het dier in de dierenartsenpraktijk is, kan het beeld vertekenend zijn. Een kat kan heel teruggetrokken in een hoekje gaan zitten van de pijn, maar ook uit angst. Of juist andersom. Een drukke hond kan door alle opwinding de pijn helemaal vergeten.

Dingen die op pijn kunnen duiden, zijn:

- verminderde/geen eetlust en minder/niet drinken (turgor)
- verminderd poetsgedrag (bij de kat)
- janken, mauwen, piepen
- agressieve reactie bij benaderen en aanraking
- kreupelheid, knijpen met oog (bij lokale aandoeningen)
- in elkaar gedoken zitten
- rollen, slaan (paard).

Er zijn ook een aantal fysiologische parameters voor pijn:

- opengesperde ogen en wijde pupillen
- verhoogde hartfrequentie
- verhoogde ademhalingsfrequentie
- wisselende bloeddruk
- haren die overeind staan
- verhoogde temperatuur, zweten
- verhoogde spiertonus.

shock Pijn kan zo erg zijn dat er extreme lichamelijke reacties optreden. Dit verschijnsel noem je *shock*. In het eerste geval kan een dier door die extreme reacties doodgaan.

Pijnbestrijding kan dus echt noodzakelijk zijn. Vooral voor jonge en kleine dieren kan pijn ernstige gevolgen hebben. Dieren in shock krijgen koude extremiteiten (poten, oren, staart), bleke slijmvliezen, trage CRT en een zwakke snelle pols.

Door pijn treedt ook een verzwakking van het immuunsysteem op, waardoor eerder infecties optreden.

waarschuwingsfunctie

Behalve dat pijn schadelijk is, heb je ook gezien dat het een *waarschuwingsfunctie* heeft. Het is dan ook niet altijd verstandig pijnstillers te geven. Als je wilt dat een dier bijvoorbeeld zijn poot ontlast, is het handig als het dier een seintje krijgt dat die poot niet mag worden gebruikt. Als je bij zo'n patiënt pijnstillers geeft, kan het zijn dat het dier de poot te veel gaat belasten. Aan de andere kant wil je een dier ook zo min mogelijk pijn laten hebben. Het is dan afwegen wat de beste keus is.

Analgetica

Je weet al wat over de werking van verschillende pijnstillers. Het lichaam kan overigens ook zelf voor pijnstillers zorgen. De stoffen hebben een op morfine lijkende werking.

opoïde analgetica

De *opoïde analgetica* worden gebruikt bij ernstige pijn, bijvoorbeeld tijdens en na een operatie. Ook worden vaak combinaties met sedativa gebruikt als narcosemiddel. De opoïde analgetica grijpen aan op verschillende receptoren van het centrale zenuwstelsel.

niet-opoïde analgetica

Niet-opoïde analgetica worden gebruikt bij de bestrijding van lichte en matige pijn. Onder de niet-opoïde analgetica vallen onder andere de *NSAID's* en paracetamol. De werking van de meeste NSAID's is er waarschijnlijk op gericht om het enzym cyclooxygenase te remmen en zo de vorming van prostaglandine E tegen te gaan.

3.3 Afsluiting

Het begrip pijn is moeilijk te definiëren. Een dier kan het niet zeggen wanneer hij ergens pijn heeft. Vaak kun je echter toch inschatten of een dier pijn heeft. In veel gevallen is de pijn te bestrijden. Daarvoor worden in de dierenartspraktijk lokale anesthesie en analgetica gebruikt. Lokale verdoving is minder risicovol dan een systemische verdoving.

- Vragen 3.1**
- a Welke prikkels worden er uitgeschakeld bij lokale anesthesie?
 - b Hoe werkt een lokaal anestheticum?
 - c Wat was het eerste lokaal anestheticum?
 - d Welk effect heeft hyaluronidase?
 - e Heb je meer of minder procaine nodig om een zelfde effect te bereiken met procaine als met lidocaïne?
 - f Wat is de maximale dosering voor lidocaïne?
 - g Waardoor koelt de huid af na het opbrengen van ethylchloride?
 - h Hoeveel centimeter wordt er aan alle kanten van 1 ml lidocaïne verdoofd?
 - i Welke waarnemingen verdwijnen eerst: pijn en temperatuur of druk en tast?
 - j Waarvoor wordt paravertebrale anesthesie gebruikt?
- Vragen 3.2**
- a Noem 3 factoren om te bepalen of een dier pijn heeft.
 - b Is de stelling 'pijn is niet gevaarlijk' waar of niet waar?
 - c Welke 2 hoofdgroepen pijnstillers ken je?

Trefwoordenlijst

α 2-agonisten 14

A

ademballon 31
ademballon 38
adrenaline 44
analgesie 14
analgetische stadium 15
anesthesiekap 32
anesthesietube 32
asfytische stadium 16
atropine 15

B

barbituraten 16
beademingsmachine 38
benzodiazepines 14

C

chirurgisch stadium 16
CO₂-absorber 32
cuff 32

E

epidurale anesthesie 44
excitatiestadium 15

G

gasaanvoer 32
gasanesthesie 12
gesloten systemen 35

H

halfgesloten systemen 34
halfopen systemen 33
harmonicaslant 31

I

inductie 15
infiltratieanesthesie 43
injectie-anesthesie 12

K

ketamine 17

L

lidocaïne 42
lokale anesthesie 9

M

major tranquilizers 15
manometers 26
minor tranquilizers 14
mond-op-neus-beademing 38

N

narcose 9
neuroleptica 15
niet-opoïde analgetica 47
NSAID's 47

O

onderdrukventiel 31
one-way ventiel 32
open systemen 33
opoïde analgetica 47
oppervlakteanesthesie 43
overdosering 46

P

paravertebrale anesthesie 44
pentobarbital 22
premedicatie 13
procaïne 42
propofol 17

R

reduceerventielen 26

S

sedatie 9, 13
sedativa 14
shock 47
slikreflex 38

T

T61 22
tiletamide 18
tolerantiestadium 16

U
uitwassen 38

V
verslikpneumonie 10