

FACULTEIT
DIERGENEESKUNDE
accredited by CAVE


leperse Dierenartsenkring 06/10/2021

INHALATIEANESTHESIE

DE HOEKSTEEN VAN GEBALANCEERDE ANESTHESIE

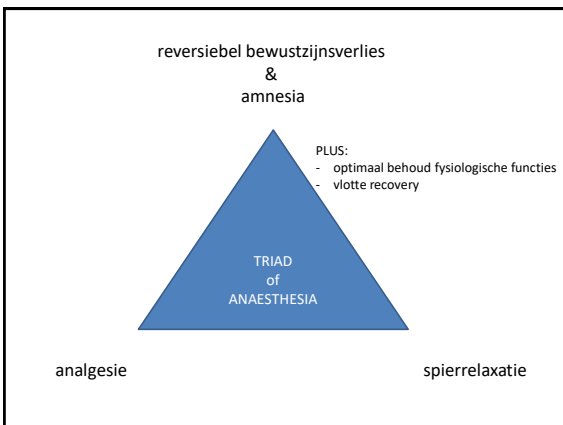
Dr. Tim Bosmans, PhD, DVM, ECVAA residency trained
Prof. Dr. Ingeborgh Polis, PhD, DVM

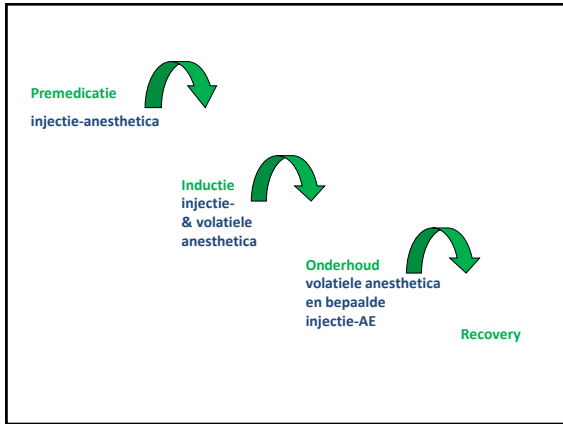
Anesthesie & Intensieve Zorgen
Vakgroep Kleine Huidieren
Universiteit Gent



DEEL 1:

PRINCIPES VAN GEBALANCEERDE ANESTHESIE





- | | |
|--|---|
| <p>Premedicatie</p> <ul style="list-style-type: none"> • sedatie • anxiolyse • dosisreductie • spierrelaxatie • analgesie! | <p>Onderhoud</p> <ul style="list-style-type: none"> • makkelijk aanpasbaar • snelle recovery • analgesie! |
| <p>Inductie</p> <ul style="list-style-type: none"> • snel • goedkoop • kortwerkend • weinig neveneffecten • snelle intubatie | <p>Recovery</p> <ul style="list-style-type: none"> • eerste 3 uur na anesthesie • zeer belangrijke periode |

- Injectie anesthesie** versus **Inhalatie anesthesie**
- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • goedkoop • weinig materiaal • geen steady state concentratie • tuning anesthesie is moeilijk • trage recovery • metabolisatie! • cardiorespiratoire depressie • analgesie (sommige produkten) | <ul style="list-style-type: none"> • investering • know how app • steady state concentratie • tuning anesthesie is makkelijk • snelle recovery • beperkte metabolisatie • cardiorespiratoire depressie • geen analgesie op zich • pollutie |
|--|---|
- ~~RISICOLOZE ANESTHESIE~~

keuze anesthesieprotocol

- afhankelijk van:

- toestand patiënt (ASA-classificatie)
- leeftijd dier (neonaten/pediatrische en geriatrische patiënten)
- aard + duur van chirurgische ingreep of diagnostische procedure
- betrokken orgaansysteem

een universeel
bruikbaar
protocol
bestaat niet!

Vorbereiding van de anesthesie

ANAMNESE

PRE-ANESTHETISCH
ONDERZOEK



RISICO-ANALYSE VOOR
ANESTHESIE
ASA classificatie

ASA schaal	fysische beschrijving	voorbeelden
1	gezond	ovariohysterectomie of castratie
2	milde systemische aandoening, normale functie	gecontroleerde DM, milde hartklep insufficiëntie
3	ernstige systemische aandoening met gelimiteerde functie	radiusfx met pulmonaire contusie, symptomatische hartaandoening
4	ernstige systemische levensbedreigende aandoening	sepsis, orgaanfalen, FLUTD, maagdilatie/volvulus (MDV)
5	stervende, 24h overleving weinig waarschijnlijk zonder chx	multipel orgaan falen, ernstige shock, ernstig trauma, gevorderde MDV
E	spoed	

CEPSAF risico analyse

- Confidential Enquiry into Perioperative Small Animal Fatalities (Brodgelt et al. 2008)
- **gezond (ASA 1-2):**
 - hond: 0.05%
 - kat: 0.11%
 - konijn: 0.73%
- **ziek (ASA 3-5):**
 - hond: 1.33%
 - kat: 1.4%
 - konijn: 7.37%
- **overall:**
 - hond: 0.17%
 - kat: 0.24%
 - konijn: 1.39%

PREMEDICATIE IN FUNCTIE VAN VERDERE INHALATIE ANESTHESIE

Richtlijn (niet sluitend of algemeen toepasbaar)! premedicatie gebaseerd op ASA-classificatie patiënt

	Hond	Kat
ASA 1	ACP + opiaat alpha ₂ + opiaat	ACP + opiaat alpha ₂ + opiaat
ASA 2	ACP + opiaat	ACP + opiaat
ASA 3	ACP + opiaat (CV ok) opiaat + benzodiazepine	ACP + opiaat (CV ok) opiaat + benzodiazepine benzodiazepine + ketamine
ASA 4	opiaat + benzodiazepine	benzodiazepine + ketamine opiaat + benzodiazepine opiaat
ASA 5	premedicatie nodig? benzodiazepine (co-inductie)	premedicatie nodig? benzodiazepine (co-inductie)

Premedicatie voor electieve ingrepen

- dexmedetomidine (1-10 µg/kg IV/IM)
- medetomidine (2-20 µg/kg IV/IM)
- +
- methadon (0.1-0.3 mg/kg IV/IM)
pijnlijke ingreep
- buprenorphine (10-20 µg/kg IV/IM)
minder pijnlijke ingreep
- butorphanol (0.1-0.4 mg/kg IV/IM)
niet pijnlijke ingreep

Premedicatie voor electieve ingrepen

- acepromazine (5-10 µg/kg IV/IM)
- +
- methadon (0.1-0.3 mg/kg IV/IM)
pijnlijke ingreep
- buprenorphine (10-20 µg/kg IV/IM)
minder pijnlijke ingreep
- butorphanol (0.1-0.4 mg/kg IV/IM)
niet pijnlijke ingreep

Premedicatie voor >ASA 3

- meestal beperkt tot het gebruik van opiaten
 - methadon 0.1-0.3 mg/kg IV/IM
 - fentanyl 3-5 µg/kg IV/IM
- kan gecombineerd worden met:
 - midazolam 0.2-0.5 mg/kg IV
 - let op! nooit alleen geven
- preoxygenatie sterk aan te raden!
- minder sterke sedatie, dus hogere dosis inductiemiddel

INDUCTIE IN FUNCTIE VAN VERDERE INHALATIE ANESTHESIE

Inductie

- geen specifieke restrictie naar keuze inductiemiddel toe
- voorkeur gaat naar intraveneuze toediening
- **snel en kortwerkend**, doel is intubatie
- minimale cardiorespiratoire effecten
 - inductie-apnee!
 - bloeddrukdaling, bradycardie
- toediening steeds op effect!

Inductie

- opties:
 - **propofol**:
 - niet-cumulerend (hond), kortwerkend, wél cardiorespiratoire onderdrukking, steeds op effect
 - **alfaxalone**:
 - niet-cumulerend, kortwerkend, weinig tot geen cardiovasculaire onderdrukking, meestal volledige dosis nodig
 - **ketamine**:
 - minder interessant voor korte ingrepen met inhalatie anesthesie omwille van de werkingsduur

Onderhoud

- na endotracheale intubatie
- isofluraan of sevofluraan
- verdampt in zuurstof of zuurstof/medische lucht
- via een ademsysteem (zie deel 3):
 - rebreathing cirkel systeem (met CO₂-absorber)
 - non-rebreathing systeem (zonder CO₂-absorber)

Onderhoud

- herinner begrip 'gebalanceerde anesthesie'
- dus steeds in combinatie met:
 - premedicatie
 - intra-operatieve analgesie
 - monitoring van de anesthesiediepte!
- een gebalanceerd protocol zorgt voor reductie van het onderhoudsanestheticum

DEEL 2: ONDERDELEN ANESTHESIETOESTEL

- anesthesietoestel:
 - dragergas(sen)
 - (drukmeter & -ontspanner)
 - flowmeter(s)
 - verdamper
 - Common Gas Outlet (CGO)
 - ventilator & compressor
 - ademsysteem





Dragergassen

- “dragen” het volatiel anestheticum
 - medische O₂
 - medische lucht
 - (lachgas)
- combinaties mogelijk (minstens 33% FiO₂)
 - O₂ + lucht
 - (O₂ + lachgas)

Kleurcodering voor medische gassen

	USA	ISO
Carbon Dioxide	Grey	Grey
He-O ₂	Brown and Green	Brown and White
Medical Air	Yellow	Black and White
Nitrogen	Black	Black
Nitrous Oxide	Blue	Blue
O ₂ -He	Green and Brown	White and Brown
Oxygen	Green	White
Vacuum (Suction)	White	Yellow
WAGD (EVAC)	Purple	Purple



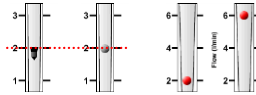
medische zuurstof

O₂-concentrator:

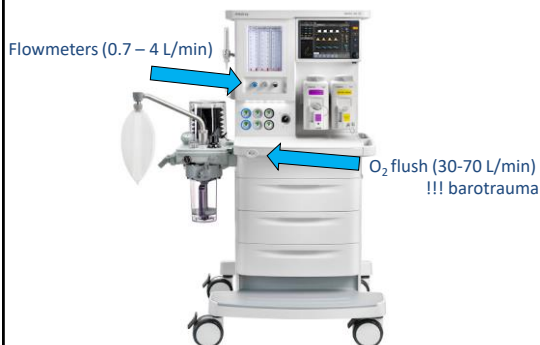
- O₂ conc 90-95%
- flows tot 5L/min
- max. druk 0.7 bar
- NIET geschikt voor aandrijving ventilators

medische zuurstof

- metabolisme: 2-7 mL/kg/min
- > 33% tijdens anesthesie
- flowmeter setting is afhankelijk van het type ademsysteem en de fase van de anesthesie (zie verder)
- flowmeter aflezen



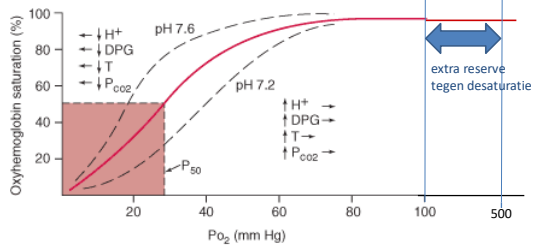
medische zuurstof



effect van preoxygenatie tijdens inductie

GEEN preoxygenatie	WEL preoxygenatie (5 minuten)
$FiO_2 = 21\% \rightarrow$ alveolair = 14%	$FiO_2 = 80\% \rightarrow$ alveolair = 74%
$P_AO_2 = 0.14 \times (760-47)$ = 100 mmHg	$P_AO_2 = 0.74 \times (760-47)$ = 527 mmHg
$P_aO_2 = 90-100$ mmHg	$P_aO_2 = 500$ mmHg

effect van preoxygenatie tijdens inductie

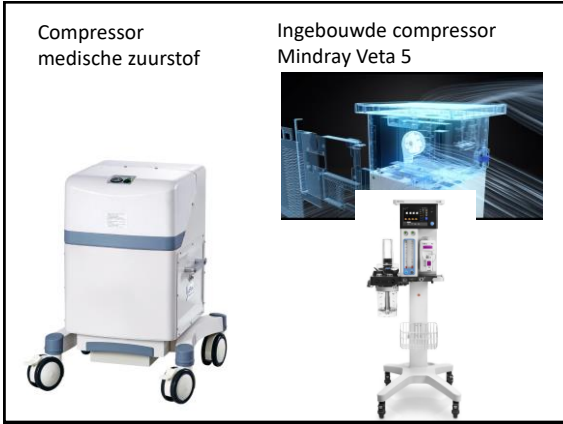


O₂ toxiciteit

- 100% zuurstof is meestal niet nodig en kan problemen veroorzaken:
 - absorptie-atelectase (distale longdelen)
 - door lucht bij te geven
 - vrije zuurstofradicalen
 - schade aan celmembranen
 - maximale O₂ concentratie/tijd:
 - 100% < 24 u
 - 60% < 48 u
 - < 50% veilig

Medische Lucht

- gefilterde perslucht
 - 79% N₂
 - 21% O₂ !!! < 33%
 - goedkoop
 - altijd samen met medische O₂
 - FiO₂ controleren naar 40 – 60%
 - indien geen gasmeting, best meer O₂ dan lucht geven in L/minuut
 - uitgangsetting: 0.5 L/min O₂ + 0.3 L/min lucht

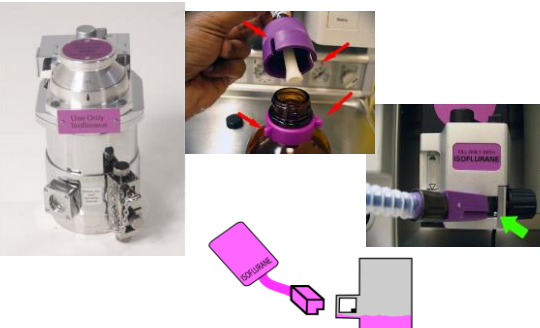


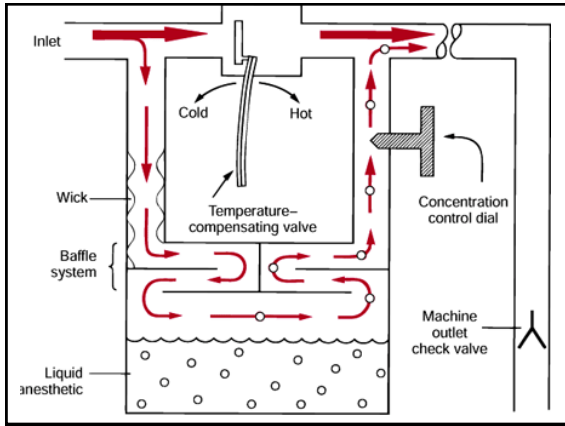
Verdamper & volatiele anesthetica

- isofluraan, sevofluraan
- toegediend via plenum-verdampers
- verdamper = inhalatie-anestheticum specifiek
- verdamper om de 2-3 jaar laten hercalibreren of gasmeting via monitor
- verdamper steeds in horizontale positie houden



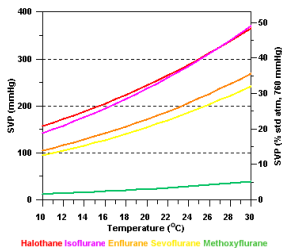
Volatiele anesthetica

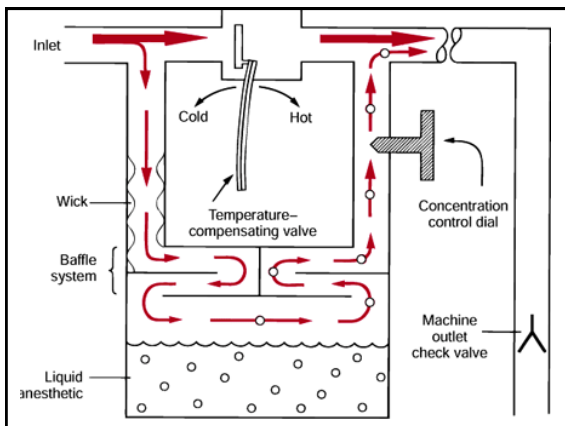




Verdamper inhalatie AE specifiek

- verschillen dampdruk ngl anestheticum
- dampdruk: temperatuur afhankelijk





Verdamper problemen

- verkeerd anestheticum
- overvulling
- kantelen tijdens transport
- schuin gemonteerd
- leeg
- bijvulopening niet gesloten
- te koud

Volatiele anesthetica

- Minimum **Alveolaire** Concentratie (MAC)
 - minimale alveolaire concentratie volatiel anestheticum nodig opdat 50% populatie niet reageert op een supramaximale pijnprikkel
 - diersoort afhankelijk:
 - hond isofluraan: 1.3-1.4 %
 - kat isofluraan: 1.5-1.6 %
 - **MAC = dosis van het anestheticum, steeds te aftoetsen tegenover de eind-tidale concentratie**

Volatiele anesthetica

- Minimum **Alveolaire** Concentratie (MAC)
 - klinisch 1.2-1.5 MAC nodig voor chirurgie, wanneer **enkel inhalatie anesthesie** gebruikt wordt
 - **!!! verlaging MAC door gebalanceerde anesthesie !!!**
 - premedicatie
 - gebruik van intra-operatieve analgesie
 - locoregionale analgesietechnieken
 - opiaat analgesie
 - lidocaine CRI
 - ketamine boli of CRI

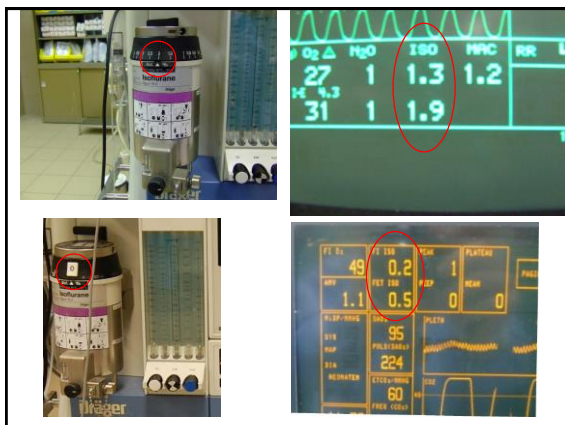
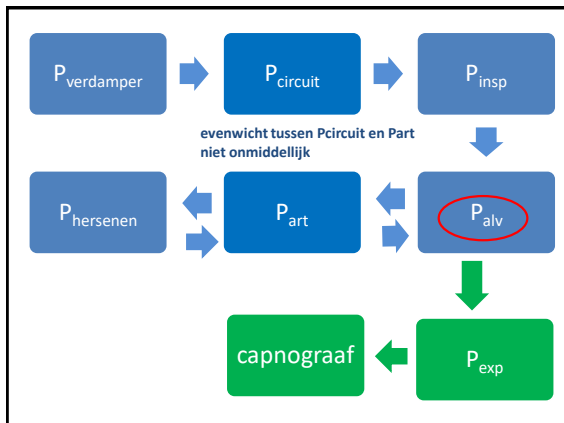
MAC Volatiele Anesthetica

MAC	Halothaan	Isofluraan	Sevofluraan	N ₂ O
Hond	0.87	1.28	2.35	222
Kat	1.14	1.63	2.58	255

richtlijn verdampersetting start anesthesie (gedurende 15 min):
 ± 2 – 2.5% isofluraan hond
 ± 3.5% sevofluraan hond

N₂O niet potent genoeg voor anesthesie

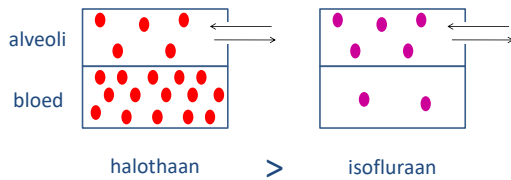
ALTIJD vergelijken met de ET concentratie!!!!
 indien geen gasmeting... controleren anesthesiediepte!



factoren die de opname vh inhalatie AE beïnvloeden

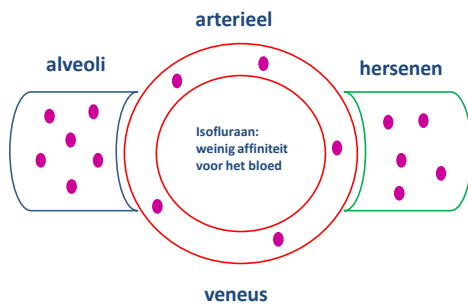
1. bloed/gas partiticoëfficiënt vh inhalatie AE
2. volume adem systeem
3. fresh gas flow
4. instelling verdamper
5. alveolaire ventilatie
6. hartdebit

1. bloed/gas partiticoëfficiënt vh inhalatie AE

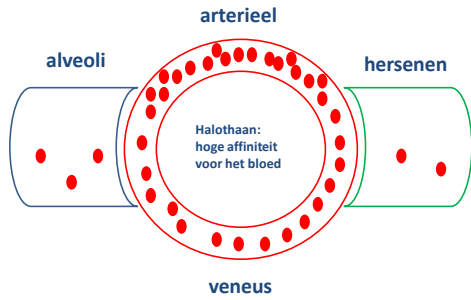


lagere bloed/gas partiticoëfficiënt = snellere inductie

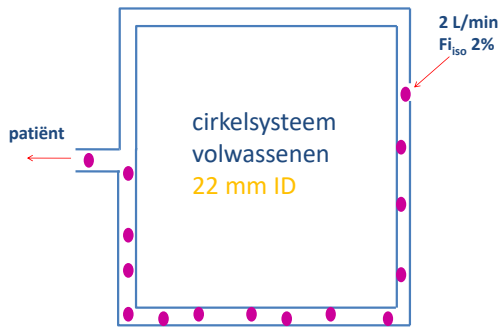
1. bloed/gas partiticoëfficiënt vh inhalatie AE



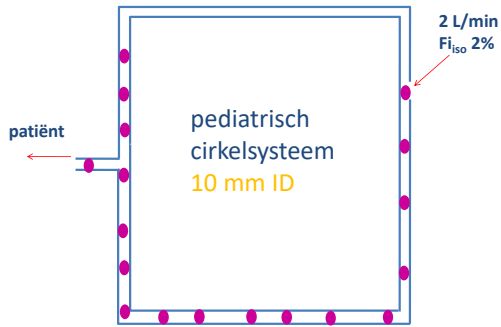
1. bloed/gas partiticoëfficiënt vh inhalatie AE

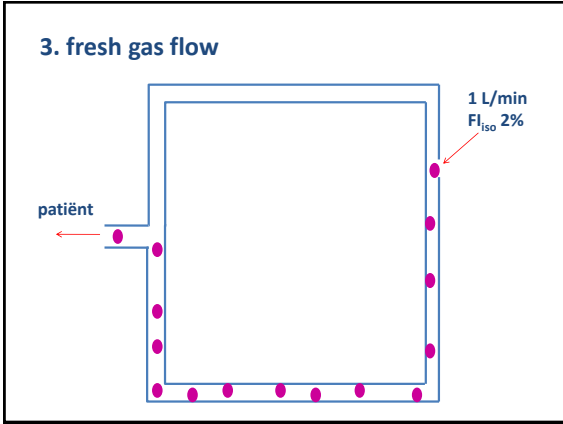


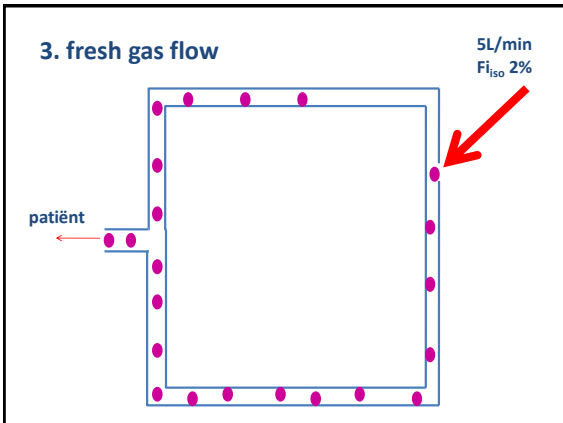
2. volume adem systeem

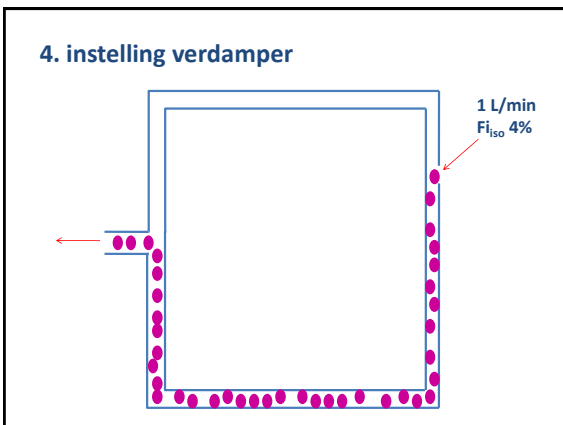


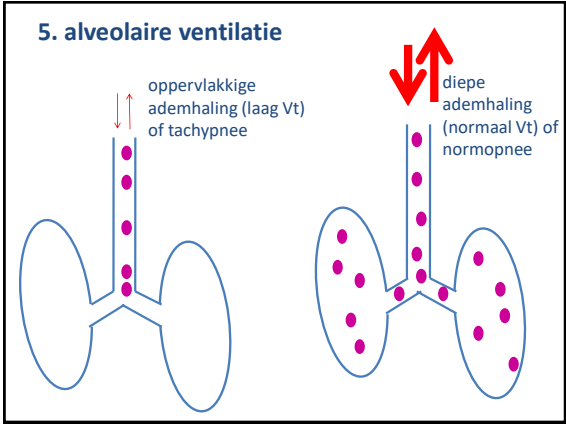
2. volume adem systeem

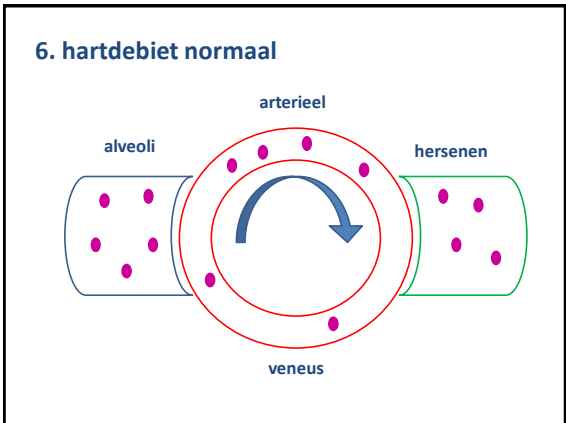


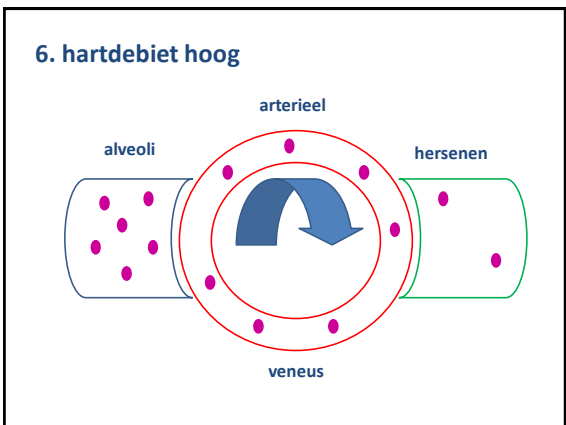




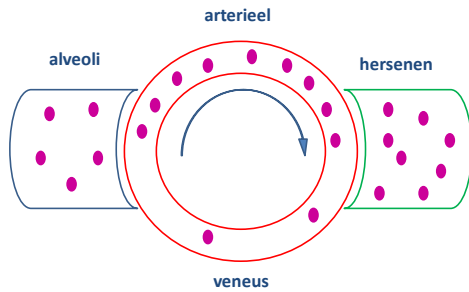








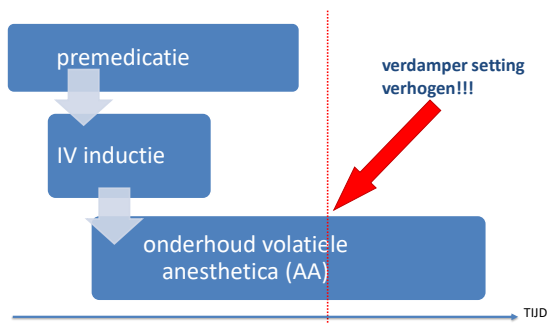
6. hartdebiet laag

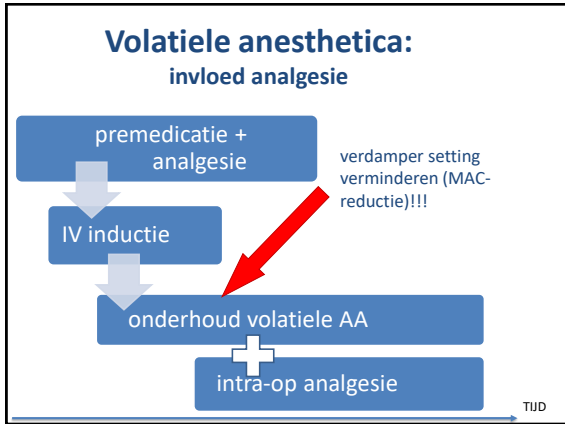


samenvatting factoren die de opname van inhalatie AE beïnvloeden

- snelle inductie en verandering AE diepte door
 - lage oplosbaarheid inhalatie AE in bloed
 - Sevofluraan > Isofluraan
 - aanvoer alveolen ↑:
 - instelling verdamper ↑
 - fresh gas flow ↑
 - volume breathing system ↓
 - alveolaire ventilatie ↑:
 - dode ruimte ↓
 - AMV ↑
 - opname vanuit alveolen:
 - invloed hartdebiet

Invloed premedicatie op dosis AA



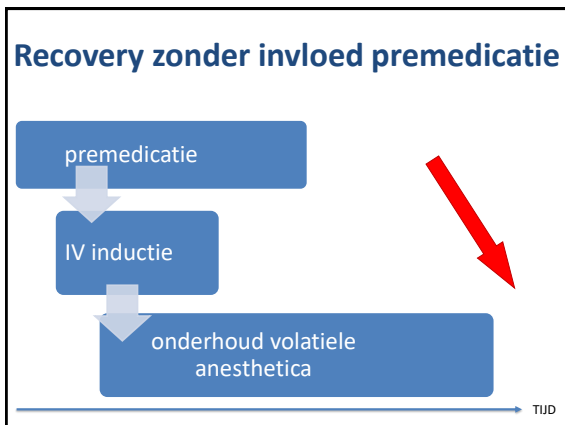


Recovery

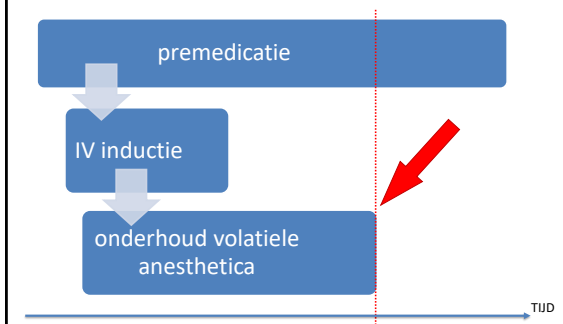
- snelle recovery ≈ snelle inductie
 - alveolaire ventilatie
 - oplosbaarheid in bloed
 - volume rebreathing systeem (O₂ flush)
 - hepatische metabolisatie
 - Halothaan: 25%
 - Isofluraan: 0.2%
 - Sevofluraan: 3%

INCORRECT

CORRECT



Recovery met invloed premedicatie



Recovery

- oorzaken excitatie of “emergence delirium”
 - lage bloed/gas partiticoëfficiënt inhalatie AE
 - temperament “recovery = inductie”
 - ras afhankelijk (bv. poolhonden)
 - pijn
 - premedicatie uitgewerkt

Recovery

- excitatie: behandeling
 - analgesie:
 - methadon 0.1-0.2 mg/kg IV
 - buprenorphine 10-20 µg/kg IV
 - rustige omgeving
 - sedatie:
 - ACP 0.01 mg/kg IV (best preventief toedienen)
 - medetomidine 2-4 µg/kg IV
 - dexmedetomidine 1-2 µg/kg IV
 - midazolam 0.2-0.5 mg/kg IV
 - propofol 1-2 mg/kg IV

Farmacodynamiek inhalatie anesthetica

Farmacodynamiek inhalatie AE

- **centraal zenuwstelsel**
 - onderdrukking bewustzijn (= anesthesie)
 - veilig bij epilepsie-patiënten

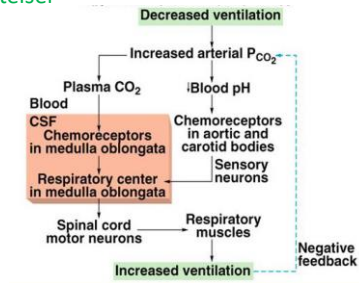


Farmacodynamiek inhalatie AE

- **respiratoir stelsel**
 - dosisafhankelijke onderdrukking AH
 - onderdrukking reactie op hypercapnee
 - stijging PaCO₂
 - ventilatie patiënt dikwijls nodig bij langdurige anesthesie

Farmacodynamiek inhalatie AE

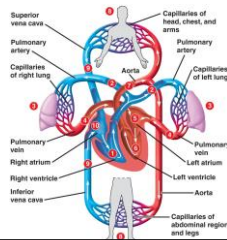
- respiratoir stelsel



Farmacodynamiek inhalatie AE

- cardiovasculair stelsel

- CO ≈ of ↓ bij klinisch relevante concentraties
- HR ≈
- bloeddruk ↓ door
 - ↓ slagvolume
 - perifere vasodilatatie!!
- dosisreductie wenselijk



Farmacodynamiek inhalatie AE

- nieren

- nierperfusie ↓ (vloeistoftherapie 3-5 mL/kg/u)
- bloeddrukmeting noodzakelijk tijdens anesthesie

Renal Autoregulation of GFR



- ↑ BP → constrict afferent arteriole, dilate efferent
- ↓ BP → dilate afferent arteriole, constrict efferent
- Stable for BP range of 80 to 170 mmHg (systolic)
- Cannot compensate for extreme BP

Farmacodynamiek inhalatie AE

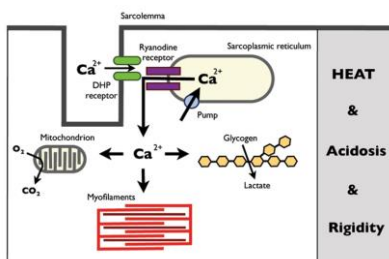
- lever
 - bloedvloeï lever ↓
 - O₂ voorziening lever ↓
 - halothaan > sevofluraan > isofluraan

Farmacodynamiek inhalatie AE

- skeletspieren
 - maligne hyperthermie
 - mens, varken, andere diersoorten
 - halothaan !!!
 - controle temperatuur
 - controle ETCO₂

Farmacodynamiek inhalatie AE

- skeletspieren: maligne hyperthermie

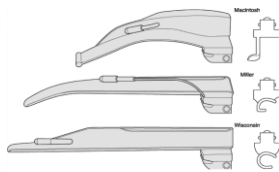
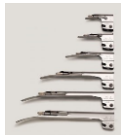


DEEL 3: ADEMSYSTEMEN

Intuberen

Laryngoscoop

- zicht op larynx en vergemakkelijken van intubatie
- retractie van farynx en tong
- vermijd contact met larynx
- verwisselbaar blad in metaal – maat
- recht of gebogen



Source: Morgan SE, Mikhail MM, Murray RJ. Clinical Anesthesiology. 6th Edition. Elsevier; 2012. Available from: Elsevier.

Intuberen

Endotracheale tube

- doorzichtig PVC of silicone, al dan niet versterkt
- al of niet gecufft
- vanaf ID 2 mm + lengte
- stilet of introducer



permeabiliteit + cuff controleren !!

Intuberen

Endotracheale tube

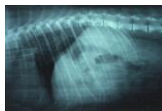
- gebruik de grootste diameter die vlot geplaatst kan worden
- nauwe tubes: verhoogde weerstand + ademwerk

ID mm	cuff	LG
2.0 - 2.5 - 3.0	Met of zonder	1 - 2.5
3.5 - 4.0 - 4.5	Met (of zonder)	2.5 - 5
5 - 6	Met	4 - 9
7 - 8	Met	7 - 15
9 - 10	Met	15 - 25
11 - 12	Met	25 - 45
12 - 14	Met	> 40

Intuberen

Endotracheale tube

- zo kort mogelijk
 - cuff voorbij de larynx
 - afmeten door tube naast de kop/nek te houden
 - minder ademwerk
 - minder kans op 1-long intubatie
 - beperkte dode ruimte



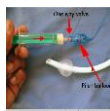
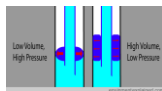
Intuberen

Endotracheale tube

cuff type:

high-pressure-low volume:
beste luchtwegbescherming tegen aspiratie
beschadiging tracheamucosa mogelijk

low-pressure-high volume:
minder risico op drukletsels
vloeistof kan er makkelijker langs



Intuberen



KAT: larynx met 0.1 - 0.2 mL lidocaine 2% behandelen
gevoelig aan laryngospasmen



Intuberen

Endotracheale tube

- **controleer correcte tube positie:**
 - capnografie
 - directe visualisatie via laryngoscoop
 - simultaan thoraxbeweging + ademballon
 - condensatie in tube

Ademsystemen

= link tussen anesthesietoestel en patiënt

wordt aangesloten op de "common gas outlet" van het anesthesietoestel en op de endotracheale tube aan de patiënt

Functie:

- toevoer van O₂ en AA
- verwijderen uitgeademde CO₂ en AA
- mogelijkheid tot ventileren



Ademsystemen

Enkele begrippen:

- **tidaal volume** V_t = ademvolume $\sim 10 - 20$ mL/kg
- **ademfrequentie** f_R = ademhalingen/ minuut
- **ademminuutvolume** $AMV = V_t \times f_R$
= volume gas (L) uitgeademd in 1 minuut ~ 200 mL/kg/min

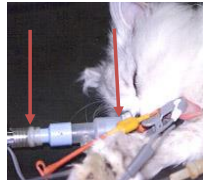


Ademsystemen

Enkele begrippen:

- **Totale dode ruimte** = systeemdeel dat gevuld is met uitgeademde lucht die zonder gasuitwisseling terug wordt ingeademd:
 - **mechanische dode ruimte:**
incisie tot koppeling ademsysteem
 - **anatomische dode ruimte:**
incisie tot alveolen

zo klein mogelijk houden!



Ademsystemen

Enkele begrippen:

- **ademweerstand** R = weerstand waartegen geademd wordt
- **$R \sim$ afmetingen systeem en tracheotube**
- belangrijk!
Bij 50% reductie van diameter, verhoogt de weerstand waartegen geademd w 16x:
 - te kleine tracheotube
 - geknikte tube
 - slijm in de tube
 - onaangepast systeem bv. pediatrische cirkel bij LG > 15 kg






Ademsystemen

- onderverdeling:
 - naargelang functie (meest gebruikt)
 - open
 - half-open/half-gesloten
 - gesloten (niet van toepassing in de DGK)

gebaseerd op al of niet (gedeeltelijk) hergebruik van de circulerende gassen




Ademsystemen

basiscomponenten en eigenschappen

Componenten	Functie	Opmerking
ademslangen 	gassen naar en van patiënt flexibiliteit naar positionering	rubber, silicone of plastic geribbelde slang kan expanderen (AR)
ademballon (reservoir) 	accumulatie expiratiegassen reservoir voor inhalatie tijdens piek inspiratie monitoring AH maakt manuele ventilatie mogelijk bescherming tegen overdruk	min. 2-6x Vt patiënt 0,5-4 liter open of gesloten einde
CO ₂ -absorber 	CO ₂ -absorptie laat volledig teruginademen toe	Zie verder

Ademsystemen

basiscomponenten en eigenschappen

Componenten	Functie	Opmerking	
éénwegsklep (one way valve)	gassen in 1 slang naar patiënt, in andere slang van patiënt voorkomt mixen van vers gas met CO ₂ -rijk gas (rebreathing)	bij cirkelsystemen bevat een klep/ plaatje	
overdrukventiel (pop-off valve/APL valve)	beperkt het opbouwen van druk in systeem lossen van afvalgassen connectie met afzuigsysteem nodig om manueel te kunnen ventileren	plaatje op plaats gehouden door regelbare veer	
common gas outlet (CGO)	verse gasuitlaat van anesthesietoestel connectie met ademsysteem		

Ademsystemen – Open systemen

- masker inductie of inductiebox
- niet gebruiken bij hond en kat
 - CEPSAF studie: verhoogde mortaliteit
 - wel geschikt voor preoxygenatie
- wel voor bijzondere dieren



goed passend over neus en muil
transparant
aangepaste maat en vorm

Ademsystemen – Half-open systemen

Half-open systemen = zonder CO₂-absorptie:

voordelen

- eenvoudige constructie, bijvoorbeeld het klassieke Bain systeem
- goedkoop
- verwijderen van CO₂ door hoge gasflow (veelvoud van AMV)
- geen hergebruik van gassen
- snelle adaptatie anesthesiediepte bij wijziging verdamper %
- gasflow ongewijzigd tijdens anesthesie



Ademsystemen – Half-open systemen

Half-open systemen zonder CO₂-absorptie:

nadelen

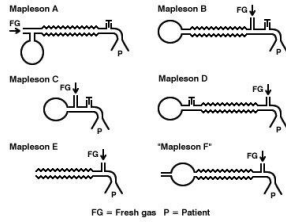
- inspiratoire gas = koud + droog → hypothermie
- hoge gasflow: kostprijs + pollutie
- bij N₂O of lucht gebruik; totale gasflow verdelen over O₂ en N₂O/lucht met verhouding max. 1:2
- enkel economisch verantwoord bij kleine dieren, in de regel tot 10 kg



Ademsystemen – Half-open systemen

Mapleson-classificatie

eenvoudige plastieke constructies
niet duur
meestal "disposable"
gasflow afhankelijk van het type



Mapleson A: Magill

Mapleson D: Bain

Mapleson E: T-stuk van Ayre

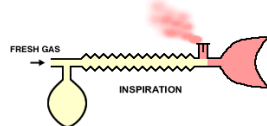
Mapleson F: Jackson-Rees modification

FG = Fresh gas P = Patient

Ademsystemen – Half-open systemen

Magill

- Mapleson A
- Ademballon bij verse gastoevoer
- Ademslang
- Overdrukventiel bij patiënt
- **Inspiratie:** Verse gassen uit ademslang en ballon (=reservoir) worden geleidigd/ingeademd bij inspiratie
- **Expiratie:** Initieel gaat uitgedemde lucht naar ademslang tot druk hoog genoeg is om overdrukventiel te openen + ballon wordt gelijktijdig gevuld met verse gassen
- **Expiratoire pauze:** Omdat ventiel bij patiënt: alveolaire gassen (met CO₂) verdwijnen en dode ruimte gas (=eerste uitgedemd) wordt hergebruikt; hierom is dit een vrij zuinig systeem:
- SV: verse gassen moeten alveolaire gassen vervangen:
dus ~ $0.8 \times AMV = 160 \text{ mL/kg/minuut}$



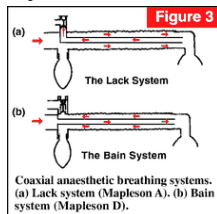
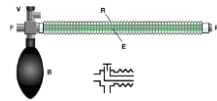
Ademsystemen – Half-open systemen

Lack systeem of Mapleson A

2 versies: co-axiaal
parallel
SV: 160 ml/kg/min, min 500 ml

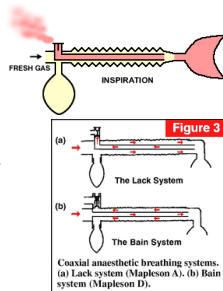
Mini-Lack

200 ml/kg/min
< 10 kg alternatief voor T-stuk
slangen + connectors te smal voor
grote



Ademsystemen – Half-open systemen

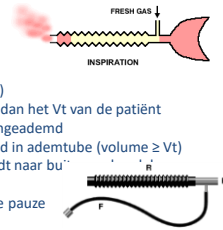
- ballon zit tss. verse gastoevoer en inspiratoire slang
- bij inhalatie zal de ballon zich ledigen cfr. Magill
- hierdoor komt 1^{ste} deel van uitgedemde lucht in inspiratoire slang
- in comb. met verse gasflow stijgt hierdoor druk in systeem en duwt 2^{de} deel uitgedemde lucht in expiratoire slang
- vandaar via overdrukventiel naar buiten



Ademsystemen – Half-open systemen

T-stuk van Ayre = Mapleson E

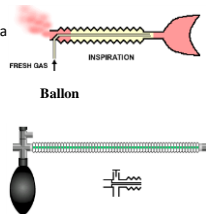
- verse gasflow (FGF) dicht bij patiënt (loodrecht)
- lengte vd expiratoire slang mag niet korter zijn dan het Vt van de patiënt
- **Inspiratie:** verse gassen in ademtube worden ingeademd
- **Expiratie:** alveolaire gassen worden uitgedemd in ademtube ($\text{volume} \geq V_t$)
- **Expiratoire pauze:** alveolaire lucht in tube wordt naar bu^g gasflow
- Tube hervult met vers gas tijdens de expiratoire pauze
- **Geen kleppen, lage weerstand, kleine diertjes**
- **verse gasflow: 2 à 3 x AMV = ~ 600 mL/kg/min; min 200 mL/kg/min**
- niet verantwoord > 10 kg
- IPPV mogelijk door gedeeltelijk en intermitterend dichthouden van uiteinde ademtube (beter open ballon aankoppelen = Jackson-Rees Modificatie; Mapl.F)



Ademsystemen – Half-open systemen

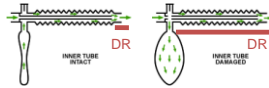
Bain systeem of Mapleson D

- **Inspiratie:** verse gasflow dicht bij patiënt wordt via binnenste tube ingeademd
- **Expiratie:** uitgedemde lucht door expiratoire (buitenste) tube
- **Expiratoire pauze:** alveolaire lucht naar de ademballon en via overdrukventiel naar buiten
+ buitenste tube wordt gevuld met FGF
- kleine en grotere gewichten
- **verse gasflow: min 200 mL/kg/min**
- R: Door aanwezigheid van overdrukventiel LG iets groter dan bij T-stuk van Ayre
- bij IPPV hoge gasflow wat reduceren ! Meest efficiënte systeem voor AR

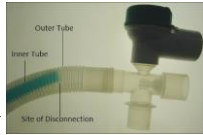


Ademsystemen – Half-open systemen

Bain systeem



regelmatig voorkomend euvel =
loskomen binnenste tube
 volledige ademtube wordt dan dode ruimte
 hierdoor erge alveolaire hypoventilatie met
 hypercapniee



detectie: gewoon visueel of sluiten overdrukventiel +
 O₂ quick-flush gebruiken
 door venturi-effect van hoge luchtflow in de
 binnenste tube wordt de ballon leeggezogen
 dit is niet het geval bij disconnectie van binnenste
 tube

Ademsystemen – Half-open systemen

**OPGELET !!!! Bij ALLE half-open systemen met
 overdrukventiel:**

1. afsluiting overdrukventiel/ ademballon bv. om te
 beademem bij inductieapnee
2. door hoge flows onmiddellijk sterke volume +
 druktoename in ademsysteem
3. barotrauma alveolen
4. reductie in veneuze retourcirculatie
5. pneumo-mediast
6. pneumo-thorax
7. asystolie
8. = **anesthesieramp!!!!**

Ademsystemen – Half-open systemen

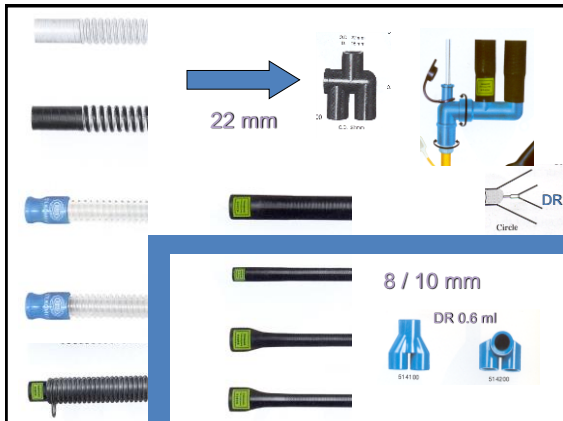
Ademsysteem	x AMV	Verse gasflow mL/kg/min	LG	IPPV ?
T-stuk	2.5 - 3	500 - 600	Niet* > 10 kg	Ja
Magill	0.8 - 1	160 - 200	Niet* > 25 kg	Beter niet, verhoogde flow
Bain	1 - 2	200 - 400	Niet* > 15 kg	Ja
Lack	0.8 - 1	160 - 200	Niet* > 25 kg	Beter niet, verhoogde flow
Mini-Lack	1	200	Tot 10 kg	Ja, flow naar 600 mL/kg/min

*Niet = oneconomisch = flow > 6 liter/minuut !!!

Ademsystemen – Half-gesloten systemen

- cirkelsysteem en to-and-fro systeem (w niet verder besproken)
- hergebruik van gassen
- CO₂ – absorber (plus opwarmen en bevochtigen van gasmengsel)
- economisch door lagere gasflows
- IPPV en SV mogelijk
- OK bij hoger LG
- > 10-15 kg: 22 mm diameter slangen
- 3 – 10 kg: 10 mm





Ademsystemen – Half-gesloten systemen

Half-gesloten systemen met CO₂-absorptie

voordelen:

- beperkte dode ruimte
- lage gasflows
- beperkt verbruik anesthesiegassen
- behoud van vocht en warmte
- behoud van systeem efficiëntie bij AR

nadelen:

- hogere ademweerstand (kleppen, absorber)
- kostelijk in aankoop
- trage adaptatie anesthesiediepte bij wijziging verdamper %
- regelmatig vervangen van CO₂-absorber

Ademsystemen – Half-gesloten systemen

CO₂-absorbers:



componenten:

- calciumhydroxide (hoofdbestanddeel) 80% hoofdbestanddeel
- natriumhydroxide
- water 15%
- zeoliet (voorkomt uitdroging en verhoogt de porositeit)
- chemische reactie waardoor CO₂ verwijderd wordt, warmte en vocht geproduceerd wordt

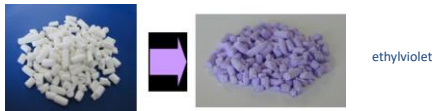
Ademsystemen – Half-gesloten systemen

- **Chemische reactie:**
 - 1: $H_2O + CO_2$ geeft $H^+ + HCO_3^-$
 - 2: $2NaOH + H^+ + HCO_3^-$ geeft $Na_2CO_3 + 2H_2O$
 - 3: $Ca(OH)_2 + Na_2CO_3$ geeft $CaCO_3 + 2NaOH$
 dus productie van **2H₂O + warmte (exotherme reactie) + pH shift**
- belang van uitdrogen ademstelsysteem/kleppen na de anesthesie
- **absorber = granules**
 - klein + groot: groter contact; minder klontering; minder weerstand
- stofvorming:
 - chemische pneumonie (pendelsysteem; nabijheid absorber-patiënt)
 - beschadigt rubberen dichtingen (lekken systeem)
 - klitten van korrels (tunneling + slechte CO₂-absorptie)

Ademsystemen – Half-gesloten systemen

tekenen van absorber verzadiging:

- kleurverandering ~ pH indicator (onstabiel); kleur normaliseert, als een tijdje niet meer gebruikt



- verhoogde inspiratoire CO₂ (capno)
- hypercapnie: verhoogde AH, HF en BP, sterke bloeding wondrand bij chirurgie
- harde granules (CaCO₃)

Ademsystemen – Half-gesloten systemen

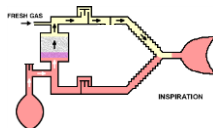
voorzorgen en werken met sodalime

- natte sodalime is etsend:
 - vermijd aanraken (handschoenen)
 - niet inademen (mondmasker)
 - niet in ogen wrijven
- goed sluiten na opvullen
 - reageert met lucht
 - verlies vocht
- bewaren aan kamertemperatuur
 - desintegreert bij vrieskou (bv. buiten bewaren)

Ademsystemen – Half-gesloten systemen

Cirkelsysteem

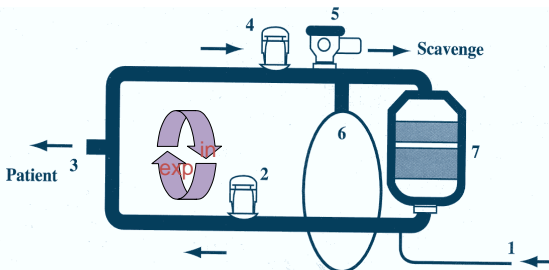
- gas loopt in 1 richting
- ingeademde gas = mengsel van verse gassen en uitgeademd gas (- CO₂)
- inspiratoire + expiratoire klep
- Y-stuk
- CO₂-absorber, ademballon
- overdrukventiel



flow rate 20-40 mL/kg/min
minstens 500 mL



Ademsystemen – Half-gesloten systemen

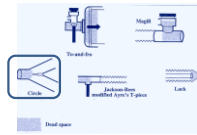


1. Verse gastoevoer
2. Inspiratoire klep
3. Y-stuk
4. Expiratoire klep
5. overdrukventiel
6. Ademballon
7. CO₂-canister

Ademsystemen – Half-gesloten systemen

Cirkelsysteem

- kleine dode ruimte
- hoge weerstand
- efficiënte CO₂-verwijdering: alle gas moet over absorber
- stof van CO₂-absorber geraakt niet tot in longen (blijft achter in de lange slangen)
- beperkt risico op hyperthermie (van absorber) door lange slangen
- handig: overdrukventiel ver van patiënt



Ademsystemen – Half-gesloten systemen

Universeel F-systeem:

- co-axiaal (tube-in-een-tube) systeem
- co-axiaal uiteinde naar patiënt
- niet verwarren met een bain systeem
- binnenste tube = inspiratoire tube
 - handig + minder zwaar
 - thermisch behoud
 - evtl. waterobstructie in externe tube (uitgeademde lucht)
 - in verschillende lengtes beschikbaar



Ademsystemen – Half-gesloten systemen

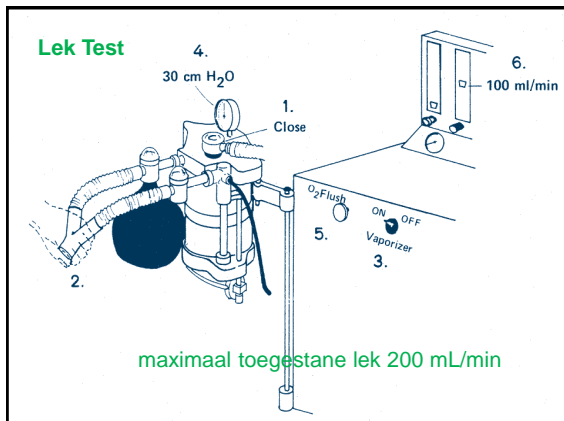
Praktisch gebruik:

Initieel:

- 100 mL/kg/minuut gedurende 5-10 min, overdrukventiel open
= denitrogenatiefase (N₂ uit lucht)+ vullen met O₂ en inhalatie-anestheticum
= snelle stabilisatie anesthesiediepte
- later: 10- 20 mL/kg/minuut ; alternatief: 0.5 – 1 L/minuut voor H tot 50 kg
0.5 L nodig voor verdamer (om nauwkeurigheid te garanderen)
overdrukventiel partieel gesloten (ademballon); aan te passen tijdens de anesthesie (druk mag niet opbouwen)
- capnografie gebruiken !!!!
opgelet deze gebruikt 200 mL/min; dus toevoegen aan O₂ flow

Lektest anesthesietoestel

1. sluit overdrukventiel
2. dichthouden patiëtereinde ademstelsysteem
3. verdampert dichtdraaien
4. systeem vullen tot druk 30-40 cm H₂O
5. O₂-flush tot druk bekomen
6. drukbehoud of lek
7. grootte lek vaststellen: zuurstofvloed opendraaien tot punt waar druk kan behouden worden
8. dit is de lek in L/min
9. terugopenen overdrukventiel



Pollutie

Pollutie

- **risico???**
 - greenhouse gas & global warming!!
 - neoplasie?
 - nier- en leverschade?
 - zwangerschap
- **hoe?**
 - vullen verdamper
 - lekken
 - AGSS
 - recovery

Pollutie

- Global warming:
 - N_2O
 - cylinder van 3.4 kg 1054 kg CO₂e
 - Desfluraan
 - fles van 240 mL 886 kg CO₂e
 - Isofluraan
 - fles van 250 mL 190 kg CO₂e
 - **Sevofluraan**
 - fles van 250 mL 44 kg CO₂e
- Autorit 9.5 kg/100km CO₂e

Pollutie

- ALARA-principe
 - vullen verdamper:
 - ventilatie
 - key fillers
 - lege fles gesloten weggooien
 - begin en einde anesthesie
 - kooi- en maskerinductie
 - cuff
 - controle lekken
 - Onderhoud
 - **Low flow anesthesie**
 - ventilatie recovery
 - scavenging !



Niet overvullen

Filter cap
Bottle
Isoflurane
Halothane
Vaporizer Inlet
Filter Tube
Isoflurane
Halothane

Scavenging

Foam
Activated Charcoal
Foam
N₂O!!!
Waste gas
Air
Suction Valve

FACULTEIT DIERGENEESKUNDE
Ghent University

Anesthesie van de Kleine Huisdieren, Faculteit Diergeneeskunde, Ugent

Prof. Dr. Ingeborgh Polis
DVM, PhD, diensthoofd anesthesie

Dr. Tim Bosmans
DVM, PhD, kliniekverantwoordelijke en onderwijsbegeleider

Vakgroep Kleine Huisdieren

E Tim.Bosmans@UGent.be
T +32 9 2647700

www.ugent.be
