

Anesthesiologie

1. Inleiding en definities

Anesthesiologie = het medisch vakgebied dat zich bezighoudt met bescherming van de patiënt tegen potentieel schadelijke gevolgen voor vitale orgaansystemen van medisch handelen, ziekte en trauma, d.m.v. farmaca en technologische methoden voor ondersteuning/overname orgaanfunctie.

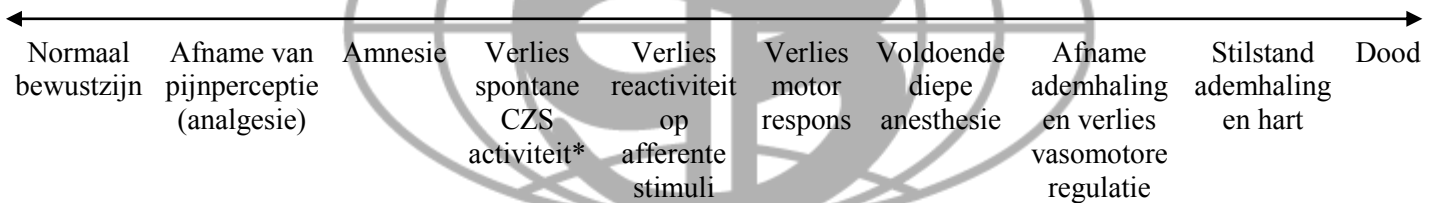
ALGEGELE ANESTHESIE

2. Voorbereiding op anesthesie

Allereerst: preoperatieve beoordeling van de patiënt, ter beoordeling lichamelijke conditie van de patiënt en inschatting anesthesierisico's. Ook voor voorlichting, vragen, anesthesieplan en toestemming tot behandelen. Tijd: enkele weken voor de ingreep, poliklinisch. D.m.v. *anamnese en lichamelijke onderzoek*. Afhankelijk van uitkomst aanvullend laboratorium- en functieonderzoek. *Tevoren ook:* Bij erge zenuwachtigheid patiënt/slaapstoornissen -> avond tevoren slaapmedicatie. Indien gewenst door patiënt en bij patiënten met bijzondere omstandigheden (bijv cardiovasculaire afwijkingen, geestelijke toestand die ze onhandelbaar zou maken) 1 á 2 uur voor anesthesie -> *premedicatie:* kortwerkend anxiolyticum/ tranquillizer (benzo) + eventuele andere medicatie.

3. Algehele anesthesie

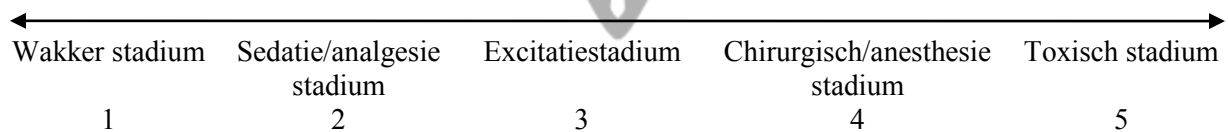
Algehele anesthesie = toestand waarin de reactiviteit van het CZS mbv farmaca is gedeprimeerd, waardoor *bewusteloosheid, pijnloosheid, onderdrukking van het autonome ZS en neuroendocriene systeem en spierrelaxatie* (de 4 peilers van de algehele anesthesie) optreden. Keuze en dosering van het farmacon bepalen de mate van onderdrukking. De totstandkoming van de anesthesie gebeurt door het doorlopen van een *continuüm*.



*eerst uitval van inhiberende systemen, waardoor het lijkt of er excitatie is, pas wanneer ook de exciterende systemen zijn uitgevallen is de anesthesie voldoende diep.

Anesthesie verstoort de homeostasis door de fysiologische functieregulatie te verstoren en deze functies ook nog eens farmacologisch te beïnvloeden.

5 stadia van anesthesie:



Stadium 2 is genoeg voor veel diagnostische ingrepen, voor operaties is meestal stad. 4 nodig.

Tijdens ingreep: bewaking van de ademhaling en circulatie met apparatuur.

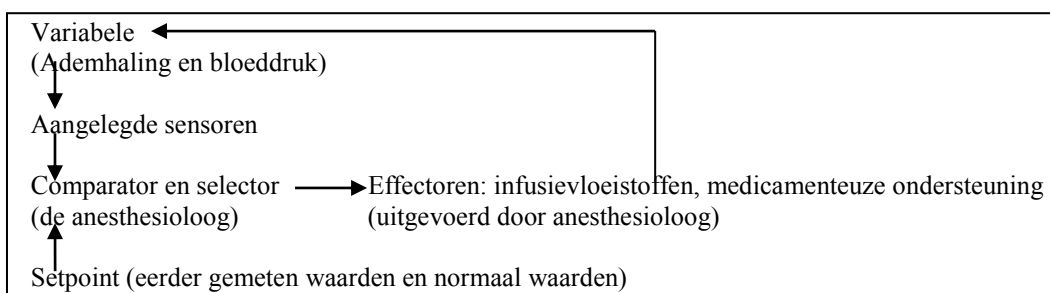
Bereiken van de anesthesie d.m.v.:

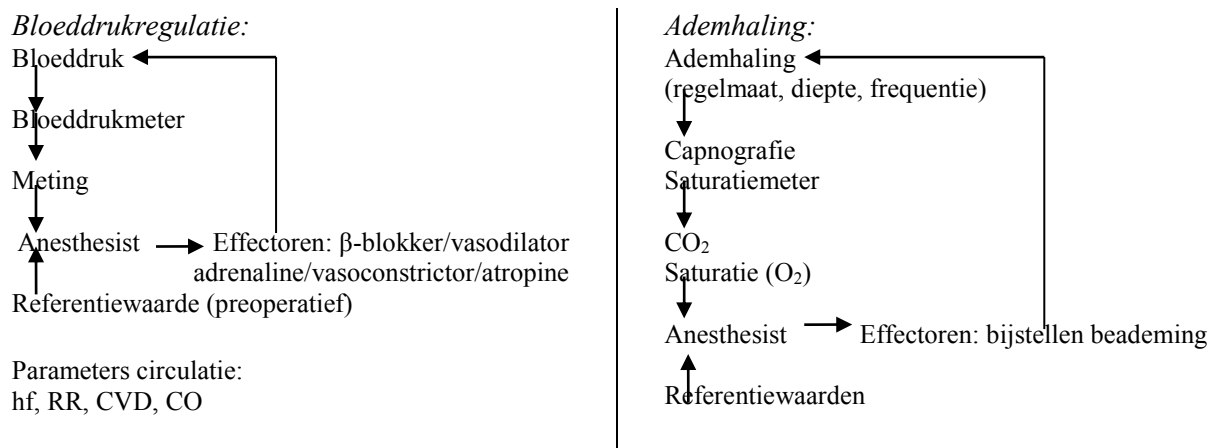
Monoanesthesie	of	Gebalanceerde anesthesie
<p>1 farmacon = alle peilers</p> <p>Door continue inademing van inhalatie-anesthetica (ether, halothaan, enfluraan, isofluraan, sevofluraan, desfluraan)</p> <p>Opname in membraan zenuwcel =>verdringing van moleculen => dichtdrukken ionkanalen => geen ionflux => geen de-/repolarisatie cel Bijwerking: verstoring in alle systemen waar ionfluxen een rol spelen</p> <p>Inspiratoire concentratie (bepaald door instelling verdamper) in evenwicht met alveolaire concentratie. Deze bepaalt plasmaconcentratie. Opnameproces wordt beïnvloed door ademhaling en circulatie. Maximum Alveolaire Concentratie = concentratie in alveolaire lucht, waarbij 50% v/d patiënten niet meer op standaardprikkel reageert (species-, leeftijds- en geslachtsafhankelijk)</p>		<p>1 farmacon voor elke peiler afzonderlijk (als met neuroleptica: neurolept anesthesie)</p> <p>Door IV continue toediening van farmaca: anesthetische (thiopental, propofol, etomidate, ketamine), narcotische analgetica (morfine, fentanyl, alfentanil, sufentanil) en spierrelaxantia (succinylcholine, pancuronium, vecuronium, rocuronium, atracurium, mivacurium). Effect via specifieke receptoren</p> <p>Door specifieke werking => minder ongewenste bijwerkingen. Echter lastiger toe te dienen en meer kans op interacties. Continue verandering plasmaconcentratie door metabolisme, uitscheiding, redistributie over de weefsels. Eisen goede anesthesie: snelle en probleemloze inleiding, makkelijk stuurbare diepte, snel herstel zonder ongewenste bijwerkingen en na-effecten. Dit gaat makkelijker via snel- en kortwerkende farmaca, niet cumulerend, toegediend IV of via inhalatie. Toedieningswijze: Eerst goed lopend infuus inbrengen, dan tegen hypoxemie enkele minuten pre-oxygenatie met masker. Inleiding met anesthetica, narcotisch analgetica, soms spierrelaxans. Vaak dan anesthesie voortzetten met masker met lachgas(67%)/zuurstof(33%)mengsel. Soms is endotracheale intubatie nodig, oraal of nasaal of dmv een tracheotomie, om deze te kunnen uitvoeren is meestal ook een spierrelaxans nodig.</p>

Het anesthesietoestel dat de anesthesioloog voor de anesthesie en kunstmatige beademing ter beschikking staat, bestaat uit: een gastoedieningssysteem (O₂, lachgas, inhalatieanesthetica), anestheticaverdamper, slijmafzuigapparatuur (vacuüm), beademingsmachine, bewakingsapparatuur voor de vitale functies. Ook heeft een anesthesioloog beschikking over infusiepompen, overdrukssystemen, vloeistof- en patiëntverwarmingssystemen.

4. Anesthesie als regelkring

De anesthesioloog is te zien als een onderdeel van een *regelkring* en neemt zo lichaamsfuncties over.





Feedforwardfunctie anesthesioloog: m.b.v. anesthetica anticiperen op mogelijke veranderingen.
 Feedbackfunctie: ontregelde regelmechanismen bijsturen en evt. lichaamsfuncties overnemen.

5. Bewaking van de patiënt onder algehele anesthesie

Monitoren van de patiënt onder anesthesie m.b.v. een aantal directe variabelen/sensoren, maar er worden ook indirecte variabelen gebruikt (bijv. voor anesthesiediepte), variabelen die afhankelijk zijn van andere variabelen (bijv. eind-expiratoire- CO_2 als maat voor effectiviteit v/d ventilatie). Er zijn dus veel variabelen die gescand moeten worden. De anesthesie wordt gestuurd door het combineren van verkregen afwijkende waarden gerelateerd aan het functieniveau van het systeem van de patiënt.

6. Risico's van algehele anesthesie

Door de invloed van anesthesie op functies van vitale orgaansystemen (depressie cardiovasculaire systeem en de ademhaling) is er een risico op het oplopen van schade. Deze is afhankelijk van de aard en duur van de ingreep, type en duur van anesthesie, en gezondheidstoestand van de patiënt. De fysieke toestand van de patiënt kun je uitdrukken in *ASA (American Society of Anaesthesiologists)-klassen*:

klasse	'fysieke conditie'	vóórkomen in ZH pre-operatief	mortaliteit
I	Gezonde patiënt, geen andere afwijkingen dan die waaraan de patiënt geopereerd wordt	62%	0,08%
II	Patiënt met lichte, systemische afwijking, geen functiebeperking	24%	0,27%
III	Patiënt met ernstige, functiebeperkende, systemische aandoeningen	12%	1,90%
IV	Patiënt met ernstige, systemische afwijking, welke een constant levensgevaar oplevert	2%	7,80%
V	Patiënt zal met of zonder operatie waarschijnlijk binnen 24 uur overlijden	±0%	9,40%

De ASA-klasse wordt bepaald in het preoperatief onderzoek. Bij een acuut uitgevoerde operatie, verdubbelt de mortaliteit in elke klasse.

7. Omvang van anesthesierisico

Mortaliteit door anesthesie is tegenwoordig $\pm 1:100.000$ anesthesieën, afhankelijk van gezondheidstoestand patiënt, anatomische locatie van de operatie, of de ingreep acuut of electief is en de duur van de operatie/anesthesie.

Morbiditeit door anesthesie is veel hoger, maar moeilijk vast te stellen (gevolgen operatie? natuurlijk beloop ziekte?) en geeft meestal geen blijvende schade.

Complicaties treden tegenwoordig vaker later na de operatie op.

RF voor complicaties: hogere ASA-klasse, obesitas, hypertensie, nierinsufficiëntie, bovenste luchtweginfecties, roken ≤ 6 weken voor de operatie, alcoholgebruik, bepaalde patiëntengroepen: bijv. patiënten met cardiopulmonale problemen, zeer oude en zeer jonge patiënten. Deze dien je op te sporen in de preoperatieve beoordeling. Er zijn zelden echte contra-indicaties tegen anesthesie en operatie.

Circulatoire complicaties:

Risicofactoren vóór de operatie:

- Onbehandelde hypertensie => risico postoperatief cardiovasculaire problemen. Hiertegen antihypertensiva geven tot aan operatie (soms zelfs tijdens).
- Hypotensie (shock) => corrigeren vóór het geven van anesthesie.
- Ook decompensatio cordis is een zeer grote RF, vanwege het cardiodepressieve effect van de anesthesie (je opereert dan alleen op vitale operatie-indicatie, onder zeer invasieve hemodynamische bewaking en na de operatie gaat de patiënt naar de IC, verstoringen worden agressief farmacologisch behandeld).
- Bij hartklepafwijkingen zijn ook extra maatregelen nodig.

Andere RF: leeftijd > 70jaar, ♂, hypertensie, cardiale afwijkingen, CARA, nierinsufficiëntie, acute, langdurige abdominale ingrepen.

Mogelijke complicaties: Myocardinfarct kan gevolg zijn van anesthesie (sterke schommeling RR, O₂-voorziening↓, O₂-consumptie ↑), m.n. als patiënt al eerder cardiovasculaire problemen had, of eerder m.i. had (reïnfarcering). Hier gaat een hoge mortaliteit mee gepaard.

Tegengaan door: snel ingrijpen a.d.h.v. uitgebreide, invasieve, hemodynamische bewaking.

Pulmonale complicaties:

RF voor postoperatieve complicaties: CARA, leeftijd > 60 jaar, obesitas, lange operatieduur, intra-abdominale ingrepen. Pulmonale stoornissen veroorzaken ook veel postoperatieve complicaties, m.n. bij thoracale en hoogabdominale ingrepen.

Pulmonale complicaties gaan gepaard met verhoogde perioperatieve mortaliteit.

Tegengaan door: preoperatieve conditie verbeteren, betere bewaking, onmiddellijk corrigeren van cardiovasculaire veranderingen en afwijkingen in het O₂-aanbod.

RF voor perioperatieve pulmonale complicaties: abdominale/thoracale incisie, langdurige operatieve ingreep, roken, oudere leeftijd, obesitas, slechte voedingstoestand, preëxistente pulmonale afwijking (hyperreactiviteit, obstructieve en restrictieve pulmonale afwijkingen).

Complicaties die kunnen ontstaan zijn: atelectasevorming, aspiratie, infectie, pneumothorax, longembolie, vetembolie, etc.

Atelectasevorming is de meest frequente complicatie. Dit ontstaat doordat: FRC < CV, hoeveelheid surfactant↓, verstoord vermogen tot hoesten/diep doorzuchten. Dit laatste veroorzaakt ophoping longsecret met als gevolg infectie. Preventie door: ademhalingsoefeningen, ophoesten, fysiotherapie, CPAP (Continuous Positive Airway Pressure), toepassen locoregionale anesthesie bij preëxistente pulmonale afwijkingen, preoperatief de pulmonale conditie optimaliseren.

Rest:

Risico's vóór de operatie:

-Endocriene afwijkingen vóór de operatie: eerst medicamenteus normaliseren. Soms na operatie: IC-opname.

-Ernstige leverstoornissen => verstoring metabolisme (en dus effect) anesthesiefarmaca. Ook eventuele verergering door de anesthesiefarmaca, dit is echter geen contra-indicatie.

-Nierziekten => minder voorspelbare anesthesie, ook dit is geen contra-indicatie.

Complicaties die kunnen ontstaan:

-*Aspiratie:* zure maaginhoud komt in de luchtwegen, bijv. door braken, met als gevolg ademwegobstructie/chemische ontsteking. Dit verstoort de gaswisseling in de long => respiratoire insufficiëntie => hoge mortaliteit. Kan ontstaan bij een volle maag bij operatie. Tegengaan door preoperatief patiënt nuchter te houden.

Wanneer dat niet mogelijk is (acute patiënten, patiënt met ileus. Ook bij zwangeren en obese patiënten) door crash-induction anesthesie snel inleiden onder continu dichtdrukken van oesophagus (cricoïd druk of Sellick-manoeuvere) met endotracheale intubatie.

-Drukneuropathie: druk op perifere zenuwen tijdens operatie kan ischermische beschadiging geven met motorische en sensibele afwijkingen na afloop.

Factoren in het ontstaan: ligging van patiënt op OK-tafel, hypotensie, reeds bestaande neuropathie. Kan ook door druk van chirurgisch instrumentarium op zenuwen, plexusschade door overrekking (armen/benen)

Klachten direct of na enkele dagen. Beloop: meestal herstel na dagen/weken. Beleid: elektromyogram maken, evaluatie door neuroloog.

Preventie: zorgvuldige positionering, op drukplaatsen kussentjes plaatsen (polstering). Niet altijd te voorkomen. Meest voorkomende: n.ulnaris, n.femoralis, n.tibialis posterior.

-Hypothermie: anesthesie verstoort temperatuurregulatie, patiënt verliest daarbij warmte door convectie en conductie (niet afgedekt lichaam), verdamping (grote wonden), kunstmatige beademing (droge, koude gassen), onverwarmde infusievloeistoffen en vasodilatatie bij anesthesie. Gevolg hiervan: verstoorde stolling en hemodynamiek, postoperatief rillen (\Rightarrow O_2 -verbruik $\uparrow \Rightarrow$ myocardinfarct risico \uparrow). Preventie: goed afdekken patiënt, verwarmingsmatrassen, verwarmen infusievloeistoffen, verwarmde, vochtige beademingsgassen, omgevingstemperatuur \uparrow).

8. Herstel van de anesthesie, verkoeverperiode en postoperatieve stoornissen

Herstel van de anesthesie: staken toediening farmaca \Rightarrow plasmaconcentratie $\downarrow \Rightarrow$ ontwaken en geleidelijk herstel eigen regulatiesystemen (duur: variabele tijd na anesthesie).

\Rightarrow Risico op direct postoperatieve stoornissen: ademhalingsproblemen (40-50%), cardiovasculaire problemen (20-45%), door afkoeling (7%).

In de *verkoeverkamer:* acute chirurgische complicaties mogelijk (nabloeding, disfunctionele drains, maagdilatatatie, etc). Daarom observatie en elektronische bewaking (m.n. ventilatie, oxygenatie, circulatie). Objectiveren van herstel dmv postoperatieve herstelscore (activiteit, ademhaling, RR, bewustzijn/oriëntatie, huidskleur. Bepaalt of patiënt naar huis mag, moet blijven, beter naar IC kan.

Postoperatieve complicaties:

-ademdepressie door de narcotische analgetica. Tegengaan door morfine agonisten (nadeel hiervan: pijnstillend effect wordt ook weggenomen).

-postoperatieve pijn: aandacht aan besteden op de verkoeverkamer (max. verblijf hier 24h)

-onrust door ontwaken, rebound fenomenen van farmaca, pijn, hypoxemie

Andere stoornissen gevolg van medisch handelen (geen complicaties):

-misselijkheid en braken (bij 10-20% van de patiënten) door opblazen van de maag met anesthesiegassen, door effecten van lachgas, narcotische analgetica en andere farmaca, door chirurgische manipulaties maagdarmkanaal/gehoor- en evenwichtsorgaan, patiënttransport. Meestal direct na operatie (dan alsnog hospitalisatie), soms later. Behandeling anti-emetica (bij voorkeur niet-sederende).

-hoofdpijn en duizeligheid (10-30% van de patiënten), verdwijnen meestal spontaan na 24h.

-keelpijn en heesheid kan door endotracheale intubatie, droge anesthesiegassen komen. Incidentie na maskeranesthesie 10-20%, na endotracheale intubatie 45-65%. Behandeling zuigtabletten met verzachtende werking.

-spierpijn (incidentie 15-45%) door ligging op de OK-tafel, gebruik van wondspreiders, preoperatief toedienen van succinylcholine. Treedt meestal op 12-24h na de ingreep. Preventie door toedienen andere spierrelaxantia, bijv. vecuronium of atracurium en goede plaatsing op OK-tafel. Behandeling: warm bad?

-thromboflebitis kan worden waargenomen vanaf 24-48h na de ingreep. Ontstaan door vaatwand agressieve anesthesie farmaca (m.n. oude IV anestetica). Behandeling is conventioneel met koude, natte kompressen.

9. Postoperatieve pijn

Postoperatieve pijn heeft als kenmerken: goed lokaliseerbaar, aanwijsbare somatische oorsprong, intensiteit neemt meestal af in de tijd, beïnvloeding van andere orgaansystemen.

De pathofysiologische invloed die pijn kan hebben op orgaansystemen in het lichaam:

-Pijn belemmert de ademhaling \Rightarrow FRC \downarrow . Hierdoor kan atelectase ontstaan, gemakkelijker hypoxie optreden en is er een verhoogd infectierisico.

-Pijn veroorzaakt toename van vrijmaking van catecholaminen = tachycardie, hypertensie, perifere vasoconstrictie => cardiale O₂-consumptie ↑. Dit kan samen met een wellicht verminderd O₂-aanbod lijden tot een myocardischemie.

-Pijn kan, locatieafhankelijk, verhoging van de vagale tonus veroorzaken => misselijkheid, braken, gladdespier spasmen; minder motiliteit maagdarmkanaal en urinewegen.

-Pijn veroorzaakt hypertonie en spasmen van skeletspieren.

-Postoperatieve pijn kan immobiliteit in de hand werken, waardoor de kans op trombose en tromboembolische processen toeneemt.

Om deze redenen en voor het comfort van de patiënt is het *belangrijk pijn te behandelen*.

Beloop postoperatieve pijn: aanvankelijk geleidelijke toename, piek op dag v/d operatie en de 1^e dag erna (afhankelijk van de anesthesiemethode: bij narcotische analgetica langzamer dan na inhalatieanesthetica. Bij locoregionale anesthesie blijft pijn langer weg, maar komt plotseling en hevig.). Blijft 2-4 dagen aanwezig en neemt dan geleidelijk af. Factoren die invloed erop hebben: vanaf dag 2 andere zaken bijv. het op gang komen van de darmen, en de aard en plaats van de operatie.

Behandeling: reversibele methoden zonder blijvende invloed (analgetica, lokale anesthetica). Door operatie en anesthesie kan opname van deze farmaca gestoord zijn => wisselend effect. Direct na operatie daarom farmaca IV geven, onder toezicht van arts (verkoevertkamer en IC), later kan ook IM en OR (poliklinisch: OR en rectaal vaak perifere analgetica). Bij ambulante behandeling een recept meegeven voor analgeticum (perifeer of combi agonist-antagonist) en patiënt medelen dat als de medicatie onvoldoende is contact met de huisarts op te nemen.

Behandeling in overeenstemming met de *aard van de pijn*: acute, oppervlakkige: perifeer werkende analgetica en antiflogistica, perifere zenuwblokkade; diepe, somatische pijn: (para)sympathicolytica. Als deze middelen falen: centraal werkende analgetica (narcotica). Sterkere/uitgebreidere pijn => sterker analgeticum.

Behandeling met anesthetica moet in overeenstemming met *lokalisatie van de pijn*: thoracale en bovenbuikgrepen => epidurale opiaten. Andere operaties: zenuwblokkades met lokale anesthetica, vooral bij operaties bij kinderen (bij kinderen zijn de fysieke en psychische effecten van onvoldoende pijnbestrijding dezelfde als bij volwassenen).

Patiënt Controlled Analgesia (PCA) is een methode waarbij de patiënt zichzelf mbv een computer gestuurde pomp zelf analgetica toedienen. De computer reguleert dat er een minimaal tijdsinterval tussen de doses zit en er per tijdseenheid een maximum aan analgeticum toegediend kan worden. De computer houdt de gewenste en gegeven doses bij ter registratie en om later doseringen te kunnen aanpassen.

10. Anesthesie bij oudere patiënten

Leeftijd is tegenwoordig geen belemmering voor operatie meer, hoewel er wel een verhoogd anesthesierisico aan verbonden is door het bestaan van concurrente ziekten, multipel geneesmiddelgebruik, een afname van lichaamsfuncties. Na een grote operatie spreken veel oudere patiënten over mentale en psychologische veranderingen. Postoperatieve verstoring van cognitieve functies treedt in de meeste gevallen op in de 1^e week postoperatief (hoe ouder de patiënt is, hoe groter de kans hierop).

11. Enkele anesthesiefarmaca

Over het algemeen zijn deze sterk werkzaam en hebben ze een smalle therapeutische breedte.

Complicaties: tgv absolute overdosering, geneesmiddelinteracties, allergische reacties, idiosyncrasis, farmacologische bijwerkingen. Deze zijn vaak heftig van karakter doordat men vaak hoge doseringen IV gebruikt, vaak bij personen ASA klasse I en II. Ernstige complicaties komen vaak voor bij gebruik van sedativa, narcotische analgetica, spierrelaxantia (beïnvloeden farmacologische de ademhaling => hypoxie en evt. irreversibele hersenschade).

Farmacologische bijwerkingen:

-*Opiaten* – Ademdepressie, misselijkheid en braken, peristaltiek ↓, obstipatie, vasodilatatie, vrijkomen histamine

-*Hypnotica* – Adem- en cardiale depressie, laryngospasme, desoriëntatie, vertigo, euforie, hallucinaties, bijniermergsuppressie. Ook mogelijk allergie en vrijkomen histamine.

-*Spierrelaxantia* – Blokkade sympathische ganglia, vagusblok, cardiovasculaire effecten. Soms vrijmaken van histamine. Postoperatief door onvoldoende herstel/geneesmiddelinteractie: onvoldoende ademhaling.

-*Lokaal anestetica* – Neurotoxiciteit, convulsies, adem- en circuloire depressie, tachyphylaxie, membraanstabilisatie. Zeldzaam: allergie. Hoge doses: methemogloïnemie.

-*Inhalatieanesthetica*: gehalogeneerde koolwaterstoffen hebben een effect op de ozonlaag. De meesten gemetaboliseerd in lever en andere organen => mogelijk lever-/nierafwijkingen

alkanen – in het algemeen meer cardiovasculaire bijwerkingen (lachgas, chloroform, trichloroethyleen, cyclopraan, halothaan)

ethers – luchtwegirriterend effect (ether, enfluraan, isofluraan, desfluraan, sevofluraan)

12. Anesthesie t.b.v. ingrepen in dagbehandeling

Dagbehandeling = opname in het ZH gedurende enkele uren voor operatieve/diagnostische ingrepen.

Criteria:

-ASA-klasse I, II, III, mits de systemische aandoening adequaat behandeld wordt.

-max.operatieduur 2 uur, mits geen grote lichaamsholten (abdomen, thorax) worden geopend, geen omvangrijk bloedverlies verwacht, geen bijzondere postoperatieve zorg noodzakelijk.

-minimaal invasieve operaties kunnen ook in dagbehandeling.

-Niet: ex-premature kinderen tot ±9 maanden, vanwege verhoogde kans postoperatieve ademhalingsstilstand, hypothermie, hypoglycaemie.

Let wel dat ook ambulante behandeling risico's heeft, mogelijke complicaties, etc. Hospitalisatie vindt alsnog plaats bij 1-3%.

13. Awareness

Awareness = wanneer de patiënt onder algehele anesthesie (een deel van) de operatie bewust heeft meegemaakt, zonder dat dit door de anesthesioloog is opgemerkt. De patiënt kan door spierrelaxantia dit niet kenbaar maken. Bij de patiënt veroorzaakt dit sterke angstgevoelens, die postoperatief ernstige psychische stoornissen kunnen veroorzaken.

De oorzaak hiervan ligt in *onvoldoende toegediende anestetica*, omdat men ivm de toestand van de patiënt een oppervlakkige anesthesie wil geven, bijv. bij traumapatiënten, patiënten die een keizersnede ondergaan, openhartchirurgie bij patiënten met verstoorde hemodynamiek.

Vergroot risico voor awareness is het toepassen van een '*high-dose opiaat*'-anesthesietechniek (men geeft dan geen anestheticum, maar slechts een hoge dosis opioïd + een spierrelaxans).

LOCOREGIONALE ANESTHESIE

14. Locoregionale anesthesie

Locoregionale anesthesie = M.b.v. een lokaal anestheticum een deel van het lichaam uitschakelen, zonder de patiënt hierbij dus bewusteloos te maken.

Locale anesthesie =plaatselijke verdoving van huid/weefsel door infiltratie van deze met een lokaal anestheticum (infiltratie-anesthesie) / door uitschakelen van lokale zenuw (perifere zenuwblokkade).

Groter deel van het lichaam: uitschakelen grotere zenuw (geleidingsanesthesie), plexus (plexusblokkade), blokkade van het ruggenmerg (regionaal anesthesie). Werking door verstoring van prikkelgeleiding in zenuwweefsel.

2 typen anestetica: estertype en amides. De laatste heeft de voorkeur, omdat deze zelden allergische reacties veroorzaakt, itt de eerste. Andere *bijwerkingen*: stoornissen in de prikkelgeleiding in de hersenen en myocard, bij hoge doseringen: in deze weefsels toxisch.

Toedieningswijzen: injecteerbare vloeistoffen, crèmes, zalven, sprays, drankjes.

Complicaties: een aantal van de complicaties van de algehele anesthesie kunnen zich ook hier voordoen. Daarnaast ook mogelijk paresthesieën en neurologische uitval (behandeling: als >1/2 wk., fysiotherapie).

INTENSIVE CARE

15. Postoperatieve behandeling op de IC-afdeling

Opname postoperatief op IC m.n. bij (dreigende) cardiovasculaire/pulmonale insufficiëntie. Voor intensieve en invasieve bewaking vitale orgaanfuncties van de patiënt, zodat direct ingegrepen kan worden/ kunstmatige beademing en medicamenteuze ondersteuning van andere functies. Indicaties:

- Dit laatste gebeurt bij hartoperaties, operaties aan de grote bloedvaten, hersenoperaties, langdurige intra-abdominale en intrathoracale operaties, na massaal bloedverlies, sterke afkoeling van de patiënt.
- Bij ernstige complicaties (embolie, hypoxie, m.i., sepsis) na de operatie.
- Preëxistent een ernstige verstoring van hart en/of longfunctie bestaat.
- Patiënten na een reanimatie of groot trauma.

IC is meer dan verkoeverkamer ingesteld op een langdurig verblijf van patiënten. Mogelijkheden van invasieve bewaking, kunstmatige beademing, evt hemodialyse. Patiënten veelal sterk gesedeerd m.b.v. benzo's of continu propofol-infuus. Desondanks heeft het vaak psychische impact, tot psychoses aan toe.

Cardiovasculair:

Medicamenteuze (met farmaca die ingrijpen op autonome ZS, bij inotropica, cardiotonica, vasopressoren, vasodilatoren) en machinale ondersteuning (intra-aortale ballonpomp, ventrikel assist device) van hartfunctie. Water- en zouthuishouding (en dus hemodynamiek) worden geregeld m.b.v. infusievloeistoffen en diuretica.

Hemodynamische bewaking: arteriële bloeddruk, ECG, hf, CVD, druk in a.pulmonalis, HMV (Swan-Ganz-katheter). Hiermee kunnen andere parameters berekend worden.

Pulmonair:

Kunstmatige beademing

-indicaties: (dreigende) luchtwegobstructie, respiratoire insufficiëntie, sterke afkoeling, resteffecten van spierrelaxantia, ademdepressie door de anesthesie, ernstige cardiovasculaire instabiliteit. Postoperatieve ademhalingsinsufficiëntie vaak door mechanische stoornis longen en vorming van atelectase, zeldzaam: afwijking van het parenchym (ARDS).

-complicaties van langdurige intubatie: sinusitis, druknecrose van tracheaslijmvlies, mondhoek en neusrand.

-ontwenning (weaning) nodig bij staken langdurig beademen.

Bewaking van de ademhaling: meting ademteugvolume, ademminuutvolume, luchtwegdruk, inspiratoire O₂-concentratie, expiratoire CO₂-concentratie (capnogram), O₂-saturatie perifeer bloed, bepaling arteriële bloedgaswaarden. Met geavanceerde apparatuur: O₂-consumptie.

In bepaalde gevallen ook meten van de intracranieële druk en maken van een elektro-encefalogram.

OXIGENATIE

16. Cardio-pulmonale bypass

Het principe: buiten het lichaam brengen van veneus bloed, dit in een *oxigenator* (kunstlong) van O₂ te voorzien en van CO₂ te ontdoen en vervolgens via een warmtewisselaar en filter weer terug naar de arteriële circulatie te brengen. Meestal met een membraan-oxigenator (bloed is door semi-permeabele membraan van lucht gescheiden).

Membraanoxigenator + Circulatie dmv een rollerpomp => *hartlongmachine* (te gebruiken bij operaties hart en aorta ascendens, en wanneer longen buiten werking gesteld) Koelen in warmtewisselaar tijdens operatie geeft lage O₂-consumptie => hogere veiligheidsmarge.

ECMO (extracorporale membraanoxigenatie) zelfde principe. Gebruikt voor pasgeborenen met reversibele longproblemen. Neemt hart en longfunctie 1-30 dg over, zodat kan herstellen.

Complicaties:

-Stollingsmechanisme wordt geactiveerd bij contact met lichaamsvreemde materialen. Hiervoor tijdens cyclus heparine geven, erna dit effect opheffen met protaminesulfaat.

-Hemolyse door gebruik van de rollerpomp. Risico voor ery's en nierfunctie.

Er bestaan ook alleen de circulatie ondersteunende technieken (circulatory assist devices) aortaballon (in aorta descendens, opgeblazen tijdens diastole, ontlaten tijdens systole => proximaal ervan hogere

arteriële druk=> beter doorbloeding hersenen en coronairvaten), externe en implementeerbare pompen, kunsthart (allen voor tijdelijke ontlasting van het aangedane hart tot herstel of een donorhart).

BEADEMING

17. Kunstmatige beademing

Standaard beademing: allereerst *intubatie* (verkleint dode ruimte en luchtwegweerstand) evt. ook inspectie + bronchiaal toilet mogelijk. Wanneer dit niet effectief genoeg is: *beademing*. Hiervoor bestaan systemen voor *permanent* gebruik (vroeger de 'ijzeren long' waar er ademhaling plaatsvond door onderdrukvariaties, tegenwoordig: speciaal kapje, intubatie of tracheotomie) en systemen voor *tijdelijk* gebruik (bijv. tijdens chirurgische ingrepen, dmv aansluiting op een apparaat via intubatie dat beademt via overdruk en passieve uitademing; in ongevalsituaties kun je handmatige beademen mbv een beademingsballon).

Criteria voor het behandelen van een patiënt met gecompromitteerde oxygenatie:

Direct intuberen bij: bovenste luchtwegobstructie, bewusteloosheid, neuromusculaire zwakte, geen mogelijkheid longsecreten te verwerken, ademhaling $>30/\text{min}$ bij $\text{FiO}_2 \geq 0,5$. Anders hanteert men bij respiratoire insufficiëntie een tabel waar je de zwaarste behandeling (O_2 geven, intubatie of beademing) waarvan in de kolom een variabele van de patiënt voorkomt.

Beademingswijze (volume, druk, freq., flow, inspiratie:expiratie) is afhankelijk van patiënt en diens afwijkingen. Meestal: teug van 10-15 mL/kg, inspiratie/expiratie-ratio van 1:1,5, frequentie van 10-14 teugen/min.

Let wel dat beademingsmachines geen garantie geven over de daadwerkelijke gaswisseling (diffusie over de alveolo-capillaire membraan kan verstoord zijn, intubatie kan verkeerd zijn).

18. Mandatory ventilation

Dit is een vorm van *beademing 'on demand'* (oftewel 'mandatory ventilation'). De machine voelt en versterkt met een pompcyclus de zwakke inadempoging van de patiënt. Te gebruiken bijv. bij een (niet verlamde) patiënt die probeert zelf te ademen. Dit zou anders een conflict opleveren met de opgelegde beademing. Mandatory ventilation hanteert normale ademfrequenties en teugvolumes.

19. Hoogfrequente beademing

High-Frequency Positive Pressure Ventilation (HFPPV) heeft een hoge beademingsfrequentie: 60-100 teugen/min en een teugvolume van 3-4 mL/kg (de grootte van het dode volume). Toch krijg je hierbij een normale alveolaire ventilatie. Te gebruiken bij: een bronchoscopie (het systeem kan ook uitgevoerd worden), bij intrathoracale chirurgie (de adembeweging is minimaal).

High-Frequency Oscillation Ventilation is beademing bij een frequentie van 4-15 Hz, je kunt deze zelfs uitvoeren door de thorax uitwendig in trilling te brengen (thoraxholte = resonator).

Het gastransport bij hoge frequentie-ventilatie is nog niet goed begrepen. Men denkt aan O_2 -diffusie en turbulente menging.

20. Complicaties

Orale intubatie	of	Nasale intubatie
Voorkeur in acute situaties		Risico van infectie bij schedelbasisfracturen, frequent kaakholtentstekingen, risico neusbloedingen

Beide hebben als complicaties: aspiratie, stemband-, tracheawand- en gebitsbeschadingsen en ook te diepe intubatie met atelectasevorming en hypoxie. Ook kan obstructie ontstaan door afknikken en ophoping van secreet, uitzonderlijk leidend tot sproedtracheotomie.

Vanwege het 'oppompen' van de longen, in longen hogere intrathoracale druk dan normaal, => makkelijker dichtgedrukte capillairen => ↓ veneuze terugvloed, ↓ HVM, belasting rechterventrikel ↑.

Verhoogde druk in alveoli => kans op barotrauma (emfyseem), alveolirupturen => weglekkende lucht via mediastinum naar hoofd/halsgebied of pneumothorax

Patiënt onder algehele anesthesie krijgt hoge O₂-concentratie (>21%), dit verstoort pulmonale ventilatie en gaswisseling.

O₂-toediening kan => schadelijke gevolgen.

-Risico van verlies van de hypoxic drive (bijv. bij COPD-patiënten), met als probleem CO₂-retentie, waardoor pulmonale vasodilatatie kan optreden.

-Bij lagere luchtwegobstructies kan => absorptieatelectase.

-Bij langere toediening hoge concentraties onder hoge druk => O₂-toxiciteit met morfologische beschadigingen van longweefsel. Hierin hebben O₂-radicalen een belangrijke rol

Bij anesthesie (zeker bij intubatie) mucustransport ↓, FRC ↓ met 15-25%.

=> kans ↑ atelectasevorming en dode ruimte neemt toe. Door de inhalatieanesthetica geen pulmonale hypoxische vasoconstrictie, shunting neemt dus toe i.p.v. af. Daarnaast centralisatie bloedvolume

21. Nabeademen

Nabeademing kan bij een patiënt nodig zijn, dit gebeurt mn bij patiënten met operatieve pulmonale afwijkingen. De belangrijkste reden ervoor is dreigende alveolaire hypoventilatie met hypoxemie of hypercapnie. Dit kan veroorzaakt zijn door:

1. Dysfunctie ademhalingspijpen (spierrelaxantia, neuromusculaire ziekten, hypothermie, thoraxwandafwijkingen als een incisie, een ribfractuur of pijn in abdomen of thorax)
2. Depressie ademhalingscentrum (trauma, hersenafwijking, anesthetica/hypnotica, narcotica, sedativa)
3. Toename ademarbeid (toename metabolisme, broncho/laryngospasme, luchtwegobstructie door aspiratie, de tong of oedeem, restrictieve longafwijking zoals emfyseem, longoedeem)
4. Ventilatie-perfusieverstoring (toename shunt bijv. door atelectase, toename dode ruimte door bijv. longembolie).

Postoperatief nabeademen gebeurt ook bij rillen bij oudere en cardiovasculair beschadigde patiënten.

22. Weaning

Na beademing kan de patiënt weer van de ventilator, dit kan problemen opleveren wanneer de patiënt lang is beademd. De patiënt moet dat langzaam ontwend worden en zelfstandig leren ademen (weaning) door van normale beademing over te gaan op 'mandatory ventilation' en daarbij in lengte toenemende perioden van zelfstandig ademen in te lassen.

