

Anestesi

Boken

Innehållsförteckning

1	Introduktion.....	3
1.1	Syfte	3
1.2	Medförfattare	3
2	Allmänna rutiner, riktlinjer och information	4
2.1	Metabolt flöde (med Maquet Flow-i) ¹⁻⁸	4
2.1.1	Flow-i	4
2.1.2	Metabolt flöde	5
2.1.3	Manuellt styrt metabolt flöde	7
2.1.4	AGC-styrt metabolt flöde	10
3	Referenser.....	13
4	Index.....	14

1 Introduktion

1.1 Syfte

A-boken syftar till att överskådligt och lättillgängligt samla riktlinjer och övrig information inom anestesi på ett och samma ställe. Kontinuerligt tillfogas (och avlägsnas) ytterligare dokument varefter de tillkommer och/eller revideras och/eller blir inaktuella.

Det övergripande målet är att informationen ska vara överskådlig och praktiskt användbar. Läsaren förväntas ha mer än god grundkunskap och dessa riktlinjer skall ses som just riktlinjer och stöd i den kliniska vardagen till en redan erfaren kliniker.

Således, i den mån du som specialistkompetent anestesilog gör en annan bedömning inför en specifik patient, så är det din skyldighet att frånga riktlinjerna i denna bok. I den mån du som icke-specialistkompetent gör en annan bedömning än vad som står häri, så diskutera det med din specialistkollega så blir ni säkert överens och den icke-riktlinje-kompatibla patienten får som avsett den bästa av vård!

Vidare är all text inte nödvändigtvis godkänd hos kundkliniker och andra samverkande aktörer. Detta för att innehållet är främst av anesthesiologisk karaktär och inte i detalj berör andras ansvarsområden. Icke desto mindre är innehållet synkroniserat i allt väsentligt med övriga klinikers riktlinjer.

Och framför allt: feedback välkomnas och kan ses som obligatoriskt. Maila a-boken@anopiva.se och snabb respons utlovas!

Happy A-ing! / Henrik Jörnvall

1.2 Medförfattare

Flera personer har författat denna bok; aktuell eller tidigare version. Eftersom det därmed är svårt att härleda en enskild person till en enskild text, får följande personer kollektivt krediteras. Observera således att de nödvändigtvis ej författat eller ens sett den senaste versionen, och därmed på intet sätt kan ansvara för dess innehåll. De är dock högst ansvariga för att denna bok över huvud taget existerar – tack!

Henrik Jörnvall
Anja Rosén
Stephanie Tigerschiöld

2 Allmänna rutiner, riktlinjer och information

2.1 Metabolt flöde (med Maquet Flow-i)¹⁻⁸

I detta dokument beskrivs gasanestesi där färskgasflödet (FGF) motsvarar patientens syrgasförbrukning (och eventuellt minimalt läckage). Om inget annat anges gäller dessa riktlinjer endast för Flow-i anesthesiapparat, och är framtagna i samförstånd med Maquet. Detta dokument skall ses som ett stöd i den kliniska vardagen för en redan erfaren kliniker.

2.1.1 Flow-i

Cirkelsystemet. Flow-i är ett cirkelsystem som kan användas för partiell återandning. Se bild nedan. Flödet i cirkeln styrs av enkelriktade flödesventiler. Färskgas tillförs cirkeln och eventuellt överskott släpps ut genom en överskottsventil. Utandad koldioxid elimineras via en absorber i cirkeln.

Förkortningar:

FGF – färskgasflöde

$F_{D O_2}$ – fraktion syrgas i FGF

$F_{D AA}$ – fraktion anestesimedel i FGF

$F_{i O_2}$ – inandad fraktion syrgas

$F_{i AA}$ – inandad fraktion anestesimedel

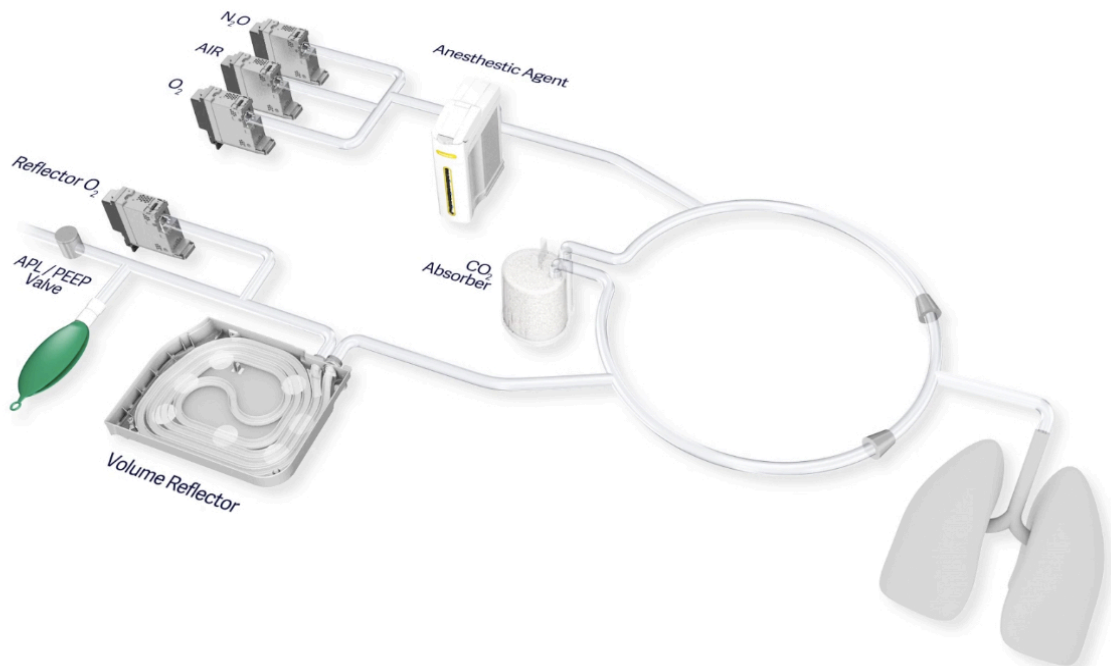
$F_{i CO_2}$ – inandad fraktion koldioxid

ET_{AA} – endtidal fraktion anestesimedel

ET_{CO_2} – endtidal fraktion koldioxid

MAC – minimal alveolar concentration

APL-ventil – Adjustable Pressure Limiting Valve



Gaskoncentrationer i cirkeln. Vid manuell styrning ställer vi in färskgasflöde (FGF), syrgasfraktion ($F_{D O_2}$) samt vilken fraktion anestesimedel ($F_{D AA}$) som ska tillföras i cirkeln. När FGF är lägre än minutventilationen kommer gaskoncentrationerna i FGF att skilja sig från vad patienten faktiskt får i sig i form av inandad syrgas ($F_{i O_2}$) och inandad anestesimedel ($F_{i AA}$).

Anledningen till att $F_{i O_2}$ och $F_{i AA}$ skiljer sig från $F_{D O_2}$ och $F_{D AA}$ är att den tillförda gasen i cirkeln blandas med gasen som patienten andas ut samt den befintliga gasen i cirkeln. De inspiratoriska gaskoncentrationerna kommer bero på kompositionen i FGF, hur mycket av

tillförd gas som tas upp av patienten (elimineras från cirkeln) samt hur mycket av utandningsluften som återändas.

Detta skiljer sig från ett högflödessystem, där FGF är högre än minutvolymen. I ett sådant system är de inspiratoriska gaskoncentrationerna samma som koncentrationerna i färskgasen eftersom ingen återändring sker.

Gastillförsel, APL och koldioxidabsorber. Patienten konsumerar kontinuerligt syrgas vilket alltid måste tillföras cirkeln för att undvika sjunkande F_iO_2 . Vid tillförsel av högre FGF än patientens gasupptag från cirkeln kommer cirkelns blandade gas att släppas ut genom en överskottsventil (APL-ventil) för att bibehålla inställt tryck i cirkeln. Den utsläppta volymen motsvarar överskottet av volymen tillförd gas till cirkeln. En koldioxidabsorber absorberar den koldioxid som patienten producerar, vilken annars skulle återändas.

Volymreflektorn. Flow-i har, istället för en bälg, en syrgasdriven volymreflektor skild från färskgasförsörjningen (se bild ovan). Drivgasen kan vid volymsförlust tillföras cirkeln via volymreflektorn, men passerar då inte förgasaren.

Vid cirkelläckage kommer Flow-i med hjälp av volymreflektorn garantera att inställt andetag alltid kan levereras från ventilatorn. Vid stort läckage kommer cirkelns innehåll av anestesimedel att sjunka och FiO_2 stiga pga spädning med ren syrgas från volymreflektorn. Systemet kan, till skillnad från ett klassiskt bälgssystem, kompensera gasförluster på ända upp till 180 l/min.

Vid ett FGF som understiger patientens aktuella syrgasförbrukning kommer Flow-i, genom volymreflektorn, att ersätta precis den saknade cirkelvolymen med syrgas. Detta för att säkerställa en konstant volym i cirkelsystemet. Vid kompensation för otillräcklig färskgastillförsel i förhållande till patientens syrgaskonsumtion bibehålls därmed FiO_2 , förutsatt att FGF ges som ren syrgas, men Fi_{AA} späds.

I menyfliken Volymreflektor på Flow-i visas en ”virtuell bälg”, volymreflektorindikatorn. Man kan utläsa värden på hur mycket gas som tillförs i cirkeln via volymreflektorn alternativt töms genom APL-ventilen. Även återändningsfraktionen anges.

O₂-guard. Flow-i har, utöver FiO_2 -larm, en aktiv O₂-guard som i händelse av hypoxisk blandning automatiskt justerar tillförd syrgas och FGF. I första steget ökas FGF till 1 l/min med 60 % O₂. Vid behov aktiveras ett andra steg i form av en säkerhetsflush som sköljer igenom cirkeln för att säkerställa FiO_2 över 60 % och därefter ökar FGF till 3 l/min, 60 % O₂.

Bälgssystem. I en anesthesiapparat som drivs med bälg kommer inte någon automatisk syrgastillförsel att ske vid FGF som är lägre än syrgasförbrukningen eller vid ett cirkelläckage. Ovanstående händelser noteras i form av sjunkande bälg och måste åtgärdas genom manuell ökning av FGF, utöver åtgärd av eventuellt läckage.

2.1.2 Metabolt flöde

Metabolt flöde innebär ett FGF, med endast syrgas, som exakt motsvarar patientens syrgaskonsumtion. Då uppstår ett så kallat slutet cirkelsystem, där ingen gas släpps ut via APL-ventilen, eftersom utandad koldioxid helt elimineras via absorberna. Vid tillförsel av anestesimedel i detta flöde har man Closed Circuit Anesthesia – CCA.

Här beskrivs två metoder för metabolt flöde:

1. Manuellt styrt metabolt flöde

Efter ett inledande något högre flöde, för att snabbt öka tillförd inhalationsanestesi mängd till systemet och därmed anestesidjupet, ställs anesthesiapparatens in på ett färskgasflöde av ren

syrgas i en volym som motsvarar patientens uppskattade syrgasförbrukning, 0.2 l/min. Anestesimedel tillförs i hög koncentration i FGF. Luft tillförs cirkeln enkom för att aktivt sänka FiO_2 , i övrigt används endast ren syrgas.

2. AGC

Flow-i kan automatiskt styra tillförseln av anestesimedel och syrgas i FGF, detta kallas Automatic Gas Control (AGC). Systemet kan åstadkomma ett metabolt flöde i underhållsfas. Det förutsätter att man ställer in lägsta tillåtna FGF (min. flöde) lägre än förväntad syrgaskonsumtion för att ge systemet möjlighet att exakt matcha syrgastillförseln mot patientens syrgasförbrukning.

Metabolt flöde (med manuell styrning eller AGC) medför flera fördelar:

- **Mer kontrollerad och målstyrd anestesi** med mindre ”berg-och-dal-bana”. Inledningen till metabolt flöde ger en tröghet som förhindrar att anestesidjupet ökar för snabbt. Därför kan man vid gasintroduktionen t.ex. ägna sig åt PVK-sättning, patientupplägg och andra nödvändiga åtgärder, utan att ständigt behöva justera anestesidjupet. En långsammare gasintroduktion medför även en cirkulatoriskt stabilare övergång till gasanestesi.
- **Ökad styrbarhet** där MAC kontrollerat kan höjas eller sänkas, och där inledning, avveckling och väckning sker kontrollerat och förutsägbart.
- **Minskade värmeförluster och inget behov av aktiv befuktning** eftersom koldioxidabsorbenterna producerar vatten och värme, samt att viss återändring av vattenånga och värme från patienten sker. Avtappning av vatten via vattenfälla kan behövas.
- **Minskar förbrukningen och därmed utsläppen av anestesimedel.** Anestesimedel är potenta växthusgaser. Metabolt underhållsflöde innebär ett återutnyttjande av befintlig gas i cirkeln, och utsläppen minimeras. Minskad åtgång av anestesimedel är positivt för såväl miljö som ekonomi.
- **Ökad patientsäkerhet avseende anesthesiutförande och hand-havande.** Nya medarbetare kan på ett pedagogiskt och enhetligt sätt introduceras i hur man ger gasanestesi på PMI, både manuellt och med AGC. Vid avsaknad av fungerande AGC är vana av att hantera manuellt metabolt flöde viktigt för att ge en säker anestesi.

Givetvis finns det även nackdelar och kontraindikationer:

- **Metabolt flöde förutsätter fullgod monitorering.** Detta är självklart redan fullt implementerat vid PMI men icke desto mindre är det viktigt att poängtera. Endast vid fullgod monitorering och larm för FiO_2 , SpO_2 , ET_{AA} , $FiCO_2$ samt $ETCO_2$ kan man tillämpa metabolt flöde. Det bör poängteras att utan fullgod monitorering av dessa parametrar samt tillhörande larm är samtliga återändringssystem, dvs. alla system där FGF är lägre än patientens minutvolym, kontraindicerade.
- **Vid läckage** kommer kompensationen från volymreflektorn att förändra gasblandningen som ges till patienten pga spädning med syrgas utan anestesimedel. För att bibehålla metabolt flöde bör man i den mån det är möjligt åtgärda dessa läckage, snarare än att höja FGF.
- **Metabolt flöde omöjliggör utvädring av toxiska ämnen.**
 - **Kolmonoxidförgiftning är en absolut kontraindikation.** I de sällsynta fall då vi sover en patient för operation med aktuell CO-intox krävs ett öppet

system, det vill säga ett FGF som överstiger minutventilationen. Detta kan åstadkommas antingen genom ett manuellt FGF som är högre än minutventilationen alternativt genom att välja MAX-hastighet på AGC. Observera att vid CO-intox bör FiO_2 vara så högt som möjligt (100% minus fraktion anestesimedel).

- **Etanol.** Mindre än 10% av etanol elimineras via utandningsluften. Om man kan tolerera en marginellt långsammare tillnyktring hos patienten kan metabolt flöde användas även i dessa fall.
- **Metanol.** Metanol elimineras till viss del via utandningsluften. Om man trots andra risker skulle söva dessa patienter är det lämpligt med ett högre FGF.
- **Ketoner.** Vid ketoacidosis andas man ut en viss mängd ketoner, så i dessa fall kan det vara lämpligt att överväga ett högre FGF.
- **Anestesimedel med hög löslighet och högt vävnadsupptag** gör metabolt flöde ogenomförbart. Ett metabolt flöde kan ej tillföra den mängd anestesimedel som erfordras, eftersom stora mängder anestesimedel löses och låses i vävnaderna. Därav är metabolt flöde endast lämpligt med sevofluran och desfluran.

Lustgas har mycket låg löslighet men även låg potens, vilket medför att det är både olämpligt och svårt att använda vid metabolt flöde.

2.1.3 Manuellt styrt metabolt flöde

Förutsättningar / förberedelser

- **Kontrollera att larmgräns för FiO_2** är ställt på lämplig nivå för din aktuella patient.
- **Justera eventuellt larmgräns för ET_{AA}** till högsta acceptabla ET_{AA} för aktuell patient.
- Luftväg skall säkras med intubation eller tät larynxmask.
- Anestesimedel bör vara sevofluran (eller efter särskilt övervägande desfluran) utan N_2O . Givetvis kan metabolt flöde även användas vid TIVA.

Induktion av manuellt metabolt flöde

- Patienten sövs och relaxeras i allmänhet med intravenös induktion efter preoxygenering
- Omedelbart efter säkrad luftväg sätts ventilatorn i automatiskt ventilationsläge.
- **Välj FGF 0.5 (0.3-1.0) l/min.** Ett högre flöde leder till en snabbare ökning av anestesidjupet. Majoriteten av våra patienter på PMI lämpar sig därför väl för ett initialt flöde i den lägre delen av intervallet, med tanke på hög ASA-grad och relativt lång tid till knivstart.
- **Luft** väljs initialt för att sänka FiO_2 till önskad nivå efter säkrad luftväg. Tillförsel av luft innebär tillförsel av kvävgas, som inte alls tas upp av patienten, utan endast bidrar till att späda FiO_2 . Det tar ca 10 min från FiO_2 100% till 30% med 1 liter luft/min (20 min med 0.2 liter luft/min).
- **Efter** att FGF justerats enligt ovan, sätts förgasare på max (8% för sevofluran eller 18% för desfluran). **Det är essentiellt att förgasaren inte sätts på max innan FGF sänkts enligt föregående punkt.**

- Vanligtvis kommer kirurgisk anestesi uppnås med sevofluran efter 5-10 minuter vid ett FGF på 0.5 l/min. Observera att den interindividuela variationen är stor och att ET_{AA} måste väljas individuellt. Desfluran har annan farmakokinetik och förgasaren måste justeras tidigare.
- **Vid adekvat ET_{AA} välj FGF 0.2 l/min.** Förgasaren bibehålls på max.
- **Vid lämpligt FiO_2 byt till 100% syrgas.** Detta sammanfaller ofta, men inte alltid, med ovanstående justering av FGF.

Underhåll av manuellt metabolt flöde

Anestesimedel

- **Vid ett för lågt ET_{AA}** höj förgasaren till max. Sätt tillfälligt FGF till 0.5 (0.3-1.0) l/min. Högre FGF ger snabbare justering av ET_{AA} . Syrgashalt justeras beroende på aktuell och önskad FiO_2 . Vid önskad ET_{AA} återgå till underhållsinställningar. Sevofluran stiger med ca 0.2 % enh/min vid FGF 0.5 l/min.

I den händelse att cirkeln förlorar mer volym än FGF (via patientkonsumtion och/eller läckage) kommer Flow-i att ersätta skillnaden mellan förlorad cirkelvolym och tillfört färskgasflöde. Syrgas tillsätts i dessa fall via volymreflektorn, och är utan anestesigesig, vilket kan medföra en sänkning av Fi_{AA} . Patientens syrgasbehov är dock alltid garanterat förutsatt att FGF ges i ren syrgas.

- **Vid ett för högt ET_{AA}** stäng av förgasare och sätt tillfälligt FGF till 0.5 (0.3-1.0) l/min. Högre FGF ger snabbare justering av ET_{AA} . Syrgashalt justeras beroende på aktuell och önskad FiO_2 . Vid önskad ET_{AA} återgå till underhållsinställningar. Sevofluran sjunker med ca 0.2% enh/min vid FGF 0.5 l/min.
- **Vid långsamt stigande ET_{AA}** välj FGF 0.2 l/min. Det är ovanligt att patienter kräver högre FGF än 0.2 l/min för att upprätthålla ET_{AA} . Om man tillför något högre FGF än patienten behöver, i kombination med hög förgasarinställning, så kommer ET_{AA} att (långsamt) stiga. Detta beroende på att mer anestesimedel tillförs än vad patienten behöver. Patientens behov sjunker också med tiden, se nedan.
- **Vid långvarig anestesi** stiger ET_{AA} . Detta beror på att patientens vävnadsdepåer blir allt mer mättade av anestesimedel, vilket medför ett ökat venöst återflöde av anestesimedel och därmed en högre koncentration i lungan. I första hand sänk FGF till 0.2 l/min, enl ovan. I andra hand sänk förgasarinställningen med hela procentsteg (cirka 1-2% för sevofluran) för varje anestesitimma. Sänk förgasarinställningen vid stigande ET_{AA} .

Syrgas

Vid metabolt flöde, jämfört med högre färskgasflöden, krävs det inte en högre säkerhetsmarginal för FiO_2 för att undvika hypoxi. Hyperoxi bör undvikas såväl vid metabolt flöde som vid högre FGF.

- **Vid lågt FiO_2** öka i första hand syrgashalt till 100%. Om detta redan är gjort öka FGF tillfälligt. Ju högre FGF desto snabbare justering. Obs, överväg att under denna manöver sänka förgasare för att undvika snabbt stigande ET_{AA} .
- **Vid för högt FiO_2** behöver man tillföra kvävgas i cirkeln, vilket görs genom att tillföra en viss del luft. Denna manöver kan över tid orsaka en oönskat låg FiO_2 . Detta motverkas genom observans, adekvata larm samt åtgärder vid lågt FiO_2 .

- **För att snabbt sänka FiO_2 :** ändra O_2 -konc i FGF till luft och öka FGF till 0.5 (0.3-1.0) l/min, vänta till önskat FiO_2 är uppnått och byt därefter tillbaka till 100% O_2 , 0.2 l/min.
- **Vid ett över tid stigande FiO_2 ,** kan man överväga att, efter sänkning enl. ovan, marginellt justera ned syrgashalten i FGF (t.ex. till 80-90%) och bibehålla vald syrgasfraktion så länge FiO_2 är inom önskat intervall. Notera att det över tid finns risk för oavsiktligt lågt FiO_2 även vid val av denna metod. Det krävs därför kontinuerlig vaksamhet samt adekvat inställda FiO_2 larm.

Sammanfattningsvis bör man undvika att varaktigt underhålla anestesi genom att samtidigt "gasa" (med FGF över 0.2 l/min) och "bromsa" (med sänkt förgasare). Grundläget för FGF skall vara 0.2 l/min 100% O_2 och justering av anestesi ske enligt ovan riktlinjer.

Avveckling av manuellt metabol flöde

- Då kvarvarande operationstid är ca 15-20 minuter, **stängs förgasaren av helt.** Notera att vid långa operationer kan man överväga att göra detta ännu tidigare, p.g.a. uppladdade vävnadsdepåer av anestesimedel och mindre utrymme för redistribution. **FGF ställs till 0.2 l/min 100 % O_2** (gäller även om man tidigare behövt 0.3 l/min för att upprätthålla ET_{AA}).
- Anestesimedlet kommer att redistribueras mellan olika vävnadsdepåer med en minskning i CNS. En viss metabolism sker också. ET_{AA} kommer långsamt och kontrollerat sjunka. Du "**coastar**".
- **Om ET_{AA} sjunker för snabbt** och/eller operationen oväntat drar ut på tiden, sätt åter på förgasaren. Anestesidjupet styrs åter enligt riktlinjer för underhåll.
- **När du avser att väcka patienten,** höj FGF till minutvolym eller strax däröver. Patienten kommer i de flesta fall kort därefter vakna och kunna extuberas. Skillnaden från konventionell högflödesanestesi ligger i att anestesimedlet vid coastingen omfördelats mellan vävnadsdepåer utan att elimineras via lungorna. Då inget anestesimedel tillförs till cirkeln minskar man förbrukning av anestesimedel från förgasaren. Att inget anestesimedel tillförs sista tiden gör att patienten sakta sjunker i sin ET_{AA} och därför vaknar snabbare vid ökat FGF. ET_{AA} reflekterar bättre partialtrycket i hjärnan vid coasting. Uppvaknandet blir därmed mer lättstyrt.

Att tänka på vid manuellt metabol flöde

- **Ett cirkelläckage** ersätts i Flow-i via volymreflektorn. Ersättningsgasen är 100% O_2 men denna syrgas passerar ej förgasaren. Var därför uppmärksam på ET_{AA} vid läckage, då denna mycket snabbt kan sjunka. Ett sjunkande ET_{AA} vid läckage motverkas genom att höja FGF och därmed öka tillförseln av anestesimedel till cirkeln. Åtgärda om möjligt läckaget.
- **Vid absorberbyte** binds en stor del anestesimedel irreversibelt till den nya absorbern. En viss volym rumsluft tillförs också till cirkeln, men det är av mindre betydelse. Både FiO_2 och Fi_{AA} kommer tillfälligt att sjunka och måste kompenseras med höjd FGF under en kortare period, enl rek vid för lågt ET_{AA} ovan.
 - Undvik om möjligt absorberbyte under pågående anestesi. Om acceptabelt $ETCO_2$ med rimlig ventilation avstå byte.
- **Manuell ventilation med metabol flöde** går att använda. APL-ventilen måste då ställas över topptrycket för att bibehålla volymen i cirkeln. Patienten förbrukar största

delen av den tillförda färskgasen. Viss hyperinflation kan ske och luftvägstrycken måste givetvis monitoreras kontinuerligt. Vid stigande luftvägstryck, öppna tillfälligt APL-ventilen och släpp ut överskottsgasen mellan andetag, alt. vid maskventilation lätta på masken vid expiration.

- Vid ett inställt APL som är lägre än topptrycket, kommer viss mängd gas att passera ut genom APL-ventilen. Patienten får därmed inte hela den avsedda tidalvolymen trots att andningsblåsan tömmer sig. Du kommer i detta läge inte kunna, med ledning av känslan i din hand, avgöra hur stor del av andetag som ventilerar patienten och hur stor del som går direkt ut genom APL-ventilen.
- Om andningsblåsan inte fylls adekvat innan nästa andetag har du förlorat cirkelvolym, sannolikt via APL-ventilen. Säkerställ fri och tät luftväg och öka om nödvändigt inställt APL för att kunna ge högre topptryck. Du kan behöva tillfälligt öka FGF för att ersätta förlorad volym i cirkeln, detta kan kräva tillfällig justering av inställd förgasarnivå (F_{DAA}). **Att använda flush (56 l/min) med högt inställd APL är kontraindicerat då det kan snabbt orsaka farligt höga luftvägstryck.**
- **Flush.** Man bör undvika att använda flush-knappen oavsett ventilationsmode. Flush tillför 56 l/min 100% O_2 utan anestesimedel vilket gör att uppnådda gasjämvikter snabbt rubbas. Vid manuell ventilation med högt inställd APL-ventil riskerar du dessutom snabbt mycket höga luftvägstryck.
- **Rekrytering** bör göras med hjälp av ventilatorinställningar och inte manuellt via andningsblåsan. För att kompensera för avsedd ökad volym i patientens lungor bör FGF höjas till 1.0 l/min under rekryteringen. Förgasaren måste samtidigt sänkas för att undvika stigande ET_{AA} .

2.1.4 AGC-styrt metabolt flöde

AGC är en automatisk algoritm i Flow-i som tillåter ett val av målvärden för FiO_2 och ET_{AA} istället för manuell justering av gaser.

Förutsättningar / förberedelser

- **Ställ in patientens ålder och kön.**
- **Ställ in min-FGF på 0.1 l/min** (Gasinställningar → AGC-inställningar → Ytterligare inställningar). Detta ger AGC-algoritmen möjlighet att fullt ut individanpassa FGF. Inställt Mål- FiO_2 är överställt samtliga övriga inställningar i AGC-algoritmen och faktiskt FGF kommer inte att sjunka till ett värde som medför ett signifikant lägre FiO_2 än inställt målvärde.
- **Anpassa val av hastighet** beroende på patient och tid till förväntad op-start. En långsammare hastighet, såsom 1-2, kommer att medföra ökad cirkulatorisk stabilitet samt ge mindre förbrukning av anestesimedel. Högre hastighet kan behöva användas ffa hos unga, friska patienter med kort tid till op-start.
- **Justera mål- FiO_2** till en nivå lämplig för patienten, oftast 30% för att motverka hyperoxi.
- **Ställ in mål- ET_{AA}** till ett värde lämpligt för kirurgisk anestesi.

- **Anestesimedel** är i första hand sevofluran (desfluran i utvalda fall). N₂O kan användas vid AGC men används inte rutinmässigt på PMI. Givetvis kan AGC även användas vid TIVA.

Induktion med AGC

- Omedelbart efter säkrad luftväg sätts ventilatorn i **automatiskt ventilationsläge**. AGC startar nu automatiskt efter förinställda målvärden.
- **Notera tiden till mål-ET_{AA}** i prognosverktyget på skärmen och justera vid behov din förinställda hastighet. En låg hastighet, t.ex. 1-2, kommer att ge en mer hemodynamiskt stabil övergång till gasanestesi, men måste vägas mot awareness-risk. Målet bör vara att nå önskat ET_{AA} lagom till knivstart.

Underhåll med AGC

- **Vid behov av ändrat anestesidjup**, reglera detta i första hand genom att styra eventuell opioid.
- **Undvik att ändra mål-ET_{AA} eller mål-FiO₂**, men gör det givetvis på medicinsk indikation. Ändringar resulterar i en höjning av FGF där algoritmen är långsam på att återgå till metabolt flöde.
- Vid behov av snabba förändringar kan AGC-hastigheten ökas. Använd inte MAX-inställningen för detta då det ger övergång till ett öppet anestesisystem. En hög hastighet (undantaget MAX) behöver inte åter sänkas då den i underhållsskedet (steady state) inte kommer medföra högre FGF.

Avslut med AGC

- Alternativ 1: **Gå över på manuell styrning** vid 15-20 minuters kvarvarande op-tid och coasta samt avsluta enl. rekommendationer för manuellt styrt metabolt flöde.
- Alternativ2: **Coasta med aktiverad AGC.**
 - För att coasta, ställ AGC-mål till AV (**inte o**).
 - Observera att ev. ändring av mål-FiO₂ ökar FGF och i detta skede riskerar att vädra ur cirkeln snabbare än planerat.
 - Vid väckning, ställ AGC-mål till o och Mål-FiO₂ till Max. AGC kommer nu att vädra ur cirkeln.

Tänk på vid AGC

- **Önskat FiO₂ är alltid överställt minflöde.** AGC kommer således aldrig tillåta att en hypoxisk blandning bildas i cirkeln. Flödet kommer därför sällan vara så lågt som 0.1 l/min.
- **Inställd hastighet** styr enbart hur snabbt ET_{AA}-mål ska nås, FiO₂ regleras separat och oberoende av inställd hastighet.
- **MAX-hastighet** innebär att cirkeln sköljs igenom och cirkelsystemet övergår i ett helt öppet system. Detta är således ett lämpligt val vid CO-intox men lämpar sig inte för rutinanestesi.

- **Koldioxidabsorberbyte kompenseras automatiskt** av AGC. Ändring av hastigheten behöver inte göras. En kortvarig sänkning av ET_{AA} kan ske men kommer inte påverka anestesi djupet under då ingen signifikant sänkning av partialtrycket i CNS hinner ske.
 - **Mindre läckage kompenseras automatiskt** av AGC, med bibehållen FiO_2 samt ET_{AA} . Hastigheten med vilken ET_{AA} kompenseras är oberoende av inställd AGC-hastighet.
- **När man ställer om från AGC till manuellt styrt flöde** kommer föreslaget FGF motsvara minst patientens minutvolym, och som lägst 6 l/min. Justera manuellt till önskat FGF innan du accepterar inställningarna.

AGC-backup är en backup-funktion som går in vid tekniskt fel. FGF ökas då automatiskt till minutvolymen vilket leder till ett öppet anestesisystem. AGC fortsätter styra efter inställda målvärden i 2 minuter. Om felet kvarstår efter 2 minuter går systemet över till manuell gasstyrning med ett FGF >6 l/min. Värde för mål- ET_{AA} blir F_{DAA} och mål- FiO_2 blir F_{DO_2} vid övergång till manuell styrning.

3 Referenser

- 1 Vollmer, M. K. *et al.* Modern inhalation anesthetics: Potent greenhouse gases in the global atmosphere. *Geophysical Research Letters* **42**, 1606-1611, doi:10.1002/2014gl062785 (2015).
- 2 Getinge, M. *Operating manual Flow-i; 4.7.*
- 3 Myllymäki, L. (2020).
- 4 Wallin, M. & Petrini, M. (2020).
- 5 Eriksson, S. & Bredbacka, S. (2020).
- 6 Carette, R., De Wolf, A. M. & Hendrickx, J. F. Automated gas control with the Maquet FLOW-i. *Journal of clinical monitoring and computing* **30**, 341-346, doi:10.1007/s10877-015-9723-6 (2016).
- 7 Ryan, S. M. & Nielsen, C. J. Global warming potential of inhaled anesthetics: application to clinical use. *Anesthesia and analgesia* **111**, 92-98, doi:10.1213/ANE.0b013e3181e058d7 (2010).
- 8 Eriksson, S. & Bredbacka, S. [Better gas anesthesia technique better for environment, economics and patients. Systematic improvement work gave results]. *Lakartidningen* **108**, 1190-1192 (2011).

4 Index

A	
APL-ventil	5
B	
Bälgsystem	5
C	
Cirkelsystem	4
F	
Feedback	3
Flow-i	4
Författare	3
I	
Introduktion	3
K	
koldioxidabsorber	5
M	
Metabolt flöde	5
absorberbyte	9
AGC	6
AGC-backup	12
coasta	9
kontraindikationer	6
Manuellt styrt	5
O	
O ₂ -guard	5
V	
volymreflektor	5