



LUNDS UNIVERSITET
Medicinska fakulteten

Farmakokinitik vid användning av automatisk gasreglering jämfört med manuell *wash-in* med FLOW-i för sevoflurane och desflurane.

En test-modell studie

Författare: Petter Jakobsson

Handledare: Anders Johansson

Vetenskapligt fördjupningsarbete 7,5 Hp

Våren 2017

Lunds universitet
Medicinska fakulteten
Nämnden för omvårdnadsutbildning
Box 157, 221 00 LUND

Farmakokinitik vid användning av automatisk gasreglering jämfört med manuell *wash-in* med FLOW- i för sevoflurane och desflurane.

En test-modell studie

Författare: Petter Jakobsson

Handledare: Anders Johansson

Vetenskapligt fördjupningsarbete 7,5 Hp

Våren 2017

Abstrakt

Dagens sjukvård ställer höga krav på säker och effektiv behandling, men vårdproduktion och ekonomi är också av betydelse, samtidigt som vårdens påverkan på den globala miljön har varit aktuellt sedan flera år. Moderna *anestesi work stations* har förfinats och utvecklats för att effektivt kunna styra anestesigastillförsel och förbättra arbetsmiljön, bland annat genom att utveckla så kallad automatisk kontroll av endtidal anestesigaskoncentration (Etaa). Syftet med denna studie var att jämföra tiden för *wash-in* 0-1.0, samt 1.0- 1.5 MAC, och gasförbrukningen mellan *automatic gas control (AGC)* och manuell *wash-in* i en test-lungmodell med FLOW-i *workstation* i standardutförande. *Wash-in* med *AGC* genomfördes med inställning 8 samt max, och manuell *wash-in* genomförs med ett fixerat färskgasflöde på 4 L/min och förgasarinställning 3 MAC. Vi fann att manuell *wash-in* teknik är effektivare än automatisk, ger en snabbare mättnad av systemet utan att öka förbrukningen av anestesigas.

Nyckelord

Target control, Automated Gas Control, Maquet FLOW-i Anesthesia machine, Wash-in, Low Flow anesthesia

Lunds universitet
Medicinska fakulteten

Innehållsförteckning

Ordlista.....	4
Introduktion	4
Problemområde	4
Bakgrund.....	6
Perspektiv och utgångspunkter.....	6
Minimal alveolär koncentration (MAC)	7
Balanserad anestesi	7
Ventilatorsystem	8
Automatisk gaskontroll.....	9
Lågflödesanestesi.....	9
Mättnad av cirkelsystemet.....	10
Syfte.....	10
Specifika frågeställningar.....	10
Metod	11
Instrument	11
Datainsamling.....	12
Analys av data.....	13
Forskningsetiska avvägningar	13
Resultat.....	13
Tiden för mättnad av cirkelsystemet 0- 1.0 MAC.....	13
Tid för wash- in 0-1.0 MAC för sevoflurane respektive desflurane manuell vs AGC	13
Tid för wash- in 1.0-1.5 MAC för sevoflurane respektive desflurane manuell vs AGC ...	14
Gasförbrukning	15
Icke-parametrisk bedömning av resultat; tid för wash- in 0- 1.0 MAC för sevoflurane respektive desflurane manuell vs AGC	16
Icke-parametrisk bedömning av resultat; tid för wash- in 1.0- 1.5 MAC för sevoflurane respektive desflurane manuell vs AGC	16
Diskussion.....	17
Metoddiskussion.....	17
Resultatdiskussion.....	18
Konklusion och implikationer	21
Referenser	22
Bilaga 1 (2).....	25
Bilaga 2 (2).....	26

Ordlista

Anestesi Workstation – modern anestesiutrustning med förgasare, ventilator, inställningsskärm, monitor och gassystem

Wash-in – mätta cirkelsystemet och testlungsystemet

Wash-out – vädra ut anestesigas ur cirkelsystemet

Fi – fraction of inspired gas- fraktionen av inandad gas

Et – endtidal gaskoncentration

FGF- färskgasflöde

O₂ – syrgas

N₂O – lustgas

AA – anaesthetic agent – anestesigas; isoflurane, sevoflurane och desflurane

AGC- *automatic gas control*/ *automated gas control*

MV- minut ventilation

Introduktion

Innhalationsanestesi har använts sedan mitten på 1800-talet, utvecklingen har sedan dess gått framåt och idag används inhalationsanestesi med säkrare anestesigas och förfinade metoder (Eintrei, Enlund, Gupta & Åkeson 2016). I dag används halogenerande kolväten som är betydligt mer lättstyrda än äldre anestesigas. De fysikaliska och kemiska egenskaperna hos halogenerande gaser skiljer sig, deras löslighet i blod och vävnad är lägre för de modernare gaserna, ffa. desflurane. De farmakodynamiska egenskaperna är likartade men anestesigasernas potens varierar. Likaså har utrustningen med vilka vi administrerar anestesigaserna utvecklats och förfinats. Även utrustningen som övervakar tillförseln av anestesigas, hur upptaget skett och anestesigaskoncentrationen i patienten. Multi-gasanalytatorer som bestämmer inspiratorisk och expiratorisk anestesigaskoncentration (Fiaa respektive Etaa) är i dag standardutrustning (a.a).

Problemområde

Tidigare studier har studerat funktionalitet och effektivitet med moderna så kallade *anestesi work stations* med automatisk målgasnivå, *end-tidal control* eller ”*automatic gas control*”

(AGC är Maquets™ algoritm för end-tidal target control (Maquet critical care AB, Solna, Sweden)). I dessa studier har det framkommit att AGC kan vara ett bra hjälpmedel för att underlätta arbetet som anestesisyjuksköterska då *work station* själv justerar flöden och förgasare, vilket ger mer tid för anestesipersonalen att fokusera på patienten (Carette, De Wolf, & Hedrixx, 2016). Anestesiutrustning med AGC innebär också att lägre färskgasflöden (FGF) används över en längre tid under operationen, jämfört med om personalen manuellt justerade flödena på *anestesi work station* (Singaravelu & Barclay, 2013). Tidigare studier har också jämfört olika anestesisgaser med utgångspunkt för effektivitet och utsläpp av överskottsgas (Horwitz & Jakobsson, 2016). Dagens sjukvård ställer höga krav på patientsäkerhet och effektiv behandling (Bodelsson, 2011). Vårdproduktion och hälsoekonomi har också blivit viktiga faktorer. Påverkan på arbetsmiljö och även den globala miljön; växthuseffekter och effekter på ozonlagret har blivit viktiga faktorer att beakta i det dagliga arbetet. För att kunna styra patientens sömndjup, titrera anestesi optimal, undvika för djup eller för ytlig anestesi med risk för *awareness* med *recall* är det av stor vikt att på ett säkert och tillförlitligt sätt kunna styra anestesisgastillförseln, och vidmakthålla ett adekvat anestesisdjup (a.a).

Kunskapen kring anestesisgasens farmakologiska egenskaper och kontinuerlig gasövervakning krävs för att kunna justera koncentrationen och säkerställa god och säker anestesi (Naess & Strand, 2013). Tillförseln av anestesisgaser, kontrollen av det så kallade färskgasflödet (FGF) och förgasarinställningen, justeras normalt manuellt (Bodelsson, 2011). Det är den som leder anestesi (anestasiläkare eller anestesisyjuksköterska) som anpassar FGF och förgasarinställningen för att uppnå tillfredställande målgaskoncentration endtidalt (a.a). I ett cirkelsystem med koldioxidabsorber kan färskgasflödet minskas och utandad gas återandas, det vill säga recirkulera efter det att koldioxiden eliminerats i CO₂-absorben (Entrei, Enlund, Gupta, & Åkesson, 2016). Genom att minska FGF under övervakning av inspiratoriska- (F_{iaa}) och expiratoriska gaskoncentrationer (E_{taa}) kan en säker anestesi vidmakthållas med mycket låga färskgasflöden. Vid lågflödesanestesi krävs dock god kunskap om anestesisgasernas farmakokinetik. Vid låga flöden är inte längre förgasarens gradering ett mått på anestesisgaskoncentrationen i den inspiratoriska gasen. Man brukar tala om ”*loss of vaporiser control*”. Det krävs att både fraktionen av inhalerad anestesisgas (F_{iaa}) och endtidalt anestesisgas (E_{taa}) övervakas kontinuerligt och att förgasarens inställning anpassas så att önskad E_{taa} kan vidmakthållas (a.a). I moderna *anestesi workstations* har man utvecklat en alternativ teknik, så kallad *end tidal control*, där *anestesi workstation* ”automatiskt” justerar

FGF och förgasarinställningen via en algoritm utefter förinställt målvärde: minimal alveolär koncentration (MAC) (Naess & Strand, 2013). Denna teknik har fått olika bedömningar av olika tillverkare. För Maquets™ anestesi *work stations* kallas funktionen *automatic gas control – AGC* (Maquet Critical Care AB, Solna, Sweden).

Rationalitet till föreliggande studie finnas tydligt; då det inte tidigare är beskrivit, vad författaren känner till, vilka skillnader det tar i tid att uppnå 1.0 samt 1.5 MAC end tidal anestesi-gaskoncentration vid *wash-in*, och inte heller gasförbrukning för att uppnå mättnad av ett cirkelsystem med *AGC* jämfört med en manuell *wash-in*. Detta är av intresse dels ur ett patientsäkerhetsperspektiv men också utifrån, miljö, vårdproduktion och samhällsekonomisk perspektiv, där effektivitet, noggrannhet och säkerhet är viktiga beståndsdelar för att kunna bedriva systematiskt patientsäkert arbete.

Bakgrund

Perspektiv och utgångspunkter

Anestesiologisk omvårdnad innebär bland annat att bidra till kunskapsutvecklingen inom hälso- sjukvården (Riksföreningen för anestesi och intensivvård & svensk sjuksköterskeförening, 2012). Detta genomförs lämpligen genom att bedriva och systematiskt följa upp kvalitets- och förändringsarbete samt att söka, analysera och kritiskt granska relevant kunskap inom området, i syfte att utvärdera den/de perioperativa, pre-/intra/postoperativa behandlingar och tekniker som patienter erfarit eller kommer att erfar (a.a). Huvudområdet omvårdnad i detta arbete betraktas därför ur ett naturvetenskapligt synsätt vilket innebär att presumtiv kunskap kommer att kunna komma patienter och miljö tillgodo genom att mätbara och observerbara bevis betraktas ur ett generellt perspektiv.

Syftet med omvårdnad på avancerad nivå inom sjuksköterskans specialistområden innebär att använda metoder som medför mest nytta för patienter, organisationer och miljö på ett kostnadseffektivt sätt (Hommel, Idvall, & Andersson, 2013). Att praktisera evidensbaserad vård innebär även att vetenskapligt medverka för att aktivt bidra med kunskap som underlag för beslut om vårdåtgärder genom tillämpning av bästa möjliga bevis (Johansson, & Wallin, 2013).

Denna uppsats utgår ifrån en filosofisk ansats som ontologiskt och epistemologiskt innebär att kunskapen kommer att analyseras och presenteras med kvantitativ design som medför att resultatet presenteras utifrån variabler som mäts strukturerat. Resultatet anses kunna ge antydning om fördelar och eventuella nackdelar med moderna tekniker och administreringsätt som kan komma den enskilda patienten till nytta genom att säkerställa och vetenskapligt pröva dessa metoder. Retoriskt, i detta fall om argumenten att övertyga, utgår således från validitet och reliabilitet (Henricson, 2012).

Minimal alveolär koncentration (MAC)

Hur potent en anestesigas är brukar beskrivas i det teoretiska måttet minimal alveolär koncentration (MAC), där MAC 1.0 är den lägsta alveolära koncentrationen som krävs för att 50 % av patienterna ligger stilla vid initialt kirurgisk stimuli, förutsatt att atmosfärtrycket är 1atm (Naess & Strand, 2013). De olika anestesigaserna har enskilda och individuella MAC-värden, vilket beskriver den enskilda gasens potens. MAC-värdet varierar med åldern, MAC-värdet sjunker och blir lägre med stigande ålder (a.a). Anestesigaserna interagerar också med andra läkemedel (Eintrei, et al. 2016). Interaktionen när de potenta anestesigaserna kombineras med exempelvis lustgas är additiv, $\frac{1}{2}$ MAC lustgas och en $\frac{1}{2}$ MAC av den potenta anestesigasen ger en anestetisk effekt motsvarande cirka 1.0 MAC. Anestesigaserna interagerar också med morfinpreparat, denna interaktion är synergistisk, ”*supraadditiv*”. Kombinerar sevoflurane med fentanyl så förstärks effekterna, mätt som klinisk effektiv anestesi (a.a). Isoflurane är den mest potenta anestesigasen, med Isoflurane uppnås MAC 1.0 redan vid 1.15% hos en 40 årig patient (Naess & Strand, 2013). I jämförelse är MAC 1.0 för sevoflurane i oxygen hos en 40 årig vuxen 2.1%. Desflurane är den minst potenta gasföreningen med ett MAC-värde på 6.0% hos en 40 årig person. Detta innebär således att mängden gas som krävs för att uppnå kliniskt tillfredställande anestesi varierar (a.a).

Balanserad anestesi

Anestesi innebär bortfall av medvetna sinnesyttryck, och analgesi innebär upphävd smärtförmåelse (Valeberg, 2013). Generell anestesi är en kombination utav dessa som således innebär att patienten tillåts hamna i ett tillstånd med medvetslöshet, analgesi och hämning utav autonoma reflexer (a.a). Trots att lättflyktiga anestesigaserna i hög dos skulle kunna framkalla alla dessa parametrar kombineras ofta olika läkemedel för att uppnå generell anestesi, vilket kallas balanserad anestesi (Bodelsson, 2011). Genom att använda olika

anestesimedel i kombination, kan en positiv interaktion mellan läkemedlen utnyttjas, synergien innebär att dosen av varje enskilt läkemedel kan minskas (a.a). Ett exempel på klinisk synergi är att en fentanyl-dos på 1,5 µg/kg i kombination med desflurane ger en sänkning av MAC_{bar} (1.3) till cirka 0.40 (White, 2003). Däremot ger inte en ytterligare ökad fentanyl-dos en motsvarande sänkning utav MAC-värdet (a.a). Således innebär detta att en väl balanserad anestesi är det mest effektiva för att minimera den mängd läkemedel som patienten erhåller, som därmed innebär att biverkningar kan minskas och återhämtningen påskyndas (Valeberg, 2013).

Ventilatorsystem

Innhalationsanestetika administreras via inandningsluften, genom inhalation (Entrei, Enlund, Gupta & Åkesson, 2016). De tre moderna anestesigaserna Sevoflurane, Desflurane, samt Isoflurane tillförs via bärargaser. Bärargasen, som tar med sig den potenta anestesigasen kan vara syrgas och luft eller en kombination av syrgas och lustgas. Bärargasen som tar med sig anestesigasen kallas även färskgas. Administration av inhaled anestesi sker med hjälp av en *anestesi work station* där luft, syrgas och anestesigas blandas till det färskgasflöde (FGF) som patienten erhåller (a.a). Det finns olika andningssystem via vilka luften når patienten, det kan vara icke återandningssystem, luften går till patient och andas ut utan någon återandning (Forsmo, 2011). Det kan också vara partiella återandningssystem som till exempel ett Bain-system där färskgasen tillförs via en tunn koaxialslang som ligger inne i slangen för expirationsgas. Gas kan också tillföras via ett cirkelsystem, där gasen kan recirkulera i och med att koldioxiden elimineras med hjälp av en koldioxidabsorber. FGF kan då minskas så att den endast kompenserar för patientens upptag och förluster i läckage (a.a). Moderna *anestesi workstations* använder näst intill uteslutande cirkelsystem (Thomas & Walther Stureson, 2016). Dessa cirkelsystem består utav slangar, backventiler och en koldioxidabsorber, detta system kopplas samman med *anestesi workstation* som i sin tur består av förgasare, ventilator, inställningsskärm, monitor och gassystem för effektiv administration av syre, luft, lustgas och potenta inhalationsanestetika (Bodelsson, 2011). I och med att cirkeln i detta system är sluten och patientens utandande luft och gaskoncentration passerar genom en koldioxidabsorber möjliggörs återandning, vilket minskar mängden överskottsgaser (a.a).

Automatisk gaskontroll

På senare tid har utveckling av moderna *anestesi work stations* förfinats ytterligare som ett steg i utvecklingen för en effektivare och säkrare arbetsmiljö (Bodelsson, 2011). Vissa av dessa *anestesi workstations* har ett inbyggt program som utefter en algoritm justerar FGF och förgasare för att uppnå ett förinställt Et_a så kallad *end tidal control* eller *AGC*. Vid användning av *AGC* finns ett antal olika lägen med vilken hastigheten på *wash-in* kan väljas (a.a). För *anestesi workstation* Maquet™ FLOW-i finns nio olika lägen för *wash-in* (1-8 samt max). *Wash-in* med läge 8 vid användning av *AGC* innebär en snabb och kostnadseffektiv *wash-in*, medan max inställningen skall vara den snabbaste inställningen för att nå önskad målgaskoncentration (Maquet Critical Care AB, Solna, Sweden).

Lågflödesanestesi

Lågflödesanestesi har under senare år blivit allt mer populärt på anestesikliniker runt om i Sverige (Thomas, & Walther Stureson, 2016). Lågflödesanestesi minskar risken för nedkylning och uttorkning utav patientens luftvägar, då den slutna cirkeln utnyttjar befintlig värme och fuktighet från patientens utandning. Vidare tillförs endast den mängd gas som patienten förbrukar vilket minskar utsläppet av gas både i operationssalen samt atmosfären (Naess & Strand, 2013). Att minska utsläppen utav föroreningar som påverkar ozonlagret har varit aktuellt sedan flera år (Brodin & Erlandsson, 2016). Studier har påvisades att anestesigas har en betydande påverkan på ozonlagret och därav är det av vikt att betona och överväga detta vid genomförande utav anestesi (Sulbaek Andersen, Sander, Nielsen, Wagner, Sandford, & Wellington, 2010). Användning av lågflödesanestesi, med ett slutet cirkelsystem är en effektiv metod för att minska den globala påverkan från anestesigas, då spill utav gas som påverkar miljön minskas (Jeffrey, 2012). Vidare finns det beskrivet att lågflödesanestesi kan minska kostnaderna vid anestesi, detta genom effektiv användning av tillgängliga anestetika och minskat avfall, vilket resulterar i reducerade kostnader (Brattvall, Warren-Strömberg, Hasselvik & Jakobsson, 2012).

Användning av lågflödesanestesi ställer krav på goda kunskaper kring farmakokinetik och övervakning av gassammansättningen i cirkelsystemet, och inandningsluften (Naess & Strand, 2013). Kunskapen kring gasens farmakologiska egenskaper och kontinuerlig gasövervakning krävs för att kunna justera koncentrationen och säkerställa god och säker anestesi. Moderna *anestesi workstations* mäter via en ”flergasanalyator” koncentrationen av

gasblandningen under inandning och utandning (fraktionen av syrgas, koldioxid, och potent anestesigas, eventuellt även lustgas) i inandningsluften (F_i) och utandningen, expiration (E_t). Flödet kan justeras manuellt genom att minska flödet under övervakning av gaskoncentrationerna F_i och E_t (a.a). Moderna *anestesi workstations* kan alternativt som nämnts tidigare justera gasflödet via en algoritm utefter förinställt målvärde MAC så kallad target controll eller *automatic gas control* (Bodelsson, 2011).

Mättnad av cirkelsystemet

Tiden för balans, *steady state*, att patienten är mättad med anestesigas beror på en rad olika faktorer. Bland annat beror det på som nämnts ovan koncentrationen i inandad gas ($F_{i,aa}$), vilket blod/gaslöslighet den givna anestesigasen har, likaså i vilken mängd gasen metaboliseras av kroppen (Eintrei, Enlund, Gupta & Åkeson 2016). Studier har också påvisat att olika *anestesi workstations* har en inverkan på hur snabb mättnad av cirkelsystemet och därmed tillfredställande MAC-värde uppnås (Shin, Yu, Bae, Huh, Park, Kim, 2017).

Färskgasflödet (FGF) och förgasarinställningen har stor betydelse för tidsåtgången vid mättnad av cirkelsystemet, där ett högre flöde innebär snabbare *wash-in* (Eintrei, Enlund, Gupta & Åkeson 2016). Studier visar dock på att ett färskgasflöde större än minutvolymen inte innebär några direkta fördelar avseende tid eller gasförbrukning. Det optimala FGF ur ekonomiskt och tidsperspektiv blir således lika med; tidalvolymen gånger antalet andetag per minut = minutventilationen (MV) (Mapleson, 1998).

Syfte

Syftet med denna studie är att jämföra tiden och mängden anestesigas som krävs för att mäta cirkelsystemet med AGC för sevoflurane och desflurane jämfört med tiden och gasförbrukning som krävs vid manuell *wash-in*.

Specifika frågeställningar

Vilken tid krävs för att mäta cirkelsystemet och testlungans funktionella residualkapacitet till 1.0 MAC?

Vilken tid krävs för att administrera en ”gasbolus” – öka anestesigaskoncentrationen från 1.0 – 1.5 MAC?

Förbrukas en större mängd anestesigas när AGC används, jämfört med manuell administrering?

Skiljer sig tiden vid *wash-in* för sevoflurane jämfört med desflurane vid de olika tillvägagångssätten?

Metod

Instrument

Detta är en test-modell studie, i studien användes *anestesi workstation* från tillverkaren Maquet™ av modell FLOW-i, i standardutförande. *Anestesi work station* kontrollerades för läckage och prestanda enligt instruktionsmanual (IFU). En Maquet™ testlunga med en volym på en liter kopplades till en av slangarna till Y-stycket. Till den andra delen av Y-stycket kopplades två intersergical reservoarballonger med en volym på två liter var (figur 1). Detta system sammankopplades för att efterlikna både tidalvolym samt funktionell residualkapacitet (FRC) hos en människa. *Anestesi workstations* standardutrustning inklusive standard förgasare användes vid samtliga mätningar. För monitorering av inhaled (Fiaa) samt endtidal anestesigaskoncentration (Etaa) användes *anestesi workstations* standardutrustning baserad på så kallad side-stream teknologi. Ventilatorinställningar med en fixerad tidalvolym på 400 ml och en andningsfrekvens på 12 andetag per minut samt ett ”*positive end expiratory pressure*” (PEEP) 5 användes vid samtliga mätningar. Före varje mätning preoxynerades testlungan till EtO₂ 80% för att efterlikna klinisk praxis och efter varje mätning genomfördes *wash-out* för att säkerställa att ingen anestesigas fanns kvar i systemet.



Figur 1. Testlunga med fiktiv funktionellresidualkapacitet

Datainsamling

Insamlad data dokumenterades på ett Case Report Form (CRF, Bilaga 1). Själva *wash-in* momentet där en ökning av koncentrationen anestesigas ska stiga från 0 till MAC 1.0 Et och från 1.0 till MAC 1.5 Et var justerad och anpassad för en 40 årig man med en vikt på 70 kg. Tiden i sekunder för varje mätning mättes och dokumenterades, och gasförbrukning i milliliter dokumenterades från *anestesi workstation*. Samtliga mätningar genomfördes tre gånger. *Wash-in* med AGC genomfördes med inställning åtta, samt max, och manuell *wash-in* genomfördes med ett fixerat färskgasflöde på 4 L/min och förgasarinställning 3 MAC för kontroll.

Åtgången av anestesimedel i milliliter dokumenterades från *anestesi workstations* angivelse, detta värde registrerades efter tre konsekutiva *wash-in* mätningar genomförts för en och samma inställning.

Samtliga mätningar genomfördes på anestesi- och intensivvårdskliniken på Danderyds sjukhus. Då studien genomfördes som en del i specialistsjusköterskeutbildningen vid Lunds Universitet är urval och datainsamling begränsat utefter given tidsplan.

Analys av data

Resultatet baseras på tre respektive mätningar för varje inställning. Författaren har analyserat samtliga grunddata och tolkat utfallet som normalfördelat (Bilaga, 1), därför presenteras data i grundpresentationen som aritmetiskt medelvärde (mean) och standarddeviation (SD), och förtydligas i figurer. För mättnad av cirkeln Fiaa till Etaa motsvarande 1.0 MAC och 1.0 - 1.5 MAC har medelvärdet från 3 mätningar i sekunder att beräknas. Skillnaden mellan manuell och automatisk mättnad jämfördes med Student-t test och för att identifiera eventuella skillnader mellan gaserna i de olika inställningarna användes ANOVA, ett p-värde mindre än 0.05 ansågs som signifikant. Författaren har på grund av det begränsade urvalet också valt att redovisa medianvärden och [range] och genomfört statistik med icke-parametriska tester Mann-Whitney U och Kruskal- Wallis test. Statistisk bearbetning genomfördes med Statview för MAC.

Forskningsetiska avvägningar

Detta var en helt experimentell studie som inte inkluderar forskning på människa eller djur. Det finns ingen specifik etisk frågeställning. Utrustningen användes enligt bruksanvisning, sedvanlig skyddsutrustning användes under försöken, utsug av överskottsgas var tillgänglig under hela perioden för mätning. Mätningarna genomfördes på förberedelserum på anesthesiavdelningen med forcerad ventilation.

Resultat

Tiden för mättnad av cirkelsystemet 0- 1.0 MAC

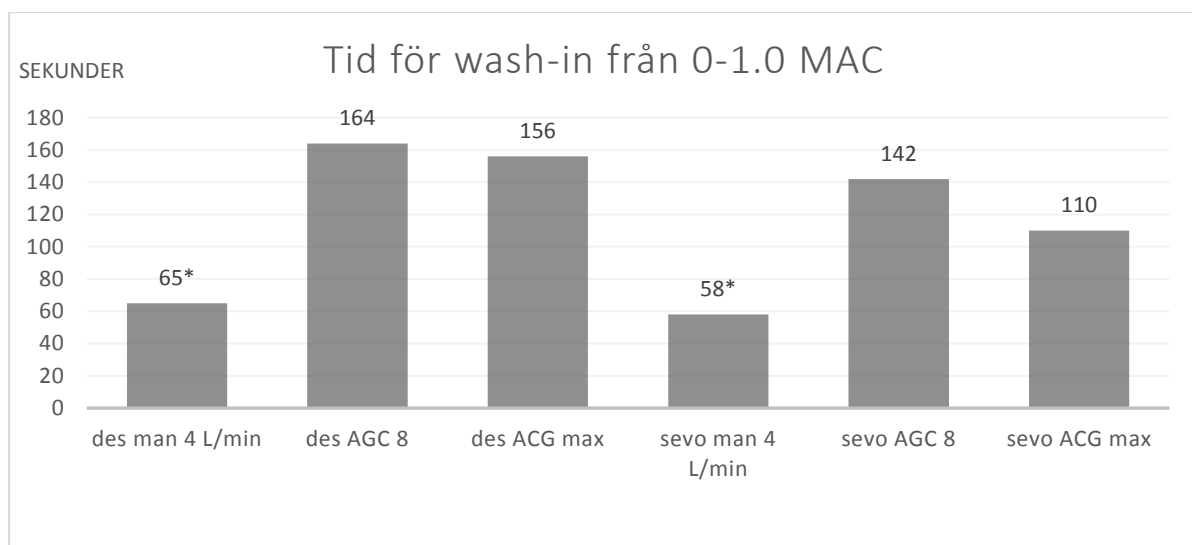
Manuell flödesinställning 4 L/min och 3 MAC förgasarinställning gav totalt sett en snabbare mättnad av cirkelsystemet än den automatiska tekniken när medelvärdet från både sevoflurane och desflurane jämfördes tillsammans; manuell inställning gav en stabil 1.0 MAC Etaa vid 62 (SD 4.4) sekunder (sek) jämfört med AGC-max 133 (SD 25.5) sek ($p=0.001$).

Tid för wash- in 0-1.0 MAC för sevoflurane respektive desflurane manuell vs AGC

När de två gaserna jämfördes var för sig från 0-1.0 MAC Etaa var även då manuell inställning snabbare; sevoflurane manuell respektive AGC-max, 58 (SD 3.1) sek jämfört med 110 (SD

2.1) sek ($p=0.001$). Även för desflurane var tiden från 0 till 1.0 MAC Etaa med manuell 4 L/min färskgasflöde kortare än AGC- max; 65 (SD 3.1) sek jämfört med 156 (SD 3) sek ($p=0.001$) (Figur, 2).

När gaserna jämfördes sinsemellan identifierades att tiden för att nå en stabil 1.0 MAC Etaa inte signifikant skilde sig mellan gaserna med manuellt färskgasflöde; sevoflurane 58 (SD 3.1) sek respektive desflurane 65 (SD 3.1) sek. Med AGC max var det dock skillnad mellan gaserna för att nå 1.0 MAC Etaa; sevoflurane 110 (SD 2.19) sek jämfört med desflurane 156 (SD 3) sek ($p=0.001$) (Figur, 2).



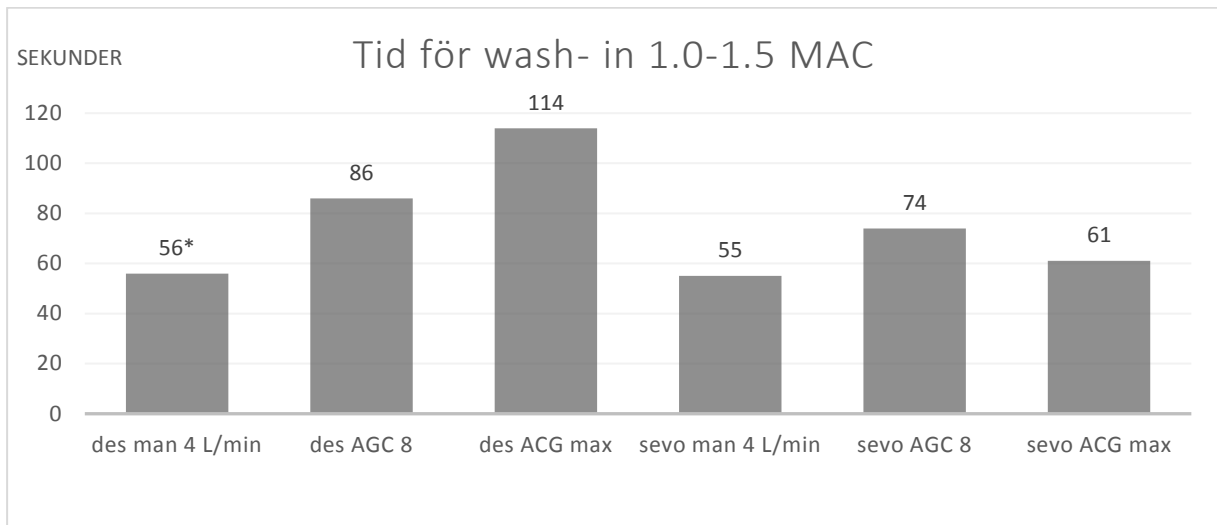
Figur 2. Tidsåtgång i sekunder för wash in från 0-1.0 MAC endtidalt mellan de olika inställningarna och jämförelse mellan de två gaserna desflurane (des) samt sevoflurane (sevo). Manuell (man) wash in med FGF 4 L/min och förgasarinställning 3 MAC gav snabbare mättnad av cirkelsystemet och testlungan jämfört med automatisk endtidalt kontroll 8 och max *($P=0.001$) för såväl sevo som des.

Tid för wash- in 1.0-1.5 MAC för sevoflurane respektive desflurane manuell vs AGC

För desflurane var tiden från 1.0 till 1.5 MAC Etaa kortare med manuell inställning; 56 (SD 5.0) sek jämfört med AGC-max 114 (SD 7.1) sek ($p=0.004$). Däremot var tiden från 1.0- 1.5 MAC Etaa med sevoflurane inte signifikant skild mellan manuell och AGC-max inställning; 55 (SD 3.7) sek jämfört med 61 (SD 2.1) sek (Figur, 3).

Tidsåtgången att öka från 1.0 till 1.5 MAC Etaa skilde sig inte signifikant mellan gaserna för manuellt inställt färskgasflöde; sevoflurane 55 (SD 3.7) sek jämfört med desflurane 56 (SD 4.3) sek. Med AGC- max var det dock skillnad mellan gaserna för att öka från 1.0 till 1.5

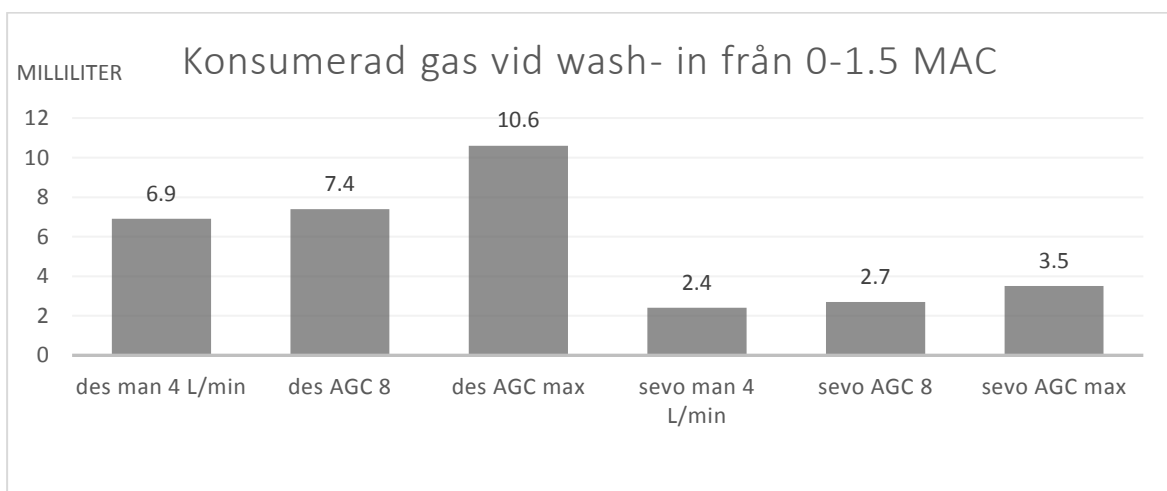
MAC Etaa. Tiden var kortare med sevoflurane 61 (SD 2.6) sek jämfört med desflurane 114 (SD 7.1) sek ($p=0.003$) (Figur, 3).



Figur 3. Tid för att administrera en "gasbolus", wash- in från 1.0-1.5 MAC, manuell administrering 4 L/min och förgasarinställning MAC 3 jämfört med automatisk endtidal kontroll 8 samt max. Manuell administrering med desflurane var snabbare jämfört med automatisk kontroll *($P=0.004$). Ingen signifikant skillnad påvisades med manuell eller automatisk kontroll för sevoflurane vid wash-in från 1-1.5 MAC.

Gasförbrukning

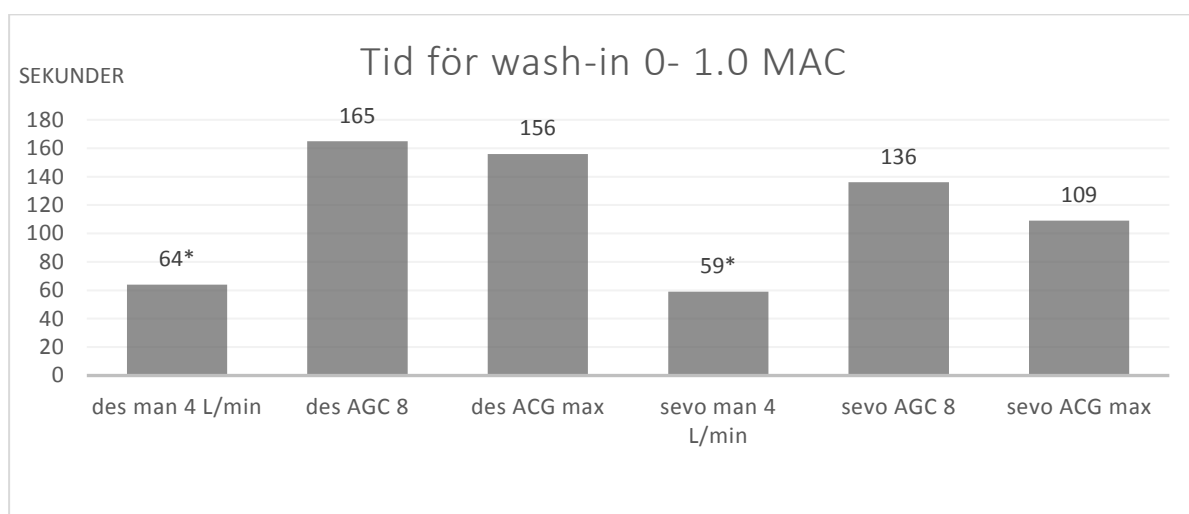
Gasförbrukningen vid wash- in 0-1.5 MAC Etaa var högre med AGC både vid inställning 8 och max jämfört med manuell tillförsel FGF 4 L/min, 3 MAC förgasarinställning från 0-1.5 MAC Etaa. För sevoflurane; manuell 2.4 ml jämfört med AGC- max 3.5 ml, och desflurane; manuell 6.9 ml jämfört med AGC- max 10.6 ml (Figur, 4).



Figur 4. Gasförbrukning i milliliter vid de olika inställningarna. Manuell inställning (FGF 4 L/min förgasarinställning 3 MAC) gav lägre förbrukning vid "wash in" utav testlungsystemet, jämfört med Automatisk endtidal kontroll (8 samt max) för både sevoflurane (sevo) och desflurane (des) från 0-1.5 MAC).

Icke-parametrisk bedömning av resultat; tid för wash- in 0- 1.0 MAC för sevoflurane respektive desflurane manuell vs AGC

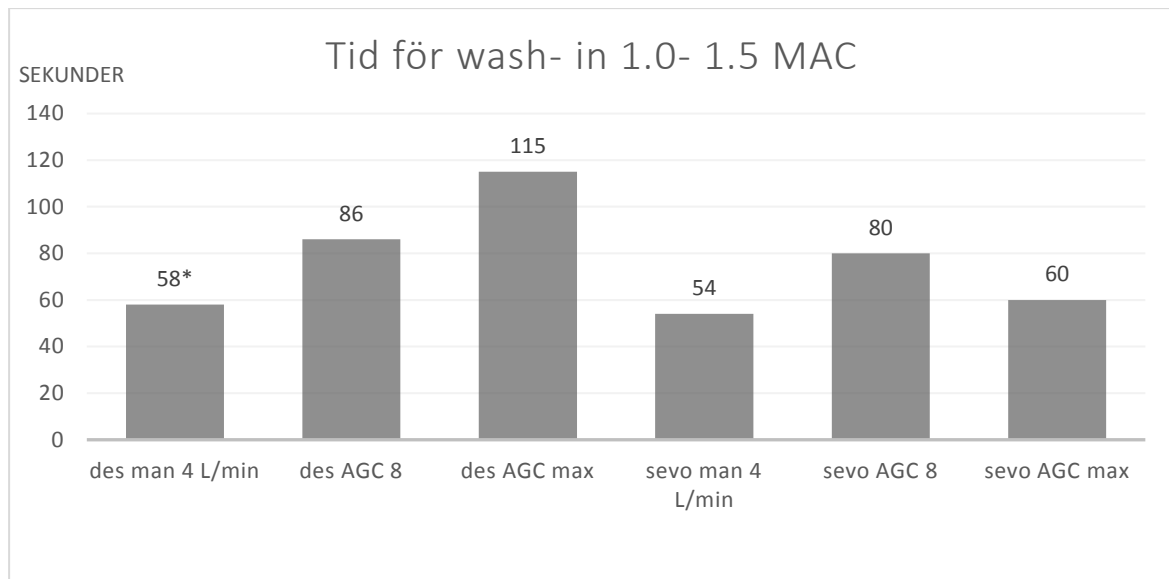
Mediantiden för wash- in från 0- 1.0 MAC Etaa med sevoflurane var snabbare med manuell inställning jämfört med AGC 8 och max; manuell inställning gav en stabil MAC 1.0 Etaa vid 59 [55-61] sek jämfört med AGC- max 109 [108-112] sek ($p<0.05$). Även mediantiden för desflurane var signifikant snabbare med manuell inställning jämfört med AGC 8 samt max för att uppnå 1.0 MAC Etaa; manuell inställning för desflurane 64 [62-68] sek jämfört med AGC- max 156 [153-159] sek ($p<0.05$) (Figur, 5).



Figur 5. Mediantid i sekunder för wash- in mellan de olika inställningarna och de båda gaserna. Manuell wash-in med FGF 4 L/min samt 3 MAC förgasarinställning gav snabbare mättnad av cirkelsystemet från 0- 1.0 MAC Etaa för såväl sevoflurane (sevo) som desflurane (des) *($p<0.05$).

Icke-parametrisk bedömning av resultat; tid för wash- in 1.0- 1.5 MAC för sevoflurane respektive desflurane manuell vs AGC

Mediantiden att öka från 1.0- 1.5 MAC Etaa med desflurane var signifikant snabbare med manuell inställning jämfört med AGC 8 och max; manuell 58 [50-60] sek jämfört med AGC- max 115 [106-120] sek ($p<0.05$). Med sevoflurane påvisades ingen signifikant skillnad av medianvärdet för att öka från 1.0- 1.5 MAC Etaa; manuell 54 [51-60] sek jämfört med AGC- max 60 [59-64] sek (Figur, 6).



Figur 6. Mediantid i sekunder för wash-in från 1.0- 1.5 MAC Etaa. Manuell inställning var signifikant snabbare att uppnå 1.5 MAC Etaa jämfört med AGC 8 och max för desflurane *($p < 0.05$). Ingen signifikant skillnad påvisades med sevoflurane.

Diskussion

Metoddiskussion

I denna studie har vi jämfört Maquet™ FLOW-i's *automatic gas control AGC* med manuellt konstant färskgasflöde på 4 L/min och fixerad 3 MAC förgasarinställning (6% sevoflurane respektive 18 % för desflurane).

De studerade inställningarna på *anestesi workstation* under mätningarna för både AGC och manuell administrering har inverkan på resultatet. FGF vid manuell administrering liksom inställning vid AGC *wash- in* har inverkan på både tid och gasförbrukning. Tillexempel konstaterade Carrette, De Wolf och Hendrickx (2016) i sin studie att de lägre inställningarna vid AGC (2-4) jämfört med de högre inställningarna innebär lägre gasförbrukning. I föregående experimentella studie har författaren valt att fokusera dels på anestesigasförbrukning men också tiden för att uppnå önskad målgasnivå, vilket förklarar att författaren valt ovanstående inställningar.

Studiens begränsade urval/antalet upprepade mätningar skulle kunna påverka resultatet. Dock var spridningen mellan mätningarna för varje serie tämligen låg (bilaga, 1). Man såg inte heller några tecken till drift eller annan systematisk påverkan. Data tolkas av författaren normalfördelade och primärpresentationen gjordes därför med medelvärden,

standardavvikelse och parametriska test trots det låga antalet upprepade mätningar. I och med att det låga urvalet skulle kunna påverka resultatet har författaren också redovisat medianvärden (Bilaga, 2) och gjort statistisk bearbetning av data med icke- parametriska tester, vilket stärker trovärdigheten för den statistiska analysen. De statistiska analyserna från både parametriska och icke- parametrisk bearbetning påvisade likartade fynd. Den statistiska analysen har inneburit multipla jämförelser vilket också skulle kunna öka risken för eventuella typ I-fel.

Studien är en ren kinetik experimentell studie. Då mätningar och mätvärden studerades i en testlunga kan författaren inte uttala sig om eventuellt upptag eller klinisk effekt. Att omsätta fynden till klinik torde således kunna påverka resultatet i både tid och gasförbrukning. Dock anser författaren att testlungan med en ”fiktiv” funktionell residualkapacitet borde ge en rimlig antydning om hur snabbt inte bara cirkelsystemet och ”lungan” kan mättas med anestesigas, och vilka gasförbrukande effekter detta borde ge, utan också vara en indikation på de kliniska effekterna, och hur snabbt anestesidjupet kan påverkas med anestesigas. Dock måste det tas i beaktning att blod/gas lösligheten skiljer sig åt mellan de två gaserna och upptaget i patient kommer att påverka tiden till *steady state*, och således innebära skillnader i tid och eventuell gasförbrukning. Studiens syfte var att mäta tid och gasåtgång till att nå 1.0 samt 1.5 MAC Etaa, resultatet säger således ingenting om effekterna vid längre tids användning när ”*steady state*” uppnåtts. Vid längre tids användning borde eventuellt AGC vara ett bra alternativ då denna själv justerar både förgasare och flöde vilket minimerar att den ”mänskliga” faktorn skapar fördröjningar i justering. Fördelarna med end-tidal control under länge anestesier har belysts i tidigare studier (Singaravelu, Barclay, 2013).

Resultatdiskussion

Vi fann att manuellt inställt färskgasflöde på 4 liter per minut, med en konstant förgasarinställning på 3 MAC ger en snabb mättnad av cirkelsystemet och ”testlungsystemet” med tidalvolym samt ”funktionell residualkapacitet”. Våra fynd belyser att manuell *wash-in* är effektivare än automatisk, medför en snabbare mättnad av systemet och residualkapacitet utan att öka förbrukningen av anestesigas, vilket inte tidigare har åskådliggjorts i forskningssammanhang. I testmodellen är anestesigasförbrukningen numerärt lägre jämfört med kliniskt utövande. Ur ett miljö- och kostnads- perspektiv borde mindre mängd förbrukad gas innebära fördelar både vad gäller den globala miljön samt samhällsekonomin vilket

studien avser att belysa via fynden. Även tiden att genomföra *wash-in* är av betydelse inte bara för den enskilda individen utan även för samhällsekonomin där effektivitet är en viktig faktor för att säkerställa adekvat vårdproduktion.

Olika former av target control har implementeras inom medicinsk teknik. Vi har sedan flera år inom anestesi vant oss vid kinitikpumpar som beräknar en "*target concentration*" baserat på ålder, kön och vikt (Glen, 1998, Milne & Kenny, 1998). Pionjäreerna inom *target controlled infusion* (TCI) Kenny och Glen har gjort TCI till en naturlig del av vår anestesivardag. Även anestesigasutrustningarna kommer nu med "target control" i olika former (Kennedy, French, Gilles, 2004). General Electrics™ *anestesi workstation Aysis* är ett av de kommersiellt tillgängliga systemen med *end tidal control*. Användbarheten och vinsterna, minskad gasförbrukning med hjälp av denna teknik har påvisats i bland annat i Singaravelu och Barclays studie från 2013.

Trots att resultaten i denna studie påvisar att manuell *wash-in* är effektivare jämfört med AGC, anser författaren att AGC är en attraktiv teknik som torde kunna öka säkerheten likt fördelarna med övriga former av "*target control*" anestesi. Den manuella tekniken kräver att Fiaa samt Etaa koncentrationen följs noggrant och korrigeras manuellt. Den automatiska tekniken med ett konstant Etaa-värde ger fördelar genom att anestesipersonalen ges möjlighet att fokusera på övriga moment i den anesthesiologiska omvårdnaden.

Idag finns flera system som ger oss möjligheten att använda endtidal control, eller *automatoc gas control*. Maquet™ har i sin *work station FLOW*-i en algoritm för att ge oss möjligheten att ställa in ett önskat MAC- värde baserat på ålder och kön. Nästa steg är att använda dessa tekniska lösningar till att ge "*closed loop*" anestesi, låta till exempel bispektralt index (BIS) mäta anestesidjupet och styra tillförseln av anestesimedel. I en nyligen publicerad meta-analys visar Pasin et al. (2017) att det finns tydliga vinster med "*closed loop intravenös anestesi*". Författarna sammanfattade; "*When compared with manual control, BIS-guided anesthetic delivery of total IV anesthesia reduces propofol requirements during induction, better maintains a target depth of anesthesia, and reduces recovery time*" (s.456).

Denna studie var inte avsedd att utvärdera effekterna av AGC vid långvarig anestesi. Studien hade som syfte att titta på hur snabbt mättad av systemet kan uppnås, cirkel och en "tänkt funktionell residualkapacitet", hur snabbt man kan ge en "gasbolus", vid användning av AGC

jämfört med manuell teknik. *AGC* är en tydlig möjlighet som är tilltalande för att styra anestesi och möjliggöra ett ”closed- loop system” även för gasanestesi. Tidigare studier har också belyst fördelarna med *automatisk kontroll* då detta gör det möjligt för anestesijuksköterskan att lägga större fokus på annat kliniskt arbete (Carette, De Wolf, & Hendriks, 2016). Carette, De Wolf och Hendriks (2016) konstaterade i sin studie att de lägre inställningarna vid *AGC* (2-4) ur ett rent ekonomiskt perspektiv innebär lägre gasförbrukning, i relation till detta anser författaren dock att tidsperspektivet är en betydande faktor.

Författaren fann att manuell ”gasbolus” är snabbt och effektivt och utgör ett intressant alternativ till intravenös bolusdos av anestesimedel. Resultatet visar att det inom en minut är möjligt att öka koncentrationen *Etaa* med 0.5 MAC i systemet med både sevoflurane och desflurane. I och med den låga lösligheten i blod för båda dessa anestesigaser borde detta ge mycket snabba kliniska effekter. De Baerdemaeker et al, (2003) menar att gasbolus kan vara ett säkert, snabbt och effektivt alternativ till att ge intravenös bolusdos vid tecken till ytlig anestesi/stress. I en relativt nyligen publicerad meta-analys Uhling (2016) har inhalationsmedlens potentiellt skyddande effekt på myokardiet och hjärtfunktion vid hjärtkirurgi studerats. Resultatet utifrån meta- analysen antyder att ”gasbolus” kan innebära kliniska fördelar vid omhändertagande av äldre patienter med hjärtkärlsjukdom. Resultaten från genomförd studie i relation till detta visar således att både manuell och automatisk kontroll är lämplig att använda för att administrera en gasbolus och att tiden för att uppnå en ökning motsvarande 0.5 MAC *Etaa* är relativt låg.

I en tidigare studie av Horwitz och Jakobsson (2016) påvisades att man nådde 1.0 MAC snabbare med desflurane än sevoflurane vid låga, (0.5 och 1 liter per minut) färskgasflöden och konstant 3 MAC förgasarinställning. I relation till detta fann författaren till denna studie att sevoflurane gav snabbare *wash-in* jämfört med desflurane. Detta resultat är dock svårt att omsätta till klinik, då blod/gas lösligheten skiljer sig åt mellan de två gaserna och upptaget i patient kommer att påverka tiden till *steady state*.

Betydelsen av FGF, förgasarinställning, *anestesi work stations* inre konstruktion och volym har också belysts i en studie av Shin et al. (2017). Även Struys et al. (2005) har studerat olika *anestesiworkstations* i en testlungmiljö, man fann att Dräger™ Zeus som använder en injektionsteknik snarlik *anestesi work station FLOW-i* var snabbare och mer läkemedelseffektiv än *anestesi work station Primus* som har en vanlig förgasarteknik.

Konklusion och implikationer

FLOW-i är en effektiv *anestesi workstation* med många finesser. Den automatiska anestesisinställningen fungerar väl och ger en tidsanpassad *wash-in*. Manuellt inställt färskgasflöde på 4 L/min och 3 MAC fast förgasarinställning ger dock snabbare mättnad samt mindre förbrukning anestesisgas vid *wash-in* av ett testlungsystem med 1liters tidalvolym samt, 4 liters ”funktionell residualkapacitet”. Manuell ”gas bolus” med 4 L/min färskgasflöde och 3 MAC förgasarinställning ger en 0.5 MAC Etaa ökning i systemet inom en minut, för såväl sevoflurane som desflurane. Gasbolus med denna teknik synes lämpa sig väl för att snabbt hantera intraoperativa stressreaktioner. Ytterligare studier bör genomföras för klinisk implikation.

Referenser

- Bodelsson, M. (Red.) (2011). *Anestesiologi*. Lund: Studentlitteratur
- Brattwall, M., Warrén-Stromberg, M., Hasselvik, F., & Jakobsson, J. (2012). Breifreview: Theory and practice of minimal fresh gas flow anesthesia. *Can J Anesth.* 59, 785-797 DOI 10.1007/s12630-012-9736-2
- Brodin, L-Å., & Erlandsson, B E. (2016) Medicinsk säkerhet. I S, Lindahl., O, Winsjö., & J, Åkesson. (Red.), *Anestesi*, (s. 168- 173). Stockholm: Liber
- Carette, R., De Wolf, A. M., & Hendrikckx, J F.A. (2016). Automated gas control with the Maquet Flow-i. *Journal of clin monit comput* 30. 341-246. DOI: 10.1007/s10877-015-9723-6
- De Baerdmaeker, LE., Struys, MM, Jacobs, S., Den Blauwen, NM, Bossuyt, GR, Pattyn, P., & Mortier, EP. (2003). Optimization of desflurane administration in morbidly obese patients: a comparison with sevoflurane using an "inhalation bolus" technique. *Br J Anaesh.* 91 (5): 638- 650.
- Eintrei, Enlund, Gupta & Åkeson.(2016). Generell anestesi. I S, Lindahl., O, Winsjö., & J, Åkeson. (Red.), *Anestesi* (s. 259-297). Stokholm: Liber
- Forsmo, A. (2013). *Anestesiapparatur och ventilatormetoder*. I I, Hovind, (Red.), *anestesiologisk omvårdnad*, (s. 249-264). Lund: Studentlitteratur
- Glen, JB. (1998). The development of "diprifusor": a TCI system for propofol. *Anaesthesia.* 53 (1): 13-21
- Henricson, M. (2012). *Vetenskaplig teori och metod*. Lund: Studentlitteratur
- Hommel, A., Idvall, E., & Andersson, A- C. (2013). Kvalitetsutveckling. I A.K, Edelberg., A, Eherenberg., F, Friberg., W, Wallin., H, Wijk., & J, Ohlen. (Red.), *Omvårdnad på avancerad nivå: kärnkompetenser inom sjuksköterskans specialistområden*, (s. 103-146). Lund: Studentlitteratur
- Horwitz, M., Jakobsson, JG. (2016). Desflurane and sevoflurane use during low- and minimal-flow anesthesia at fixed vaporizer settings. *Minerva anestesiol* 82(2) 180-5. ISSN: 1827-1596
- Jeffrey, F. (2012). Managing fresh gas flow to reduce environmental contamination. *AnesthAnalg.* 114(5) 1093-1101doi: 10.1213/ANE.0b013e31824eee0d

- Johansson, E., & Wallin, L. (2013). Evidensbaserad vård. I Edelber, A –K., Ehrenberg, A., Friberg, F., Wallin, W., Wijk, H., & Ohlsen, J. (red), *Omvårdnad på avancerad nivå*, (s. 103- 146). Lund: Studentlitteratur
- Kennedy, RR., French, RA., & Gilles, S. (2004). The effect of a model- based predictive display on the control of end- tidal sevoflurane concentrations during low- flow anesthesia. *Anesth Analg.* 99 (4): 1159-63
- Mapleson, W.W. (1998). The theoretical ideal fresh-gas flow sequence at the start of low-flow anesthesia. *Anesthesia* 53 (3): 264-272
- Maquet Critical care AB. Automatic Gas Control (AGC) FLOW-i Anesthesia delivery system. Hämtad från: <https://www.maquet.com/int/products/flow-i-agc/> den 4 Januari 2017
- Milne SE., & Kenny, GN. (1998). Future applications for TCI systems. *Anaesthesia*, 53 (1):56-60
- Naess, T., & Strand, T. (2013). Farmakologi -förståelse och kliniskt utövande. I I, Hovind, (Red.), *Anestesiologisk omvårdnad* (s. 149-194). Lund: Studentlitteratur
- Pasin, L., Nardelli, P, Pintaudi, M., Greco, M., Zambon, M., Cabrini, L., & Zangrillo, A. (2017). Closed- Loop delivery systems versus manually controlled administration of total IV anesthesia: A meta- analysis of randomized clinical trials. *Anesth Analg.* 124 (2): 456-464
- Riksföreningen för anestesi och intensivvård & svensk sjuksköterskeförening. (2012) *Kompetensbeskrivning legitimerad sjuksköterska med specialistsjuksköterskeexamen med inriktning mot anestesijuksvård*. Hämtad den 20 Mars 2017, från <http://www.aniva.se/wp-content/uploads/2014/12/komp-beskrivning-anestesi.pdf>
- Shin, HW., Yu, HN., Bae, GE., Huh, H., Park, JY, & Kim, JY. (2017) The effect of fresh gas flow rate and type of anesthesia machine on time to reach target sevoflurane concentration. *BMC Anesthesiol.* 17(1): 10 doi: 10.1186/s12871-016-0294-y
- Singaravelu, S., & Barclay, P. (2013) Automated control of end- tidal inhalation anaesthetic concentration using the GE Aisys carestation. *British journal of anaesthesia.* 110 (4): 561-6. Doi : 10.1093/bja/aes464
- Struys, MM., Kalmar, AF., De Baerdemaeker, LE., Mortier, EP., Rolly, G., Manigel, J., & Buschke, W. (2005). Time course of inhaled anaesthetic drug delivery using a new multifunctional closed-circuit anaesthesia machine. *Br J Anaesth.* 94 (3): 306-317. Doi: 10.1093/bja/aei051

- Sulbaek Andersen, MP., Sander, SP., Nielsen, OJ., Wagner, DS., Sandford, TJ., & Wallington, TJ. (2010). Inhalation anaesthetics and climate change. *Br J Anesth.* 105 (6):760-766. doi:10.1093/bja/aeq259
- Thomas, O., Walther Stureson, L. (2016). Anestesiapparater och andningssystem. I I, Hovind, (Red.), *Anestesiologisk omvårdnad* (s. 126-138). Lund: studentlitteratur.
- Uhling, C., Bluth, T., Schwarz, K., Deckert, S., Henrich, L., De Hert, S., Landoni, G., Neto, A., Schultz, MJ., Pelosi, P., Schmitt, J., & Gama de Abreu, M. (2016). Effects off volatile anesthetics on mortality and postoperative pulmonary and other complications i patients undergoing surgery: A systematic review and meta-analysis. *Anesthesiology.* 124 (6): 1230-1245.
- Valeberg, B. T. (2013). Patienter i generell anestesi. I I, Hovind, (Red.), *Anestesiologisk omvårdnad* (s. 339-346). Lund: studentlitteratur.
- White, D. (2003). Uses of MAC. *BR J Anesth.* 91 (2): 167-169. DOI: 10.1093/bja/aeg160

Bilaga 1 (2)

	Tid (sek) 0- 1.0 MAC	Tid (sek) 0- 1.5 MAC	Gasförbrukning 0- 1.5 MAC (ml)
AGC 8			
Sevo 1	154	214	2.7
Sevo 2	135	219	2.7
Sevo 3	136	216	2.7
Förbrukning			8.1
AGC max			
Sevo 1	108	172	3.5
sevo 2	112	172	3.5
sevo 3	109	168	3.5
förbrukning			10.5
Man 4 L/min			
Sevo 1	61	121	2.4
Sevo 2	55	109	2.4
Sevo 3	59	110	2.4
Förbrukning			7.2
	Tid (sek) 0- 1.0 MAC	Tid (sek) 0- 1.5 MAC	Gasförbrukning 0- 1.5 MAC (ml)
AGC 8			
Des 1	172	MD	7.4
Des2	165	254	7.4
Des 3	156	238	7.4
Förbrukning			22.2
AGC max			
Des 1	156	276	10.6
Des 2	159	274	10.6
Des 3	153	259	10.6
Förbrukning			31.8
Man 4 L/min			
Des 1	68	128	6.9
Des 2	62	112	6.9
Des 3	64	122	6.9
Förbrukning			20.7

Bilaga 2 (2)

median	Wash-in 0- 1.0 MAC	Wash-in 1.0-1.5 MAC
des man 4 L/min	64	58
des AGC 8	165	86
des ACG max	156	115
sevo man 4 L/min	59	54
sevo AGC 8	136	80
sevo ACG max	109	60

mean	Wash-in 0- 1.0 MAC	Wash-in 1.0- 1.5 MAC
des man 4 L/min	65	56
des AGC 8	164	86
des ACG max	156	114
sevo man 4 L/min	58	55
sevo AGC 8	142	74
sevo ACG max	110	61