



**INSTITUTIONEN FÖR VÅRDVETENSKAP
OCH HÄLSA**

FAKTORER SOM PÅVERKAR VENTILATIONEN OCH SOM LEDER TILL FÖRSÄMRAD LUFTKVALITET I OPERATIONSSALEN

-En systematisk litteraturstudie

**Factors that affect the ventilation system and in turn have an impact on the air
quality in the operating room**

-A systematic review

**Charlotta Eriksson
Linn Holm**

Uppsats/Examensarbete:	15hp
Program och/eller kurs:	Specialistsjuksköterskeprogrammet i operationssjukvård
Nivå:	Avancerad nivå
Termin/år:	Vt 2019
Handledare:	Elisabeth Hansson Olofsson
Examinator:	My Engström

Titel svensk:	Faktorer som påverkar ventilationen och som leder till försämrad luftkvalitet i operationssalen -En systematisk litteraturstudie
Titel engelsk:	Factors that affect the ventilation system and in turn have an impact on the air quality in the operating room -A systematic review
Uppsats/Examensarbete:	15hp
Program och/eller kurs:	Specialistsjuksköterskeprogrammet i operationssjukvård
Nivå:	Avancerad nivå
Termin/år:	Vt 2019
Handledare:	Elisabeth Hansson Olofsson
Examinator:	My Engström
Nyckelord:	operationssal, ventilationssystem, luftkvalitet, operationssjuksköterska

Sammanfattning

Bakgrund: Ventilationssystemen i operationssalarna har som syfte att minska halten av bakteriebärande partiklar i luften och på så sätt minska risken för postoperativa sårinfektioner. Trots att systemen ofta är både dyra och avancerade är problemet med infektioner efter kirurgiska ingrepp stort och riktlinjer för att optimera luftkvaliteten efterföljs inte alltid. Det ingår i operationssjuksköterskans profession att förebygga smittspridning och i det ingår ansvaret för att ventilationen fungerar på operationssalen.

Syfte: Syftet med denna systematiska litteraturstudie är att undersöka vilka faktorer som påverkar ventilationen i operationssalen och hur det leder till försämrad luftkvalitet.

Metod: En systematisk litteraturstudie gjordes genom att söka efter vetenskaplig litteratur i databaserna Pubmed och Cinahl. En första sällning gjordes på titlar och abstract. Därefter lästes artiklar i fulltext för att sedan, utefter satta kriterier, inkluderas alternativt exkluderas till granskningen. Återstående artiklar granskades och evidensbedömdes enskilt med stöd av SBU's granskningsmallar. De resultat som svarade på litteraturstudiens syfte, det vill säga de granskade artiklarnas outcome, extraherades och sammanställdes.

Resultat: Resultatet visade att de faktorer som påverkade ventilationen och som kan leda till försämrad luftkvalitet i operationssalen var dörröppningar, operationslampor, antal personer på sal och rörelser inne på salen. Artiklarna som inkluderades i studien var i genomsnitt av medelhög kvalitet och evidens. Alla kunde inte visa på signifikanta samband.

Slutsats: Det finns många faktorer som påverkar ventilation och som kan leda till försämrad luftkvalitet i operationssalen. Operationssjuksköterskan kan med kunskap om dessa argumentera när rutiner inte efterföljs och på så sätt bidra till ökad följsamhet.

Nyckelord: operationssal, ventilationssystem, luftkvalitet, operationssjuksköterska

Abstract

Introduction: The purpose of the ventilation system in the operating room is to reduce the level of airborne bacterial concentration and thus reduce the risk of surgical site infections. Although the systems are often both expensive and advanced, the problem of surgical site infections is significantly high and there seems to be a lack of compliance to guidelines for optimizing air quality. Infection prevention is part of the scrub nurse's profession and that includes the responsibility to ensure that the function of the ventilation is correct in the operating room.

Aim: The aim of this systematic literature review is to investigate which factors affect the ventilation in the operating room and in turn have an impact on the air quality.

Method: A systematic literature review was made by searching for scientific literature in the databases Pubmed and Cinahl. A first screening was done on titles and abstracts. In the next step, full-text articles were read in order to be included or alternatively excluded according to set criteria. Remaining articles were reviewed individually with the support of SBU's review templates. The results that responded to the aim of the literature study, that is, the results of the examined articles, were extracted and compiled.

Results: The results show that the factors that affect the ventilation system and in turn have an impact on the air quality in the operating room are door openings, surgical lamps, number of people and movements inside the operating room. The research articles that were included in the study were on average of medium quality and evidence. Not everyone could show findings that were significant.

Conclusions: There are many factors that affect the ventilation system and in turn have an impact on the air quality in the operating room. The scrub nurse can, with knowledge of these, argue when routines are not followed and thus contribute to increased compliance to guidelines.

Keywords: operating room, ventilation system, air quality, scrub nurse

Förord

Varmt tack till vår handledare Elisabeth Hansson Olofsson som varit till stor hjälp under processen och guidat oss framåt.

Även tack till bibliotekspersonal på biomedicinska biblioteket för god hjälp.

Slutligen vill vi tacka varandra för ett fint samarbete och många skratt.

Charlotta och Linn
Göteborg, maj 2019

Innehållsförteckning

Inledning.....	1
Bakgrund	1
Patientsäkerhet på operation.....	1
Vårdrelaterade infektioner.....	1
Smittvägar och riskfaktorer för postoperativa sårinfektioner.....	2
Infektionspreventiva åtgärder på operation	2
Ventilation och luftkvalitet.....	3
Problemformulering	4
Syfte	4
Metod	4
Datainsamling och urval.....	5
Dataanalys	5
Forskningsetiska övervägande.....	6
Resultat.....	6
Litteratursökning	6
Figur 1 PRISMA flödesdiagram för litteratursökning.....	7
Kvalitetsgranskade artiklar.....	8
Outcome.....	12
Diskussion	15
Metoddiskussion.....	15
Resultatdiskussion	16
Slutsats, kliniska implikationer och fortsatt forskning.....	18
Referenslista	19
Bilaga 1 Söksträng	
Bilaga 2 Exkluderade artiklar	

Inledning

Under hela specialistutbildningen till operationssjuksköterska ligger tyngdpunkten på infektionsprevention. Vi lär oss om hur vi förbereder både oss själva och patienten inför det kirurgiska ingreppet och vi lär oss om vikten av bra ventilation, få dörröppningar, begränsat med personer på sal, klädsel/skydd och mycket mer. Man kommer långt i det förebyggande arbetet genom att bland annat tänka på att inne på operationssalen röra sig lugnt, inte vara för många och vara så tyst som möjligt, allt för att förebygga postoperativa sårinfektioner. Problemet med postoperativa sårinfektioner är stort och medför ett enormt lidande för patienterna och en stor kostnad för samhället. När vi varit ute som studenter i den kliniska verksamheten har vi insett att det många gånger brister i rutinerna gällande infektionsprevention trots att kunskapen finns om vikten att följa dem för att minska antalet postoperativa infektioner. Dörröppningarna är många och det verkar vara ett problem med att det ofta är för många personer på salen, bland annat för att sjukhuset har ett ständigt utbildningsansvar och tar emot ett stort antal studenter.

Forskning visar att antalet bakteriebärande partiklar i luften ökar om inte ventilationen är optimal och i förlängningen kan man anta att det påverkar antalet postoperativa sårinfektioner. Vi vill ta reda på vad vetenskaplig litteratur säger om vilka faktorer som påverkar ventilation och som leder till försämrad luftkvalitet för att på så sätt kunna bli starkare i vår argumentation när vi sedan på operationssalen ska ansvara för att rutiner som bidrar till att optimal luftkvalitet efterföljs.

Bakgrund

Patientsäkerhet på operation

För att skapa en patientsäker vård på operationssalen finns arbetsrutiner och rekommendationer (RFOP, 2011; Sahlgrenska Universitetssjukhuset, 2019). Det är dessutom reglerat i lag. I Sverige finns Patientsäkerhetslag (2010:659) som syftar till att främja en hög patientsäkerhet inom hälso- och sjukvård. Denna lag inrättades i januari 2011 för att förstärka vikten av säker vård (Lindh, 2012). Enligt kapitel 3 §2 har vårdgivaren en skyldighet att vidta åtgärder för att förebygga att patienter drabbas av vårdskador (Socialdepartementet, 2010). Med vårdskada menas för patienten, ett lidande, en kroppslig skada eller sjukdom som hade kunnat undvikas inom hälso- och sjukvården om man hade använt sig av adekvata åtgärder (Lindh, 2012). Med adekvata åtgärder menar Socialstyrelsen (2017) "de insatser som en patient behöver och som ligger inom ramen för till exempel vetenskap och beprövad erfarenhet, evidens eller krav i lagar och föreskrifter".

Vårdrelaterade infektioner

En av de vårdskador som patienten kan drabbas av är vårdrelaterade infektioner och i Sverige uppskattas kostnaderna för dessa till 6,5 miljarder kronor per år (SKL, 2019). I Sverige är postoperativa sårinfektioner en av de mest förekommande av de vårdrelaterade infektionerna (SKL, 2017). Siffran ligger på 1-3 procent beroende på typen av kirurgi (Evans, 2011). Normalt sett är huden det första skyddet mot infektion och när detta bryts, vid exempelvis kirurgiska ingrepp, öppnar man upp möjligheten för mikroorganismer att ta sig in i kroppen (Adams, Korniewicz, & El-Masri, 2011). Postoperativa sårinfektioner är alltså orsakade av att bakterier på ett eller annat sätt förs in i människan via operationssnittet under operationen. Detta leder till ökad antibiotikabehandling och antibiotikaresistens, förlängda vårdtider och i värsta fall ökad dödlighet (SKL, 2017; WHO, 2018). Även om man de senaste decennierna

gjort framsteg med infektionspreventiva åtgärder som till exempel förbättrad ventilation på operationssalarna, steriliseringsmetoder och antibiotikaproylax är siffran för postoperativa sårinfektioner hög (Mangram, Horan, Pearson, Silver, & Jarvis, 1999). Detta kan enligt Mangram et al. (1999) eventuellt förklaras av att patienter som skall genomgå operation idag är äldre, sjukare och att antalet operationer med implantat har ökat. Dessutom tillkommer problematiken med resistent bakterier, som kan vara okänsliga mot många typer av den antibiotika som ges i förebyggande syfte (Weston, 2013).

Smittvägar och riskfaktorer för postoperativa sårinfektioner

Det finns flera olika orsaker till postoperativa sårinfektioner. Endogen smitta innebär kontamination genom patientens egen bakterieflora, från huden och från organ vid exempelvis mag- och tarmoperationer. Exogen smitta kommer från partiklar som sprids via luften, så kallad luftburen smitta, eller genom direktkontakt från operationspersonalens händer eller förorenade instrument och som på så sätt kontaminerar operationssåret (SiS, 2012; Weston, 2013).

Dock är det svårt att precisera vad som verkligen orsakar postoperativa sårinfektioner då det är flertalet komponenter som samspelar. Förutsättningar hos patienten som kan utgöra en risk är faktorer som ålder, kön och allmäntillstånd. Även typen av intervention/operation och längden på operationen innebär en ökad risk (Alfonso-Sanchez, Martinez, Martin-Moreno, Gonzalez, & Botia, 2017).

Då en stor del av de postoperativa sårinfektionerna går att förhindra genom ett aseptiskt förhållningssätt är det av vikt att personal på operation följer de infektionspreventiva rutiner som finns för att minimera frekvensen (Adams et al., 2011).

Infektionspreventiva åtgärder på operation

I operationssjuksköterskans profession ingår förebyggandet av postoperativa infektioner genom infektionspreventivt arbete. I riksföreningen för operationssjukvård är en av punkterna i kompetensbeskrivningen ansvaret för hygien och aseptik samt att ansvara för att smittspridning förebyggs och begränsas (RFOP, 2011).

I arbetet med att förebygga postoperativa infektioner behöver operationssjuksköterskan ta hänsyn till patientens förutsättningar samt endogena och exogena smittvägar (SiS, 2012). Målet är att minimera bakteriebärande partiklar både från patient, personal och från den omgivande luften. Den endogena smittan förebyggs genom patientens helkroppdesinfektion före operation och genom operationssjuksköterskans desinfektionstvätt av det område på patienten som ska opereras. Huden hos personalen är en väsentlig källa till luftburen smitta. I vila avger en person över 10 000 hudpartiklar/minut och i aktivitet över 50 000 hudpartiklar/minut. 10 procent av det en person avger i hudpartiklar/minut är bakteriebärande. För att förebygga den exogena smittan från personal till patient eller från kontaminerade instrument finns det rutiner och riktlinjer som bland annat innefattar perioperativ handdesinfektion, steril uppdukning av instrument samt vilka arbetskläder som ska användas (Dåvøy, Eide, Hansen, Midenstrand, & Törnqvist, 2012; Sahlgrenska Universitetssjukhuset, 2019; SiS, 2012; WHO, 2018).

En annan viktig åtgärd för att förebygga luftburen smitta på operationssalen är ventilation. Syftet med ventilationen på operationssalen är att säkerställa att halten av mikroorganismer blir så låg som möjligt under det operativa ingreppet och att genom ett högre lufttryck inne i salen jämfört med omgivningen, förhindra att partiklar tränger in. Ventilationssystemen ska

också ge ett behagligt klimat för patienten och för personalen i det kirurgiska teamet samt rena luften när operationen är slut (SiS, 2012; Vårdhandboken, 2018).

Ventilation och luftkvalitet

I operationsmiljö på svenska sjukhus används två typer av ventilationssystem. Dessa är parallellströmmande respektive omblandande ventilation. Vid båda systemen späds antalet bakteriebärande partiklar ut och vid parallellströmning transporteras även partiklarna bort från operationsbordet (Vårdhandboken, 2018). Optimala förutsättningar i en operationssal är ett luftbyte på 15-20 gånger i timman, en temperatur på 18-22 grader och en rekommenderad luftfuktighet på 35-40 procent som inte bör överstiga 70 procent. Hög luftfuktighet är en grogrund för mikroorganismer medan för torr luft bland annat kan orsaka att operationssåret utsätts för uttorkning och gör vävnaden lättare mottaglig för infektion (Dåvøy et al., 2012).

Laminar Air Flow (LAF), är ett exempel på parallellströmmande ventilation och är ett system med ultraren luft. Charnley (1972) var den person som införde ventilation med ultraren luft under 1960-talet på operationssalen. Enligt hans studie minskade frekvensen av postoperativa sårinfektioner med flera procent på de operationer som utfördes i ett sådant ventilationssystem. LAF kan antingen vara vertikal, från taket och ner, eller horisontell, från operationssalens vägg. Luftflödet riktas i båda fallen mot operationsområdet (SiS, 2012; Vårdhandboken, 2018). Det finns en känslighet med detta ventilationssystem. Det kan störas av rörelser i operationssalen och av utrustning som till exempel värmeaggregat och avskärmningen mellan anesthesi- och operationsområdet, ofta i form av ett ”skynke” (McGovern et al., 2011; Sehjal, Bakti, & Goddard, 2017). Studier har ifrågasatt effektiviteten och nyttan med LAF, delvis relaterat till att det är ett kostsamt system jämfört med omblandad ventilation (Bischoff, Kubilay, Allegranzi, Egger, & Gastmeier, 2017; Gastmeier, Breier, & Brandt, 2012). Dock har till exempel Andersson et al. (2014) visat i sin studie att LAF minskade CFU med 89% jämfört med omblandad ventilation.

Det finns två typer av omblandad ventilation. Det ena systemet har tilluft ifrån taket och frånluft nära golvet. Tvärtom förekommer och kallas då deplacerande ventilation (SiS, 2012). Detta system kan störas av att till exempel frånluftsdonet vid golvet blockeras av olika objekt, bland annat röntgenskärmar och narkosbord (Lindfors & Schwarzmans, 2013).

Colony forming units (CFU), är det mått med vilket mikrobiologisk luftkvalitet mäts. Detta genom att bakteriebärande partiklar fångas upp på odlingsplattor som därefter inkuberas så att bakterierna kan växa ut till kolonier (SiS, 2012). Vilken nivå på renhetsgrad som behövs beror på vilken typ av operation som utförs. Vid infektionskänslig kirurgi som exempelvis implantatkirurgi, eftersträvas ett medelvärde på ≤ 5 CFU/m³. Detta för att inte komma över en nivå på ≤ 10 CFU/m³ som är den nivån som krävs för ultraren luft. Vid andra typer av kirurgi kan en högre nivå av CFU tolereras (SiS, 2012). Det råder dock delade meningar angående sambandet mellan högt antal bakteriebärande partiklar i operationssalen och postoperativa sårinfektioner. Mangram et al. (1999) menar att det finns en risk för postoperativa sårinfektioner om operationssnittet är kontaminerat med en viss mängd mikroorganismer medan Kjønneksen et al. (2002) inte kunde se ett säkert samband mellan ökat antal CFU och utveckling av postoperativa sårinfektioner i deras studie.

Luftkvaliteten i salen påverkas av ventilationen och faktorer som kan leda till ett förhöjt värde av bakterier i luften i operationssalen är till exempel dörröppningar, trafik in och ur operationssalen, antal personer och hur de klär sig (Birgand, Saliou, & Lucet, 2015). För att

optimera ventilationens påverkan på luftkvaliteten finns rekommendationer och rutiner gällande ovan nämnda faktorer som exempelvis hur många personer som får vistas inne på operationssalen och att man innan operationen startar skall stå stilla i 30 sekunder för att partiklar skall hinna falla mot golvet (Sahlgrenska Universitetssjukhuset, 2019; SiS, 2012). Enligt Adams (2011) är en stor och avgörande riskfaktor till postoperativa infektioner att rekommendationer till infektionspreventiva åtgärder inte efterföljs och att om följsamheten ökade så skulle postoperativa infektioner kunna reduceras med en tredjedel.

Yttersta ansvaret för underhåll och kontroll av ventilationen ligger enligt Vårdhandboken (2018) på vårdgivaren och det ska på varje operationsavdelning finnas lokala anvisningar för rengöring och kontroll (Sahlgrenska Universitetssjukhuset, 2019). Det ingår i operationssjuksköterskans kompetens att ansvara för att temperatur, luftfuktighet och ventilation är optimal på operationssalen och hon eller han ska rapportera om något inte fungerar (RFOP, 2011). Ofta kan det emellertid visa sig att riktlinjer gällande vem som ansvarar för underhåll och kontroll av ventilationen på operationssalen är vaga och ospecificerade (Andersson et al., 2014).

Problemformulering

Postoperativa sårinfektioner orsakar lidande för patienter och kan resultera i ökad mortalitet, både i Sverige och i övriga världen. På grund av bland annat ökat antal vård dagar, leder det dessutom till ökade kostnader för samhället. En faktor som antas orsaka infektioner efter kirurgiska ingrepp är bakteriebärande partiklar i luften i operationssalen. För att minska antalet luftburna partiklar är operationssalarna utrustade med dyra och avancerade ventilationssystem. Trots det är frekvensen av postoperativa sårinfektioner oförsvarligt hög. Operationssjuksköterskor kan inte fullt ut påverka vilket ventilationssystem som finns på operationssalen. Däremot, utefter de faktorer operationssjuksköterskan har kunskap om, kan hon eller han påverka hur ventilationssystemet används på bästa sätt för att utfallet för patienten skall bli så bra som möjligt. Det finns rekommendationer och riktlinjer för hur personal ska bete sig i operationssalen när det gäller antal personer, dörröppningar och rörelser, men följsamheten är inte alltid i linje med dessa. Målet med denna studie är att ta reda på vad aktuell evidens säger om vad som påverkar ventilationen och som i sin tur leder till försämrade luftkvalitet i operationssalen.

Syfte

Syftet med denna systematiska litteraturstudie är att undersöka vilka faktorer som påverkar ventilationen på operationssalen och hur det leder till försämrade luftkvalitet.

Metod

Metoden som använts är en systematisk litteraturstudie, vilket innebär att en omfattande och systematisk sökstrategi gjorts för att hitta relevanta artiklar som besvarar en specifik fråga (SBU, 2017). Enligt Bettany-Saltikov (2016) är det viktigt att sjuksköterskor har kunskap i att både ta till sig och genomföra systematiska litteraturstudier för att på så sätt ta del av viktig evidensbaserad forskning.

Datansamling och urval

En strukturerad sökning gjordes i databaserna PubMed och Cinahl 17/4 och 18/4 2019 (bilaga 1). Sökningarna utgick från PEO-modellen för att dela upp forskningsfrågan i block och på detta sätt kunna identifiera sökord (Bettany-Saltikov, 2016). För varje sökblock tog vi med hjälp av personal på biblioteket fram ämnesord, som vi hittade på svensk MESH och Cinahl Headings, fritextord och alla synonymer som vi kunde komma på och som hade med orden i sökblocket att göra. Sökningarna började med att en sökning genomfördes på var block för sig för att sedan kombineras med hjälp av de booleska termerna AND/OR (bilaga 1). Även en manuell sökning utfördes genom kontroll av identifierade artiklars referenslistor, med målet att finna fler relevanta artiklar.

Urvalet gjordes genom att identifierade artiklar granskades, först på titelnivå, därefter abstraktnivå och sedan utifrån att artiklarna lästes i fulltext. De första två stegen gjorde forskarna tillsammans. Därefter lästes fulltextartiklarna igenom individuellt. Slutligen diskuterades vilka artiklar som skulle ingå i granskningen utifrån uppställda inklusions- och exklusionskriterier.

PEO-modellen enligt Bettany-Saltikov (2016) där P står för population och innebär *vem*, E för exposure och innebär *vad* och O för outcome, *utfallet* av P och E.

P-Operationssal

E-Ventilation

O-Faktorer som påverkar ventilation och som leder till försämrad luftkvalitet på operationssalen

Inklusionskriterierna var följande:

Studier publicerade 2009-2019

Artiklar med kvantitativa studier

Granskade artiklar (peer reviewed)

Artiklar skrivna på engelska

Artiklar tillgängliga i fri fulltext

Exklusionskriterierna var följande:

Artiklar med kvalitativa studier

Artiklar med studier utförda i utvecklingsländer

Översiktsartiklar (reviews)

Artiklar där man jämförde olika ventilationssystem

Artiklar med studier där man undersökt faktorer som påverkar ventilation och luftkvalitet men som inte kan påverkas av operationssjuksköterskan

Artiklar där faktorer som påverkar ventilation och luftkvalitet endast är en liten del av studien

Dataanalys

För att bedöma studiernas evidens och kvalitet användes SBU's granskningsmall för observationsstudier. Artiklarna granskades individuellt. Artikeln bedöms i mallen utefter olika bias, det vill säga systematiska fel. Dessa är selektionsbias, behandlingsbias, bedömningsbias, bortfallsbias, rapporteringsbias och intressekonfliktbias. De bias som var lämpliga för aktuell granskning var bedömningsbias, bortfallsbias, rapporteringsbias och intressekonfliktbias (SBU, 2017). De resultat som svarade på litteraturstudiens syfte, det vill säga de granskade artiklarnas outcome, extraherades och sammanställdes. Detta identifierades i studiernas

resultatavsnitt (Bettany-Saltikov, 2016). Studiernas syfte och kort information om metod och analys överfördes tillsammans med outcome i en tabell (tabell 1).

Forskningsetiska övervägande

Endast artiklar där det tydligt framkommer att artikeln har ett etiskt resonemang eller godkännande inkluderades i studien. Om det inte framgick i artikeln, kontrollerades att tidskriften där artikeln är publicerad, krävde att etiska riktlinjer följdes. Vid en systematisk litteraturstudie är det viktigt att granska artiklarna med transparens. Detta innebär respekt för studiernas resultat för att undvika att presentera ett resultat som enbart stödjer våra åsikter. En litteraturstudie görs på tidigare forskning vilket gör att frågorna ställs till litteraturen och inte till forskningspersoner (Forsberg, 2016). Systematiska litteraturstudier är viktiga för att sjuksköterskor ska kunna ta del av forskning och arbeta evidensbaserat inom omvårdnad (Bettany-Saltikov, 2016). För en operationssjuksköterska är det viktigt att hålla sig uppdaterad på den senaste forskningen så att hon eller han kan följa med i den snabba utveckling som det innebär att jobba i en högteknologisk miljö. Genom att arbeta evidensbaserat skulle antalet postoperativa infektioner kunna minskas och därigenom medföra ett minskat lidande för patienten och minskade kostnader för samhället.

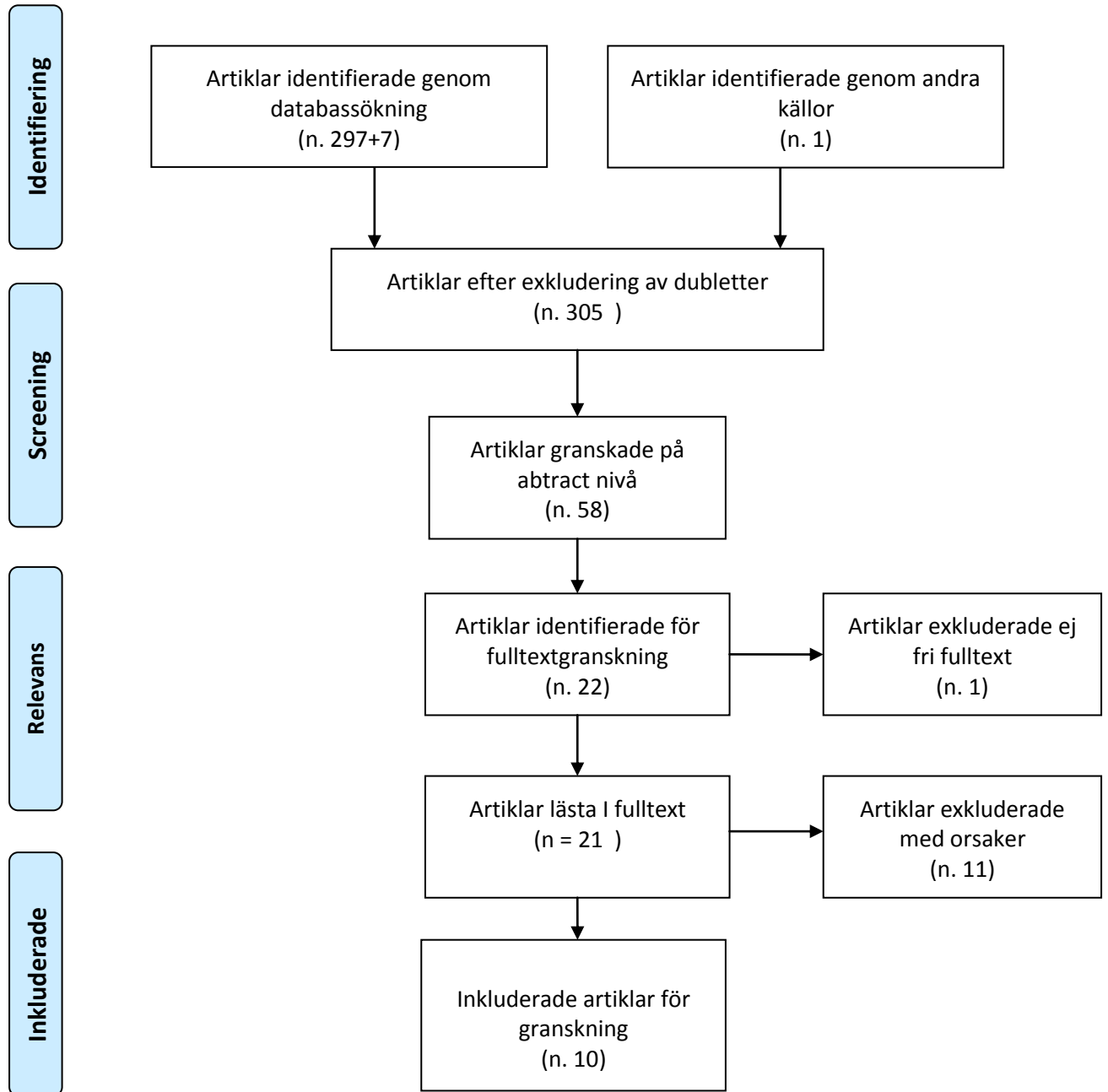
Resultat

Litteratursökning

Artiklar söktes i databaserna PubMed och Cinahl med samma sökord i båda men MeSH-termer ändrades till Subject Headings på de ord där det var möjligt (bilaga 1). Sökningen i Pubmed gav 297 artiklar. Efter sållning på titel och abstraktnivå kvarstod 21 artiklar för läsning i fulltext. Av dessa exkluderades en artikel på grund av att den inte fanns tillgängligt i fri fulltext. Sökningen i Cinahl gav sju artiklar, samtliga sållades bort på titel- och abstraktnivå. En artikel inhämtades från andra källor för läsning i fulltext. Slutligen lästes 21 artiklar i fulltext och av dessa exkluderades elva artiklar (bilaga 2) då de inte uppfyllde inkluderingskriterierna för studien (figur 1).



PRISMA Flödesdiagram



Figur 1 PRISMA flödesdiagram för litteratursökning

Kvalitetsgranskade artiklar

Inkluderade artiklar redovisas i detta avsnitt. Artiklarna är sammanfattade enligt nedanstående rubriker (tabell 1). Därefter är resultatet uppdelat upp efter utfallsmått, outcome, först i tabellform och sedan med en kort resultatsammanfattning (tabell 2 till 5).

Tabell 1. Inkluderade artiklar beskrivna utifrån författare, titel, syfte, metod, outcome, resultat och kvalitet

Författare, År, Land, Titel	Syfte	Design, Metod, Urval, Analysmetod	Outcome	Resultat	Kvalitet
Andersson, 2012, Sverige <i>"Traffic flow in the operating room: An explorative and descriptive study on air quality during orthopedic trauma implant surgery"</i>	Undersöka luftkvaliteten uttryckt i CFU i deplacerad ventilation. Hur dörröppningar och antal personer på sal påverkar samt orsaker till dörröppningar	Observationsstudie Explorativ och deskriptiv studie Mätning av CFU genom aktiv luftprovtagning, och agarplattor, protokollföring av antal personer på sal och antal dörröppningar 3 operationssalar/30 operationer Statistisk analysmetod för sambandsberäkning med Spearmans rangkorrelation (p<.05)	Antal personer på sal Dörröppningar	Positiv korrelation mellan dörröppningar och ökat CFU (p=.003) Positiv korrelation mellan antal personer på sal och ökat CFU (p=.04) Positivt samband mellan operationens längd och ökat CFU (p=.01)	Hög
Wan, 2011, Taiwan <i>"Long-term surveillance of air quality in medical center operating rooms"</i>	Att utvärdera luftkvaliteten i olika typer av operationsrum och vad den är beroende av	Observationsstudie 8 operationssalar med olika typer av operationer en gång i veckan under 8 månader. Mätning av CFU luftburna partiklar samt antal personer på sal Mätning av CFU genom aktiv luftprovtagning och	Antal personer på sal	Positiv korrelation mellan CFU och antal personer på sal (p=.01-.05) beroende på vilken typ av operation	Medel

		<p>agarplattor samt protokollföring av antal personer på sal.</p> <p>Statistisk analysmetod med Spearmans rangkorrelation för sambandsberäkning och multipel linjär regression. (p<.05)</p>			
<p>Agodi, 2015, Italien</p> <p><i>”Operating theatre ventilation systems and microbial air contamination in total joint replacement surgery: results of the GISIO-ISChIA study”</i></p>	<p>Att mäta CFU genom IMA (index of microbial air contamination) och observera antal personer på sal samt dörröppningar i olika ventilationssystem</p>	<p>Observationsstudie</p> <p>28 operationssalar/1228 ingrepp/14 sjukhus</p> <p>Aktiv och passiv luftprovstagnning genom Agarplattor för att mäta CFU, protokollföring av antal personer på sal och antal dörröppningar</p> <p>Statistisk analysmetod med Spearmans rangkorrelation för sambandsberäkning (p<0.05)</p>	<p>Antal personer på sal</p> <p>Dörröppningar</p>	<p>Positiv korrelation sågs mellan IMA och antal personer på sal (p=0.001)</p> <p>Positiv korrelation sågs mellan IMA och dörröppningar (p=0.001)</p>	<p>Medel</p>
<p>Noguchi, 2017, Japan</p> <p><i>”Factors contributing to airborne particle dispersal in the operating room”</i></p>	<p>Att undersöka och mäta spridning av luftburna partiklar vid olika moment som är vanliga på operation, med eller utan LAF</p>	<p>Observationsstudie deskriptiv</p> <p>3 olika rörelsemönster 4 personer Varje rörelse utfördes 5ggr Luftburna partiklar mättes i 2.83m³ genom laserräknare och produktionen av partiklar och dess rörelse filmades.</p> <p>Envägs variansanalys (p≤.01)</p>	<p>Rörelser inne på operationssalen</p>	<p>Att rörelser som till exempel påtagning av steril rock och handskar påverkar spridning av luftburna partiklar men att spridningen var signifikant lägre under LAF än utanför (p=.01)</p>	<p>Medel</p>

<p>Refaie, 2017, England</p> <p><i>"The effect of operating lights on laminar flow"</i></p>	<p>Att mäta vilken effekt operationslampor i olika position har på luftflödet i en operationssal med laminärt flöde.</p>	<p>Observationsstudie</p> <p>"Neutrally buoyant bubbles" introducerades vid en simulerad operation med en docka, dessa testades i närvaro och frånvaro av lampor. Bubblorna lystes upp, fotades och räknades.</p> <p>Statistisk analys genom enkel linjär regression ($p < 0.05$)</p>	<p>Operationslampor</p>	<p>Signifikanta skillnader mellan två lampor 160cm ifrån varandra jämfört med lampor som placerades tätare ihop ($p=0.004$) Lampor som var placerade 160cm ifrån varandra hade mindre påverkan på luftflödet.</p>	<p>Medel</p>
<p>Rezapoor, 2017, USA</p> <p><i>"Operating room traffic increases aerosolized particles and compromises the air quality: a simulated study"</i></p>	<p>Att mäta samband mellan luftburna partiklar, antal personer på sal och dörröppningar med LAF på och av.</p>	<p>Observationsstudie</p> <p>2 experiment i operationssal i frånvaro av patient</p> <p>9 personer gick med en kvarts mellanrum in i operationssalen Dörrarna öppnades med olika tidsintervall</p> <p>Luftpartikelräkning med hjälp av en laserdetektor</p> <p>Statistisk analys genom enkel linjär regression ($p < 0.05$)</p>	<p>Antal personer på sal</p> <p>Dörröppningar</p>	<p>Ett signifikant samband sågs mellan antal personer på sal och luftburna partiklar när LAF var av ($p=0.01$)</p> <p>När LAF var på sågs inget signifikant samband ($p=.903$)</p> <p>Inget signifikant samband mellan luftburna partiklar och dörröppningar i och utanför LAF. ($p=.11$ samt $p=.858$)</p>	<p>Medel</p>
<p>Perez, 2018, USA</p> <p><i>"Door openings in the operating room are associated"</i></p>	<p>Att mäta samband mellan CFU och dörröppningar, antal personer på sal, längd på operation samt andra faktorer innanför och utanför ventilation med laminärt flöde</p>	<p>Observationsstudie</p> <p>48 operationer</p> <p>CFU mättes genom odlingsplattor Manuell räkning av dörröppningar</p>	<p>Antal personer på sal</p> <p>Dörröppningar</p>	<p>Ökat antal dörröppningar var statistiskt associerat med högre CFU ($p=.03$)</p> <p>I laminärt flöde var</p>	<p>Medel</p>

<i>with increased environmental contamination”</i>		Statistisk analys genom enkel linjär regression (p<0.05)		endast antal personer associerat med högre CFU (p=.03)	
Cao, 2018, Norge ”Do surgeons and surgical facilities disturb the clean air distribution close to a surgical patient in an orthopedic operating room with laminar airflow”	Att studera hur operationslampor i olika positioner påverkar LAF	Observationsstudie 4 experiment med lampor i olika lägen i en operationssal i frånvaro av patient. Mätning av lufthastighet uttryckt i m/s Deskriptiv presentation av resultatet	Operationslampor	Luftflödet i LAF påverkades av operationslampor som var placerade i horisontalläge	Medel
Mears, 2015, USA ”Door opening affects operating room pressure during joint arthroplasty”	Att utreda antalet dörröppningar, hur länge de var öppna och effekten av dessa två faktorer på övertrycket i operationsrummet	Observationsstudie Retrospektiv datainsamling 191 operationer Elektronisk monitorering av dörröppningar och trycket i operationssalen. Statistisk analys genom linjär regressionsanalys (p<.05)	Dörröppningar	Signifikant samband mellan den totala tiden då dörrarna var öppna och påverkan på det minsta uppmätta trycket i rummet (p=.02) men inget signifikant samband på det genomsnittliga trycket (p=0.7) Övertrycket i rummet påverkades, men blev aldrig negativt	Medel
Sadrizadeh, 2017, USA	Att bedöma effekten av dörröppningar (hängda- och skjutdörrar) på	Observationsstudie Mätning av luftkvalitet genom	Dörröppningar	Man kunde se indikationer på ett samband mellan	Låg

<p><i>"Airborne particle dispersion to an operating room environment during sliding and hinged door opening"</i></p>	<p>luftburna föroreningar i operationssal med omblandad ventilation.</p>	<p>förberäknade variabler, storlek på rum, tid för dörröppning, antal personer på sal utifrån hur stort antal CFU en person beräknas avge</p> <p>Sambandsanalys</p>		<p>dörröppningar och övertrycket i operationssalen samt föroreningsnivå och att rörelsen från en dörröppning påverkar luftföroreningarna i operationssalen.</p>
--	--	---	--	---

Outcome

Tabell 2. Dörröppningar

Författare	Design	Kvalitet
Erichsen Andersson, 2012, Sverige	Observationsstudie	Hög ¹
Agodi, 2015, Italien	Observationsstudie	Medel ²
Rezapour, 2017, USA	Observationsstudie	Medel ³
Perez, 2018, USA	Observationsstudie	Medel ⁴
Mears, 2015, USA	Observationsstudie	Medel ⁵
Sadrizadeh, 2017, USA	Observationsstudie	Låg ⁶

1. studiebegränsningar/bias: inga att rapportera
2. studiebegränsningar/bias: bortfallsbias
3. studiebegränsningar/bias: rapporteringsbias, intressekonfliktbias
4. studiebegränsningar/bias: bortfallsbias
5. studiebegränsningar/bias: bortfallsbias
6. studiebegränsningar/bias: bedömningsbias, bortfallsbias, rapporteringsbias

Ovanstående artiklar har avsett att mäta dörröppningar som en faktor som påverkar ventilation och leder till försämrad luftkvalitet. I tre av artiklarna sågs ett samband mellan dörröppningar och ökad mikrobiell luftförorening (Agodi et al., 2015; Andersson, Bergh, Karlsson, Eriksson, & Nilsson, 2012; Perez et al., 2018). En artikel mätte antal partiklar experimentellt, inga statistiskt signifikanta samband mellan dörröppningar och antalet luftburna partiklar kunde konstateras (Rezapoor et al., 2018). Mears, Blanding, och Belkoff (2015) undersökte samband mellan dörröppningar och lufttrycket i operationssalen. Inga signifikanta samband kunde påvisas. I studien av Sadrizadeh, Pantelic, Sherman, Clark, och Abouali (2018) sågs indikationer på samband mellan dörröppningar och dess påverkan på tryck och luftkvalitet i operationssalen (tabell 1).

Samband mellan dörröppningar och påverkan på ventilationen och luftkvaliteten på operationssalen har beskrivits i sex artiklar. En med hög kvalitet, fyra med medelhög och en med låg kvalitet. Sammantaget bevisvärde på medelhög evidens (tabell 2).

Tabell 3. Antal personer på sal

Författare	Design	Kvalitet
Erichsen Andersson, 2012, Sverige	Observationsstudie	Hög ¹
Wan, 2011, Taiwan	Observationsstudie	Medel ²
Agodi, 2015, Italien	Observationsstudie	Medel ³
Rezapour, 2017, USA	Observationsstudie	Medel ⁴
Perez, 2018, USA	Observationsstudie	Medel ⁵

1. studiebegränsningar/bias: inga att rapportera
2. studiebegränsningar/bias: bortfallsbias
3. studiebegränsningar/bias: bortfallsbias
4. studiebegränsningar/bias: rapporteringsbias, intressekonfliktbias
5. studiebegränsningar/bias: bortfallsbias

Studierna i tabell 3 avsåg att mäta antal personer på sal och dess påverkan på ventilation och luftkvalitet. I fyra av studierna sågs signifikanta samband mellan antal personer på sal och ökad mikrobiell luftförorening (Agodi et al., 2015; Andersson et al., 2012; Perez et al., 2018; Wan, Chung, & Tang, 2011). I en studie sågs ett signifikant samband mellan luftburna

partiklar och antal personer på sal när LAF var avstängt, när LAF var på sågs inget signifikant samband (Rezapoor et al., 2018) (tabell 1).

Samband mellan antal personer på sal och påverkan på ventilation och luftkvalitet i operationssalen har beskrivits i fem artiklar. En med hög kvalitet och fyra med medelhög. Sammantaget bevisvärde på medelhög evidens (tabell 3).

Tabell 4. Operationslampor

Författare	Design	Kvalitet
Refaie, 2017, England	Observationsstudie	Medel ¹
Cao, 2018, Norge	Observationsstudie	Medel ²

1. Studiebegränsningar/bias: bedömningsbias
2. Studiebegränsningar/bias: bedömningsbias

I resultatet av ovanstående studier kunde man se att operationslampor stör luftflödet i LAF om de är placerade över operationsbordet, antingen horisontellt (Cao, Storås, Aganovic, Stenstad, & Skogas, 2018) eller närmre än 160cm ifrån varandra (Refaie et al., 2017). I studien av Refaie et al. (2017) visade resultatet även att operationslampor kunde störa ventilationen genom att orsaka ett turbulent flöde eller minskade effekten av luftflödets system att rensa luften från luftburna partiklar (tabell 1).

Samband mellan operationslampor och dess påverkan på ventilationen operationssalen har beskrivits i två artiklar. Båda med medelhög kvalitet (tabell 4).

Tabell 5. Rörelser inne på operationssalen

Författare	Design	Kvalitet
Noguchi, 2017, Japan	Observationsstudie	Medel ¹

1. Studiebegränsningar/bias: bedömningsbias

I resultatet av ovanstående studie såg man att rörelser vid till exempel påtagning och avtagning av steril rock och sterila handskar samt förberedelse av patient och instrumentbord orsakade en frisläppning av luftburna partiklar. Vid experimenten som utfördes under LAF såg man att partiklarna drevs långsamt till golvet och man kunde också se att antalet partiklar i höjd med operationsbordet var lägre jämfört när experimenten utfördes i frånvaro av ventilation (Noguchi et al., 2017).

Artikeln bedömdes vara av medelhög kvalitet och evidens (tabell 5).

Diskussion

Metoddiskussion

För att besvara forskningsfrågan angående vilka faktorer som påverkar ventilation och leder till försämrad luftkvalitet, valde vi att göra en systematisk litteraturstudie. Enligt Bettany-Saltikov (2016) är detta ett sätt att få kunskap om vad forskningen har kommit fram till inom ett visst område. En kvantitativ observationsstudie skulle eventuellt kunnat ge en del svar men vi kan inte se att någon annan metod hade gett samma breda kunskapsöversikt. Detta var också ett sätt för oss att utveckla sökstrategier vid sökning i databaser och att lära oss att kritiskt granska vetenskaplig litteratur. Något som är viktigt då operationssjuksköterskor ska jobba evidensbaserat. Vi fick god hjälp av personalen på biomedicinska biblioteket, både individuellt och genom en workshop gällande systematiska litteraturstudier, vilket bidrog med kunskap hur en strukturerad sökning ska genomföras. Då syftet var att ta reda på flera olika faktorer som påverkar ventilation och leder till försämrad luftkvalitet, gavs rådet att vänta med att söka på outcome för att inte missa viktiga studier. Därför utfördes sökningarna enbart på P och E i PEO-modellen (se under metod). P kunde enligt personal på biomedicinska biblioteket även användas för *vad* som skulle undersökas istället för *vem* som Bettany-Saltikov (2016) beskriver att P:et står för i PEO-modellen. Genom denna sökning framkom faktorer som påverkar ventilation och som leder till försämrad luftkvalitet. Därefter sammanställdes resultatet utifrån artiklarnas outcome.

En styrka med studien är den aktuella forskning som sökningen gav då ett av inklusionskriterierna var artiklar som inte var äldre än 10 år. Den äldsta inkluderade studien var från 2011. En annan styrka är att resultatet i en systematisk litteraturstudie ger en transparent och samlad kunskapsbild samt svar på en specifik fråga eftersom alla artiklar som uppfyller inklusionskriterier för studien sammanställs och granskas på ett systematiskt sätt (SBU, 2017).

Enligt SBU (2017) ska urval på abstraktnivå göras enskilt men då vi var ovana kändes det tryggare att granska titlar och abstrakt tillsammans. Även tidsbristen var en bidragande faktor. I övrigt har varje steg som SBU (2017) beskriver i sin handbok följts vilket får anses som en styrka. Eftersom den första sällningen utgår ifrån att enbart titlar och abstrakt granskas finns det, på grund av den mänskliga faktorn, risk för att någon relevant artikel kan ha missats. Inom tidsramen för examensarbetet finns dock inte möjlighet att göra ett mer noggrant urval.

Då vi inte har engelska som modersmål kan inte uteslutas att viktig information missats i både urval och granskning. Eftersom samtliga utvalda artiklar var observationsstudier, användes den SBU-mall som är framtagen för just dessa studier. Svårigheter upplevdes vid granskningen av artiklarna på grund av ovanan att använda dessa mallar. I kombination med att alla artiklarna var på engelska blev det svårt att hitta rätt svar på frågorna som var underlaget i granskningen. Det var även i flertalet fall svårt att tyda dataanalysen. Eftersom ingen av studierna var fall-kontrollstudie, fick frågorna som gällde selektionsbias eller behandlingsbias väljas bort. De frågor som återstod i granskningsmallarna berörde bedömningsbias, bortfallsbias rapporteringsbias och intressekonfliktbias. Inte heller under dessa punkter var alla frågorna relevanta för artiklarna. Med ett sådant begränsat antal frågor är det svårare att få en klar bild gällande studiens kvalitet. Ovan nämnda faktorer får anses som en svaghet med studien. Enligt SBU ska dock granskningsmallarna ses som ett hjälpmedel och slutbedömningen blir till viss del subjektiv. Med granskningsmallarnas hjälp får man ändå ett förbättrat utgångsläge i bedömningen. I jämförelse med randomiserade kontrollerade studier (RCT) är observationsstudier lägre rankade än RCT som har ett högt

bevisvärde. Detta gör att man redan initialt börjar med en lägre nivå på kvaliteten av en observationsstudie (SBU, 2017).

Resultatdiskussion

Syftet med denna systematiska litteraturstudie var att undersöka vilka faktorer som påverkar ventilationen i operationsalen och som leder till försämrad luftkvalitet. De resultat vi fick fram i studierna delades upp i följande fyra outcome, dörröppningar, antal personer på sal, operationslampor och rörelser inne på operationssalen. Samtliga studier i kvalitetsgranskningen är observationsstudier och hade i genomsnitt medelhög kvalitet. Vissa var omfattande med observationer som pågick under flera månader medan andra var mindre experiment som utfördes under en dag. Vi hittade ingen RCT vilket hade varit intressant då de generellt har högre bevisvärde (SBU, 2017).

Studierna som undersökt dörröppningar och trafik in och ut ur operationssalen kunde se påverkan alternativt signifikanta samband mellan dörröppningar och luftkvaliteten eller övertrycket. Dessa studier styrker vår kunskap som vi fått under utbildningen till operationssjuksköterskor. En annan studie som också undersökt detta samband påvisade att CFU gick upp med 3 % för varje dörröppning i en operationssal med deplacerad ventilation (Andersson et al., 2014). Orsaken till trafik in och ut ur operationssalen kan vara många. Exempelvis vid avlösning för rast, skiftbyte och lämning av material eller läkemedel. I många fall kan orsaken vara av okänd anledning eller enbart för sociala visiter eller konversationer (Andersson et al., 2014; Teter et al., 2017). Att inte öppna dörrarna i onödan är något undervisningen till specialistsjuksköterska inom operation lägger stor vikt vid. Särskilt vid infektionskänslig kirurgi som till exempel implantatkirurgi. Det är ett ämne som många studenter gör sitt examensarbete om och sex stycken av de artiklar som vi inkluderat i vår granskning har forskat på. Det finns en medvetenhet om att dörröppningar kan försämma förutsättningarna för patienten inne på operationssalen men ändå tycks problemet med spring i dörrar vara stort. Interventioner som haft effekt på problemet med dörröppningar är interventioner med tyngdpunkt på beteendeförändring. Genom att medvetandegöra beteendet och genom utbildning i varför man skall hålla dörren stängd lyckades man på så sätt minska frekvensen av dörröppningar (DiBartola et al., 2019).

Signifikanta samband mellan antal personer på sal och ökad mikrobiell luftförorening eller antal luftburna partiklar var resultatet i fem av de artiklar som ingick i granskningen. I en studie kunde man endast se ett signifikant samband när LAF var av (Rezapoor et al., 2018). Med tanke på att många operationssalar har andra ventilationssystem än LAF så ger aktuell studie belegg för att det kan påverka patienten negativt om det är för många personer inne på operationssalen. Enligt Birgand et al. (2015) kunde ett samband ses mellan postoperativa sårinfektioner och felaktiga beteenden i operationssalen som höga ljud, antal personer på sal och hastiga rörelser. Dessa beteenden påverkar även arbetsmiljön och kan bland annat leda till avbrott och distraktion för operationsteamet. Det är ett ständigt återkommande problem att för många personer vistas inne på operationssalen, ofta med argumentationen att sjukhuset har ett ansvar att undervisa studenter och annan personal. Eftersom det enligt RFOP (2011) ingår i operationssjuksköterskans profession att ansvara för hygien och aseptik kan hon eller han i dessa situationer påtala den ökade risken som detta innebär för patienten.

Operationslampor var en annan faktor som kunde störa ventilationen (Cao et al., 2018; Refaie et al., 2017). Resultatet visar att operationslampornas placering bland annat har en påverkan

på luftflödet i ventilationen och då främst i LAF. Forskningen på detta område är begränsad men Chow, Lin, och Bai (2006) och Traversari, Bottenheft, Louman, van Heumen, och Boggemann (2017) visar i sina studier att olika typer av operationslampor och hur de är placerade har en påverkan på ventilationssystemet. Detta genom att de kan störa luftflödet i ventilationen och därmed orsaka både att luftburna partiklar dras med ner i operationssåret och att effekten av "undanstädningen" av bakteriebärande partiklar blir lidande. Det är inte bara operationslamporna som påverkar ventilationen. Som tidigare nämnts kan även värmeaggregat och avskärmningen mot anestesisjuksköterskan också störa luftflödet (McGovern et al., 2011; Sehjal et al., 2017). Dock är denna utrustning som behövs för att se ordentligt, hålla patienten varm eller skydda operationsområdet. Det som operationssjuksköterskan kan ha nytta av gällande denna forskning är att hon eller han kan placera lamporna så optimalt som möjligt innan en operation startar och även påtala den negativa effekten av att placera operationslamporna precis ovanför operationssåret.

Resultatet i studien av Noguchi et al. (2017) påvisade att rörelser som exempelvis påtagning och avtagning av steril rock och handskar påverkar spridning av luftburna partiklar. De påpekar i studien att, även om partiklarna från den sterila rocken och handskarna är sterila från början, så kan dessa komma i kontakt med osterila områden och sedan bära med sig bakterier. Noguchi et al. (2017) såg spridning av ett stort antal partiklar vid avtagning av handskar och poängterar att sådana moment bör undvikas för nära det uppdukade instrumentbordet eller operationssåret. Detta kan vara viktigt att ha i åtanke då det under en operation ofta förekommer avlösningar för raster och vid skiftbyten. Vad vi har sett i den kliniska verksamheten sker det ofta vid dessa tillfällen ombyten av steril klädsel i närheten av patient och instrumentbord.

Enligt Evans (2011) är det svårt att undersöka enskilda faktorer som till exempel ventilation och vad den påverkas av och sambandet med postoperativa sårinfektioner då det krävs stora populationer för att kunna se signifikanta samband. Flera av de granskade studierna är experimentella där man simulerat operationer för att kunna kontrollera för enskilda faktorer som påverkar ventilation och luftkvalitet. På så sätt har observationsstudier ändå en viktig betydelse även om randomiserade kontrollerade studier enligt (SBU, 2017) ger ett högre bevisvärde.

Som operationssjuksköterskor kan vi inte styra över vilket ventilationssystem som finns eller påverka om ventilationen fallerar, förutom att rapportera vidare. Ventilationen påverkas bland annat av de faktorer vi fått fram i vårt resultat. Det vi kan styra över och som är ett led i vårt infektionspreventiva arbete är att förutsättningarna för patienten inne på operationssalen är optimala, till exempel påtala när det springs i dörrar, är för många personer på salen och vid yviga rörelser. Detta oavsett vilket ventilationssystem det är på salen. Även om sambandet mellan ökat CFU och postoperativa sårinfektioner är omtvistat är det som Rezapoor et al. (2018) påpekar inte orimligt att anta att varje ansträngning man gör för att förbättra luftkvaliteten i operationssalen minskar risken för postoperativa sårinfektioner. Och som Leaper, Tanner, Kiernan, Assadian, och Edmiston (2015) uttrycker det, nolltolerans mot postoperativa sårinfektioner kan vara svårt att uppnå men nolltolerans för brist på implementation av den bästa möjliga evidensen borde åtminstone vara fullt möjligt.

Slutsats, kliniska implikationer och fortsatt forskning

Genom att systematiskt söka och granska vetenskaplig litteratur har syftet i denna studie kunnat besvaras. Resultatet visar att dörröppningar, antal personer på sal, operationslampor och rörelser på sal är faktorer som påverkar ventilationen och som leder till försämrad luftkvalitet.

Med kunskap om ovanstående faktorer kan operationssjuksköterskor

- Argumentera för när rutiner inte efterföljs till exempel gällande antal personer på sal
- Placera operationslamporna rätt i början av en operation
- Medvetandegöra beteenden som till exempel onödiga dörröppningar för att på så sätt öka följsamhet till rutiner
- Bidra med kunskap om att på- och avtagning av steril rock och handskar kan leda till spridning av luftburna partiklar och att detta inte bör ske för nära det uppdukade instrumentbordet

Vidare forskning skulle behövas för att ta reda på interventioner som kan öka följsamhet till rutiner gällande infektionsprevention på operation. Även större randomiserade kontrollerade studier skulle vara av värde för att studera enskilda faktorer som påverkar ventilation och luftkvalitet i operationssalen, detta för att säkra evidensen.

Referenslista

- Adams, J. S., Korniewicz, D. M., & El-Masri, M. M. (2011). A descriptive study exploring the principles of asepsis techniques among perioperative personnel during surgery. *Canadian Operating Room Nursing Journal*, 29(4), 6.
- *Agodi, A., Auxilia, F., Barchitta, M., Cristina, M. L., D'Alessandro, D., Mura, I., . . . Pasquarella, C. (2015). Operating theatre ventilation systems and microbial air contamination in total joint replacement surgery: results of the GISIO-ISChIA study. *Journal of Hospital Infection*, 90(3), 213-219. doi:10.1016/j.jhin.2015.02.014
- Alfonso-Sanchez, J. L., Martinez, I. M., Martin-Moreno, J. M., Gonzalez, R. S., & Botia, F. (2017). Analyzing the risk factors influencing surgical site infections: the site of environmental factors. *Canadian Journal of Surgery*, 60(3), 155-161.
- *Andersson, A. E., Bergh, I., Karlsson, J., Eriksson, B. I., & Nilsson, K. (2012). Traffic flow in the operating room: an explorative and descriptive study on air quality during orthopedic trauma implant surgery. *American Journal of Infection Control*, 40(8), 750-755. doi:10.1016/j.ajic.2011.09.015
- Andersson, A. E., Petzold, M., Bergh, I., Karlsson, J., Eriksson, B. I., & Nilsson, K. (2014). Comparison between mixed and laminar airflow systems in operating rooms and the influence of human factors: experiences from a Swedish orthopedic center. *American Journal of Infection Control*, 42(6), 665-669. doi:10.1016/j.ajic.2014.02.001
- Bettany-Saltikov, J. (2016). *How to do a systematic literature review in nursing : a step-by-step guide* (2. ed. ed.): London : McGraw-Hill Education/Open University Press.
- Birgand, G., Saliou, P., & Lucet, J.-C. (2015). Influence of staff behavior on infectious risk in operating rooms: what is the evidence? *Infection Control and Hospital Epidemiology*, 36(1), 93. doi:10.1017/ice.2014.9
- Bischoff, P., Kubilay, N. Z., Allegranzi, B., Egger, M., & Gastmeier, P. (2017). Effect of laminar airflow ventilation on surgical site infections: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet Infectious Diseases*, 17(5), 553-561. doi:10.1016/S1473-3099(17)30059-2
- *Cao, G., Storas, M. C. A., Aganovic, A., Stenstad, L. I., & Skogas, J. G. (2018). Do surgeons and surgical facilities disturb the clean air distribution close to a surgical patient in an orthopedic operating room with laminar airflow? *American Journal of Infection Control*, 46(10), 1115-1122. doi:10.1016/j.ajic.2018.03.019
- Charnley, J. (1972). Postoperative infection after total hip replacement with special reference to air contamination in the operating room. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 87, 167-187.
- Chow, T. T., Lin, Z., & Bai, W. (2006). The Integrated Effect of Medical Lamp Position and Diffuser Discharge Velocity on Ultra-clean Ventilation Performance in an Operating Theatre. *Indoor and Built Environment*, 15(4), 315-331. doi:10.1177/1420326X06067802
- DiBartola, A. C., Barron, C., Smith, S., Quatman-Yates, C., Chaudhari, A. M. W., Scharschmidt, T. J., . . . Quatman, C. E. (2019). Decreasing Room Traffic in Orthopedic Surgery: A Quality Improvement Initiative. *American Journal of Medical Quality*, 1062860618821180. doi:10.1177/1062860618821180
- Dåvøy, G. A. M., Eide, P. H., Hansen, I., Midenstrand, M., & Törnqvist, L. (2012). *Operationssjukvård : operationssjuksköterskans perioperativa omvårdnad* (1. uppl. ed.). Lund: Lund : Studentlitteratur.
- Evans, P. R. (2011). Current Concepts for Clean Air and Total Joint Arthroplasty: Laminar Airflow and Ultraviolet Radiation: A Systematic Review. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 469(4), 945-953. doi:10.1007/s11999-010-1688-7

- Forsberg, C. (2016). *Att göra systematiska litteraturstudier : värdering, analys och presentation av omvårdnadsforskning* (4. rev. utg. ed.). Stockholm: Stockholm : Natur & kultur.
- Gastmeier, P., Breier, A. C., & Brandt, C. (2012). Influence of laminar airflow on prosthetic joint infections: a systematic review. *Journal of Hospital Infection*, *81*(2), 73-78. doi:10.1016/j.jhin.2012.04.008
- Kjønniksen, I., Segadal, L., Haugsbø, A., Hotvedt, R., Jacobsen, T., Kristiansen, I. S., . . . Søndena, V. G. (2002). Ventilasjon av operasjonsstuer. *Tidsskrift for Den norske legeförening*, *122*(5), 545-547.
- Leaper, D. J., Tanner, J., Kiernan, M., Assadian, O., & Edmiston, C. E. (2015). Surgical site infection: poor compliance with guidelines and care bundles. *International Wound Journal*, *12*(3), 357-362. doi:10.1111/iwj.12243
- Lindfors, D., & Schwarzmann, C. (2013). *Frånluftsdon på operationssalen - blockeras de? En observationsstudie*. (Magisteruppsats), Umeå Universitet, Umeå.
- Lindh, M. (2012). *Säker vård : att förebygga skador och felbehandlingar inom vård och omsorg* (1. utg. ed.). Stockholm: Stockholm : Natur & Kultur.
- Mangram, A. J., Horan, T. C., Pearson, M. L., Silver, L. C., & Jarvis, W. R. (1999). Guideline for Prevention of Surgical Site Infection, 1999. *27*, 97-134. doi:10.1016/S0196-6553(99)70088-X
- McGovern, P. D., Albrecht, M., Belani, K. G., Nachtsheim, C., Partington, P. F., Carluke, I., & Reed, M. R. (2011). Forced-air warming and ultra-clean ventilation do not mix: an investigation of theatre ventilation, patient warming and joint replacement infection in orthopaedics. *Journal of Bone and Joint Surgery (British Volume)*, *93*(11), 1537-1544. doi:10.1302/0301-620x.93b11.27124
- *Mears, S. C., Blanding, R., & Belkoff, S. M. (2015). Door Opening Affects Operating Room Pressure During Joint Arthroplasty. *Orthopedics*, *38*(11), e991-994. doi:10.3928/01477447-20151020-07
- *Noguchi, C., Koseki, H., Horiuchi, H., Yonekura, A., Tomita, M., Higuchi, T., . . . Osaki, M. (2017). Factors contributing to airborne particle dispersal in the operating room. *BMC Surgery*, *17*(1), 78. doi:10.1186/s12893-017-0275-1
- *Perez, P., Holloway, J., Ehrenfeld, L., Cohen, S., Cunningham, L., Miley, G. B., & Hollenbeck, B. L. (2018). Door openings in the operating room are associated with increased environmental contamination. *American Journal of Infection Control*, *46*(8), 954-956. doi:10.1016/j.ajic.2018.03.005
- *Refaie, R., Rushton, P., McGovern, P., Thompson, D., Serrano-Pedraza, I., Rankin, K. S., & Reed, M. (2017). The effect of operating lights on laminar flow: an experimental study using neutrally buoyant helium bubbles. *Bone Joint J*, *99-b*(8), 1061-1066. doi:10.1302/0301-620x.99b8.Bjj-2016-0581.R2
- *Rezapoore, M., Alvand, A., Jacek, E., Paziuk, T., Maltenfort, M. G., & Parvizi, J. (2018). Operating Room Traffic Increases Aerosolized Particles and Compromises the Air Quality: A Simulated Study. *Journal of Arthroplasty*, *33*(3), 851-855. doi:10.1016/j.arth.2017.10.012
- RFOP. (2011). Kompetensbeskrivning-för legitimerad sjuksköterska med specialistsjuksköterskeexamen inriktning mot operationssjukvård. Retrieved from <https://www.swenurse.se/globalassets/01-svensk-sjukskoterskeforening/publikationer-svensk-sjukskoterskeforening/kompetensbeskrivningar/publikationer/operation.kompbeskr.web.pdf>
- *Sadri-zadeh, S., Pantelic, J., Sherman, M., Clark, J., & Abouali, O. (2018). Airborne particle dispersion to an operating room environment during sliding and hinged door opening. *J Infect Public Health*, *11*(5), 631-635. doi:10.1016/j.jiph.2018.02.007

Sahlgrenska Universitetssjukhuset. (2019). Vårdhygien - Infektionsförebyggande åtgärder på operationsenhet. Retrieved from

<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKewjGxbXPwNLIhXElIAKHYNZAQOEQFjAAegQIARAC&url=https%3A%2F%2Falfresco.vgregion.se%2Falfresco%2Fservice%2Fvgr%2Fstorage%2Fnode%2Fcontent%2F19258%3Fa%3Dfalse%26guest%3Dtrue&usg=AOvVaw1tsCFY-UTytkAYPjQ72S-h>

SBU. (2017). Utvärdering av metoder i hälso- och sjukvården och insatser i socialtjänsten -En handbok. In. Stockholm: Statens beredning för medicinsk och social utvärdering.

Sehjal, R., Bakti, N., & Goddard, R. (2017). Effect of an anaesthetic screening drape on vertical laminar airflow. *Journal of Hospital Infection*, 96(4), 331-335. doi:10.1016/j.jhin.2017.04.012

SiS. (2012). *Mikrobiologisk renhet i operationsrum - förebyggande av luftburen smitta - vägledning och grundläggande krav* (Utgåva 1 ed.). Stockholm: Svenska institutet för standarder.

SKL. (2017). Sårinfectioner efter operation, ett åtgärds paket. Retrieved from

<https://skl.se/halsasjukvard/patientsakerhet/riskomradenatgardspaket/riskomraden/sarinfektioner efter operation.2334.html>

SKL. (2019). Vårdrelaterade infektioner. Retrieved from

<https://skl.se/halsasjukvard/patientsakerhet/vardrelateradeinfektioner.746.html>

Socialdepartementet. (2010). Patientsäkerhetslagen (2010:659). Retrieved from

https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/patientsakerhetslag-2010659_sfs-2010-659

Socialstyrelsen. (2017). Definitionen av patientsäkerhet och vårdskada. Retrieved from

<https://patientsakerhet.socialstyrelsen.se/om-patientsakerhet/definitionen-av-patientsakerhet-och-vardskada>

Teter, J., Guajardo, I., Al-Rammah, T., Rosson, G., Perl, T. M., & Manahan, M. (2017). Assessment of operating room airflow using air particle counts and direct observation of door openings. *AJIC: American Journal of Infection Control*, 45(5), 477-482. doi:10.1016/j.ajic.2016.12.018

Traversari, A. A., Bottenheft, C., Louman, R., van Heumen, S. P., & Boggemann, J. (2017). The Effect of Operating Lamps on the Protected Area of a Unidirectional Down Flow (UDF) System. *Herd*, 10(3), 40-50. doi:10.1177/1937586716671292

*Wan, G. H., Chung, F. F., & Tang, C. S. (2011). Long-term surveillance of air quality in medical center operating rooms. *American Journal of Infection Control*, 39(4), 302-308. doi:10.1016/j.ajic.2010.07.006

Weston, D. (2013). *Vårdhygien för sjuksköterskor : med bakgrund i mikrobiologi och infektionssjukdomar* (1. uppl. ed.). Lund: Lund : Studentlitteratur.

WHO. (2018). Global guidelines for the prevention of surgical site infection. Retrieved from

<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/277399/9789241550475-eng.pdf?ua=1>

Vårdhandboken. (2018). Operationsavdelning. Retrieved from

<https://www.vardhandboken.se/vardhygien-infektioner-och-smittspridning/operationssjukvard/operationsavdelning/>

*ingår i artikelgranskningen

Bilaga 1 Söksträng

Pubmed

Datum	Sökord	Begränsningar	Antal Träffar
17/4	(((((operating rooms[MeSH Terms]) OR "operating room"[Title/Abstract]) OR "operating theatre"[Title/Abstract]) OR "operating theater"[Title/Abstract]) OR "operation suite"[Title/Abstract]) OR "operating suite"[Title/Abstract]) OR "room, operating"[Title/Abstract]) OR "operating rooms"[Title/Abstract]		36121
17/4	(((((("environment, controlled"[MeSH Terms] OR "laminar airflow"[Title/Abstract]) OR "laminar flow"[Title/Abstract]) OR "theatre ventilation"[Title/Abstract]) OR "operating-room ventilation"[Title/Abstract]) OR "mixing ventilation"[Title/Abstract]) OR "displacement ventilation"[Title/Abstract]) OR "air ventilation"[Title/Abstract]) OR "ultra-clean ventilation"[Title/Abstract]) OR "room ventilation"[Title/Abstract]) OR "controlled environment"[Title/Abstract]) OR "laminar air flow"[Title/Abstract]) OR "laminar air-flow"[Title/Abstract]) OR "air flow"[Title/Abstract]		315168
17/4	(((((("operating rooms"[MeSH Terms] OR "operating room"[Title/Abstract]) OR "operating theatre"[Title/Abstract]) OR "operating theater"[Title/Abstract]) OR "operation suite"[Title/Abstract]) OR "operating suite"[Title/Abstract]) OR "operating rooms"[Title/Abstract]) AND (((((("environment, controlled"[MeSH Terms] OR "laminar airflow"[Title/Abstract]) OR "laminar flow"[Title/Abstract]) OR "theatre ventilation"[Title/Abstract]) OR "operating-room ventilation"[Title/Abstract]) OR "mixing ventilation"[Title/Abstract]) OR "displacement ventilation"[Title/Abstract]) OR "air ventilation"[Title/Abstract]) OR "ultra-clean ventilation"[Title/Abstract]) OR "room ventilation"[Title/Abstract]) OR "controlled environment"[Title/Abstract]) OR "laminar air flow"[Title/Abstract]) OR "laminar air-flow"[Title/Abstract]) OR "air flow"[Title/Abstract])	artiklar 2009-2019 artiklar på engelska	297

Cinahl

Datum	Sökord	Begränsningar	Antal Träffar
18/4	MW "operating rooms" OR "operating theatre" OR "operating theater" OR "operating rooms" OR "operating room" OR "operating suite" OR "operation suite" OR "room, operating" OR "rooms, operating"		4168
18/4	MW "environment, controlled" OR MW "laminar air flow" OR "environment, controlled" OR "laminar air flow" OR "operating-room ventilation" OR "laminar flow" OR "theatre ventilation" OR "theater ventilation" OR "mixing ventilation" OR "temperature-controlled airflow" OR "displacement ventilation" OR "ultra-clean ventilation"		1550
18/4	(MW "environment, controlled" OR MW "laminar air flow" OR "environment, controlled" OR "laminar air flow" OR "operating-room ventilation" OR "laminar flow" OR "theatre ventilation" OR "theater ventilation" OR "mixing ventilation" OR "temperature-controlled airflow" OR "displacement ventilation" OR "ultra-clean ventilation") AND (MW "operating rooms" OR "operating theatre" OR "operating theater" OR "operating rooms" OR "operating room" OR "operating suite" OR "operation suite" OR "room, operating" OR "rooms, operating")	Artiklar mellan 2009-2019 artiklar på engelska peer reviewed	7

Bilaga 2 Exkluderade artiklar

Artiklens förste författare, publiceringsår	Orsak till exkludering enligt exklusionsskriterier
Belani, 2013	Inget som op.ssk kan påverka
Andersson, 2014	Jämförelse mellan två ventilationssystem
F de Korne, 2012	Inget som op.ssk kan påverka
Kazuhiro Shirozu, 2017	Inget som op.ssk kan påverka
Legg, 2011	Inget som op.ssk kan påverka
McGovern, 2011	Inget som op.ssk kan påverka
Oguz, 2017	Inget som op.ssk kan påverka
Sadrizadeh, 2014	Jämförelse mellan två ventilationssystem
Sehjal, 2017	Inget som op.ssk kan påverka
Stather, 2017	Inget om vad som påverkar ventilation eller luftkvalitet
Traversari, 2013	Jämförelse mellan två ventilationssystem