



**SAHLGRENSKA AKADEMIN
INSTITUTIONEN FÖR VÅRDVETENSKAP
OCH HÄLSA**

Dörröppningarnas påverkan på bakteriebärande luftpartiklar på operationssalen

En systematisk litteraturöversikt

Författare: Rebecca Nordström och Johanna Torkkeli

Uppsats/Examensarbete: 15 hp

Program och/eller kurs: OMO5340 Examensarbete i omvårdnad för specialist med inriktning mot operation

Nivå: Avancerad nivå

Termin/år: VT/2021

Handledare: Annette Erichsen Andersson

Examinator:	My Engström
Titel svensk:	Dörröppningarnas påverkan på bakteriebärande luftpartiklar på operationssalen En systematisk litteraturoversikt
Titel engelsk:	The impact of door openings on bacterial air particles in the operating room A systematic literature review
Uppsats/Examensarbete:	15 hp
Program och/eller kurs:	Specialistsjuksköterskeprogrammet med inriktning mot operationssjukvård/Examensarbete i omvårdnad
Nivå:	Avancerad nivå
Termin/år:	VT/2021
Handledare:	Annette Erichsen Andersson
Examinator:	My Engström
Nyckelord:	Operationssjuksköterska, patientsäkerhet, operationssal, dörröppning, postoperativ sårinfektion, bakteriebärande partiklar, ventilation

Sammanfattning

Bakgrund: Operationssjuksköterskan ska arbeta för att främja patientsäkerheten och förebygga postoperativa infektioner som är en av de vanligaste vårdrelaterade infektioner i Sverige. I det infektionspreventiva arbetet ingår det att operationssjuksköterskan bevarar aseptiken innan, under och efter ingreppet. Det ingår också att försöka begränsa antalet dörröppningar som sker under ingreppet eftersom forskning visar på att frekvensen av dörröppningar under pågående operation är höga och att få dörröppningar är absolut nödvändiga för att ventilationssystemen ska fungera optimalt.

Syfte: Syftet är att undersöka dörröppningars påverkan på CFU-värde i samband med kirurgi utifrån olika ventilationssystem.

Metod: En systematisk litteraturstudie genomfördes genom att söka i de vetenskapliga databaserna PubMed och Scopus. En första genomgång av artiklarna gjordes på titel- och abstraktnivå. Därefter lästes artiklarna i fulltext och utefter valda kriterier inkluderades eller exkluderades artiklar till kvalitetsgranskning. Kvalitetsgranskning gjordes med hjälp av Caldwell's granskningsmall.

Resultat: Tolv kvantitativa vetenskapliga artiklar inkluderades i litteraturoversikten. Resultaten redovisas under tre rubriker; *Dörröppningarnas påverkan på unidirektionell ventilation*, *Dörröppningarnas påverkan på mobil unidirektionell ventilation* och *Dörröppningarnas påverkan på omblandad ventilation*. Sammanlagt sju (n=7) artiklar påvisar att dörröppningar påverkar CFU-värdet i operationssalen oavsett ventilationstyp.

Slutsats: Omblandad ventilation är mer känslig än unidirektionell ventilation för dörröppningar som ger ökade CFU-värden i operationssalen. För att nå en ultraren luft i ett omblandat ventilationssystem kan en mobil unidirektionell (LAF) enhet placeras över det

sterila fältet. Operationsavdelningar bör se över rutiner för att minska dörröppningar oavsett ventilationssystem för att öka patientsäkerheten.

Nyckelord: Operationssjuksköterska, patientsäkerhet, operationssal, dörröppning, bakteriebärande partiklar, ventilation

Abstract

Background: The surgical nurse must work to promote patient safety and prevent postoperative infections as this is one of the most common healthcare related infections in Sweden. The infection prevention work includes the surgical nurse preserving the aseptic before, during and after the procedure. It is also included to try to limit the number of door openings that occur during surgery. Previous research reveals that the frequency of door openings during ongoing surgery is high and that limiting the door openings is absolutely necessary for the ventilation systems to function accurately.

Aim: The aim of the study was to investigate the impact of door openings on CFU value in conjunction with surgery based on different ventilations systems.

Method: A systematic literature study was conducted by searching the scientific databases PubMed and Scopus. An initial review of the articles was done at the title and abstract level. The articles were then read in full. According to selection criteria, articles were then included or excluded for quality review. Quality review was performed using Caldwell's review template.

Results: Twelve quantitative articles were included in the literature review and resulted in three headings: *The effect of door openings in a unidirectional ventilation*, *The effect of door openings in a mobile unidirectional ventilation* and *The effect of door openings in a conventional ventilation*. Door openings' negative effect on CFU value can be demonstrated in seven (n=7) of the reviewed articles.

Conclusion: The results show that conventional turbulent ventilation is more sensitive than unidirectional ventilation to door openings which increases the CFU value in the operating room. To achieve ultra-clean air with a conventional ventilation system, a mobile unidirectional (LAF) unit can be placed over the operating area. Surgical departments should review procedures to reduce door openings regardless of ventilation system to increase patient safety.

Key words: Scrub nurse, operating room, door opening, patient safety, colony forming units, ventilation

Förord

Vi vill tacka vår handledare Annette Erichsen Andersson för din tid och ditt engagemang. Dessa veckor har varit utmanande men även lärorika då vi känner att vi kan föra kunskap vidare till våra framtida arbetsplatser.

Göteborg maj 2021

Rebecca Nordström och Johanna Torkkeli

Innehållsförteckning

Inledning.....	7
Bakgrund.....	7
Patientsäkerhet	7
Säkerhetskultur	8
Operationssjuksköterskans roll och ansvar för patientsäkerheten	8
Betydelsen av operationsteamet för säker vård	9
Operationsavdelningens utformning och dess betydelse för säker vård	10
Vårdrelaterade infektioner - postoperativa sårinfektioner.....	10
Ventilation i operationssalen och bakterier i luften	11
Omblandat ventilationssystem.....	11
Unidirektionellt ventilationssystem	11
Bakteriebärande partiklar i luften i operationssalen	12
Dörröppningar under operation	13
Orsaker till dörröppningar	14
Problemformulering	14
Syfte.....	15
Metod.....	15
Design	15
Datainsamling.....	15
Tabell 1 - PEO-modell.....	16
Urval.....	17
Figur 1 - PRISMA Flödesdiagram	18
Kvalitetsgranskning och dataanalys	18
Forskningsetik	19
Resultat	19
Figur 2 - Resultatöversikt: hur CFU-värdet påverkas av dörröppningar	20
Dörröppningarnas påverkan i unidirektionell ventilation	21
Dörröppningars påverkan i mobil unidirektionell (LAF) ventilation.....	22
Dörröppningarnas påverkan i ombladad ventilation.....	22
Diskussion.....	23
Metoddiskussion	23
Författarnas förförståelse	25
Resultatdiskussion.....	25
Kliniska implikationer.....	27

Slutsats.....	27
Referenslista.....	29
Bilagor	36
Bilaga 1 – Sökhistorik PubMed.....	36
Bilaga 2 – Sökhistorik Scopus	38
Bilaga 3 – Inkluderade artiklar	39
Bilaga 4 – Exkluderade artiklar.....	49
Bilaga 5 – Dataextraktion och analys	51

Inledning

Operationssjuksköterskan har enligt lag ett ansvar att inneha ett arbetssätt som förebygger postoperativa sårinfektioner. Operationssjuksköterskan har det övergripande ansvaret att skydda patienten från postoperativa sårinfektioner som befinner sig i det utsatta läget på operationsbordet. Olika infektionspreventiva omvårdnadsåtgärder finns tillgängliga för att kunna bedriva säker vård och främja patientsäkerheten. Till detta ingår inte enbart att operationssjuksköterskan ska bevara aseptiken under hela operationen, utan i det förebyggande arbetet inkluderas även att bevaka och begränsa antalet dörröppningar under pågående kirurgi. Forskning visar nämligen att minskat antal dörröppningar ökar patientsäkerheten genom att färre bakterier cirkulerar i luften i samband med operationen. Det finns arbetskulturer där dörröppningar är mer accepterat och kan behöva en påminnelse om hur dörröppningar påverkar ventilationen. Därför är målet med denna litteraturoversikt att skapa en ökad medvetenhet och kunskap i verksamheterna kring hur dörröppningar kan påverka luftkvaliteten inne på en operationssal.

Bakgrund

Patientsäkerhet

Att arbeta som hälso- och sjukvårdspersonal innebär att arbetet ska ske på ett säkert sätt för patienterna och som överensstämmer med beprövad erfarenhet och vetenskap (Socialstyrelsen, 2020). Enligt Hälso- och sjukvårdslagen (SFS 2017:30) ska vården utföras på ett sätt så att alla krav som finns tillgodoses på bästa möjliga sätt. Lagen bygger på att vården ska utföras så att varje patient vårdas med självbestämmande och integritet. Vården ska utövas med bra kvalitet på hygien och samtidigt sörja för att patienterna ska känna sig trygga och säkra. Ur patientsäkerhetsperspektiv är det grundläggande att utföra god säker vård. Det innebär att vård ska vara lättillgänglig, vara av god kvalitet och ska ges med respekt (Socialstyrelsen, 2021).

I Patientsäkerhetslagen (SFS 2010:659) betonas det att vårdpersonal ska arbeta för att förebygga vårdskador men även att vårdgivare har ansvar och skyldighet att utöva säker vård samt att patientsäkerheten bibehålls vid varje patientmöte. Vårdskada definieras som ett lidande för patienten och där patienten fått en psykisk eller somatisk sjukdom/skada och/eller avlidit. Med rätta åtgärder kan dessa vårdskador undvikas och framför allt främja patientsäkerheten. Inspektion för vård och omsorg (IVO) är en myndighet i Sverige med syftet att främja patientsäkerheten. IVO har uppgiften att ansvara för att vården bedrivs enligt de lagar och föreskrifter som finns i Sverige. Vårdpersonalen har skyldighet att rapportera och registrera fall till IVO som har medfört eller riskerat att medföra vårdskada (IVO, 2021). Operationssjuksköterskan har ansvaret att arbeta för att skydda patienten från en postoperativ sårinfektion men även att arbeta på ett förebyggande sätt för att undvika patientlidande (Göras, Unbeck, Nilsson, & Ehrenberg 2017).

Säkerhetskultur

En operationsavdelning behöver ha en god säkerhetskultur för att undvika vårdskador hos patienter (Gutierrez, m.fl., 2018). En säkerhetskultur kännetecknas genom att personal som är verksam inom operationsavdelningen aktivt arbetar för att identifiera och minimera risker och skador. Det ska vara ett öppet klimat hos medarbetarna där det ska vara tryggt att ställa frågor och diskutera säkerhetsfrågor. En organisation som har en bra säkerhetskultur lär av de misstag som ändå sker utan att någon skuldbeläggs (Socialstyrelsen, 2021). Enligt Törner, Eklöf, Larsman och Pousette (2014) innebär säkerhetskultur att alla medlemmar i teamet har en gemensam bild av hur säkerhet värderas och hanteras. En grupp som delar den uppfattningen är mer benägen att välja ett säkrare arbetssätt. En studie gjord av Gutierrez m.fl. (2018) hade syftet att beskriva sjuksköterskors rekommendationer för god patientsäkerhet på operationssal. I studien beskrev operationssjuksköterskorna att ett multidisciplinärt team med liknande värderingar och attityder var viktigt för en god säkerhetskultur. Studien beskriver också att genom att bygga partnerskap och åtaganden kan man öka utvecklingen av säkerhetskultur inom verksamheten. Enligt Gutierrez m.fl. (2018) är det nödvändigt att arbeta på ett patientsäkert sätt för att främja en bra relation och ett gott samarbete i teamet och på hela operationsavdelningen. Det ska finnas respekt och motivation mellan individerna med olika ansvarsnivåer och handlingslinjer i verksamheten. I studien av Andersson m.fl. (2014) förs diskussionen kring säkerhetskulturen och hur det kan skilja sig beroende på typen av ingrepp i operationssalen. Det framkommer exempelvis olika arbetskulturer. Under vissa ingrepp var det mer accepterat med dörröppningar i operationssalar med omblandad ventilation där traumatiska ingrepp opererades. I de operationssalar som hade unidirektionellt flöde med planerade ledproteser var arbetskulturen sådan att dörröppningar begränsades i större mån.

Operationssjuksköterskans roll och ansvar för patientsäkerheten

Att arbeta som operationssjuksköterska innebär ett stort ansvar. Operationssjuksköterska är en skyddad yrkestitel och för att få arbeta som operationssjuksköterska i Sverige krävs det en svensk sjuksköterskelegitimation samt en specialistsjuksköterskeexamen inom operationssjukvård vid universitet (SFS 2010:1369). Patienten på operationsbordet är i ett utsatt läge och operationssjuksköterskan har flera ansvarsområden. Inom operationsteamet är det operationssjuksköterskan som har det övergripande ansvaret och en ledande roll för aseptik och infektionsprevention under operationen (Riksföreningen för operationssjuksköterskor (Rfop) (2020). Detta genomförs genom att bevara det sterila sterilt under hela operationen. Operationssjuksköterskan har även ett ansvar för att undvika vårdskador hos patienten genom att exempelvis WHO:s checklista för säker kirurgi utförs korrekt, inga material är kvarlämnade inuti patienten samt korrekt preoperativ huddesinfektion av patienten (Haynes m.fl., 2009).

Det är en omfattande kompetens som operationssjuksköterskan ska behärska. Enligt Rfop (2020) ska operationssjuksköterskan ha kompetens att säkerställa operationssalen vad gäller temperatur, ventilation och andra hygieniska aspekter. Operationssjuksköterskan ska dels

arbeta för att förebygga infektioner, smittspridning och vårdskador. Samt behärska situationsmedvetenhet som innebär att konstant bedöma situationen under kirurgi och kunna agera utifrån den snabba föränderliga tekniska miljön. Operationssjuksköterskan har även ett stort ansvar i att arbeta enligt omvårdnadsprocessen där det bäst görs i samråd med patienten. Ingvarsdottir och Halldorsdottir (2018) betonar vikten av att operationssjuksköterskan genomför förebyggande omvårdnadsåtgärder för att främja patientsäkerheten. I Kelvered, Öhlén & Gustafssons (2012) intervjustudie beskriver operationssjuksköterskan att de får patienten som kommer till operationsavdelningen att känna sig trygg, lugn och välkommen av teamet inne på operationssalen. Vårdskador kan undvikas genom att operationssjuksköterskan införskaffar information om det aktuella ingreppet och om den utrustning som ska användas under operationen enligt de som intervjuades. Det beskrivs att operationssjuksköterskor under hela ingreppet kommunicerar med de andra i teamet för att undvika vårdskador på patienten och främja säkerhetskulturen.

Gillispie, Chaboyer, Wallis, Chang och Werder (2009) genomförde en studie där operationssjuksköterskor intervjuades angående vad som ansågs vara viktiga områden av kompetens inom sitt specialområde. Studien påvisade att operationssjuksköterskorna ansåg att det viktigaste området var ett bra samarbete mellan de olika professionerna inne på operationssalen. Att kunna prioritera och samordna sitt arbete inne på salen och ha god kunskap både teoretiskt men även praktiskt gällande utrustning som finns på en operationssal ansågs vara betydelsefullt.

Betydelsen av operationsteamet för säker vård

Operationssjuksköterskan är en del i operationsteamet som även består av andra professioner som anestesijüksköterska, anesthesiolog, en eller flera kirurger samt undersköterska (Erestam, Haglind, Bock, Andersson & Angenete, 2017). Innebörden av team är att alla medlemmar i gruppen av människor arbetar mot samma huvudmål. Uppgifterna för att nå detta huvudmål är dock uppdelade och skiljer sig mellan olika personalkategorier. Det krävs att medlemmarna i gruppen har ett bra samarbete och att arbetet sker harmoniserat med varandra. För ett gott teamarbete krävs det att alla teamets medlemmar använder sig av öppen kommunikation. Enligt Sandberg (2016) ska vårdpersonalen inte enbart förlita sig på en medlems kompetens för att nå ett framgångsrikt arbete men i vissa specifika situationer kan en personalkategori kompetens bli extra viktig. Medlemmar i ett team kan känna sig nonchalerade då kommunikationen blir alltför hierarkisk med negativa order, vilket i sin tur kan leda till ett sämre arbetsklimat. Dock kan hierarkisk order vara till god hjälp i mer akuta situationer (Sandberg, 2016). Enligt Catchpole, Mishra, Handa, och McCulloch (2008) är samarbetet på en operationssal av största vikt där alla medlemmar har en egen yrkeskompetens. Skulle någon av dessa yrkeskategorier bytas ut skulle det riskera en minskad total kompetens inne på salen. Kommunikationen kan bli otydlig och därigenom utsätts patienten för risker. Squeri m.fl. (2019) poängterar att antalet nödvändiga personalkategorier som befinner sig på en operationssal är många vilket orsakar att bakteriebärande partiklar i luften ökar.

Operationsavdelningens utformning och dess betydelse för säker vård

En operationsavdelning ska ligga skilt från övrig verksamhet på sjukhuset för att förhindra att smitta förs in på operationsavdelningen. För att hjälpa till att förhindra att smitta ytterligare används ofta slussar in och ut från operationsavdelningen där enbart behörig personal kan komma in (Landstingets ömsesidiga försäkringar (LÖF), 2019). Enligt Svenska institutet för standarder (SiS) (2015) ska en operationssal vara uppbyggd på ett sätt för att skapa en kontrollerad mikrobiologisk renhet i rummet där operationssalen ska ha ett övertryck i relation till andra rum runt omkring. Operationssalen ska vara enkel att städa och vara byggd så att logistik underlättas. Väggar och tak inne på operationssalen ska tåla de medel som används vid rengöring och takhängd utrustning ska placeras på ett sätt där det stör luftströmningen så lite som möjligt. Genomräckningsskåp för förvaring och överlämning av instrument och material är att föredra. På en del operationsavdelningar finns det slussar utanför operationssalarna och ibland finns det även uppdukningsrum där dukning av sterila instrument kan ske medan patienten tas in på operationssalen. Uppdukningsrum har ofta dörrar till såväl operationssalen som resten av operationsavdelningen (SiS, 2012). I en rapport från LÖF (2019) beskrivs det att i en operationssal finns det både fast och lös utrustning som till exempel operationslampor, operationsbord, instrumentbord och assistansbord. Det finns också apparatur för diatermi, sug och uttag för medicinska gaser. En operationssal kräver ett effektivt ventilationssystem.

Vårdrelaterade infektioner - postoperativa sårinfektioner

Vårdrelaterade infektioner är ett problem som existerar inom vården världen över, bara i Sverige drabbas nästan 60 000 personer årligen. Sveriges Kommuner och Regioners (SKR) (2019) rapport visar att 30-50 % av dessa infektioner skulle kunna undvikas med hjälp av förebyggande åtgärder. En vårdrelaterad infektion definieras av Folkhälsomyndigheten (2012) som när infektionssymtom uppstår 48 timmar efter inskrivning till slutenvård. Till vårdrelaterad infektion räknas även ifall symtomen uppstår efter omvårdnad, behandling eller diagnostik. Vårdrelaterade infektioner leder till ökade kostnader för samhället och enligt SKR (2019) är kostnaden upp mot 1,5-2,2 miljarder kronor varje år i form av förlängd vårdtid. Rapporten påpekar att en av de vanligaste orsakerna till en vårdrelaterad infektion är postoperativa sårinfektioner som leder till att vårdtiden på sjukhus förlängs i genomsnitt med tio dagar.

Palmer, Gooberman-Hill, Blom, Whitehouse och Moore (2020) beskriver hur patienter som drabbats av postoperativ ledinfektion upplevt tiden efteråt som ett lidande i form av förlängd sjukhusvistelse vilket varit känslomässigt tärande psykiskt. Tiden med infektionen i kroppen innebar mycket smärta vilket lett till immobilitet och patienterna fick förlita sig på personer i sin närhet att ställa upp. Flertalet patienter upplevde depression och nedstämdhet men även isolering. Detta stärks av Andersson, Bergh, Karlsson och Nilsson (2010) där patienter upplevde både fysiskt, psykiskt och ekonomiskt lidande i form av depression, isolering, smärta och ekonomisk förlust relaterat till kvarstående besvär efter infektionen.

Orsaker till att drabbas av postoperativa infektioner är flera. En infektion uppstår när bakterier hamnar i miljöer där de inte hör hemma. Bakterierna kommer från patientens egen hudflora eller utifrån exempelvis från personalens händer, instrument och material eller partiklar som finns i luften (Kolasiński, 2018). Rothrock (2018) anser att patientens ålder och livsstil men även tidigare sjukdomar kan bidra till att en postoperativ sårinfektion utvecklas lättare. En annan orsak kan vara kontamination av operationssår eller instrument under operation. En ökad risk för att det öppna såret eller instrumenten blir kontaminerade är när luften i operationssalen försämras och antalet bakterier i luften ökar under operationen. Detta leder till att luften inte håller det rekommenderade bakterie värdet under hela operationen (Christina, Sartini, Schinca, Ottria & Spagnolo, 2016).

Ventilation i operationssalen och bakterier i luften

Ventilationen i en operationssal är ett avancerat tekniskt system och en central del i det infektionspreventiva arbetet. Det finns ett flertal olika benämningar till de olika ventilationssystemen som används i operationssalarna i Sverige och utrikes. Enligt LÖF (2019) finns det två huvudprinciper som ventilationen utgår ifrån, *omblandat ventilationssystem* samt *parallellströmnings-ventilationssystem*. Luftkvaliteten i operationssalen genomförs genom att mäta bakteriebärande luftpartiklar som enligt SiS (2015) benämns som colony forming units (CFU).

Omblandat ventilationssystem

Omblandat ventilationssystem som även kallas för konventionellt eller turbulent ventilationssystem kommer att benämnas i denna studie som omblandat ventilationssystem. Det utgår ifrån utspädningsprincipen som innebär att luftbärande bakterier späds ut över hela operationssalen. Detta gör att hela operationssalen består av samma luftkvalitet (SiS, 2015). Enligt SiS (2015) är omblandat ventilationssystem en övertrycksventilation vilket innebär att luft pressas in i taknivå och sedan pressas ut vid golvnivå. Detta bidrar till ett övertryck inne på operationssalen som arbetar mot att luft från andra rum kommer in i det sterila fältet. Löf (2019) rapporterar om att dörröppningar men även rörelser i operationssalen i ett omblandat ventilationssystem kan orsaka rubbningar i luftkvaliteten. Det innebär att operationssjuksköterskan ska vara medveten om hur ett omblandat ventilationssystem fungerar och dess begränsningar så att patienten opereras i en ultimata luftkvalitet. Enligt Chow och Yang (2004) kan personalens hastiga rörelser i operationssalen orsaka lokala virvlar av luftflödet vilket medför att bakterier kan hamna i det sterila området. Det är även viktigt att som operationssjuksköterska se över operationssalen så att inte tillufts- eller frånluftsventiler är blockerade av bord eller utrustning vilket kan leda till försämrad kvalitet av ventilationen (Andersson, Bergh, Karlsson, Eriksson & Nilsson, 2012; SiS, 2012).

Unidirektionellt ventilationssystem

Den andra huvudprincipen är unidirektionella flöden (UDF) tidigare kallade parallellströmnings-ventilationssystem, även benämnt som LAF ventilation och som i denna studie kommer att

benämns som unidirektionellt ventilationssystem. Detta ventilationssystem möjliggör en renare luftkvalitet och luftflöde över operationsbordet genom att kraftfull intensiv luft trycker undan luftburna bakterier som kan finnas vid området kring operationsbordet (Löf, 2019). Luften pressas ut antingen vertikalt eller horisontellt i ett enkelriktat luftflöde mot det sterila fältet och som enligt James, Khan, Nannaparaju, Bhamra och Morgan-Jones (2015) ger den ultrarena luften med ett värde under 10 CFU/m³. Detta förhindrar att oren luft rör sig tillbaka över sårområdet och instrument. I operationssalar med unidirektionellt ventilationssystem behöver operationssjuksköterskan vara medveten om placering av osteril utrustning och att operationslampor inte blockerar dessa starka luftflöden och stör luftkvaliteten (Hirsch m.fl., 2012; Spagnolo, Ottria, Amicizia, Perdelli & Christina, 2013 & SiS 2015).

Att installera ett LAF tak och få unidirektionellt ventilationssystem i en operationssal innebär en hög renoveringskostnad men även den årliga driftkostnaden ökar med 34% jämfört med ett omblandat ventilationssystem (Brandt m.fl., 2008). Enligt studien av Bischoff, Kubilay, Allegranzi, Egger och Gastmeier (2017) minskar inte LAF ventilationen postoperativa sår i varken höft- och knäoperationer eller i allmän kirurgi i jämförelse med omblandad ventilation. Gastmeier, Breier och Brandt (2012) studie fastställer samma resultat att den unidirektionella ventilationen inte reducerar risken för postoperativa sårinfektioner i knä- och höftoperationer. Resultatet av studien visar att varken dörröppningar eller antalet personer påverkar luftkvaliteten i denna typ av ventilation. Däremot kom Rezapoor m.fl. (2018) fram till att unidirektionellt ventilationssystem skyddar mot att CFU-värdet ökar i det sterila fältet. Davis, Zmistowski, Abboud och Namdari (2020) uträkning visar att unidirektionellt ventilationssystem behöver reducera postoperativa sårinfektioner med hela 35,1% för att vara ekonomiskt försvarbart. Unidirektionellt ventilationssystem ska förhindra att operationssåret blir kontaminerat från förorenat luft men kontamination av såret kan ske exempelvis redan vid incisionen från patientens egen hudflora vilket innebär att ventilationstyp inte har någon betydelse. McHugh, Hill och Humphreys (2015) studie anser att om storleken på det installerade LAF-taket i operationssalar inte är tillräckligt stort, kan det leda till att den ultrarena luften inte uppnås. Friberg, Ardnor, Lundholm och Friberg (2003) anser dock att det räcker med ett tillägg med en mobil unidirektionell LAF-enhet över det sterila fältet för att skapa en förbättrad luftkvalitet. Det noterades i Rezapoor m.fl. (2018) svårighet i att forska om sambandet mellan ökat CFU-värde på operationssal och postoperativa sårinfektioner.

Bakteriebärande partiklar i luften i operationssalen

Att genomgå en operation innebär risker, såsom exempelvis en postoperativ sårinfektion och där operationssalens luftkvalitet är en faktor som ska tas i aktning i det infektionsförebyggande arbetet. I Sverige finns idag ett flertal operationsavdelningar som är i behov renoveringar vilket även innefattar ett nytt ventilationssystem. Däremot saknas det både lagar och allmänna standarder till hur mikrobiologisk renhet ska skapas i en operationssal (SiS, 2015).

Enligt Chow och Yang (2003) är god ventilation inne på en operationssal av vikt då ventilationens syfte är att minimera antalet bakteriebärande partiklar i luften kring det sterila

fältet. Ventilationen ska även medföra att patienten opereras i en hälsosam miljö. Ventilationen har till uppgift att bibehålla önskad temperatur genom att ventileras bort överskott av värme i luften samt bibehålla luftfuktighet i en önskad nivå. Ventilationen ska även kontrollera luften vid rörelser eftersom en person under aktivitet och rörelse faller normalt cirka 10,000 partiklar i minuten och 5-10% av dessa är bakteriebärande. Enligt författarna faller en kirurg som böjer sig över operationssåret 1000 partiklar i minuten. Spagnolo m.fl. (2013) rekommenderar ett minimum av 15 utbyten av filtrerad luft per timme. Enligt SiS (2015) eftersträvas det en renhetsgrad av CFU-värde i en operationssal på <10 CFU/m³. För infektionskänslig kirurgi är eftersträvan <5 CFU/m³ vilket innebär en nivå av ultraren luft. Sahlgrenska Universitetssjukhuset (2019) rekommenderar att all personal inne på operationssalen ska vara helt stilla i 30 sekunder innan operationsstart för att bakteriebärande partiklar ska få tid att utrymma.

Enligt Spagnolo m.fl. (2013) bidrar ventilationen i operationssalen till att minska kontaminationen av bakteriebärande partiklar i luften genom att filtrera och späda ut med hjälp av att tillföra luft till operationssalen och bilda ett övertryck i förhållande till de angränsande rum som finns utanför. Det positiva tryck som bildas förhindrar att luftflödet från osterila områden i operationssalen flödar in till det sterila området. Ventilationen i en operationssal ska vara igång dygnet runt enligt SiS (2015). Dock under nattetid begränsas användning av operationssalar på de flesta sjukhus. I operationssalar som inte är i bruk kan ventilationen reduceras och enligt Dettenkofer m.fl. (2003) påverkar inte detta bakteriebärande luftpartiklarna när ventilationen sätts igång igen. Det är dock viktigt att ventilationen har varit igång i 30 minuter innan operationssalen kan användas igen. Reducering av ventilation gynnar även den ekonomiska- och miljöaspekten.

Dörröppningar under operation

Dörren till operationssalen har en viktig funktion för att hålla luftburna bakterier borta. Enligt Sadrizadeh, Pantelic, Sherman, Clark och Abouali (2018) är det när dörren till operationssalen öppnas som dessa luftburna bakterier tar sig in i operationssalen då övertrycket som finns i operationssalen störs och luftflödet förändras. Operationssalens dörrar kan öppnas och stängas olika. Det finns dörrar med automatiska öppningar genom en knapptryckning i väggen eller de sedvanliga operationsdörrar som öppnas manuellt. Operationssalens dörrar leder oftast till osterila områden såsom operationsavdelningens korridor eller patientförberedelserum (Sadrizadeh m.fl., 2018).

Enligt Bédard, Pelletier-Roy, Angers-Goulet, Leblanc och Pelet (2015) betyder frekventa dörröppningar tillsammans med antalet personer inne i operationssalen ett stort problem som leder till att patientsäkerheten riskeras då antalet bakterier i luften ökar. Frekventa dörröppningar ökar bakteriemängden i luften inne på operationssalen och kan leda till att operationssåret kontamineras och patientens risk att utveckla en postoperativ sårinfektion ökar (Rezapoor m.fl., 2018; Roth m.fl., 2019). Enligt Young och O'Regan (2010) finns det en korrelation mellan operationslängden och antalet dörröppningar. Deras studie påvisar även att i genomsnitt stod operationsdörren öppen i 31 minuter, eller 10,7% per timme under alla

studerade ingrepp. I genomsnitt tog varje dörröppning 20 sekunder innan dörren stängdes helt. I en studie gjord av Osborn, Hoehmann, McCormack och Owens (2020) visade resultatet att frekvensen av dörröppningar hade ett medelvärde på 35,4 dörröppningar per timme. När en skylt sattes upp att inte öppna dörren i onödan till operationssalen resulterade det i att frekvensen av dörröppningar sänktes till 16,8 dörröppningar per timme. Även i Panahi, Stroh, Casper, Parvizi och Austins (2012) studie visar att frekvensen av dörröppningar per timme är hög med ett medelvärde på mellan 39-50,4 dörröppningar varje timme. Dörren öppnades mellan 60-134 gånger i medelvärde per ingrepp. I Roth m.fl. (2019) studie observerades dörröppningar 32,4 gånger varje timme.

Orsaker till dörröppningar

Det finns flera orsaker till varför dörren till operationssalen öppnas under pågående operation. Tidigare forskning redogör för hur dörren in till en operationssal öppnas av både personalen inne i operationssalen och även av personal som befinner sig utanför. Dörren till operationssalen öppnas av olika anledningar och majoriteten av dessa dörröppningar, 47,3%, identifieras som onödiga där ingen orsak till dörröppningen kunde fastställas (Panahi m.fl., 2012). Bédard m.fl. (2015) forskning visar hur materialbrist är huvudorsaken till att dörren öppnas under pågående operation. Även Elliott m.fl. (2015) studie kartlägger att personalen inte har förberett korrekt inför ingreppet när det gäller material till operationen. Forskning gjord i Sverige av Andersson m.fl. (2012) visar att de flesta dörröppningar som sker under pågående operation är onödiga som till exempel av sociala och logistiska skäl. Det kommer också fram till att de orsaker som gör att dörren öppnas är hämtning av instrument och material, rastavlösningar och expertkonsultation. Operationerna ska enligt Panahi m.fl. (2012) försöka hållas så korta som möjligt. Det ska inte finnas onödiga väntetider på grund av att korrekt material inte har tagits in inför operationen eller att korrekta förberedelser inte genomförts. Att operationen förlängs av obefogade skäl ska undvikas. Olika faktorer påverkar ventilationen i operationssalen som bidrar till att luftkvaliteten försämras. Enligt Birgand, Saliou och Lucet (2015) är faktorer som ökar CFU-värdet antalet personer inne på en operationssal, antalet dörröppningar som leder till ökad trafik samt personalens klädsel.

Operationssjuksköterskan har till uppgift att vara väl förberedd med extramaterial inför varje ingrepp så att onödiga dörröppningar inte behöver ske. Andra orsaker till att dörren öppnas är kommunikation mellan teamen inne i operationssalen och utanför, att öppna dörren för att fråga hur ingreppet fortlöper eller för att enbart fråga en fråga, påpekar Lynch m.fl. (2009) är ett stort problem. En annan orsak som framkommer från Lynch m.fl. (2009) studie och som är svår att förhindra är rastavlösningar.

Problemformulering

Postoperativa sårinfektioner kostar samhället enorma summor och patienten utsätts för ett lidande som i många fall kan undvikas. Postoperativa sårinfektioner kan orsakas av bakteriebärande partiklar i luften. Idag används olika ventilationssystem i operationssalarna som till exempel parallellströmningsflöde (LAF) och omblandad ventilation. Ventilationen har

en viktig uppgift i att försöka förhindra att de bakteriebärande partiklarna hamnar i operationssåret. I en operationssal finns det riktlinjer och rutiner angående operationspersonalens beteende när det gäller rörelser inne på salen och rekommenderat antal personer i rummet i förhållande till dess storlek. Forskning visar på att dörröppningar kan påverka luftkvaliteten inne på operationssalen men även att det finns olika orsaker till att dörren öppnas. Rutiner och rekommendationer saknas angående hur många gånger dörren får öppnas under en operation och det kan vara svårt att hitta ett antal som går att förhålla sig till. Det är dock svårt att undvika dörröppningar helt under en operation då vissa dörröppningar är nödvändiga. En aktuell sammanställning av tidigare forskning saknas angående dörröppningars påverkan på CFU-värdet i en operationssal. Målet med den här studien är att öka medvetenheten och förmedla kunskap kring vad som sker när dörren till operationssalen öppnas under pågående operation.

Syfte

Syftet med denna systematiska litteraturöversikt är att undersöka hur dörröppningar påverkar CFU-värdet i samband med kirurgi utifrån olika ventilationssystem.

Metod

Design

Studiedesignen som valdes som bäst svarar på syftet var en systematisk litteraturöversikt. Enligt Bettany-Saltikov (2016) fokuserar en systematisk litteraturöversikt på att besvara en specifik problemfråga och när litteraturöversikten genomförs noggrant och på ett systematiskt sätt ger den en hög evidensranking. Detta innebär att en omfattande sökning av relevanta artiklar genomförs i olika vetenskapliga databaser med hjälp av systematisk sökstrategi och därefter kritiskt granska valda artiklar. Bettany-Saltikov (2016) anser att en systematisk litteraturöversikt är ett effektivt sätt att hålla sig uppdaterad med den senaste forskningen i ett specifikt ämne och det saknas en sammanställning av dörröppningarnas påverkan på bakteriebärande partiklar i luften. Enligt Rosén (2017) genererar en systematisk litteraturöversikt en överblick av tidigare forskning av det specifika ämnet men att litteraturöversikterna ska vara genomförda så att kraven för god kvalitet är tillgodosedda. Denna systematiska litteraturöversikt bygger på granskning och analysering av kvantitativa artiklar.

Datainsamling

Genomförandet av litteraturöversikten startade i april 2021 med en strukturerad sökning i de vetenskapliga databaserna PubMed och Scopus. Enligt Statens beredning för medicinsk och social utvärdering (SBU) (2020) har PubMed en medicinsk inriktning och sökningarna kompletterades med den vetenskapliga databasen Scopus. Den initiala fritextsökningen i databaserna gav flera tusen träffar och gav en översiktsbild på relevanta nyckelord till

fortsatta sökningar. Det eftersträvades en väl formulerad frågeställning som underlättade identifiering av olika komponenter. Detta gjordes med hjälp av en PEO-modell som enligt Bettany-Saltikov (2016) möjliggör en mer specifik och tydlig sökning. P betyder *population* eller *vem*, E står för *exposure* som kännetecknar *vad* och O står för *outcome* eller *utfall*. Enligt SBU (2020) ska enbart artiklar som uppfyller PEO inkluderas. Med hjälp av PEO-modellen kunde studiens syfte delas i olika block som bidrog till identifiering av flera specifika sökord på ett strukturerat sätt (se tabell 1).

P = Operationssal

E = Dörröppningar

O = Dörröppningarnas påverkan på CFU-värde

Tre block kunde identifieras och därmed bildades olika sökord till varje block som användes tillsammans med den booleska termen "OR". I sökningarna i PubMed användes MeSH-termer för identifiering av ämnesord och sökningarna begränsades till artiklar publicerade mellan åren 2000-2021 (se bilaga 1). Sökningarna genomfördes med en sökning för varje block med alla relevanta sökord som kunde finnas. Därefter kombinerades block-sökningarna med hjälp av den booleska termen "AND" för en ny omfattande sökning i databasen. Även sökningar utan användning av MeSH-termer genomfördes för att hitta eventuella artiklar som inte inkluderade MeSH-termer men innehöll relevanta sökord. I Scopus finns det ingen motsvarighet till MeSH-term utan sökningarna genomfördes med fritext (se bilaga 2). Även i Scopus genomfördes sökningar i tre olika block där sökorden kombinerades med den booleska termen "OR" varefter blocken kombinerades med "AND".

Tabell 1 - PEO-modell

PEO		SÖKORD
P = Population	Operationssal	Operating room Theatre room Surgical suite Operating suite Operating theatre Surgery
E = Exposure	Dörröppningar	Door opening Traffic flow Traffic Door swings Perioperative door opening Door closing

<i>O = Outcome</i>	Dörröppningarnas påverkan på CFU-värde	Colony forming unit Bacterial load CFU Air cleanliness air microbial contamination airborne bacteria microbiological surveillance airborne contamination colony count bacteria-carrying particles particle transport
--------------------	--	--

Urval

Rosén (2017) anser att inkludering av inklusions- och exklusionskriterier ökar systematiska översiktstudiers kvalitet. För att göra databassökningarna mer specifika formulerades inklusions- och exklusionskriterier.

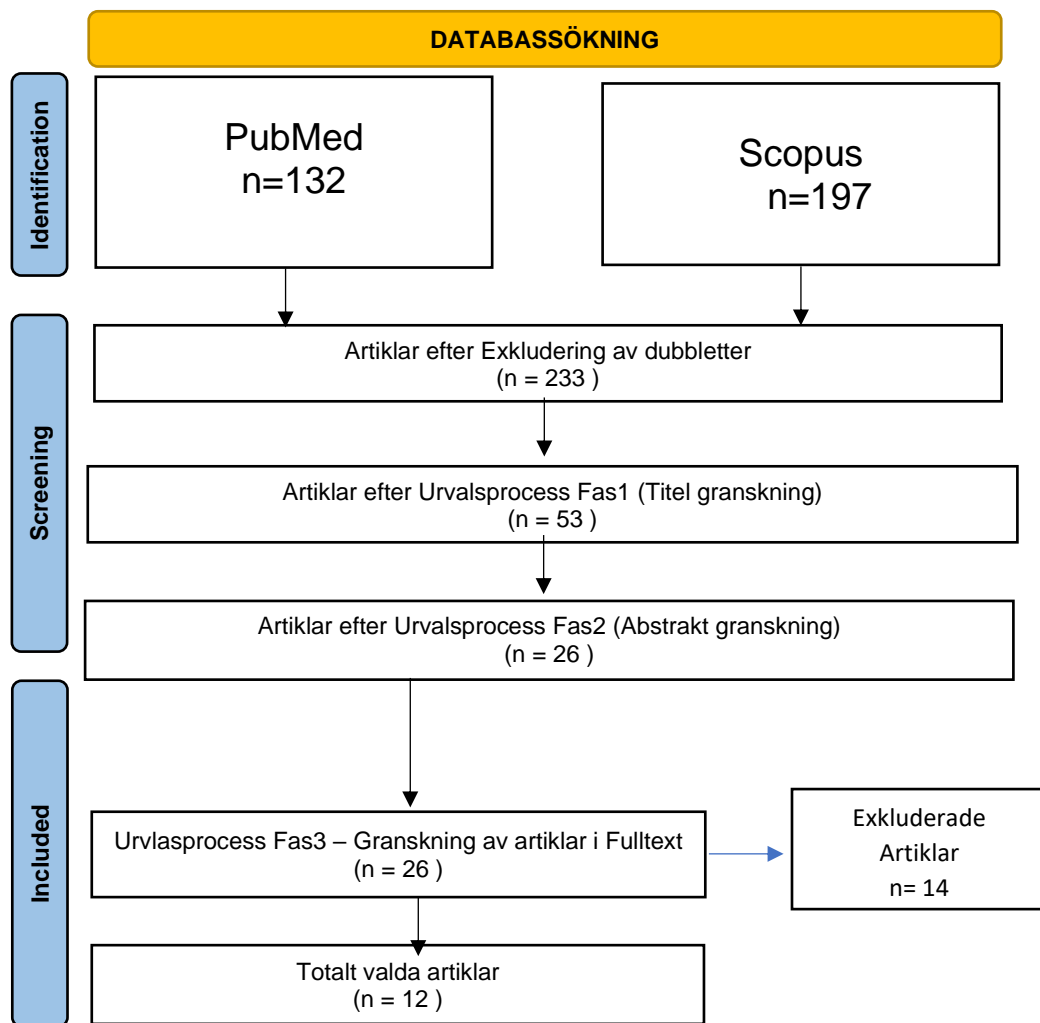
Inklusionskriterier:

- Baseras på kliniska studier
- Peer reviewed
- Publicerad vetenskaplig studie
- 2000-2021
- Tillgängliga i fulltext
- Skrivna på engelska

Exklusionskriterier:

- Systematiska litteraturöversikter
- Teoretiska och modellerade studier
- Simuleringar

Sökningarna från de två databaserna genererade 329 träffar totalt. Urvalsprocessen bestod av tre faser. Innan urvalsprocessen påbörjades rensades dubbleringar som påträffats och kvar fanns 233 artiklar. Första fasen innebar att granska artiklarna på titelnivå. Under den fasen exkluderades artiklar med en titel som inte besvarade forskningsfrågeställningen, kvar blev 53 stycken artiklar. Andra fasen i urvalsprocessen innebar att kritiskt granska artiklarnas abstrakt. Artiklar som saknade valda sökord eller inte uppfyllde inklusionskriterierna exkluderades. Efter granskningen av artiklarnas abstrakt återstod 26 stycken vetenskapliga artiklar. Fas 3 innebar att på ett strukturerat sätt granska artiklarna i fulltext. Fjorton stycken artiklar exkluderades på grund av att de inte svarade på syftet eller hamnade utanför inklusionskriterierna (se bilaga 4). Totalt inkluderades 12 stycken relevanta artiklar som svarar på syftet, se figur 1, samt uppfyllde inklusions- och exklusionskriterier. Se bilaga 3 för de identifierade artiklarnas syfte, metod och resultat som har extraherats och sammanställts. I referenslistan är de valda artiklarna markerade med en * före.



Figur 1 - PRISMA Flödesdiagram

Kvalitetsgranskning och dataanalys

De valda artiklarnas kvalitet och evidens bedömdes och granskades individuellt för att stärka kvaliteten av den systematiska litteraturoversikten (Rosén, 2017). Artiklarna lästes igenom ett flertal gånger. I denna litteraturoversikt användes Caldwell's granskningsmall för att på ett strukturerat sätt kunna identifiera studiernas styrkor och svagheter och därav få en uppfattning om studiens kvalitet och lämplighet (Caldwell, Henshaw & Taylor, 2011). Granskningsmallen lämpar sig för både kvalitativa och kvantitativa studier och har 18 frågor med en totalpoäng på 36. Enligt Bettany-Saltikov (2016) bör artiklar med 20 poäng eller lägre exkluderas på grund av låg kvalitet. Artiklarna som används i denna litteraturoversikt hade som lägst 25 poäng och högsta på 34 poäng. Samtliga artiklar som valts ut resulterade i medelhög till hög kvalitet enligt granskningsmallen (Mårtensson & Fridlund, 2017).

När kvalitetsgranskning av artiklarna var genomförda påbörjades extraktion av data från artiklarna, endast den information som svarade till syftet togs ut från studierna (Bettany-Saltikov, 2016). Författarna började med att läsa igenom artiklarna ett flertal gånger för att

vara säkra på att ingen data missades. Data som extraherades var vilken typ av ventilation som användes i de olika studierna samt om korrelation fanns mellan dörröppningar och förhöjda värden av CFU. Därefter gjordes en gemensam genomgång av artiklarna och rubriker användes för att beskriva resultatet, *Dörröppningarnas påverkan i unidirektionell ventilation*, *Dörröppningarnas påverkan i mobil unidirektionell (LAF) ventilation* och *Dörröppningarnas påverkan i omblandad ventilation*.

Forskningsetik

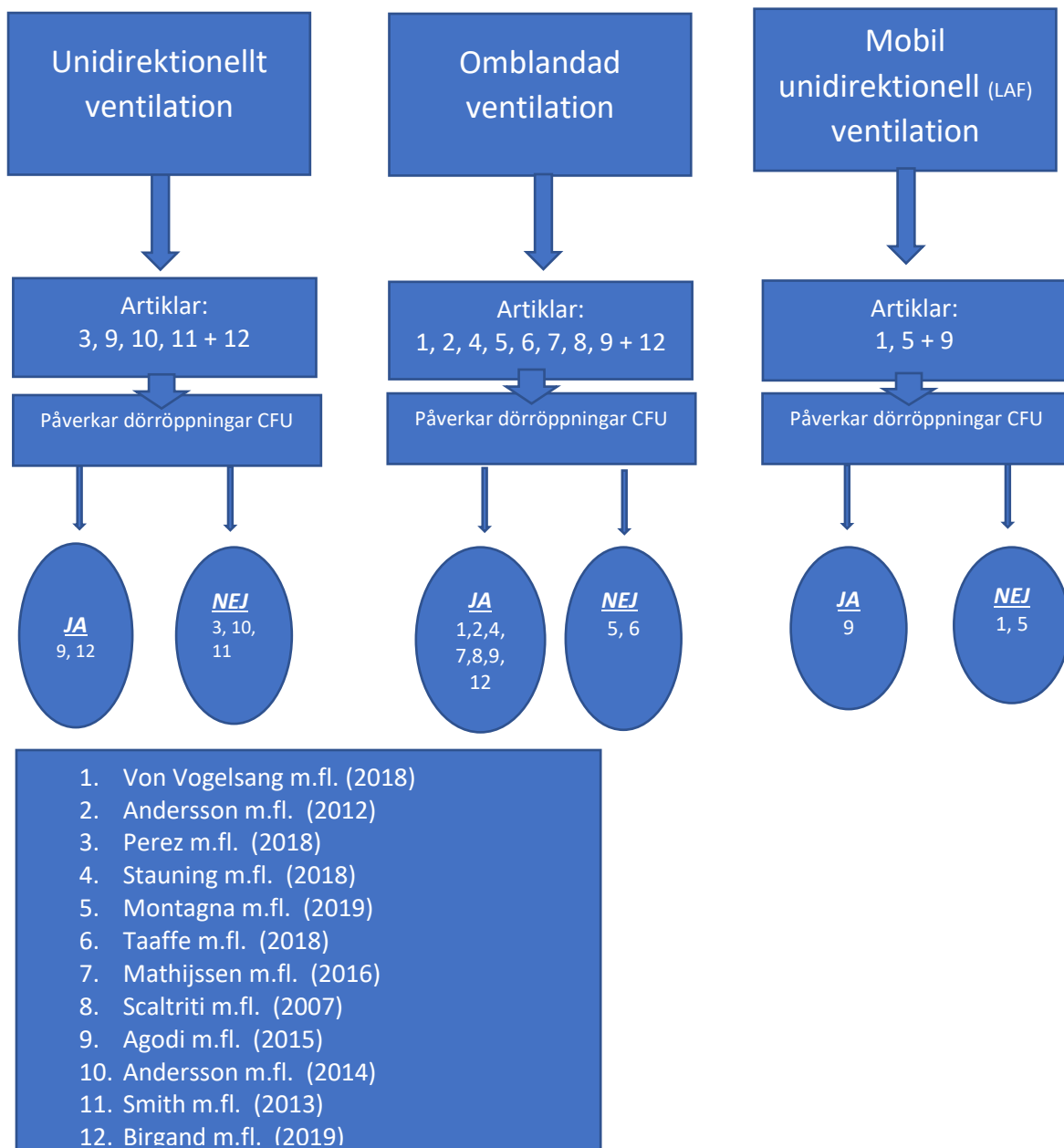
Systematiska litteraturöversikten eftersträvade att artiklarna skulle vara etiskt godkända. Enligt SBU (2020) ska etiska synpunkter diskuteras tidigt i arbetsprocessen för att identifiera eventuella konflikter av intresse eller etiska frågeställningar. Kjellström (2017) menar att när tolkning av olika studiers resultat vid en systematisk litteraturöversikt genomförs, kan de personer som läser ha begränsade språk- och metodologiska kunskaper vilket kan medföra att feltolkningar uppstår. Lag om etikprövning av forskning som avser människor (SFS 2003:460) har framställts för att skydda den enskilda individen som deltar i forskning men lagen beaktar även att människan och människovärdet respekteras. Studenter som skriver uppsatser på Universitetet bedriver forskning och ska verka för att upprätthålla en god forskningssed. Ett sätt att göra det är att inte använda sig av plagiat eller förfalskningar för att kalla det sitt eget vilket kallas för vetenskaplig oredlighet (Cöster, 2014).

Genomgående under arbetsprocessen har författarna arbetat för att förhålla sig neutrala gentemot de studier som granskats för att minimera risken för bias och för att författarnas förförståelse inte ska genomlysa litteraturöversiktens resultat på grund av feltolkning. För att risken för bias skulle minskas granskades artiklarna individuellt och därefter gjordes en gemensam bedömning angående studiens kvalitet (SBU, 2020).

Resultat

Majoriteten av artiklarna som granskades var observationsstudier, $n=11$, och en studie hade en kvasiexperimentell design. Samtliga artiklar var publicerade mellan 2007-2019 och studierna var utförda i Sverige, Frankrike, Italien, Nederländerna, Ghana och USA. Tidsperioden för studierna var olika och sträckte sig från cirka tre veckor upp till 22 månader. Vissa studier inkluderade forskning som undersökte både unidirektionell och omblandad ventilation. Antalet artiklar som genomfördes i unidirektionellt ventilationssystem, $n=5$, (Perez m.fl., 2018; Agodi m.fl., 2015; Andersson m.fl., 2014; Smith m.fl., 2013; Birgand m.fl., 2019) och i omblandat ventilationssystem, $n=8$ (Von Vogelsang m.fl., 2018; Andersson m.fl., 2012; Stauning m.fl., 2018; Montagna m.fl., 2019; Mathijssen m.fl., 2016; Scaltriti m.fl., 2007; Agodi m.fl., 2015; Birgand m.fl., 2019). I tre av artiklarna med omblandad ventilation, inkluderades även mätning av luftkvalitet när en mobil unidirektionell (LAF) ventilation lades till i operationssalen över det sterila fältet (Von Vogelsang m.fl., 2018; Montagna m.fl., 2019; Agodi m.fl., 2015). En artikel redovisar inte specifik ventilationstyp men i studien medräknas den in i den konventionella omblandade ventilationssystemet (Taaffe m.fl. 2018).

Mätning av luftkvaliteten i de granskade artiklarna påbörjades och avslutades olika, från kontinuerlig mätning av luftkvaliteten under hela ingreppet till att fem studier började mäta luftkvaliteten vid incisionen och fram till stängning av operationssnittet. Två studier gjorde en första mätning innan operationssalen började användas medans två studier mätte från det att container med instrument öppnades och därefter vid incision till stängning av huden. En studie mätte från det att föregående patient lämnar operationssalen tills dess att patienten för ingreppet lämnar salen. I en studie framkommer det inte hur mätningarna gick till. Samtliga studier presenterade resultat på hur och om dörröppningar påverkade CFU-värdet samt hur många dörröppningar som observerades. En översiktsbild av resultatet presenteras i figur 2.

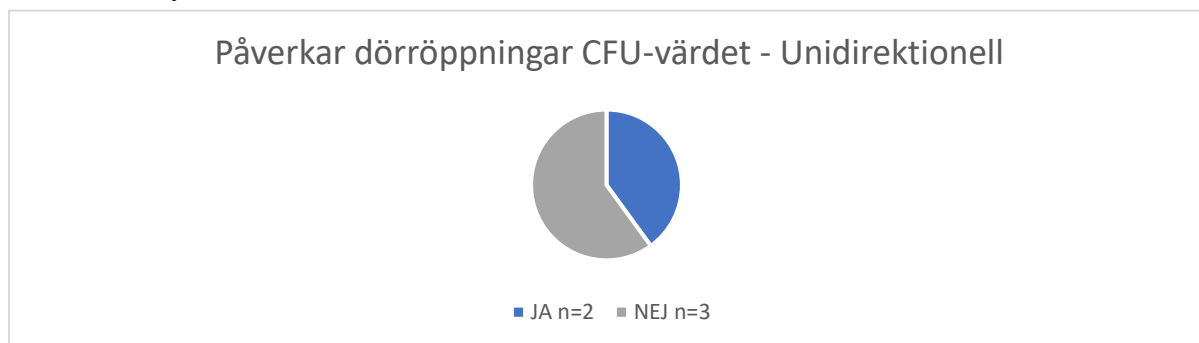


Figur 2 - Resultatöversikt: hur CFU-värdet påverkas av dörröppningar

Dörröppningarnas påverkan i unidirektionell ventilation

I en studie gjord av Perez m.fl. (2018) observerades 48 ingrepp över en sexveckorsperiod för att ta reda på det genomsnittliga värdet av CFU som effekt utav dörröppningar. Alla operationer utfördes i salar med unidirektionell ventilation och resultatet visar att CFU-värdet var högre utanför unidirektionella luftflödet än innanför. Ju längre operationstid och ju fler dörröppningar desto högre steg värdet av CFU i operationssalen utanför det unidirektionella luftflödet. Även resultatet av Smith m.fl. (2013) studie påvisar effektiviteten av den unidirektionella ventilationen. Deras resultat visar hur CFU-värdet utanför det unidirektionella ventilationsområdet är betydligt högre än innanför. Dörröppningar påverkar CFU-värdet i hela operationssalen men där unidirektionella ventilationen har sin effekt, påvisar studien att CFU-värdet är betydligt mindre än utanför detta område när dörröppningar sker, en minskning med 37%. I Perez m.fl. (2018) studie påvisades det att CFU-värdet innanför det installerade LAF-taket påverkades av antalet personer som befann sig i området men inte av antal dörröppningar. I genomsnitt var det 54 dörröppningar per ingrepp i Perez m.fl. (2018) studie och Smith m.fl. (2013) studie observerade en liknande siffra på 54,6 dörröppningar per ingrepp.

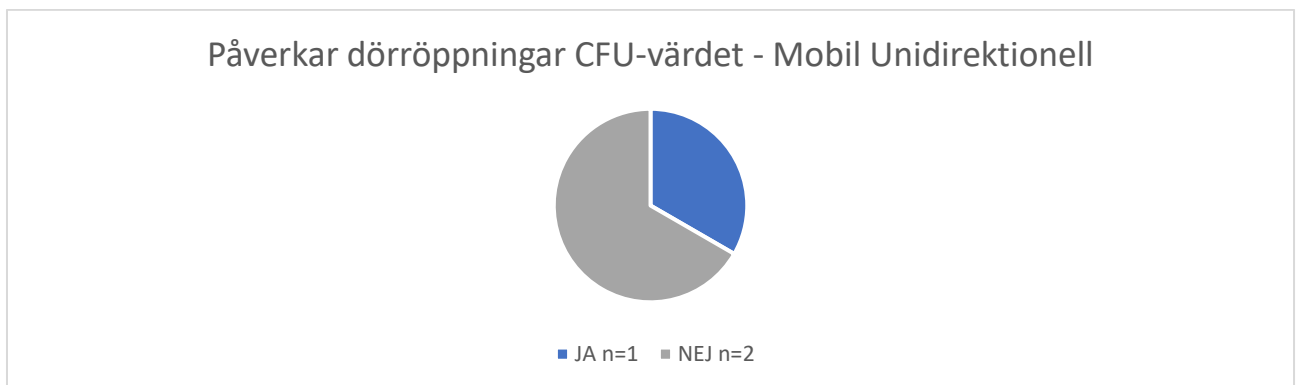
Andersson m.fl. (2014) studie mätte CFU-värdet i unidirektionell och omblandad ventilation och jämförde dessa. Deras resultat visade att i enbart två prover av totalt 164 som uppfångades under det unidirektionella luftflödet var över de rekommenderade CFU-värden. Studiens resultat påvisar tydligt hur effektiv unidirektionell ventilation är då den gav en 89% minskning av CFU jämfört med omblandad ventilation, trots dörröppningar under operation. Antalet dörröppningar som noterades var 11,4 per operation. Agodi m.fl. (2015) resultat går emot resultatet gällande fördelarna med unidirektionell ventilation av Perez m.fl. (2018), Smith m.fl. (2013) och Andersson m.fl. (2014) då deras studie visar att med ett genomsnitt på 21 dörröppningar per timme påverkar CFU-värdet i ett unidirektionellt ventilationssystem eftersom det rekommenderade CFU-värdet på $<10 \text{ cfu/m}^3$ kunde inte bibehållas. I studien ingick även provtagning i operationssal med unidirektionell ventilation när operationssalen inte var igång och det visade tydligt hur effektivt det unidirektionella ventilationssystemet är när inga dörröppningar eller annan aktivitet sker i operationssalen. Ingen ökning av CFU-värde påvisades när operationssalen stod oanvänd. Se figur 3 för resultat av antalet artiklar som studerade dörröppningarnas påverkan på CFU-värde i ett unidirektionellt ventilationssystem.



Figur 3 – Dörröppningarnas påverkan i unidirektionellt ventilationssystem

Dörröppningars påverkan i mobil unidirektionell (LAF) ventilation

von Vogelsang, Förander, Arvidsson och Löwenhielm (2018) studie genomfördes i en operationssal med omblandad ventilation med en mobil unidirektionell ventilation (mobilt LAF) som tillägg i operationssalen. Detta resulterade i att CFU-värdet minskade markant till låga värden där det unidirektionella luftflödet strömmade och att dörröppningar inte hade någon påverkan på det sterila området. Till skillnad från studien av Agodi m.fl. (2015) som visade att ett tillägg med en mobil unidirektionell ventilationsenhet inte gav samma positiva effekt. CFU-värdet ökade markant i operationssalen och studiens resultat visade även höga värden av CFU i luften innan operationsstart. I Montagna m.fl. (2019) studie inkluderades 35 ortopediska operationer inriktade på knä- och höftproteser där operationssalarna var utrustade med omblandad ventilation eller med en mobil unidirektionell ventilationsenhet som tillägg. Resultatet visade ingen skillnad på CFU-värdet, oavsett ventilations typ. Studien visade inte heller någon statistisk signifikant korrelation mellan dörröppningar och ökat CFU-värde i någon av ventilationstyperna. Även när dörren var konstant öppen var CFU-värdet lågt inne på operationssalen. Se figur 4 för resultat av antalet artiklar som studerade dörröppningarnas påverkan på CFU-värde i ett mobilt unidirektionellt ventilationssystem.

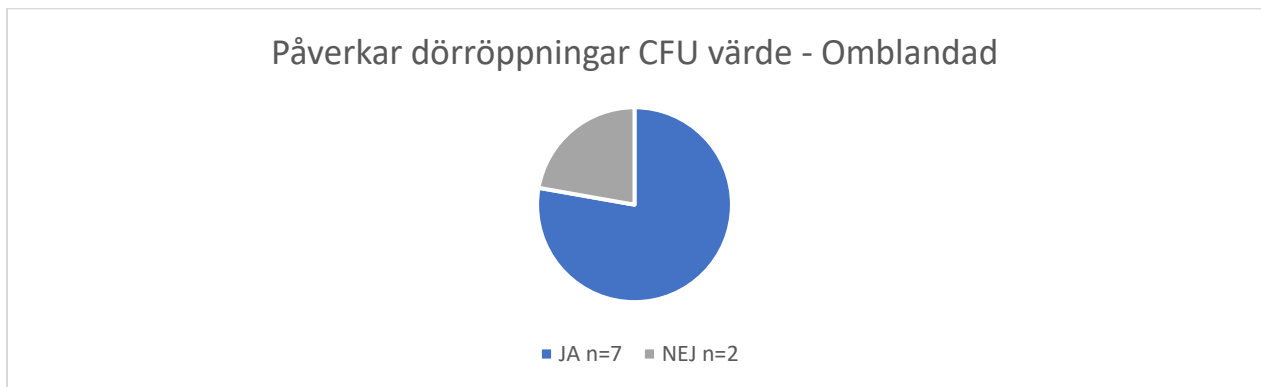


Figur 4 - Dörröppningarnas påverkan i mobil unidirektionellt ventilationssystem

Dörröppningarnas påverkan i omblandad ventilation

Omblandad ventilation i operationssalen är känslig mot dörröppningar visar inkluderade studier. När antalet dörröppningar till operationssalen ökade så ökade även CFU-värdet (Andersson m.fl., 2012; Stauning m.fl., 2018; Mathijissen m.fl., 2016; Scaltriti m.fl., 2007). Mathijissen m.fl. (2016) studie på 69 höftoperationer visade ett genomsnitt på åtta dörröppningar per operation vilket ger 3,33 dörröppningar per timme medan Stauning m.fl. (2018) observerade hela 46 dörröppningar per timme. Båda studiernas resultat visade hur dörröppningar orsakade ökat CFU-värde i operationssalen. Att CFU-värdet var genomgående högre under ett omblandat ventilationssystem jämfört med unidirektionell ventilation fastslogs i resultat av Birgand m.fl. (2019).

Ett motsatt resultat visar dock Taaffe m.fl. (2018) studie som inkluderade totalt 27 ortopediska samt pediatrika operationer och det framkom att dörröppningar inte hade någon påverkan på CFU-värdet i operationssalarna. Resultatet visade istället att det var rörelser i operationssalen som hade en stor betydelse för hur bakterierna i luften ökade. von Vogelsang m.fl. (2018) resultat visade att under omblandad ventilation var det inte bara dörröppningar som höjde CFU-värdet utan även antalet personer som befann sig i operationssalen. Forskning av Scaltriti m.fl. (2007) visade dock att frekventa dörröppningar var den enda faktorn som hade en negativ påverkan på CFU-värdet i operationssalen med omblandad ventilation. Agodi m.fl. (2015) resultat med 50,5 dörröppningar per timme medförde att CFU-värdet i operationssalen ökade markant. Resultatet av Montagna m.fl. (2019) och Taaffe m.fl. (2018) studier går emot andras resultat då det framkommer att ingen korrelation kunde påvisas mellan dörröppningar och ökat CFU-värde. Se figur 5 för resultat av antalet artiklar som studerade dörröppningarnas påverkan på CFU-värde i ett omblandat ventilationssystem.



Figur 5 – Dörröppningarnas påverkan i omblandat ventilationssystem

Diskussion

Metoddiskussion

För att bäst svara på studiens syfte, att undersöka hur dörröppningar påverkar CFU-värdet i en operationssal, valdes en systematisk litteraturöversikt. Det saknas en aktuell sammanställning av artiklar som besvarar forskningsfrågan, därför ansågs det relevant och essentiellt att genomföra studien. Enligt Bettany-Saltikov (2016) är en systematisk litteraturöversikt ett bra sätt att överföra aktuell kunskap inom ämnet till vårdpersonalen så att de själva inte behöver lägga ut den extra tiden att söka och kritiskt granska ett flertal olika artiklar.

Sökningar genomfördes i två olika vetenskapliga databaser, PubMed och Scopus, med sökord som framställdes med hjälp av PEO modell (se under metod). Sökningen började med fritextsökning och avslutades med blocksökning med tre olika block. För att öka resultatets trovärdighet användes flera databaser i sökningen efter artiklar där vi kunde fastställa att artiklarna som kom upp i de nya sökningarna redan hade lokaliserats i tidigare sökningar. När sökningarna var färdiga kunde det fastställas att majoriteten av alla artiklar som hittats i den

första databasen (PubMed) även hittades i Scopus som var den andra databasen vi valde att genomföra sökningar i (Henricson, 2017). Det gjordes en testsökning även i Cinahl för att se utbudet av artiklar. Det visade sig att de få artiklar som kom upp var dubletter från tidigare sökningar i PubMed och Scopus. Databasen Cinahl är mer baserad på omvårdnad och var därmed inte lämplig att använda.

Resultaten från studierna kan skilja sig åt då deras sätt att mäta luftkvaliteten skiljer sig åt i form av mätinstrument, från vilken position mätningen är gjord och vilket tidsintervall de valt att göra mätningarna. Vissa studier använde sig av passiv provtagning (Perez m.fl., 2018; Smith m.fl., 2013) medan andra använde sig av aktiv provtagning (von Vogelsang m.fl., 2018; Andersson m.fl., 2012; Stauning m.fl., 2018; Mathijissen m.fl., 2016; Andersson m.fl., 2014). Det finns även de studier som använde sig av både passiv och aktiv provtagning (Montagna m.fl., 2019; Taaffe m.fl., 2018; Scaltriti m.fl., 2007; Agodi m.fl., 2015; Birgand m.fl., 2019). Fyra, n=4, av de valda artiklarna saknade information om hur många luftprover som togs under studien vilket kan göra det svårt att dra slutsatser om det var ett tillräckligt stort provantal. Detta kan påverka studiens pålitlighet (Henricson, 2017). De studier som valdes till litteraturoversikten är gjorda i olika länder. Tre studier är gjorda i Italien, tre i USA, en i Ghana, en i Frankrike, en i Nederländerna och tre är gjorda i Sverige. Att det finns med studier gjorda i Sverige stärker överförbarheten till arbetsplatser här i landet. Att kunna dra slutsatser kring generaliserbarheten minskar då flera av studierna är från andra länder där sjukvårdssystem och förutsättningar ser annorlunda ut. Till exempel är inte operationssalarna som är med i studien från Ghana konstruerade på ett sätt där ett positivt övertryck hålls gentemot rummen utanför.

Inklusions- och exklusionskriterier utformades för att begränsa sökresultatet vilket enligt Bettany-Saltikov (2016) kan vara en begränsning för att hitta relevanta vetenskapliga artiklar. För att öka specificiteten i våra sökningar fastställdes att studierna skulle vara peer reviewed då det säkerställde att studierna vi valde att ta med är bedömda som vetenskapliga vilket även stärker trovärdigheten i vår litteraturoversikt (Henricson, 2017). Ett annat inklusionskriterium var att artiklarna skulle vara från år 2000-2021 och sattes för att vi ville hitta den senaste forskningen inom området. Efter att sökningarna genomförts hade de valda artiklarna ett tidsspänn från 2007-2019 och därav anser vi att vårt inklusionskriterium överensstämmer bra med verkligheten. Före den noggranna genomgången av artiklarna diskuterades det etiska godkännandet av studierna. Från början var avsikten att alla artiklar skulle ha ett godkännande från en etisk kommitté men då flera av artiklarna som svarar på studiens syfte inte hade ett etiskt godkännande förde vi diskussionen vidare där en risk-nytta analys utfördes. Vi kom fram till att data i studierna inte baseras på individerna som exempelvis går genom dörren utan själva dörröppningen i sig. Totalt hade sex studier etiskt godkännande varav en av dem hade godkännande från både etisk kommitté och institutionen som forskarna tillhörde. En studie hade enbart godkännande från institutet som forskarna tillhörde. Fyra studier saknade helt ett etiskt resonemang medan en studie som inte hade etiskt godkännande resonerade kring varför det inte behövdes i deras studie.

I början av arbetet med litteraturöversikten planerades användandet av SBU:s granskningsmall för observationsstudier. Vid noggrannare studier av mallen upptäcktes att den är väldigt omfattande. Många frågor lämnades obesvarade relaterat till att det inte var relevant för de studierna vi valt att inkludera i vårt arbete. Bettany-Saltikov (2016) rekommenderar Caldwell's granskningsmall som lämpar sig till vår studie som helhet. Båda författarna av den här litteraturöversikten granskade alla valda artiklar vilket enligt Henricson (2017) stärker litteraturöversiktens reliabilitet. Som operationssjuksköterska behöver man kunna förstå, utvärdera och använda forskning som kommer fram. Det är då av vikt att kunna kritiskt granska den forskning som publiceras för att på bästa sätt kunna implementera det till sitt arbete.

Författarnas förförståelse

Förförståelse innebär att författaren har med sig erfarenhet och kunskap till studien som ska genomföras men inkluderar även kunskap som tillkommer under forskningens gång. Till förförståelsen inkluderas det även författarens förutfattade meningar (Lundman & Hällgren Graneheim, 2017). Till denna litteraturstudie innebär förförståelsen att författarna är legitimerade sjuksköterskor och framtida operationssjuksköterskor. Förförståelse innan starten av denna litteraturöversikt var att dörröppningar med säkerhet måste påverka luftkvaliteten inne på operationssalen. Genom hela arbetet har vi strävat efter att lägga förförståelse åt sidan för att kunna ta till oss studiernas olika resultat oavsett om det stärker vår förförståelse eller går emot den. Det har förts diskussioner författarna emellan kring ämnet men enligt Nyström (2017) påverkar en persons tidigare kunskap och erfarenheter en tolkning, oavsett hur mycket man än försöker lägga sin förförståelse åt sidan.

Resultatdiskussion

Syftet med uppsatsen var att undersöka hur dörröppningar påverkar CFU-värdet i samband med kirurgi. Som teoretisk utgångspunkt valdes fokus på patientsäkerhet. I resultatet av de 12 artiklar som är av medelhög/hög kvalitet, framkom det att dörröppningar kan ha en påverkan på luftkvaliteten inne på operationssalen. Syftet med ett ventilationssystem i operationssalen är att det ska medföra den bästa luftkvaliteten möjlig vilket leder till en säkrare operation för patienten (SiS, 2015). Operationssjuksköterskan tillsammans med operationsteamet ska arbeta utifrån att främja patientsäkerheten. För att nå ett så patientsäkert arbete som möjligt runt patienten på en operationssal är det enligt Gutierres m.fl. (2018) viktigt med en fungerande säkerhetskultur på operationsavdelningen för att förhindra att patienten utsätts för onödiga risker under operationen. Ugur, Kara, Yildirim och Akbal (2016) anser att mänskliga fel är oundvikliga men med regelbunden utbildning av personalen och med korrekta rutiner på avdelningen kan leda till att risken för mänskliga fel minimeras. Enligt Rfop (2020) finns det ett flertal risker en patient exponeras för i operationsmiljö. Däribland finns det en risk för kontaminering av bakteriebärande partiklar. Det innebär att operationssjuksköterskan behöver ha en medvetenhet om hur ventilationssystemen fungerar kan motverka att en postoperativ sårinfektion.

Resultatet från litteraturöversikten visar att unidirektionellt ventilationssystem är effektivt och bibehåller CFU-värdet på låga nivåer i området där den ultrarena luften flödar in. Tre av totalt fem artiklar som inkluderade provtagning i unidirektionell ventilation, resulterade att dörröppningar inte har någon påverkan på CFU-värdet innanför det sterila området.

Dörröppningar har dock en påverkan på CFU-värdet utanför det unidirektionella luftflödet (Perez m.fl., 2018; Andersson m. fl., 2014; Smith m.fl., 2019).

De olika ventilationstyperna inkluderat i litteraturöversikten har olika luftflöden som fungerar på olika sätt för att få bakteriebärande partiklar i luften att minska (Sis, 2015). Resultatet visar att majoriteten av de granskade artiklarna påverkar dörröppningar CFU-värdet i operationssalen oavsett ventilationstyp. Men vid en jämförelse av omblandad ventilation gentemot unidirektionell- och mobil unidirektionell ventilation, visar resultatet att dörröppningar i samband med kirurgi där omblandad ventilation används i högre utsträckning påverkade CFU-värdet negativt (Von Vogelsang m.fl., 2018; Andersson m.fl., 2012; Stauning m.fl., 2018; Mathijssen m.fl., 2016; Scaltriti m.fl., 2007; Agodi m.fl., 2015; Birgand m.fl., 2019). En trend framkommer därmed ur den här systematiska litteraturöversikten att unidirektionell ventilation eller mobil unidirektionell ventilation påverkas mindre av dörröppningar åtminstone inom det sterila fältet där det också är viktigast med den renaste luften. Flera studier visar att CFU-värdet förblir under det rekommenderade 10 CFU/m³ i det sterila fältet i samband med dörröppningar där unidirektionell ventilation eller mobil unidirektionell ventilation används (Perez m.fl., 2018; Andersson m.fl., 2014; Smith m.fl., 2019; Von Vogelsang m.fl., 2018; Montagna m.fl., 2019). Tidigare forskning stärker vårt resultat att ett tillägg med mobil unidirektionell ventilation i ett omblandat ventilationssystem medför samma låga CFU-värden som i ett installerat unidirektionellt luftflöde (Pasquarella m.fl., 2007). Omblandat ventilationssystem är mer känslig mot dörröppningar som även rapporterats i tidigare forskning (Squeri m.fl., 2019).

Antalet dörröppningar under ett ingrepp varierade i de granskade studierna. Unidirektionellt ventilationssystem framkommer mera robust mot dörröppningar men påverkas av antalet personer och rörelser i området innanför det sterila fältet som enligt Birgand m.fl. (2019) kan orsaka en postoperativ infektion. Det var genomgående att CFU-värdet var högre i ett omblandat ventilationssystem jämfört med unidirektionell ventilation. Det var även evident att när aktivitet begränsades under en operation och inga dörröppningar förekom, kunde CFU-värdet upprätthållas på låg nivå i ett omblandat ventilationssystem (Andersson m.fl., 2012). Ett flertal studier visar på att många dörröppningar under operationen är av onödig karaktär som till exempel dålig planering av material, logistiska och sociala skäl (Panahi m.fl., 2012; Bédard m.fl., 2015; Elliott m.fl., 2015; Andersson m.fl., 2012). Att minska på dörröppningar som inte är nödvändiga kan vara av stor vikt för patientsäkerheten och för att minska risken för postoperativa infektioner. Enligt Osborn m.fl. (2020) kan detta göras med enkla medel som att använda sig av skyltar där det tydligt står begränsad åtkomst. Enligt Löf (2019) är unidirektionell ventilation mer känslig för fysiska hinder än dörröppningar medan omblandad ventilation påverkas lätt av rörelser i operationssalen. Att CFU-värdet varken ökade eller påverkades av dörröppningar i ett omblandat ventilationssystem var ett förvånande resultat av

Montagna m.fl. (2019) och Taaffe m.fl. (2018) som var de enda studierna som visade på detta resultat.

Sammanfattningsvis framkommer det att unidirektionellt ventilationssystem medför lägre CFU-värde över det sterila fältet vilket kan leda till att postoperativa sår inte utvecklas men sambandet är svårt att bevisa (Brandt m.fl., 2008; Kjønneksen m.fl., 2002). Andra studier anser dock att dörröppningar leder till ökad trafik i operationssalen vilket medför högre aktivitet och rörelse inne på operationssalen och därmed ökar risken för att postoperativa sår utvecklas (Lansing m.fl., 2020). Det är viktigt att vara medveten om hur dörröppningar påverkar CFU-värdet utanför det sterila fältet. Enligt Tshokey, Somaratne, och Agampodi (2016) bör exempelvis sterila instrument öppnas i direkt anslutning till när de ska användas. Operationssjuksköterskans medvetenhet och kunskap om olika typer av ventilation är vitalt för patientsäkerheten (von Vogelsang, Swenne, Gustafsson & Falk Brynhildsen, 2020). Det måste dock finnas en möjlighet för operationssjuksköterskan att utöva justeringar, som till exempel att meddela operatören om att utrustning blockerar det viktiga luftflödet eller att flytta på operationslampor under ingreppet som blockerar luftflödet. Åtgärderna medför att patientsäkerheten ökar och att patienten får de bästa förutsättningarna för att en postoperativ sårinfektion inte ska utvecklas på grund av dålig luftkvalitet under operationen. Enligt Gutierrez m.fl. (2018) ska god patientsäkerhet vara ett organisatoriskt mål.

Kliniska implikationer

Att bevara patientsäkerheten i en högteknologisk och avancerad miljö som i en operationssal kan vara problematiskt. För att minska antalet dörröppningar krävs förändringar från organisatorisk nivå och riktlinjer bör utformas som innefattar alla professioner på operationsavdelningen. Studien rekommenderar att operationsavdelningar ser över befintliga ventilationssystem och att installation av ett unidirektionellt ventilationssystem bör beaktas. För att främja patientsäkerheten och minska dörröppningar bör:

- Operationssjuksköterskan ha kunskap om de olika ventilationssystemen.
- Logistik, förberedelse och planering förbättras angående material och utrustning inför ingreppet.
- Samordning kring rastavlösningar förbättras.
- Kommunikation kring logistik och informationsutbyte ske per telefon.
- Arbetskulturen förändras för att minska sociala visiter under ingreppen.
- Medvetenheten angående dörröppningarnas påverkan på luftkvaliteten förmedlas till andra professioner på operationsavdelningen.

Slutsats

I ett unidirektionellt ventilationssystem påverkar inte dörröppningar det sterila fältet inne på operationssalen. Däremot påverkar det området utanför det sterila fältet vilket gör att operationssjuksköterskan behöver ha kunskap om detta och vara medveten om var exempelvis

instrumentborden är placerade. I det sterila fältet ska operationssjuksköterskan ha kunskap om hur luftflödet fungerar så att operationslampor exempelvis inte står i vägen och hindrar luftflödet från att bevara den mikrobiologiska renheten i luften. Ett omblandat ventilationssystem har ett annat luftflödessystem än unidirektionellt luftflöde vilket innebär att hela operationssalen påverkas av dörröppningar. Dörröppningarna medför att CFU-värdet ökar i hela operationssalen samt omblandad ventilation är mera känslig för hastiga rörelser som kan orsaka luftvirvlar. Operationssjuksköterskan ska tänka på placering av teknisk utrustning och annat som kan blockera tillufts- och frånluftsventiler och även ha kunskap om hur man rör sig i en operationssal. För att förbättra ett omblandat ventilationssystem har det visat sig vara bra med en mobil unidirektionell ventilationsenhet över det sterila fältet för att öka den mikrobiologiska renheten i luften. De olika ventilationssystemen har en viktig funktion med att minska de bakteriebärande partiklarna i luften. Resultaten indikerar att mer forskning krävs inom området, eftersom resultaten inte visat på ett definitivt svar på om dörröppningar leder till postoperativ sårinfektion eller inte.

Referenslista

- *Agodi, A., Auxilia, F., Barchitta, M., Cristina, M. L., D'Alessandro, D., Mura, I., ... & Vitali, P. (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.
- *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.
- Andersson, A. E., Bergh, I., Karlsson, J., & Nilsson, K. (2010). Patients' experiences of acquiring a deep surgical site infection: An interview study. *American journal of infection control*, 38(9), 711-717.
- *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.
- Bédard, M., Pelletier-Roy, R., Angers-Goulet, M., Leblanc, P. A., & Pelet, S. (2015). Traffic in the operating room during joint replacement is a multidisciplinary problem. *Canadian Journal of Surgery*, 58(4), 232.
- Bettany-Saltikov, J. (2016). How to do a systematic literature review in nursing : a step-bystep guide (2. ed. ed.): London : McGraw-Hill Education/Open University Pres.
- *Birgand, G., Coste, C. A., Rukly, S., Pissard-Gibollet, R., Toupet, G., Timsit, J. F., & Lucet, J. C. (2019). Motion capture system to assess intraoperative staff movements and door openings: Impact on surrogates of the infectious risk in surgery. *PSYCHE: An Interdisciplinary Journal of Research on Consciousness*, 1-21.
- Birgand, G., Saliou, P., & Lucet, J. C. (2015). Influence of staff behavior on infectious risk in operating rooms: what is the evidence?. *infection control & hospital epidemiology*, 36(1), 93-106.
- 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.
- Brandt, C., Hott, U., Sohr, D., Daschner, F., Gastmeier, P., & Rüden, H. (2008). Operating room ventilation with laminar airflow shows no protective effect on the surgical site infection rate in orthopedic and abdominal surgery. *Annals of surgery*, 248(5), 695-700.
- Caldwell, K., Henshaw, L., & Taylor, G. (2011). Developing a framework for critiquing health research: an early evaluation. *Nurse education today*, 31(8), e1-e7.

- Catchpole, K., Mishra, A., Handa, A., & McCulloch, P. (2008). Teamwork and error in the operating room: analysis of skills and roles. *Annals of surgery*, 247(4), 699-706.
- Chow, T. T., & Yang, X. Y. (2003). Performance of ventilation system in a non-standard operating room. *Building and environment*, 38(12), 1401-1411.
- Chow, T. T., & Yang, X. Y. (2004). Ventilation performance in operating theatres against airborne infection: review of research activities and practical guidance. *Journal of Hospital Infection*, 56(2), 85-92.
- Cristina, M. L., Sartini, M., Schinca, E., Ottria, G., & Spagnolo, A. M. (2016). Operating room environment and surgical site infections in arthroplasty procedures. *Journal of preventive medicine and hygiene*, 57(3), E142.
- Cöster, H. (2014). *Forskningsetik och ömsesidighet: vård, social omsorg och skola*. Stockholm: Liber.
- Davis, D. E., Zmistowski, B., Abboud, J. A., & Namdari, S. (2020). Cost effectiveness of laminar flow systems for total shoulder arthroplasty: filtering money from the OR?. *Archives of Bone and Joint Surgery*, 8(1), 38.
- Dettenkofer, M., Scherrer, M., Hoch, V., Glaser, H., Schwarzer, G., Zentner, J., & Daschner, F. D. (2003). Shutting down operating theater ventilation when the theater is not in use: infection control and environmental aspects. *Infection Control & Hospital Epidemiology*, 24(8), 596-600.
- Elliott, S., Parker, S., Mills, J., Meeusen, L., Frana, T., Anderson, M., ... & White, A. (2015). STOP: Can We Minimize OR Traffic?. *AORN journal*, 102(4), 409-e1.
- Erestam, S., Haglind, E., Bock, D., Andersson, A. E., & Angenete, E. (2017). Changes in safety climate and teamwork in the operating room after implementation of a revised WHO checklist: a prospective interventional study. *Patient safety in surgery*, 11(1), 1-10.
- Folkhälsomyndigheten. (2012). *Allt du vill veta om handhygien*. Hämtad 2021-04-14 från [Allt du vill veta om handhygien \(folkhalsomyndigheten.se\)](https://www.folkhalsomyndigheten.se)
- Friberg, S., Ardnor, B., Lundholm, R., & Friberg, B. (2003). The addition of a mobile ultra-clean exponential laminar airflow screen to conventional operating room ventilation reduces bacterial contamination to operating box levels. *Journal of Hospital Infection*, 55(2), 92-97.
- 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.
- Gillespie, B. M., Chaboyer, W., Wallis, M., Chang, H. Y. A., & Werder, H. (2009). Operating theatre nurses' perceptions of competence: a focus group study. *Journal of advanced nursing*, 65(5), 1019-1028.
- Gutierrez, L. D. S., Santos, J. L. G. D., Peiter, C. C., Menegon, F. H. A., Sebold, L. F., & Erdmann, A. L. (2018). Good practices for patient safety in the operating room: nurses' recommendations. *Revista brasileira de enfermagem*, 71, 2775-2782.

- Göras, C., Unbeck, M., Nilsson, U., & Ehrenberg, A. (2017). Interprofessional team assessments of the patient safety climate in Swedish operating rooms: a cross-sectional survey. *BMJ open*, 7(9), e015607.
- Haynes, A. B., Weiser, T. G., Berry, W. R., Lipsitz, S. R., Breizat, A. H. S., Dellinger, E. P., ... & Gawande, A. A. (2009). A surgical safety checklist to reduce morbidity and mortality in a global population. *New England journal of medicine*, 360(5), 491-499.
- Henricson M. (2017). Diskussion. I: Henricson M (Red.), *Vetenskaplig teori och metod- från idé till examination inom omvårdnad*. (s 411-420). Lund: Studentlitteratur AB.
- Hirsch, T., Hubert, H., Fischer, S., Lahmer, A., Lehnhardt, M., Steinau, H. U., ... & Seipp, H. M. (2012). Bacterial burden in the operating room: impact of airflow systems. *American journal of infection control*, 40(7), e228-e232.
- Ingvarsdottir, E., & Halldorsdottir, S. (2018). Enhancing patient safety in the operating theatre: from the perspective of experienced operating theatre nurses. *Scandinavian journal of caring sciences*, 32(2), 951-960.
- Inspektion av vård och omsorg. (2021). *Om IVO*. Hämtad 2021-04-23 från [Om IVO | IVO.se](https://www.ivo.se/)
- James, M., Khan, W. S., Nannaparaju, M. R., Bhamra, J. S., & Morgan-Jones, R. (2015). Suppl 2: M7: current evidence for the use of laminar flow in reducing infection rates in total joint arthroplasty. *The open orthopaedics journal*, 9, 495.
- Kelvered, M., Öhlén, J., & Gustafsson, B. Å. (2012). Operating theatre nurses' experience of patient-related, intraoperative nursing care. *Scandinavian Journal of Caring Sciences*, 26(3), 449-457.
- Kjellström, S.(2017). Forskningsetik. I Henricson (Red.), *Vetenskaplig teori och metod- från idé till examination inom omvårdnad* (s. 57-80). Lund: Studentlitteratur AB.
- 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*.
- Kolasiński, W. (2018). Surgical site infections-review of current knowledge, methods of prevention. *Pol Przegl Chir*, 91(4), 41-47.
- Landstingets Ömsesidiga Försäkringar. (2019). *Optimal operationsmiljö vid protesoperation i knä eller höft*. Hämtad 2021-05-03 från <https://lof.se/filer/Optimal-operationsmilj%C3%B6.pdf>
- Lansing, S. S., Moley, J. P., McGrath, M. S., Stoodley, P., Chaudhari, A. M., & Quatman, C. E. (2020). High Number of Door Openings Increases the Bacterial Load of the Operating Room. *Surgical Infections*.
- Lundman, B. & Hällgren Graneheim, U. (2012). Kvalitativ innehållsanalys. I Granskär & Höglund-Nielsen (Red.) *Tillämpad kvalitativ forskning inom hälso- och sjukvård* (s. 211-226). Lund: Studentlitteratur AB.

- Lynch, R. J., Englesbe, M. J., Sturm, L., Bitar, A., Budhiraj, K., Kolla, S., ... & Campbell Jr, D. A. (2009). Measurement of foot traffic in the operating room: implications for infection control. *American Journal of Medical Quality*, 24(1), 45-52.
- *Mathijssen, N. M., Hannink, G., Sturm, P. D., Pilot, P., Bloem, R. M., Buma, P., ... & Schreurs, B. W. (2016). The effect of door openings on numbers of colony forming units in the operating room during hip revision surgery. *Surgical infections*, 17(5), 535-540.
- McHugh, S. M., Hill, A. D. K., & Humphreys, H. (2015). Laminar airflow and the prevention of surgical site infection. More harm than good?. *The Surgeon*, 13(1), 52-58.
- *Montagna, M. T., Rutigliano, S., Trerotoli, P., Napoli, C., Apollonio, F., D'Amico, A., ... & Caggiano, G. (2019). Evaluation of air contamination in orthopaedic operating theatres in hospitals in southern Italy: the IMPACT Project. *International journal of environmental research and public health*, 16(19), 3581.
- Mårtensson, J & Fridlund, B. (2017). Vetenskaplig kvalitet i examensarbetet. I Henricson (Red.), *Vetenskaplig teori och metod, från idé till examination inom omvårdnad* (s. 421-438). Lund: Studentlitteratur AB.
- Nyström, M. (2012). Hermeneutik. I Granskär & Höglund-Nielsen (Red.), *Tillämpad kvalitativ forskning inom hälso- och sjukvård* (s. 179-196). Lund: Studentlitteratur AB
- Osborn, N. S., Hoehmann, C. L., McCormack, R., & Owens, J. (2020). Operating Room Traffic in Total Joint Arthroplasty: One Simple Measure Toward Solving a Complex Problem. *JBJS Open Access*, 5(3).
- Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ* 2021;372:n71. doi: 10.1136/bmj.n71
- Palmer, C. K., Gooberman-Hill, R., Blom, A. W., Whitehouse, M. R., & Moore, A. J. (2020). Post-surgery and recovery experiences following one-and two-stage revision for prosthetic joint infection—A qualitative study of patients' experiences. *PloS one*, 15(8), e0237047.
- Panahi, P., Stroh, M., Casper, D. S., Parvizi, J., & Austin, M. S. (2012). Operating room traffic is a major concern during total joint arthroplasty. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 470(10), 2690-2694.
- Pasquarella, C., Sansebastiano, G. E., Ferretti, S., Saccani, E., Fanti, M., Moscato, U., ... & Signorelli, C. (2007). A mobile laminar airflow unit to reduce air bacterial contamination at surgical area in a conventionally ventilated operating theatre. *Journal of Hospital Infection*, 66(4), 313-319.
- *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.

- Rezapoor, 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. *The Journal of arthroplasty*, 33(3), 851-855.
- Riksförening för operationssjukvård. (2020). *Kompetensbeskrivning*. Hämtad 2021-04-14 från [kompetensbeskrivning-2020 webb.pdf \(rfop.se\)](#)
- Rosén, M. (2017). Systematisk litteraturöversikt. I Henricson M (Red.), *Vetenskaplig teori och metod: från idé till examination inom omvårdnad* (s. 375-390). Lund: Studentlitteratur AB.
- Roth, J. A., Juchler, F., Dangel, M., Eckstein, F. S., Battegay, M., & Widmer, A. F. (2019). Frequent door openings during cardiac surgery are associated with increased risk for surgical site infection: a prospective observational study. *Clinical Infectious Diseases*, 69(2), 290-294.
- Rothrock, J. C. (2018). *Alexander's Care of the Patient in Surgery-E-Book*. Elsevier Health Sciences.
- Sadrizadeh, S., Pantelic, J., Sherman, M., Clark, J., & Abouali, O. (2018). Airborne particle dispersion to an operating room environment during sliding and hinged door opening. *Journal of infection and public health*, 11(5), 631-635.
- Sahlgrenska Universitetssjukhuset. (2019). *Vårdhygien - Infektionsförebyggande åtgärder på operationsenhet*. Hämtad 2021-04-21 från [Vårdhygien - Infektionsförebyggande åtgärder på operationsenhet \(vgregion.se\)](#)
- Sandberg, H. (2016). Det godaste teamet. I Berlin & Sandberg (Red.), *Team i vård, behandling och omsorg- erfarenheter och reflektioner* (s. 279-299). Lund: Studentlitteratur AB.
- *Scaltriti, S., Cencetti, S., Rovesti, S., Marchesi, I., Bargellini, A., & Borella, P. (2007). Risk factors for particulate and microbial contamination of air in operating theatres. *Journal of Hospital Infection*, 66(4), 320-326.
- SFS 2003:460. *Lag om etikprövning av forskning som avser människor*. Stockholm: Utbildningsdepartementet.
- SFS 2017:30. *Hälso- och sjukvårdslagen*. Stockholm: Socialdepartementet.
- SFS 2010:659. *Patientsäkerhetslagen*. Stockholm: Socialdepartementet.
- SFS 2010:1369. *Patientsäkerhetsförordning*. Stockholm: Socialdepartementet.
- *Smith, E. B., Raphael, I. J., Maltenfort, M. G., Honsawek, S., Dolan, K., & Younkings, E. A. (2013). The effect of laminar air flow and door openings on operating room contamination. *The Journal of arthroplasty*, 28(9), 1482-1485.
- Socialstyrelsen. (2020). *Agera för säker vård*. Hämtad 2021-04-19 från [Agera för säker vård – Nationell handlingsplan för ökad patientsäkerhet i hälso- och sjukvården 2020–2024 \(socialstyrelsen.se\)](#)

- Socialstyrelsen. (2021). *Säkerhetskultur*. Hämtad 2021-05-11 från <https://patientsakerhet.socialstyrelsen.se/arbets-sakerhet/sakerhetskultur/>
- Socialstyrelsen. (2021). *Vad är patientsäkerhet?*. hämtad 2021-05-15 från [Vad är patientsäkerhet? - Patientsäkerhet \(socialstyrelsen.se\)](https://patientsakerhet.socialstyrelsen.se/)
- Socialstyrelsen. (2020). *Vårdrelaterade infektioner – VRI*. Hämtad 2021-04-14 från [Vårdrelaterade infektioner, VRI - Patientsäkerhet \(socialstyrelsen.se\)](https://patientsakerhet.socialstyrelsen.se/)
- Spagnolo, A. M., Ottria, G., Amicizia, D., Perdelli, F., & Cristina, M. L. (2013). Operating theatre quality and prevention of surgical site infections. *Journal of preventive medicine and hygiene*, 54(3), 131.
- Statens beredning för medicinsk och social utvärdering. (2020). *SBU's metodbok*. Hämtad 2021-04-13 från [SBU:s metodbok](https://www.sbu.se/metodbok/).
- *Stauning, M. T., Bediako-Bowan, A., Andersen, L. P., Opintan, J. A., Labi, A. K., Kurtzhals, J. A. L., & Bjerrum, S. (2018). Traffic flow and microbial air contamination in operating rooms at a major teaching hospital in Ghana. *Journal of hospital infection*, 99(3), 263-270.
- Squeri, R., Genovese, C., Trimarchi, G., Antonuccio, G. M., Alessi, V., Squeri, A., & La Fauci, V. (2019). Nine years of microbiological air monitoring in the operating theatres of a university hospital in Southern Italy. *Ann Ig*, 31(suppl 1), 1-12.
- Svenska Institutet för Standarder. (2015). *Teknisk specifikation, SiS-TS 39:2015*. Stockholm: Swedish standards Institute. Hämtad 2021-05-06 från <https://www.sis.se/api/document/preview/105529/>
- Svenska Institutet för Standarder. (2012). *Teknisk specifikation, SiS- TS 39:2012*. Stockholm: Swedish standards Institute. Hämtad 2021-05-06 från https://moodle.med.lu.se/pluginfile.php/77733/mod_resource/content/2/SIS%20TS%2039%202012%20Mikrobiologisk%20renhet%20i%20operationsrum%20%20V%20C3%A4gledning%20och%20krav.pdf
- Sveriges kommuner och regioner. (2019). *Vårdrelaterade infektioner- kostnader och konsekvenser*. Stockholm: Advant. Hämtad 21-05-03 från <https://webbutik.skr.se/bilder/artiklar/pdf/7585-756-5.pdf>
- *Taaffe, K., Lee, B., Ferrand, Y., Fredendall, L., San, D., Salgado, C., ... & Reeves, S. (2018). The influence of traffic, area location, and other factors on operating room microbial load. *infection control & hospital epidemiology*, 39(4), 391-397.
- Tshokey, T., Somaratne, P., & Agampodi, S. B. (2016). Comparison of two air sampling methods to monitor operating room air quality and assessment of air quality in two operating rooms with different ventilation systems in the national hospital of Sri Lanka.
- Törner, M., Eklöf, M., Larsman, P., & Pousette, A. (2014). *Säkerhetskultur i vård och omsorg – stöd och hinder*. Arbets-och miljömedicin, Göteborgs universitet.

Ugur, E., Kara, S., Yildirim, S., & Akbal, E. (2016). Medical errors and patient safety in the operating room. *Age*, 33(6.53), 19-50.

*von Vogelsang, A. C., Förander, P., Arvidsson, M., & Löwenhielm, P. (2018). Effect of mobile laminar airflow units on airborne bacterial contamination during neurosurgical procedures. *Journal of Hospital Infection*, 99(3), 271-278.

von Vogelsang, A. C., Swenne, C. L., Gustafsson, B. Å., & Falk Brynhildsen, K. (2020). Operating theatre nurse specialist competence to ensure patient safety in the operating theatre: A discursive paper. *Nursing open*, 7(2), 495-502.

Young, R. S., & O'Regan, D. J. (2010). Cardiac surgical theatre traffic: time for traffic calming measures?. *Interactive cardiovascular and thoracic surgery*, 10(4), 526-529.

Bilagor

Bilaga 1 – Sökhistorik PubMed

Databas & Datum	Sökord	Begränsningar (Limits)	Träffar	Relevanta (Dubletter)	Granskade artiklar	Valda artiklar
1/4-21	door opening* OR Traffic OR "traffic flow" OR "door swings" OR "perioperative door openings" OR "door closing" AND operating room OR "operating theatre" OR surgery OR "theatre room" OR "surgical suite" OR "operating suite" AND "colony forming units" OR "bacterial load" OR "air cleanliness" OR CFU OR "air microbial contamination" OR "airborne bacteria" OR "microbiological surveillance" OR "bacteria-carrying particles" OR "particle transport" OR "colony count"	2000-2021	86	18	18	12
PubMed 1/4-21	(colony forming unit[MeSH Terms]) OR (bacterial load) OR (cfu) OR (air cleanliness) AND (door opening) OR (traffic flow) OR (door swings)) OR (perioperative door opening)) OR (door closing) AND (operating room[MeSH Terms]) OR (theatre room))	2000-2021 Free Full Text	12	11 (11)	-	-

	OR (Surgical suite)) OR (operating suite)					
1/4-21	"operating room" AND "door openings" AND "colony forming units"	2000-2021	9	8 (8)	-	-
1/4-21	(operating room[MeSH Terms]) AND ("door openings" AND "colony forming units"	2000-2021	7	7 (7)	-	-
1/4-21	3 Block sökning: (door opening) OR (door swings)) OR (traffic flow)) OR (traffic)) OR (perioperative door opening)) OR (door closing) AND (colony forming unit[MeSH Terms]) OR (cfu)) OR (bacterial load)) OR (air cleanliness) AND (operating room[MeSH Terms]) OR (theatre room)) OR (surgical suite)) OR (operating suite)	2000-2021	12	12 (10)	11 (en artikel var inte free article)	-
1/4-21	assay, colony forming units OR "bacterial load" OR cfu OR "air cleanliness" OR "air microbial contamination" OR "airborne bacteria" OR "microbiological surveillance" AND "door opening" OR "traffic flow" OR "door swings" OR "perioperative door openings" OR "door closings" AND operating room OR "operating theatre" OR "theatre room" OR "surgical suite" OR "operating suite"	2000-2021	6	6 (6)	-	-

Bilaga 2 – Sökhistorik Scopus

Databas & Datum	Sökord	Begränsningar (Limits)	Träffar	Relevanta (Dubletter)	Granskade artiklar	Valda artiklar
7/4-21	“door opening” OR traffic OR “traffic flow” OR “door swings” OR “perioperative door opening” OR “door closing” AND “operating room” OR “operating theatre” OR surgery OR “surgical suite” OR “operating suite” AND “colony forming units” OR “bacterial load” OR “air cleanliness” OR “air microbial contamination” OR “airborne bacteria” OR “colony count”	English Medicin 2000-2021 Journal Article	127	16 (16)	-	-
7/4-21	"bacterial load" OR "colony forming units" OR "air microbial contamination" OR "airborne bacteria" OR "air cleanliness") AND ("surgical suite" OR "operating suite" OR "operating rooms" OR "operating theatre") AND ("perioperative door opening" OR "door opening*" OR "Door swings" OR "door closing"	English Medicin	43	17 (17)	-	-
7/4-21	<i>"operating room"</i> AND <i>"door openings"</i> AND <i>"colony forming units"</i>	Source Type: Journal Document type: Article	27	12 (12)	-	-

Bilaga 3 – Inkluderade artiklar

Författare, år, land & titel	Studiedesign, intervention & förhållningssätt	Syfte	Datainsamlings- & dataanalysmetod	Urval & bortfall	Sammanfattning, resultat	Kvalitet
<p>von Vogelsang, A. C., Förander, P., Arvidsson, M., & Löwenhielm, P. (2018). Effect of mobile laminar airflow units on airborne bacterial contamination during neurosurgical procedures. <i>Journal of Hospital Infection</i>, 99(3), 271-278.</p>	<p>Kvasi-experimentel design</p> <p><i>Sverige</i></p>	<p>Undersöka effekten av Mobila unidirektionella enheter på CFU-värde under neurokirurgiska ingrepp.</p>	<p>Ombländad ventilation i operationssalen. Mobil unidirektionell enhet ställdes in i operationssalen som extra ventilation. Datainsamlingen varade i 18 månader.</p>	<p>Totalt samlades in 233 prover på CFU-värde under 45st neurokirurgiska ingrepp. 99 ingrepp hade Mobil unidirektionell ihop med turbulent ventilation och 134 ingrepp hade enbart turbulent ventilation.</p>	<p>Mobil unidirektionell enhet minskar CFU-värdet markant under neurologiska ingrepp till mycket låga värden av CFU i det sterila fältet men även vid ass-bords området. Ingrepp med enbart ombländad ventilation påverkas CFU-värdet negativt med antal personer på sal och antal dörröppningar. Med Mobil unidirektionell enhet i operationssalen visar det sig att dörröppningar och antalet personer på operationssal påverkar inte CFU-värdet negativt i den sterila zonen. Mobil unidirektionell enhet är ett bra tillägg att använda i operationssalar där</p>	<p>Hög 31</p>

					ultraren luft inte är tillgänglig pga ventilationssystemet.	
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. <i>American journal of infection control</i> , 40(8), 750-755.	Explorativ och deskriptiv observationsstudie. <i>Sverige</i>	Undersöka luftkvaliteten, CFU-värde, under ortopedisk kirurgi i en operationssal med omblandad ventilation; undersöka dörröppningarnas och antalet personal i operationssalen påverkan på CFU-värde nära operationssåret; kartlägga orsaker till dörröppningar.	Sartorius MD-8 användes för aktiv uppsamling av bakteriehalten i luften. Varje provtagning pågick under 20min för att samla in luft. Direkta observationer med hjälp av ett förtestat observationsprotokoll. Analys var 20:e minut. Omblandad ventilation	30 ortopediska ingrepp 3 operationssalar. Omblandad ventilation 91 luftprover. 30 ingrepp. Dagtid, en gång i veckan under en 7-månaders period. 4 luftprover exkluderades pga. kontaminering	Högt antal av dörröppningar ökar CFU-värdet i en omblandad ventilation. 57% av luftproverna visade vara över den rekommenderade värdet på 10CFU/m ³ . Korrelation mellan trafikflöde och högre CFU. 7% pga. expertkonsultation. Raster 20% Personal som lämnade och kom in i operationssalen stod för 14%. Hämta/lämna material var vanligaste orsaken till dörröppningar, 26%. Bättre planering från början skulle minska dessa dörröppningar. Ingrepp som involverade skruv och platta hade högre värde av CFU, dessa var också associerade med	Hög 31

					50% mer dörröppningar. Sambandet mellan antalet personal i operationssal och CFU-värde hade liten korrelation. I slutgiltiga modellen trafikflöde in och ut på operationssal som hade en statistisk signifikant.	
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. <i>American journal of infection control</i> , 46(8), 954-956.	Observationsstudie USA	Att mäta genomsnittliga CFU-värdet i en operationssal som en effekt av dörröppningar eller andra viktiga variabler.	Mätplattorna placerades innanför och utanför den unidirektionella-ventilationen, vid båda dörrarna, på instrumentbordet och på baksidan av instrumentbordet. Dörröppningarna räknas manuellt. Personalen är informerade om studiens syfte. Alla operationssalar hade unidirektionell ventilation. Olika mätplattor användes för olika perioder under ingreppet. Öppning av kirurgikittet till incision och sedan från incision till stängning av operationssnittet.	48 operationer observerades (24 artroplastik, 7 artroskopi, 6 pediatrik, 5 ryggoperationer, 4 allmän kirurgi, 2 fotsenoperationer) Insamlingen skedde över en 6-veckorsperiod.	CFU-värde högre utanför unidirektionella luftflödet. Längre operationstid och dörröppningar ökar CFU-värdet utanför unidirektionella ventilationen. Ingen påverkan på CFU-värdet av dessa faktorer under unidirektionella taket. Under unidirektionella taket påverkar enbart antalet personer CFU-värdet negativt. 54 dörröppningar i genomsnitt per operation.	Hög 30

					Unidirektionell ventilation i en operationssal minskar kontaminationen i luften. I operationssalar utan unidirektionell ventilation kan färre antal personal minska bakteriehalten nära såret.	
Stauning, M. T., Bediako-Bowan, A., Andersen, L. P., Opintan, J. A., Labi, A. K., Kurtzhals, J. A. L., & Bjerrum, S. (2018). Traffic flow and microbial air contamination in operating rooms at a major teaching hospital in Ghana. <i>Journal of hospital infection</i> , 99(3), 263-270.	Observationsstudie <i>Ghana</i>	Syftet är att undersöka den mikrobiella luftföroreningshalten i luften i en operationssal samt hur denna halt påverkas av dörröppningar och antalet personer i operationssalen under allmän kirurgi i Ghana. Kartlägga även orsaker till dörröppningar.	Ombländad ventilation med HEPA filter, luft in- och ut från taket. En portabel MAS 100 för aktiv insamling av luftprover. Registrerade var 5:e minut. Observationerna gjorde med hjälp av ett förtestat strukturerat protokoll. Totalt 510 prover. 263 nära operationsbordet och 247 utanför operationsbordet. Prover togs var 20:e minut, 1m ovanför golvet, 30-60cm ifrån såret. Provtagningen upprepades efter operationen i en tom operationssal 1h efter att ventilationen inte blivit avbruten.	Totalt 124 operationer, allmän kirurgi. 510 luftprover. Generell och lokalanestesi. Inklusionskriterier: >18 år, inga implantat, skriftligt medgivande, ASA upp till 3.	510 luftprover 6717 dörröppningar, 77% räknades som onödiga. Ingen skillnad på CFU-värdet på prover som togs nära operationsbordet och en bit bort. CFU-värdet ökar ju fler dörröppningar och antalet personer befinner sig i operationssalen. Medel: 50 dörröppningar/h. Stor andel kategoriserades som onödiga. Stor del av dörröppningar berodde på lämning/hämtning av material.	Hög 32

<p>Montagna, M. T., Rutigliano, S., Trerotoli, P., Napoli, C., Apollonio, F., D'Amico, A., ... & Caggiano, G. (2019). Evaluation of air contamination in orthopaedic operating theatres in hospitals in southern Italy: the IMPACT Project. <i>International journal of environmental research and public health</i>, 16(19), 3581.</p>	<p>Observationsstudie</p> <p><i>Italien</i></p> <p>Del 2 av IMPACT project 2015-2017.</p>	<p>Syftet är att bestämma graden av mikrobiell luftförorening vid en definierad tid i tom och aktiv operationssal, för att bedöma luftkvaliteten på operationssalarna genom att jämföra olika provtagningsystem, för att utvärdera sambandet mellan mikrobiologiska data och partikelantal med olika ventilationssystem.</p>	<p>Aktiv och passiv provtagning. Provtagning ”i vila” 1h innan operation startade – provet togs på fotändan av operationsbordet. Provtagning ”under pågående operation” – provet togs 15min efter incisionen på fotändan av operationsbordet. Data om antalet personal i operationssalen samt antalet dörröppningar observerades under varje operation. 140st prover i vila och 140st under pågående operation – proverna togs under första operationen för dagen.</p>	<p>35 ortopediska operationssalar med fokus på ortopediska höft och knäproteser. 18 operationssalar hade omblandad ventilation och 17 hade ett tillägg med mobil unidirektionell ventilation. Pågick under 2015-2016. 280 luftprover samlades in (140 i vila och 140 under pågående operation).</p>	<p>Högre CFU-värde när operation pågick än när den var i vila oavsett ventilationstyp. Inga ökade CFU-värden påvisades när operationssal var i vila. Ingen skillnad på CFU-värde r/t olika ventilationssystem. Ingen statistisk signifikant korrelation mellan dörröppningar och ökat bakteriehalt med någon av ventilationerna. Även när dörrarna var konstant öppna var bakteriehalten väldigt låg.</p>	<p>Medel 29</p>
<p>Taaffe, K., Lee, B., Ferrand, Y., Fredendall, L., San, D., Salgado, C., ... & Reeves, S. (2018). The influence of traffic, area location, and other factors on operating room microbial load. <i>infection control & hospital epidemiology</i>, 39(4), 391-397.</p>	<p>Observationsstudie</p> <p><i>USA</i></p>	<p>Undersöka hur rörelser, utrustning och material, personal och dörröppningar påverkar mikrobiella halten, CFU, på olika platser i en operationssal.</p>	<p>Information om temperatur, fuktighet, antalet dörröppningar och personer, rörelser samlades in för varje operation med hjälp av en kamera.</p>	<p>21 operationer i 4 olika operationssalar under 2 olika väder säsonger. Ortopediska (n=12) och pediatrika (n=9) operationer. Oklart vilken ventilationstyp.</p>	<p>Högre bakteriehalt i september än i mars. Bakteriehålln lägre i ortopediska procedurer. Studien påvisar att rörelser i en operationssal ökar CFU-värdet. Däremot hade dörröppningar ingen påverkan på CFU-värdet.</p>	<p>Medel 27</p>
<p>Mathijssen, N. M., Hannink, G., Sturm, P.</p>	<p>Observationsstudie</p>	<p>Undersöka hur dörröppningar påverkar luftkvaliteten i</p>	<p>Det som observerades var: datum, tidpunkt, opsals-</p>	<p>Initialt 70 höftrevisioner</p>	<p>Ortopediska operationer och</p>	<p>Hög 32 p.</p>

<p>D., Pilot, P., Bloem, R. M., Buma, P., ... & Schreurs, B. W. (2016). The effect of door openings on numbers of colony forming units in the operating room during hip revision surgery. <i>Surgical infections</i>, 17(5), 535-540.</p>	<p><i>Nederländerna</i></p>	<p>operationssalen under höftrevisions-operation genom att mäta CFU/m³.</p>	<p>identifikationsnummer, position av filtret till luftprovtagaren (placering och vinkel), rumstemperatur, antal personer, operationslängd, antal dörröppningar (och om möjligt anledningen till den). Operationssalarna hade omblandad ventilation med HEPA filter. CFU-värdet mättes 4 ggr under operationen från ca. 1,5m från operationssåret.</p>	<p>inkluderades i två operationssalar. Ett bortfall på grund av patienten blev återupplivad under operationen varav all sterilitet bröts. Totalt 69 operationer inkluderades.</p>	<p>reglerna var att dörrarna endast fick öppnas om absolut nödvändigt, därav kanske lägre antal dörröppningar än andra studier. Signifikant association mellan CFU och dörröppningar. Varje dörröppning ökade oddsen för ett CFU >20 med 5%. Patienterna följdes upp r/t infektions information i genomsnitt 28 månader efter operationen. 1 (n=1) patient utvecklade postoperativ sårinfektion.</p>	
<p>Scaltriti, S., Cencetti, S., Rovesti, S., Marchesi, I., Bargellini, A., & Borella, P. (2007). Risk factors for particulate and microbial contamination of air in operating theatres. <i>Journal of Hospital Infection</i>, 66(4), 320-326.</p>	<p>Observationsstudie <i>Italien</i></p>	<p>Syftet är att undersöka luftkvaliteten hur dammpartiklar påverkar detta samt undersöka ifall detta har en påverkan under pågående kirurgi.</p>	<p>Dörröppningarna räknades från incisionen tills operationssåret syddes igen. Operationssalarna var med omblandad ventilation med HEPA filter. Data som observerades var typ av kirurgi, operationstid, antalet personer i operationssalen när incisionen lades och antalet dörröppningar/minut.</p>	<p>23 operationer som utfördes i 3 olika operationssalar. Totalt 82 st provtagningar togs nära kirurgen, nära instrumenten och på anestesimaterial.</p>	<p>CFU-värde ökar med antalet dörröppningar. Dörröppningar reducerar dammpartiklar i operationssalen men släpper samtidigt in mikrobiella luftpartiklar. Majoritet av orsaken till dörröppningar var extra material, hämtning/lämning</p>	<p>Medel 29 p.</p>

					(det diskuteras att detta beror på nybyggd operationssal, att allt inte var på plats ännu). CFU-värdet påverkas negativt av frekventa och många rörelser i operationssalen mer än antalet personer.	
Agodi, A., Auxilia, F., Barchitta, M., Cristina, M. L., D'Alessandro, D., Mura, I., ... & Vitali, P. (2015). Operating theatre ventilation systems and microbial air contamination in total joint replacement surgery: results of the GISIO-ISChIA study. <i>Journal of Hospital Infection</i> , 90(3), 213-219.	Observationsstudie <i>Italien</i> Del av ISChIA/GISIO studie	Undersöka mikrobiella luftföroreningar i operationssalen under knä- och höftoperationer.	Mars 2010 till Feb 2011. Operationssalar inkluderade i studien hade unidirektionell ventilation, omblandad ventilation och mixad ventilation=MLAF. (Oklarheter vad mixad ventilation exakt inkluderade). Provtagning skedde inom 1m från operationsbordet innan operationsstart samt under operationen. Det observerades även antalet personer och dörröppningar.	14 olika sjukhus och 28 olika operationssalar. Det inkluderades 1228 planerade implantat operationer. 780 prover.	Det påvisades över de rekommenderade värden av CFU i operationssalar med unidirektionell ventilation. Sämst CFU-värde påvisades i MLAF. Resultat är tydligt att personer samt antalet dörröppningar påverkar CFU-värdet negativt och att det går inte att förlita sig på unidirektionella ventilationssystemet.	Medel 25 p.
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	Observationsstudie <i>Sverige</i>	Syftet var att utforska skillnaderna i luftföroreningar mellan omblandat ventilationssystem och unidirektionellt system under ortopediska ingrepp. Ett andra syfte var att jämföra ventilationssystemen hur antal personer i	Data insamlades mellan april 2010 och maj 2011. Provtagning ca. 30cm från operationssåret med 20 minuters intervaller under operationerna. Det observerades bland annat operationssalens temperatur, längden på operationen,	33 implantat operationer inkluderades i denna studie, alla med unidirektionell ventilation. Resultatet jämfördes med en	Resultatet visar att endast 2st av de 164 prover som togs har högre CFU-värde än det som rekommenderas med unidirektionellt ventilationssystem.	Hög 32

<p>factors: experiences from a Swedish orthopedic center. <i>American journal of infection control</i>, 42(6), 665-669.</p>		<p>operationssal påverkar ventilationen samt identifiera orsaker till dörröppningar.</p>	<p>antalet personer i operationssalen, antalet dörröppningar samt orsaker till dessa.</p>	<p>annan studie av samma författare som inkluderade omblandad ventilationssystem. 164 prover med unidirektionellt system jämförs med 91 prover från omblandat ventilationssystem.</p>	<p>Unidirektionellt ventilationssystem medför låga värden av CFU över det sterila fältet. Dörröppningar påverkar inte CFU-värdet i det sterila fältet.</p>	
<p>Smith, E. B., Raphael, I. J., Maltenfort, M. G., Honsawek, S., Dolan, K., & Younkins, E. A. (2013). The effect of laminar air flow and door openings on operating room contamination. <i>The Journal of arthroplasty</i>, 28(9), 1482-1485.</p>	<p>Prospektiv observationsstudie USA</p>	<p>Syftet är att utvärdera hur dörröppningar påverkar kontaminering av luften i operationssalen.</p>	<p>Studien pågick mellan aug och okt 2011. Data samlades in var 30:e min från prover på sterila odlingsplattor som togs inom och utanför det unidirektionella området. Dessa prover jämfördes med kontroll prover som togs i operationssal utan någon aktivitet. Det observerades även antal dörröppningar, antal personer under varje ingrepp, operations längd, temperatur, fuktighet, vilken sal av de tre.</p>	<p>3 operationssalar användes i studien, sammanlagt 81 ortopediska operationer som generade totalt 642 provtagningar.</p>	<p>Resultatet visar att kontaminationen av luften är större utanför det unidirektionella ventilationsområdet än innanför under hela operationen. Resultatet visar att unidirektionell ventilation skyddar mot luftbärande bakterier på operationer som varar 90 min eller mindre. Provstorleken var för liten för att bedöma effekten på operationer som varade längre. Det påvisades att dörröppningar inte påverkade effekten innanför det unidirektionella området.</p>	<p>Hög 32 p.</p>

					Unidirektionell ventilation minskade CFU med 36,6%. Medeltalet för dörröppningar var 54,6/operation. Majoriteten av risken för kontaminering fanns vid den första dörröppningen sedan var det en ökning med 7% per öppning.	
Birgand, G., Coste, C. A., Rukly, S., Pissard-Gibollet, R., Toupet, G., Timsit, J. F., & Lucet, J. C. (2019). Motion capture system to assess intraoperative staff movements and door openings: Impact on surrogates of the infectious risk in surgery. <i>PSYCHE: An Interdisciplinary Journal of Research on Consciousness</i> , 1-21.	Longitudinal observationsstudie. <i>Frankrike</i>	Syftet var att beskriva personalbeteenden i operationssal och registrera deras rörelser och antalet dörröppningar.	Maj till dec 2013 samlades data in från incisionen till slutning av operationssår. Data för dörröppningar samlades in via en sensor som fixerades på dörren och personalens aktivitet inne på salen övervakades genom kameror. Luftprover togs vid incision, 15 minuter efter att ben sågats (femur eller sternum) och vid slutning av operationssnitt. Det observerades även ventilationstyp, antingen unidirektionell eller omblandad.	13 operationssalar från 10 olika sjukhus inkluderade 34 ortopediska och 25 hjärtingrepp. 62 ingrepp från början -3 exkluderades r/t inkomplett datainsamling – totalt 59 operationer. Inom kardio endast första ingreppet för dagen inkluderades.	Av 59 ingrepp var median för antalet dörröppningar 19,4/h. En dörröppning på fem minuter höjde partiklarna med 0,03. Dörren till förberedelserummet öppnades mest och öppnades mest av anestesipersonal och annan personal som inte hade med själva ingreppet att göra. För 34 ingrepp var median för antal personer på sal 10. Och varje person på sal gick en median på 371m. Resultatet visar signifikant korrelation mellan aktiviteten på sal	Hög 32 p.

					och luftburna partiklar. Både dörröppningar och aktivitet på sal hade en signifikant påverkan på luftkontaminationen. Omblandad ventilation förenades med förhöjda mikrobiell luftpartiklar.	
--	--	--	--	--	--	--

Bilaga 4 – Exkluderade artiklar

Artiklar	Orsak till Exkludering
Lansing, S. S., Moley, J. P., McGrath, M. S., Stoodley, P., Chaudhari, A. M., & Quatman, C. E. (2020). High Number of Door Openings Increases the Bacterial Load of the Operating Room. <i>Surgical Infections</i> .	Simulated environment
Sadrizadeh, S., Pantelic, J., Sherman, M., Clark, J., & Abouali, O. (2018). Airborne particle dispersion to an operating room environment during sliding and hinged door opening. <i>Journal of infection and public health</i> , 11(5), 631-635.	Simulated environment
Osborn, N. S., Hoehmann, C. L., McCormack, R., & Owens, J. (2020). Operating Room Traffic in Total Joint Arthroplasty: One Simple Measure Toward Solving a Complex Problem. <i>JBJS Open Access</i> , 5(3).	Svarar ej på syftet
Dalstrom, D. J., Venkatarayappa, I., Manternach, A. L., Palcic, M. S., Heyse, B. A., & Prayson, M. J. (2008). Time-dependent contamination of opened sterile operating-room trays. <i>JBJS</i> , 90(5), 1022-1025.	Svarar ej på syftet
Birgand, G., Saliou, P., & Lucet, J. C. (2015). Influence of staff behavior on infectious risk in operating rooms: what is the evidence?. <i>infection control & hospital epidemiology</i> , 36(1), 93-106.	Systematisk litteraturoversikt
Wang, C., Holmberg, S., & Sadrizadeh, S. (2021). Impact of door opening on the risk of surgical site infections in an operating room with mixing ventilation. <i>Indoor and Built Environment</i> , 30(2), 166-179.	Simulated environment
Alizo, G., Onayemi, A., Sciarretta, J. D., & Davis, J. M. (2019). Operating room foot traffic: a risk factor for surgical site infections. <i>Surgical infections</i> , 20(2), 146-150.	Systematisk litteraturoversikt
D'Amico, A., Montagna, M. T., Caggiano, G., De Giglio, O., Rutigliano, S., Lopuzzo, M., ... & D'Alessandro, D. (2019). Observational study on hospital building heritage and microbiological air quality in the orthopedic operating theater: the IM. PA. CT Project. <i>Annali di Igiene</i> , 31(5), 482-495.	Svarar ej på syftet
Langvatn, H., Schrama, J. C., Cao, G., Hallan, G., Furnes, O., Lingaas, E., ... & Dale, H. (2020). Operating room ventilation and the risk of revision due to infection after total hip arthroplasty: assessment of validated data in the Norwegian Arthroplasty Register. <i>Journal of Hospital Infection</i> , 105(2), 216-224.	Svarar ej på syftet
Pasquarella, C., Balocco, C., Colucci, M. E., Saccani, E., Paroni, S., Albertini, L., ... & Albertini, R. (2020). The influence of surgical staff behavior on air quality in a conventionally ventilated operating theatre during a simulated arthroplasty: a case study at the University Hospital of Parma. <i>International journal of environmental research and public health</i> , 17(2), 452.	Svarar ej på syftet
Anis, H. K., Curtis, G. L., Klika, A. K., Piuze, N. S., Otiso, J., Richter, S. S., ... & Higuera, C. A. (2020). In-Room Ultraviolet Air Filtration Units Reduce Airborne Particles During Total Joint Arthroplasty. <i>Journal of Orthopaedic Research</i> , 38(2), 431-437.	Svarar ej på syftet
Squeri, R., Genovese, C., Trimarchi, G., Antonuccio, G. M., Alessi, V., Squeri, A., & La Fauci, V. (2019). Nine years of microbiological air monitoring in the operating theatres of a university hospital in Southern Italy. <i>Ann Ig</i> , 31(suppl 1), 1-12.	Svarar ej på syftet

Liang, C. C., Wu, F. J., Chien, T. Y., Lee, S. T., Chen, C. T., Wang, C., & Wan, G. H. (2020). Effect of ventilation rate on the optimal air quality of trauma and colorectal operating rooms. <i>Building and Environment</i> , 169, 106548.	Svarar ej på syftet
Weiser, M. C., & Moucha, C. S. (2018). Operating-room airflow technology and infection prevention. <i>JBJS</i> , 100(9), 795-804.	Inte originalartikel

Bilaga 5 – Dataextraktion och analys

Artikel	Påverkar dörröppningar CFU?	Ventilationstyp	Tema
von Vogelsang, A. C., Förander, P., Arvidsson, M., & Löwenhielm, P. (2018). Effect of mobile laminar airflow units on airborne bacterial contamination during neurosurgical procedures. <i>Journal of Hospital Infection</i> , 99(3), 271-278.	Omblandad ventilation påverkas av dörröppningar. Mobil unidirektionell ventilation påverkas inte av dörröppningar inom det sterila fältet, dörröppningar påverkade utanför det sterila fältet.	Omblandad ventilation. Mobil unidirektionell ventilation.	<i>Dörröppningars påverkan i omblandad ventilation.</i> <i>Dörröppningars påverkan i mobil unidirektionell ventilation.</i>
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. <i>American journal of infection control</i> , 40(8), 750-755.	Påverkas av dörröppningar.	Omblandad ventilation.	<i>Dörröppningars påverkan i omblandad ventilation.</i>
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. <i>American journal of infection control</i> , 46(8), 954-956.	Dörröppningar påverkade utanför det sterila fältet. Utanför det sterila påverkades av dörröppningar.	Unidirektionell ventilation.	<i>Dörröppningars påverkan i unidirektionell ventilation.</i>
Stauning, M. T., Bediako-Bowan, A., Andersen, L. P., Opintan, J. A., Labi, A. K., Kurtzhals, J. A. L., & Bjerrum, S. (2018). Traffic flow and microbial air contamination in operating rooms at a major teaching hospital in Ghana. <i>Journal of hospital infection</i> , 99(3), 263-270.	Påverkas av dörröppningar.	Omblandad ventilation.	<i>Dörröppningars påverkan i omblandad ventilation.</i>
Montagna, M. T., Rutigliano, S., Trerotoli, P., Napoli, C., Apollonio,	Omblandad ventilation påverkades inte av dörröppningar.	Omblandad ventilation.	<i>Dörröppningars påverkan i omblandad ventilation.</i>

F., D'Amico, A., ... & Caggiano, G. (2019). Evaluation of air contamination in orthopaedic operating theatres in hospitals in southern Italy: the IMPACT Project. <i>International journal of environmental research and public health</i> , 16(19), 3581.	Dörröppningar påverkade inte mobil unidirektionell ventilation.	Mobil unidirektionell ventilation.	<i>Dörröppningars påverkan i mobil unidirektionell ventilation.</i>
Taafe, K., Lee, B., Ferrand, Y., Fredendall, L., San, D., Salgado, C., ... & Reeves, S. (2018). The influence of traffic, area location, and other factors on operating room microbial load. <i>infection control & hospital epidemiology</i> , 39(4), 391-397.	Dörröppningar ingen påverkan.	Oklart vilken ventilationstyp.	<i>Dörröppningars påverkan i omblandad ventilation.</i>
Mathijssen, N. M., Hannink, G., Sturm, P. D., Pilot, P., Bloem, R. M., Buma, P., ... & Schreurs, B. W. (2016). The effect of door openings on numbers of colony forming units in the operating room during hip revision surgery. <i>Surgical infections</i> , 17(5), 535-540.	Påverkades av dörröppningar.	Omblandad ventilation.	<i>Dörröppningar påverkan i omblandad ventilation.</i>
Scaltriti, S., Cencetti, S., Rovesti, S., Marchesi, I., Bargellini, A., & Borella, P. (2007). Risk factors for particulate and microbial contamination of air in operating theatres. <i>Journal of Hospital Infection</i> , 66(4), 320-326.	Påverkas av dörröppningar.	Omblandad ventilation.	<i>Dörröppningars påverkan i omblandad ventilation.</i>
Agodi, A., Auxilia, F., Barchitta, M., Cristina, M. L., D'Alessandro, D., Mura, I., ... & Vitali, P. (2015). Operating theatre ventilation systems and microbial air contamination in total joint replacement	Omblandad ventilation påverkades av dörröppningar. Unidirektionell ventilation påverkades av dörröppningar.	Omblandad ventilation. Unidirektionell ventilation. Mobil unidirektionell ventilation.	<i>Dörröppningar påverkan i omblandad ventilation.</i> <i>Dörröppningars påverkan i unidirektionell ventilation.</i>

surgery: results of the GISIO-ISChIA study. <i>Journal of Hospital Infection</i> , 90(3), 213-219.	Mobil unidirektionell ventilation påverkades av dörröppningar.		<i>Dörröppningars påverkan i mobil unidirektionell ventilation.</i>
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. <i>American journal of infection control</i> , 42(6), 665-669.	Påverkades inte av dörröppningar.	Unidirektionell ventilation	<i>Dörröppningars påverkan i unidirektionell ventilation.</i>
Smith, E. B., Raphael, I. J., Maltenfort, M. G., Honsawek, S., Dolan, K., & Younkins, E. A. (2013). The effect of laminar air flow and door openings on operating room contamination. <i>The Journal of arthroplasty</i> , 28(9), 1482-1485.	Dörröppningar påverkade utanför det sterila fältet. Inom det sterila fältet påverkades inte dörröppningar.	Unidirektionell ventilation.	<i>Dörröppningars påverkan i unidirektionell ventilation.</i>
Birgand, G., Coste, C. A., Rukly, S., Pissard-Gibollet, R., Toupet, G., Timsit, J. F., & Lucet, J. C. (2019). Motion capture system to assess intraoperative staff movements and door openings: Impact on surrogates of the infectious risk in surgery. <i>PSYCHE: An Interdisciplinary Journal of Research on Consciousness</i> , 1-21.	Omblandad ventilation påverkades av dörröppningar. Unidirektionell ventilation påverkades av dörröppningar.	Omblandad ventilation. Unidirektionell ventilation.	<i>Dörröppningars påverkan i omblandad ventilation.</i> <i>Dörröppningars påverkan i unidirektionell ventilation.</i>