



LUNDS UNIVERSITET
Medicinska fakulteten

Faktorer som påverkar luftkvaliteten i operationssalen -

En systematisk litteraturöversikt

Factors that influence the air quality in the operating room -

A systematic literature review

Författare: Linda Bengtsson

Handledare: Berit Lindahl

Magisteruppsats

Våren 2022

Lunds universitet

Medicinska fakulteten

Programnämnden för omvårdnad, radiografi samt reproduktiv, perinatal och sexuell hälsa

Box 157, 221 00 LUND

Abstrakt.

Bakgrund: Operationssalen ställer höga krav på ventilationssystemen för att bevara en luftkvalitet som inte bidrar till att patienter drabbas av postoperativa infektioner som är en av de vanligaste vårdrelaterade infektionerna i Sverige. Ventilationssystemen har som syfte att minska antal bakterier och partiklar i luften. Operationssjuksköterskan har som ansvar att arbeta infektionspreventivt och genom ökad kunskap kring hur luftkvaliteten kan försämrats kan åtgärder för att minska dess påverkan vidtas.

Syfte: Syftet med denna systematiska litteraturöversikt var att belysa bidragande faktorer som påverkade luftkvaliteten i operationssalen.

Metod: En systematisk litteraturöversikt genomfördes genom-sökningar i fyra olika medicinska databaser; PubMed, CINAHL, Web of Science och Embase. Först granskades titlar och abstrakt innan artiklarna lästes i fulltext. Endast artiklar som svarade till syftet inkluderades i studien. Ett antal av 17 artiklar inkluderades och CASP användes för kvalitetsgranskning. Analys genomfördes med induktiv ansats. Resultatet presenterades genom en narrativ syntes.

Resultat: Fyra kategorier som påverkade luftkvaliteten på en operationssal identifierades och extraherades ur artiklarna. Dessa var: antal dörröppningar, antal personer inne på salen, aktiviteten på salen samt övriga faktorer som påverkade.

Slutsats: Flera olika faktorer påverkade luftkvaliteten inne på operationssalen och med ökad kunskap kring vilka dessa faktorer är och hur de påverkar kan operationssjuksköterskan arbeta mer infektionspreventivt.

Nyckelord

Ventilation, luftkvalité, dörröppningar, operationssal, operationssjuksköterska

Abstract

Background: The operating room places high demands on the ventilation systems to maintain an air quality that does not contribute to patients suffering from postoperative infections, which is one of the most common healthcare related infections in Sweden. The purpose of the ventilation systems is to reduce the number of bacteria and particles in the air. The operation nurse is responsible for working with infection prevention and through increased knowledge about how the air quality can deteriorate, measures can be taken to reduce its impact.

Aim: The aim of this systematic literature review was to illustrate contributory factors that affected the air quality in the operating room.

Method: A systematic literature review was made with searches in four medical databases; PubMed, Cinahl, Web of Science and Embase. First titles and abstracts were read before analyzed in full text. Articles that answered the aim were included in the review. A number of 17 articles were included and were quality reviewed through CASP. They were analyzed through an inductive approach. The result was presented through a narrative synthesis.

Result: Four categories were identified and extracted from the articles that described a contributing effect on the air quality in the operating room. The categories were: the number of door openings, the number of people present in the operating room, activity in the operating room and other factors that influenced.

Conclusion: Several different factors affected the air quality inside the operating room. With increased knowledge about what these factors' affects, the operating nurse can work more infection-preventively.

Keywords

Ventilation, air quality, door openings, operating room, operating nurse

Innehållsförteckning

Problemområde	5
Bakgrund.....	6
Vårdrelaterade infektioner.....	6
Perspektiv och utgångspunkt.....	7
Säkerhet i vården och lidande	7
Vårdmiljö.....	Fel! Bokmärket är inte definierat.
Luftkvalitet och ventilation.....	9
Syfte.....	12
Metod.....	12
Design.....	12
Datainsamling och Urval.....	13
Analys av data	15
Forskningsetiska avvägningar	16
Resultat	17
Antal dörröppningar	18
Antal personer på salen.....	20
Personalens aktivitet inne på operationssalen.....	21
Övriga faktorer.....	21
Diskussion.....	22
Metoddiskussion.....	22
Resultatdiskussion.....	24
Konklusion och implikationer	28
Referenser.....	29
Bilaga 1 (2).....	39
Bilaga 2 (2).....	43

Problemområde

Operationssjuksköterskan ansvarar för det infektionspreventiva arbetet inne på operationssalen och där är luftkvaliteten och ventilationssystemet viktig för patienter när det gäller förebyggande av smittspridning och postoperativa infektioner. Ventilationens huvudsyfte är att reducera risken att patienten drabbas av infektioner genom att minska antalet bakterier och bakteriebärande partiklar i luften. Ventilationssystemet är sårbart och faktorer som minskar dess effektivitet är bland annat: luftfuktighet, antalet personer närvarande och antalet dörröppningar (Alfonso - Sanchez et al., 2017; Brekken & Dāvøy, 2012; Erichsen-Andersson et al., 2012; Vårdhandboken 2022). Operationsavdelningarna är därför avskilda från övriga verksamheter på sjukhuset och ingång ska ske via särskilda slussar, för att hindra att smittämnen tar sig in (Vårdhandboken, 2022). Operationssalen har ett högre luftflöde vilket skapar ett övertryck som hindrar luft från intilliggande sluss eller korridor från att tränga in (Söderström, 2015).

Patienter som genomgår en operation utsätts för flera olika risker, såsom trycksår, läkemedel och kvarglömd kirurgisk utrustning i patienten (Riksföreningen för operationssjukvård [RFOP], 2020). Av alla vårdskador som uppstår är cirka en tredjedel vårdrelaterade infektioner (VRI) vilket innebär lidande för patienten och en enorm kostnad för samhället (Samlat stöd för patientsäkerhet, 2021). Postoperativa sårinfektioner är en av de vanligaste vårdrelaterade infektionerna i Sverige (RFOP, 2020; Vårdhandboken, 2022). Enligt texten Samlat stöd för patientsäkerhet (2021), visar beräkningar att 30 - 50 % av alla VRI kan undvikas genom preventiva åtgärder.

Med större inblick i riktlinjer och rekommendationer kan involverad personal bättre förhålla sig och påverka förekomst av luftburna bakteriebärande partiklarna. Det är inte operationssjuksköterskan som väljer vilken sorts ventilationssystem som ska finnas på operationssalarna. Men med en ökad kunskap om luftkvalitetens påverkan gällande postoperativa infektioner och ventilationens funktioner inuti operationssalen, kan operationssjuksköterskan arbeta för att upprätthålla en god miljö i operationssalen vilket i sin tur blir mer infektionspreventivt (Sadrizadeh et al., 2021). I en miljö som blir alltmer teknikintensiv ställs nya krav på att luftkvaliteten ska fortsätta vara hög och nya ventilationssystem utvecklas kontinuerligt. Därför krävs ny forskning om vilka faktorer som har inverkan på luftkvaliteten (Berezecka, 2015).

Bakgrund

En del av operationssjuksköterskans omvårdnadsansvar är det infektionspreventiva arbetet (Hansen et al., 2012). Postoperativa infektioner innebär ett stort lidande för patienten (Vårdhandboken, 2022; Weston, 2013). Genom ett systematiskt säkerhetsarbete som exempelvis att kontrollera så att tryckavlastande åtgärder utförts i samband med positionering av patienten eller ser över så att ventilationssystemet klarar av antalet personer närvarande på salen, identifierar operationssjuksköterskan händelser och risker som orsakar lidande och vårdskador i samband med kirurgiska ingrepp (RFOP, 2020).

Vårdrelaterade infektioner

Sårinfektioner är en vanlig komplikation efter kirurgiska ingrepp (Vårdhandboken, 2022; Weston 2013). Sveriges kommuner och regioner (2021) tar upp vårdrelaterade infektioner som den vanligaste vårdskadan i Sverige och även i resten av världen. Enligt rapporten Vården i siffror (2018) rörde det sig om 9,2 procent inom somatisk slutenvård. En vårdrelaterad infektion (VRI) är infektioner som uppkommer hos personer under slutenvården efter behandling, diagnostik eller omvårdnad i övrig vård och omsorg (SKR, 2021). Postoperativa sårinfektioner utgör 22% av alla VRI (Vårdhandboken, 2022). Enligt Allegranzi et al. (2016) är infektioner orsakade av kirurgi några av de mest förebyggbara infektionerna inom hälso- och sjukvård. De postoperativa infektionerna kan orsakas av flera olika smittkällor; från luften, personalens händer samt exogen och endogen smitta. Infektioner som är orsakade av patientens egen hudflora av mikroorganismer kallas för endogen smitta. Exogen smitta kommer däremot från mikroorganismer utifrån som exempelvis från personalens händer och som orsakar infektion (National Collaborating Centre for Women's and Children's Health, 2008; Vårdhandboken, 2022).

Vårdrelaterade infektioner medför negativ inverkan på livskvalitet och hälsa samt ökar dödlighet. Detta är något som enligt World Health Organization, WHO (2018) går att undvika genom effektiva preventiva åtgärder. I operationssjuksköterskans kompetensbeskrivning anges att operationssjuksköterskan ansvarar för att arbeta aseptiskt vilket är det effektivaste sättet att förebygga infektioner (Melhus, 2013; RFOP, 2020). Den mest förekommande risken som patienten utsätts för under ett kirurgiskt ingrepp är även den som går att förebygga mest nämligen; postoperativa infektioner (Allegranzi et al., 2016; RFOP, 2020). Bidragande faktorer som kan påverka risken för att drabbas av en postoperativ infektion är: BMI över 30,

pågående infektion, rökning, extremt hög eller låg ålder och komorbiditet (Vårdhandboken, 2022). Genom att ta vara på operationssjuksköterskans unika kompetens och arbetssätt minskar risken för postoperativa infektioner som medför patientlidande, längre vårdtider och ökade samhällskostnader. Förebyggande åtgärder handlar till stor del om hygien och aseptik men också att säkerställa operationsrummet avseende ventilation, temperatur, luftfuktighet och att hygienisk standard uppfylls (Rezk, 2021; RFOP, 2020).

Perspektiv och utgångspunkt

Arbetet som operationssjuksköterska innebär stort ansvar (RFOP, 2020). Detta examensarbete fokuserar på hur operationssjuksköterskan genom ökad kunskap om hur luftkvaliteten påverkas av olika faktorer vilka i sin tur kan bidra till postoperativa infektioner. Därför har perspektivet säkerhet i vården och begreppet lidande valts.

Säkerhet i vården och lidande

Katie Erikssons teori om lidande beskriver tre aspekter; vårdlidande, sjukdomslidande och livslidande. Vårdlidande är när vården eller utebliven vård skapar lidande hos patienten. Sjukdomslidande är när lidandet beror på sjukdom eller behandling. Livslidande är när det berör hela patientens liv. Hon beskriver även hur det finns en förbindelse med hälsa och lidande och att det är en naturlig del av att vara människa. Hon menar att det går att hitta mening i lidandet (Eriksson, 2007). Varje persons lidande är unikt och Eriksson pratar om lidandet som uthärdligt och outhärdligt. Patient betyder den lidande människan och omsorg försöker främja människors hälsa och minska lidande. Det finns samband mellan lidandet och begäret, lidandet kan föda en oanad livskraft som inte ses ha någon annan källa än lidandet i sig (Bergholm et al., 2021).

Enligt patientsäkerhetslagen [PSL], (2021) ska hälso- och sjukvården arbeta enligt beprövad vetenskap och erfarenhet samt främja för en hög patientsäkerhet. Patientsäkerhet definieras enligt patientsäkerhetslagen [PSL] (2021) som skydd mot vårdskada. Patientsäkerhet handlar om att patienten inte ska drabbas av någon vårdskada då den får hälso- och sjukvårdande åtgärder (Socialstyrelsen, 2022). Vårdskada är när patienten drabbas eller råkar ut för en skada som hade gått att undvikas. Den vanligaste vårdskadan är VRI (Svensk sjuksköterskeförening, 2016). Patientsäkerheten ökar vid personcentrerad vård

Socialstyrelsen, 2022). Sjukvården ska arbeta för att förebygga sjukdom och ohälsa samt ge lika vård nationellt utan att diskriminera någon (Hälso- och sjukvårdslagen [HSL], 2017).

Operationssjuksköterskan har i operationssalen skyldighet och ansvar att arbeta patientsäkert och för att undvika vårdskada som kan utgöras av en postoperativ sårinfektion. Inne på operationssalen är det operationssjuksköterskan som har det mest övergripande ansvaret för aseptik och infektionsprevention (von Vogelsang et al., 2019). Infektionspreventiva omvårdnadsåtgärder som kan minska risken att drabbas av en postoperativ sårinfektion kan exempelvis vara att anpassa antal personer som är närvarande i operationssalen efter ventilationskapacitet och minska antalet dörröppningar (RFOP, 2020; Vårdhandboken, 2022). I kompetensbeskrivningen för operationssjuksköterskor ingår de sex kärnkompetenserna som är; personcentrerad vård, samverkan i team, evidensbaserad vård, förbättringskunskap och kvalitetsutveckling, säker vård och informatik (RFOP, 2020). En intervjustudie av Alfredsdottir och Bjornsdottir (2008) visade det att operationssjuksköterskorna kände sig ansvariga för patientens välmående och kände att de jobbade för att värna om de hjälplösa där preventivt arbete var nyckeln för att skapa en säker vård. Detta var även något som Ingvarsdottir och Halldorsdottir (2018) fann i sin studie; att operationssjuksköterskorna hela tiden arbetade med att förhindra och hantera de risker som patienten utsattes för.

Ehrenberg et al. (2021) framhåller att hälso- och sjukvården både i Sverige och resten av världen saknar tillämpning av nyare evidensbaserad praktik vid vård av patienter. Trots tillgänglig kunskap fungerar inte alltid implementeringen av nyare forskningsresultat i praktiken (Ehrenberg et al., 2021). Redan 2006 beskrev World Health Organization (WHO), (2006) att evidensbaserad praktik var en av de största utmaningarna globalt inom hälso- och sjukvården.

Vårdmiljö

Allteftersom miljön inom sjukvården och då också inne i operationssalen blir alltmer teknikintensiv ställs högre krav på utformningen. Dagens operationssalar är anpassade efter tekniska behov och hygienkrav som utvecklas hela tiden. Ofta hänger inte ombyggnader med lika snabbt som den nya tekniken (Berezecka, 2015). Begreppet miljö är brett och enligt Nationalencyklopedin (NE, 2022-05-12) beskrivs begreppet som omgivningen och allt som finns runtomkring. Vidare beskrivs miljön som att den kan bestå av en yttre miljö (inredning,

ventilation, värme och ljus) och en inre (trivsel, stress och stimulerande). Inom sjukvården används begreppet vårdmiljö som den sociala och fysiska vårdmiljön (Berezecka, 2015). Utvecklingen av vårdmiljöer har oftast handlat om att anpassa den till medicintekniska behov, arbetsmiljö, ekonomiska lösningar och om långsiktig hållbarhet (Svensk sjuksköterskeförening, 2010). Miljön kan skapa trygghet eller otrygghet och eventuellt påverka patientens hälsa och välbefinnande (Ylikangas, 2017). Till exempel kan läkeprocessen förebyggas genom att bakterier och partiklar minskas i luften så att de inte skapar postoperativa sårinfektioner. Användning av genomräckningsskåp kan minska antalet dörröppningar som kan störa ventilationen (Berezecka, 2015).

Inom omvårdnadsteori finns det fyra konsensusbegrepp; miljö, hälsa, människan och omvårdnad. Dessa begrepp är omvårdnadens metaparadigm (Kalogirou et al., 2020). Vårdmiljö är viktigt inom omvårdnad då det berör både patienter och vårdgivare. Sjuksköterskor ansvarar för att vårdmiljön stödjer patientens integritet, individuella resurser och läkeprocesser. Vårdmiljön ska vara stödjande och målet är att arbeta personcentrerat där patienten, anhöriga och vårdpersonalen känner sig välkomna, sedda och delaktiga. Detta kan utföras genom att vårdpersonalen påverkar miljön så att den anpassas efter patientens behov. Detta kan utföras genom att anpassa miljön efter patientens behov (Svensk sjuksköterskeförening, 2010).

Luftkvalitet och ventilation

Operationsavdelningen är avskild från övriga avdelningar på sjukhuset och där endast behörig personal får vistas (Berezecka, 2015; Vårdhandboken, 2022). Inne på operationssalen finns en hygienzon samt en ännu renare zon där operationsfältet placeras (Centrum för Vårdens Arkitektur, 2020). Befintliga operationssalar i Sverige är utformade på ett sätt som främjar renhetsgraden (Berezecka, 2015). Det är enligt svensk standard, krav på lufttäthet inne på operationssalen för att få en tryckskillnad till omgivande lokaler såsom korridorer inom operationsavdelningen. Lufttätheten kan uppnås genom täta fönster som inte går att öppna, väggar som ansluter till bjälklag och täta fogar på väggar, tak och dörrar (Centrum för Vårdens Arkitektur, 2020). Dagens operationssalar är högteknologiska och innehåller avancerad utrustning såsom röntgen och navigeringsapparater vilka hela tiden utvecklas och

uppgaderas. Detta ställer stora krav på operationssalens utformning och framtidens sjukvård (Thodelius et al., 2021).

Forskning visar att ventilationen inne på operationssalen har en betydande roll i det infektionspreventiva arbetet (Alfonso - Sanchez et al., 2017; Liu et al., 2021; Lo Giudice et al., 2019). Luftkvaliteten i operationssalen påverkas av en mängd olika faktorer som leder till stigande partiklar och bakterier i luften. Bidragande orsaker till förhöjda nivåer av partiklar i operationssalen kan exempelvis bero på onödiga dörröppningar, felaktig skyddsutrustning och antalet personer som vistas inne på salen (Erichsen-Andersson, 2012; Söderström, 2015). Vårdhandboken (2022) tar även upp andra bidragande orsaker där exempelvis rengöringen av salen mellan operationer kan påverka och personalens rörelser inne på operationssalen. Rörelser bildar luftvirvlar, vilket ökar mängden partiklar som cirkulerar inne på salen och riskerar hamna i operationssåret. Bland partiklarna kan det finnas bakterier och mikroorganismer som kan reduceras med hjälp av specialiserad ventilation (Vårdhandboken, 2022).

Även om operationspersonalen tillämpar rätt klädsel och basala hygienrutiner är ventilationen ett element som skapar goda förutsättningar för renhet i salen (Berezecka, 2015). Gormley et al. (2017) beskriver ventilationens inverkan på operationssalen där fungerande luftflödesmönster, korrekt lufthastighet, luftfuktighet, temperatur och tryckrelationer främjar aseptiken. Begreppet ventilation involverar parametrar som rör luftflödet på salen. Parametrar som påverkar är storleken på lokalen, placering av instrument och material i operationssalen samt tryckskillnaden mellan olika rum (Berezecka, 2015). Till- och frånluftsventilationen får inte blockeras av medicinskteknisk utrustning eller möbler inne på operationssalen. Det är av stor vikt att operationssjuksköterskan ser över operationssalens möblering då detta kan leda till försämrad ventilation (Erichsen-Andersson et al., 2012; Svenska Institutet för Standarder (SiS), 2012).

Enligt Lo Giudice et al. (2019) hjälper ett effektivt och fungerande ventilationssystem till att säkerställa låga nivåer av bakteriell kontaminering genom att begränsa spridningen av partiklar. Operationssåret kan komma i kontakt med luftburna bakterier och mikroorganismer som letar sig ner i såret genom så kallad luftburen smitta. Bakterierna kan färdas på luftburna partiklar och en person kan i rörelse avge 50 000 partiklar i minuten (Vårdhandboken 2022; Weston, 2013). För att mäta antalet bakterier och mikroorganismer som finns i luften inne på

operationssalen kan plattor användas som mikroorganismerna landar i och sedan odlas på. När bakterierna växer till sig, bildas kolonibildande enheter, även kallat för Colony Forming Units, (CFU) vilket anges per m³ (Vårdhandboken, 2022). Under infektionskänslig kirurgi, såsom implantatkirurgi och ortopediska operationer, ska luften hålla <10 CFU/m³ och vid övrig kirurgi gäller <100 CFU/m³ (Centrum för Vårdens Arkitektur, 2020).

En annan funktionsstörning är att hög luftfuktighet påverkar de medicinska instrumenten och deras förpackning inne på operationssalen. Det ska finnas tydliga utarbetade arbetsrutiner av vårdgivaren gällande ventilation och luftfuktighet samt åtgärdsplaner vid avvikande värden. Även utrustning som indikerar och reglerar vid hög luftfuktighet ska vara installerad. Detta är något som fastighetsförvaltaren ansvarar för. Dessa kontroller utförs för att tiden och luftfuktigheten spelar roll för att det sterila materialet ska hållas sterilt (Centrum för Vårdens Arkitektur, 2020).

I en studie gjord i Kina (Liu, Liu et al., 2021), undersöktes fyra olika ventilationssystem på operationssalar och forskarna fann att det system som var mest effektivt för att minska bakteriebärande partiklar i luften var Temperature - Controlled Airflow (TAF). Ventilationssystemet TAF innebär att filtrerad luft ovanför operationsfältet flödar genom flera luftdon placerade i en cirkel i taket. Luften flödar nedåt på grund av att den kallare luften har en högre densitet än den 1,5 grad varmare luften runt omkring. På sättet som luften flödar skapas en ultraren zon som expanderar från mitten av rummet ut till sidorna (Alsved et al., 2017). Det finns även andra former av ventilation som används inom operationssjukvården. Genom turbulent omblandande ventilation erhålls i stort sett samma mikrobiologiska renhetsgrad i hela salen via en utspädningsprincip där de luftburna mikroorganismerna försvinner över tid. Laminar Airflow ventilation (LAF) skapar en hög renhetsgrad i området precis över operationsområdet vilket betyder att luften där är renare än i resten av operationssalen. Luften strömmar från taket med en hastighet på 0.4m/s vilket gör att av luften trycks undan. (Alsved et al., 2017; Vårdhandboken, 2022).

Syfte

Syftet med denna systematiska litteraturöversikt var att belysa faktorer som påverkar luftkvaliteten i en operationssal.

Metod

Design

Examensarbetet är en systematisk litteraturöversikt, som innebär en sammanfattning av all tillgänglig forskning som inhämtats genom systematiska sökningar i databaser och utförts för att besvara en specifik frågeställning (Bettany-Saltikov & McSherry, 2016). Denna litteraturöversikt bygger på kvantitativa artiklar som granskats och analyserats.

Litteraturöversikter är ett sätt att hålla sig uppdaterad med den senaste forskningen inom det aktuella ämnet. Endast artiklar som besvarar en specifik problemformulering och syfte genomgår analys och utifrån artiklarnas resultat sammanställs data (Bettany-Saltikov & McSherry, 2016; Forsberg & Wengström, 2016; Friberg, 2017; SBU, 2020). Det som gör att översikten blir systematisk är att det finns ett omfattande metodologiskt protokoll för litteratursökningarna för att minska bias samt kvalitetsgranskning av inkluderade studier. En översikt ska förutom att vara systematisk, även vara transparent med tydligt formulerade inklusions- och kvalitetskriterier. Studien ska vara reproducerbar, dvs. genom metodbeskrivningen ska studien kunna upprepas (Bettany-Saltikov & McSherry, 2016; Rosén, 2017).

För att utföra en systematisk litteraturöversikt behöver det finnas tillräckligt många publicerade studier med hög kvalitet att granska (Forsberg & Wengström, 2016; Rosén, 2017). I det aktuella examensarbetet har narrativ syntes använts för att sammanställa och presentera resultatet vilket är att föredra om de studier som inkluderats är heterogena. Narrativ syntes innebär att resultatet presenteras i beskrivande form med ord samt med hjälp av tabeller och diagram (SBU, 2020).

Datainsamling och Urval

De aktuella och strukturerade sökningarna för det aktuella examensarbetet utfördes i mars 2022 i databaserna PubMed, CINAHL, Web of Science och Embase. Innan dess hade ett flertal pilotsökningar utförts och detta genererade fler söktermer som användes till den systematiska sökningen. Flera databaser används för att artiklar inte skulle missas vilket skulle kunnat öka risken för snedvridning (SBU, 2020). Bibliotekarie från medicinska fakultetens bibliotek gav stöd för databassökningarna. Sökningarna utfördes först i block med söktermer som kombinerades med synonymer och närliggande termer och mellan varje term användes den booleska operatoren "OR". När "OR" används uppnås en mångfald för olika uttryck och sökningarna blir bredare. Efter att varje block var genomlett kombinerades de med booleska operatoren "AND" (SBU, 2020; Karlsson, 2017). "AND" används för att göra sökningen mer specifik (Karlsson, 2017).

Inklusionskriterier:

- Publicerade mellan 2017–2022
- Publicerade på engelska
- Granskade artiklar (peer reviewed)
- Artiklar tillgängliga i fulltext
- Artiklar genomförda med kvantitativ metod

Exklusionskriterier:

- Artiklar genomförda med kvalitativ metod
- Systematiska litteraturstudier
- Artiklar äldre än fem år
- Där bara olika ventilationssystem jämfördes
- Faktorer som operationssjuksköterskan inte kunde påverka utan låg på chefsnivå
- Studier gjorda i datorsimuleringar

PEO-modellen; **P**opulation, **E**xposure, **O**utcome användes för att få struktur både i frågeställningen och i sökningarna (Bettany-Saltikov & McSherry, 2016; Forsberg & Wengström, 2016; SBU, 2020). PEO-modellen bidrog till en mer uppdelad och tydlig sökning (Bettany-Saltikov & McSherry, 2016; Polit & Beck, 2022).

Följande sökord skapades och delades in i olika sökblock utifrån syftet och användes under databassökningarna:

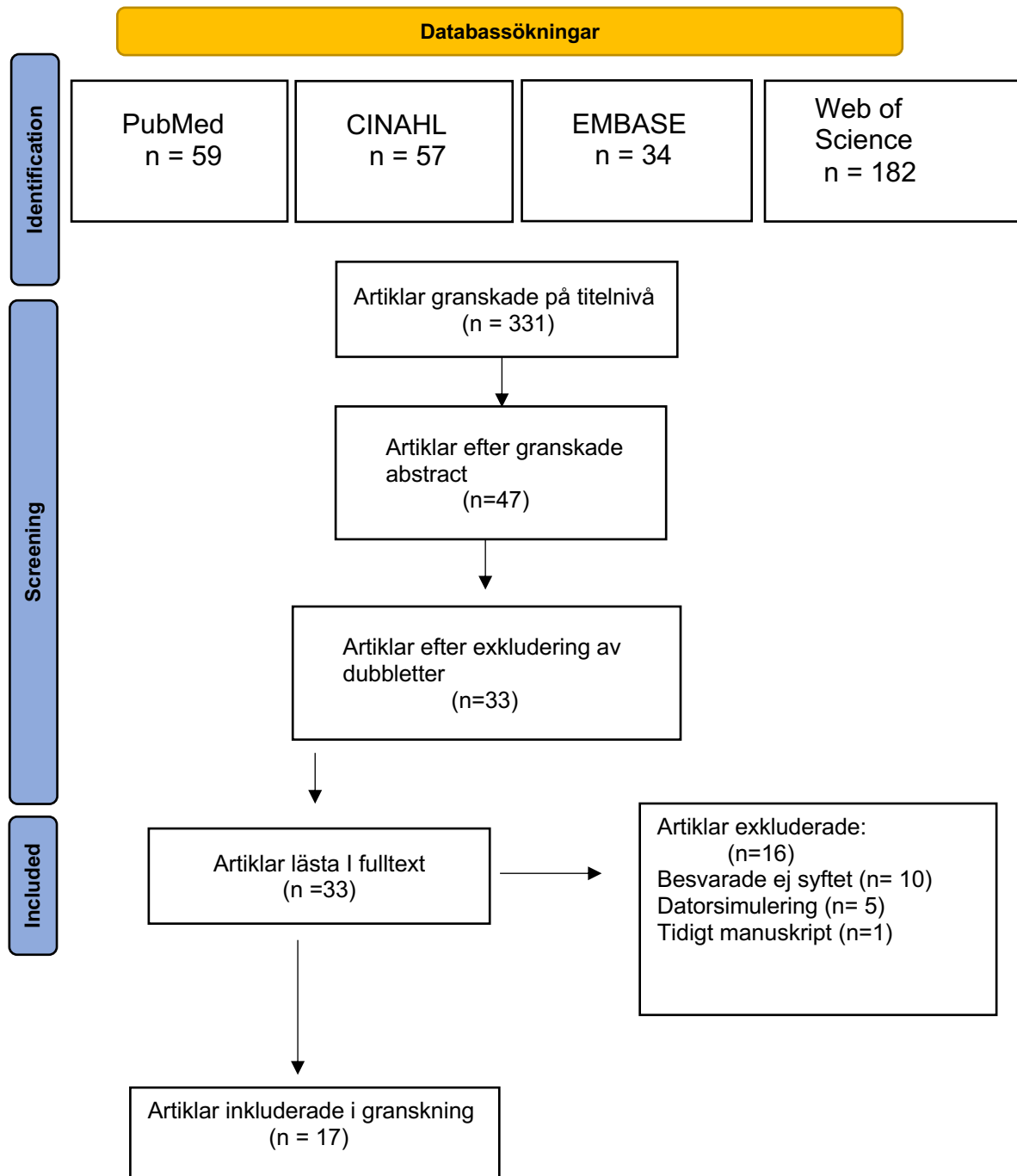
P - Ventilationsmiljön

E - Operationssal

O - Faktorer som påverkar ventilation, luftkvaliteten och kan bidra till postoperativa infektioner.

Tre sökblock identifierades och kombinerades med booleska termerna OR och AND. I sökningarna i PubMed användes MeSH-termer och i CINAHL användes subject headings för att identifiera exakta söktermer för respektive databas. Termerna söktes i funktionen "title/abstract" för att relevanta artiklar skulle upptäckas. I Embase användes Emtree för att utforska de olika sökorden. Web Of Science använder sig utav fritext i sina sökningar och citattecken användes för att hålla ihop termerna. Sökningarna i de fyra databaserna genererade totalt 331 artiklar (Figur 1.).

Först granskades titlar och abstrakt för att hitta artiklar som besvarade syftet, därefter lästes artiklar igenom i fulltext (Figur 1). Efter att dubletter exkluderats återstod 33 vetenskapliga artiklar. Dessa 33 artiklar granskades kritiskt i sin helhet för att se om de svarade på frågeställningen. Efter att dessa lästs igenom flertalet gånger exkluderades ytterligare 16 artiklar och 17 artiklar kvarstod vilka använts i studien.



Figur 1. PRISMA flödesdiagram för litteratursökning.

Analys av data

De vetenskapliga artiklarna kvalitetsbedömdes med Critical Appraisal Skills Programme (CASP) och mall för Kohortstudie användes. CASP granskar forskning i tre olika steg. Det

första steget är att bestämma om studien är giltig och då analyseras metodbeskrivningen för att upptäcka bias. Om studien är giltig efter första steget innebär det andra steget att resultatet som beskrivs i studien fokuseras. Resultatet värderas angående hur precist och viktigt det är. I det sista steget värderas användbarheten av resultatet och hur det svarar på den aktuella frågeställningen. Om artikeln klarade bedömningsstegen klassades de som godkända (CASP, 2019).

Artiklarna analyserades med induktiv ansats, vilket innebär att författaren håller distans och är objektiv för att undvika förutfattade meningar. En narrativ sammanställning av de inkluderade artiklarnas resultat genomfördes (Forsberg & Wengström, 2016; SBU, 2020). Artiklarna lästes flertalet gånger av författaren och granskades med CASP. Om artiklarna blev godkända i kvalitetsgranskningen lästes de igenom i sin helhet och endast data som svarade på syftet extraherades och analyserades med hjälp av en tabell för extraktion av kvantitativ data. Artiklarnas outcome, vilket gick att finna i deras resultat användes för extraktion som sedan sammanställdes. För att underlätta extraktionen tilldelades varje artikel en siffra och en litteraturmatris (Bilaga 2) skapades för att underlätta datautvinning (Bettany-Saltikov & McSherry, 2016). Efter det skrevs alla olika faktorer ner från artiklarna som hade påverkan på luftkvaliteten. Utefter de olika faktorerna skapades kategorierna; antal dörröppningar, antalet personal på salen, personalens rörelser på salen och övriga faktorer som påverkade ventilationen. Efter att dessa faktorer var nedskrivna delades artiklarna upp efter vilken eller vilka kategorier de tillhörde. Tabell skapades och kryss sattes för varje kategori som framkom i artikeln. Resultatet summerades från varje artikel och skrev ner och presenteras narrativt i resultatet med stöd av tabeller.

Forskningsetiska avvägningar

Endast artiklar där det framgått att studierna genomgått forskningsetisk granskning har inkluderats. Eftersom deltagande i forskning bygger på frivillighet och respekt är det viktigt att detta framkommer. Forskningsetik är till för att värna om människans lika värde, självbestämmande och integritet (Kjellström, 2017; Petersson, 2017). Bettany-Saltikov och McSherry (2016) framhåller betydelsen av systematiska litteraturstudier och vad det innebär för evidensbaserat arbete.

Resultat

De artiklar som inkluderats och granskats till det aktuella examensarbetet var publicerade i: Danmark, Ghana, Frankrike, Italien, Japan, Norge, Sverige, Taiwan och USA. Artiklarna var publicerade mellan åren 2017 – 2021. I de analyserade artiklarna beskrevs ett flertal olika ventilationssystem (Tabell 1.) och vissa artiklar hade genomfört studier i olika operationssalar med olika ventilationssystem.

Tabell 1. Ventilationssystem

	LAF	Mixad ventilation	Non-laminar ventilation	Turbulent airflow	Conventional airflow	Ej angiven ventilation
Annaqeeb et al., (2021)		X				
Birgand et al., (2019)	X			X		
Cao et al., (2018)	X					
Cao et al., (2022)		X				
Fu Shaw et al., (2018)	X					
Knudsen et al., (2021)	X			X		
Lansing et al., (2021)						X
Montagna el al., (2019)		X		X		
Noguchi et al., (2017)	X					
Pasquarella et al., (2020)					X	
Perez et al., (2018)	X					
Rezapoor et al., (2018)	X					
Sadeghian et al., (2021)	X	X				
Shirozu et al., (2018)	X					
Stauning et al., (2018)			X			
Sunagawa et al., (2020)	X					
Teter et al., (2017)						X

Efter analys av samtliga artiklars resultat kunde fyra gemensamma kategorier extraheras som visade sig påverka luftkvaliteten inne på en operationssal. De fyra kategorierna var: antal

personer inne på sal, personalens aktivitet inne på sal, antal dörröppningar och slutligen övriga faktorer som påverkade ventilationen och luftkvaliteten på en operationssal. I varje kategori delades även resultatet upp i och presenteras i underkategorierna CFU och partiklar.

Tabell 2. Identifierade teman

	Dörröppningar	Antal personer	Aktivitet	Övriga faktorer
Annaqeeb et al., (2021)			X	
Birgand et al., (2019)	X		X	
Cao et al., (2018)				X
Cao et al., (2022)	X		X	X
Fu Shaw et al., (2018)		X	X	X
Knudsen et al., (2021)	X	X		
Lansing et al., (2021)	X			
Montagna et al., (2019)	X	X		
Noguchi et al., (2017)			X	
Pasquarella et al., (2020)			X	
Perez et al., (2018)	X	X		
Rezapoor et al., (2018)	X	X		
Sadeghian et al., (2021)				X
Shirozu et al., (2018)				X
Stauning et al., (2018)	X	X		
Sunagawa et al., (2020)			X	
Teter et al., (2017)	X			

Antal dörröppningar

Studier visade att antalet ”Colony Forming Units” (CFU), ökade på operationssalen efter att dörrar öppnades in och ut från operationssalen (Cao et al., 2022; Lansing et al., 2021; Montagna et al., 2019; Perez et al., 2018). Ett flertal studiers forskningsresultat visade på att även mängden partiklar i operationssalen ökade när dörrar som ledde in i salen öppnades (Birgand et al., 2019; Lansing et al., 2021; Montagna et al., 2019; Rezapoor et al., 2018; Teter et al., 2017).

CFU

I en studie publicerad av Lansing et al. (2021) jämfördes en operationssal som var tom utan dörröppning med en operationssal som simulerades med dörröppningar. Studien utfördes i två olika operationssalar, en som var kontroll-sal som inte innehöll några dörröppningar alls och en simulerad sal med 100 dörröppningar under en period på 90 minuter. Resultatet var att antalet CFU ökade signifikant i salen som hade dörröppningar. I kontroll-salen var antalet CFU/m³ 0–1 och i den operationssalen med dörröppningar var antalet 1–266 CFU/m³. Även Montagna et al. (2019) som också jämförde en tom operationssal med en operationssal under operation visade att bakterimängden ökade signifikant i salen som var under operation. I den tomma operationssalen var medianvärdet för antalet CFU/m³ 0 och i salen som var under operation var medianvärdet 15 CFU/m³ med mixad ventilation och 23.5 CFU/m³ med turbulent ventilation.

Perez et al. (2018) undersökte i sin studie på antalet CFU/m³ som mättes innanför och utanför LAF:s ultrarena område och signifikant ökning av CFU/m³ kunde ses utanför. Ett ökat antal dörröppningar bidrog till en statistisk ökning av CFU ($P=0.03$), utanför LAF: ($P=0.0012$) och innanför LAF ($P=0.73$). I studien av Cao et al. (2022) ökade endast antalet CFU/m³ från 25 CFU/m³ till 28 CFU/m³ vid dörröppningar.

Partiklar

I studien publicerad av Lansing et al. (2021) visade resultatet att dörröppningar bidrog till ökat antal partiklar i luften på operationssalen och att det var främst partiklar av storleken 5 µm. Partiklarna med den storleken visade sig vara 29 gånger högre i den operationssalen med dörröppningar än i kontroll-operationssalen. I kontroll-salen hittades 1862 partiklar i kontrast till kontroll-salen där bara 56 partiklar hittades. I en observationsstudie publicerad av Teter et al. (2017) visades att varje dörröppning bidrog till en ökning av partiklar med 13% i en operationssal. Studien visade att större partiklar av storleken 1, 5, 10, 25 µ ökade signifikant ($P<.001$) men att de mindre partiklarna stannade kvar längre i luften.

Montagna et al. (2019) publicerade en artikel som visade att dörröppningar inte hade någon statistisk signifikant ökning av partiklar men det fanns högre antal partiklar i operationssalen när den var under operation än i vila. En annan studie som utförde aktiv och passiv provtagning visade på att dörröppningar inte påverkade antalet CFU/m³ signifikant under varken LAF-ventilation eller TAF ($P=0.05$) (Knudsen et al., 2021).

Rezapoor et al. (2018) jämförde antalet partiklar i en operationssal när LAF-ventilation var avstängd och när den var på. Med LAF-ventilation på minskade partiklarna från dörröppningar ($P=0.017$). När LAF-ventilation var avstängd, ökade partiklarna kraftigt i luften och när LAF var på fungerade den effektivt och antal partiklar minskade och slutsatsen blev att LAF fungerade effektivt mot partiklar. Birgand et al. (2019) undersökte hur dörröppningar påverkade på LAF -ventilation och turbulent ventilation. I snitt öppnades dörrarna 19.4 gånger/timme från att operationssnittet lades till att huden förslöts. Varje öppning av dörr ökade antalet partiklar av storleken $0.3 \mu\text{m}$ ($P=0.01$) och mikrobiell ökning ($P=0.03$) men bidrog inte till en signifikant ökning av kontaminering i operationssåret.

Antal personer inne på salen

I fem studier (Fu Shaw et al., 2018; Knudsen et al., 2021; Perez et al., 2018; Rezapoor et al., 2018; Stauning et al., 2018) sågs en ökning av mikrobiell luftförorening i samband med ett ökat antal personer närvarande på operationssalen.

CFU

Stauning et al. (2018) fann att för varje person närvarande i operationssalen ökade antalet CFU/m³ i luften med 2,5%. Flera andra studiers resultat visade också på en ökning av CFU/m³ i samband med fler personer närvarande. Perez et al. (2018) erhöll ett resultat som visade att antal personer ökade antalet CFU/m³ under LAF-ventilationen signifikant ($P=0.03$) och Fu Shaw et al. (2018) studie visade att antalet CFU i bra ventilerade operationssalar var låg men att antalet personer på operationssalen ökade antalet CFU med 4.39 CFU/m³ ($P=0.018$).

Partiklar

Rezapoor et al. (2018) jämförde partiklar med LAF-ventilation i gång och när den var avstängd. Med LAF på minskade partiklarna signifikant per person från 211,19 partiklar/m³ till 18.19 partiklar/m³ ($P=0.001$). När LAF var avstängt sågs en signifikant ökning av partiklar i korrelation till antal personal ($P=0.001$).

Montagna et al. (2019) utförde en studie där de inte såg några signifikanta ökning av partiklar i samband med ett ökat antal personer i operationssalen. Studien gjordes med både mixad ventilation och turbulent ventilation.

Personalens aktivitet inne på operationssalen

Sju studier visade att personalens rörelser och aktivitet på operationssalen påverkade den mikrobiella kontaminationen negativt (Annaqeeb et al., 2021; Birgand et al., 2019; Cao et al., 2022; Fu Shaw et al., 2018; Noguchi et al., 2017; Pasquarella et al., 2020; Sunagawa et al., 2020).

CFU

Annaqeeb et al. (2021) kunde i sin studie se signifikant högre nivåer med CFU/m³ kunde ses i relation till aktivitet. De högsta aktivitetsnivåerna visade sig vara runt operationsbordet när patienten positionerades och runt instrumentbordet under det kirurgiska ingreppet.

Partiklar

I studien av Sunagawa et al. (2020) och av Noguchi et al. (2017) mättes hur partiklar rörde sig i samband med personalens aktivitet. Mer partiklar rördes upp till höjd över operationsbordet från personalens skor när de gick i grupp än när de gick individuellt. De rördes upp i luften då ett turbulent sug skapades precis bakom personen. Det gick att se signifikant ökning av partiklarna när deltagarna gick i grupp ($P < 0.01$) (Sunagawa et al., 2020). Noguchi et al. (2017) fann i sin studie att den aktivitet som bidrog till att mest partiklar spreds i operationssalen var när använda handskar togs av och från operationsrockens ärmar och krage. I en studie publicerad av Birgand et al. (2019) visade det sig att partiklarna i luften ökade på grund av rörelser och aktivitet genererad från personalen på operationssalen ($P = < 0.01$).

Cao et al. (2022) mätte både partiklar i luften och bakterier på odlingsplattor och fann att bakteriekontaminationen ökade av personalens rörelser. Enligt studiens resultat bidrar personers rörelser till en högre halt CFU/m³ än vad antalet personer bidrar med. Forskarna hävdade att en person som rör sig avger lika mycket partiklar som tre till fyra personer som står stilla.

Övriga faktorer som påverkade luftkvaliteten

Cao et al. (2018) genomförde en studie där luftflödet vid LAF-ventilation mättes i operationssalen där det gick att se att medicinsk utrustning kunde störa ventilationen. Cao et al. (2022) studerade vilka kläder som ledde till minst ökning av CFU/m³ inne i

operationssalen och fann att det var clean air suits med mössa nerstoppad i halskragen som fungerade bäst för att minska att partiklar spreds från personalens hud.

Shirozu et al. (2018) upptäckte i sin studie att värmetäcken inte hade någon negativ inverkan på ventilationen medan Sadeghian et al. (2021) senare har beskrivit att värmetäcken ökade temperaturen ovanför såret. Studien visade att luften som värmdes täcket kunde vara kontaminerat med bakterier. Andra faktorer som påverkade ventilation identifierades av Fu Shaw et al. (2018) där forskarna fann att för varje grad som temperaturen steg så ökade det med 9.4 CFU/m³ i operationssalen.

Diskussion

Metoddiskussion

Systematisk litteraturoversikt som metod valdes för att besvara syftet angående faktorer som påverkar luftkvaliteten inne på en operationssal. Bettany-Saltikov och McSherry (2016) beskriver att systematiska litteraturoversikter fokuserar på en speciell fråga och att sammanställa det aktuella forskningsläget som svarar till en speciell frågeställning. Induktiv ansats valdes då författaren ville hålla distans och vara objektiv så att ingen egen förförståelse skulle spegla sig i resultatet (SBU, 2020). Endast kvantitativa artiklar valdes att inkluderas i denna studie då de bäst svarade till det formulerade syftet och efter PEO-modellen. PEO-modellen valdes i stället för PICO fast att PICO vanligen används vid kvantitativa frågeställningar. PICO använder sig utav kontrollgrupp för att jämföra och utifrån syftet ville författaren inte jämföra sig av olika ventilationssystem utan ville veta vilka faktorer som påverkade. Därför gjordes ett aktivt val att använda PEO (Bettany-Saltikov och McSherry, 2016).

För att öka studiens validitet användes fyra olika databaser för sökningarna vilket stärker validiteten av litteraturoversikten då den optimala sökstrategin fångar in så många artiklar som är relevant för syftet som möjligt (Rosén, 2018). Enligt SBU (2020) ska minst tre databaser användas och i denna studie användes fyra; PubMed, CINAHL, Web of Science och Embase. Sökningarna i Web of Science och Embase var ny erfarenhet för författaren och kan sänka pålitligheten då vissa artiklar kan ha missats. Då dessa två databaser var obekanta,

användes hjälp av bibliotekarie på Lunds medicinska fakultetens bibliotek med sökningarna vilket enligt Rosén (2018) med fördel kan användas vid databassökningarna. Sandelowski (2008) förklarar att även om det finns protokoll för sökningarna är det praktiskt taget omöjligt att göra två lika sökningar även om de skulle utföras under samma period och med identiska sökningar.

Under arbetet med den systematiska litteraturöversikt var ambitionen att inkludera artiklar publicerade från 2012 – 2022 men då det fanns ett större antal artiklar än vad som kändes hanterbart, begränsades sökperioden till endast studier publicerade inom en femårsperiod, dvs. 2017 – 2022. Antalet artiklar blev då mer hanterbart. Valet att endast använda artiklar publicerade under de senaste fem åren styrker resultatet i denna litteraturöversikt då den omfattar mer aktuell forskning i en värld som ständigt utvecklas. En nackdel med att begränsa period för publicering allt för mycket är att relevant forskning utförd innan dessa år förbises. Inga geografiska begränsningar gjordes då artiklar då kunde falla bort. Flertalet artiklar är även utförda i andra länder än Sverige vilket kan göra överförbarheten till Sverige svår. Överförbarhet handlar om hur resultatet kan överföras till andra kontexter eller grupper (Mårtensson & Fridlund, 2017). Artiklar publicerade i länder som inte har samma ekonomiska trygghet som Sverige inkluderades också och var ett aktivt val eftersom det bidrar med kunskap om utveckling av vårdmiljön internationellt och författaren ansåg sig inte ha tillräckligt med kunskap om vilka länder som är utvecklingsländer och hur deras sjukhus är uppbyggda. Vidare gjordes aktiva val att exkludera artiklar där deras resultat visade faktorer som operationssjuksköterskan inte kunde påverka såsom interiör eller storlek på operationssalen. Studier som var gjorda i datorsimulatorer valdes också att exkluderas då deras resultat inte grundade sig i verkliga mätningar i operationssalen. Vissa studier använde salar som simulerade riktiga operationer, dessa inkluderades för de ägde rum på riktigt i en befintlig sal. Engelska språket kan bidra till att relevant information missas då det inte var författarens modersmål och det inte fanns någon medförfattare att diskutera tolkningar med.

Litteraturöversiktens resultat analyserades och sammanställdes genom en narrativ syntes. Narrativ syntes används när de analyserade studierna är heterogena och används för att beskriva resultatet (SBU, 2020). En svaghet i studien är att det endast är en person som genomfört sökningar och granskat materialet. Det var inte den initiala planen och det kan minska trovärdigheten i studien. Förförståelse hos författaren går inte att utesluta (SBU, 2020). Och den förförståelse författaren hade om den aktuella forskningsfrågan var att

dörröppningar påverkade ventilationen inne på operationssalen. Eftersom författaren sedan tidigare är utbildad sjuksköterska och studerar till operationssjuksköterska och varit ute på praktik i verksamheten går det inte att utesluta en viss förförståelse. Granskningsmall för Cohort studier från CASP användes för att kvalitetsgranska artiklarna, eftersom författaren använt den flertalet gånger tidigare under utbildningen till operationssjuksköterska ökar det trovärdigheten. Det är en internationell checklista som används ofta i vetenskapliga publikationer (CASP, 2019).

Olika mätinstrument såsom agarplattor och aktiva uppsamlare, har använts i artiklarna för att mäta partiklar i luften på operationssalen samt för att mäta CFU/m³ vilket kan göra det mer problematiskt att dra gemensamma slutsatser av de olika artiklarna. I vissa artiklar har antalet partiklar även räknats med laser (Noguchi et al., 2017; Shirozu et al., 2018; Sungawa et al., 2020). Dessa olika mätningar kan också ses som att flera olika resultat visar samma sak. Även olika former av ventilation har använts i de inkluderade studierna vilken kan bidra till svårigheter att dra slutsatser vilket kan bidra till ett mer heterogent resultat.

Resultatdiskussion

Syftet med denna litteraturoversikt var att ta reda på vilka faktorer som kunde påverka luftkvaliteten i operationssalen vid kirurgi. Den teoretiska utgångspunkten som valdes till denna studie var säker vård och Katie Erikssons teori om lidande. Enligt patientsäkerhetslagen [PSL], (2021) definieras patientsäkerhet som skydd mot vårdskada. Perspektivet valdes då operationssjuksköterskan i operationssalen har en skyldighet och ett ansvar att arbeta patientsäkert och infektionspreventivt för att undvika vårdskada som exempelvis kan utgöras av en postoperativ sårinfektion. En postoperativ infektion skapar lidande hos patienten (RFOP, 2020; Vårdhandboken, 2022).

Efter analys av 17 artiklar visade resultatet i denna studie att olika faktorer kan påverka luftkvaliteten och bidra till att ett ökat antal partiklar och bakterier sprids i operationsrummet och riskerar att kontaminera operationsfältet. Andra forskningsresultat tyder också på att luftkvaliteten i operationssalen är essentiell i arbetet att förebygga postoperativa infektioner (Ayliffe, 1991; Bediako-Bowan et al., 2020; Erichsen-Andersson et al., 2012; Sadrizadeh et al., 2021).

Några av de mest signifikanta fynden i resultatet var dörröppningars negativa påverkan på den mikrobiella luftföroreningen i operationssalen. I nio av de 17 artiklarna som var inkluderades undersöktes hur dörröppningar kunde påverka luftkvaliteten. Många dörröppningar sågs i studien av Stauning et al. (2017) vars studie utmärkte sig gällande CFU/m³ och visade på att för varje gång en dörr öppnades ökade antalet CFU/m³ i operationssalen med 0,2% (Stauning et al., 2017). Flera andra studier visade på hur dörrarna öppnades överraskande många gånger i timmen. I Perez et al. (2018) studie öppnades dörrarna i snitt 54 gånger i timmen eller 0.38 gånger i minuten. I en studie genomförd på ett sjukhus i Ghana var antalet dörröppningar höga och visade på att 77% av dem var onödiga. I snitt öppnades dörrarna 47 gånger i timmen in och ut ur operationssalen. Dessa resultat stödjer tidigare forskning som också visar att dörröppningar leder till en ökad mikrobiell kontamination av luften i operationssalen (Lynch et al., 2009; Sadrizadeh et al., 2021; Young & O'Regan, 2010). För att minska antalet dörröppningar i verksamheten gäller det att personalen är konsekvent och använder sig utav de hjälpmedel som finns. Dörröppningar kan minskas genom användning av genomräkningsskåp, användning av telefon för att få kontakt med varandra och genom att personalen planerar sin in och utgång ur operationssalen (Panahi et al., 2012). Även under utbildningen till operationssjuksköterska lärs det ut att dörrarna ska vara stängda för att ventilationen ska kunna arbeta korrekt och ändå ses det genom de granskades artiklar att detta inte efterföljs.

Genom att minska antalet onödiga dörröppningar kan risken för att patienten utvecklar postoperativa sårinfektioner minska vilket ökar patientsäkerheten. Då effekten av varje dörröppning under en operation är så stor, borde varje dörröppning tänkas igenom noga. Det är inte etiskt rätt mot patienten och inte heller försvarbart att en så stor procent av dörröppningarna är onödiga som till exempel i artikeln av Stauning et al. (2017) där hela 77% av öppningarna ansågs vara onödiga. Följderna kan innebära ökad kontaminering av bakterier i luften som i sin tur bidrar till en ökad risk för infektion för patienten. Postoperativa infektioner är en stor kostnad för samhället och kan den minskas kan det spara både patientlidande och kostnader för samhället (Samlat stöd för patientsäkerhet, 2021).

Genom att arbeta mer infektionspreventivt kan antibiotikaanvändning undvikas (Socialstyrelsen, 2020). Dagens sjukvård står inför stora utmaningar gällande resistensutveckling och kan antibiotikaanvändningen undvikas är det att föredra. Genom att minska användningen och använda operationssjuksköterskans kompetens inom aseptik och

det infektionspreventiva arbetet kan vi arbeta för att säkerställa att högspecialiserad kirurgi i framtiden ska kunna genomföras. Det står även i operationssjuksköterskans kompetensbeskrivning av genom att arbeta aseptiskt ska operationssjuksköterskan även arbeta för en hållbar utveckling för att minska resistensutvecklingen (RFOP, 2020).

Ytterligare signifikanta resultat var att flera studier visade att den största källan till en högre mikrobiell kontamination i luften var antal personal närvarande under operationen (Fu Shaw et al., 2018; Knudsen et al., 2021; Perez et al., 2018; Rezapoor et al., 2018; Stauning et al., 2018). Anmärkningsvärt var Stauning et al. (2018) fann att för varje person närvarande i operationssalen ökade antalet CFU/m³ i luften med 2,5% vilket visade sig vara en betydligt större ökning i jämförelse med dörröppningar som ökade antalet CFU/m³ med endast 0,2%. Fu Shaw et al. (2018) studie visade att varje person på operationssalen ökade antalet CFU med 4.39 CFU/m³. Dessa resultat stöds av tidigare forskning inom samma område (Panahi et al., 2012; Sadrizadeh et al., 2021). När fler är närvarande under operationen så bidrar det även till att dörren öppnas fler gånger (Lynch et al., 2009; Panahi et al., 2012).

Ofta är det viktigt att flera personer närvarar under operation, exempelvis om det är ett komplicerat kirurgiskt ingrepp. Flera gånger är även studenter närvarande under operationen och även om det inte är nödvändigt att de är med är det viktigt för kompetensutvecklingen inom sjukvården. Studenter måste lära sig innan de kan vara självgående vilket kräver närvaro. Men det kanske inte är etiskt rätt för patienten att varje arbetskategori har en student med sig då antalet personer lätt blir mer än vad ventilationssystem kan hantera, då får kanske någon gå ut (Lo Giudice et al., 2019). Samtidigt som personal behöver lära sig ska det inte gå ut över patientens hälsa och personalen är den största källan till bakteriebärande partiklarna menar Sadrizadeh et al. (2021). Dock tyder resultatet från Montiel et al. (2021) på att om de som är observatörer bara följer de riktlinjer som finns på operation så medför det inte någon ökad risk för komplikationer i form av postoperativa infektioner. Vissa studiers resultat menar på att en av de främsta orsakerna till att luftburna partiklar sprids i operationssalen är operationspersonalen (Noguchi et al., 2017; Sadrizadeh et al., 2021).

I flera studier uppmättes ett stigande antal partiklar inne på operationssalen och orsaker undersöktes för att se vad som bidrog till dess ökning (Birgand et al., 2019; Lansing et al., 2021; Sungawa et al., 2020). Sungawa et al. (2020) räknade partiklarna genom att filma med ett visualiseringssystem och i resultatet beskriver Sungawa et al. (2020) hur partiklar spred sig

uppåt från skorna när en person gick in i operationssalen och fick en mer signifikant ökning när personerna rörde sig i grupp. Dessa partiklar spred sig längre upp och över instrumentbordet. De partiklar som ökade mest var de av storleken 0.3 – 1 µm. De mindre partiklarna stannade längre i luften medan de större sjönk snabbare till golvet (Teter et al., 2017). Partiklarna kunde ses och räknas men det är svårt att avgöra om alla partiklar var bakteriebärande. I litteraturöversikten publicerad av Sadrizadeh et al. (2021) beskrivs hur bakterier kan finnas på hudfjäll. Hudfjäll bildas genom friktion med exempelvis kläder på huden. I rörelse kan en person avge 50 000 partiklar i minuten (Vårdhandboken 2022; Weston, 2013).

Redan 1966 beskrev Mortimer et al. att den bakterie som oftast orsakar postoperativa sårinfektioner är *Staphylococcus aureus* vilken också kan fästa sig på partiklar (Mortimer et al., 1966). I studien av Noguchi et al. (2017) sågs det visuellt hur mindre partiklar spreds när handskar togs av. Partiklarna från handskarna ansågs vara puder, hudfragment och svett. Det framgick inte i studien om dubbla handskar användes men att pudrade handskar användes. Studien utfördes i Japan och i Sverige ska vid operation personalen enligt Vårdhandboken (2022) använda sig utav dubbla handskar. Det hade varit intressant att jämföra med icke pudrade handskar vid avtagningen för att se om partiklarna då var färre än vid användning av pudrade handskar. Resultatet är också viktigt och relevant då det under operationen ofta sker handskbyten, exempelvis vid lunchavlösning och skiftbyte. Avtagning av handskar kan med fördel då ske så långt ifrån instrumentborden och operationsfältet som möjligt, något som kanske inte lagts så stor vikt vid.

En annan faktor som påverkade ventilation identifierades av Fu Shaw et al. (2018) där forskarna fann att för varje grad som temperaturen steg så ökade antalet CFU med 9.4 CFU/m³ i operationssalen. Förvånande nog var det inte någon annan studie som tog upp huruvida temperaturen påverkade luftkvaliteten på operationssalen. Det var mer överraskande då operationsavdelningar i Sverige de senaste åren sett ett ökat problem med ökad luftfuktighet och temperaturer inne på operationssalen under sommarmånaderna. Detta har lett till inställda operationer under vissa veckor då hela operationsavdelningar tvingats ha stängt (Svensk förening för vårdhygien [SFVH], 2021). Luftfuktigheten påverkar det sterila godset som kan göra att klistret går upp. Förlorad sterilitet kan bero på flera saker, där temperatur och luftfuktighet är två faktorer. En högre temperatur och luftfuktig bidrar till att mikroorganismer gynnas och förökar sig lättare (Vårdhandboken, 2022). Produkter som

tappat steriliteten men som ändå används på patient hotar patientsäkerheten. Har den sterila produkten utsatts för mikrobiell tillväxt finns risk för spridning av mikroorganismer i operationssalen när produkten används (RFOP, 2020). Kraven i SIS TS 39:2015 är att luftfuktigheten inte överstiger 70% (SFVH, 2021). Enligt Hälso- och sjukvårdslagen [HSL], 2017) har alla patienter har rätt till lika vård, då ska det inte spela roll om patienten behöver opereras under sommarhalvåret eller vinterhalvåret för patienten ska kunna ha samma förutsättningar till en ren luft i operationssalen.

Konklusion och implikationer

Resultatet av denna systematiska litteraturöversikt visar att flera faktorer påverkar luftkvaliteten på operationssalen. Antal dörröppningar, antal personer närvarande och hur personalen rör sig inne på salen var det som främst påverkade luftkvaliteten. Men även andra saker påverkar såsom; vilken klädsel som bärs, temperaturen på salen och olika hinder i salen. Genom fortsatt forskning på hur ventilationssystemen och luftkvaliteten kan påverkas kan säker vård bättre genomföras. Det hade varit aktuellt och viktigt att göra fler studier på hur luftfuktighet och förhöjd temperatur påverkade luften inne på operationssalen, med tanke på de klimatförändringar vi redan nu ställs inför.

Oavsett vilket ventilationssystem det är på salen kan operationssjuksköterskan se till så att förutsättningarna för säker vård är så optimala som möjligt. Detta kan göras genom att påtala när det bli för mycket spring i och ut genom dörrarna eller för många personer vistas inne på salen. Denna forskning kan bidra till att operationssjuksköterskan får mer kunskap i hur ventilationssystemen kan påverkas negativt av olika faktorer. Fortsatt forskning krävs inom området då det hela tiden ställs nya krav inom vården.

Referenser

* Studier som resultatet bygger på

Alfonso-Sanchez, J. L., Martinez, I. M., Martin-Moreno, J. M., Gonzalez, R. S., & Botia, F. (2017). Analyzing the risk factors influencing surgical site infections: the site of environmental factors. *Canadian Journal of Surgery*, 60(3), 155-161.
<https://doi.org/10.1503/cjs.017916>

Alfredsdottir, H., & Bjornsdottir, K. (2008). Nursing and patient safety in the operating room. *Journal of Advanced Nursing*, 61(1), 29–37. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2007.04462>

Allegranzi, B., Bischoff, P., de Jonge, S., Kubilay, N. Z., Zayed, B., Gomes, S. M., Abbas, M., Atema, J. J., Gans, S., van Rijen, M., Boermeester, M. A., Egger, M., Kluytmans, J., Pittet, D., Solomkin, J. S., & WHO Guidelines Development Group (2016). New WHO recommendations on preoperative measures for surgical site infection prevention: an evidence-based global perspective. *The Lancet. Infectious diseases*, 16(12), e276–e287.
[https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(16\)30398-X](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(16)30398-X)

Alsved, M., Civilis, A., Ekolind, P., Tammelin, A., Andersson, A. E., Jakobsson, J., Svensson, T., Ramstorp, M., Sadrizadeh, S., Larsson, P.-A., Bohgard, M., Šantl-Temkiv, T., Löndahl, J., Alsved, M., Civilis, A., Ekolind, P., Tammelin, A., Andersson, A. E., Jakobsson, J., & Svensson, T. (2018). Temperature-controlled airflow ventilation in operating rooms compared with laminar airflow and turbulent mixed airflow. *Journal of Hospital Infection*, 98(2), 181–190. <https://doi-org.ludwig.lub.lu.se/10.1016/j.jhin.2017.10.013>

*Annaqeeb, M. K., Zhang, Y., Dziedzic, J. W., Xue, K., Pedersen, C., Stenstad, L. I., Novakovic, V., & Cao, G. (2021). Influence of surgical team activity on airborne bacterial distribution in the operating room with a mixing ventilation system: a case study at St. Olavs Hospital. *The Journal of Hospital Infection*, 116, 91–98.
<https://doi.org/10.1016/j.jhin.2021.08.009>

Ayliffe G. A. (1991). Role of the environment of the operating suite in surgical wound infection. *Reviews of Infectious Diseases, 13 Suppl 10*, S800–S804.

https://doi.org/10.1093/clinids/13.supplement_10.s800

Bediako-Bowan, A., Mølbak, K., Kurtzhals, J., Owusu, E., Debrah, S., Newman, M. (2020). Risk factors for surgical site infections in abdominal surgeries in Ghana: emphasis on the impact of operating rooms door openings. *Epidemiology and Infection, 148*, E147.

<https://doi.org/10.1017/S0950268820001454>

Berezecka, M. (2015). Den fysiska vårdmiljöns påverkan på vårdpersonal och patienter på operationssalar och intensivvårdsavdelningar. *Department of Architecture Chalmers University of Technology*.

<https://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/213400/213400.pdf>

Bergbom, I., Nåden, D., & Nyström, L. (2021). Katie Eriksson's caring theories. Part 1. The caritative caring theory, the multidimensional health theory and the theory of human suffering. *Scandinavian Journal of Caring Sciences, 10.1111/scs.13036*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1111/scs.13036>

Bettany-Saltikov, J. & McSherry, R. (2016). *How to do a systematic literature review in nursing: a step-by-step guide*. (2. Ed.) London: McGraw-Hill Education/Open University Press.

*Birgand, G., Azevedo, C., Rukly, S., Pissard-Gibollet, R., Toupet, G., Timsit, J., & Lucet, J. (2019). Motion-capture system to assess intraoperative staff movements and door openings: Impact on surrogates of the infectious risk in surgery. *Infection Control & Hospital Epidemiology, 40(5)*, 566-573. <https://doi.org/10.1017/ice.2019.35>

Brekken, R., Dävøy, G. (2012). Operationsavdelning. I G, Dävøy., P, Eide., I, Hansen. (Red.), *Operationssjukvård* (3:e upplagan., s. 29–45). Studentlitteratur AB.

*Cao, G., Pedersen, C., Zhang, Y., Drangsholt, F., Radtke, A., Langvatn, H., Stenstad, L. I., Mathisen, H. M., & Skogås, J. G. (2022). Can clothing systems and human activity in operating rooms with mixed flow ventilation systems help achieve the ultraclean air

requirement (≤ 10 CFU/m³) during orthopaedic surgeries?. *The Journal of Hospital Infection*, 120, 110–116. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2021.11.005>

*Cao, G., Storås, M., Aganovic, A., Stenstad, L. I., & Skogås, J. G. (2018). Do surgeons and surgical facilities disturb the clean air distribution close to a surgical patient in an orthopedic operating room with laminar airflow?. *American Journal of Infection Control*, 46(10), 1115–1122. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2018.03.019>

Centrum för vårdens arkitektur. (2020). *Operation: Evidensbaserade konceptprogram. Högteknologiska vårdmiljöer för operation med interventions- och hybridsalar*. Program för teknisk standard. Chalmers tekniska högskola.

Critical Appraisal Skills Programme. (2019). *CASP Cohort Study Checklist*. <https://casp-uk.net/casp-tools-checklists/>

Critical Appraisal Skills Programme (2019). *Challenges and solutions*. Mars 2022. <https://casp-uk.net/challenges-and-solutions/>

Ehrenberg, A., Eldh, A-C., Wallin, L. (2021). Evidensbaserad vård. I A-K Edberg., A, Ehrenberg., H, Wijk., J, Öhlén. (Red.), *Omvårdnad på avancerad nivå* (2:a upplagan., s. 225-260). Studentlitteratur AB.

Erichsen-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. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2011.09.015>

Eriksson, K. (2007). Becoming through suffering -- the path to health and holiness. *International Journal for Human Caring*, 11(2), 8-16. <https://doi-org-ludwig.lub.lu.se/10.20467/1091-5710.11.2.8>

Forsberg, C. & Wengström, Y. (2016). *Att göra systematiska litteraturstudier*. Natur & Kultur Digital.

Friberg, F. (2017). *Dags för uppsats: vägledning för litteraturbaserade examensarbeten*. (Tredje upplagan). Studentlitteratur.

*Fu Shaw, L., Chen, I. H., Chen, C. S., Wu, H. H., Lai, L. S., Chen, Y. Y., & Wang, F. (2018). Factors influencing microbial colonies in the air of operating rooms. *BMC Infectious Diseases*, 18(1), 4. <https://doi.org/10.1186/s12879-017-2928-1>

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. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2016-015607>.

Hansen, I., Loras, L-M., Brekken, R. (2012). Hygien och infektionspreventiva omvårdnadsåtgärder. I G, Dävøy., P, Eide., I, Hansen. (Red.), *Operationssjukvård* (3:e upplagan., s. 151–200). Studentlitteratur AB.

Hälso- och sjukvårdslagen (2017:30). Socialdepartementet.
https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/halso--och-sjukvardslag-201730_sfs-2017-30

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. <https://doi.org/10.1111/scs.12532>

International council nurses, the ICN code of ethics for nurses. (2021).
https://www.icn.ch/system/files/2021-10/ICN_Code-of-Ethics_EN_Web_0.pdf

Kalogirou, M. R., Olson, J., & Davidson, S. (2020). Nursing's metaparadigm, climate change and planetary health. *Nursing Inquiry*, 27(3), e12356. <https://doi.org/10.1111/nin.12356>

Karlsson, E. (2017). Informationssökning. I M, Henricson. (Red.), *Vetenskaplig teori och metod- från idé till examination inom omvårdnad* (2:a upplagan., s. 81 - 97). Studentlitteratur AB.

Kjellström, S. (2017). Forskningsetik. I M, Henricson. (Red.), *Vetenskaplig teori och metod- från idé till examination inom omvårdnad* (2:a upplagan., s. 57 - 80). Studentlitteratur AB.

*Knudsen, R. J., Knudsen, S., Nymark, T., Anstensrud, T., Jensen, E. T., La Mia Malekzadeh, M. J., & Overgaard, S. (2021). Laminar airflow decreases microbial air contamination compared with turbulent ventilated operating theatres during live total joint arthroplasty: a nationwide survey. *The Journal of Hospital Infection*, 113, 65–70.
<https://doi.org/10.1016/j.jhin.2021.04.019>

*Lansing, S. S., Moley, J. P., McGrath, M. S., Stoodley, P., Chaudhari, A., & Quatman, C. E. (2021). High Number of Door Openings Increases the Bacterial Load of the Operating Room. *Surgical Infections*, 22(7), 684–689. <https://doi.org/10.1089/sur.2020.361>

Lindwall, L. & Post, I.V. (2008). *Perioperativ vård: att förena teori och praxis*. (2. uppl.) Lund: Studentlitteratur.

Liu, Z., Liu, H., Yin, H. et al. (2021). Prevention of surgical site infection under different ventilation systems in operating room environment. *Front. Environ. Sci. Eng.* 15, 36.
<https://doi.org/10.1007/s11783-020-1327-9>

Liu, Z., Yin, H., Niu, Y., Cao, G., Liu, H., Wang, L. (2021). Effect of human thermal plume and ventilation interaction on bacteria carrying particles diffusion in operating room microenvironment. *Energy and Buildings*. Volume 254, 1 January 2022, 111573
<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.111573>

Lo Giudice, D., Trimarchi, G., La Fauci, V., Squeri, R., & Calimeri, S. (2019). Hospital infection control and behaviour of operating room staff. *Cent Eur J Public Health*, 27(4), 292-295. <https://doi.org/10.21101/cejph.a4932>

Lynch, R. J., Englesbe, M. J., Sturm, L., Bitar, A., Budhiraj, K., Kolla, S., Polyachenko, Y., Duck, M. G., & Campbell, D. A., Jr (2009). Measurement of foot traffic in the operating room: implications for infection control. *American Journal of Medical Quality : the official journal of the American College of Medical Quality*, 24(1), 45–52.
<https://doi.org/10.1177/1062860608326419>

Melhus, Å. (2013). *Klinisk mikrobiologi för sjuksköterskor*. 2:a uppl. Studentlitteratur AB.

Montiel, V., Pérez-Prieto, D., Perelli, S., & Monllau, J. C. (2021). Fellows and Observers Are Not a Problem for Infection in the Operating Rooms of Teaching Centers. *Tropical Medicine and Infectious Disease*, 6(2), 43. <https://doi.org/10.3390/tropicalmed6020043>

Mortimer, E. A., Jr, Wolinsky, E., Gonzaga, A. J., & Rammelkamp, C. H., Jr (1966). Role of airborne transmission in staphylococcal infections. *British Medical Journal*, 1(5483), 319–322. <https://doi.org/10.1136/bmj.1.5483.319>

Mårtensson & Fridlund, (2017). Kritisk incident teknik. I M, Henricson. (Red.), *Vetenskaplig teori och metod- från idé till examination inom omvårdnad* (2:a upplagan., s. 375 - 389). Studentlitteratur AB.

National Collaborating Centre for Women's and Children's Health (UK). (2008). *Surgical Site Infection: Prevention and Treatment of Surgical Site Infection*. RCOG Press.

*Noguchi, C., Koseki, H., Horiuchi, H., Yonekura, A., Tomita, M., Higuchi, T., Sunagawa, S., & Osaki, M. (2017). Factors contributing to airborne particle dispersal in the operating room. *BMC Surgery*, 17(1), 78. <https://doi.org/10.1186/s12893-017-0275-1>

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. <https://doi.org/10.1007/s11999-012-2252-4>

*Pasquarella, C., Balocco, C., Colucci, M. E., Sacconi, E., Paroni, S., Albertini, L., Vitali, P., & 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. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(2), 452. <https://doi.org/10.3390/ijerph17020452>

Patientsäkerhetslagen (2021:739). Socialdepartementet.
https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/patientsakerhetslag-2010659_sfs-2010-659

*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.
<https://doi.org/10.1016/j.ajic.2018.03.005>

Petersson, P. (2017). Aktionsforskning. I M, Henricson. (Red.), *Vetenskaplig teori och metod- från idé till examination inom omvårdnad* (2:a upplagan., s. 251-263). Studentlitteratur AB.

Polit, D.F. & Beck, C.T. (2022). *Essentials of nursing research: appraising evidence for nursing practice*. (Tenth edition, international edition). Philadelphia, PA: Wolters Kluwer.

*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.
<https://doi.org/10.1016/j.arth.2017.10.012>

Rezk, F., Stenmarker, M., Acosta, S., Johansson, K., Bengnér, M., Åstrand, H., & Andersson, A. C. (2021). Healthcare professionals' experiences of being observed regarding hygiene routines: the Hawthorne effect in vascular surgery. *BMC Infectious Diseases*, 21(1), 420.
<https://doi.org/10.1186/s12879-021-06097-5>

RFOP. (2020). Kompetensbeskrivning - för legitimerad sjuksköterska med specialistsjuksköterskeexamen inriktning mot operationssjukvård.
<https://swenurse.se/download/18.195d317b174e42a02b4f120/1601987746648/Kompetensbeskrivning%20avancerad%20niv%C3%A5%20specialistsjuksk%C3%B6terska%20inom%20operationssjukv%C3%A5rd.pdf>

Rosén, M (2017). Systematisk litteraturöversikt. I M, Henricson. (Red.), *Vetenskaplig teori och metod- från idé till examination inom omvårdnad* (2:a upplagan., s. 375 - 389). Studentlitteratur AB.

*Sadeghian, P., Sköldenberg, O., Tammelin, A., Rahimi Hosseini, A., & Sadrizadeh, S. (2021). Numerical investigation of the impact of warming blankets on the performance of

ventilation systems in the operating room. *Advances in Building Energy Research*, DOI: [10.1080/17512549.2021.2009911](https://doi.org/10.1080/17512549.2021.2009911)

Sadrizadeh, S., Aganovic, A., Bogdan, A., Wang, C., Afshari, A., Harmann, A., Croitoru, C., Khan, A., Kriegel, M., Lind, M., Liu, Z., Melikov, A., Mo, J., Rotheudt, H., Yao, R., Zhang, Y., Abouali, O., Langvatn, H., Sköldenberg, O., Cao, G. (2021). A systematic review of operating room ventilation. *J. Build Eng.*, 40. P. 102693. DOI: 10.1016/j.jobe.2021.102693.

Sandelowski M. (2008). Reading, writing and systematic review. *Journal of Advanced Nursing*, 64(1), 104–110. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2008.04813.x>

*Shirozu, K., Kai, T., Setoguchi, H., Ayagaki, N., & Hoka, S. (2018). Effects of Forced Air Warming on Airflow around the Operating Table. *Anesthesiology*, 128(1), 79–84. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000001929>

SKR. (2021). <https://skr.se/halsasjukvard/patientsakerhet/vardrelateradeinfektioner.746.html>

Socialstyrelsen. (2022). *Vad är patientsäkerhet?* <https://patientsakerhet.socialstyrelsen.se/om-patientsakerhet/vad-ar-patientsakerhet/>

Socialstyrelsen. (2020). *Vårdhygien*. <https://www.socialstyrelsen.se/kunskapsstod-och-regler/omraden/varldhygien/>

*Sunagawa, S., Koseki, H., Noguchi, C., Yonekura, A., Matsumura, U., Watanabe, K., & Osaki, M. (2020). Airborne particle dispersion around the feet of surgical staff while walking in and out of a bio-clean operating theatre. *The Journal of Hospital Infection*, 106(2), 318–324. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2020.07.016>

Statens beredning för medicinsk och social utvärdering. (2020). SBU's metodbok. <https://www.sbu.se/metodbok?pub=48286>

*Stauning, M. T., Bediako-Bowan, A., Andersen, L. P., Opintan, J. A., Labi, A. K., Kurtzhals, J., & Bjerrum, S. (2018). Traffic flow and microbial air contamination in operating rooms at a

major teaching hospital in Ghana. *The Journal of Hospital Infection*, 99(3), 263–270.

<https://doi.org/10.1016/j.jhin.2017.12.010>

Svenska Institutet för Standarder. (2015). Teknisk specifikation, SiS-TS 39:2015. Stockholm:

Swedish standards Institute. <https://www.sis.se/api/document/preview/105529/>

Svensk förening för vårdhygien. (2021). *Hög luftfuktighet – påverkan på sterilt gods och förslag till åtgärder*. [https://s3-eu-west-](https://s3-eu-west-1.amazonaws.com/static.wm3.se/sites/16/media/602468_H%C3%B6g_luftfuktighet_p%C3%A5verkan_p%C3%A5_sterilt_goods_och_f%C3%B6rslag_till_%C3%A5tg%C3%A4rder.pdf?1623228801)

[1.amazonaws.com/static.wm3.se/sites/16/media/602468_H%C3%B6g_luftfuktighet_p%C3%A5verkan_p%C3%A5_sterilt_goods_och_f%C3%B6rslag_till_%C3%A5tg%C3%A4rder.pdf?1623228801](https://s3-eu-west-1.amazonaws.com/static.wm3.se/sites/16/media/602468_H%C3%B6g_luftfuktighet_p%C3%A5verkan_p%C3%A5_sterilt_goods_och_f%C3%B6rslag_till_%C3%A5tg%C3%A4rder.pdf?1623228801)

Svensk sjuksköterskeförening. (2010). *Vårdmiljöns betydelse*.

<https://swenurse.se/download/18.21c1e38d175977459261545a/1605101845570/V%C3%A5rdmilj%C3%B6ns%20betydelse.pdf>

Svensk sjuksköterskeförening. (2016). *Säker vård – en kärnkompetens för vårdens samtliga professioner*.

<https://swenurse.se/download/18.1dbf1316170bff6748cd964/1584345995743/s%C3%A4ker%20v%C3%A5rd%202016.pdf>

Söderström, Å. (2015). *Grunderna i operationssjukvård* (1. uppl.). Studentlitteratur AB.

Thodelius, C., Widmark, J., Lindahl, G., Adam, A. (2021). *Framtidens vårdbyggnadsstruktur*.

En rapport från Chalmers Centrum för vårdens arkitektur Publikation 2021:1.

<https://www.chalmers.se/SiteCollectionDocuments/Centrum/CVA%20Centrum%20f%C3%B6r%20V%C3%A5rdens%20Arkitektur/publikationer/2020/Framtidens%20v%C3%A5rdbyggnadsstruktur%20CVA%20rapport.pdf>

*Teter, J., Guajardo, I., Al-Rammah, T., Rosson, G., Perl, T. M., & Manahan, M. (2017).

Assessment of operating room airflow using air particle counts and direct observation of door openings. *American Journal of Infection Control*, 45(5), 477–482.

<https://doi.org/10.1016/j.ajic.2016.12.018>

von Vogelsang, A. C., Swenne, C. L., Gustafsson, B. Å., & Falk Brynhildsen, K. (2019). Operating theatre nurse specialist competence to ensure patient safety in the operating theatre: A discursive paper. *Nursing Open*, 7(2), 495–502. <https://doi.org/10.1002/nop2.424>

Vårdhandboken. (2022). *Förvaring*. <https://www.vardhandboken.se/vardhygien-infektioner-och-smittspridning/desinfektion-och-sterilisering-av-produkter/medicintekniska-produkter-med-specificerad-mikrobiell-renhet/forvaring/>

Vårdhandboken. (2022). *Operationsavdelning*. <https://www.vardhandboken.se/vardhygien-infektioner-och-smittspridning/operationssjukvard/operationsavdelning/>

Vårdhandboken. (2022). *Smitta och infektioner*. <https://www.vardhandboken.se/vardhygien-infektioner-och-smittspridning/operationssjukvard/smitta-och-infektioner/>

Weston, D. (2013). *Vårdhygien för sjuksköterskor*. (1. uppl.). Studentlitteratur AB.

Wiklund Gustin, L. & Bergbom, I. (red.) (2017). *Vårdvetenskapliga begrepp i teori och praktik*. (Andra upplagan). Lund: Studentlitteratur AB. kap författare: Camilla Ylikangas. 269–280. Miljö - ett vårdvetenskapligt begrepp.

World Health Organization. (2018). *Global guidelines for the prevention of surgical site infection*, 2nd ed. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/277399>.

World Health Organization. (2006). *Bridging the “Know–Do” Gap Meeting on Knowledge Translation in Global Health*. Geneve: WHO.

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. <https://doi.org/10.1510/icvts.2009.227116>

Bilaga 1 (2)

Sökschema

PubMed

Datum	Sökord	Begränsningar	Antal träffar	Relevanta artiklar (Dubletter)
3/3	(Operating room*[Title/Abstract] OR Operation room*[Title/Abstract] OR operating theatre*[Title/Abstract] OR Operation theatre*[Title/Abstract]) OR ("Operating Rooms"[Mesh])		4422	
3/3	((("Ventilation"[Mesh]) OR (Air-condition*[Title/Abstract] OR air condition*[Title/Abstract] OR air quality[Title/Abstract] OR airflow[Title/Abstract] OR air-quality[Title/Abstract] OR air-flow[Title/Abstract])) OR ("Environment, Controlled"[Mesh]))		37,495	
3/3	(infection*[Title/Abstract] OR post operative[Title/Abstract] OR post-operative[Title/Abstract] OR postoperative[Title/Abstract] OR post surgery*[Title/Abstract]) OR (("Wound Infection"[Mesh]) OR "Surgical Wound Infection"[Mesh])		216,031	
3/3	((((infection*[Title/Abstract] OR post operative[Title/Abstract] OR post-operative[Title/Abstract] OR postoperative[Title/Abstract] OR post surgery*[Title/Abstract]) OR (("Wound Infection"[Mesh]) OR "Surgical Wound Infection"[Mesh])) AND (((("Ventilation"[Mesh]) OR (Air-condition*[Title/Abstract] OR air condition*[Title/Abstract] OR air quality[Title/Abstract] OR airflow[Title/Abstract] OR air-quality[Title/Abstract] OR air-flow[Title/Abstract])) OR ("Environment, Controlled"[Mesh]))) AND ((Operating room*[Title/Abstract] OR Operation room*[Title/Abstract] OR operating theatre*[Title/Abstract] OR Operation theatre*[Title/Abstract]) OR ("Operating Rooms"[Mesh]))	Engelska, Ariklar publicerade mellan 2017 – 2022	58	11

CINAHL

Datum	Sökord	Begränsningar	Antal träffar	Relevanta artiklar (dubbletter)
3/3	((MM "Infection+") OR (MM "Infection Control+")) OR ("postoperative infection" OR post surgery OR post operative OR post-operative) OR (wound infection OR infection prevention OR surgical site infection OR surgical wound)		320,655	
3/3	(MM "Ventilation+") OR (Air condition OR air-condition OR aircondition OR air flow OR airflow OR air quality) OR (air-flow OR air-quality)		18,647	
3/3	"operation room" OR "operation theatre" OR "operating room" OR "operating theatre"		18,337	
3/3	((MM "Infection+") OR (MM "Infection Control+")) OR ("postoperative infection" OR post surgery OR post operative OR post-operative) OR (wound infection OR infection prevention OR surgical site infection OR surgical wound) AND (MM "Ventilation+") OR (Air condition OR air-condition OR aircondition OR air flow OR airflow OR air quality) OR (air-flow OR air-quality) AND "operation room" OR "operation theatre" OR "operating room" OR "operating theatre"	Engelska, Full text, 2017 - 2022	57	13 (4)

EMBASE

Datum	Sökord	Begränsningar	Antal träffar	Relevanta artiklar (dubbletter)
3/3	'air conditioning'/exp OR 'air quality'/exp OR 'airflow'/exp OR ventilation:ti,ab,kw OR 'air quality':ti,ab,kw OR 'air flow':ti,ab,kw		297,439	
3/3	'operating room'/exp OR 'operation room':ti,ab,kw OR 'operation theatre':ti,ab,kw OR 'operating theatre':ti,ab,kw		49,282	
3/3	'infection'/exp OR 'infection control':ti,ab,kw OR 'surgical infection':ti,ab,kw OR 'postoperative infection':ti,ab,kw OR 'wound		4,116,300	

	infection':ti,ab,kw OR 'infection prevention':ti,ab,kw OR 'surgical wound':ti,ab,kw OR 'post surgery infect':ti,ab,kw			
3/3	'air conditioning'/exp OR 'air quality'/exp OR 'airflow'/exp OR ventilation:ti,ab,kw OR 'air quality':ti,ab,kw OR 'air flow':ti,ab,kw AND 'operating room'/exp OR 'operation room':ti,ab,kw OR 'operation theatre':ti,ab,kw OR 'operating theatre':ti,ab,kw AND'infection'/exp OR 'infection control':ti,ab,kw OR 'surgical infection':ti,ab,kw OR 'postoperative infection':ti,ab,kw OR 'wound infection':ti,ab,kw OR 'infection prevention':ti,ab,kw OR 'surgical wound':ti,ab,kw OR 'post surgery infect':ti,ab,kw	2017 – 2022, Endast artiklar, endast EMBASE artiklar.	34	4

Web Of Science

Datum	Sökord	Begränsningar	Antal träffar	Relevanta artiklar
3/3	(((((TS=(ventilation)) OR TS=(air-condition)) OR TS=(aircondition)) OR TS=(air condition)) OR TS=(airflow)) OR TS=(air-flow)) OR TS=(air flow)) OR TS=(air-quality)) OR TS=(air quality)		585,609	
3/3	((TS=(operation room)) OR TS=(operation theatre)) OR TS=(operating room)) OR TS=(operating theatre)		75,770	
3/3	(((((TS=(Infection)) OR TS=(Infection Control)) OR TS=(postoperative infection)) OR TS=(post surgery)) OR TS=(post operative)) OR TS=(post-operative)) OR TS=(wound infection)) OR TS=(infection prevention)) OR TS=(surgical site infection)) OR TS=(surgical wound)		1,899,382	
3/3	(((((TS=(ventilation)) OR TS=(air-condition)) OR TS=(aircondition)) OR TS=(air	Engelska, 2017-2022, open access	182	19 (6)

	<p>condition)) OR TS=(airflow)) OR TS=(air-flow)) OR TS=(air flow)) OR TS=(air-quality)) OR TS=(air quality) AND (((TS=(operation room)) OR TS=(operation theatre)) OR TS=(operating room)) OR TS=(operating theatre) AND (((((((TS=(Infection)) OR TS=(Infection Control)) OR TS=(postoperative infection)) OR TS=(post surgery)) OR TS=(post operative)) OR TS=(post-operative)) OR TS=(wound infection)) OR TS=(infection prevention)) OR TS=(surgical site infection)) OR TS=(surgical wound)</p>			
--	---	--	--	--

Bilaga 2 (2)

Litteraturmatrix

Inkluderade artiklar beskrivna utifrån författare, titel, land, syfte, metod, resultat och kvalitet.

Författare, År, Ref, Land	Syfte	Metod	Typ av ventilation	Resultat	Kvalitet
Annaqeeb 2021 (Annaqeeb et al., 2021) Norge	Att använda djup registreringsavkännings teknologi för att identifiera operationspersonalens aktiviteter och undersöka effekten på spridningen av luftburen mikroorganismkontamination i operationssalen.	Fall-kontrollstudie Tre simulerade operationer genomfördes där rörelser från sex deltagare mättes. CFU/m ³ på agar plattor mättes genom passiv luftprovstagning. Övervakades med Microsoft Kinect Xbox. Analys av aktivitet gjordes med Matrix Array. Databearbetning gjordes med sammanslagning, datafusion och skapande av en aktivitetskarta.	Mixad ventilation	Bakterie kontaminationsnivåer tenderade att korrelera med högre aktivitetsnivåer. De högsta aktivitetsnivåerna var runt operationsbordet när patienten positionerades och runt instrumentbordet under det kirurgiska ingreppet. Platser med hinder hade den högsta CFU-densiteten, vilket indikerar att luftflödesmönster är viktiga i sådana utrymmen Signifikant högre CFU nivåer vid aktivitet sågs.	Godkänd
Birgand 2019. (Birgand et al., 2019). Frankrike	Att observera och mäta personalens rörelser och dörrarnas påverkan på ventilationen i en operationssal.	Observationsstudie Studien utfördes i 13 operationssalar på 10 sjukhus under 62 operationer. Antal dörröppningar mättes genom sensorer placerade på dörrarna. Åtta infraröda kameror användes för att mäta personalens rörelser. Under varje ingrepp mättes luftens partiklar och CFU/m ³ samlades aktivt på agar plattor. Partiklar mättes kontinuerligt med en photodetection apparat. Analysmetod utfördes med linear mixed model	Turbulent ventilation	Varje öppning av dörr ökade antalet partiklar av storleken 0.3 µm (P=0.01) och mikrobiell ökning (P=0.03) men bidrog inte till en signifikant ökning av kontaminering i operationssåret. Antalet personer (P <0.01) och deras aktivitet (P <0.01) ökade antalet partiklar.	Godkänd
Cao 2022. (Cao et al., 2022). Norge	Att undersöka om det gick att uppnå en ultraren operationssal med <10 CFU/m ³ med mixad ventilation genom att använda rätt kläder.	Observationsstudie. Mätningar gjordes under skenoperationer som utfördes i en riktig operationssal. Den bakteriella koncentrationen samlades aktivt in nära operationsfältet under fem skenoperationer. Fem olika kläder användes. Luftkvaliteten mättes genom aktiv	Mixad ventilation	Kirurgisk aktivitet tillsammans med vilken sorts kläder som bars av personalen visade sig vara den största orsaken till högre CFU/m ³ under operationen. Det gick att uppnå ultraren luft.	Godkänd

		luftinsamlare på agar-plattor. Sex deltagare deltog. Analysmetod framgick inte i studien.			
Cao 2018 (Cao et al., 2018). Norge	Att undersöka luftflödet i närheten av patienten under ortopediska operationer med LAF-ventilation.	Observationsstudie Experimentella mätningar utfördes under fyra operationer utan en riktig patient. Lamporna placerades i nya lägen till varje experiment. Luftens flöde på operationssalen mättes. MATLAB (contourf function) användes för analys.	LAF ventilation	Ventilationens lufthastighet stördes signifikant av lampor placerade i horisontellt läge. Lamporna hindrade luften och minskade lufthastigheten över hela operationsbordet. Hastigheten gick ner till 0.12 m/s från 0.3 m/s.	Godkänd
Fu Shaw 2018. (Fu Shaw et al., 2018). Taiwan	Att genom aktiva provtagningsmetoder bedöma antalet CFU/m ³ för att förstå vilka faktorer som påverkar kontamineringen av luften på en operationssal.	Observationsstudie. Genomfördes i 28 operationssalar och från 250 operationer. En tryckluftprovtagare användes för att samla prover om luften och odla på agarplattor. Regression analys, T-test och Pearson correlation analys användes. P-värden under 0.05 var signifikanta.	Vertikalt laminär ventilation	Studien fann att antalet CFU i bra ventilerade operationssalar var låg. Antalet personer på operationssalen ökade antalet CFU med 4.39 CFU/m ³ (P=0.018). För varje grad det blev varmare ökade antalet med 9.4 CFU/m ³ (P=0.005). Signifikant ökning hade surgical staging (r= 0.346, P=0.001).	Godkänd
Knudsen 2021. (Knudsen et al., 2021) Danmark	Att jämföra LAF och TAF ventilation men också att undersöka om ett ökat antal personer och dörröppningar hade inverkan på antalet CFU/m ³ .	Observationsstudie. Samlade aktivt och passivt in tester på luften i operationssalen som sedan odlades på agarplattor. 17 operationssalar med antingen LAF eller TAF ventilation. Totalt 51 operationer. Analysmetod var Mann-Whitney U-test och negativ binomial regression.	LAF och Turbulent ventilation.	LAF sänkte antalet CFU/m ³ i jämförelse med TAF under operationen (P=<0.001). Antalet dörröppningar och antalet personer hade ingen signifikant inverkan på antalet CFU/m ³ (P=0.05).	Godkänd
Lansing 2021. (Lansing et al., 2021). USA	Att mäta luftpartiklar och CFU jämfört med dörröppningar på en ortopedisk operation. Implementering av en automatisk dörröppnings räknare utfördes.	Studien jämförde den mikrobiella bördan på en kontroll-operationssal utan trafik och dörröppningar med en simulerad operationssal med trafik som på en ortopedisk operation. Luftpartiklar mättes och CFU/m ³ på 3 olika agar plattor användes.	Framgår ej vilken ventilation	Fler dörröppningar ledde till mer luftburna bakterier och bakterier som hamnade på ytor. Partiklar >5 µm var 29x högre i den simulerade operationssalen vilket var en signifikant ökning. Antalet CFU på odlingsplattorna var högre i den simulerade salen.	Godkänd

		Dataanalysen jämförde simulerade-OP och kontroll-OP med jämförelse av partiklar och CFU.			
Montagna 2019. (Montagna et al., 2019) Italien	Att utvärdera luftkvaliteten i ortopediska operationssalar i sydöstra Italien för att fastställa nivån av bakteriell kontaminering som en riskfaktor för postoperativa infektioner.	35 sjukhus med ortopediska operationer deltog. Luften provtogs passivt och aktivt innan operationerna började för dagen (i vila) och 15 minuter efter att det kirurgiska snittet lagts (i drift). Bakterieantal, partikelstorlek, blandade vs turbulenta luftflödessystem, antal dörrar, antal dörröppningar under procedurer och antal personer på operationssalen analyserades. Wilcoxon's och Kruskal-Wallis test, Conover test. Spearman's correlation coefficient. Chi-square och Fisher's exact test.	Mixed och turbulent ventilation.	Ingen bakteriell kontaminering hittades i vila under alla provtagningar. Signifikant ökning av bakteriell kontamination observerades när jämförelser av "at rest" och "in operation" gjordes. Ingen signifikant skillnad när 0.5 µm mättes mellan de olika ventilationssystemen. Signifikant korrelation sågs för partiklarna > 5 µm i mixad ventilation (P=0.0158).	Godkänd
Noguchi 2017. (Noguchi et al., 2017). Japan	Att identifiera faktorer som påverkar antalet partiklar i luften i en operationssal.	Laser partikelräknare användes. Två operationssjuksköterskor och två kirurger utförde tre olika rörelsemönster för att härma en riktigt operation. Envängs analys med jämförelsetest. Tukey-Kramer ochh Bonferroni-Dunn tester. Med SPSS version 22.0. Signifikant definierades (P< 0.01).	LAF ventilation.	Ett stort antal partiklar sågs när operationsrocken togs på och samt vid avtagande av handskar. De flesta partiklarna var 0.3 µm – 0.5 µm. Med hjälp av LAF så föll partiklarna ner sakta. Partiklarna med storleken 0.3 - 2.0 µm var signifikant lägre under LAF (P > 0.01)	Godkänd
Pasquarella 2020. (Pasquarella et al., 2020). Italien	Att undersöka mikroklimat, mikrober i luften och CFU under två olika operationer där personalen på ena operationen uppförde sig "korrekt" och sedan inkorrekt.	Experiment Samlade in mikroorganismer både aktivt och passivt. Odlades på agarplattor och partiklar räknades. Mätte luftfuktighet, temperatur och koldioxidkoncentration. Två simulerade operationer och sju deltagare. Bessel's korregering användes för analys av data.	Konventionell ventilation	När personalen uppträdde inkorrekt ökade antalet CFU/m3 och partiklar i luften.	Godkänd
Perez 2018. (Perez et al., 2018). USA	Att mäta miljöns förorening i en operationssal	Observationsstudie. Agar plattor placerade inne på operationssalen under 48	LAF ventilation	Ett ökat antal dörröppningar bidrog till en statistisk ökning av CFU (P= 0.03), utanför LAF (P=0.0012) och	Godkänd

	orsakade av dörröppningar.	operationer under 6 veckor. Mikrobiologer räknade antalet CFU på plattorna. Wilcoxon 2-sample test. Univariate linear regression.		innanför LAF (P=0.73). Inom LAF var det antalet personer som ökade CFU/m ³ mest (P=0.03).	
Rezapoor 2018. (Rezapoor et al., 2018). USA	Att undersöka hur dörröppningar och antalet personer påverkar partiklar i en operationssal med LAF på och av.	Observationsstudie Först räknades partiklar i operationssalen och sedan räknades partiklar var 15e minut medan 9 personer gick in på salen. Sedan öppnades och stängdes dörren 4 gånger under 15 minuter. Utförde samma med LAF på och LAF avstängd. Simple linead regression. Statistisk analys genom R3.3.1. Alpha level 0.05 användes för att se signifikans.	LAF ventilation	Med LAF på minskade partiklarna signifikant per person från 211,19 till 18.19 partiklar/m ³ (P=0.001). När LAF var avstängt sågs en signifikant ökning av partiklar i korrelation till antal personal (P=0.001). Med LAF på minskade partiklarna från dörröppningar (P=0.017).	Godkänd
Sadeghian 2021 (Sadeghian et al., 2021). Sverige	Att undersöka hur värmetycken påverkade två olika ventilationssystem, enkelriktat flöde och mixad ventilation i en operationssal.	Experiment. Nioskylddockor användes i operationssalen. All kirurgisk utrustning till ett ortopediskt ingrepp var närvarande. Två olika värmetycken användes; FAW-blanket och conductive warming blanket. Simulerade fyra fall. Mätte partiklar och hur luften rörde sig. Reynolds-Averaged Navier-Stokes tillvägagångssätt.	Undirectiona l och mixad ventilation.	Resultatet visade att värmetycken ökade temperaturen kring såret men luften som värmer täcket kan vara kontaminerat med mikroorganismer. Det leder till ökad kontamination i såret.	Godkänd
Shirozu 2018. (Shirozu et al., 2018). Japan	Att se hur luften förändrades när värmetycken användes under LAF.	Observationsstudie. På ett sjukhus på en operationssal undersöktes förändringar i luften av en lower body forced air warming device. Tittade med rök och laser. Använde sig a luftflödes analys WASP-007N; Sonic Corporation.	LAF ventilation	Värmetyckenas påverkan på luften motverkades av LAF. Hade ingen signifikant påverkan.	Godkänd
Stauning 2018. (Stauning et al., 2018). Ghana	Att bedöma mikrobiell luftpåverkan på ett sjukhus i Ghana i korrelation till hur	Observationsstudie. Aktiv uppsamling av luft under 124 kirurgiska ingrepp. Antal dörröppningar, antal personer närvarande och	Non-laminar ventilation användes på operationssalarna.	För varje person som var närvarande ökade CFU/m ³ signifikant med 2,5% (P=0.001) och för varje gång dörren öppnades ökade den	Godkänd

	många dörröppningar och personer som närvarade. Även att dokumentera varför dörrar öppnades.	varför dörrar öppnades observerades. Multivariable linear mixedeffect model. R version 3.4.1. Analys av variance and post.hoc testing by Tukey's multiple comparisons of means.		med signifikant 0.2% (P=0.02). De operationer som hade högst CFU/m ³ hade även flest dörröppningar och flest personer närvarande.	
Sunagawa 2020. (Sungawa et al., 2020) Japan	Att identifiera hur partiklar beter sig runt fötterna på den kirurgiska personalen när de går in och ut från en operationssal.	Observationsstudie. Två läkare och två sjuksköterskor gick in och ut ur en operationssal med LAF, individuellt och som en grupp. Partiklarna var sedan filmade med ett fine-particle visualization system. Partiklarna räknades sedan med laser particle counter. Allt repeterades 5 gånger. Post hoc Tukey-Kramer och Bonferroni-Dunn tester. All data analyserades med SPSS version 22.0.	LAF-ventilation	När deltagarna gick individuellt rördes många partiklar upp och föll från skorna. De rördes upp i luften pga. ett turbulent sug precis bakom personen. Det gick att se signifikant ökning av partiklarna när deltagarna gick i grupp (P<0.01). Partiklarna flög då upp över instrumentbordet.	Godkänd
Teter 2017. (Teter et al., 2017). USA	Att undersöka om partiklar ökade i samband med trafik, dörröppningar och vanliga aktiviteter på operationssalen.	Observationsstudie Under en vecka, undersöktes partiklar i luften i en operationssal under sju operationer, samt hur personalen rörde sig. De mätte partiklarna i luften var femte minut. Dörröppningar analyserades – hur många och varför. Analysering skedde genom Stata IC 12.1, parametric statistics och jämfördes med Student t test och analyses of variance.	Framgick ej vilken ventilation som användes	Partiklarna i luften ökade med 13% när en dörr öppnades men var inte statistisk signifikant (P<0.125). Partiklar analyserades och en signifikant ökning av de med storleken >0.5 u (P<0.001). Även större partiklar 1, 5, 10 och 25 u ökade signifikant när dörren öppnades ut i korridoren (P< 0.001).	Godkänd