



Implementering av Radiofrekvensidentifiering i Sjukhusmiljön samt Individuell Instrumenthantering

Instrument och Sterilteknikerutbildningen 315 yhp, 2021

YrkesAkademin AB

Författare: Yaojiayin Zhang

Handledare: Christina Bunne

Examensarbete/ Instrument och Steriltekniker, 315 YH poäng vid YrkesAkademin AB, 2021.

Författare: Yaojiayin Zhang

Antal sidor: 21

Titel: Implementering av Radiofrekvensidentifiering i Sjukhusmiljön samt Individuell Instrumenthantering

Handledare: Christina Bunne

Datum: 2021-10-03

Sammanfattning

Enligt Medical Device Regulation (MDR) (2017) måste alla medicintekniska produkter på EU-marknaden vara märkta med en unik produktidentifiering (UDI) senast 2025. UDI måste presenteras i två format på etiketten, ett i textformat dvs. *human readable interface* (HRI) och ett i automatiserad identifiering för datafångst (automated identification for data capture, AIDC) format. Som ett av AIDC format har radiofrekvensidentifiering (RFID) tillämpats i olika branscher, till exempel har RFID använts för att spåra mejeriprodukter, nötkreatur och nötkött i livsmedelsindustrin. När det gäller sjukhusmiljön kan implementering av RFID ge stora fördelar. Baserat på tidigare studier kommer detta examensarbete att presentera de vanliga tillämpningsområdena för RFID i sjukhusmiljön, och tillämpningen av RFID i den individuella instrumenthanteringen. Målet är att presentera både fördelar och hinder för implementering av RFID.

Nyckelord

Radiofrekvensidentifiering (RFID), sjukhusmiljön, identifiering, spårbarhetssystem, individuell instrumenthantering

Innehållsförteckning	Sida
Bakgrund	4
Syfte och Mål	4
Metod	5
Resultat	5
Diskussion	16
Sammanfattning	17
Källförteckning	18

Bakgrund

GS1 (2009) iddefinierar spårbarhet som en förmåga att spåra produktens status under varje enskilt skede, dvs. var den produkten ska finnas och var den har varit. Ett spårbarhetssystem i sjukhusmiljön kan vara ett användbart verktyg för att säkerställa patientsäkerheten eftersom det gör det möjligt att spåra instrumentens status i olika stadier och spåra instrumentens användningshistoria, applikation eller plats.

Dessutom kan ett sådant system förbättra kommunikationen mellan operationssal (OR) och steriltekniska enhet (STE), det kan förhindra monteringsfel och kvarhållna kirurgiska instrument (retained surgical instruments, RSI). En bättre vård kan tillhandahållas eftersom spårbarhetssystemet också kan underlätta effektiv logistik- och lagerhantering (Moatari-Kazerouni och Bendavid 2016).

Olika spårbarhetstekniker har tillämpats i sjukhusmiljön. Som en form av AIDC använder RFID radiovågor och möjliggör datainsamling och överföring utan mänskligt ingripande. Denna realtidsdatatillgänglighet för RFID gör att sjukhus kan spåra patienter, personal, tillgångar, instrument och därmed förbättra arbetseffektiviteten (Yao, Chu och Li 2012).

Däremot har få studier diskuterat RFID implementering av individuell kirurgisk instrumenthantering. För att ytterst säkerställa patientsäkerheten är individuell hantering av kirurgiska instrument avgörande både före och efter operationen. Dessutom bör ingen felplacering av instrument i en container inträffa (Hanada et al. 2015).

Spårning av enskilda instrument kan förbättra arbetsdrift och logistisk effektivitet, förbättra identifieringsprocessen, minska manuella arbeten (t.ex. skanna objekt) och mänskliga fel (t.ex. felräkning, felplacering), samt underlätta effektiv användning av instrument, minska kostnaderna för instrumentuthyrning och inköp och förhindra instrumentförlust. Därför kan arbetsbelastningen på STE minskas enormt (Moatari-Kazerouni och Bendavid 2016). Dessutom kan data som genereras från RFID kvantifieras för att granska tidigare okänd information för att underlätta förbättring av arbetsprocessen (Booth et al. 2006).

Syfte och Mål

Detta examensarbete presenterar och sammanfattar tidigare studier om tillämpning av RFID för individuell instrumenthantering. Den första delen diskuterar grundbegreppet RFID, den andra delen går igenom den allmänna tillämpningen av RFID i sjukhusmiljön. Den tredje delen presenterar de uppdaterade studierna om RFID och individuell instrumenthantering, följt av en sammanfattning om fördelar och hinder för RFID-implementering. Forskningsändamålet är att presentera befintliga studier om RFID implementering på individuell instrumenthanteringsnivå. Frågeställningen är vilka pilotstudier har gjort gällande forskningsämne och var de handlade om, samt vad är fördelar och hinder med implementering av RFID.

Metod

Eftersom sjukhus i Sverige fortfarande är i ett tidigt skede av att implementera RFID, är forskningsmetoden i detta examensarbete där för att granska publicerade, fackgranskade akademiska artiklar om implementering av RFID i sjukhusmiljön, särskilt de studier som fokuserade på RFID och individuell instrumenthantering. Alla artiklar nås via Lunds universitets biblioteks online-söksystem. Sökord är t.ex. "RFID", "vård", "kirurgiskt instrument" och "sterilisering". Granskade artiklar är från olika akademiska tidskrifter samt konferenspresentationer om forskningsämnet. Olika akademiska databaser t.ex. IEEE Xplore, ScienceDirect, NCBI, NIH och Springer används för åtkomst till artiklarna.

Resultat

Radiofrekvensidentifiering (RFID)

RFID har en hårdvara och en "mellanvara" (middleware). Hårdvaran innehåller tagg, antenn och läsare. Tagg lagrar det märkta objektets unika identifikationsnummer (UDI) och kan bäddas in eller fästas på objektet för identifiering och spårning.

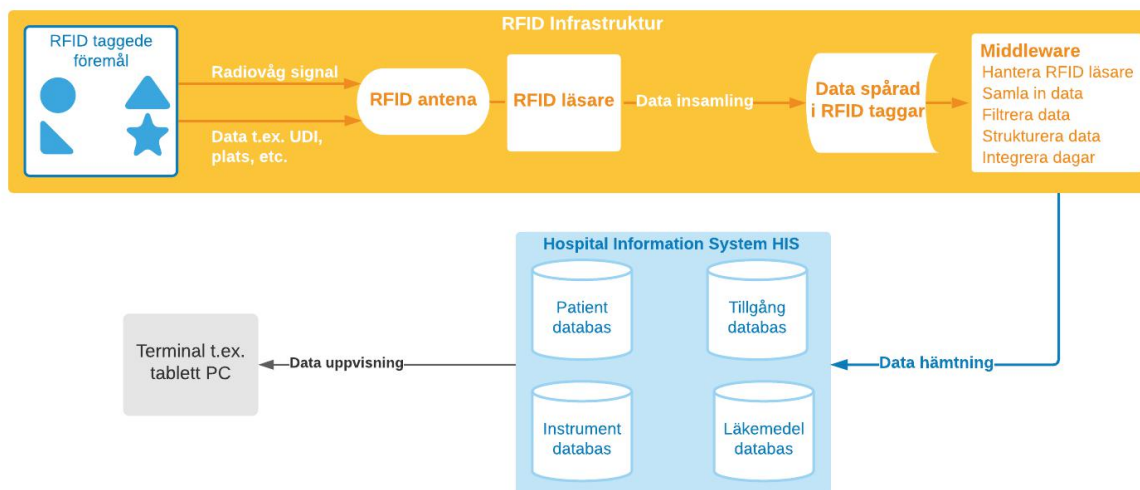
Det finns två typer av RFID -taggar: passiva och aktiva taggar. De passiva taggarna används främst för identifiering, de måste triggas av RFID infrastruktur för beräkning av plats. Ingen energikälla behövs för de passiva taggarna så de är mer flexibla vad gäller storlek och form. En dyr och dedikerad infrastruktur behövs dock och de passiva taggarna har ett begränsat läsintervall. Moatari-Kazerouni och Bendavid (2016) diskuterade att passiva "ultrahögfrekventa" (ultra high frequency, UHF) RFID taggar är lämpliga för sjukhusmiljön eftersom de har relativt låga kostnader och kan möjliggöra multi-läsning (multi read).

De aktiva taggarna används huvudsakligen för spårning, de har datalagringskapacitet och kan möjliggöra tvåvägs dataöverföring. De aktiva taggarna kan ge mer exakt information om lokalisering med en begränsning i form av större storlek på grund av energikällan (Yao, Chu och Li 2012, Abugabah, Nizamuddin och Abuqabbeh 2020, Booth, Frisch och Miodownik 2006).

RFID antennen är också en RFID tagg-detektor. RFID antennen är viktig för datakommunikation mellan taggarna och läsaren, eftersom radiofrekvenssignaler skickas till taggarna från läsaren via antennen (Ting och Tsang 2012).

RFID läsaren kan antingen vara bärbar, till exempel en "pistol" som gör att personal kan bära den till olika platser, eller så kan den monteras på vagnar. Data som registreras av läsaren kan överföras till datahanteringssystemet via kommunikationsnätverket (Moatari-Kazerouni och Bendavid 2016). Läsaren kommunicerar med RFID taggarna med hjälp av radiofrekvensvågor som skickas via RFID antenner. De insamlade uppgifterna inkluderar t.ex. identifikationsbevis, data krypterade i taggar och taggars placering (Abugabah, Nizamuddin och Abuqabbeh 2020). RFID läsaren skickar fångade data till RFID mellanvaran, som samlar, filtrerar och integrerar RFID data, vilket möjliggör en mer tydlig datakommunikation med de utsedda sjukhusdatabaserna, samt en datahämtning mellan RFID infrastrukturen och

sjukhusinformationssystemet (hospital information system, HIS) (Moatari-Kazerouni och Bendavid 2016). Figure 1 visar hur RFID infrastruktur kommunicerar med HIS.



Figur 1: RFID infrastruktur kommunicerar med HIS.

RFID implementering i sjukhusmiljön

Implementering av RFID teknik på sjukhus möjliggör identifiering i realtid, och spårning av märkta föremål, läkemedel, patienter samt sjukvårdspersonal. Det finns flera publicerade studier om RFID i sjukhusmiljön, de fem vanligaste tillämpningsområdena för RFID beskrivs enligt följande (Yao, Chu och Li 2012):

Spårning: RFID taggar används för att spåra tillgångar, patienter och nyfödda. Medicin kan också spåras med RFID implanterade flaskor för att förhindra förfalskning av läkemedel och missbruk.

Yao, Chu och Li (2012) presenterade exempel på olika RFID spårningssystem på sjukhus. Beth Israel Deaconess Medical Center, Boston, USA, använde Harvard Hybrid System med RFID för att spåra utrustning, patientsängar och volontärer. Bon Secours Richmond Health System, Virginia, USA, tillämpade RFID baserat realtids lokaliseringssystem som använde aktiv RFID teknik för att spåra 11, 000 tillgångar, och patienter på akutmottagning. San Raffaele sjukhuset, Milano, Italien, använde Intel Transfusion System med RFID teknik för att förbättra blodtransfusioner genom att identifiera blodpåsar, mottagare och personal. Swedberg (2018) presenterade att Toronto University Health Network använder ett realtids RFID aktiverat lokaliseringssystem för att underlätta infektionskontroll genom att spåra patienter, personal och utrustning.

Identifiering och verifiering: det är möjligt att implantera RFID taggar i patienters armband för att hjälpa sjukvårdspersonal att identifiera patienter och nyfödda, och för att komma åt patientens information såsom namn, födelsedatum etc. Wamba, Anand och Carter (2013)

presenterade hur The Seoul National University Bundang Hospital, Sydkorea, använder RFID teknik för att förbättra patienthanteringen. Ett annat exempel är endotrakealrör märkta med RFID taggar, vilket underlättar övervakning om rörens position är korrekt.

Avkänning: genom att tillämpa RFID-teknik kan realtidsdata samlas in och bedömas gällande t.ex. temperatur och luftfuktighet. Denna funktion är viktig för blodtillförsel och förvaring av sterila föremål (Yao, Chu och Li 2012).

Ingripande: RFID kan underlätta navigering för blinda patienter eller synskadade för att hitta vägar (Yao, Chu och Li 2012).

Varningar och utlösare: RFID tillämpas för att skydda patienter från farliga incidenter under operationer, blodtransfusioner och läkemedelsadministration. Studier är också utformade för att undersöka RFID och handhygienöverensstämmelse på sjukhus. Wamba, Anand och Carter (2013) presenterade hur The Royal Wolverhampton Hospitals National Health Service Trust i England använde ett RFID aktiverat lokaliseringssystem för att säkerställa att handhygienrutiner följs. Shiva Sagar och Krishnan (2020) designade ett RFID system för efterlevnad av handhygien för att övervaka sjukvårdspersonal.

Inbäddning av RFID i individuell instrumenthantering

Mycket få studier diskuterade fördelar som kombinerar RFID och den individuella kirurgiska instrumenthanteringen. Som Moatari-Kazerouni och Bendavid (2016) indikerade, kommer sådana fördelar från en förbättrad identifieringsprocess och en minskning av både manuellt arbete (t.ex. att skanna gods) och mänskliga fel (t.ex. felräkning, felplacering). Dessa fördelar kan i sin tur innebära en övergripande förbättring av arbetsprestanda.

Som nämnts ovan är individuellt hantering av kirurgiska instrument avgörande både före och efter en operation, och ingen felplacering av instrument i en container bör inträffa (Hanada et al. 2015). Inventeringar som görs av människor, dvs identifiering, verifiering och montering har en tendens att leda till fel t.ex. felplacering och förväxlingar eftersom personal på STE kanske inte känner till användningen av ett visst kirurgiskt instrument, eller att det är svårt för personal att skilja instrument med mindre skillnader. Sådana fel är ett hinder för en högkvalitativ sjukvård (Meiller et al. 2011, Zhu et al. 2019).

Av det anledning är det nödvändigt att utforma ett spårbarhetssystem för att eliminera packningsfel och i slutändan garantera patientsäkerheten. RFID kan automatiskt identifiera, spåra och scanna ut instrument och utrustning, samt underlätta eliminering av oklarhet kring ägandet av medicinska föremål mellan olika medicinska avdelningar, vilket är avgörande för en korrekt instrumenthantering (Zhu et al. 2019).

Ett RFID baserat spårbarhetssystem kan effektivisera användning av instrument, minska kostnaderna för instrumentuthyrning och -inköp samt förhindra instrumentförlust. Sjukvårdspersonal kan koncentrera sig på patientvård eftersom tiden för att spåra och räkna instrument minskar, så är det möjligt att leverera en bättre sjukvårdsservice (Moatari-Kazerouni och Bendavid 2016).

Studier av RFID -implementering i individuell kirurgisk instrumenthantering

Yamashita et al. (2008) föreslog individuell instrumenthantering med hjälp av keramiska RFID taggar. Att hantera instrument individuellt kan förhindra räkningsfel och förutsäga instrumentskador genom att registrera användningshistoria. För att förverkliga individuell instrumenthantering utvecklades en keramisk RFID tagg. De keramiska RFID taggarna testades sedan för att undersöka motstånd och tolerans. Tabell 1 visar de genomförda testerna och testresultaten.

Typ av test	Testresultat
steriliseringstest genom upprepning: 50 taggar, 127 grader C, steriliseringstiden är 30 minuter och upprepas 50 gånger.	1 tagg bryts ner i början av den andra repetitionen.
test med hög temperatur: 20 taggar testades med 200 grader C totalt 300 timmar.	Inga problem hittades. Ingen extern formändring.
ultraljudstest: 20 taggar testades med ultraljudsprocess med 28 kHz frekvens, uteffekt på 150 W och upprepning.	Inga problem hittades. Ingen extern formändring.
högtryckstest: 10 taggar testades 150 gånger under trycket 150 kilogram-kraft (kgf).	Inga problem hittades. Ingen extern formändring.

Tabell 1: testresultat på RFID taggar presenterade av Yamashita et al. (2008).

Sawa och Kamasu (2013) presenterade SIMSAFE systemet (Surgical Instruments Safety system) som antogs på Shimane University Hospital, Japan, där 20, 000 instrument hanteras av RFID taggar (figur 2, Sawa och Kamasu 2013). Syftet var att förhindra att inga instrument lämnas inuti patientens kropp, att inga instrument saknas eller är felplaceras. Systemet förlitar sig på RFID för att upptäcka och hitta platser för varje enskilt instrument från OR och STE.

De samlade fördelarna är: 1), ökad effektivitet och produktivitet; 2), minskning av förberedelsetiden; 3), förbättrad kvalitetskontroll på instrument galler; 4), eliminering av fel; 5), optimerad logistik och 6), enkel datahämtning. SIMSAFE systemets arbetsflöde visas i figur 3.

SIMSAFE systemet har studerats ytterligare genom att undersöka på vilket sätt data som samlats in med RFID taggar förbättrade effektiviteten för instrumenthantering och det övergripande arbetsflödet (Hanada et al. 2015). Resultatet visade till exempel att handräkning före operationen inte längre behövs eftersom det visade sig att SIMSAFE -systemet inte hade några räkningsfel.

Genom att fästa RFID taggar på instrument har personalens stress minskat kraftigt när det gäller att räkna instrument. Det finns inte längre något behov av att kunna identifiera alla instrument för personalen på STE. SIMSAFE systemet kan automatiskt visa på terminalen om ett instrument krävs för ett galler eller inte. Studien visade att tiden för förberedelse av ett

allmänt laparotomi galler har minskat från 20 minuter till 10 minuter. Systemet kan också ange användningsfrekvens för instrument genom att använda insamlade data. Instrument med lägre användningsfrekvens togs bort. Användningsfrekvensen förbättrades och krav på lagerhantering minskade också.

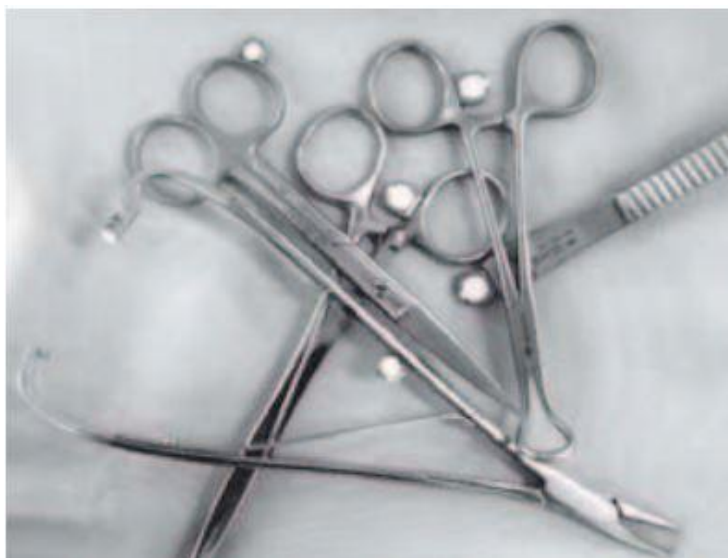
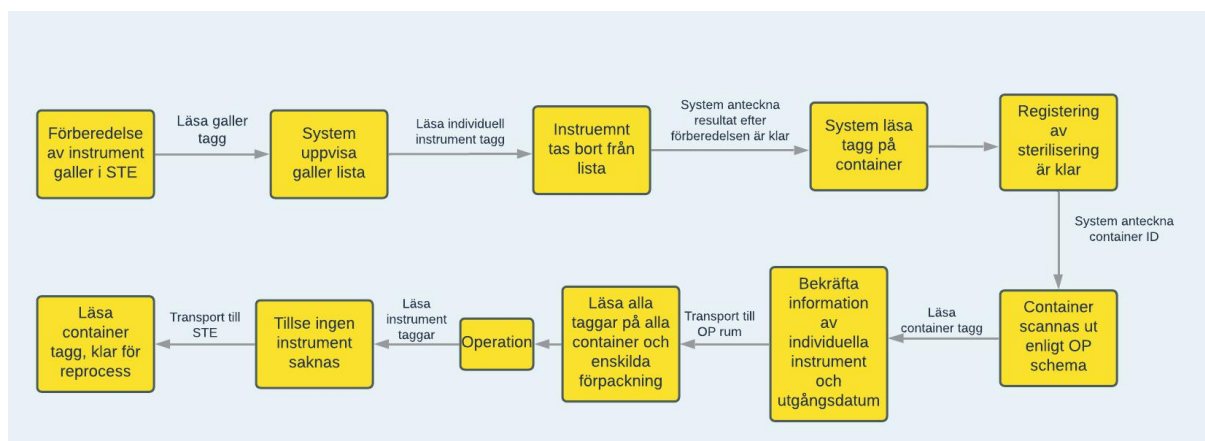


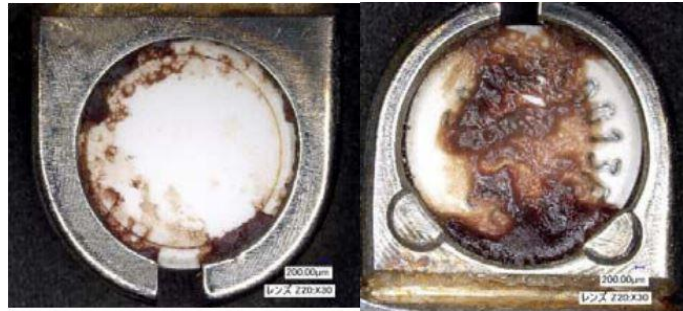
Figure 2: instrument med RFID taggar (vit) (Sawa and Kamasu 2013).



Figur 3: arbetsflöde av SIMSAFE systemet.

Yamashita et al. (2013) genomförde ett experiment om rengöringseffekten av RFID taggarna på kirurgiska instrument med hjälp av konstblod. Resultaten visade att när diskdesinfektorn (DD) användes korrekt, var det kvarvarande proteinet mindre än den japanska rekommenderade acceptabla nivån på 100 µg. Resultaten indikerade att risken för infektion med RFID märkta instrument var låg (figur 4, Yamashita et al. 2013). Studien konstaterade

emellertid att i värsta fall, dvs otillräcklig rengöring, kan kvarvarande protein förhårda blod mellan taggen och infästningen på grund av den höga temperaturen i steriliseringsprocessen.



Figur 4: yta på RFID taggar efter kontaminering (Yamashita et al. 2013).

Rengöringseffekten av RFID märkta instrument vid långvarig användning undersöktes vidare av Yamashita et al. (2019). Under 50 månader undersöktes 94 märkta kirurgiska instrument med hjälp av ett mikroskop för att identifiera korrosion vid jiggarna, som fästes på instrumenten genom lasersvetsning (figur 5, Yamashita et al. 2019). Jiggarna är svåra att rengöra precis som boxlås. Klorider finns kvar på ytan och jiggarna kan falla av, fukt kan också komma in runt fogen på grund av bristen på täthet, dessa egenskaper bidrar till en korrosionsrisk. Sju rengöringsmetoder tillämpades och jiggarna togs bort från instrumenten för bättre undersökning. Resultatet visade en mindre än 5 % missfärgningsfrekvens och friktion förekom på 70 % av jiggarna. Dock märktes ingen korrosion när DD användes på rätt sätt.



Figur 5: RFID taggar på instrument och jiggarna (vit pil) (Yamashita et al. 2019).

För att undersöka om data från RFID taggar kan användas för att förutsäga sannolikheten för instrumentfel eller inte, utvecklade Yoshikawa et al. (2020) en sannolikhetsmodell. Data som används är baserad på reparations- och användningshistorik. Data visade att kirurgiska instrument inte användes enhetligt och inte alla steriliserade instrument användes under operationen. Därför är det viktigt att spåra enskilda instrument för att exakt kunna förutsäga instrumentets livslängd. RFID taggar gör det möjligt att samla in data som tidigare inte var lättillgängliga, t.ex. identifieringsdata och antal användningstillfälle för varje enskilt

instrument. Dessa data kan användas i sannolikhetsmodellen för att förutsäga instrumentfel och utveckla ett varningssystem som kan indikera byte eller kassering av instrument innan olyckor inträffar.

RFID identifierar och spårar instrument

Miyawaki et al. (2009) utvecklade ett Scrub Nurse System (SNS) baserat på RFID teknik. Systemet har utvecklats och har förmågan att känna igen och lämna laparoskopiska instrument till kirurgen så snart det efterfrågas. Systemet identifierade bristerna i RFID implementeringen, dvs. radiofrekvenskommunikationen avbryts ibland när en elektrisk kniv användes.

Kusuda et al. (2015) genomförde en studie för att undersöka det RFID baserade instrumenthanteringssystemet. Studiens varaktighet var 27 månader. Resultatet visade att inga funktionsstörningar inträffade och inga instrumentfel orsakades av RFID taggar under studieperioden. All användningshistorik spelades också in, vilket gjorde det möjligt att ta hand om instrument vid lämplig tidpunkt. Personalen på STE kunde också koncentrera på hanteringen av de äldre instrument.

Ett 18 månaders pilotprojekt genomfördes av Copenhagen Rigshospitalet, som är Danmarks största sjukhus. RFID taggar användes för att spåra kirurgiska instrument och sterila gods. Resultaten visade att RFID framgångsrikt kan spåra medicintekniska produkter på artikelnivå och uppskattningsvis 31, 000 arbetstimmar sparades per år (Xerafy 2015).

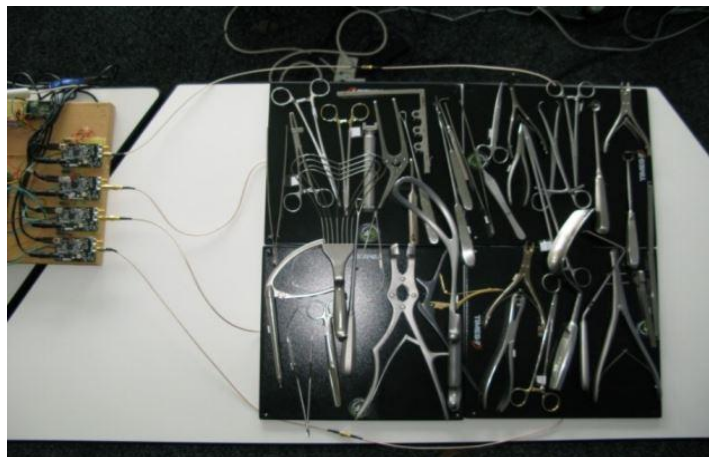
Ymashita et al. (2018) presenterade en studie om RFID antenners förmåga att identifiera instrument på en enda läsning. Detektionsantennen monterades på ett mayostativ under operationen för att spåra RFID märkta instrument. Granskade data visade att antenners förmåga att identifiera instrument i en enda läsning gav en noggrannhet på 95% och den totala identifieringsgraden var 100%.

För att förbättra den övergripande prestandan för den instrumenthanteringen har Meiller et al. (2011) utformat ett scenario baserat på den franska sjukvårdsmiljön. Författarna utvecklade ett kunskapsbaserat system baserat på data som insamlats av RFID taggar. RFID valdes på grund av sitt relativt lilla fotavtryck, och lagom stora lagringsminne och processorkraft. Scenariot utformades baserat på de instrumenten som rör sig bland de fyra sjukhusen, syftet var att undersöka om tillämpning av RFID kan uppnå en bättre organisation. Resultatet visade att tiden för att ordna varje utrustning sjönk med 50%, osäkerheterna minskade när instrument användes och återfördes inom och mellan sjukhus.

Ting (2012) forskade på ett RFID baserat operationshanteringssystem på ett offentligt sjukhus i Hongkong. Systemet möjliggjorde identifiering och spårning av både patienter och sjukvårdspersonal, samt registrerade och räknade automatiskt instrument och utrustning som användes. Alla RFID märkta instrument och utrustning och deras UDI registrerades antingen på en bricka med RFID läsare eller skannades av en handhållen RFID läsare. Efter operationen placerades alla instrument och utrustning tillbaka på brickan eller skannades för räkning. Resultaten visade att systemet ökade operationseffektivitet och patientsäkerheten, och därför ökade allmänhetens förtroende för sjukhusets servicekvalitet.

Kranzfelder et al. (2013) presenterade en RFID baserad metod för realtidsspårning av laparoskopiska instrument under behovet av att utveckla automatiska assistentsystem i OR. Resultaten visade att det RFID baserade instrumentidentifieringssystemet kunde ge tillförlitliga identifieringsresultat för realtidsigenkänning av de instrument som används under laparoskopiska ingrepp, jämfört med manuellt inspelade peri operativa videodata. Inget RFID tagg fel inträffade under steriliseringsprocessen.

Bourouah et al. (2015) utformade ett RFID system för att identifiera enskilda kirurgiska instrument med kommersiella UHF taggar. Systemets prestanda gav en identifiering av minst 30–40 instrument samtidigt. En del av systemet visas i figur 6 (Bourouah et al. 2015). Den totala identifieringsfrekvensen uppnådde 87,5%.



Figur 6: en del av det RFID system som utvecklade av Bourouah et al. (2015). De svarta plattor är RFID antenner.

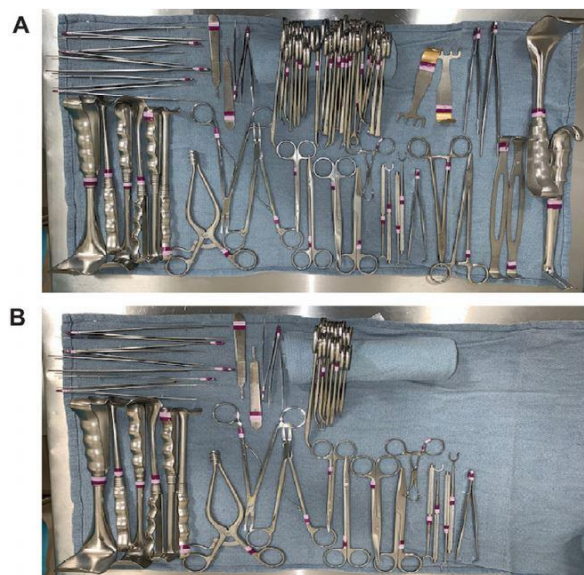
Moatari-Kazerouni och Bendavid (2016) genomförde en fallstudie för att undersöka RFID: s potential för att förbättra spårningen av enskilda kirurgiska instrument. Resultatet visade en minskning av upparbetningstiden för smutsiga instrument och personalkostnader genom att märka enskilda instrument eller instrumentset. Icke värdeskapande aktiviteter, dvs verifiering, räkning och validering av instrument eliminerades, vilket ledde till minskade fel och förbättrad processeffektivitet under t.ex. gallerförberedelse. Patientsäkerheten förstärktes genom att säkerställa en korrekt sterilisering (dvs. ökad spårbarhet säkerställer att steriliseringen följs och registrerar rengörings- och desinfektionscykler).

Efterlevnad av sterilisering

För att säkerställa korrekt sterilisering (Harbina 2017) började Johnson & Johnsons avancerade steriliseringsprodukter (ASP) tillämpa RFID för att säkerställa överensstämmelse med rengörings- och omarbetningsprotokoll, lagerhantering, kontroll av service och kalibrering av medicinsk utrustning.

Instrumentgallret optimering

Olivere et al. (2021) genomförde en pilotstudie om optimering av instrumentgallret med hjälp av RFID teknik. Resultatet visade att individuell instrumentspårning kan användas för en reduktion på instrumentgallret. Märkta instrument registreras av RFID läsare under 15 bröstoperationer utförda av samma kirurg; instrument som inte registrerades eliminerades från galler. Det reducerade gallret testades i 10 efterföljande operationer och inget av de borttagna instrumenten lades tillbaka till gallret. Storleken på gallret reducerades med 40%, figur 7 (Olivere et al. 2021) visar jämförelsen mellan det ursprungliga gallret (A) och det reducerade gallret (B).



Figur 7: jämförelse mellan det ursprungliga gallret (A) och det reducerade gallret (B) (Olivere et al. 2020).

Fördel och hinder för RFID

Det är bevisat att sjukhus kan ge stora fördelar genom att använda RFID. Att implementera RFID teknik i sjukhusmiljön står dock inför olika hinder.

Fördelar från RFID implementering i sjukhusmiljön

De stora fördelarna med RFID -implementering på sjukhusen sammanfattas enligt följande (Yao, Chu och Li 2012, Reyes, Li och Visich 2011, Abugabah, Nizamuddin och Abuqabbeh 2020):

1. Förbättra patientsäkerheten.

Sjukvårdspersonal kan snabbt komma åt patientens information, korrekt identifiera och/ eller lokalisera patienter med RFID. Patientens läkemedelsöverensstämmelse kan också förbättras. Sun et al. (2008) presenterade ett doseringssystem som kombinerar en skanning av streckkoder på läkemedelsförpackningar och RFID armband som bärs av en patient, på

detta sätt kan systemet förhindra felmatchning, överdosering eller andra läkemedelsfel. Yamashita et al. (2008) hävdade också att antagandet av RFID för individuell instrumenthantering kan förhindra instrumentförlust och andra infektioner efter operation.

2. Spara tid och medicinska kostnader.

Genom att använda RFID kan sjukvårdspersonal mer effektivt övervaka och lokalisera medicinska tillgångar samt patienter. Stöld kan förhindras av värdefulla medicinska tillgångar. Dessa förbättringar kan i sin tur spara medicinska kostnader. Booth, Frisch och Miodownik (2006) påpekade att sjukvårdspersonal kan identifiera den närmaste tillgängliga utrustningen, vilket minskade tid för att leta efter utrustningarna och förhindrar att sjukhusen köper redundanta utrustningar. Data som lagras i RFID systemet kan också underlätta för steriltekniker som bearbetar instrument baserat på tillverkarens anvisningar (Duro 2014).

3. Förbättra arbetsflödet och effektiviteten.

RFID kan förbättra verksamhet genom att aktivt övervaka tillgångar och patientflöden i sjukhuset. Operationseffektivitet kan också förbättras genom att sätta på RFID taggar på instrument, vilket innebär en minskning på instrumentförberedelse och räkningstider, en optimering på instrumentgaller, och en bättre samordning av arbetsflöde och tillgänglighet för instrument (Duro 2014, Olivere et al. 2021).

Hinder för implementering av RFID i sjukhusmiljön

Flera hinder identifieras när det gäller användningen av RFID i sjukhusmiljön (Yao, Chu och Li 2012, Reyes, Li och Visich 2011):

1. Tekniska hinder.

RFID fungerar med radiovågor, det finns därför potentiella risker för elektromagnetisk störning (EMI). Studier har visat potentiella faror på medicinsk utrustning orsakad av RFID (Togt et al. 2008). U.S. Food & Drug Administration (FDA) uppgav emellertid att det inte har observerats några negativa effekter av användningen av RFID angående oro kringt EMI. Forskargrupper från universitet konstaterade också att korrekt konfiguration kan garantera säkerheten vid användning av RFID märkta föremål kring medicinsk utrustning (Harbina 2017). Eftersom sjukhusmiljöer kan variera måste experiment och tester ordentligt utföras innan RFID implementeringen.

En annan oro är att läsningsexaktet inte alltid är 100%. Exaktheten beror på flera faktorer som RFID tagg placering, läsavstånd och märkta föremål (Ohashi et al. 2008, Erdem et al. 2009). Andra faktorer som påverkar läsningsexaktheten är t.ex. närvaron av EMI, metallföremål och/ eller vätskeinhållande föremål, eftersom metaller och vätskor hämmar elektromagnetisk vågutbredning (Abugabah, Nizamuddin och Abuqabbeh 2020).

Brist på globala standarder är ett annat hinder för att implementera RFID på sjukhus. På grund av bristen på tekniskt stöd och färdigheter, samt lämplig utbildning, kan implementering av RFID på stor skala vara utmanande (Abugabah Nizamuddin och Abuqabbeh 2020).

Det ställs också höga krav på RFID taggarna i sjukhusmiljön. Taggarna måste ha förmågan att motstå rengörings-, desinfektions- och steriliseringsprocessen. Taggarna måste säkerställas för att stanna kvar på instrumenten och placeringen av taggarna måste kunna uppnå maximal avläsning. Det kräver specifik kompetens och utrustning för att bädda in RFID taggar på instrument.

2. Ekonomiska hinder.

Att implementera RFID innebär att sjukhus måste investera enorma mängder pengar, bland annat för att slutföra RFID infrastruktur, utbilda personal, och att underhålla RFID system kräver mer avancerad utrustning (Abugabah Nizamuddin och Abuqabbeh 2020). Ytterligare kostnader kan vara t.ex. integration och konfiguration av RFID systemet (Moatari-Kazerouni och Bendavid 2016), processdesign, organisatoriska förändringar och personalkostnader. Att märka en stor mängd instrument samt att matcha taggar med instrument i sjukhusdatabasen kräver stora investeringar både ur tids- och ekonomiska perspektiv. Ting et al. (2009) och Moatari- Kazerouni och Bendavid (2016) påpekade att avkastningen på investeringar i RFID inte är direkt synlig, vilket gör beslutsfattare ovilliga att använda RFID.

3. Sociala och juridiska hinder.

RFID data kan innehålla mycket känslig patientinformation, detta väcker oro kring integritets- och säkerhetsfrågor. Det kan finnas risk för missbruk av känsliga medicinska data och ransomware attacker. Genom att bära RFID chips kan patienternas frihet begränsas för varje aktivitet kommer att spåras och informeras till myndigheterna (Chien et al. 2009, Abugabah, Nizamuddin och Abuqabbeh 2020, Ting 2012, Reyes, Li och Visich 2011).

4. Andra hinder.

Till exempel organisatoriska hinder dvs. att beslutsfattarna inte stöder RFID implementering.

Potentiell utveckling av RFID implementering i sjukhusmiljön i framtiden

Abugabah, Nizamuddin och Abuqabbeh (2020) föreslog att kombinera RFID med maskininlärningstekniker i vårdmiljön. Eftersom data som samlas in i en sådan miljö uppdateras ständigt kan en kombination av dessa två tekniker möjliggöra en mer personlig diagnos baserad på uppdaterade förändringar.

För att ta itu med säkerhetsproblem i samband med RFID system föreslog Figueroa, Añorga och Arrizabalaga (2019) ett förebyggande system genom att implementera attributbaserad åtkomstkontroll (ABAC) -modellen i RFID system som utvecklats på en decentraliserad modell såsom *blockchain*, så att värdefulla tillgångar som kirurgiska instrument kan endast nå inom specifika områden.

Paz et al. (2014) diskuterade att RFID taggar skulle kunna bäddas in i instrument om en "lucka" (slot) lämnas och därefter fylls med plast för att förhindra kontaminering. I sin studie presenterade Taylor och Batchelor (2020) en teknik, en UHF RFID tagg och tillhörande matchande komponenter bäddades in i ett knivskaft som illustreras i figur 8 (Taylor och Batchelor 2020). Studien gav ett tillfredsställande resultat när det gäller läsintervall. Studien

påpekade också att luckan ska fyllas med ett ordentligt material som inte påverkar den avsedda användning och tolerant rengöring och sterilisering.



Figur 8: knivskaft som inbäddad med UHF RFID tagg (Taylor och Batchelor 2020).

Diskussion

Att implementera RFID individuell instrumenthantering har stor betydelse för personal i STE. Fördelar är t.ex. minskad arbetsbelastning och ökad effektivitet.

1. RFID kan identifiera instrument automatiskt. Personal i STE inte behöver kunna identifiera instrument som bearbetas. En nyanställd kan komma in i jobbet snabbare med en kortare upplärning. I diskrummet behöver inte personal kunna skilja vilka instrument tillhör till viss galler och / eller vilka är enstaka instrument. Vissa arbetsmoment t.ex. identifiera och räkna instrument till galler i packrummet behövs inte längre.

Sådana arbetsmoment bidrar inte till själva steriliseringsprocessen eller arbetseffektivitet. Att eliminera dessa arbetsmoment innebär dels att arbetsbelastning minskar genom en förkortad processtid, dels mindre arbetsstress för att mänskliga fel kan undvikas.

2. I sterilförrådet behöver inte personal scanna ut varje galler till operationer. Genom att montera RFID reader på dörren kan registrering av alla galler/ set på transportvagn som lämnar förrådet ske på en gång. Arbetssättet blir enklare, och det kan också förebygga att personal glömmet scanna ut galler ur sterilförrådet, vilket kan bidra till komplikationer när man returnerar kontaminerade instrument tillbaka till STE.

3. Genom att sätta RFID på galler kan OP personal direkt kolla galler innehåll, det behöver inte heller att kolla och räkna varje instrument inför operation. Det blir också lättare att spåra galler och individuella instrument, på det sättet kan man förebygga felaktig placering och förväxlande/oklarhet kring instrument mellan avdelningarna.

4. Olika STE har olika rutiner gällande hur man scannar in gods, på vissa STE litar fortfarande på manuell hantering avseende dokumentation av ankomst av returnerade gods. T.ex. att skriva ankomstdatum, tid och OP sal på papper. Dessa triviala arbetsmoment kan avskaffas för att med RFID kan ett helt spårbarhetssystem förverkligas.

5. En annan fördel som kanske inte kan direkt kopplas till STE är att använda RFID för OP tray minskning. Detta gynnar direkt OP personal genom en minskad arbetsbelastning, vilket också leder till en minskad arbetsbelastning i STE. Att använda färre instrument under

operationer betyder att det är färre kontaminerade instrument som måste gå genom processen, det blir därför mindre arbetsstress och arbetsbelastning för personal i STE.

Det råder en oerhörd ekonomisk kostnad för sjukhusen att implementera RFID. Det beror helt på om regioner både har ekonomisk möjlighet och intresse att ta RFID i bruk. Regioner måste kunna inse de potentiella förmåner som RFID tillbringar, dvs. förbättrade arbetsvillkor och arbetsmiljö för personal, ökad kvalitet på sjukvården för patienter. Dessutom en stor ekonomisk vinst kan alstras långsiktigt genom att fördela personalresurser på ett bättre sätt (t.ex. mer fokus på patienter och själva behandlingar, och ökad effektivitet med minskade triviala aktiviteter).

Sammanfattning

RFID som en lovande teknik kan generera enorma fördelar för sjukhus, som diskuterats ovan. Men inte så många studier har fokuserat på RFID och individuell instrumenthantering, stor möjlighet finns kvar inom detta forskningsområde. Studierna som presenteras i detta examensarbete är mestadels pilotstudier som genomfördes småskaligt och kräver ytterligare undersökning i storskaliga scenarion.

För att framgångsrikt kunna integrera RFID systemet med det befintliga HIS, måste beslutsfattarna göra en grundlig plan, samt en riskanalys gällande ovan diskuterade frågor såsom störningar, ekonomiska frågor och sekretessfrågor. Utbildning har en avgörande betydelse för att både patienter och sjukvårdspersonal ska kunna bättre förstå RFID tekniken och därmed förbättra en framgångsrik implementering av RFID.

De presenterade studierna om RFID i den individuella instrumenthanteringen i detta examensarbete fokuserar mest på hur implementeringen av RFID kan förbättra patientsäkerhet samt arbetsprestanda. I framtiden kan studier om t.ex. rengörings- och desinfektionseffekt på RFID märkta instrument utformas, så att relevanta data kan samlas och analyseras för att förbättra just arbetet i STE.

Källförteckning

Abugabah, Ahed; Nizamuddin, Nishara och Abuqabbeh, Alaa. 2020. A review of challenges and barriers implementing RFID technology in the Healthcare sector. I *The 10th International Symposium on Frontiers in Ambient and Mobile Systems (FAMS 2020)*. Warsaw, Poland, 6 - 9 April.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050920305329> (Hämtad 2021-09-08).

Booth, P; Frisch, P.H. och Miodownik, S. 2006. Application of RFID in an Integrated Healthcare Environment. I *Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*. New York City, USA, 30 Augusti- 3 September. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17946788/> (Hämtad 2021-08-30).

Bourouah, Mohamed; Goridko, Vadim; Schumacher, Dietmar; Scheithauer, Hermann; Knappmann, Stephan and Nommensen, Peter. 2015. Identification of surgical instruments using UHF-RFID technology. *Current Directions in Biomedical Engineering* 1 (1):318–321.

<https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/cdbme-2015-0079/html> (Hämtad 2021-08-27).

Duro, Mark. 2014. Surgical instrument tracking system advancements and benefits. *AORN* 100 (1): C7-8. doi: 10.1016/s0001-2092(14)00665-6.

Erdem, E.; Zeng, H.; Zhou, J.; Shi, J. och Wells, D. L.. 2009. Investigation of RFID tag readability for pharmaceutical products at item level. *Drug Development and Industrial Pharmacy* 35(11):1312–1324. doi: 10.3109/03639040902902393.

Europaparlamentets och Rådets Förordning (EU). 2017/ 745. *Förordningen om Medicintekniska Produkter*.

Figueroa, Santiago; Añorga, Javier och Arrizabalaga, Saioa. 2019. An Attribute-Based Access Control Model in RFID Systems Based on Blockchain Decentralized Applications for Healthcare Environments. *Computers* 8(3):57. doi:10.3390/computers8030057.

GS1. 2009. Traceability. <https://www.gs1.org/public-policy/priorities/traceability> (Hämtad 2021-08-27)

Hanada, Eisuke; Ohira, Akihiro; Hayashi, Makoto och Sawa Tsutomu. 2015. Improving efficiency through analysis of data obtained from an RFID tag system for surgical instruments. I *2015 IEEE 5th International Conference on Consumer Electronics- Berlin (ICCE-Berlin)*. Berlin, Germany 6-9 September. <https://ieeexplore.ieee.org/document/7391339> (Hämtad 2021-08-27)

Harbina, M. 2017. Taking advantage of RFID's expanding role in medical devices. *Med device online*. <http://rdcustomautomation.com/wp-content/uploads/2017/03/RFID.pdf> (Hämtad 2021-09-10)

Kranzfelder, Michael; Schneider, Armin; Fiolka, Adam Dipl; Schwan, Elena; Gillen, Sonja; Wilhelm, Dirk; Schirren, Rebecca; Reiser, Silvano; Jensen, Brian och Feussner, Hubertus. 2013. Real-time instrument detection in minimally invasive surgery using radiofrequency identification technology. *Journal of Surgical Research* 185 (2): 704-710.

Kusuda, Kaori; Yamashita, Kazuhiko; Ohnishi, Akiko; Tanaka, Kiyohito; Komino, Masaru; Honda, Hiroshi; Tanaka, Shinichi; Okubo, Takashi; Tripette, Julien och Ohta, Yuji. 2015. Management of

surgical instruments with radio frequency identification tags: A 27-month in hospital trial. *International Journal of Health Care Quality Assurance* 29(2):236-47. doi: 10.1108/IJHCQA-03-2015-0034.

Meiller, Yannick; Bureau, Sylvain; Zhou, Wei och Piramuthu, Selwyn. 2011. RFID-Embedded Decision Support for Tracking Surgical Equipment. I *The 44th Hawaii International Conference on System Sciences*. Hawaii, USA. doi: 10.1109/HICSS.2011.364.

Miyawaki, Fujio; Tsunoi, Takashi; Namiki, Hiromi; Yaginuma, Takashi; Yoshimitsu, Kitaro och Hashimoto, Daijo och Fukui, Yasuhiro. 2009. Development of Automatic Acquisition System of Surgical-Instrument Information in Endoscopic and Laparoscopic Surgery. I *4th IEEE Conference on Industrial Electronics and Applications*. Xi'an, China, 25-27 Maj. doi:10.1109/ICIEA.2009.5138763.

Moatari-Kazerouni, Afroz och Bendavid, Ygal. 2016. Improving logistics processes of surgical instruments: case of RFID technology. *Business Process Management Journal* 23(2):448-466. doi: 10.1108/BPMJ-06-2016-0127.

Ohashi, K.; Ota, S.; Ohno-Machado, L. och Tanaka, H.. 2008. Comparison of RFID systems for tracking clinical interventions at the bedside. *AMIA Annual Symposium Proceedings* 525–529. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2656010/> (Hämtad 2021-08-27).

Olivere, Lindsey; Hill, Ian T.; Thomas, Samantha M.; Codd, Patrick J. och Rosenberger, Laura H. 2021. Radiofrequency Identification Track for Tray Optimization: An Instrument Utilization Pilot Study in Surgical Oncology. *Journal of Surgical Research* 264: 490-498. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2021.02.049> (Hämtad 2021-09-02).

Paz, J. F. I.; Wilbig, J.; Aumund-Kopp, C. och Petzoldt, F. 2014. RFID transponder integration in metal surgical instruments produced by additive manufacturing. *Powder Metallurgy* 57 (5): 365-372.

Reyes, Pedro; Li, Suhong och Visich, John K.. 2012. Accessing antecedents and outcomes of RFID implementation in health care. *International Journal of Production Economics* 136 (1): 137-150. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2011.09.024> (Hämtad 2021-09-10).

Sawa, Tsutomu och Komatsu, Hirohide. 2013. Shimane university hospital implements RFID technology to manage surgical instruments. I *7th International Symposium on Medical Information and Communication Technology (ISMICT)*. Tokyo, Japan, 6-8 March. doi: 10.1109/ISMICT.2013.6521706.

Shiva Sagar, Primi Rama. & Hari R., Krishnan. 2020. RFID Based Smart Hand Hygiene Monitoring System for Health Care Institutions. I *2020 International Conference on System, Computation, Automation and Networking (ICSCAN) System, Computation, Automation and Networking (ICSCAN)*. Pondicherry, India 3-4 July. DOI: 10.1109/ICSCAN49426.2020.9262326.

Sun, P. R.; Wang, B. H. och Wu, F.. 2008. A new method to guard inpatient medication safety by the implementation of RFID. *Journal of medical systems* 32 (4):327-32. doi: 10.1007/s10916-008-9137-9.

Swedberg, C. 2018. *Toronto General Hospital uses RTLS to reduce infection transmission*. <https://www.studio98test.com/ahmad-test/toronto-general-hospital-uses-rtls-to-reduce-infection-transmission> (accessed 2021-09-11).

Taylor, P.S. och Batchelor, J.C. 2020. Integrating UHF RFID Antennas into Surgical Instruments. I *2020 International Workshop on Antenna Technology*. Bucharest, Romania 25-28 February. doi: 10.1109/IWAT48004.2020.1570609579.

Ting, S. L.; Kwok, S. K.; Tsang, Albert H. C. och Lee, W. B.. 2011. Critical Elements and Lessons Learnt from the Implementation of an RFID-enabled Healthcare Management System in a Medical Organization. *Journal of Medical Systems* 35(4):657-69. doi:10.1007/s10916-009-9403-5.

Ting, S.L. och Tsang, Albert.C. 2012. Development of an RFID-based Surgery Management System: Lesson Learnt from a Hong Kong Public Hospital. *Journal of Healthcare Engineering* 3(3): 347-372. <https://doi.org/10.1260/2040-2295.3.3.347> (Hämtad 2021-09-10).

van der Togt, R.; Jan van Lieshout, E.; Hensbroek, R.; Beinart, E.; Binnekade, J. M. and Bakker, P. J. M..2008. Electromagnetic interference from radio frequency identification inducing potentially hazardous incidents in critical care medical equipment. *The Journal of the American Medical Association* 299(24):2884–2890.doi:10.1001/jama.299.24.2884.

Wamba, Samuel Fosso; Anand, Abhijith och Carter, Lemuria. 2013.A literature review of RFID-enabled healthcare applications and issues.*International Journal of Information Management* 33: 875–891. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2013.07.005> (Hämtad 2021-09-10).

Xerafy. 2015. *How Copenhagen Rigshospitalet Tracks Surgical Instruments and Sterile Items*. <https://www.xerafy.com/post/how-copenhagen-rigshospitalet-tracks-surgical-instruments-and-sterile-items> (accessed 2021-09-07).

Yao, Wen; Chu, Chao-Hsien och Li, Zang. 2012.The adoption and implementation of RFID technologies in healthcare: a literature review. *Journal of Medical System* 34 (6): 3507–3525. doi: 10.1007/s10916-011-9789-8.

Yamashita, Kazuhiko; Iwakami, Yumi; Imaizumi, Kazuya; Yasuhara, Hiroshi; Mimura, Yoshikazu; Uetera, Yushi; Ohara, Nobusuke; Komatsu, Takami; Obayashi, Toshihiko; Saito, Yuhei; Komatsu, Hidehiro; Shimada, Shigenobu; Hosaka, Ryosuke; Ino, Shuichi; Ifukube, Toru and Okubo, Takashi. 2008. Identification of information surgical instrument by ceramic RFID tag. I *2008 World Automation Congress*. Waikoloa, USA, 28 September-2 October. <https://ieeexplore.ieee.org/document/4698993/authors#authors> (Hämtad 2021-08-27).

Yamashita, Kazuhiko; Kusuda, Kaori; Tokuda, Yoko; Onishi, Akiko; Tanaka, Kiyohito; Shimizu, Masatake; Kanda, Ryohei; Honda, Hiroshi; Komino, Masaru; Iwakami, Yumi; Ohta, Yuji och Okubo, Takashi. 2018. Validation of Cleaning Evaluation of Surgical Instruments with RFID Tags Attached Based on Cleaning Appraisal Judgment Guidelines. I *35th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)*. Osaka, Japan, 3 - 7 July. doi:10.1109/EMBC.2013.6609653.

Yamashita, Kazuhiko; Kusuda, Kaori; Ito, Yoshitomo; Komino, Masaru; Tanaka, Kiyohito; Kurokawa, Satoru; Ameya, Michitaka; Eba, Daiji; Masamune, Ken; Muragaki, Yoshihiro; Ohta, Yuji; Rinoie, Chugo; Yamada, Kenji och Sawa, Yoshiki Sawa. 2018. Evaluation of Surgical Instruments With Radiofrequency Identification Tags in the Operating Room. *Surgical Innovation* 25(4):374-379. doi: 10.1177/155335061877277.

Yamashita, Kazuhiko; Miyabe, Sayaka Miyabe; Yamashita, Tomoko; Kusuda, Kaori; Eba, Daiji; Tanaka, Kiyohito; Ishida, Shiho; Hosono, Minako; Fujimoto, Shinji; Ino, Shuichi; Ohta, Yuji och Yakase, Yoshimasa. Corrosion Generation and Cleaning Effect on Surgical Instruments with Attached Radiofrequency Identification Tags in Long-Term Usage. 2018. *Surgical Infection* 20 (8): 665-671. doi: 10.1089/sur.2019.034.

Yoshikawa, Takeki; Kimura, Eizen; Akama, Emi; Nakao, Hiromi; Yorozyua, Toshihiro och Ishihara, Ken. 2020. Prediction of the service life of surgical instruments from the surgical instrument

management system log using radio frequency identification. *BMC Health Services Research* 19 (695). <https://bmchealthservres.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12913-019-4540-0> (Hämtad 2021-09-02).

Zhu, Xiaolian; Yuan, Lan; Li, Tianyi och Cheng, Ping. 2019. Errors in packaging surgical instruments based on a surgical instrument tracking system: an observational study. *BMC Health Services Research* 19 (1) :176. <https://doi.org/10.1186/s12913-019-4007-3> (Hämtad 2021-09-04).