



SAHLGRENSKA AKADEMIN
INSTITUTIONEN FÖR VÅRDVETENSKAP OCH HÄLSA

FÖR- OCH NACKDELAR MED LUNGTOMOSYNTES VID UTREDNING AV LUNGFÖRTÄTNINGAR I JÄMFÖRELSE MED KONVENTIONELL LUNGRÖNTGEN OCH DATORTOMOGRAFI

En litteratur studie

Författarna:

Sahar Poorbakhtegan

Masoumeh Vatanshenas

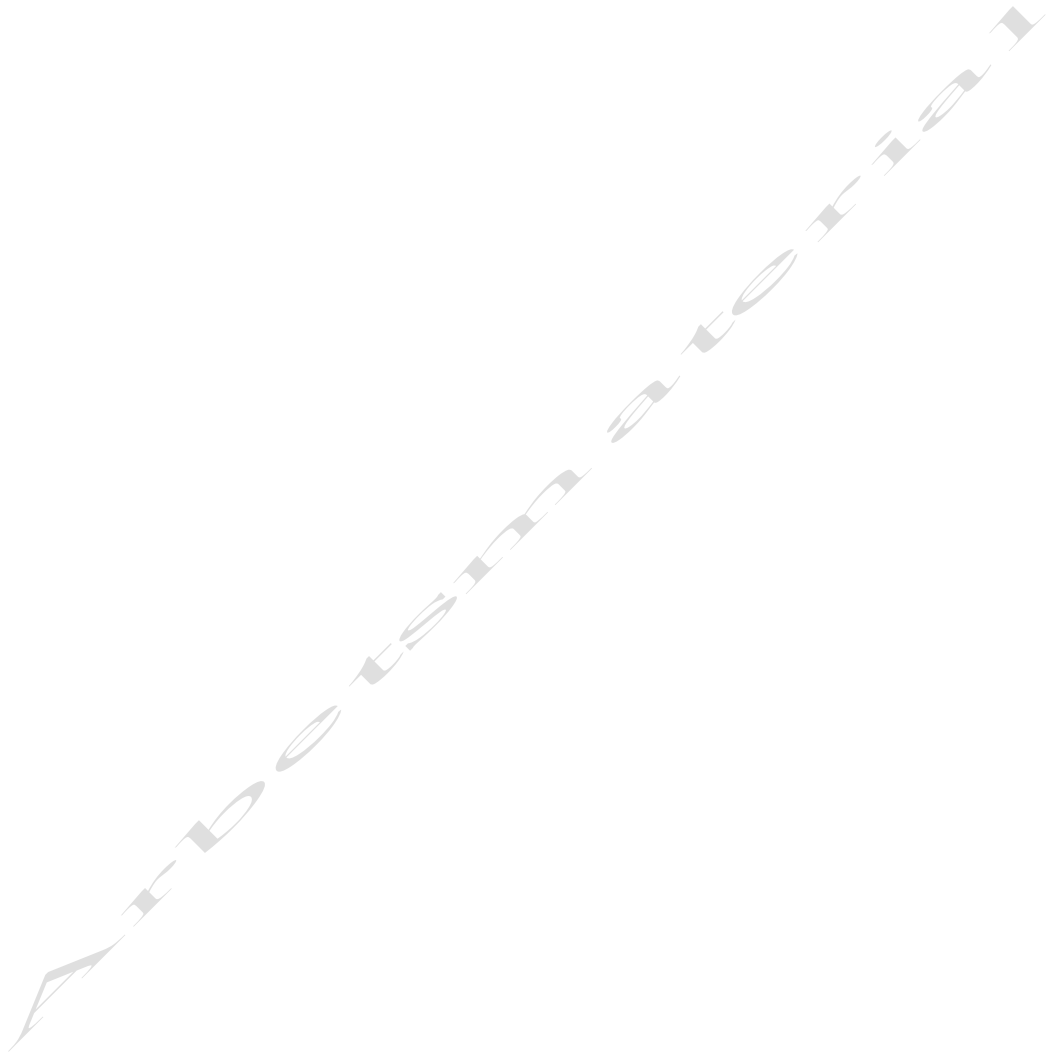
Uppsats/Examensarbete:	15 hp
Program och/eller kurs:	Examensarbete i radiografi
Nivå:	grundnivå
Termin/år:	Vt. 2019
Handledare:	Maud Lundén
Examinator:	Nabi Fatahi
	Institutionen för Vårdvetenskap och hälsa

Förord

Vi ska rikta ett stort tack till vår handledare Maud Lundén för ett fantastiskt stöd och hjälp och trevliga möten under arbetets gång.

Sahar Poorbakhtegan & Masoumeh Vatanshenas

Göteborg Mars 2019



Titel (svensk)	För- och nackdelar med lungtomosyntes vid utredning av lungförtätning jämförelse med konventionell lungröntgen och datortomografi
Titel (engelsk)	Pros and Cons of Pulmonary Tomosynthesis in investigating of Pulmonary nodules in comparison to conventional lung X-ray and computer tomography
Examensarbete:	15 hp
Program och/eller kurs:	Examensarbete i radiografi
Nivå:	Grundnivå
Termin/år:	Vt. 2019
Författare	Sahar Poorbakhtegan och Masoumeh Vatanshenas
Handledare:	Maud Lundén
Examinator:	Nabi Fatahi

Sammanfattning:

Bakgrund: Behovet av antalet lungundersökningar har ökat, detta på grund av att fler drabbas av lungsjukdom och då diagnostik i tidigt skede är viktigt för att minska mortaliteten. Lungundersökningar ska utföras med så låg stråldos som möjligt så att ALARA principen, As Low As Reasonably Achievable vilket innebär att användning av joniserande strålning bör vara optimerat och motiverat. Detta kräver att olika aktuella lungundersökningar studeras närmare utifrån för- och nackdelar så att lämpligaste metod används. **Syfte:** utreda för- och nackdelar med tomosyntes vid lungundersökning i jämförelse med lungröntgen och datortomografi vid misstänkta förtätningar i lungor **Metod:** Detta examensarbete är en litteraturöversikt av 12 kvantitativa artiklar **Resultatet:** Resultat av studien delades upp i tre teman: 1) Stråldos, en viktig aspekt inom radiologi när det gäller patientsäkerhet. 2) Diagnostik och sensitivitet, olika metoders förmåga att få lungförändringar att framträda bättre. 3) Kostnad, tidseffektivitet och tillgänglighet av olika modaliteter. **Slutsats:** Tomosyntes ger mindre stråldos jämfört med datortomografi men har inte den sensitiviteten och specificiteten som datortomografi har. Tomosyntes har dock högre sensitivitet och specificitet i jämförelse med konventionell lungröntgen med en minimal ökning av stråldos.

Nyckelord:

Tomosyntes - Datortomografi - lungröntgen - lungförtätningar

Förkortningar

ALARA	As Low As Reasonably Achievable
DTS	Digital Tomosynthesis
CT	Computed Tomography
DES	Dual-Energy Subtraction Radiography
LD-CT	Low dose computed Tomography
HRCT	High resolution Computed Tomography
ULD-CT	Ultra low dose computed Tomography
Gy	Gray: Enhet för absorberad dos
CXR	Chest X-ray
DTS	Digital tomosynthesis
PA	Posterior-Anterior
GGO förtätningar	Ground-Glass opacities en typ av maligna förtätningar
ILD	Interstitial lung disease (ILD) lungsjukdomar som drabbar lungparenkymet

Innehållsförteckning

Inledning.....	1
Bakgrund	1
Radiografisk anatomi av lungor	1
Lungsjukdomar	1
Förtätningar i lungor	1
Tumörer i lungan.....	2
Lungfibros.....	2
Sarkoidos i lungvävnad.....	2
Pneumothorax	3
Pneumoni	3
Radiologisk utredning av lungor	3
Konventionell Lungröntgen	3
Dual-energy subtraction radiography (DES).....	3
Datortomografi (CT).....	4
High Resolution Computed Tomography (HRCT).....	4
Lungtomosyntes	4
Röntgenstrålning.....	5
Röntgensjuksköterskans ansvar och patientsäkerhet	5
Problemformulering	6
Syfte	6
Material och metod.....	6
Litteratursökning	6
Urval	7
Dataanalys	7
Etik.....	8
Resultat.....	8
Skillnader i stråldos till patienten	8
Diagnostik och sensitivitet.....	10
Befintliga diagnostiska nackdelar med lungtomosyntes	10
Kostnad, tidseffektivitet och tillgänglighet	12
Diskussion	13
Metoddiskussion.....	13
Resultatdiskussion	14
Skillnader i stråldos till patienten	14

Diagnostik och Sensivitet	14
Kostnad, tidseffektivitet och tillgänglighet.....	15
Slutsats	15
Kliniska implikationer	16
Förslag för fortsatt forskning	16
Referenslista	17
Bilaga 1. Söktabeller	21
Bilaga 2. Kvalitetsgranskning av valda artiklar	22

Inledning

Att drabbas av lungsjukdom blir allt vanligare. Detta utmanar vården att hitta lösningar för att förebygga dödlighet orsakad av lungsjukdomar. Att upptäcka förändringar och förtätningar i lungorna är utmanande med tanke på överlappning av anatomiska strukturer och därför kan en tomografisk bild öka noggrannhet för både diagnostik och kontroll av förändringar i lungorna. Dosoptimering ska tillämpas genom att välja lämplig modalitet när det gäller stråldos. Enligt våra observationer på VFU finns det olika bildtagnings metoder för lungundersökningar bland annat, lungröntgen, datortomografi och tomosyntes. Dessa modaliteter ger olika information och mängden stråldos är olika beroende på vilken metod som används. Detta arbete undersöker för- och nackdelar med lungtomosyntes modaliteten i jämförelse med konventionell lungröntgen och datortomografi.

Bakgrund

Lungtomosyntes är en relativt ny teknik som utförs i en konventionell röntgenlabb och ger mer detaljerad information än vanligt lungröntgen bild genom att generera fler bildprojektioner i olika vinklar.

Radiografisk anatomi av lungor

Lungorna är en del av kroppens respiratoriska system vilket är uppdelat i två delar: luftvägar och lungparenkym. Vänster lunga består av två lobor och höger lunga har tre lobor. Utifrån radiografiskt perspektiv är viktiga delar av lungorna: apex, övre delen av lungorna; carina, ett brosk i slutet av trachea där luftstrupen delar sig; bas, nedre delen av lungorna; Diafragma, en muskel mellan thorax och bukorganen; hilum, ett område i centrum av varje lunga där nerver och blodkärl tränger in i lungan (Johnson, 2014).

Lungsjukdomar

Lungsjukdomar har stora variationer beroende på vilka delar av lungan som drabbas och vilka symtom de har. De skiljer sig i medicinska behandlingar och även diagnos. Enligt Ericson och Ericson (2012) finns det ett antal lungsjukdomar som drabbar lungparenkymet bland annat pneumothorax, pneumoni, sarkoidos i lungvävnad och tumörer i lungan. Först kommer klinisk undersökning, provtagning mm därefter Konventionell lungröntgen har en viktig del för diagnostiken men i vissa fall (komplicerade pneumothorax, lungtumörer och lungförtätningar) kompletteras detta med en lungtomosyntes eller en datortomografiundersökning för att undvika misstolkning vid identifiering av lungsjukdomar eller underlätta diagnos av sjukdomen (Johnsson et al., 2010). Röntgenbilder har stor betydelse när det gäller utredning av lungsjukdomar och bidrar till rätt diagnos (Ericson & Ericson, 2012).

Förtätningar i lungor

Radiologiska fynd och förändringar som upptäckts på röntgenbilder avgör vilket sjukdomstillstånd patienten befinner sig i. Förtätningar/ knöl i lungorna (på engelska: *lung*

nodules) är en förändring som kan påvisas vid lungröntgen och kan variera beroende på karaktäristiska utseende, storlek och utbredning i lungorna (Lisle, 2001). Förändringar i lungorna kan vara rundade och avgränsade eller retikulära det vill säga ett nät av fina linjer, men kan också vara blandning av dem. Förtätningar som är rundade kan vara maligna eller benigna därför ska vidare utredning alltid göras (Lisle, 2001). Detta indikerar vikten av rätt identifiering av kliniska fynd med val av lämplig modalitet för att kunna diagnostisera rätt som i sin tur leder till adekvat behandling i rätt tid. Lokalisering av förtätningar och storlek av dem är viktiga aspekter för diagnos av sjukdomen (Lisle, 2001).

Tumörer i lungan

Enligt Cancerfonden (2018) är lungcancer den femte vanligaste typen av cancer i Sverige och årligen insjuknar cirka 4000 personer i en form av lungcancer. De flesta drabbade är kvinnor och 60 år eller äldre. Cancercellernas utseende, egenskaper och spridningssätt visar vilken typ av lungcancer har drabbat patienten. Huvudgrupper för lungcancer är småcellig lungcancer eller icke-småcellig (Ericson & Ericson 2012). Lungcancers symtom kan likna symtom vid andra sjukdomar och i de flesta fall kommer de inte i ett tidigt skede av sjukdomen. Hosta, smärta vid andning, trötthet, aptitlöshet och även andfåddhet som indikerar på förtätningar i lungorna är några exempel på lungcancersymtom. Vid misstanke av lungcancer börjar utredning alltid med konventionell lungröntgen och i de flesta fall kompletteras den med datortomografiundersökning som är avgörande för val av behandlingar (Ericson & Ericson 2012).

Lungfibros

Lungfibros är en sjukdom som kommer smygande och drabbar lungans vävnad runt omkring luftrören och lungblåsorna och omvandlas till stel ärrvävnad (fibros). Andfåddhet vid ansträngning i mer än 6 månader och torrhosta är en av de vanligaste symtom vid lungfibros. Lungröntgen kan visa förändringar men i tidigt skede av sjukdomen kan patologiska förändringar missas då är det datortomografi viktigaste undersökning för att säkerställa diagnosen av lungfibros (Hjärt- och lungfonden, u.å.).

Sarkoidos i lungvävnad

Sarkoidos är en inflammatorisk sjukdom som drabbar (hos 90 % av patienter) lungorna och intratorakala lymfkörtlar. Förstorade lymfkörtlar (lymfom) i lunghilus uppkommer till följd av sjukdomen (Ericson & Ericson 2012). Symtomen kan varieras beroende på om det är akut form av sarkoidos eller icke akut (vanligaste). Feber, ledvärk och ibland inflammation av ögats iris är symtom på akut sarkoidos och vid icke akut kan patienten upplevas trötthet, torr hosta och andnöd vid ansträngning (Ericson & Ericson 2012). Med hjälp av konventionell lungröntgen bestäms sjukdomens stadiindelning. Datortomografi av thorax används för utredning av lymfkörtelförstoring och lokalisation av uppkomna nodulära förändringar i samband med Sarkoidos (Ericson & Ericson 2012).

Pneumothorax

Pneumothorax eller lungkollaps uppstår när det kommer luft i pleurarummet (mellan pleura parietale och pleura viscerale). Vanligaste är att ena lungan faller samman men det kan också vara bilateralt (Ericson & Ericson, 2012). Det uppkommer antingen spontant eller på grund av trauma oftast i samband med revbensfraktur då patienten får smärta vid djupandning och dyspné (andnöd). Lungröntgen är aktuellt för utredning med fördel att visar eventuella revbensfrakturer vid trauma (Ericson & Ericson 2012).

Pneumoni

Pneumoni eller lunginflammation orsakas av infektion i lungvävnaden (bronkerna, lungblåsor). Bakomliggande orsak till lunginflammationen kan vara bakteriell, virus, mycoplasma eller svampinfektion. Alla åldersgrupper kan drabbas av sjukdomen. Symtomen är bland annat hög feber, frossa, dyspné (andnöd), hosta och hastigt insjuknande med allmänpåverkan. Konventionell lungröntgen används för diagnos (Ericson & Ericson 2012).

Radiologisk utredning av lungor

Konventionell Lungröntgen

Trots den snabba tekniska utvecklingen inom medicin har äldre undersökningsmetoder fortfarande stor betydelse för diagnostik och behandling. Lungröntgen är oftast den första röntgenundersökning som utförs vid utredning av misstänkta lungsjukdomar (Ericson & Ericson, 2015). Standardtekniken inleds oftast med två projektioner i frontal och sidoläge med patienten i stående ställning. För patienter som inte kan medverka till detta, kan undersökningen utföras i sittande eller liggande s.k. *bedside*. Det är viktigt att ta bort smycken och metaller från överkroppen (Johnson, 2014). För frontal bilden ska patienten stå med bröstet mot detektorn och avståndet mellan detektor och röntgenrör ska vara ca 175 cm och för sidobilden ska patienten lyfta upp båda armarna så att de inte skymmer lungorna. Röntgensjuksköterskan ska uppmana patienten att fylla lungorna med så mycket luft som möjligt och hålla andan under bildtagningen (Johnson, 2014). För mer detaljerad bedömning särskilt för de mediastinala strukturerna tas två vridningar också för att kunna lokalisera en förändring bättre och dessa innebär 30 grader vridning från frontalt läge på varje sida. Denna bildtagnings metod genererar 2D bilder med begränsad information av då olika anatomisk struktur överlappar varandra och därför små förändringar eller förtätningar kan missas. Det krävs hög rörspänning (140–150 KV) för att strukturer bakom revbenen ska framträdas (Johnson, 2014).

Dual-energy subtraction radiography (DES)

Dual-energy subtraction radiography (DES) är en teknik inom konventionell lungröntgen där överlappning av skelett kan subtraheras och strukturer bakom revbenen och nyckelbenen framträder bättre. Eliminering av överlappning av mjukdelar är dock inte möjligt med denna teknik (Kim et al., 2017). Denna metod har högre sensitivitet än konventionell lungröntgen och det är möjligt att generera vävnadselektiv bilder med hjälp av denna teknik. Då vävnader som innehåller Kalcium såsom ben kan elimineras från bilderna och lungvävnaden visas bättre. Bilderna visas som en trio vilken innebär en standard bild, en ben-selektiv bild och en mjukvävnads-selektiv bild (Kuhlman, Collins, Brooks, Yandow & Broderick, 2006).

Datortomografi (CT)

Vid en datortomografiundersökning avbildas ett utvalt område med tvärsnittsbilder. Patienten ligger på en undersökningsbänk i ryggläge i ISO-center det vill säga mitt i gantry som är skärningspunkten i mitten av rotationsaxeln (Kalender, 2011). Patienten ska hålla andan under bildtagningen för att undvika rörelseartefakter. Bänken passerar igenom gantry där ett röntgenrör och ett detektorpaket roterar runt den del av kroppen som skall undersökas. En dator rekonstruerar bildinformationen som scannas in till en axial bild bestående av 26 000 (512 x 512) punkter (Kalender, 2011). I jämförelse med konventionell röntgen ger datortomografi sämre spatiell upplösningen men betydligt bättre kontrastupplösning vilket möjliggör att täthetsmässigt skilja mellan olika strukturer bland annat pleuravätska och atelektas. En datortomografisk bild ger ett mått på attenueringen på olika organ i kroppen i varje tvärsnittsbild (Kalender, 2011). Vid vanlig datortomografiundersökning av thorax är snitt tjockleken är 3–5 mm (Lisle, 2001)

High Resolution Computed Tomography (HRCT)

High Resolution Computed Tomography (HRCT) är en utvecklad datortomografiteknik som gör det möjligt att ta tomografiska bilder med snitt tjocklek som är mindre än 1 mm vilket ger möjligheten att se fina lungstrukturer som är mindre än 0,5 mm (lisle, 2001). HRCT har högre sensitivitet och specificitet än konventionell datortomografi och därför är bra för diagnos av sjukdomar som interstitiella lungsjukdomar vilka är sjukdomar som drabbar lungparenkymet och kan uppstå som förtätningar, emfysem sarkoidos, infektioner och bronkiektasier vilket är vidgning i luftvägar, och många andra lungsjukdomar (Lisle, 2001).

Lungtomosyntes

Lungtomosyntes är en teknik som ökar noggrannheten i diagnostik och uppföljning av lungsjukdomar bland annat förtätningar i lungparenkymet. Vid lung tomosyntes används röntgenstrålning för att skapa flera bildprojektioner och ett tredimensionellt data set kan rekonstrueras från bilderna (Bushong, 2017). Vid bildtagningen används en detektor, ett röntgenrör som flyttas vertikalt och en dator som genererar bilderna. Olika projektioner rekonstrueras av en dator. Förändringar som kan missas eller döljas på grund av överlappning av anatomiska strukturer kan framträda när bilderna tas med denna teknik (Dobbins & McAdams, 2009). Tomosyntes är en metod där patienten står med bröstet mot detektorn och håller andan i cirka 10 sekunder och då tas 60 bilder med låg dos (120 KV) medan röntgenröret flyttas vertikalt mellan -17.5° och $+17.5^{\circ}$. Det tar längre tid i jämförelse med konventionell lungröntgen innan bilderna bearbetas och blir klara. Denna metod möjliggör för radiologen att ställa diagnos genom att titta på olika projektioner av lungorna och till skillnad från konventionell lungröntgen erhålls mer detaljerad information (Johnsson et al. 2010). Park et al. (2011) beskriver en inställning i tomosyntes tekniken där patienten tippats 80 grader och med denna inställning tas ungefär 80 projektioner på 5 sekunder och röntgenröret flyttas mellan 157.5° - 202.5° (45° -Scan) grader och denna teknik kallas för snabb scanning tomosyntes.

Röntgenstrålning

Enligt Isaksson (2011) är användning av stråldos förenat med risker och kan ge upphov till biologiska effekter i celler som kan till exempel vara cancerframkallande hos levande celler är det viktigt att bestämma vilka undersökningar som är lämpligast för att utreda lungsjukdomen och det ska vara väl motiverat. Därefter utformas undersökningen för att på bästa sätt kunna ställa diagnos med minsta möjliga stråldos så att inte patienten utsätts för strålning i onödan. Detta förutsätter tillräcklig kunskap om strålningsfysik för att kunna använda tekniken på ett bra sätt. När det handlar om strålning, menas en transport av energi med hjälp av vågor och partiklar och ordet stråldos kommer av grekiska ordet dosis och betyder "den givna mängden". Det finns två typer av strålning, joniserande och icke joniserande. Joniserande strålning har hög energi och med hjälp av sin genomträngande egenskap kan slå ut elektroner och skapa joner från atomer. Denna förmåga används inom röntgenverksamhet för att avbilda människans olika kroppsdelar. Det finns olika dos begrepp som är viktiga för att bedöma hur stort är risker med joniserande strålningen (Isaksson, 2011).

Enligt Mattsson et al. (2015) innebär absorberad dos, mängden av strålningsenergi per massenhet som absorberas i en viss punkt i kroppen och mätning av denna mängd är avgörande för bedömning om eventuella akuta effekter som uppstår. Absorberad dos enhet är GRAY (1 Gy) vilket anses som en hög stråldos och vanligtvis används milli Gray (mGy) och mikrogray (μ Gy) för att ange dosen. Till exempel absorberad dos för en lungröntgen är 0.1mGy i en punkt i lungan. Andra viktiga begrepp för uppskattning av sena effekter av strålning i olika organ har införts. Ekvivalent dos och effektiv dos är två av dem. Med ekvivalent dos Menas den absorberade dosen multiplicerad med en viktfaktor (för röntgenstrålning är 1) ($1 \text{ Gy} = 1 \text{ SV}$). Effektiv Dos handlar om vilket organ som bestrålas och hänsyn tas till olika organs strålkänslighet för en dos jämförelse från olika undersökningsmetoder i ett större strålskydds perspektiv (Mattsson et al., 2015).

Röntgensjuksköterskans ansvar och patientsäkerhet

Med tanke på att röntgenavdelning är en högteknologisk miljö och enorma teknologiska utvecklingar har skett de senaste åren och nya tekniker kommer att användas, så måste fokus på patientsäkerheten ökas (Wallin, Gustafsson, Anderzen Carlsson & Lundén, 2018). Strålsäkerhetsmyndigheten (2017) menar att vid användning av röntgenstrålning ska nyttan överväga risken det vill säga att sjukvårdspersonal ska ta hänsyn till att röntgenundersökningar är berättigade och optimerade och vårdgivaren ska följa referensnivåer. Enligt patientsäkerhetslagen (SFS 2018:1 996) ska vårdgivaren sträva efter hög patientsäkerhet inom hälso- och sjukvården vilket betyder att vårdskador ska undvikas. Wallin et al. (2018) beskriver att en av de patientsäkerhets risker som kan inträffa på en röntgenavdelning utifrån röntgensjuksköterskors perspektiv är att patienten kan utsätts för onödig strålning. Röntgensjuksköterskor ska vara medvetna om riskerna för patienter och reflektera kring stråldosen patienten får och samtidigt säkerställa att bilderna är tillräcklig bra för diagnostik så patienten inte blir feldiagnostiserad (Wallin et al., 2018). I kompetensbeskrivningen för röntgensjuksköterskor (2011) står att röntgensjuksköterskan ska ha kunskap inom strålningsfysik och ska kunna utföra undersökningar med minsta möjliga stråldos med bra bildkvalitet för diagnostik. Enligt kompetensbeskrivning för röntgensjuksköterskor (2011) ska röntgensjuksköterskan utveckla sin profession genom att bedriva forskning och under arbetet ska följa forskningsetiska riktlinjer. Röntgensjuksköterskan ska vara medveten om bakomliggande risker vid användning av

röntgenstrålning. Enligt kompetensbeskrivning för röntgensjuksköterskor (2011) innefattar röntgensjuksköterskornas arbete två olika delar, dels att utföra radiologiska undersökningar och dels att utveckla den professionella kunskapen, förbättra kvaliteten inom verksamheten för att uppnå bästa resultat. Detta uppnås genom att röntgensjuksköterskor har tillräcklig kunskap att använda information för att analysera olika möjligheter.

Problemformulering

Patientsäkerhet är en av de viktigaste etiska aspekterna inom vården. På röntgenavdelningen ska patienten inte utsättas för onödig strålning och därför ska lämpligaste metod väljas för diagnostik och uppföljning av sjukdomar. Ett sätt för att uppnå bästa resultat är att jämföra olika undersökningsmetoder och överväga för- och nackdelar med dem. Patienter som drabbas av lungsjukdomar behöver oftast undersökas vid flera tillfällen för diagnostik och kontroll av sjukdomen, då är det bra att hålla dosen så låg som möjligt genom val av lämplig undersökningsmetod som ger adekvat information för att upptäcka sjukdomen. Dessutom För dröjd eller felaktig diagnos innebär en stor risk för patienten. I dagsläget finns det tre alternativ inom radiologi för att identifiera förändringar i lungorna såsom konventionell lungröntgen, datortomografi och tomosyntes. I denna litteraturstudie ska dessa tre metoder jämföras utifrån patientsäkerhet, diagnostisk förmåga, kostnadsaspekter, och tillgänglighet.

Syfte

Syftet med denna litteraturstudie är att utreda för- och nackdelar med tomosyntes vid lungundersökning i jämförelse med lungröntgen och datortomografi vid misstänkta förtätningar i lungorna.

Material och metod

Metoden för denna studie är litteraturöversikt. Rosén (2017) menar att uppföljning av principer i en bra systematisk översiktsstudie leder till att författarnas egna åsikter eller slumpen undviks. Denna studie baseras på 12 vetenskapliga kvantitativa artiklar (se bilaga 1).

Litteratursökning

Enligt Friberg (2017) börjar en systematisk litteratursökning med en tydlig problemformulering för att kunna hitta relevanta artiklar som svarar på syftet med studien. Lämpliga sökord väljs utifrån frågeställningen beroende av vad som ska undersökas och vilka sökord som är mest relevanta för att hitta vetenskaplig information. Friberg (2017) menar att vid jämförelse av olika metoder eller behandlingar ska PICO-strukturen användas för att avgränsa problemområdet. PICO-struktur är ett verktyg som underlättar förståelse av problemområdet och vad som ska studeras där P står för "population" vilket i denna studie är Patienter vid misstänkta lungförtätningar. I står för "Intervention" och betyder vad som behöver studeras och C står för "Comparison" och i denna studie är det en jämförelse mellan olika modaliteter som ska studeras utifrån olika aspekter. O står för "outcom" och innebär

konsekvenser och resultatet som uppnås från studien och i denna studie kan resultatet öka kunskap om för- och nackdelar med tomosyntes metoden (Friberg, 2017). Sökningen utfördes i två databaser PubMed och CINAHL. PubMed är inriktad mot medicin och CINAHL innehåller studier som handlar framförallt om omvårdnadsvetenskap (Friberg, 2017).

Sökord som används i första sökningen i databasen PubMed var “*Tomosynthesis*” och sedan lades sökorden “*chest*”, “*Tomosynthesis*” och “*CT*” till vilket resulterade i mer relevanta artiklar. Sökningen begränsades med val av mer specifika sökord med hjälp av Svensk MeSH för att översätta sökorden till engelska. I första sökningen hittades träffar som inte matchade till studiens syfte eftersom sökningen var mycket generell och resultatet därför blev allt för brett och omfattande. Sökningen begränsades då genom att lägga till fler sökord och begränsa tiden till 10 år då gav sökningen mindre träffar och nyare forskning. En kombination av olika sökord “*Chest*”, “*Tomosynthesis*”, “*lung*”, “*pulmonary nodule*” “*comparison*”, “*digital*”, “*computed tomography*” användes i sökningen i PubMed. I databasen Cinahl användes sökorden “*Chest*”, “*Tomosynthesis*”, “*CT*” och tiden begränsades till 10 år. Begränsningen “*full text*” användes i PubMed och “*boolean/phrase*” användes i CINAHL.

Urval

Val av artikel utifrån träfflistan ska baseras på kriterier som inkluderar eller exkluderar i frågeställningen (Willman & Stoltz, 2017). I en systematisk litteraturoversikt kan både kvalitativa och kvantitativa artiklar användas men beroende på forskningsfrågan kan det vara bättre att avgränsa till en typ av artiklar (Rosén, 2017). I denna studie användes enbart kvantitativa artiklar då syftet med studien bedömdes kunna besvaras bäst med hjälp av dessa. I denna studie var kriterier för val av artiklar att artiklarna skulle vara vetenskapliga och ha etisk godkännande samt full text skulle vara tillgängligt.

Första steget i granskningsprocessen är att välja artiklar som relaterar till syftet genom att läsa titlarna för att kunna sortera och hämta intressanta artiklar (Östlundh, 2017). Granskningen ska ske i titelnivå först och i nästa steg ska abstrakt läsas och till sist ska artiklarna klassificeras och utvärderas (Willman & Stoltz, 2017). Först lästes artiklarnas titlar och därefter lästes abstrakten på de av artiklarna som bedömdes vara intressanta.

Det sista steget är att granska full text av artiklarna med hjälp av en granskningsmall (Rosén, 2017). För att utvärdera kvaliteten på artiklarna som valdes, användes bilaga III i Friberg (2017) där kvalitetsfrågor om metod, syfte, urvalsförfarande, kontextbeskrivning, etiska resonemang osv besvarades. Utvalda artiklar lästes och kvalitets granskades av båda författarna. Artiklarna som valdes var från olika länder bland annat Sverige, USA, Japan och Korea och hade publicerats de senaste 10 åren.

Dataanalys

Artiklarna analyserades enligt Fribergs metod (2017) och artiklarnas lästes igenom ett flertal gånger och resultatet diskuterades. Artiklarnas resultat delades in i olika teman efter analysen. Utifrån likheter och skillnader som hittades i artiklarna skapades tre teman. De flesta artiklarnas innehåll fokuserade på jämförelse av stråldos till patienten vid olika modaliteter. Då bestämde författarna av denna studie att välja stråldos till patienten som ett tema i resultatet. Vissa artiklar undersökte sensitivitet och specificitet och diagnostisk aspekter med tomosyntes i jämförelse med andra modaliteter vilket hjälpte författarna att välja andra teman som är sensitivitet och diagnostisk. Vissa artiklar hade påpekat tillgänglighet och kostnad av olika modaliteter men hade inte fördjupat sig i ämnet men författarna bestämde sig att välja

kostnad, tidseffektivitet och tillgänglighet som tredje tema på grund av att den är en viktig aspekt inom vården och det tyckts att det är värdefullt att diskutera det trots att artiklarna gav inte mycket information om detta. En översiktstabell (se bilaga 2) användes för att stödja dataanalysen och sammanfatta tolkningen av artiklarna och granska kvaliteten. Under första och andra teman presenterades resultat av artiklarna i form av tabell för att underlätta uppföljning av resultatet av respektive tema.

Etik

Författarna till detta arbete har strävat efter att hålla sig neutrala och följa riktlinjer för forskningsetiska linjen. Enligt Kjellström (2018) är det viktigt att göra rättvisa bedömningar utifrån av artiklar som ingår. Författarna gjorde sitt bästa att ta ut all information från artiklarna utan att feltolka de samlade data, trots att kvantitativa artiklar är alltid svåra att förstå med tanke på studenternas begränsade kunskaper. Artiklarna hade påpekat på etiskt godkännande och samtycke med patienter vilket har granskats i arbetet.

Resultat

Vid analysen av artiklarna framkom tre teman: 1) Stråldos, en viktig aspekt inom radiografi när det gäller patientsäkerhet. 2) Diagnostik och sensitivitet, olika metoders förmåga att få lungförändringar att framträda bättre. 3) Kostnad, tidseffektivitet och tillgänglighet av olika modaliteter

Skillnader i stråldos till patienten

En av de aspekter vissa artiklar har tittat på är stråldos (se tabell 1). Analysen av artiklar som har undersökt stråldosen visar att det finns en konsensus kring att hur val av undersökningsmetod påverkar stråldosen till patienten. Resultatet visade att stråldosen är högst vid användning av datortomografi följt av tomosyntes och lägsta stråldos fås vid konventionella lungröntgenundersökningar (Kim et al. 2017; Johnsson et al., 2012; Meltzeer et al., 2018; Yamada et al., 2010; Johnsson, Vikgren och Båth, 2014; Doo et al., 2014; Galea et al., 2014; Zhang et al., 2014; Grosso et al., 2017; Langer et al., 2015).

Langer et al (2016) menar att medelstråldos för konventionell lungröntgen, lungtomosyntes och datortomografi var 0.10, 0.21 respektive 6.8 mSv. Zhang, Li, Segars, Samei (2014) visar i sin studie också att stråldosen ökar betydligt vid datortomografi i förhållande till konventionell lungröntgen och tomosyntes. Dessutom menar Zhang et al. (2014) i sin studie att patientens storlek påverkar stråldosen vid datortomografiundersökningar och det rekommenderas att ta hänsyn till patientens storlek vid val av avbildningsmetod.

Grosso et al (2017) visar att vid tomosyntes används mindre stråldos jämfört med datortomografi och den effektiva dosen för lungtomosyntes och datortomografi var respektive 0.04 mSv och 1.20 mSv. Dessutom påpekar Kim et al (2017) i sin studie att effektiv stråldos för konventionell lungröntgen, dual-energy subtraction radiography (DES) och tomosyntes var 0.02, 0.06 respektive 0.1 mSv. I andra artiklar påpekades också att patientens effektiva dos minskas avsevärt vid användning av lungtomosyntes jämfört med datortomografi (Johnsson, Vikgren och Båth, 2014; Johnsson et al 2012). Johnsson, Vikgren och Båth (2014) menar att effektiv dos kan variera i olika verksamhet och det beror på protokollen som används och röntgenutrustningen både när det gäller tomosyntes och datortomografi. I en studie (Hwang, Chung och Lee, 2013) jämfördes lågdos lungtomosyntes med standarddos lungtomosyntes och resultatet visade att effektiva dosen var betydligt mindre när lågdos

tomosyntes används det vill säga 57 % minskning av stråldos uppnåddes utan att påverka bildkvaliteten.

Yamada et al., (2010) menar att lungröntgen ger 0.025 mSv på lungfrontalen och 0.092 mSv på sidobilden medan denna siffra är 0.215 mSv för snabb scanning tomosyntes och ungefär 2 till 3 mSv för datortomografi

Shim et al (2015) påpekar att tomosyntes bör användas för uppföljning och detektering av lungförtätningar på yngre patienter där det finns risk för bröstcancer och möjligen benigna förändringar på grund av att patienten får betydligt mindre stråldos. Meltzer et al. (2018) rekommenderar att tomosyntes används vid behov av uppföljning av förtätningar då patienten utsätts för mindre strålning vid upprepade undersökningar. Resultatet visar att fördelen med lungtomosyntes är att den ger betydligt mindre stråldos till patienten i jämförelse med datortomografi.

Tabell 1: Skillnader i stråldos till patient

Artiklar	Effektiv dos konventionell lungröntgen Dual-energy subtraction radiography (mSv)	Effektiv dos standard lung tomosyntes (mSv)	Effektiv dos datortomografi (mSv)
Kim et al. (2017)	0.02 , 0.06	0.1	-
Johnsson et al. (2012)	-	0.13	4
Meltzeer et al. (2018)	-	0.14 - 0.15	1.6
Yamada et al. (2010)	0.025 + 0.092	0.215	2–3
Johnsson, vikgren och Båth (2014)	-	0.14 - 0.18	4
Hwang, Chung och Lee (2013)	-	0.14 standarddos 0.06 - 0.12 lågdos	-
Doo et al. (2014)	0.01	0.1	0.47 (för lågdos CT)
Gaela et al. (2014)	-	0.15	4
Zhang et al. (2014)	0.04	0.14	1.6 (0.4 – 2.9 HRCT)
Grosso et al. (2017)	-	0.09 ± 0.04	4.90 ± 1.20
Langer et al. (2015)	0.10	0.21	6.8

Diagnostik och sensitivitet

Fyra av artiklarna jämförde diagnostisk förmåga och sensitiviteten mellan lung tomosyntes och konventionell lungröntgen och hävdar att tomosyntes är en lämpligare metod vid diagnostik av lungförtätningar än konventionell lungröntgen då tomosyntes har betydligt högre sensitivitet (Kim et al., 2017; Langer et al., 2016; Yamada et al., 2011; Galea et al. 2015). Tomosyntes har ungefär dubbelt så hög sensitivitet vid avbildning av förtätningar med storlek större än fyra mm i lungor i jämförelse med konventionell lungröntgen (tomosyntes 32% vs konventionell lungröntgen 17%). Förbättring av sensitiviteten beror på en minskad överlappning av strukturer vid lungtomosyntes (Langer et al., 2016). Det är inte stor skillnad mellan sensitiviteten av lungröntgen och lungtomosyntes när förtätningarnas storlek är större än till exempel 10 mm, (sensitiviteten när förtätningar är ≥ 10 mm: 42 % lungröntgen, 54 % lungtomosyntes).

Kim et al (2017) jämförde också tomosyntes, konventionell lungröntgen och dual-energi subtraction radiography (DES) och menar att tomosyntes detekterar lungförtätningar betydligt bättre än konventionell lungröntgen oavsett förtätningens storlek och lokalisering. Kim et al. (2017) definierade åtta områden i thorax där lungförtätningar kan finnas. Lateral områden av lungorna beskrivs som mindre farliga däremot presenteras apikala, para mediastinala och retrodiafragma, som ligger 1cm ovanför diafragma områden som farliga zoner och detta innebär att lungförtätningen kan missas när den ligger i dessa zoner. men när det gäller mindre förtätningar (5–8 mm) i retrodiafragma området visade alla tre metoder samma diagnostiska förmåga. Johnsson et al. (2014) rekommenderar lungtomosyntes som en kompletterande metod till konventionell lungröntgen där det behövs säkerställa en diagnos som inte kan ställas säkert med hjälp av bara lungröntgen. Johnsson et al. (2014) menar att när det finns osäkerhet om en diagnos bör utredningen fortsättas med hjälp av andra modaliteter.

Yamada et al (2011) jämförde den diagnostiska förmågan mellan snabb scanning lungtomosyntes och lungröntgen och använde datortomografi som referens. De menar att läge, storlek och densitet på förtätningen är de tre faktorer som påverkar detektering av lungförtätning på både snabb scanning tomosyntes och konventionell lungröntgen. Dessutom konstaterar Yamada et al. (2011) att snabbscanning lungtomosyntes är bättre metod för detektering av lungförtätningar än konventionell lungröntgen.

Hwang, Chung och Lee (2013) jämförde lågdos tomosyntes med standarddos tomosyntes och menar att användning av lågdos tomosyntes för diagnos av förtätningar större än 4 mm inte har någon större effekt på den bildkvaliteten som behövs för diagnostik och det var lika tillförlitligt att använda lågdostomosyntes

Befintliga diagnostiska nackdelar med lungtomosyntes

Enligt Doo et al. (2014) är datortomografi en bättre metod för detektering av små maligna förtätningar som heter ground-glass opacities (GGO) än lungröntgen och tomosyntes. Studien visade att tomosyntes har svaghet för detektering av GGO förtätningar och datortomografi bör användas, då det kan vara avgörande för behandlingen. Två studier fokuserade på bedömning av förtätningens storlek med hjälp av tomosyntes jämfört med datortomografi och menar att felmätning av förtätningens storlek på datortomografi var mindre sannolik än felmätning vid användning av tomosyntes (Shim et al., 2015; Johnsson et al., 2012). Identifiering av

förtätning i lungan var bättre med datortomografi i jämförelse med tomosyntes och i fyra fall, beroende på förtätningens storlek och läge i lungorna utifrån en bestämd skala för detektering, upptäcktes några förtätningar vid datortomografi som missades vid tomosyntes. Det fanns svårigheter vid identifiering av förtätningar som var små (≤ 5 mm), hade lägre densitet och var lokaliserade vid lungväggen, då detta område har större tjocklek (Grosso et al., 2017). Med lungtomosyntes kunde 58 % av förtätningar som är större än 5 mm detekteras (Meltzer et al., 2018).

Johnsson, Vikgren och Båth (2014) gjorde en studie för att visa fördelar och nackdelar med tomosyntes och i vilken utsträckning tomosyntes kan ersätta datortomografi. Studien visade att nackdelen med tomosyntes är att den inte alltid är tillförlitlig för att visa patologi och att patologin kunde missas i två av 100 patientfall om de hade undersökts med tomosyntes. Patologin hittades istället i ett av de två fallen med hjälp av bronkoskopi och i det andra fallet var det datortomografi som visade metastas som missats vid tomosyntes (Johnsson et al., 2014).

Galea et al. (2015) beskriver också att vid tre av 34 förtätningar var diagnostik med hjälp av tomosyntes svår då förtätningarna satt i hilusområde och i ytterområdet av lungan.

Langer et al. (2016) rekommenderar datortomografi istället för lungtomosyntes vid diagnos och uppföljning av lungcancer hos patienter som har lungfibros på grund av att sjukdomen gör det svårt att diagnostisera lungcancer med lungtomosyntes. Langer et al. (2016) menar att CT rekonstruktioner ger tydligare och bättre bilder av lungvävnaden i patienter med lungfibros därför att tomosyntes bilderna kan bli suddiga på grund av artefakter som orsakas av ärrbildningar i lungorna vid lungfibros och denna gör det svårt att ställa diagnos för lungcancer. Det behövs forskning i större skala för att veta om tomosyntes har sensitiviteten på den nivå som LDCT har (Langer et al., 2016). Meltzer et al. (2018) menar att jämförelse mellan tomosyntes och datortomografi har visat att det finns risk för feltolkning av misstänkta förtätningar med tomosyntes och datortomografi borde användas för att minska risken att missa malignitet.

Langer et al. (2016) påpekar nackdelar med lungtomosyntes såsom artefakter som kan uppkomma från bukorgan eller patientens defibrillator. Dessutom menar författarna att tomosyntes inte har den potentialen som CT har när det gäller diagnostisk förmåga och hög upplösning. Utvecklingen av CT tekniken och bättre maskiner har gjort det möjligt att anpassa stråldosen till patientens storlek vilket ger betydligt lägre dos jämfört med tidigare.

Tabell 2: Diagnostisk förmåga

Artiklar	Konventionell lungröntgen	Lungtomosyntes	Datortomografi
Kim et al. (2017)	Sensitivitet: 64 % S pecificitet: 80.3% DES Sensitivitet: 63.6 % DES specificitet: 81.9%	Sensitivitet: 90.9% Specificitet: 95.2 %	-

Johnsson et al. (2012)	-	Fel diametermätning: - 22.2 till -22.3 mm för left-to-right	Fel diametermätning: 22.2 till -22.3 mm för inferior-to-superior diameter
Meltzeer et al. (2018)	-	Lungtomosyntes som uppföljning av upptäckta noder	Datatomografi bättre för detektering
Yamada et al. (2010)	-	Väsentligt bättre diagnostisk förmåga vid fast scanning lungtomosyntes än vid lungröntgen	-
Johnsson, vïkgren och Båth (2014)	-	I 67% (100/149) fall tomosyntes var tillräcklig bra för diagnos 84% förmånlig 13% naturel 2% skadlig	CT visade patologi i klinisk hänvisning patienter innan tomosyntes 75% uppföljning 53% om tomosyntes var icke tillgänglig 91%
Doo et al. (2014)	Sensitivitet:0,08 (0.05-0.12)	Sensitivitet:0.43 (0.36–0.50)	Sensitivitet:0.68 (0.61–0.74)
Gaela et al. (2014)	Sensitivitet:0,65 Specificitet: 0,39	Sensitivitet: 0,91 Specificitet: 1	-
Grosso et al. (2017)	-	DTS detekterade (74%) som CT men till skillnad att missade 4 noder identifierad av CT.	CT detekterade 74% av förtätningar och hittade 4 noder som DTS hade missat.
shim et al. (2015)	-	-1.11 - -0.55 mm felmätning	-0.39 - 0.08 mm felmätning
Langer et al. (2015)	17% Signifikant vid detektering av förtätningar större än 4 mm	32% Signifikant vid detektering av förtätningar större än 4 mm	-

Kostnad, tidseffektivitet och tillgänglighet

De flesta artiklarna pekar sparsamt på fördelarna med konventionell lungröntgen såsom bättre tillgänglighet, lägre kostnad och kortare undersökningstid (Yamada et al., 2011; Zhang et al., 2014; Langer et al., 2016). Shim et al (2015) påpekar möjligheten att se hela thorax med tomosyntes vilket är en tidseffektiv metod. Enligt studien av Doo et al., (2014) ska diagnostiken inte offras för kostnad och tid och det ska alltid övervägas vilken metod som är lämpligast. Det vill säga trots att en undersökningsmetod har högre kostnader eller tar längre tid ska alltid prioriteras om det anses som lämpligaste undersökning för diagnostik.

Diskussion

Metoddiskussion

Metoden för denna studie är litteraturöversikt vilket enligt Friberg (2017) är en lämplig metod för att kunna bedöma hur kunskapsläget inom ett vårdrelaterade område ser ut och kan ge en helhetsförståelse av befintlig forskning inom ett område. Metoden gjorde det möjligt att hitta information om olika modaliteter inom röntgen och jämföra för och nackdelar med en metod i jämförelse med de andra därför anses litteraturöversikt vara lämplig för denna studie.

Genom att söka information på flera databaser ökas validiteten av en litteraturstudie (Henricson, 2017) och sökningen för denna studie gjordes på två databaser PubMed och Cinahl och artiklar som var Peer-reviewed valdes. Svensk MeSH användes för att hitta specifika sökord anpassat till ämnet och hänsyn togs till nyckelord som är vanliga att använda inom området. Sökningen ledde till att hitta kvantitativa artiklar och i början gav sökningen 1440 träffar när sökordet "*Tomosynthesis*" användes. Det användes exklusionskriterier för att kunna begränsa antalet artiklar som inte var intressanta för examensarbetet. De flesta artiklarna handlade om brösttomosyntes vilket inte var relevant till vårt syfte. Då lades sökorden "*chest*", "*tomosynthesis*" och "*CT*" till för att kunna specificera och avgränsa sökningen, samt att hitta artiklar som är relaterade till lungtomosyntes och inte till brösttomosyntes. Syftet var att jämföra tomosyntes med "*CT*" i början av arbetet och därför användes sökorden "*CT*" och "*chest tomosynthesis*" för att kunna hitta relevanta artiklar men efter flera sökningar lades flera sökord till och syftet vinklades till jämförelse mellan alla tre metoder det vill säga lungröntgen och datortomografi och tomosyntes.

Att formulera tema för resultatet utifrån artiklarnas innehåll var inte så utmanande eftersom artiklarna hade likheter och fokuserade på antingen stråldos eller diagnostik aspekten eller båda. Det upplevdes svårt att tolka statistiska data på grund av brist på språk och kunskap. Henricson (2017) påpekar att reliabiliteten av en studie ökar när alla författarna granskar samtliga artiklar. I denna studie lästes alla artiklarna av båda författarna och sedan jämfördes och diskuterades analysen. Granskningen gjordes med hjälp av granskningsmallen bilaga III i Friberg (2017) för att säkerställa studiernas vetenskapliga kvalitet. Utifrån svaret "ja" eller "nej" på granskning protokollets frågor framkom 3 olika gränser: mer än 85% uppfyllda kraven hög kvalitet, mellan 71–85 % medel kvalitet och mellan 60–70% låg kvalitet för att gradera kvaliteten på texterna som presenterades i bilaga 2. Artiklarnas kvalitet granskades också genom att söka ord som "*validity*", "*intra-rater agreement*", "*p-value*" osv, då det enligt Henricson (2017) är ett sätt att kontrollera validitet och reliabilitet av artiklar. Dessutom hade mätningar och bedömningar i alla artiklar gjorts av flera radiologer eller observatörer. Samtliga artiklar hade etiskt godkännande och de som var fantomstudier hade nämnt att etisk godkännande inte behövs och detta indikerar studiernas höga validitet (Henricson, 2017). Alla artiklar var kvantitativa och hade presenterat sina statistiska resultat med hjälp av diagram, figurer och tabeller. De flesta granskade artiklar hade nämnt att p-värdet var mindre än 5 % och innebär en minimering av slumpen i resultatet vilket indikerar att resultaten är korrekta och det styrker studiens reliabilitet (Henricson, 2017).

Resultatdiskussion

Huvudfynden som framkom från analysen av samtliga artiklar visar att lungtomosyntes är jämförbar med lungröntgen och datortomografi utifrån tre olika perspektiv: stråldos, sensitivitet och kostnad.

Skillnader i stråldos till patienten

Lungtomosyntes har mindre stråldos i jämförelse med datortomografi men den sensitiviteten som behövs för att diagnostisera lungförtätningar erhålls inte alltid vid lungtomosyntes däremot visade analysen att med en minimal ökning av den stråldos som erhålls vid tomosyntes i förhållande till konventionell kan betydlig högre sensitivitet fås. Resultatet visade att med lungtomosyntes kan vissa fördelar av datortomografi uppnås men med mindre stråldos det vill säga lungtomosyntes har hög grad av identifiering av lungförtätningar. Här nedan i följande text kommer diskussion av artiklarna resultat med respektive referens som har jämförts och återkopplas till översiktsartiklarna i bakgrunden och även andra artiklar (Horvath et al., 2016; Lee et al., 2017; Kruamak et al., 2019). Miller et al. (2019) har gjort en studie där ultra low dose computed tomography (ULD-CT) har undersökts och jämförts med low dose computed tomography (LD-CT) för att diagnostisera lungförtätningar och har kommit fram till att vid ULD-CT kan 98 % sensitivitet och 100 % specificitet uppnås. Miller et al. (2019) menar att stråldosen vid en ULD-CT undersökning är 0.13 mSv. Med hänsyn till studien av Miller et al. (2019) är stråldos av en ULD-CT likvärdig med en lungtomosyntes undersökning därför ULD-CT kan också vara bra alternativ för detektering av lungförtätningar med hög sensitivitet och specificitet men det behövs vidare forskning för att kunna jämföra ULD-CT och lungtomosyntes utifrån kostnad och sensitivitet.

Diagnostik och Sensivitet

Enligt Horvath et al., (2016) kan lungtomosyntes ersätta datortomografi när det gäller uppföljning av lungförtätningar men det behövs vidare forskning för att kunna klargöra användning av lungtomosyntes vid lungutredning. Lungtomosyntes har oftast varit en kompletterande undersökning till lungröntgen när det finns en misstänkt tumör eller lungförtätning (*pulmonary nodules*) (Johnsson et al., 2010). Vid lungtomosyntes kunde mer än 90 % av lungförtätningarna detekteras men på vanlig lungröntgen kunde mindre än 30 % av lungförtätningarna som hade upptäckts vid datortomografi detekteras vilket kan minska oron över felbedömningar vid användning av tomosyntes är känd som en problematisk utmaning när det gäller utredning av lungsjukdomar (Johnsson et al., 2010).

Sensitiviteten för att kunna visa förtätningens storlek vid tomosyntes är cirka 60 % och vid konventionell lungröntgen är den 20 %. Det innebär att tomosyntes är en bättre metod än konventionell lungröntgen och att användning av datortomografi kan ersättas med lungtomosyntes vilket ger patienten en lägre stråldos (Johnsson et al., 2010). Det finns dock nackdelar med tomosyntes bland annat rörelse artefakter som kan orsakas av patientens rörelse och att patienterna behöver hålla andan ungefär 10 sekunder vilket inte är lätt för alla patienter. Dessutom blir detekteringen av lungförtätningar svårare i djupare delar av thorax på grund av att upplösningen vid lungtomosyntes är begränsad och då blir datortomografi ett bättre alternativ. (Johnsson et al., 2010).

Dobbins et al (2009) föreslår att lungtomosyntes kan användas för detektering av förtätningar då sensitiviteten ökar väsentligt. Då tekniken är relativt ny finns inte så stor erfarenhet av metoden, därför behövs ytterligare forskning för att säkerställa fördelarna med tomosyntes vid lungundersökningar med fokus på bästa användningsområdet vid utredning av lungsjukdomar (Dobbins et al., 2009). I en ny studie av Kruamak et al. (2019) framkom samma resultat som

visats i tidigare studier där konventionell lungröntgen och lungtomosyntes jämförts. Kruamak et al. (2019) anser att högre noggrannhet uppnås vid lungtomosyntes än konventionell lungröntgen för detektering av interstitial lung disease (ILD) och rekommenderar lungtomosyntes som förstahandsmetod där det finns hög misstanke för interstitiella lungsjukdomar.

Lee et al. (2017) menar att lungtomosyntes har lägre diagnostisk förmåga än datortomografi och för detektering av lungförtätningar är datortomografi bättre teknik däremot kan lungtomosyntes vara en bra metod för uppföljning och mätning av redan detekterade förtätningar eftersom den har visat acceptabel förmåga och noggrannhet vid mätning av lungförtätningar.

Kostnad, tidseffektivitet och tillgänglighet

Enligt denna litteraturstudies författares observationer är tillgängligheten av tomosyntes begränsad medan konventionell lungröntgen och datortomografi utförs på alla röntgenavdelningar. En svaghet med detta arbete kan vara att det är få artiklar som fokuserar på kostnad och tillgänglighet av tomosyntes samt tiden som krävs för att gå igenom bilderna av radiologer. Studierna har fokuserat sparsamt på kostnad och tillgänglighet av lungtomosyntes, vilket gör att det är svårt att bedöma hur mycket detta påverkar val av undersökningsmetod. Horváth et al. (2016) menar att användning av lungtomosyntes kan vara intressant av olika anledningar. Dels beror det på bra bildkvalitet för diagnostik i jämförelse med lungröntgen och lägre kostnad för utrustningar än datortomografi men också att undersökningstiden är kort vilket har stor betydelse inom vården både utifrån patientens perspektiv med minskad väntetid men också av ekonomiska orsaker.

En fundering över tomosyntes som kan väcka diskussion är att det är tidskrävande för radiologer på grund av att radiologerna behöver titta på flera bilder än konventionell lungröntgen och det kan räknas som en nackdel med tomosyntes modaliteten, men det ska inte glömmas att metoden ger värdefull information för diagnos och varje modalitets nackdelar och fördelar ska övervägas i sin helhet och bedöms vad som uppnås vid användning av metoden (Bertolaccini & Viti & Terzi, 2015). Resultatet besvarade detta arbetets syfte och belyser vikten av patientsäkerhet genom val av lämplig metod för att minska stråldos till patienter. Det är också viktigt att en bildtagnings metod har tillräckligt bra sensitivitet för att säkerställa en lungförtätning inte missas och patienterna få rätt diagnos och behandling. De flesta artiklar har fokus på dosoptimering för att få bästa nödvändiga diagnostik kvalitet. Resultaten av de artiklar som handlar om stråldos eller har räknat stråldos vid olika modaliteter är likadana när det gäller jämförelse av effektiv dos och bevisar samma faktum.

Slutsats

Lungtomosyntes är ganska ny metod och det finns fortfarande hög potential för vidare forskning som jämför lungtomosyntes med datortomografi. I jämförelse med konventionell lungröntgen har lungtomosyntes visat betydligt bättre resultat för detektering av förtätningar i lungor. Sensitiviteten vid lungtomosyntes är ungefär densamma som vid datortomografi men det finns fortfarande begränsningar och det finns lungförtätningar som inte kan detekteras med lungtomosyntes och då datortomografi behöver användas. Vid framtida forskning är det bra att tänka på att alla modaliteter inom röntgen tillhör en högteknologisk kategori och utvecklas snabbt då ska forskning inom området tillämpas i samma takt så att hinna med förbättring av användning av olika metoder för att minimera risker av felbedömningar som resulterar till en säkrare vår

Kliniska implikationer

Denna studie ökar medvetande om för- och nackdelar med användning av lungtomosyntes som i sin tur öppnar nya dörrar för tidig upptäckt av lungförtätningar med lägre dos i jämförelse med datortomografi vilket bidrar till ökning av patientsäkerhet inom radiologiverksamhet. Detta kan väcka intresse hos vårdgivare och sjukhus att investera och skaffa specifika utrustningar som kan förbättra vårdsäkerheten. Det finns behov av större tillgänglighet av lungtomosyntes utrustningar som inte finns idag.

Förslag för fortsatt forskning

Resultatet av framtida forskning kan vara värdefull ur patientsäkerhetsperspektiv när det gäller att inte utsätta patienten för onödig stråldos. Det behövs fortfarande mer forskning om i vilken utsträckning lungtomosyntes kan ersätta datortomografi och till vilka patienter tomosyntes är lämpligast metod.

Referenslista

- Ahvenjärvi, L. (2017). Radiologiska undersökningar av intensivvårdspatienter. I Koskinen, S.K. & Blanco Sequeiros, R. (red.) *Akut radiologi*. (s. 190–204). Stockholm: Liber. ISBN: 9789147113620
- Bertolaccini, L., Viti, A., & Terzi, A. (2015). Digital tomosynthesis in lung cancer: State of the art. *Annals of Translational Medicine*, 3(10), 139. doi: 10.3978/j.issn.2305-5839.2015.06.03
- Bushong, S.C. (2017). Radiologic science for technologists: physics, biology, and protection. (11. Ed.) St. Louis, Mo.: Elsevier.
- Cancerfonden. (2018). Lungcancer. Hämtad 2019-03-07 från, <https://www.cancerfonden.se/om-cancer/lungcancer>
- Dobbins, J. T., McAdams, H. P. (2009) "Chest Tomosynthesis: Technical Principles and Clinical Update." *European Journal of Radiology*. 72.2 (2009): 244-51. doi: 10.1016/j.ejrad.2009.05.054.
- Doo, K.W., Kang, E.Y., Yong, H.S., Ham, S.Y., Lee, K.Y. & Choo, J.Y. (2014). Comparison of chest radiography, chest digital tomosynthesis and low dose MDCT to detect small ground-glass opacity nodules: An anthropomorphic chest phantom study. *European Radiology*, 24(12), 3269–3276. doi: 10.1007/s00330-014-3376-6.
- Ericson, E. & Ericson, T. (2015). *Medicinska sjukdomar patofysiologi, omvårdnad, behandling*. Johanneshov: MTM.
- Forsberg, C. & Wengström, Y. (2017). *Att göra systematiska litteraturstudier värdering, analys och presentation av omvårdnadsforskning*. Johanneshov: MTM.
- Friberg, F. (red.) (2017). *Dags för uppsats: vägledning för litteraturbaserade examensarbeten*. (Tredje upplagan). Lund: Studentlitteratur.
- Galea, A., Dobbins, P., Riordan, R., Adlan, T., Roobottom, C., & Gay, D. (2015). The value of digital tomosynthesis of the chest as a problem-solving tool for suspected pulmonary nodules and hilar lesions detected on chest radiography. *European Journal of Radiology*, 84(5), 1012-1018. doi: 10.1016/j.ejrad.2015.02.007.
- Grosso, M., Priotto, R., Ghirardo, D., Talenti, A., Roberto, E., Bertolaccini, L., Terzi, A. & Chauvie, S. (2017). Comparison of digital tomosynthesis and computed tomography for lung nodule detection in SOS screening program. *La Radiologia Medica*, 122(8), 568–574. doi: 10.1007/s11547-017-0765-3.
- Henricson, M. (2017). Diskussion. I Henricson, M. (Red), *Vetenskaplig teori och metod: från idé till examination inom omvårdnad*. (s. 411–420). Lund: Studentlitteratur AB.
- Horváth, Á., Wolf, P., Nagy, J., Kelemen, A., Horváth, G., Hadházi, D., Horváth, Á., Czétényi, B., Süttö Z., Szondy, K. (2016). Overview of a digital tomosynthesis development: new approaches for low-dose chest imaging. *Radiation Protection Dosimetry*, 169(1–4), 171–176. doi: 10.1093/rpd/ncv469.
- Hjärt-Lungfonden. (2017). Hämtad 2019.02.06 från: <https://www.hjart-lungfonden.se/-Nyheter-/Lungrapporten-2017/>
- Hjärt-Lungfonden. (uå). hämtad 2019-03-14 <https://www.hjart-lungfonden.se/Sjukdomar/Lungsjukdomar/Lungfibros/>

- Hälso- och sjukvårdslag (2017:30) hämtad 2019-03-14 från https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/halso--och-sjukvardslag_sfs-2017-30
- Hwang, H., Chung, M., & Lee, K. (2013). Digital tomosynthesis of the chest: Comparison of patient exposure dose and image quality between standard default setting and low dose setting. *Korean Journal of Radiology*, *14*(3), 525-3. doi: 10.3348/kjr.2013.14.3.525.
- Johnson, N. (2014). Chest. I Bontrager, K., Lampignano, (Red.). *Textbook of radiographic positioning and related anatomy* (8.th ed., s. 69-102). St. Louis, Mo.: Elsevier/Mosby.
- Johnsson, Å., Fagman, E., Vikgren, J., Fisichella, V., Boijesen, M., Flinck, A., Kheddache, S., Svalkvist, A., Båth, M. (2012). Pulmonary nodule size evaluation with chest tomosynthesis. *Radiology*, *265*(1), 273-82. doi:10.1148/radiol.12111459/-/DC1
- Johnsson, Å.A., Vikgren, J., & Båth, M. (2014). A Retrospective Study of Chest Tomosynthesis as a Tool for Optimizing the use of Computed Tomography Resources and Reducing Patient Radiation Exposure. *Academic Radiology*, *21*(11), 1427-1433. doi: 10.1016/j.acra.2014.06.002.
- Johnsson, Å.A., Vikgren, J., Svalkvist, A., Zachrisson, S., Flinck, A., Boijesen, S., Kheddach, S., Månsson, L.G. & Båth, M. (2010). Overview of two years of clinical experience of chest tomosynthesis at Sahlgrenska University Hospital. *Radiation Protection Dosimetry*, *139*(1-3), 124-129. doi.org/10.1093/rpd/ncq059
- Kalender, Willi A. *Computed Tomography Fundamentals, System Technology, Image Quality, Applications*. 3rd Rev. ed. 2011. Web.
- Kim, E.Y., Bista, A.B., Kim, T., Park, S.Y., Park, K.J., Kang, D.K., & Sun, J.S. (2017). The advantage of digital tomosynthesis for pulmonary nodule detection concerning influence of nodule location and size: A phantom study. *Clinical Radiology*, *72*(9), 796.e1-796.e8. doi: 10.1016/j.crad.2017.03.022.
- Kruamak, T., Edwards, R., Cheng, S., Hippe, DS., Raghu, G., Pipavath, SN. (2019). Accuracy of Digital Tomosynthesis of the Chest in Detection of Interstitial Lung Disease Comparison with Digital Chest Radiography. *Journal of Computer Assisted Tomography*. *43*(1):109–114, doi: 10.1097/RCT.0000000000000780.
- Kuhlman, J., Collins, J., Brooks, G., Yandow, D., & Broderick, L. (2006). Dual-energy subtraction chest radiography: What to look for beyond calcified nodules. *Radiographics : A Review Publication of the Radiological Society of North America, Inc*, *26*(1), 79-92. doi.org/10.1148/rg.261055034
- Langer, S., Graner, B., Schueler, B., Fetterly, K., Kofler, J., Mandrekar, J., & Bartholmai, B. (2016). Sensitivity of Thoracic Digital Tomosynthesis (DTS) for the Identification of Lung Nodules. *Journal of Digital Imaging*. *29*(1), 141-147. doi: 10.1007/s10278-015-9818-0.
- Lee, X.W., Marshall, HM., Leong, S.C., O'Rourke, R.L., Steinke, K., Mirjalili, N., Bowman, R.V., Yang, I.A., Fong, K.M. (2017). Is Digital Tomosynthesis on Par with Computed Tomography for the Detection and Measurement of Pulmonary Nodules? *Journal of thoracic imaging*. *32*(6): W67-W68. doi: 10.1097/RTI.0000000000000298.
- Lisle, D. (2001). *Imaging for students* (2. nd ed.). London: Arnold.
- Mattsson, S., Johansson, L., Leide Svegborn, S., Liniecki, J., Noßke, D., Riklund, K.Å., Stabin, M., Taylor, D., Bolch, W., Carlsson, S., Eckerman, K., Giussani, A.,

- Söderberg, L., Valind, S. (2015). ICRP Publication 128: Radiation Dose to Patients from Radiopharmaceuticals: A Compendium of Current Information Related to Frequently Used Substances. *Annals of the ICRP*, 44(2_suppl), 7–321. <https://doi.org/10.1177/0146645314558019>
- Meltzer, C., Vikgren, J., Bergman, B., Molnar, D., Norrlund, R.R., Hassoun, A., Gottfridsson, B., Båth, M., Johnsson, Å. A. (2018). Detection and Characterization of Solid Pulmonary Nodules at Digital Chest Tomosynthesis: Data from a Cohort of the Pilot Swedish Cardiopulmonary Bioimage Study. *Radiology*, 287(3), 1018-1027. doi: 10.1148/radiol.2018171481
- Miller, A., Jackson, D., Hui, C., Deshpande, S., Kuo, E., Hamilton, G., Lau, K. (2019). Lung nodules are reliably detectable on ultra-low-dose CT utilising model-based iterative reconstruction with radiation equivalent to plain radiography. *Clinical Radiology*: 9260(19). doi: 10.1016/j.crad.2019.02.001
- Park, J.C., Park, S.H., Kim, J.S., Han, Y. Cho, M.K., Kim, H.K., Liu, Z., Jiang, S. B., Song, B., Song, W. (2011). Ultra-Fast Digital Tomosynthesis Reconstruction Using General-Purpose GPU Programming for Image-Guided Radiation Therapy. *Technology in Cancer Research & Treatment*, 10(4), 295-306. doi: 10.7785/tcrt.2012.500206
- Patientsäkerhetslag. (SFS 2018:1996). Hämtad 2019-02-27, från https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/patientsakerhetslag-2010659_sfs-2010-659
- Rosén, M (2017). Systematisk litteraturoversikt. I Henricson, M. (Red), *Vetenskaplig teori och metod: från idé till examination inom omvårdnad*. (s. 375–390). Lund: Studentlitteratur AB.
- Shim, S. S., Oh, Y.W., Kong, K.A., Ryu, Y.J., Kim, Y., & Jang, D.H. (2015). Pulmonary nodule size evaluation with chest tomosynthesis and CT: A phantom study. *The British Journal of Radiology*, 88(1047), 20140040. doi: 10.1259/bjr.20140040.
- Svensk Förening för Röntgensjuksköterskor [SWEDRAD]. (2011). Kompetensbeskrivning för legitimerad röntgensjuksköterska. Hämtad 2019-02-07 från http://www.swedrad.se/da_foreningsdoc/
- Strålsäkerhetsmyndigheten. (2017). Hämtad 2019-02-07 från <https://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/omraden/stralning-i-varden/berattigande-och-optimering/>
- Strålsyddslagen (2017/18:94). Hämtad 2019-02-07 från <https://lagen.nu/prop/2017/18:94#S6-5>
- Tylen, U. (2008). Lungorna. I Aspelin, P. & Pettersson, H. (red.). *Radiologi*. (s. 255 - 369) Lund: Studentlitteratur. ISBN: 9789144038872
- Yamada, Y., Jinzaki, M., Hasegawa, I., Shiomi, E., Sugiura, H., Abe, T., Sato, Y., Kuribayashi, S., Ogawa, K. (2011). Fast Scanning Tomosynthesis for the Detection of Pulmonary Nodules: Diagnostic Performance Compared with Chest Radiography, Using Multidetector-Row Computed Tomography as the Reference. *Investigative Radiology*, 46(8), 471-477. doi: 10.1097/RLI.0b013e318217b838.
- Wallin, A., Gustafsson, M., Anderzen Carlsson, A. & Lundén, M. (2018). Radiographers' experience of risks for patient safety incidents in the radiology department. *Journal of Clinical Nursing*. 28(7-8):1125-1134. doi: 10.1111/jocn.14681.

Zhang, Y., Li, X., Segars, W.P., & Samei, E. (2014). Comparison of patient specific dose metrics between chest radiography, tomosynthesis, and CT for adult patients of wide-ranging body habitus. *Medical Physics*, *41*(2). doi: 10.1118/1.4859315.

Bilaga 1. Söktabeller

Tabell 2. Pubmed

Datum	Sökord	Begränsningar (Limits)	Antal träffar	Relevanta abstract	Granskade artiklar	Valda artiklar
27/1	Chest Tomosynthesis CT	10 years	68	4	4	1 nr:6
27/1	Chest tomosynthesis lung pulmonary nodule	10 years	37	30	16	7
27/1	Comparison digital tomosynthesis computed tomography lung nodule	10 years	5	3	2	1
27/1	Chest tomosynthesis comparison computed tomography	10 years	23	2	2	1
21/2	Chest tomosynthesis comparison lung	10 years	13	3	1	1

Tabell 3. Cinahl

Datum	Sökord	Begränsningar (Limits)	Antal träffar	Relevanta abstract	Granskade artiklar	Valda artiklar
26-01-2019	Chest Tomosynthesis, CT	10 Years	10	7	4	1 "fanns också i PubMed"

Bilaga 2. Kvalitetsgranskning av valda artiklar

Tabell 4. Översikt kvalitetsgranskning av valda artiklar.

Författare:	Steve G. Langer, Brian D. Graner, Beth A. Schueler, Kenneth A. Fetterly, James M. Kofler, Jayawant N. Mandrekar, Brian J. Bartholmai
Titel:	Sensitivity of Thoracic Digital Tomosynthesis (DTS) for the Identification of Lung Nodules
Årtal:	2016
Land:	USA
Metod/Design	kvantitativ, prospektiv studie
Etiskt resonemang:	Ja
Syfte:	Syftet med den aktuella studien var att bestämma känsligheten och specificitet data för digital tomosynthesis avbildning av thorax specifikt vad gäller dess förmåga att identifiera och vidare karakteriserar lungförtätningar
Deltagare	95 patienter planerade till ta emot en PA och lateral CXR och Thorax _ CT för en klinisk indikation, inklusive potentiell malignitet Efter att data analyserades bestämdes det också utesluta de patienterna med mer än 20 lungnoduler sett på Thorax-CT eller överdriven sjukdom för att underlätta exakt korrelation mellan noduler från en bild modalitet till nästa.
Resultat:	Genomsnittlig stråldos för CXR, DTS och CT var 0,10, 0,21 respektive 6,8 mSv. Thoracic digital tomosyntes kräver signifikant mindre strålningsdos än CT och tvingar nästan känsligheten av den för CXR för identifiering av lungnoduler som är större än 4 mm. Emellertid är känslighet och specificitet för detektion och karakterisering av lungnoduler väsentligen mindre än CT. De uppenbara fördelarna över CXR, låg kostnad, snabbt förvärv och minimal strålningsdos av thorax DTS tyder på att det kan vara en användbar procedur. Upparbetning av en nyligen diagnostiserad nodul kommer sannolikt att kräva CT, med tanke på dess överlägsna tvärsnitts karaktärisering. Ytterligare undersökning av DTS som diagnostisk, screening och övervaknings
Sammanfattande bedömning av kvalitet och kommentar	Hög kvalitet Etiskt resonemang tydligt syfte och metod och resultat är relaterad till syfte.

Författare:	Maurizio Grosso, Roberto Priotto, Donatella Ghirardo, Alberto Talenti, Emanuele Roberto, Luca Bertolaccini, Alberto Terzi, Stéphane Chauvie.
Titel:	Comparison of digital tomosynthesis and computed tomography for lung nodule detection in SOS screening program,

Årtal:	2017
Land:	Italien
Metod/Design	kvantitativ, Observationstudie
Etiskt resonemang:	Ja
Syfte:	att jämföra lung nodudenes upptäckt av digital tomosyntes (DTS) och computed tomography (CT) för upptäckt av lungcancer
Deltagare	1843 patienter mellan 45–75 år.
Resultat:	DTS upptäckte och korrekt klassificera 74 % av det fasta, delvis fasta och markerade glasopacitets noder sedda av CT, men förlorade 4 noder identifierade av CT. Liten och låg densitet knölar är svåra att identifieras av DTS, men 86 % av nodulerna klassificerades korrekt som misstänksam/icke-negativa med hjälp av LUNG-RADS-klassificering. Dimensionerna av knutpunkterna är desamma om de mäts med de två teknikerna.
Sammanfattande bedömning av kvalitet och kommentar	Hög kvalitet Etisk godkännande studie Students t-test för kontinuerlig variabel, Mc Numera test för kategorisk och Wilcoxon test för ordinära kategorier var appliceras. Studien kan upprepas vid andra tillfälle och metoden var relevant till syfte.

Författare:	Zhang, Y., Li, X., Segars, W.P., Samei, E.
Titel:	Comparison of patient specific dose metrics between chest radiography, tomosynthesis, and CT for adult patients of wide-ranging body habitus
Årtal:	2014
Land:	USA
Metod/Design	kvantitativa, experimentella fantomstudier
Etiskt resonemang:	Ja
Syfte:	Att uppskatta organdoser, effektiva doser och riskindex för de tre modaliteter lungröntgen tomosyntes och Computed Tomografi
Deltagare	Totalt 59 vuxna hjärt-torso

	(XCAT) fantom (35 män och 24 kvinnor)
Resultat:	Resultatet visade att i CT används mer strålning i jämför med DTS och konventionell lungröntgen särskild hos patienter som har större storlek och då borde använda DTS metoden istället för CT.
Sammanfattande bedömning av kvalitet och kommentar	Hög kvalitet Etisk resonemang, tydligt syfte och metod och resultat är relaterad till syfte.

Författare:	Meltzer, C., Vikgren, J., Bergman, B., Molnar,D., Norrlund, R.R., Hassoun, A. Gottfridsson, B., Båth, M., Johnsson, Å.A.
Titel:	Detection and Characterization of Solid Pulmonary Nodules at Digital Chest Tomosynthesis: Data from a Cohort of the Pilot Swedish Cardiopulmonary Bioimage Study
Årtal:	2018
Land:	Sverige
Metod/Design	kvantitativ, prospektiv studie
Etiskt resonemang:	Ja
Syfte:	Syftet med studien var att undersöka DTS digital tomosyntes, för detektering och karakterisering av oavsiktliga fasta lungförtätningar i jämför med CT.
Deltagare	1111 slumpmässigt utvalda deltagare (50-64 år) som genomgick CT eller DTS undersökning.
Resultat:	Sammanfattningsvis resulterade studien att CT är bättre metod än DTS för detektering av misstänkta noduler och DTS anses som en uppföljning metod med tanke på mindre strålningsdos.
Sammanfattande bedömning av kvalitet och kommentar	Hög kvalitet Etisk resonemang, tydligt syfte och metod och resultat är relaterad till syfte. hög reliabilitet pga. Inter och intra Observer agreement.

Författare:	Doo, K.W., Kang, E.Y., Yong, H.S., Ham, S.Y., Lee, K.Y., Choo, J.Y.
-------------	---

Titel:	Comparison of chest radiography, chest digital tomosynthesis and low dose MDCT to detect small ground-glass opacity nodules: an anthropomorphic chest phantom study.
Årtal:	2014
Land:	Sydkorea
Metod/Design	kvantitativ, Experimentell Prospektiv studie
Etiskt resonemang:	Ja
Syfte:	Att utvärdera diagnostiska resultat av lungröntgen (CXR), digital tomosyntes (DT) och lågdos datatomografi (LDCT) för detektering av små lungförtätningar.
Deltagare	En thorax fantom
Resultat:	LDCT visade sig vara bättre än CXR och DT vid detektering av små GGO-noduler i lungorna. DT är inte ett lönsamt alternativ för detektering av GGO-noduler.
Sammanfattande bedömning av kvalitet och kommentar	Hög kvalitet Etisk resonemang, tydligt syfte och metod och resultat är relaterad till syfte. Hög reliabilitet pga. Inter och intra Observer agreement.

Författare:	Galea, A., Dubbins, P., Riordan, R., Adlan, T., Roobottom, C., Gay,D.
Titel:	The value of digital tomosynthesis of the chest as a problem-solving tool for suspected pulmonary nodules and hilar lesions detected on chest radiography.
Årtal:	2015
Land:	USA
Metod/Design	kvantitativ, prospektiv observationsstudie
Etiskt resonemang:	Ja
Syfte:	Att jämföra CXR och DTS vid diagnos av misstänkta lungförtätningar

Deltagare	78 patienter
Resultat:	DTS förbättrar diagnostiskt förtroende jämfört med en upprepad PA och lateral CXR vid diagnos av både misstänkta hilar lesioner och lungförtätningar som detekteras på CXR. DTS kan utesluta de flesta perifera pulmonella noder men försiktighet och ytterligare studier behövs för att bedöma sin förmåga att utesluta hilar lesioner
Sammanfattande bedömning av kvalitet och kommentar	Hög kvalitet Etiskt resonemang, tydligt syfte och metod och resultat är relaterad till syfte. Hög reliabilitet pga. specificitetand Inter reader agreement.

Författare:	Kim, Y.W., Bista, A.B., Kim, T., Park, S.Y., Park, K.J., Kang, D.K. Sun, J.S.
Titel:	The advantage of digital tomosynthesis for pulmonary nodule detection concerning influence of nodule location and size: a phantom study
Årtal:	2017
Land:	Sydkorea
Metod/Design	kvantitativ, experimentell fantomstudie
Etiskt resonemang:	Ja
Syfte:	Att undersöka fördelen med digital tomosyntes (DTS) jämför med lungröntgen (CXR) och dual-energy subtraction radiography (DES) för pulmonary nodule detektion enligt lokalisering och storleken
Deltagare	8 lung fantomer
Resultat:	DTS förbättrade avsevärt förmågan att upptäcka syntetisk pulmonal noder jämfört med CXR och DES, för detektering av mindre noder i den apikala, para mediastinala och laterala lung regioner och större noder belägna i paramediastinalen
Sammanfattande bedömning av kvalitet och kommentar	Hög kvalitet Etiskt resonemang Tydligt syfte och metod och resultat är relaterad till syfte. Hög validitet p-värde <0.05

Författare:	Shim, S., Oh, Y.W., Kong, K. A., Ryu, Y. J. Kim, Y., Jang, D. H.
Titel:	Pulmonary nodule size evaluation with chest tomosynthesis and CT: a phantom study
Årtal:	2015
Land:	Sydkorea
Metod/Design	kvantitativ, fantomstudie, experimentell
Etiskt resonemang:	Ja
Syfte:	Att jämföra digital tomosyntes och thoraxdatortomografi när det gäller att bedöma storlekarna av förtätningar i zoner där utvärdering med lungröntgen är begränsad.
Deltagare	Fantom
Resultat:	lungförtätningens storlek som erhållna med hjälp av tomosyntes och datortomografi är jämförbara, även för knölar som ligger i områden där storleks mätning är begränsad på enkel radiografi
Sammanfattande bedömning av kvalitet och kommentar	Hög kvalitet Etiskt resonemang tydligt syfte och metod och resultat är relaterad till syfte.

Författare:	Johnsson, Ase A. , Vikgren, J., Bath, M.
Titel:	A retrospective study of chest tomosynthesis as a tool for optimizing the use of computed tomography resources and reducing patient radiation exposure
Årtal:	2014
Land:	Sverige
Metod/Design	kvantitativ, Retrospektiv tvärsnittsstudie
Etiskt resonemang:	Ja
Syfte:	Att undersöka fördelar och nackdelar med lungtomosyntes och utreda hur mycket dosreduktion kan uppnås med tomosyntes jämför med datortomografi
Deltagare	49 patienter (74 kvinnor i åldern 18–91 år) hade genomgått lungtomosyntes

Resultat:	Lungtomosyntes bedömdes som fördelaktig i 85 fall, neutral i 13 fall och skadlig för 2 fall. För hela studiepopulationen minskade användningen av tomosyntes den genomsnittliga effektiva dosen från 2,7 till 0,7 mSv.
Sammanfattande bedömning av kvalitet och kommentar	Hög kvalitet Etiskt resonemang Tydligt syfte och metod och resultat är relaterad till syfte.

Författare:	Hye Sun Hwang, , Myung Jin Chung and Kyung Soo Lee,
Titel:	Digital tomosynthesis of the chest: comparison of patient exposure dose and image quality between standard default setting and low dose setting.
Årtal:	2013
Land:	Sydkorea
Metod/Design	kvantitativ, experimentell prospektiv longitudinell fantomstudie,
Etiskt resonemang:	Ja
Syfte:	Att bestämma den optimala lågdos lung tomosyntes och jämföra bildkvaliteten mellan lågdos tomosyntes och standarddos tomosyntes
Deltagare	Fantomstudie
Resultat:	Den effektiva dosen för låg dos och standarddos inställningarna var 62 μ Sv och 140 μ Sv, separat. En 56,7% dosreduktion uppnåddes i lågdosinställningen jämfört med standardinställningen. lågdos tomosyntes kan vara effektiv vid nodul detektion större än 4 mm utan en signifikant minskning av bildkvaliteten jämfört med standarddos
Sammanfattande bedömning av kvalitet och kommentar	Hög kvalitet Etiskt resonemang, tydligt syfte och metod och resultat är relaterad till syfte. Hög validitet p-värde <0.04

Författare:	Johnsson ÅA, Fagman E, Vikgren J, Fisichella VA, Boijesen M, Flinck A, Kheddache S, Svalkvist A, Båth M., Sverige, 2012
Titel:	Pulmonary nodule size evaluation with chest tomosynthesis.

Årtal:	2012
Land:	Sverige
Metod/Design	kvantitativ, prospektiv
Etiskt resonemang:	Ja
Syfte:	att utvärdera variationen mellan intra och inter Observer, samt överenskommelse för nodulstorleks mätningar på lung-tomosyntes och datortomografiska bilder.
Deltagare	20 Patienter
Resultat:	Skillnaden mellan medel manualen och den segmenterade diametern var -2,2 och -2,3 mm för vänster-till-höger och -2,6 och -2,2 mm för den underlägsna överlägsen diameter för mätningar på lungtomosyntes respektive Datortomografibilder. Mätningar på lungtomosyntes och DT-bilder är jämförbara, eftersom det inte finns någon tydlig förspänning mellan modaliteterna och repeterbarheten är liknande. limits agreements (LOA) mellan mätningar för de två modaliteterna ger upphov till oro om mätningar från lung tomosyntes och DT skulle användas utbytbar.
Sammanfattande bedömning av kvalitet och kommentar	Hög kvalitet Etiskt resonemang, tydligt syfte och metod och resultat är relaterad till syfte. Hög validitet p-värde <0.04

Författare:	Yamada, Y., Jinzaki, M., Hasegawa, I., Shiomi, E., Sugiura, H., Abe, T., Sato, Y., Kuribayashi, S., Ogawa, K.
Titel:	Fast Scanning Tomosynthesis for the Detection of Pulmonary Nodules: Diagnostic Performance Compared with Chest Radiography, Using Multidetector-Row Computed Tomography as the Reference.
Årtal:	2011
Land:	Japan
Metod/Design	kvantitativ, prospektiv tvärsnittsstudie
Etiskt resonemang:	Ja

Syfte:	Att utvärdera diagnostisk förmåga av lunglomosyntes jämför med lungröntgen och använder datortomografi som referens
Deltagare	118 patienter 57 med och 59 utan lungförtätning gjorde tomosyntes, lungröntgen och datortomografi
Resultat:	Den diagnostiska utförande av lungtomosyntes för detektering av pulmonella noder var signifikant överlägsen den för lungröntgen. sann positiva fall påverkas av storleken, CT-attenuering förmåga och nodulens läge, både i tomosyntes och lungröntgen.
Sammanfattande bedömning av kvalitet och kommentar	Hög kvalitet Etiskt resonemang tydligt syfte och metod och resultat är relaterad till syfte. Hög validitet p-värde <0.01

* Hög kvalitet har >85% av punkterna i granskningsmallen

* Medel kvalitet har 71–85% av punkterna i granskningsmallen

*låg kvalitet har 60–70% av punkterna i granskningsmallen (Henricson & Fridlund, 2017)