En jämförelse mellan digital brösttomosyntes och mammografi som screeningmetod för bröstcancer

En litteraturstudie

A comparison between digital breast tomosynthesis and mammography as a screening method for breast cancer

A literature review

Författare: Sofia Andersson och Lisa Bergqvist

Termin 6, 2024

Examensarbete: Grundnivå, 15 hp

Huvudområde: Röntgensjuksköterskeprogrammet, RA107G

Institutionen för hälsovetenskaper, Örebro universitet.

Handledare: Britt-Marie Ahlander, PhD,

Röntgensjuksköterska, Örebro Universitet

Sammanfattning

Introduktion: Mammografiscreening erbjuds kvinnor 40–74 år i Sverige för att tidigt upptäcka och förebygga sjuklighet och död i bröstcancer. Mammografi är en tvådimensionell avbildningsmetod. Brister ses hos kvinnor med hög brösttäthet som innebär en ökad mängd bröstkörtelvävnad vilket kan ge överlappande och skymmande strukturer. Digital brösttomosyntes har lyfts fram som en alternativ screeningmetod för bröstcancer framförallt för kvinnor med hög brösttäthet. Tomografisk avbildning generar tredimensionella projektioner och separerar bröstvävnadsstrukturer bättre än mammografi.

Syfte: Syftet var att undersöka digital brösttomosyntes som en alternativ screeningmetod för bröstcancer.

Metod: En litteraturstudie genomfördes där datainsamling skedde via databassökning i Pubmed och Google Scholar.

Resultat: Digital brösttomosyntes ökade antalet screeningdetekterade bröstcancrar och reducerade antalet återkallade kvinnor. Ingen tillräcklig evidens för reducering av intervallcancer påvisades. Modaliteten medförde en högre stråldos, ökad kostnad, längre undersöknings- och granskningstid jämfört med mammografi. Behov av utbildning och mängdträning hos personal behövs för att digital brösttomosyntes ska kunna implementeras och användas effektivt.

Konklusion: Digital brösttomosyntes har potential till att bli framtidens bröstcancerscreeningmetod, särskilt för kvinnor med hög brösttäthet.

Nyckelord: *Bröstcancerscreening, digital brösttomosyntes, mammografi*

Abstract

Introduction: Mammography screening is offered women aged 40–74 in Sweden to prevent morbidity and death from breast cancer. Limitations due to two-dimensional imaging are seen in women with high breast density, where an increased amount of breast tissue can produce overlapping structures. Digital breast tomosynthesis generates three-dimensional projections of mammography images. The method has better separation of breast tissue structures and been highlighted as an alternative screening method, especially for women with high breast density.

Purpose: The purpose was to investigate digital breast tomosynthesis as an alternative screening method for breastcancer.

Method: A literature study was conducted. Data collection was performed via database search in Pubmed and Google Scholar.

Results: Digital breast tomosynthesis increased the number of screening-detected breast cancers and reduced recalled women. No sufficient evidence for a reduction in interval cancer was demonstrated. The modality entailed a higher radiation dose, increased cost, longer examination- and review time compared to mammography. Education and extensive training of staff is needed for the modality to be implemented and used effectively.

Conclusion: Digital breast tomosynthesis has the potential to replace mammography in the future, especially for women with high breast density.

Keywords: *Breast cancer screening, digital breast tomosynthesis, mammography*

Innehållsförteckning

Introduktion 1
Bröstets anatomi 1
Bröstcancer 2
Diagnostik 3
Behandling 3
Bröstcancerscreening 4
Digital mammografi 5
Digital brösttomosyntes 6
Röntgensjuksköterskans roll 7
Problemformulering 8
Syfte och frågeställningar 8
Metod 8
Sökprocess 9
Sökstrategi 10
Avgränsningar 10
Urval 11
Kvalitetsgranskning 11
Dataanalys 12
Etiska överväganden 12
Resultat 13
Diagnostisk tillförlitlighet 13
Sensitivitet och specificitet 13
Screeningsdekterad cancer 14
Mortalitet och intervallcancer 15

Digital brösttomosyntes som screeningmetod 16
Återkallandefrekvens 16
Kategorisering av lesioner 17
Kostnadseffektivitet 18
Stråldos 19
Arbetsbelastning 20
Granskningstid för radiologer 20
Röntgensjuksköterskans roll 21
Upplevelser och åsikter om DBT-screening 21
Diskussion 23
Metoddiskussion 23
Resultatdiskussion 25
Diagnostisk tillförlitlighet 25
Digital brösttomosyntes som screeningmetod 27
Återkallandefrekvens 27
Kategorisering av lesioner 28
Kostnadseffektivitet 29
Stråldos 29
Arbetsbelastning 30
Granskningstid för radiologer 30
Röntgensjuksköterskans roll, upplevelse och åsikter om DBT-screening 31
Omvärdering av screeningprogrammet 33
Konklusion 33
Referenser 34
Bilagor 42

Förkortningar

AEC: Automatisk exponeringskontroll för röntgenutrustning.

ALARA: As low as reasonably achievable. En internationell strålskyddsprincip.

BI-RADS: Breast Imaging-Reporting and Data System. System för att mäta brösttäthet.

- **I:** Fettrika bröst.
- **II:** Fettvävnad och fibroglandulär vävnad.
- **III:** Täta bröst, betydande mängd fibroglandulär vävnad.
- **IV:** Extremt täta bröst, mycket fibroglandulär vävnad.

CC: Craniocaudalt.

CDR: Cancerdetekteringsfrekvens.

DBT: Digital brösttomosyntes, 3D teknik.

DCIS: Duktal cancer in-situ.

DM: Digital mammografi, 2D teknik.

FNP: Falskt negativt resultat. En screeningundersökning tolkas som normal trots att kvinnan har bröstcancer.

FPP: Falskt positivt resultat. En screeningundersökning tolkas som onormal. Kvinnan återkallas för kompletterande undersökning utan att cancer diagnostiseras.

ICR: Intervallcancerfrekvens. Intervallcancer upptäcks mellan två screeningtillfällen.

MGD: Mean glandular dose. Uppmätt absorberad stråldos till bröstkörtlarna.

MLO: Mediolateral oblique.

ML: Mediolateral.

RR: Återkallandefrekvens. Kvinnor blir återkallade vid bröstcancermisstanke eller otillräcklig bildkvalitet.

PICO: Population, intervention, comparison, outcome.

PPV: Positivt prediktivt värde. Beskriver sannolikheten att en återkallad kvinna har en bakomliggande cancer. Högre PPV innebär en högre diagnostisk tillförlitlighet.

S2D: Rekonstruerade 2D-projektioner baserat på digital brösttomosyntes.

Introduktion

Författarna till denna studie har under röntgensjuksköterskeutbildningen spenderat en del av sin verksamhetsförlagda utbildning på mammografienheter i mellersta Sverige. Röntgensjuksköterskor samt radiologer vid mammografienheterna belyste problemet med mammografi som bröstcancerscreeningmetod för kvinnor med täta bröst. Enligt arbetande personal var det vanligare att kvinnor med täta bröst återkallades för kompletterande undersökning. Detta väckte funderingar hos författarna om screeningprogrammets utformning, då kvinnor med hög brösttäthet utsätts för joniserande strålning till låg diagnostisk nytta, vilket motsäger röntgensjuksköterskans yrkesetiska kod. Röntgensjuksköterskor på enheterna beskrev en ökad medvetenhet om hög brösttäthet hos kvinnorna och att frågor om detta förekommer dagligen. Författarna till denna studie tolkade detta som ett växande problem och utförde därför en informationssökning om pågående forskning inom problemområdet. Informationssökningen visade att alternativa metoder framför allt digital brösttomosyntes undersöks som en alternativ screeningmetod som kan förbättra screeningresultatet för kvinnor med täta bröst.

Bröstcancer är den vanligaste cancerformen hos kvinnor och står för 26 % av all kvinnlig cancer. I Sverige diagnostiserades 8543 personer (8486 kvinnor och 57 män) med bröstcancer år 2022. Det har skett en årlig ökning av insjuknande i bröstcancer med två procent under de senaste 20 åren. En av tio kvinnor under 75 år får en bröstcancerdiagnos. Trots att fler fall diagnostiseras har risken att dö i sjukdomen sjunkit och nu överlever nio av tio sin cancer (1). En starkt bidragande faktor är införandet av mammografiscreening, vars syfte är att tidigt upptäcka samt att förebygga svår sjukdom och död i bröstcancer (1, 2). Den relativa femårsöverlevnaden var 93 % år 2022 (1).

Bröstets anatomi

Bröstet är uppbyggt av körtel-, bind- och fettvävnad. Bröstet delas in i 15 till 20 lober som i sin tur utgörs av lobuler. Dessa delas in i alveoliter vilket är körtelstrukturerna som ansvarar för mjölkproduktionen. Körtelgångarna transporterar mjölken som slutligen mynnar ut via bröstvårtan. Bindvävnaden tillsammans med muskler och ligament stödjer och håller brösten uppe. Lymf- och blodkärl i bröstvävnaden ger näring och bidrar till avlägsnande av slaggprodukter. Lymfdränaget sker främst i axillära lymfkörtlar och delvis i parasternala

lymfkörtlar. Bröstkörtlarna utvecklas under puberteten och påverkas av exogena samt endogena hormonella förändringar livet ut (3).

Vävnadssammansättningen i brösten är främst beroende av ålder, gener och hormonella faktorer. En fibroglandulär struktur, där bröstet domineras av bind- och körtelvävnad, är vanligast bland yngre kvinnor (15–30 år) och hos kvinnor utan genomgången graviditet. Bröst med dominerande fibroglandulär struktur benämns även täta bröst eller som bröst med hög täthet. Eftersom även genetiska faktorer påverkar fördelningen innebär det att kvinnor i alla åldrar kan falla in i denna kategori. Med stigande ålder brukar sammansättningen mellan vävnadstyperna övergå till en jämnare fördelning där bröstet består av lika mycket körtel- och bindväv som fettvävnad. Denna fördelning är vanligast hos kvinnor mellan 30–50 år och hos yngre kvinnor som genomgått graviditeter. Fettrika bröst är vanligast hos postmenopausala kvinnor. Körtelvävnad omvandlas till fett på grund av hormonella förändringar, vilket ökar med stigande ålder (>50 år). Bröstets strukturella sammansättning är en riskfaktor för bröstcancerutveckling, där hög brösttäthet ökar risken och kan även vara en försvårande faktor vid bröstcancerscreening (4).

Bröstcancer

Bröstcancer är en biologisk heterogen grupp av maligna tumörer med varierande tillväxthastighet, förmåga att metastasera, prognos och tumörkarakteristika. Cancern utvecklas i olika faser. I första stadiet ökar cellerna i antal för att sedan förändra utseende och tappa funktion. Vid den andra fasen har cellerna blivit cancerceller. När cancercellerna växer på samma plats kallas det för in-situ cancer och finns innanför körtelgångarnas basalmembran. Histopatologiskt skiljer man mellan duktal och lobulär form. Duktal cancer uppstår i mjölkgångarna (duktal cancer in situ, DCIS) medan lobulär cancer uppstår i mjölkkörtlarna. In-situ cancer kan inte metastasera. Vid den tredje fasen har in-situ cancern utvecklas till en invasiv cancer. Cancercellerna har växt genom basalmembranen samt bind- och fettvävnaden runt körtelgångarna. Vid den fjärde fasen sprider sig cancercellerna ut via blod- och lymfkärl till regionala lymfkörtlar och kan metastasera till skelett, lungor, lever, hud och till det motsatta bröstet (3).

Symtom vid bröstcancer kan variera men oftast känns en knöl i bröstet eller armhålan. Andra symtom kan vara förändrad hud och indragningar på bröstet, förstorat bröst, hårt bröst eller blod/vätska från bröstvårtan. Risken att drabbas av bröstcancer beror på hög brösttäthet, ålder,

etnicitet, ärftliga genmutationer, kostvanor, vikt, tidigare bröstsjukdom, tidigare strålbehandling, menstruationscykeln samt endogena och exogena hormonella förändringar (3, 5).

Diagnostik

Diagnostik av bröstcancer bygger på trippeldiagnostik som innebär en klinisk undersökning, bilddiagnostik samt cytologi eller vävnadsbiopsi (3). Om det finns en malign misstanke diskuteras fallet på en multidisciplinär konferens för fortsatt åtgärd. Första steget vid diagnostik är en klinisk undersökning med fokus på anamnes. Sedan gör läkaren en fysisk undersökning och inspekterar samt palperar båda brösten och regionala lymfkörtlar. Här undersöks sido- och täthetsasymmetri, hudförtjockning, ödem och deformering av bröstet eventuellt med hudindragning eller indragning av bröstvårtan. Vid misstanke skickas patienten för en bildundersökning med klinisk mammografi. Efter granskning av mammografibilder kan en kompletterande undersökning göras antingen med ultraljud, magnetisk resonanstomografi (MR) eller digital brösttomosyntes (DBT). Ultraljud är det vanligaste komplementet till digital mammografi (DM) och är bättre vid täta bröst i jämförelse med DM. Metoden kräver längre läkartid och är undersökarberoende. Ultraljud är förstahandsvalet för kvinnor under 30 år, gravida och ammande. MR är svårtillgängligt och dyrt. Det är en dynamisk undersökning med användning av kontrastmedel. MR föredras vid oklara fynd vid annan bilddiagnostisk modalitet, preoperativt och för högriskpatienter (3, 4).

Vid upptäckt av en misstänkt förändring vid bildgranskning rekommenderas en biopsi där ett vävnadsprov tas av tumören för att kunna fastställa om malign eller benign. Med en biopsi kan även biologiska egenskaper undersökas som hormonkänslighet, närvaro av human epidermal growth factor (HER2), malignitetsgrad och tillväxthastighet. HER2 är ett protein som kan finnas på cancercellernas yta, vilket ökar delningen och tillväxthastigheten (3 - 5).

Behandling

Behandlingen kan variera beroende på typen av cancer, sjukdomsstadium och individuella faktorer. Den primära behandlingsmetoden är kirurgi genom en bröstbevarande kirurgi eller mastektomi (hela bröstet opereras bort). Postoperativ behandling är ett komplement till kirurgin som kan minska risken för återfall. Det kan vara strålbehandling eller medicinsk behandling

såsom cytostatika och/eller hormonell behandling. Strålbehandlingen dödar cancerceller medan cytostatika är cellhämmande. En cancerbehandling är krävande med risk för livslånga biverkningar och ökad risk för följdsjukdomar, däribland kardiovaskulära och njurtoxiska sjukdomar. Tidig upptäckt och behandling förbättrar prognosen (3, 5).

Bröstcancerscreening

Kvinnor mellan 40 och 74 år erbjuds kostnadsfri bröstcancerscreening med 18–24 månaders intervall. Syftet är tidig upptäckt för att minska dödlighet och sjuklighet i bröstcancer. Fördelen med regelbunden screening är att förändringar upptäcks innan de hunnit ge symtom vilket förbättrar prognos och minskar efterföljande behandlingsinsatser. Screeningprogrammet har, tillsammans med förbättrade behandlingsalternativ ökat tioårsöverlevnaden från 50 % till 90 % från dess implementering under år 1980–1990 till 2022 (6).

Utformningen av screeningprogrammet baseras på de lagar som styr hälso- och sjukvård där samhället ska erbjuda en jämlik och evidensbaserad vård på lika villkor till hela befolkningen. Nyttan ska överstiga eventuella risker, varför Socialstyrelsen regelbundet utvärderar hälsovinster och brister i screeningprogrammet (6).

Vid bröstcancerscreening innebär homogen vävnadssammansättning att bröstvävnaden har en jämn och enhetlig struktur vid avbildning, vilket gör det lättare att upptäcka eventuella avvikelser eller förändringar. Heterogen vävnadssammansättning innebär en ojämn och varierande struktur vid avbildning. Det bidrar till en utmanande tolkning och kan kräva ytterligare diagnostiska åtgärder för att klargöra eventuella fynd (3). En annan diagnostisk utmaning som ses vid mammografiscreening är hög vävnadstäthet i bröstet eftersom det ger överlappande strukturer som kan dölja små patologiska förändringar. För att mäta brösttäthet används en fyrgradig skala enligt Breast Imaging-Reporting and Data System (BI-RADS I-IV) internationellt. BI-RADS-graderingen ökar med ökad brösttäthet. Bröst innehållande övervägande fettvävnad tillhör BI-RADS I. Bröst innehållande både fettvävnad och fibroglandulär vävnad tillhör BI-RADS II. Täta bröst tillhör BI-RADS III och IV. BI-RADS III är heterogent tät, vilket innebär att bröstet innehåller en betydande mängd fibroglandulär vävnad. BI-RADS IV är extremt täta bröst och har mycket fibroglandulär vävnad (6, 7). Socialstyrelsen uppskattar att cirka 50 % av deltagarna i det svenska screeningprogrammet tillhör BI-RADS III (40%) och IV (10%). Behovet av ett utökat

screeningprogram för dessa patienter har aktualiserats under senare år då mammografi inte är lika effektiv i dessa grupper (6).

Regelbunden screening ökar incidensen av bröstcancer på grund av asymtomatisk sjukdomsupptäckt vilket medför en risk för överdiagnostik. Asymtomatiska tumörer utvecklas inte nödvändigtvis till ett symtomgivande eller livshotande sjukdom. Detta gäller främst in-situ cancer, framför allt DCIS, där risk för progress är cirka 50 % under en kvinnas livstid. Diagnostiska verktyg för att bedöma vilka tumörer som progredierar saknas, därför behandlas alla tumörer som en försiktighetsåtgärd. Falskt positiva svar innebär att kvinnor återkallas på felaktiga grunder, då mammografiundersökningen tolkas som onormal trots att ingen bröstcancer föreligger. Falskt positiva svar bidrar till ökad återkallandefrekvens (recall rate, RR). Falskt negativa svar (FNP) innebär att tumörer missas och detta förekommer i varierande grad (10–20 %) i screeninggrupper. Följden blir en falsk trygghet hos den drabbade kvinnan, med risk för fördröjd vårdkontakt och sämre prognos. Falskt negativt svar är vanligt hos kvinnor med täta bröst. Dessa kvinnor är extra utsatta för intervallcancer, vilket uppskattas stå för en tredjedel av alla cancerfall i internationella screeningpopulationer. Intervallcancer innebär att en cancer upptäcks mellan två screeningtillfällen (8, 9). I Sverige upptäcks cirka 60 % av alla cancrar i screeningåldrarna 40–74 år vid screening. Resterande fall utgörs av intervallcancer, eventuellt till följd av FNP och cancer hos kvinnor som inte deltar i screeningprogrammet (10). Kompletterande radiologisk undersökning kan minska FNP (8, 9).

Digital mammografi

Digital mammografi är en röntgenundersökning som genererar en tvådimensionell projektion av bröstet med hjälp av joniserande strålning. Den kan utföras som del av ett screeningprogram eller genom läkarremiss, så kallad klinisk mammografi. Vid klinisk mammografi är patienten antingen återkallad från mammografiscreeningen eller så har patienten själv sökt vård på grund av symtom. Vid mammografiscreening tas två projektioner av varje bröst, craniocaudal (CC) och mediolateral oblique (MLO). Vid klinisk mammografi kompletteras undersökningen med en eller fler projektioner beroende på bilddiagnostiskt fynd. Vid CC placeras bröstet mitt på den digitala bildplattan med bröstvårtan pekande framåt och i mitten. Vid MLO placeras patienten med bröstets lateralsida mot detektorn där exponering sker med 55–60 graders vinkel. Kriterierna vid bildtagning är att hela bröstvävnaden och en del av bröstmuskeln ska vara med. En 90-gradig

vinkel mellan bröstvårta och bröstmuskel ses på en korrekt MLO. Bröstet komprimeras för att reducera brösttjockleken vilket minskar stråldosen och ökar bildkvaliteten. Viktiga grundförutsättningar är korrekt positionering och kompression av bröstet. Stråldos och exponeringsparametrar är beroende av bröstets tjocklek efter kompression och BI-RADS. Röntgensjuksköterskan ansvarar för att märka ut om det finns förändringar på bröstet som kan försvåra bedömningen av bilderna (3, 4).

I Sverige används en femgradig skala för att kategorisera bilddiagnostiska fynd. Kategori ett och två beskriver normala eller godartade fynd. Kategori tre till fem beskriver malignitetsmisstanke med ökad sannolikhetsgrad vid högre nivå. Vid kategori tre till fem kallas kvinnor tillbaka för kompletterande undersökningar. Två ytterligare kategorier kan användas vid oklara fynd (kategori noll) och vid biopsibekräftad malignitet (kategori sex) (2, 11). Vid primär tolkning av mammografibilder kontrolleras mikroförkalkningar, avgränsade mjukdelsförändringar och förändringar i körtelvävnadens radiologiska mönster. Detta är egenskaper som syns både vid maligna och benigna lesioner men varierar i utseende. En typisk benign lesion är rund, oval eller lobulerad samt skarpt avgränsad från omgivningen. En typisk malign lesion är oregelbunden, taggig och/eller diffust avgränsad. I analysen ingår djup, storlek, utbredning och lokalisering. Ett tidigt tecken på en malign lesion är mikroförkalkningar, vilka är högattenuerande och kan visualiseras väl på mammografibilder. En lesion innehållande fett har låg attenuering och absorberar endast en liten del av röntgenstrålningen. Lesioner med tätt packade tumörceller eller produktiv fibros är högattenuerande (3). Sensitiviteten för fettrika bröst uppskattas till 85–90% och minskar kraftigt vid hög brösttäthet (50%) (10).

Digital brösttomosyntes

Digital brösttomosyntes har lyfts fram som en alternativ screeningmetod. Metoden genererar tredimensionella projektioner av konventionella mammografibilder. Tomografisk avbildning i ett snitt framhäver bröstets djupare lager och separerar bröstvävnadsstrukturer bättre, vilket är en fördel vid hög brösttäthet. Tekniken ökar bröstcancerdetektering (cancer detection rate, CDR) i både fettrika och täta bröst. Digital brösttomosyntes kan minska antalet återkallade kvinnor då asymmetri, avgränsning och form framhävs bättre, vilket gör det lättare att skilja på benigna och maligna lesioner (12, 13). Bilddiagnostiska fynd vid DBT kategoriseras på samma sätt som vid DM (11). Ett lägre RR minskar ångest hos kvinnorna och är resursbesparande genom reducering

av kompletterande undersökningar. Digital brösttomosyntes har hög sensitivitet och kan samtidigt öka RR samt bidra till överdiagnostik om specificiteten inte är tillräckligt hög (12, 13).

Undersökningsprotokollet är detsamma som vid DM, där en CC och MLO-projektion tas vid screeningundersökningar. Röntgenröret roterar över bröstet i en bågformad rörelse där lågdos-snitt samlas in i olika vinklar. Hur mycket röntgenröret roterar över bröstet bestäms av svepvinkeln, ofta tillverkarspecifik och varierar mellan 10 och 60 grader. Ju större svepvinkel, desto fler projektioner, bättre separation av vävnadsstrukturer och bättre detaljrikedom, dock på bekostnad av ökad stråldos. Det görs ett snitt per millimeter och antalet snitt är således beroende av bröstets tjocklek efter kompression. De insamlade snitten rekonstrueras automatiskt till en 3D-volym (12, 13).

Röntgensjuksköterskans roll

All personal som hanterar joniserande strålning är skyldiga att följa Strålsäkerhetsmyndighetens allmänna föreskrifter. Röntgenundersökningar bör utföras i enlighet med as low as reasonably achievable (ALARA) principen, vilket bygger på berättigande och optimering (14). Varje enskild röntgenundersökning ska ge tillräcklig diagnostisk information för att motivera strålningsexponering. Vidare ska undersökningen optimeras, där en så låg dos som möjligt ska eftersträvas med tillräcklig bildkvalitet. Röntgensjuksköterskan ska följa nationella riktlinjer och arbeta utifrån metodbeskrivningar baserade på vetenskap och beprövad erfarenhet. Röntgensjuksköterskan har förståelse, kunskap och färdighet för ett strålsäkert arbete och ansvarar för bildtagning och kvalitetssäkring genom att säkerställa att röntgenbilder uppnår giltiga kriterier, en viktig aspekt för att optimera screeningprogrammet och minska RR. Röntgensjuksköterskan ansvarar för patientomhändertagande, där patienters rätt till information om fördelar och risker med exponeringen ska respekteras. Undersökningarna ska stråldosoptimeras med korrekt metodik, där bröstkompression är ett viktigt verktyg. Samtidigt ska undersökningen utföras med respekt för patienten utan onödigt obehag och smärta (15 - 17).

Problemformulering

Socialstyrelsen menar att DM:s diagnostiska träffsäkerhet är kraftigt reducerad vid hög brösttäthet, vilket gör nyttan med screeningprogrammet osäker i denna grupp (10). Uppskattningsvis 50 % av alla screeningdeltagare i Sverige har hög brösttäthet (6). Digital brösttomosyntes har lyfts fram som en alternativ screeningmetod (6, 7). Tidigare publicerad forskning visar att DBT ökar CDR framför allt vid hög brösttäthet samtidigt som RR reduceras (18 - 22). Digital brösttomosyntes kräver resurstillskott och kan medföra förändrat arbetssätt för röntgensjuksköterskor och radiologer vid ett utökat eller förändrat screeningprogram (6, 7, 19, 20). Socialstyrelsen belyser att gällande rekommendationer kan komma att ändras vid tillräcklig vetenskaplig evidens och den snabba utvecklingen gör att behovet finns för en översikt av kunskapsläget för att kunna förbättra screeningprogrammet (6).

Syfte och frågeställningar

Syftet är att undersöka digital brösttomosyntes som en alternativ screeningmetod för bröstcancer.

- Finns det skillnader mellan DBT och DM gällande diagnostisk tillförlitlighet?
- Användning av DBT som screeningmetod, vilka för- och nackdelar finns?
- Påverkas röntgensjuksköterskans och radiologers arbetsbelastning vid DBT jämfört med DM?

Metod

Med hänsyn till studiens syfte att ge en kunskapsöversikt över aktuell forskning inom valt område ansågs en litteraturstudie vara den bäst lämpade studiedesignen. En litteraturstudie består av flera steg och utgår från en välformulerad frågeställning, där strukturerad litteratursökning, urval, kvalitetsgranskning, resultatanalys och evidensgranskning ska ingå (23). Databaserna PubMed och Google Scholar användes vid datainsamlingen. PubMed användes då det är den största databasen för medicinsk forskning. Google Scholar innehåller vetenskaplig litteratur från flera vetenskapliga tidskrifter i Europa och USA och kompletterade PubMed vid litteratursökningen (24).

Sökprocess

Eftersom författarna valt att arbeta utifrån flera frågeställningar behövde informationssökningen struktureras och avgränsas för att identifiera huvudbegrepp som kunde användas vid databassökningen. Flera modeller finns att tillgå för att systematisera en informationssökning. Då litteraturstudien till största del baseras på kvantitativa frågeställningar med fokus på effekter i olika sammanhang, valdes PICO som modell för att bryta ned frågeställningarna till anpassade sökord för att bättre specificera litteratursökningen, se tabell 1. PICO står för population, intervention, comparison och outcome (24, 25).

Tabell 1. Nedbrytning av frågeställningar enligt PICO

Population	**Intervention**	**Comparison**	**Outcome**
(Screeningsdeltagande) Kvinnor (åldersspann inkluderar kvinnor mellan 40–74 år)	Digital brösttomosyntes	Mammografi	Diagnostisk tillförlitlighet, arbetsbelastning
"Screening population"	Tomosynthesis, 3D mammography, "digital breast tomosynthesis"	Mammography, 2D-mammography	Performance, "breast cancer detection", BI-RADS, radiation dose, radiographer

PICO=population, intervention, comparison, outcome.
BI-RADS= Breast Imaging-Reporting and Data System.

Författarna var även intresserade av att undersöka röntgensjuksköterskans och radiologens roll samt påverkan på arbetsflödet vid ett förändrat eller utökat screeningprogram. Studier med kvalitativ ansats som beskriver röntgensjuksköterskors erfarenheter och åsikter om DBT som screeningmetod var den studiedesign som bäst ansågs kunna besvara frågeställningen och bidra

med en djupare förståelse för problemområdet (24). En kompletterande sökning för att hitta kvalitativa data utfördes utöver PICO-analysen.

Sökstrategi

En testsökning utfördes för att identifiera sökord och nyckelord. Utifrån testsökningen formulerades sökord som användes för att skapa sökblock med fritextord. Sökblock skapades genom att sökord kombinerades med booleska operatorer för att bredda (OR) och smalna av (AND) sökningen samt exkludera (NOT) ej relevant litteratur. Parentessökning användes vid kombinerade booleska operatorer för att motverka feltolkning. Frassökning användes för att smalna av sökningen och exkludera ej relevant litteratur. Trunkering användes för att inkludera variationer av ett sökord (24).

De sökord som användes i Pubmed var *"breast cancer screening", tomosynthesis, "breast tomosynthesis", mammography, screening "screening program", review, meta-analysis, radiation dose, mean glandular dose, compare*, radiographer och interview.*

Sökord som användes i Google Scholar var *tomosynthesis, "breast tomosynthesis", screening, outcome, mammography, radiographer, interview, implementation, outcome, BI-RADS, dense och sensitivity.*

Databassökningarna kompletterades med manuell referenssökning då relevanta artiklar hittades i andra artiklars referenslistor. Kombinationen av sökord, avgränsningar, datum och utfall redovisas i bilaga 1.

Avgränsningar

Inklusionskriterier var vetenskapliga originalartiklar med publikationsår från 2012. Artiklarna skulle vara skrivna på svenska eller engelska och genomgått peer-review. Artiklar som fokuserade på bröstcancerscreening med mammografi eller DBT där data om diagnostisk tillförlitlighet, CDR, RR och arbetsbelastning framgick inkluderades. För artiklar där populationen bestod av screeningdeltagare skulle åldersspannet på deltagare inkludera kvinnor mellan 40 och 74 år.

Exklusionskriterier var review-artiklar, meta-analyser, artiklar med publikationsår tidigare än 2012 och artiklar som inte gick att nå i sin helhet gratis eller via universitetet. Vidare exkluderades artiklar som fokuserade på klinisk diagnostik och andra modaliteter (MR, ultraljud) och artiklar där deltagarnas åldersspann inte inkluderade kvinnor 40 – 74 år.

Urval

Urvalet gjordes i tre steg baserat på innehållsrelevans och inklusions- och exklusionskriterier (24). Det första urvalet baserades på artikelns titel. Ansågs artikeln utifrån titeln kunna bidra till att besvara studiens syfte inkluderades den till ett andra urval. Det andra urvalet gjordes utifrån artikelns abstract. Om innehållet inte avspeglade studiens syfte exkluderades artikeln. Vid relevant abstractinnehåll inkluderades artikeln vidare till steg tre. Vid det tredje steget lästes artikeln i sin helhet. Vid fortsatt relevans inkluderades artikeln till en kvalitetsgranskning.

Urvalssteg ett och två (titel och abstract) utfördes enskilt av författarna var för sig. De artiklar som valts ut till steg tre (helhetsbedömning utav artikeln) lästes gemensamt av författarna och ett gemensamt beslut togs om en slutlig inkludering eller exkludering. Databassökningen genererade 44 625 antal träffar (PubMed 683, Google Scholar 43 942). Totalt 1183 titlar lästes. Efter titelgranskning inkluderades 209 artiklar till steg två (abstractgranskning). Av dessa inkluderades 86 artiklar till steg tre och lästes i sin helhet. Till kvalitetsgranskningen inkluderades 24 artiklar.

Kvalitetsgranskning

Kvalitetsgranskning utfördes med stöd av Forsberg och Wengströms granskningsmallar (bilaga 2). Mallar finns för både kvantitativa- och kvalitativa studier. Bedömningspunkterna är utformade för att kunna bedöma studiedesign, metod, resultat och slutsats (23). Författarna valde att lägga till ett poängsystem till granskningsmallarna för att systematiskt kunna granska och gradera artiklarna. Poängssystemet räknades ut utifrån procent där låg kvalitet är allt under 70%, medel kvalitet minst 70% och hög kvalitet minst 85% för att säkerställa att artiklarna erhåller samma kvalitet. Den kvantitativa granskningsmallen för icke-randomiserade studier gav totalt 20 poäng och artiklar graderas som låg (0–13), medel (14–16) och hög (17–20). Motsvarande högsta poäng för den kvantitativa granskningsmallen för randomiserade studier var totalt 27 poäng och artiklar graderas som låg (0–18), medel (19–22) och hög (23–27). Den kvalitativa granskningsmallen gav totalt 24 poäng och artiklar graderas som låg (0–16), medel (17–19) och hög (20–24). Författarna bestämde på förhand att artiklarna skulle uppnå minst medelkvalitet för att inkluderas i resultatet.

Författarna granskade alla artiklar individuellt. Efter färdigställd individuell kvalitetsgranskning genomfördes en gemensam diskussion om gradering utifrån bedömningspunkterna. Därefter togs ett slutligt beslut om inkludering eller exkludering.

Totalt genomgick 24 artiklar kvalitetsgranskning. En slutlig exkludering av en artikel gjordes då den ansågs hålla en låg kvalitet. En artikel exkluderades även då den vid noggrannare granskning inte ansågs relevant för studien. Slutligen inkluderades 22 artiklar till resultatet. En översikt av artiklarna med kvalitetsgranskning inkluderad redovisas i bilaga 3.

Dataanalys

För att analysera resultatet tillämpades en innehållsanalys utifrån Forsberg et als beskrivning. Analysen gjordes i flera steg. Varje artikels resultat lästes av båda författarna flera gånger för att identifiera skillnader och likheter. Nyckelord i resultaten identifierades (exempelvis sensitivitet och specificitet) och användes för att sammanställa skillnader och likheter för varje nyckelord mellan olika studier. Nyckelorden kategoriserades och sammanställdes i olika teman (exempelvis diagnostisk tillförlitlighet) för att strukturera upp innehållet. Allt material i varje tema sammanställdes i löpande text och utifrån detta skapades innehållsbeskrivande rubriker. Dessa rubriker användes som underrubriker i resultatet och består av teman (exempel diagnostisk tillförlitlighet) och subteman (sensitivitet och specificitet) (23).

Etiska överväganden

Den studiedesign som valts krävde inget etiskt godkännande från regionala etikprövningsnämnden. Studien använde sig inte av personuppgifter eller andra uppgifter som kan spåras till enskilda individer. Hänsyn till etiska aspekter togs vid datainsamling, då inkluderade studier skulle ha utformats med etiska aspekter i beaktning och fått godkänt av en etisk kommitté. Författarna arbetade opartiskt och blandade inte in egna åsikter. Inkluderade artiklarnas författare var opartiska för att undvika bias (där studiens resultat kunde främja personlig vinning, exempelvis ekonomisk) för att uppnå ett så sanningsenligt resultat som möjligt (24).

Resultat

Totalt inkluderades 22 artiklar vilka utgör underlag för studiens resultat. Artikeananlysen resulterade i tre teman med tillhörande subteman, se tabell 2. Artiklarna i resultatet sorterades in under flera teman och subteman.

Tabell 2. Utarbetade teman och subteman samt vilka artiklar som inkluderades under vilket tema.

Tema/Rubrik	Subteman	Antal artiklar och referensnummer
Diagnostisk tillförlitlighet	Sensitivitet och specificitet, cancerdetektering, olika cancertyper, mortalitet, BI-RADS, förkalkningar, intervallcancer	10 (26–35)
DBT som screeningmetod	Återkallandefrekvens, gradering av lesioner, kostnadseffektivitet, stråldos, BI-RADS	17 (27–29, 31–44)
Arbetsbelastning	Erfarenheter, upplevelser och åsikter om bröstcancerscreening och BI-RADS, gransknings- och undersökningstid, kvalitetssäkring.	9 (35, 36, 39, 43–48)

BI-RADS= Breast imaging. DBT= Digital brösttomosyntes

Diagnostisk tillförlitlighet

Sensitivitet och specificitet

Von Euler-Chelpin et al. visade att DM hade hög sensitivitet och var träffsäker vid diagnostisering av fettrika bröst (80 %). Hos kvinnor med fettrika bröst och dominerade heterogen vävnadssammansättning reducerades sensitiviteten till 67 %. För kvinnor med BI-RADS IV var sensitiviteten 47 %. Vid kombination av BI-RADS IV och dominerande heterogen vävnadssammansättning minskade sensitiviteten för DM till 41% (26).

Regen-Tuero et als forskning visade att DM hade högre sensitivitet för cancrar med förkalkningar (40% av det totala antalet cancerupptäckter) jämfört med DBT (19,5 % av det totala antalet cancerupptäckter). Digital brösttomosyntes upptäckte cancrar med solida massor i högre grad (32,7 %) jämfört med DM (17,9 %) (27). Digital brösttomosyntes ökade sensitiviteten vid screening jämfört med DM oavsett brösttäthet (28, 29). Jämförelse av sensitivitet mellan modaliteterna visade att DBT tillför nytta vid mycket hög brösttäthet (DBT 81,1 %, DM 43,2 %) (30). Conant et al. visade att sensitiviteten i en screeningpopulation där DBT och DM använts både enskilt och i kombination var högst vid kombinerad DBT och DM (28). Skaane et als. forskning stödjer Conant et al. då ett kombinerat protkoll ökade sensitiviteten jämfört med enbart DM eller DBT i screeningsammanhang (31).

Von Euler-Chelpin et al. visade att specificiteten för DM var relativt konstant för alla BI-RADS-nivåer (26). Vid tillägg av DBT vid bröstcancerscreening har specificiteten ökat jämfört med enbart DM. Vid jämförelse med DM har DBT visat högre specificitet vid alla BI-RADS-nivåer och i alla åldersgrupper mellan 40 och 74 år (28, 32). Digital brösttomosyntes reducerade inte FPP vid en viss brösttäthetsnivå (30). Skaane et al. visade att specificiteten ökade signifikant vid ett kombinerat DM- och DBT-protokoll jämfört med screening med en modalitet (31).

Screeningsdekterad cancer

Antalet screeningdetekterade cancrar mätt per 1000 kvinnor var högre för DBT än DM (27–29, 32, 33), där andelen invasiv cancer var högre för DBT än DM, se tabell 3. DBT medförde ingen ökning för upptäckt av fall med DCIS (22-24). Conant et als. forskning visade att CDR för DBT var högre vid alla BI-RADS-nivåer i åldersspannet 40 – 74 år jämfört med DM (32). Lowry et al. visade att DBT ökade CDR främst för kvinnor med BI-RADS III och heterogen vävnadssammansättning. Vid fettrika bröst och extremt hög brösttäthet sågs ingen skillnad i CDR för DBT jämfört med DM (34). En kombinerad DBT- och DM-screening ökade CDR med nästan en tredjedel jämfört med enbart DM och reducerade FNP (28, 31). Skaane et al visade att en kombinerad DBT-och DM-screening ökade andelen upptäckta invasiva cancrar och minskade andelen DCIS (31).

Tabell 3. Antalet screeningdetekterade cancrar mätt per 1000 kvinnor för olika screeningpopulationer för digital brösttomosyntes och digital mammografi.

Artikel (referensnummer)	**CDR DBT**	**CDR DM**	**Andelen invasiv cancer och DCIS (%) (DBT)**	**Andelen invasiv cancer och DCIS (%) (DM)**
Regen-Tuero H et al. (27)	3,4	1,8	85,1 / 14,9	72,5 / 27,5
Zuckerman S et al. (28)	6,0	5,0	70,0/ 30,0	68,5 / 31,5
Bernardi D et al. (29)	8,7	5,5	87,5 / 12,5	83.9 / 16,1
Skaane P et al.* (31)	9,3	6,3	84,1 / 15,9	79,9 / 20,1
Conant E et al. (32)	5,8	4,4	-	-
Romero Castella C et al. (33)	4,5	2,3	-	-

CDR= Screeningsdekterad cancrar per 1000 kvinnor. DBT= Digital brösttomosyntes. DM= Digital mammografi *DBT = kombinerat protokoll (DBT+DM)

Mortalitet och intervallcancer

Castellano et als forskning visade att mortalitet och risk att dö i bröstcancer var lägre i ett geografiskt område där DBT använts som screeningmetod jämfört med DM-baserade screeningpopulationer i närliggande område (33). Digital brösttomosyntes har visat ökad känslighet för upptäckt av små invasiva, låggradiga och lymfnegativa cancrar (stadium I-II) jämfört med DM. Upptäckt av större invasiva cancrar (>2 cm) var mer frekventa vid DM (27 - 29). Cancerkaraktär skilde sig dock åt mellan olika studiepopulationer. Conant et al. visade att DBT medfört en högre andel upptäckter av avancerad cancer med lymfkörtelinvolvering jämfört med tidigare data från samma population då DM användes (28).

Digital brösttomosyntes har medfört en positiv effekt på antal dödsfall och intervallcancerfrekvensen mätt per 1000 kvinnor (Interval Cancer Rate, ICR). Intervallcancerfrekvensen har visat en stabilt nedåtgående trend under de år då DBT har använts (33). Bernardi et als. forskning stödjer resultat av en minskad ICR vid DBT-screening, men ingen signifikans har påvisats (29). Johnson et al. jämförde ICR mellan DBT och DM och påvisade signifikans (DBT 1,6 och DM 2,8). Intervallcancerfrekvensen var lägre för DBT i alla åldersgrupper mellan 40 och 74 år. En analys av resultatet visade att DBT medförde 40 % lägre risk att utveckla intervallcancer jämfört med DM (35). En kombinerad DBT- och DM-screening reducerade inte ICR ytterligare (31).

Digital brösttomosyntes som screeningmetod

Återkallandefrekvens

Antalet återkallade kvinnor mätt per 1000 screeningar har i flera studier visat sig lägre vid DBT än DM, se tabell 4 (27–29, 33). En viss risk för en ökad RR sågs framför allt de första åren efter implementeringen. En retrospektiv utvärdering av RR visade på en signifikant ökning vid screening med DBT de första två åren jämfört med DM. En uppföljande utvärdering år tre visade en signifikant reducering av RR för DBT jämfört med DM (27). Skaane et als. forskning visade att ett kombinerat protokoll reducerade en redan låg RR på 4,2 % till 3,4 %. Antalet återkallade i förhållande till antalet cancerupptäckter reducerades med nästan 50 % (31). Störst skillnad i RR mellan DBT och DM sågs vid den initiala screeningen av kvinnorna (DBT 3.86 mot DM 7.44). Vid uppföljande screening där tidigare bilder för jämförelse fanns att tillgå var skillnaden 2.25 (DBT) mot 2.33 (DM) (29). Lowrys et als forskning stödjer resultatet att DBT tillför mest nytta vid initial screening genom reducering av antalet återkallade kvinnor med BI-RADS I-III. Vid uppföljande screening reducerade DBT RR för kvinnor med heterogen tät eller fibroglandulär struktur (BI-RADS II-III) (34).

Vilken patientgrupp som har störst nytta av DBT varierade mellan olika studier. Aase et als. forskning visade att reduceringen av RR var signifikant vid icke-täta bröst (DBT 2,2 % och DM 3,6 %). Vid täta bröst fanns ingen skillnad i RR utan var likvärdig för båda modaliteterna (DBT och DM 3,6 %). RR var likvärdig för DM oavsett BI-RADS, medan RR för DBT ökade något vid

BI-RADS III och IV (36). Lowry et als. forskning stödjer Aase et als. forskning då DBT inte reducerade RR för kvinnor med BI-RADS IV jämfört med DM (34).

Tabell 4. Skillnader i återkallandefrekvens mätt per 1000 screeningundersökningar där både digital brösttomosyntes och digital mammografi har använts som screeningmetod.

Artikel (referensnummer)	**RR – DBT (%)**	**RR – DM (%)**	**Statistisk signifikans (= p <0,05)**
Regen-Tuero H et al. (27)	9,8 (år 1–2)	8,1 (år 1–2)	Ja
	9,8 (år 3)	12,8 (år 3)	Ja
Zuckerman S et al. (28)	8	10,4	Ja
Bernardi D et al. (29)	2,5	3,2	Ja
Skaane et al* (31)	3,4	4,2	Ja
Romero Castella C et al. (33)	7,0	2,6	Ja
Aase H et al. (36)	3,0	3,6	Ja

RR= återkallandefrekvens. DBT= Digital brösttomosyntes. DM= Digital mammografi.
*DBT=kombinerat protokoll (DBT+DM)

Kategorisering av lesioner

Nyttan av DBT vid kategorisering av bilddiagnostiska fynd var hög vid en jämförelse med DM. Kategoriseringen gjordes ursprungligen med DM. Vid kompletterande DBT gjordes en uppgradering av kategoriseringen i 31,5 % av fallen varav 83 % var maligna. Nedgradering av kategorisering gjordes i 18,9 % av fallen, varav 94 % var benigna. En reducering av antalet fynd i kategori tre och fyra gjordes med DBT i jämförelse med DM. DBT-baserad kategorisering hade

högre träffsäkerhet. En högre FNP och FPP kopplades till DM. Kategorisering av bilddiagnostiska fynd var säkrare med DBT vid hög brösttäthet. Vid kombinerat protokoll ökade diagnostika träffsäkerheten signifikant vid kategorisering av bilddiagnotiska fynd (37).

Det positiva prediktiva värdet (PPV) beskriver andelen cancrar av antalet positiva screeningar. Sannolikheten för att en återkallad kvinna har bakomliggande malignitet var högre för DBT än DM (27 - 29, 32) och för DBT- och DM-protokoll jämfört med DM (31).

Kostnadseffektivitet

Digital brösttomosyntes medför en ökad kostnad per screening jämfört med DM (38–41). Den ökade kostnaden vid DBT berodde på dyrare utrustning, längre undersökningstid, längre bildgranskningstid, höga investeringskostnader för IT-lagring och uppkoppling samt möjlig överdiagnostik (39). Digital brösttomosyntes kräver ökat lagringsutrymme på 500 – 3000 megabyte (Mb) jämfört med 60 – 80 Mb för DM per undersökning (41). För kvinnor som screenades med DBT var biopsi vid återkallande, strålbehandling och kemoterapi vanligare, vilket bidrog till en ökad kostnad (39).

En långsiktig analys belyste att DBT kan beräknas öka FPP och CDR jämfört med DM samt minska ICR och upptäcka högre andel invasiva cancrar i ett tidigt stadium. Detta kan bidra till att DBT på sikt kan reducera kostnaderna i det efterföljande vårdförloppet. De kortsiktiga kostnaderna som DBT bidrar till kan på lång sikt reduceras, vilket bidrar till att DBT kan bli mer kostnadseffektivt än DM (38). Lee et al. föreslog DBT kombinerat med DM som kostnadseffektivt jämfört med enbart DM. Cancerdekteringen ökade med DBT och FPP minskade, vilket är en starkt bidragande faktor till kostnadseffektivitet vid kombinerad screening. Antalet onödiga diagnostiska och invasiva procedurer som är resultatet av FPP kan minskas med tillägg av DBT (40). Vid bröstcancerscreening med tillägg av DBT för kvinnor med hög BI-RADS antyddes att den diagnostiska tillförlitligheten förbättrades tillräckligt i förhållande till enbart DM-screening för att motivera en ökad kostnad. Det fanns ingen markant ökning av livslängd eller kvalitetsjusterad livslängd vid screening med DBT jämfört med DM (38, 40).

Digital brösttomosyntes ansågs kostnadseffektiv vid högre sensitivitet. Vid en sensitivitet på 80% för DBT ansågs kostnadseffekten vara jämförbar med DM. Vid en högre sensitivitet än DM sågs modaliteten vara mer gynnsam på grund av lägre ICR och högre CDR. Vid täta bröst är DBT mer

sannolikt ett kostnadseffektivt alternativ till DM (40). Digital brösttomosyntes kan anses kostnadseffektiv om det bidrar till minskad RR och mindre omfattande diagnostik och behandling. Det saknas tillräcklig säkerhet om DBT kan minska läkemedelsanvändning i behandlingsstadiet (39).

Stråldos

Bröstets struktur (tjocklek och densitet) och patientpositionering (kompressionskraft och applicerat tryck) kan påverka stråldosen. Uppmätt absorberad stråldos till bröstkörtlarna (Mean Glandular Dose, MGD) var högre vid DBT-screening än DM-screening oavsett bröstets struktur. MGD var högre för DBT för varje enskild projektion (CC och MLO) jämfört med DM. Vid ökad brösttjocklek och lägre kompressionskraft ökade MGD för båda modaliteterna (42, 43). En brösttjocklek efter kompression på mindre än 30 millimeter (mm) gav inga signifikanta skillnader av MGD mellan modaliteterna. Vid större bröst eller låg kompression (tjocklek >60 mm) riskerade MGD att öka till det dubbla vid DBT jämfört med DM. Digital brösttomosyntes genererade en genomsnittlig dosökning på 0,5 milli Grey (mGy) (38 %) per projektion jämfört med DM, med individuella differenser på 0 till 1,08 mGy (42). Teoh et al. genomförde en jämförelse av stråldos som stödjer resultatet, även om den totala dosökningen (+24,7 %) skiljer sig åt (43). Aase et al visade en mindre dosdifferens (DBT 2,96 mGy, DM 2,95 mGy). Den totala stråldosen varierade inte mellan olika densitet (36).

Stråldosen påverkades även av tekniska parametrar, framför allt automatic exposure control (AEC). Fotonenergi (kilovolt, kV) och filtration skiljer sig mellan modaliteterna då de bygger på olika tekniker. Mammografi kräver att kontrasten och kV är densamma genom hela bröstet för att uppnå tillräcklig bildkvalitet även i bröstets djupare del. Vid DM ökar AEC både kV och rörström (mAs) linjärt med ökad brösttjocklek för att bibehålla tillräcklig bildkvalitet. Digital brösttomosyntesbilder rekonstrueras och bildkvaliteten är beroende av ett tillräckligt signal-brusförhållande (SNR) till detektorn. För att uppnå hög SNR används högpenetrerande fotoner med högre kV jämfört med DM. En högre filtration behövs för att uppnå tillräcklig SNR och minska brus i röntgenbilderna. Detta kan bidra till högre stråldos för DBT än för DM, framför allt vid ökad brösttjocklek (42).

En internationell intervjustudie visade att röntgensjuksköterskor arbetar enligt ALARA genom användning av stråldosreducerande verktyg som AEC. En medvetenhet om stråldosreducerande metoder, däribland kompression, fanns hos majoriteten av tillfrågade röntgensjuksköterskor. Kompressionskraft och tryck som användes varierade mellan röntgensjuksköterskor och land (44).

Arbetsbelastning

Granskningstid för radiologer

Granskningstiden för DBT var längre än för DM de första månaderna efter implementering av DBT och minskade inte efter mätningar ett år senare. Inga skillnader noterades oavsett om det var vid första eller vid upprepad screening (36). Granskningstiden skilde sig ungefär 30 sekunder mellan modaliteterna där DBT tog längre tid, se tabell 5. Tiden varierade mellan radiologer beroende på erfarenhet och vana (36, 38, 45).

Tabell 5. Granskningstid per undersökning för radiologer vid digital brösttomosyntes och digital mammografi i sekunder.

Artikel (referensnummer)	**DBT**	**DM**
Aase H et al. (36)	77 s	41 s
Moger A et al. (38)	107–117 s	66 – 81 s
Bernadi D et al. (45)	-	33 s

DBT= Digital brösttomosyntes DM= Digital mammografi s= Sekunder

Den diagnostiska osäkerheten var högre för DM än DBT. Ökad brösttäthet ökade osäkerheten vid diagnostisering hos radiologer främst vid bedömning med DBT (36). Några av radiologerna i Stockholm föredrog DM som screeningmetod oavsett BI-RADS (46). Digital brösttomosyntes ansågs vara ett bra komplement och stärkte bedömningen vid bröstcancermisstanke. Modaliteten hade högre tillförlitlighet vid kategorisering av avvikelser, men hade samma diagnostiska prestation som DM vid bildgranskning i screeningsammanhang (47).

Röntgensjuksköterskans roll

Ett internationellt standardiserat system för kvalitetsgranskning av mammografiska röntgenbilder saknas. Den vanligaste modellen att använda bland röntgensjuksköterskor var det fyrgradiga PGMI-systemet (perfect, good, moderatley good, inadequete). Systemet består av ett varierande antal bedömningskriterier gällande positionering, tekniska parametrar, skärpa och artefakter. Röntgensjuksköterskor ansåg detta, kombinerat med regionala bildkriterier, vara till hjälp för att bedöma kvalitet och bidra till ett effektivt screeningprogram genom reducering av återkallande på grund av otillräcklig bildkvalitet (44). Veck, asymmetrier och otillräcklig kompression är faktorer som bidrog till försämrad bildkvalitet (46). En undersökning av bildkvalitet för röntgensjuksköterskor med varierande erfarenhet visade att bilder oavsett erfarenhet ansågs hålla tillräcklig kvalitet och omtag var ovanligt (0–1 %) (48). Flera röntgensjuksköterskor i en internationell intervjustudie menade att tidsbrist och otillräcklig upplärning/utbildning var faktorer som påverkade röntgensjuksköterskans kvalitetssäkringsarbete (44).

Upplevelser och åsikter om DBT-screening

Mammografi är lättillgänglig och används dagligen av de flesta röntgensjuksköterskor (89 %) som arbetar med bröstcancerscreening. Vanan att arbeta med DBT var mindre. Daglig användning av DBT var låg (12 %) bland röntgensjuksköterskor på mammografienheter i Europa. Behov av utbildning inom nya avbildningsmetoder, optimering och bildkvalitetsanalys var önskvärt hos en betydande andel röntgensjuksköterskor (80 %). Röntgensjuksköterskor ansåg att tidsbrist i kombination med ett stort patientflöde vara de främsta försvårande faktorerna vid mammografiscreening (44). Vid två olika studier var den totala undersökningstiden för DBT 5 min 24 s och DM 4 min 19 s (35) kontra DBT+DM 4 min 3 s och DM 3 min 13 s (45). Detta visar på cirka en minuts skillnad i undersökningsrummet, där DBT medför en längre tid.

Undersökningstiden kan variera beroende på flera faktorer, bland annat samarbetet mellan röntgensjuksköterska och patient (36, 45).

En studie har undersökt hur röntgensjuksköterskor i Sverige bemöter kvinnor med hög BI-RADS. Röntgensjuksköterskor märker en ökad medvetenhet bland kvinnor gällande mammografins brister vid hög BI-RADS. Majoriteten ansåg att kvinnor inte bör informeras om att de har hög brösttäthet. Röntgensjuksköterskor ifrågasatte hur informationen ska gynna kvinnorna, då det i stället riskerar leda till ökad oro och minskat screeningdeltagande. Röntgensjuksköterskor var medvetna om att mammografi ofta är otillräcklig vid hög BI-RADS, men ansåg att tid och riktlinjer saknas för att informera kvinnor och vidta åtgärder. En direkt dialog med radiolog och kompletterande undersökning i samband med screening vid uppenbara fall av otillräcklig bildkvalitet ansågs vara den bästa patienthälsofrämjande insatsen men tid- och personalbrist gör det inte möjligt. Riktlinjer för hur hög brösttäthet ska hanteras inklusive rekommenderad kompletterande undersökning behöver utarbetas för ett förbättrat informationsutbyte mellan röntgensjuksköterska och patient (46).

Deltagande röntgensjuksköterskor ansåg att mammografiscreening är befogad oavsett BI-RADS. Hjälpmedel, däribland en kompressionsplatta med välvd form ansågs kunna fördela bröstets strukturer effektivare vid täta bröst. Vid ett otillräckligt bedömningsunderlag kallas kvinnor tillbaka för komplettering vilket ansågs ge en rättvis bedömning för alla screeningdeltagare oavsett BI-RADS, men kan öka ångest hos den enskilda kvinnan. Digital brösttomosyntes ansågs ändå kunna ersätta DM för kvinnor med hög BI-RADS framöver. Motsägelser för implementering är att DBT har svårigheter vid bildframställning, framför allt då längre undersökningstid kräver att patienten står stilla vilket kan leda till otydliga bilder. Att uppnå tillräcklig kompression är svårt och kvinnor med hög brösttäthet upplever ofta mer smärta än kvinnor med fettrika bröst (46).

Diskussion

Metoddiskussion

Författarna till denna studie ansåg att en litteraturstudie var den bäst lämpade studiedesignen utifrån studiens syfte och frågeställningar. Forsberg et al. menar att en litteraturstudie är lämplig att använda för att beskriva kunskapsläget inom ett visst område, vilket avsikten med denna studie var. Fördelen med en litteraturstudie är att resultatet blir bredare då studier från olika länder och årtal kan jämföras med varandra för att identifiera skillnader och likheter (23). Röntgensjuksköterskornas syn gällande för- och nackdelar vid implementering av DBT som screeningmetod hade kunnat besvaras av en intervju- eller enkätstudie. Dock hade detta tillvägagångssätt enbart besvarat en av studiens frågeställningar.

Denna studie syftade till att undersöka om DBT kan ersätta DM som screeningmetod. Utöver den diagnostiska tillförlitligheten valde författarna, som blivande röntgensjuksköterskor, även att ta hänsyn till eventuella skillnader i arbetsbelastning för både röntgensjuksköterskor och radiologer. Detta medförde att studiens syfte blev brett och relativt omfattande. Ett smalare syfte hade kunnat öka oddsen för att en större andel av den tillgängliga vetenskapliga forskningen hade fångats upp och inkluderats i studien. En ökad mängd artiklar med samma fokusområde hade kunnat öka studiens tillförlitlighet och stärka eventuella slutsatser som görs utifrån studiens resultat (23).

Vid utformningen av sökstrategier var författarna medvetna om det breda syftet och använde sig av PICO för att identifiera relevanta sökord. Avgränsningar, inklusions- och exklusionskriterier sattes på förhand. För att hitta tillräcklig forskning valde författarna initialt ett tidsspann på tio år, men utökade till tolv år då artikelunderlaget gällande röntgensjuksköterskans roll och arbetsbelastning var begränsat. En systematisk sökstrategi användes genom kombination av sökblock och booleska operatorer som tillsammans gav ett stort utbyte av tillgänglig litteratur med hög relevans. Sökorden var inte samma i båda databaserna. Detta berodde på att samma sökord genererade många fler träffar i Google Scholar jämfört med PubMed. Detta kan bero på att Google Scholar söker efter fritextord i hela artiklar och inte bara i titel och abstract (49). Inga relevanta artiklar med kvalitativa data hittades i PubMed. En specificerad sökning i Google

Scholar resulterade i träffar som bidrog till att besvara frågeställningen om röntgensjuksköterskans roll och arbetsbelastning.

Författarna valde medvetet att gå igenom de första tio sidorna vid fler träffar än 500 och kan därför ha missat relevanta artiklar vid dessa sökningar. Författarna valde medvetet att exkludera artiklar som inte gick att tillgå gratis eller via universitetsbiblioteket, vilket begränsade tillgången till artiklar inom området och kan ha påverkat studiens resultat. För att bredda sökningen ytterligare kunde sökning i Cinahl ha utförts. Cinahl innehåller artiklar inom omvårdnadsvetenskap och kunde ha genererat fler och/eller bättre artiklar inom temat röntgensjuksköterskans roll (49). Forskningen var begränsad vid samarbetet mellan röntgensjuksköterska och patient vid DBT-undersökningar och för patienters erfarenheter om DBT som screeningmetod.

Författarna följde de riktlinjer som finns vid utformning av en litteraturstudie. För att öka studiens reproducerbarhet (reliabilitet) och trovärdighet (validitet) har författarna specificerat syftet i konkreta frågeställningar, redovisat litteratursökningens och resultatanalysens alla steg (23). Vidare har författarna kvalitetsgranskat artiklarna utifrån Forsbergs et als. granskningsmallar. Användning av granskningsmallar gjorde att alla artiklar granskades utifrån samma bedömningskriterier. Granskningsmall har valts utifrån studiedesign och alla artiklar med samma studiedesign har granskats utifrån samma bedömningskriterier. Artiklarna granskades av författarna både enskilt och gemensamt, vilket gör att båda författarna ansåg att inkluderade artiklar håller tillräckligt hög kvalitet. En ytterligare fördel som ökade tillförlitligheten är att underlaget baseras på 22 artiklar. Målet var att inkludera 20 till 25 artiklar, vilket uppnåddes. Artiklarna innehåller olika synpunkter som ger både för- och nackdelar inom ämnet vilket stärker studiens trovärdighet.

Resultatanalysen kan ha påverkats av misstolkningar från författarnas sida. Författarna till studien saknar erfarenhet inom forskningsområdet och vid en utvärdering av screeningeffekt använde de inkluderade artiklarnas författare olika kvalitetsmått (exempel RR, CDR, PPV). Författarna var vid resultatanalysen noggranna med att säkerställa att inkluderade artiklar hade mätt olika kvalitetsmått på samma sätt för att kunna jämföra artiklarnas resultat med varandra. Felaktig

tolkning kan ha medfört att resultatet blivit missvisande. Artiklarna var skrivna på engelska vilket också medförde viss risk för feltolkning av resultatet. Inkluderade kvalitativa artiklar beskriver röntgensjuksköterskans roll vid bröstcancerscreening med DM, men då metodik, projektioner och patientflödet är detsamma vid DBT ansågs dessa relevanta för studien.

Resultatdiskussion

Resultatet tyder på att DBT förbättrar resultatet vid bröstcancerscreening genom ökning av sensitivitet, specificitet, CDR och PPV samt minskning av RR. Resultatet medför en ökad risk för överdiagnostik då ingen tillräcklig evidens för reducering av FNP, FPP och ICR har påvisats. Modaliteterna har olika styrkor och svagheter för olika radiologiska tecken på bröstcancer (förkalkningar, massor etcetera) vilket gör att ett kombinerat protokoll förbättrar diagnostiken vid screening jämfört med en modalitet. Resultatet visar att DBT ökar stråldosen med 24 – 38 %, ökar kortsiktiga kostnader och ökar arbetsbelastningen vilket kan försvåra en implementering av DBT vid bröstcancerscreening. Resultatet har identifierat en kunskapslucka om DBT bland personal på mammografienheter och behovet av utbildning inom modaliteten är hög. Röntgensjuksköterskor bekräftade en ökad medvetenhet bland screeningdeltagare om mammografins brister vid hög brösttäthet vilket kan minska screeningdeltagandet, framför allt då riktlinjer för hantering av hög brösttäthet i Sverige saknas.

Diagnostisk tillförlitlighet

Resultatet visar att DM och DBT har olika styrkor när det gäller diagnostisk tillförlitlighet. Digital mammografi hade hög sensitivitet vid fettrika bröst medan DBT hade högre sensitivitet vid täta bröst. Hög BI-RADS i kombination med en heterogen vävnadssammansättning reducerade sensitiviteten ytterligare för DM (26). Statens beredning för medicinsk och social utvärdering (SBU) menar att en sensitivitet under 50 % inte är bättre än slumpen (50). Detta kan motivera ett ifrågasättande av screeningprogrammets utformning framför allt för kvinnor med hög BI-RADS där sensitiviteten för DM är <50% (26, 30). Digital brösttomosyntes ökade sensitiviteten framför allt vid hög brösttäthet (30). En ökning av sensitivitet sågs dock i både täta och fettrika bröst vilket innebär att DBT kan tillföra diagnostisk nytta för alla kvinnor i ett screeningprogram (28, 29). Digital brösttomosyntes ökade specificiteten jämfört med DM, dock

minskade inte FPP och risken för överdiagnostik ökar då specificiteten inte är tillräckligt hög i förhållande till sensitiviteten (28, 30, 32).

En stor andel av antalet CDR visar sig som förkalkningar (27). Förkalkningar kan vara det enda radiologiska tecknet vid en del bröstcancertyper, därav är en tillräcklig sensitivitet för dessa radiologiska fynd viktigt (51). Resultatet indikerar att en högre sensitivitet för förkalkningar sågs vid DM jämfört med DBT (27). Detta kan bero på att mindre pixelstorlek används vid DM (70 µm) vilket ger en bättre spatial upplösning och framhäver små lesioner, som förkalkningar, bättre jämfört med DBT som använder en större pixelstorlek (70–90 µm) (51).

I studiens resultat framkommer att DBT ökar CDR (27 - 29, 32, 33). En högre CDR sågs i alla ålders- och BI-RADS-grupper (32), även om DBT främst ökade CDR vid hög brösttäthet och heterogen vävnadssammansättning (34). Houssami et als forskning stödjer studiens resultat då DBT ökade CDR med en tredjedel jämfört med DM och ökningen var störst vid hög brösttäthet (18). Vid hög brösttäthet kunde tumörer, framför allt de med solida massor eller asymmetrier döljas eller ha liknande bildmässiga egenskaper (densitet och attenuering) som bröstets normalvävnad (37). En bättre separering av strukturer i bröstvävnaden medför att förändringar med radiologiskt liknande egenskaper framhävs bättre med DBT och ökar sensitivitet och CDR i täta bröst (51).

Högre antal CDR kan medföra en viss risk för överdiagnostik på grund av ökad upptäckt av fall av icke-behandlingskrävande DCIS. Flera studier visade att sensitiviteten för invasiv cancer i tidigt stadium ökade med DBT och att fynd av större invasiv cancer var vanligare vid DM-screening. Denna trend tyder på att DBT är effektivare för att upptäcka invasiv cancer i ett tidigt stadium, vilket borde förbättra prognosen och minska efterföljande behandlingar. Ingen ökning av fall av DCIS påvisades med DBT vilket motsäger en ökad överdiagnostik och onödiga behandlingsinsatser (27 - 29). Ingen signifikans eller säkra slutsatser kunde dras för att DBT minskar antalet intervallcancrar jämfört med DM (29). Dock sågs en positiv effekt på ICR med DBT (28, 30). Houssami et al stödjer resultatet att DBT ökar CDR och har bättre effekt på ICR jämfört med DM även om inga säkra slutsatser kunnat dras (18). Långsiktigt utvärderande studier behövs för att säkert kunna bevisa att DBT minskar ICR (29, 33, 35). En kombinerad DBT-och

DM-screening ökade CDR men minskade inte ICR, vilket kan tyda på risk för överdiagnostik vid ett kombinerat protokoll (31).

Cancerkaraktär och CDR kan skilja sig mellan studierna på grund av hur stor andel av deltagande kvinnor som har riskfaktorer för att utveckla en viss cancertyp. Conant et al. visade att DBT medfört en högre andel upptäckter av avancerad invasiv cancer jämfört med DM men belyser också att deras resultat skilde sig markant från andra liknande studier. Forskarna menade att deras screeningpopulation bestod av en högre andel kvinnor som enligt vetenskaplig evidens har en ökad benägenhet att utveckla en mer aggressiv bröstcancer än andra jämförbara studiepopulationer vilket kan ha påverkat resultatet (28).

Digital brösttomosyntes som screeningmetod

Återkallandefrekvens

Digital brösttomosyntes har reducerat RR i flera studier samtidigt som antalet CDR har ökat. Sannolikheten för att en återkallad kvinna har cancer var högre vid DBT än DM (27 - 29, 32). Antalet återkallade kvinnor med fettrika bröst har reducerats med DBT. Vid BI-RADS III och IV kunde DBT öka RR (34, 36). Det är inte säkerställt vad ökningen beror på. En ökning av CDR och PPV i kombination med att DBT inte har medfört en ökad ICR tyder på att DBT effektivt reducerar RR och förbättrar screeningprogrammets resultat vid alla brösttäthets nivåer (27 - 29). Ho T.H. et als forskning stödjer resultatet om att DBT reducerar RR och risken för ett felaktigt återkallande är lägre vid DBT-screening (52).

Studiens resultat visar att radiologers ovana av att tolka DBT kan påverka de diagnostiska möjligheterna. Radiologer med lång erfarenhet (>7 år) av DM och begränsad erfarenhet (<2 år) av DBT presterade bäst vid DM-baserad screening (47). Trots att DBT har visat sig öka sensitivitet, höja CDR och minska RR (27–29) hade DBT och DM ändå samma diagnostiska prestanda för radiologer med varierande erfarenhet av bröstcancerscreening (47). Regen-Tuero et als forskning visade ett ökat antal återkallade kvinnor framför allt de första åren efter implementering av DBT. En uppföljande utvärdering efter tre år visade att DBT signifikant reducerat RR jämfört med DM (27). Detta belyser ett behov av utbildning och mängdträning av DBT för radiologer som är vana att arbeta med DM (47).

Nyttan av ett förändrat eller utökat screeningprogram beror på hur väl screeningprogrammet fungerar i ett specifikt land. Vid screeningprogram där andelen återkallade är låg kan det vara svårt att förbättra screeningprogrammets resultat då den diagnostiska tillförlitligheten kan anses tillräcklig. I populationer där andelen återkallade överstiger tio procent kan effekten bli större (36). I Sverige under åren 2019–2020 återkallades drygt två till tre procent av det totala antalet screeningdeltagare, vilket är en låg andel (10). Lowry et al. visar att DBT reducerar RR för yngre åldersgrupper och för kvinnor med täta bröst (34). Socialstyrelsens sammanställning visar på en liknande trend, då antalet återkallade vid DM-baserad screening är något högre i yngre åldersgrupper (10).

Endast 16% av de återkallade kvinnorna diagnostiserades med cancer, vilket innebär att antalet FPP är hög (84%) (10). Hög brösttäthet är en försvårande faktor vid DM (37) och bidrar till att FPP är högst för dessa kvinnor i Sverige. Intervallcancerfrekvensen används som ett mått på FNP och är låg i Sverige. Kvinnor med täta bröst nämns dock som extra utsatta för intervallcancer på grund av sämre diagnostiska förutsättningar med DM. Socialstyrelsens statistik visar att kvinnor med hög brösttäthet bör erbjudas andra undersökningsmetoder för att förbättra screeningprogrammets resultat (10).

Kategorisering av lesioner

I studiens resultat framkommer en diagnostisk svaghet med DBT där lesioner som manifesterar sig som förkalkningar missas. För att förbättra de diagnostiska svagheter som finns med DBT och uppnå likvärdig diagnostisk nytta som DM och ett kombinerat protokoll har rekonstruerade tvådimensionella projektioner (S2D) utvecklats. Tekniken är ett tillägg till 3D-volymen som DBT genererar. De insamlade snitten vid DBT rekonstrueras automatiskt till två separata 2D-projektioner (MLO och CC) (53). Rekonstruerad 2D förbättrar visualiseringen av förkalkningar jämfört med DBT och är nästan likvärdig DM (S2D 85 %, DM 88 %) (54). Rekonstruerad 2D skulle kunna ersätta DM vid ett kombinerat protokoll, vilket skulle reducera den totala stråldosen med 39–45 % från kombinerat protokoll och samtidigt öka den diagnostiska tillförlitligheten jämfört med screening med en modalitet (51, 54). Granskningstiden för radiologen har reducerats från 77 – 117 sekunder (DBT) till 67 sekunder med enbart S2D (36, 51). Undersökningstiden och röntgensjuksköterskans roll är oförändrad då S2D är identisk med DBT gällande metodik (51, 53).

Kostnadseffektivitet

I denna studie visar resultatet att DBT medför en högre kostnad per screeningtillfälle (38 - 41). Detta beror på flera faktorer som exempelvis dyrare utrustning och längre granskningsprocess (34). Röntgensjuksköterskor identifierade behovet av utbildning och resurser för att hantera DBT effektivt vilket innebär att investeringar för att öka kunskapen hos personal behöver göras (38). Granskningstiden var längre för DBT men modaliteten ansågs vara ett värdefullt komplement till mammografiscreeningen och förbättrade bedömningen vid bröstcancerdiagnostik (34, 37, 39). Trots de initialt högre kostnaderna visar forskning på långsiktiga fördelar med DBT som bland annat ökad CDR. En screeningprocess med hög diagnostisk tillförlitlighet kan bidra till att både diagnos och behandling utförs i ett tidigare stadium av en cancersjukdom. Digital brösttomosyntes kan på sikt bidra till reducerad kostnad för det efterföljande vårdförloppet (38). Ett kombinerat DBT- och DM protokoll har visat på ökad sensitivitet och specificitet, ökat CDR med en tredjedel och reducerat RR med nästan 50 procent samt minskat FPP (36, 43). Kombinationen kan ses som kostnadseffektiv på grund av dess höga diagnostiska tillförlitlighet. Dock finns en risk för överdiagnostik samt ökad stråldos (nästan 50% jämfört med DM) till patienten, ökat lagringsutrymme och längre granskningstid, vilket talar emot användningen av ett kombinerat protokoll (36, 39, 51).

Vid hög brösttäthet kan DBT vara särskilt kostnadseffektivt. Den diagnostiska tillförlitligheten förbättras och är tillräcklig för att motivera den ökade kostnaden vid DBT jämfört med enbart DM-screening. Sensitiviteten påverkade kostnaden där DBT visar sig vara mer effektiv än DM vid täta bröst (40). Kostnadseffektiviteten för DBT vid screening av bröstcancer kan komma att ändras i framtiden om det ses en förbättrad överlevnad efter diagnos och behandling (38).

Stråldos

I denna studie visar resultatet på en ökad MGD med DBT jämfört med DM (42, 43). Ett kombinerat protokoll riskerar öka stråldosen till det dubbla (48). Dock kan en kombinerad DBT- och DM-screening reducerade RR och FPP mer än screening med en modalitet och kan vara stråldosreducerande i och med en minskning av kompletterande radiologiska undersökningar vid återkallande (55). Antalet återkallade kvinnor per 1000 screeningar var generellt låg (2.5 - 12,8 %) i några av screeningpopulationerna (27, 29) och en majoritet av screeningdeltagande kvinnor

riskerar utsättas för onödigt hög stråldos med ett kombinerat protokoll vilket motsäger ALARA (14). Digital brösttomosyntes reducerade RR jämfört med DM med 0,6 – 4,4 % (33, 36). Modaliteten är ett bättre alternativ för att öka diagnostisk tillförlitlighet ur ett strålskyddsperspektiv än ett kombinerat protokoll (55).

Miglioretti et al. belyser att risken för stråldosinducerad bröstcancer är låg men ej försumbar vid bröstcancerscreening. Nyttan överstiger dock risken även vid den ökade stråldosnivån med DBT då andelen avvärjda dödsfall i bröstcancer på grund av tidig upptäckt är högre än antalet stråldosinducerade fall av bröstcancer. Risken för stråldosinducerad bröstcancer är högre vid otillräcklig kompression och vid omtag eller behov av extra projektioner (55). Resultatet i denna studie visar att röntgensjuksköterskor är medvetna om betydelsen av god kompression (44) och tillräckligt hög kvalitet hos bildmaterial, utan veck och asymmetrier (46). Vikten av noggrant arbete för att minska stråldosen styrks av Miglioretti et al då risken för stråldosinducerad bröstcancer ökar vid ökad stråldos. Röntgensjuksköterskors noggrannhet vid bildtagning har speciellt stor betydelse vid implementering av DBT som medför en högre stråldos än DM (55).

Arbetsbelastning

Granskningstid för radiologer

I denna studie visar resultatet på en längre granskningstid för radiologen vid DBT (36, 38, 45). Deep learning baserad artificiell intelligens (AI) som stöd vid bildbedömning av bröstcancerscreening kan uppnå liknande prestanda som radiologen (56, 57). Vid tillägg av AI vid bildgranskning med DBT reducerades granskningstiden per screening med fem sekunder (56).

I Sverige är det brist på bröstradiologer och det är viktigt att deras tid används effektivt (57). Vid de flesta europeiska screeningprogram granskas röntgenbilderna av två oberoende specialiserade bröstradiologer (56). European commission initiative on breast cancer (ECIBC) menar att bildgranskning av flera oberoende radiologer ökar både sensitivitet och specificitet vid bröstcancerscreening oavsett modalitet. Sensitiviteten ökade från 75 % vid granskning av en radiolog till 83 % vid granskning av två oberoende radiologer och kan öka ytterligare vid flera oberoende granskare (58). En studie som undersökte prestationen för AI jämfört med radiologer vid mammografisk bildgranskning visade på en sensitivitet för enbart AI på 69,7% och för

radiologen 70,8%. Specificiteten för AI var 98,6% jämfört med radiologen 98,1%. Skillnaderna var försumbara (59). Van Winkel et al. visade att AI bidrog till en högre CDR och ökade sensitiviteten med 6,2% medan specificiteten var densamma (+1,1%) (56).

Att införa AI-stöd vid bildgranskning till radiologer skulle frigöra resurser. AI kan ersätta en radiologisk oberoende granskning vid screening vilket reducerar radiologers arbetsbörda med 62,6 %. Den diagnostiska tillförlitligheten bibehålls och kan förbättras med AI då 25,1% falskt positiva svar undveks vilket reducerar RR. Återkallande kan bidra till onödig ångest och obehag för kvinnorna samt ökad arbetsbelastning för kliniken (59). European commission initative on breast cancer rekommenderar AI-stöd vid bildbedömning kombinerat med två radiologer för att öka den diagnostiska kvaliteten i bröstcancerscreening (58). Mammografigranskning med AI kan bidra till att screeningsprocessen blir mer effektiv, mer individualiserad och kan minska sjuklighet och dödlighet i bröstcancer (59). Artificiell intelligens kan bidra till en mer kostnadseffektiv bröstscreening med DBT på grund av minskad granskningstid, högre CDR och frigörandet av resurser (56, 57).

Röntgensjuksköterskans roll, upplevelse och åsikter om DBT-screening

Röntgensjuksköterskor beskrev ett pressat tidsschema med högt patientflöde vid mammografiscreening (44). En implementering av DBT riskerar medföra en ökad tidsåtgång per undersökning med samma antal patienter (39, 45), vilket kan försvåra arbetet för röntgensjuksköterskor i screeningsammanhang. Följder kan bli ett försämrat screeningresultat, en ökning av RR och onödiga röntgenundersökningar (44). Undersökningstiden för DBT var längre jämfört med DM (39, 45) både vid den patientförberedande och bildinsamlande fasen. Den ökade tidsåtgången berodde delvis på att DBT är en ny teknik, vilket visar på ett ökat behov av informationsutbyte mellan röntgensjuksköterska och patient. Den ökade tidsåtgången för förberedelser kan minska allt eftersom DBT används som screeningmetod (39).

Kvalitetssäkring av röntgenbilder riskerar att bli försämrat vid en stressig arbetsmiljö (44). Röntgenbilder ansågs dock hålla en tillräcklig kvalitet och omtag var ovanligt vid DM-screening (48). Utmaningar som identifierats bland röntgensjuksköterskor är behovet av utbildning inom nya avbildningsmetoder, optimering och bildkvalitetsanalys samt hantering av hög brösttäthet hos kvinnor (44). Detta stöds av Sujlana et al. som menar att även om metodik, projektioner och

bildkriterier är detsamma för båda modaliteterna bygger DBT på en annan teknik än DM. Röntgensjuksköterskan bör ha tillräcklig kunskap för att kunna säkerställa bildkvaliteten och använda tekniken på ett korrekt sätt (60). AI kan hjälpa röntgensjuksköterskor bland annat vid positionering och kvalitetssäkring av röntgenbilder (61).

Tidsbrist och patientflöde var faktorer röntgensjuksköterskan ansåg försvårade vid mammografiscreening (44). Vid DBT-screening ökar undersökningstiden, vilket gör att kvinnor kan uppleva metoden som jobbigare än DM, något röntgensjuksköterskan bör ta hänsyn till. Kvinnor med täta bröst upplevs vara extra känsliga för smärta vid kompression. Kvinnor med fysisk nedsättning kan ha svårare att medverka och stå stilla under undersökningen (46). Digital brösttomosyntes är känsligare för rörelseartefakter än DM på grund av att undersökningstiden är längre. Ett patientcentrerat arbetssätt behövs för att effektivisera undersökningen och uppnå tillräcklig bildkvalitet. För att uppnå ALARA och förbättra screeningprogrammets resultat behövs kunskap hos röntgensjuksköterskor för olika tekniker som kan användas för att anpassa undersökningen för alla screeningdeltagande kvinnor och uppnå tillräcklig bildkvalitet till lägsta möjliga stråldos (60).

I resultatet ansåg röntgensjuksköterskor att kvinnor inte bör bli informerade om hög brösttäthet. Personalen ifrågasatte hur det ska gynna kvinnorna och påpekar att det kommer leda till ökad oro och minskat screeningdeltagande. Röntgensjuksköterskorna märkte även en ökad medvetenhet hos patienterna gällande brister vid DM och hög BI-RADS (46). I Bröstcancerförbundets Novusundersökning från år 2022 där 25 000 kvinnor blev tillfrågade svarade 82% att de vill veta om de har täta bröst och 78% vill veta sin risk att utveckla bröstcancer. Hälften av deltagarna visste vad täta bröst var. Enligt Socialstyrelsen rekommendationer ingår inte uppgiften att informera om brösttäthet till patienter för bröstradiologer. Förbättrad kommunikation och riktlinjer för hantering av hög brösttäthet kan vara avgörande för att förbättra diagnostiken och minska oron hos kvinnorna (62).

Bröstcancerförbundet föreslår att bröstcancerscreeningen ska bli individanpassad. Möjligheten till tidig upptäckt och ökad överlevnad kan förbättras. Med individanpassad bröstcancerscreening menas att undersökningsmetoder och tidsintervall för screening anpassas efter risken att utveckla cancer, vilket bidrar till en jämlik vård (62). Författarna till denna studie anser att kvinnor med täta bröst (BI-RADS III-IV) skulle gynnas av en individanpassad screening där DBT används

som screeningmetod. Resultatet visar på att DBT tillför mest diagnostisk nytta vid täta bröst (27–29, 32–35). För kvinnor med fettrika bröst anses DM-diagnostiskt tillräcklig (26). Vid en individanpassad screening undviks onödig hög stråldos till patienter där det inte är befogat och arbetsbelastningen kan minska för röntgensjuksköterskor och radiologer. Kommunikationen kan förbättras och patientsäkerheten höjas (46).

Omvärdering av screeningprogrammet

Villkorligt rekommenderar ECIBC att införa DBT för kvinnor med BI-RADS III och IV. Villkorligt innebär att varje medlemsland utifrån sina förutsättningar behöver pröva modaliteten eftersom vetenskapen ej är entydig. Socialstyrelsen bedömer att DBT i Sverige skulle innebära stora resurstillskott till osäker nytta. Därför ger Socialstyrelsen i nuläget ingen nationell rekommendation om brösttäthetsbedömning inom ramen av screeningprogrammet. Socialstyrelsen menar att implementering av DBT kan bli aktuell om forskning visar på en minskning av intervallcancer (6). Digital brösttomosyntes har medfört en positiv effekt på intervallcancerfrekvensen vid DBT-screening, men underlaget är inte tillräckligt för att dra säkra slutsatser (29, 33, 35). Vidare menar Socialstyrelsen att en utveckling av AI-stöd skulle motivera en omvärdering av screeningprogrammet (6). I framtiden kan AI stödja både radiologer och röntgensjuksköterskor i det dagliga arbetet (56, 57, 59, 61).

Mer forskning krävs om påverkan på arbetsbelastning och om kunskapsnivå bland personal på mammografienheter om DBT. Vidare behövs långsiktigt utvärderade studier av DBT-screening för att säkerställa att modaliteten har genererat tillräckligt diagnostiskt värde som kan motsäga nackdelarna som exempelvis ökad stråldos.

Konklusion

Digital brösttomosyntes visar på en ökad diagnostisk tillförlitlighet, vilket kan kompensera för de sammantagna nackdelarna i form av ökad arbetsbelastning, stråldos och kortsiktiga kostnader i jämförelse med DM. Resultatet kan innebära att DBT kan komma att bli en framtida metod för bröstcancerscreening, särskilt för kvinnor med täta bröst.

Referenser

1. Statistik bröstcancer [Internet]. Stockholm: Cancerfonden; 2024 [uppdaterad 2024-01-18; citerad 2024-03-04]. Hämtad från: https://www.cancerfonden.se/om-cancer/statistik/brostcancer
2. Bröstcancer nationellt vårdprogram [Internet]. Stockholm: Regionala cancercentrum i samverkan [citerad 2024-02-28]. Hämtad från: https://kunskapsbanken.cancercentrum.se/diagnoser/brostcancer/vardprogram/
3. Aspelin P, Pettersson H. Radiologi. 1 uppl. Sverige: Studentlitteratur; 2008.
4. Lampignano J, Kendrick L. Radiographic positioning and related anatomy. 10 ed. St. Louis: Elsevier; 2021. Chapter 20, Diagnostic and therapeutic modalities; p. 752-770.
5. Torsler Andersson H, Loman N. Bröstcancer [Internet]. Stockholm: Cancerfonden; 2022 [uppdaterad 2022-04-12; citerad 2024-02-28]. Hämtad från: https://www.cancerfonden.se/om-cancer/cancersjukdomar/brostcancer
6. Screening för bröstcancer: Socialstyrelsens rekommendation, slutversion 2023 [Internet]. Stockholm: Socialstyrelsen [citerad 2024-02-28]. Hämtad från: https://www.socialstyrelsen.se/globalassets/sharepoint-dokument/artikelkatalog/nationella-screeningprogram/2023-2-8360.pdf
7. European guidelines on breast cancer screening [Internet]. Italien: European commision initiative on breast cancer [citerad 2024-02-28]. Hämtad från: https://cancer-screening-and-care.jrc.ec.europa.eu/en/ecibc/european-breast-cancer-guidelines
8. Løberg M, Lousdal ML, Bretthauer M, Kalager M. Benefits and harms of mammography screening. Breast Cancer Res. 2015 May 1;17(1):63. doi: 10.1186/s13058-015-0525-z
9. Seely JM, Alhassan T. Screening for breast cancer in 2018-what should we be doing today? Curr Oncol. 2018 Jun;25 (Suppl 1): S115-S124. doi: 10.3747/co.25.3770
10. Nationell utvärdering – bröstcancerscreening med mammografi [Internet]. Stockholm: Socialstyrelsen [citerad 2024-03-04]. Hämtad från: https://www.socialstyrelsen.se/globalassets/sharepoint-dokument/artikelkatalog/nationella-riktlinjer/2022-6-7958.pdf
11. Klassifikation av radiologiska bilddiagnostiska fynd i bröst [Internet]. Stockholm: Svensk förening för radiologisk bröstdiagnostik [uppdaterad 2013-10-01, citerad 2024-03-04]. Hämtad från: https://slf.se/sfmr/app/uploads/2023/10/SFRBs_Brostkoder.pdf

12. Nguyen T, Levy G, Poncelet E, Le Thanh T, Prolongeau JF, Phalippou J, Massoni F, Laurent N. Overview of digital breast tomosynthesis: Clinical cases, benefits and disadvantages. Diagn Interv Imaging. 2015 Sep;96(9):843-59. doi: 10.1016/j.diii.2015.03.003
13. Dhamija E, Gulati M, Deo SVS, Gogia A, Hari S. Digital Breast Tomosynthesis: an Overview. Indian J Surg Oncol. 2021 Jun;12(2):315-329. doi: 10.1007/s13193-021-01310-y
14. Godås T. Riktlinjer för utformning av strålskyddsprogram för transportörer av radioaktiva ämnen [Internet]. Stockholm; Strålsäkerhetsmyndigheten; 2012. 2012:09 [citerad 2024-02-28]. Hämtad från: https://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/contentassets/1b5c6176993e4950a77584a059d52ad8/201209-riktlinjer-for-utformning-av-stralskyddsprogram-for-transportorer-av-radioaktiva-amnen
15. Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter och allmänna råd om medicinska exponeringar. Stockholm: Strålsäkerhetsmyndigheten [citerad 2024-02-28]. Hämtad från: https://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/publikationer/foreskrifter/ssmfs-2018/ssmfs-20185/
16. Örnberg G, Eklund A-K. Yrkesetisk kod för röntgensjuksköterskor [broschyr på internet]. Svensk förening för röntgensjuksköterskor och Vårdförbundet; 2008. [Citerad 2024-02-28]. Hämtad från: https://www.vardforbundet.se/siteassets/rad-och-stod/regelverket-i-varden/yrkesetiskkod-for-rontgensjukskoterskor.pdf
17. Örnberg G, Andersson B. Kompetensbeskrivning för legitimerad röntgensjuksköterska [broschyr]. Stockholm: Svensk förening för röntgensjuksköterskor, 2011 (citerad 2024-02-28). Hämtad från: https://static1.squarespace.com/static/5e273ba0d40a2118838e3a5e/t/5ef46500afc08b727c3cb9b0/1593074951572/komptetensbeskrivning_2012_02_20.pdf
18. Houssami N, Lockie D, Giles M, Noguchi N, Marr G, Marinovich ML. Two-year follow-up of participants in the BreastScreen Victoria pilot trial of tomosynthesis versus mammography: breast density-stratified screening outcomes. Br J Radiol. 2023 Aug;96(1148):20230081. doi: 10.1259/bjr.20230081.

19. Heindel W, Weigel S, Gerß J, Hense HW, Sommer A, Krischke M,et al. TOSYMA Screening Trial Study Group. Digital breast tomosynthesis plus synthesised mammography versus digital screening mammography for the detection of invasive breast cancer (TOSYMA): a multicentre, open-label, randomised, controlled, superiority trial. Lancet Oncol. 2022 May;23(5):601-611. doi: 10.1016/S1470-2045(22)00194-2.
20. McDonald ES, Oustimov A, Weinstein SP, Synnestvedt MB, Schnall M, Conant EF. Effectiveness of Digital Breast Tomosynthesis Compared With Digital Mammography: Outcomes Analysis From 3 Years of Breast Cancer Screening. JAMA Oncol. 2016 Jun 1;2(6):737-43. doi: 10.1001/jamaoncol.2015.5536
21. Rose SL, Tidwell AL, Bujnoch LJ, Kushwaha AC, Nordmann AS, Sexton R Jr. Implementation of breast tomosynthesis in a routine screening practice: an observational study. AJR Am J Roentgenol. 2013 Jun;200(6):1401-8. doi: 10.2214/AJR.12.9672.
22. Li T, Lockie D, Clemson M, Houssami N. Assessment of screen-recalled abnormalities for digital breast tomosynthesis versus digital mammography screening in the BreastScreen Maroondah trial. J Med Imaging Radiat Oncol. 2023 Apr;67(3):242-251. doi: 10.1111/1754-9485.13452.
23. Forsberg C, Wengström Y. Att göra systematiska litteraturstudier: värdering, analys och presentation av omvårdnadsforskning. 4 uppl. Stockholm: Natur & Kultur; 2013
24. Statens beredning för medicinsk och social utvärdering. Utvärdering av insatser i hälso- och sjukvården och socialtjänsten [Internet]. Stockholm: Statens beredning för medicinsk och social utvärdering; 2023 [citerad 2024-02-28]. Hämtad från: https://www.sbu.se/sv/metod/metodboken-2023/
25. Folkhälsomyndigheten. Handledning för litteraturstudier [Internet]. Stockholm; Folkhälsomyndigheten; 2017 [citerad 2024-02-28]. Hämtad från: https://www.folkhalsomyndigheten.se/contentassets/94c7c7cd41ca43b4be207c9b8c78df07/handledning-litteraturoversikter.pdf
26. Von Euler-Chelpin M, Lillholm M, Vejborg I, Nielsen M, Lynge E. Sensitivity of screening mammography by density and texture: a cohort study from a population-based screening program in Denmark. Breast Cancer Res. 2019 Oct 17;21(1):111. doi: 10.1186/s13058-019-1203-3.

27. Regen-Tuero HC, Ram S, Gass JS, Lourenco AP. Community-Based Breast Cancer Screening Using Digital Breast Tomosynthesis Versus Digital Mammography: Comparison of Screening Performance and Tumor Characteristics. AJR Am J Roentgenol. 2022 Feb;218(2):249-257. doi: 10.2214/AJR.21.26384
28. Conant EF, Zuckerman SP, McDonald ES, Weinstein SP, Korhonen KE, Birnbaum JA, et al. Five Consecutive Years of Screening with Digital Breast Tomosynthesis: Outcomes by Screening Year and Round. Radiology. 2020 May;295(2):285-293. doi: 10.1148/radiol.2020191751
29. Bernardi D, Gentilini MA, De Nisi M, Pellegrini M, Fantò C, Valentini M, et al. Effect of implementing digital breast tomosynthesis (DBT) instead of mammography on population screening outcomes including interval cancer rates: Results of the Trento DBT pilot evaluation. Breast. 2020 Apr; 50:135-140. doi: 10.1016/j.breast.2019.09.012
30. Olinder J, Johnson K, Åkesson A, Förnvik D, Zackrisson S. Impact of breast density on diagnostic accuracy in digital breast tomosynthesis versus digital mammography: results from a European screening trial. Breast Cancer Res. 2023 Oct 4;25(1):116. doi: 10.1186/s13058-023-01712-6
31. Skaane P, Sebuødegård S, Bandos AI, Gur D, Østerås BH, Gullien R, et al. Performance of breast cancer screening using digital breast tomosynthesis: results from the prospective population-based Oslo Tomosynthesis Screening Trial. Breast Cancer Res Treat. 2018 Jun;169(3):489-496. doi: 10.1007/s10549-018-4705-2
32. Conant EF, Barlow WE, Herschorn SD, Weaver DL, Beaber EF, Tosteson et al. Population-based Research Optimizing Screening Through Personalized Regimen (PROSPR) Consortium. Association of Digital Breast Tomosynthesis vs Digital Mammography With Cancer Detection and Recall Rates by Age and Breast Density. JAMA Oncol. 2019 May 1;5(5):635-642. doi: 10.1001/jamaoncol.2018.7078
33. Castellano CR, Aguilar Angulo PM, Hernández LC, González-Carrato PS, González RG, Alvarez J, et al. Breast cancer mortality after eight years of an improved screening program using digital breast tomosynthesis. J Med Screen. 2021 Dec;28(4):456-463. doi: 10.1177/09691413211002556
34. Lowry KP, Coley RY, Miglioretti DL, Kerlikowske K, Henderson LM, Onega T, et al. Screening Performance of Digital Breast Tomosynthesis vs Digital Mammography in

Community Practice by Patient Age, Screening Round, and Breast Density. JAMA Netw Open. 2020 Jul 1;3(7):e2011792. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2020.11792

35. Johnson K, Lång K, Ikeda DM, Åkesson A, Andersson I, Zackrisson S. Interval Breast Cancer Rates and Tumor Characteristics in the Prospective Population-based Malmö Breast Tomosynthesis Screening Trial. Radiology. 2021 Jun;299(3):559-567. doi: 10.1148/radiol.2021204106
36. Aase HS, Holen ÅS, Pedersen K, Houssami N, Haldorsen IS, Sebuødegård S, et al. A randomized controlled trial of digital breast tomosynthesis versus digital mammography in population-based screening in Bergen: interim analysis of performance indicators from the To-Be trial. Eur Radiol. 2019 Mar;29(3):1175-1186. doi: 10.1007/s00330-018-5690-x
37. Basha, M.A.A., Safwat, H.K., Alaa Eldin, A.M.The added value of digital breast tomosynthesis in improving diagnostic performance of BI-RADS categorization of mammographically indeterminate breast lesions. Insights Imaging 11, 26 (2020). doi: 10.1186/s13244-020-0835-2
38. Moger, T.A., Holen, Å., Hanestad, B. Costs and Effects of Implementing Digital Tomosynthesis in a Population-Based Breast Cancer Screening Program: Predictions Using Results from the To-Be Trial in Norway. PharmacoEconomics Open 6, 495–507 (2022). doi: 10.1007/s41669-022-00343-5
39. Moger TA, Swanson JO, Holen ÅS, Hanestad B, Hofvind S. Cost differences between digital tomosynthesis and standard digital mammography in a breast cancer screening programme: results from the To-Be trial in Norway. Eur J Health Econ. 2019 Nov;20(8):1261-1269. doi: 10.1007/s10198-019-01094-7
40. Lee CI, Cevik M, Alagoz O, Sprague BL, Tosteson AN, Miglioretti DL, et al. Comparative effectiveness of combined digital mammography and tomosynthesis screening for women with dense breasts. Radiology. 2015 Mar;274(3):772-80. doi: 10.1148/radiol.14141237
41. Wang J, Phi XA, Greuter MJW, Daszczuk AM, Feenstra TL, Pijnappel RM et al. The cost-effectiveness of digital breast tomosynthesis in a population breast cancer screening program. Eur Radiol. 2020 Oct;30(10):5437-5445. doi: 10.1007/s00330-020-06812-x

42. Gennaro G, Bernardi D, Houssami N. Radiation dose with digital breast tomosynthesis compared to digital mammography: per-view analysis. Eur Radiol. 2018 Feb;28(2):573-581. doi: 10.1007/s00330-017-5024-4
43. Teoh KC, Manan HA, Mohd Norsuddin N, Rizuana IH. Comparison of Mean Glandular Dose between Full-Field Digital Mammography and Digital Breast Tomosynthesis. Healthcare (Basel). 2021 Dec 19;9(12):1758. doi: 10.3390/healthcare9121758
44. Richli Meystre N, Henner A, Sà Dos Reis C, Strøm B, Pires Jorge JA, Kukkes T, et al. Characterization of radiographers' mammography practice in five European countries: a pilot study. Insights Imaging. 2019 Mar 13;10(1):31. doi: 10.1186/s13244-019-0711-0
45. Bernardi D, Ciatto S, Pellegrini M, Anesi V, Burlon S, Cauli E, et al. Application of breast tomosynthesis in screening: incremental effect on mammography acquisition and reading time. Br J Radiol. 2012 Dec;85(1020):e1174-8. Journal of Radiology Nursing, Volume 39, Issue 2, 2020. doi: 10.1259/bjr/19385909
46. Cicvara M, Mohamed A, Ekberg J, Fridell K. Radiographers' reflection on women with high breast density tissue - An interview study. 2020. doi:10.1016/j.jradnu.2020.01.002
47. Hadadi I, Rae W, Clarke J, McEntee M, Ekpo E. Breast cancer detection: Comparison of digital mammography and digital breast tomosynthesis across non-dense and dense breasts. Radiography (Lond). 2021 Nov;27(4):1027-1032. doi: 10.1016/j.radi.2021.04.002
48. Van Landsveld-Verhoeven C, Den Heeten GJ, Timmers J, Broeders MJ. Mammographic positioning quality of newly trained versus experienced radiographers in the Dutch breast cancer screening programme. Eur Radiol. 2015 Nov;25(11):3322-7. doi: 10.1007/s00330-015-3738-8
49. Användbara databaser och webbplatser [Internet]. Stockholm: Karolinska institutet. Universitetsbiblioteket. [uppdaterad 2023-12-11; citerad 2024-04-09]. Hämtad från: https://kib.ki.se/soka-vardera/soka-information/anvandbara-databaser-och-webbplatser
50. Så granskar man om ett test ger tillförlitliga svar [Internet]. Stockholm: Statens beredning för medicinsk och social utvärdering [uppdaterad 2019-12-04; citerad 2024-03-25] Hämtad från: https://www.sbu.se/sv/publikationer/vetenskap-och-praxis/sa-granskar-man-om-ett-test-ger-tillforlitliga-svar/
51. Zuckerman SP, Maidment ADA, Weinstein SP, McDonald ES, Conant EF. Imaging With Synthesized 2D Mammography: Differences, Advantages, and Pitfalls Compared With

Digital Mammography. AJR Am J Roentgenol. 2017 Jul;209(1):222-229. doi: 10.2214/AJR.16.17476.

52. Ho TH, Bissell MCS, Kerlikowske K, et al. Cumulative Probability of False-Positive Results After 10 Years of Screening With Digital Breast Tomosynthesis vs Digital Mammography. JAMA Netw Open. 2022;5(3):e222440. doi:10.1001/jamanetworkopen.2022.2440
53. Freer PE, Riegert J, Eisenmenger L, Ose D, Winkler N, Stein MA, et al. Clinical implementation of synthesized mammography with digital breast tomosynthesis in a routine clinical practice. Breast Cancer Res Treat. 2017 Nov;166(2):501-509. doi: 10.1007/s10549-017-4431-1
54. Horvat JV, Keating DM, Rodrigues-Duarte H, Morris EA, Mango VL. Calcifications at Digital Breast Tomosynthesis: Imaging Features and Biopsy Techniques. Radiographics. 2019 Mar-Apr;39(2):307-318. doi: 10.1148/rg.2019180124.
55. Miglioretti DL, Lange J, van den Broek JJ, Lee CI, van Ravesteyn NT, Ritley D, et al. Radiation-Induced Breast Cancer Incidence and Mortality From Digital Mammography Screening: A Modeling Study. Ann Intern Med. 2016 Feb 16;164(4):205-14. doi: 10.7326/M15-1241
56. Van Winkel, S.L., Rodríguez-Ruiz, A., Appelman, L. Impact of artificial intelligence support on accuracy and reading time in breast tomosynthesis image interpretation: a multi-reader multi-case study. Eur Radiol 31, 8682–8691 (2021). doi: 10.1007/s00330-021-07992-w
57. Dembrower K. Deep learning in breast cancer screening. Stockholm: Karolinska institutet, 2022. Hämtad från: https://openarchive.ki.se/xmlui/handle/10616/47905
58. European guidelines on breast cancer screening and diagnosis [Internet]. Italien: European commission initative on breast cancer (ECIBC); 2019 [citerad 2024-04-12]. Hämtad från: https://cancer-screening-and-care.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/Guidelines/EtDs/ECIBC_GLs_EtD_double_reading.pdf
59. Lauritzen AD, Rodríguez-Ruiz A, von Euler-Chelpin MC, Lynge E, Vejborg I, Nielsen M, et al. An Artificial Intelligence-based Mammography Screening Protocol for Breast

Cancer: Outcome and Radiologist Workload. Radiology. 2022 Jul;304(1):41-49. doi: 10.1148/radiol.210948

60. Sujlana PS, Mahesh M, Vedantham S, Harvey SC, Mullen LA, Woods RW. Digital breast tomosynthesis: Image acquisition principles and artifacts. Clin Imaging. 2019 May-Jun;55:188-195. doi: 10.1016/j.clinimag.2018.07.013
61. Hanestad B, Hopland NM, Kalcheva V, Hofvind S. Assessment of breast positioning criteria in mammographic screening: Agreement between artificial intelligence software and radiographers. J Med Screen. 2021 Dec;28(4):448-455. doi: 10.1177/0969141321998718.
62. Bröstcancerrapporten 2022 [Internet]. Rädda fler liv med individanpassad screening. Stockholm: Bröstcancerförbundet (2022) Hämtad från: https://brostcancerforbundet.se/wt/documents/1259/Brostcancerrapporten_2022.pdf

Bilagor

Bilaga 1

Sökmatris

Sökdatum	Databas	Sökord	Antal träffar	Lästa titlar	Lästa abstract	Lästa studier	Antal artiklar använda i studien
2024-02-28	PubMed	Sensitivity AND screening AND mammography AND (dense OR density) AND BI-RADS NOT review NOT meta-analysis	143	143	15	8	1
2024-02-28	PubMed	"breast cancer screening" AND tomosynthesis NOT review NOT meta-analysis	222	222	32	15	7
2024-02-38	PubMed	"breast cancer screening" performance tomosynthesis mammography	139	139	30	12	2
2024-02-28	PubMed	Screening AND Compar* AND "breast tomosynthesis" AND mammography AND "radiation dose" OR "mean glandular dose" NOT review NOT phantom	179	179	20	8	2
2024-02-28	PubMed	Tomosynthesis AND Radiographer AND interview	0	0	0	0	0
2024-02-28	Google Scholar	“breast tomosynthesis” AND screening AND mammography AND outcome	12 300	100	39	25	4

2024-03-01	Google Scholar	“breast tomosynthesis” AND screening AND mammography AND dense NOT review	9050	100	28	10	1
2024-03-01	Google Scholar	Radiographer AND "breast tomosynthesis" AND "breast cancer screening" AND implementation OR application	5150	100	18	4	1
2024-03-01	Google Scholar	Mammography AND radiographer	16 500	100	15	2	2
2024-03-01	Google Scholar	Mammography AND radiographer AND interview AND tomosynthesis	942	100	12	2	1
2024-02-28	Manuell referenssökning	The added value of digital breast tomosynthesis in improving diagnostic performance of BI-RADS categorization of mammographically indeterminate breast lesions					1

Bilaga 2

Kvalitetsgranskningsmallar

Kvantitativ ansats - icke-randomiserade studie

- **Syftet med studien?**

  - Är frågeställningar tydligt beskrivna? JA: 1p. VET EJ/NEJ 0p

  - Är designen lämplig utifrån syftet? JA: 1p. VET EJ/NEJ 0p

- **Undersökningsgruppen**

  - Vilka är inklusionskriterier? Tydligt beskrivet: 1p. Ej eller bristfälligt beskrivet: 0p

  - Vilka är exklusionskriterierna? Tydligt beskrivet: 1p. Ej eller bristfälligt beskrivet: 0p

  - Vilken urvalsmetod användes? Tydligt beskrivet: 1p. Ej eller bristfälligt beskrivet: 0p

  - Är undersökningsgruppen representativ? JA: 1p. VET EJ/NEJ 0p

  - Var genomfördes undersökningen? JA: 1p. VET EJ/NEJ 0p

  - Antal deltagare som inkluderades i studien? Fler än 1000 1p. Färre än 1000 /ej beskrivet 0p.

- **Mätmetoder**

  - Vilka mätmetoder användes? Beskrivet: 1p, Ej beskrivet: 0p

  - Var reliabilitet beräknad? JA: 1p. VET EJ/NEJ 0p

  - Var validitet diskuterad? JA: 1p. VET EJ/NEJ 0p

- **Analys**

  - Var demografiska data liknande i jämförelsegrupperna? JA: 1p. VET EJ/NEJ 0p. *Om nej: vilka skillnader fanns?*

  - Hur stort var bortfallet? Litet (utifrån deltagarantal):1p. Stort (utifrån deltagarantal) /ej beskrivet: 0p

  - Fanns en bortfallsanalys? JA: 1p. VET EJ/NEJ 0p

  - Var statistisk analysen lämplig? JA: 1p. VET EJ/NEJ 0p. *Om nej, varför inte?*

  - Vilka var huvudresultat? Tydligt, opartiskt beskrivet och relevant för studien 1p. Ej relevant 0p

  - Erhölls signifikanta skillnader? JA: 1p. VET EJ/NEJ 0p. *Om ja, vilka variabler?*

  - Vilka slutsatser drar författarna? Relevanta utifrån studiens resultat: 1p, Ej relevanta: 0p

- **Värdering**

  - Kan resultatet generaliseras till en annan population? Ja (multicenterstudie, stor population): 1p. Nej (liten population, singelcenterstudie): 0p

  - Kan resultatet ha klinisk betydelse? JA: 1p. VET EJ/NEJ 0p

  - Ska artikeln inkluderas? Motivera varför/varför inte.

Totalt: 20 poäng

Kvantitativ ansats, randomiserade studie

- **Syftet med studien?**

  - Är frågeställningar tydligt beskrivna? JA: 1p. VET EJ/NEJ 0p

  - Är designen lämplig utifrån syftet? JA: 1p. VET EJ/NEJ 0p

- **Undersökningsgruppen**

  - Vilka är inklusionskriterna? Tydligt beskrivna: 1p. Ej beskrivna: 0p.

  - Vilka är exklusionskriterierna? Tydligt beskrivna: 1p. Ej beskrivna: 0p.

  - Är undersökningsgruppen representativ? JA: 1p. VET EJ/NEJ 0p

  - Var genomfördes undersökningen? Beskrivet: 1p. Ej beskrivet: 0p

  - När genomfördes undersökningen? 2010 eller senare: 1p. Tidigare än 2010: 0p

  - Är powerberäkning gjord? JA: 1p. VET EJ/NEJ 0p

  - Vilket antal krävdes i varje grupp?

  - Fler än 1000: 1p. Färre än 1000: 0p

  - Vilket antal inkluderades i experimentgrupp (EG) respektive kontrollgrupp (KG)?

  - Var gruppstorleken adekvat? JA: 1p. VET EJ/NEJ 0p

- **Intervention**

  - Mål med interventionen? Beskrivet: Ja. Ej/otydligt beskrivet: Nej.

  - Vad innehöll interventionen? Beskrivet: 1p. Ej/otydligt beskrivet: 0p

  - Hur ofta gavs interventionen? Beskrivet: 1p. Ej/otydligt beskrivet: 0p

  - Hur behandlades kontrollgruppen? Beskrivet: 1p. Ej/otydligt beskrivet: 0p

- **Mätmetoder**

  - Vilka mätmetoder användes? Beskrivet: 1p. Ej/otydligt beskrivet: 0p

  - Var reliabiliteten beräknad? JA: 1p. VET EJ/NEJ 0p

  - Var validiteten diskuterad? JA: 1p. VET EJ/NEJ 0p

- **Analys**

  - Var demografiska data liknande i EG och KG? JA: 1p. VET EJ/NEJ 0p. *Om nej, vilka skillnader fanns?*

  - Hur stort var bortfallet? 1p Acceptabelt (utifrån deltagarantal): 1p Ej acceptabelt (utifrån deltagarantal): 0p

  - Kan bortfallet accepteras? JA: 1p. VET EJ/NEJ 0p

  - Var statistiska analysen lämplig? JA: 1p. VET EJ/NEJ 0p. *Om nej, varför inte?*

  - Vilket var huvudresultatet? Relevant och opartiskt utifrån studiens syfte: 1p. Ej relevant/partiskt beskrivet: 0p

  - Erhölls signifikanta skillnader mellan EG och KG? JA: 1p. VET EJ/NEJ 0p *Om ja, vilka?*

  - Vilka slutsatser drar författaren? Relevanta utifrån syfte och frågeställningar: 1p, Ej relevant: 0p *Instämmer du?*

- **Värdering**

  - Kan resultatet generaliseras till annan population? JA: 1p. VET EJ/NEJ 0p

  - Kan resultatet ha klinisk betydelse? JA: 1p. VET EJ/NEJ 0p

  - Överväger nyttan av interventionen risker? JA: 1p. VET EJ/NEJ 0p

  - Ska artikeln inkluderas? Motivera varför/varför inte?

Totalt: 27 poäng

Kvalitativ ansats

- **Syftet med studien?**

  -Vilken kvalitativ metod har använts (intervju, enkät etc)? Beskrivet: 1p. Ej beskrivet: 0p

  - Är designen av studien relevant för att besvara frågeställningen? JA: 1p. VET EJ/NEJ 0p

- **Undersökningsgrupp**

  - Är urvalskriterier för undersökningsgruppen tydligt beskrivna? (inklusions- och exklusionskriterier ska vara beskrivna) JA: 1p. VET EJ/NEJ 0p

  - Var genomfördes undersökningen? Beskrivet: 1p, Ej beskrivet: 0p

- Urval - finns det beskrivet var, när och hur undersökningsgruppen kontaktades? JA: 1p. VET EJ/NEJ 0p

- Vilken urvalsmetod användes? Beskrivet: 1p. Ej beskrivet: 0p

- Beskriv undersökningsgruppen (ålder, kön, social status. annan demografisk bakgrund) Beskrivet: Ja. Ej beskrivet: 0p.

- Är undersökningsgruppen lämplig? JA: 1p. VET EJ/NEJ 0p

- **Metod för datainsamling**

  - Är fältarbetet tydligt beskrivet? (var, av vem och i vilket sammanhang skedde datainsamlingen?) JA: 1p. VET EJ/NEJ 0p *Beskriv fältarbetet*

  - Beskrivs metoderna för datainsamling tydligt (vilken typ av frågor användes etc.) Beskrivet 1p. Ej beskrivet 0p *Beskriv metoderna för datainsamling.*

  - Ange datainsamlingsmetod (ostrukturerade intervjuer, halvstrukturerade intervjuer, fokusgrupper, observationer, video/bandinspelning, skrivna texter eller teckningar. Beskrivet 1p. Ej beskrivet: 0p

  - Är data systematiskt samlade? finns intervjuguide/studieprotokoll? JA: 1p. VET EJ/NEJ 0p

- **Dataanalys**

  - Hur är begrepp, teman och kategorier utvecklade och tolkade? Väl beskrivet 1p. Ej beskrivet 0p

  - Ange om (vilket som stämmer av nedanstående alternativ): Något av nedanstående stämmer 1p. Inget av nedanstående stämmer 0p

    Teman är utvecklade som begrepp (eller)

    Det finns episodiskt presenterade citat (eller)

    De individuella svaren är kategoriserade och bredden på kategorierna är beskrivna?

    Svaren är kodade

- **Beskriv resultatet**

  - Är analys och tolkning av resultatet diskuterade? JA: 1p. VET EJ/NEJ 0p

  - Är resultaten trovärdiga? (källor bör anges). JA: 1p. VET EJ/NEJ 0p

  - Är resultaten pålitliga? (undersökningens och forskarens trovärdighet) JA: 1p. VET EJ/NEJ 0p

  - Finns stabilitet och överensstämmelse (är fenomenet konsekvent beskrivet)? JA: 1p. VET EJ/NEJ 0p

  - Är resultaten återförda och diskuterade med undersökningsgruppen? JA: 1p. VET EJ/NEJ 0p

  - Är de teorier och tolkningar som presenteras baserade på insamlade data? (finns citat av originaldata, summering av data medtagna som bevis för gjorda tolkningar)? JA: 1p. VET EJ/NEJ 0p

- **Utvärdering**

  - Kan resultatet återkopplas till den ursprungliga forskningsfrågan? JA: 1p. VET EJ/NEJ 0p

- Stöder insamlade data forskarens resultat? JA: 1p. VET EJ/NEJ 0p
- Har resultatet klinisk relevans? JA: 1p. VET EJ/NEJ 0p
- Diskuteras metodologiska brister och risk för bias? JA: 1p. VET EJ/NEJ 0p
- Finns risk för bias? JA/VET EJ: 0p. NEJ 0p
- Vilken slutsats drar författaren? Relevant utifrån studiens syfte 1p. Ej relevant utifrån studiens syfte 0p. *Håller du med?*
- Ska studien inkluderas?

Totalt 24 poäng

Bilaga 3.

Artikelmatris

Författare, år, land	**Titel**	**Syfte**	**Metod**	**Resultat**	**Studiens kvalitet**
Von Euler-Chelpin M, Lillholm M, Vejborg I, Nielsen M, Lynge E. År 2019, Danmark.	Sensitivity of screening mammography by density and texture: a cohort study from a population-based screening program in Denmark	Att studera känsligheten för mammografi vid olika brösttäthetsnivåer och bröstvävnads sammansättningar.	Retrospektiv studie (n= 54 997).	Sensitiviteten påverkades av BI-RADS-nivå och bröstets struktur. Vid fettrika bröst och homogen struktur var sensitiviteten högst. Hög brösttäthet och heterogen struktur reducerade sensitiviteten. Specificiteten påverkades inte av BI-RADS-nivå och struktur.	Hög 18/20
Regen-Tuero H, Ram S, Gass J, Lourenco A. År 2021, USA.	Community-Based Breast Cancer Screening Using Digital Breast Tomosynthesis Versus Digital Mammography: Comparison of Screening Performance and Tumor Characteristics	Syftet var att jämföra screeningprestationen för DBT med (syntetiserad 2D) DM och tumörkaraktär vid screeningdetekterad cancer.	Retrospektiv studie (n= 44 128) varav DBT 83 200, DM 47 096.	Screeningdetekterad cancer var högre för DBT. Antalet återkallade ökade de första åren efter DBT-implementering. Vid en uppföljande utvärdering tre år senare hade DBT signifikant reducerat återkallandefrekvensen och ökat PPV jämfört med DM. Högre andel invasiv cancer och lägre andel DCIS sågs vid DBT jämfört med DM. En lägre sensitivitet för upptäckt av förkalkningar sågs vid DBT jämfört med DM.	Hög 18/20

Zuckerman S, Conant E, McDonald E, Weinstein S, Korhonen K, BirnbauJ et al. År 2020, USA.	Five Consecutive Years of Screening with Digital Breast Tomosynthesis: Outcomes by Screening Year and Round	Att jämföra olika kvalitetsmått vid DBT-screening över flera år och omgångar jämfört med DM.	Retrospektiv studie (nDBT=56 839 och nDM=10 511).	DBT reducerade återkallande. Antalet screeningdetekterade cancrar ökade i alla åldersgrupper mellan 40 och 74 år. En högre sensitivitet för invasiv cancer sågs vid DBT jämfört med DM. Digital brösttomosyntes har ökat upptäckt av avancerade invasiva cancrar i screeningsammanhang jämfört med DM. Specificitet var likvärdig för båda modaliteterna.	Medel 17/20
Bernardi D, Gentilini M, De Nisi M, Pellegrini M, Fantò C, Valentini M, et al. År 2020, Italien.	Effect of implementing digital breast tomosynthesis (DBT) instead of mammography on population screening outcomes including interval cancer rates: Results of the Trento DBT pilot evaluation	Att fastställa effekten av implementering av DBT-screening via olika kvalitetsmått jämfört med tidigare DM-screening i samma område.	Prospektiv kohortstudie (nDBT= 46 343, nDM= 37 436).	DBT medförde en lägre RR och ökat CDR. Digital brösttomosyntes hade högre sensitivitet och ökade dessutom sensitiviteten gör små, lymfnegativa tumörer jämfört med DM och medförde ingen ökning av upptäckta fall av DCIS. Dock medförde DBT ingen reducering av intervallcancer och ökar risk för överdiagnostik och falskt positiva svar.	Hög 19/20

Olinder J, Johnson K, Åkesson A, Förnvik D, Zackrisson S. År 2023. Sverige.	Impact of breast density on diagnostic accuracy in digital breast tomosynthesis versus digital mammography: results from a European screening trial	Syftet med denna studie var att utvärdera vilka kvinnor, baserat på automatiskt bedömda brösttäthetsundergrupper, som har störst nytta av DBT jämfört med DM.	Sekundär studie av en större prospektiv studie (n= 14 730).	Digital brösttomosyntes ökade sensitiviteten vid alla BI-RADS-nivåer. Störst ökning sågs vid BI-RADS-nivå IV. Digital brösttomosyntes ökade inte specificiteten för någon BI-RADS-nivå jämfört med DM, vilket kan medföra en ökad risk för överdiagnostik	Hög 18/20
Skaane P, Sebuødegård S, Bandos A, Gur D, ØsteråsB, Hofvind S. År 2018, Norge.	Performance of breast cancer screening using digital breast tomosynthesis: results from the prospectiva population-based Oslo tomosynthesis screening trial	Syftet var att jämföra om tillägg av DBT vid mammografiscreening ökar effektiviteten vid bröstcancerscreeing	Prospektiv studie (n= 24 301 (DBT+DM). Jämförelsegrupp: n=59 877 (DM).	Ett kombinerat protokoll ökade CDR med en tredjedel och reducerade RR med 50 %. Sensitivitet och specificitet ökade med ett kombinerat protokoll. En reducering av intervallcancer har inte setts, varför en ökad risk för överdiagnostik föreligger vid kombinerat protokoll.	Hög 18/20
Conant E, Barlow W, Herschorn S, Weaver D, Beaber E, Tosteson A et al. År 2019, USA.	Association of Digital Breast Tomosynthesis vs Digital Mammography With Cancer Detection and Recall Rates by Age and Breast Density	Syftet var att jämföra cancerdetektering och prognos för DBT och DM i olika ålders- och brösttäthetsgrupper.	Kohortstudie (n= 96 269).	Digital brösttomosyntes reducerade återkallande i alla BI-RADS-nivåer. Yngre kvinnor (40–49 år), hög brösttäthet och initial screening hade störst risk för återkallande. Digital brösttomosyntes ökade specificitet i alla BI-RADS-nivåer och åldersgrupper, samt ökade CDR i åldrarna 40 – 74 år och upptäckter för fall av låggradig invasiv cancer jämfört med DM.	Hög 19/20

Romero Castellano C, Aguilar Angulo P M, Cruz Hernández L et al. År 2021, Spanien.	Breast cancer mortality after eight years of an improved screening program using digital breast tomosynthesis	Bedöma screeningprogrammets kvalitet och beskriva mortalitetsfrekvenser åtta år efter omdesignen av bröstcancerscreening genom införandet av DBT	Prospektiv studie (n=okänd)	Digital brösttomosyntes ökade screeningdetekterad bröstcancer och reducerade återkallande. En positiv effekt på intervallcancerfrekvens och död i bröstcancer sågs vid DBT, även om ingen statistisk signifikans påvisats.	Medel 15/20
Lowry P, Yates Coley, R, Miglioretti D, Kerlikowske K, Henderson L, Onega T et al. År 2020, USA.	Screeningperformance of digital breast tomosynthesis vs digital mammography in community practice by patient age, screening round and breast density.	Syftet var att jämföra den diagnostiska prestationen vid screening för DBT och DM vild olika BI-RADS-nivåer, ålder vid första och upprepad screening	Jämförande prospektiv studie (n= 1 584 079 varav 80,4 % DM och 1 9,6 % DBT)	Digital brösttomosyntes tillförde mest diagnostisk nytta vid initial screening med ökning av CDR och reducering av RR i alla ålderskategorier. Digital brösttomosyntes ökade inte den diagnostiska tillförlitligheten, reducerade inte RR eller ökade CDR för kvinnor med fettrika bröst eller extremt hög brösttäthet. Bäst effekt sågs hos kvinnor med täta bröst eller heterogen fibroglandulär struktur.	Hög 18/20
Johnson K, Lång K, . Ikeda M. D, Åkesson A, Andersson I, Zackrisson S. År 2021, Sverige.	Interval Breast Cancer Rates and Tumor Characteristics in the Prospective Population-based Malmö Breast Tomosynthesis Screening Trial	Att jämföra intervallcancerfrekvenser och tumörkarakteristika vid DBT- och DM-screening.	Sekundär studie av en prospektiv studie (n=13 639).	Digital brösttomosyntes reducerade signifikant intervallcancerfrekvensen jämfört med DM. Undersökningstiden skilde sig ca 1 min mellan modaliteterna.	Medel 16/20

Aase HS, Holen Å, Pedersen K, Houssami N, Haldorsen I, Sebuødegård S, et al. År 2019, Norge.	A randomized controlled trial of digital breast tomosynthesis versus digital mammography in population-based screening in Bergen: interim analysis of performance indicators from the To-Be trial	Att jämföra screeningsresultat för DBT (inklusive syntetiserad.2D) och DM i ett befolkningsbaserat screeningsprogram för bröstcancer.	Randomiserad kontrollstudie (nDBT= 7155, nDM=7119).	Undersökningstiden ökade med cirka en minut vid DBT jämfört med DM. Den diagnostiska osäkerheten vid granskning ökade för DBT med ökad BI-RADS-nivå Återkallande reducerades för kvinnor med fettrika bröst vid DBT-baserad screening. Inga skillnader i återkallande sågs hos kvinnor med hög eller extremt hög brösttäthet mellan modaliteterna. Inga stora skillnader i stråldos sågs mellan modaliteterna. Granskningstiden skilde sig 77 s (DBT) mot 41 s (DM).	Hög 24/27
Abd Alkhalik Basha M, Hadeer K. S, Ahmed M. Alaa E, Hitham A. D, Ali M. Hassanin. År 2020, Egypten.	The added value of digital breast tomosynthesis in improving diagnostic performance of BI-RADS categorization of mammographically indeterminate breast lesions	Att utvärdera värdet av DBT vid BI-RADS i kategorien av obestämda bröst-lesioner efter DM som första tillvägagångssätt.	Prospektiv studie (n= 296 lesioner)	Digital brösttomosyntes hade högre diagnostisk säkerhet vid kategorisering av avvikande fynd och reducerade antalet lesioner i kategori noll, tre och fyra. Digital mammografi hade fler falskt positiva svar och falskt negativa svar än DBT. Ett kombinerat protokoll ökade den diagnostiska säkerheten mest.	Medel 16//20

Moger A, Holen Å, Hanestad B, Hofvind S. År 2022, Norge.	Costs and Effects of Implementing Digital Tomosynthesis in a Population-Based Breast Cancer Screening Program: Predictions Using Results from the To-Be Trial in Norway.	Syftet var att utifrån en större randomiserad studie uppskatta kostnadseffekt vid implementering av DBT	Subanalys av en större studie. Simuleringsmodell för att uppskatta långsiktiga effekter (n=37 000).	En långsiktig analys spår att DBT kommer öka CDR och FPP jämfört med DM. En ökad upptäckt för fall av invasiv cancer i tidigt stadium kan minska ICR och reducera kostnader i det efterföljande vårdförloppet (behandling och invasiva procedurer). Den kortsiktigt ökade kostnaden som DBT medför kan på sikt reduceras och DBT kan bli mer kostnadseffektiv än DM. DBT medför en längre granskningstid än DM.	Medel 15/20
Moger A, Swanson J, Holen A, Hanestad B, Hofvind S. År 2019, Norge.	Cost differences between digital tomosynthesis and standard digital mammography in a breast cancer screening programme: results from the to-Be trial in Norway	Syftet var att identifiera vilka skillnader som finns i kostnader mellan screening med DBT och DM	Subanalys av en större randomiserad studie (n=29 453).	Trots att DBT reducerade återkallande ökade DBT kostnaden per screening jämfört med DM. Dyrare utrustning, längre undersöknings- och granskningstid samt behov av ökat lagringsutrymme är faktorer ökar kostnaden för DBT jämfört med DM.	Medel 16/20
Lee C, Cevik M, Alagoz O, Sprague B, Tosteson A, Miglioretti D et al. År 2015, USA.	Comparative effectiveness of combined digital mammography and tomosynthesis screening for women with dense breasts	Syftet var att undersöka kostnadseffektivitet vid kombinerad DBT- och DM-screening jämfört med DM-screening för kvinnor med täta bröst (50–74 år)	Mikrosimulering (n=0)	Kombinerad DBT- och DM-screening medförde ingen ökning av livslängd eller kvalitetsjusterad livslängd. Den diagnostiska tillförlitligheten med DBT för kvinnor med täta bröst ökade tillräckligt för att motivera en ökad kostnad per screening för dessa kvinnor. Kostnadseffektiviteten för DBT är beroende av kostnaden per screening och sensitivitet.	Medel 15/20

Wang J, Phi XA, Greuter MJW, Daszczuk AM et al. År 2020, Nederländerna.	The cost-effectiveness of digital breast tomosynthesis in a population breast cancer screening program	Att utvärdera vid vilken sensitiviteten som DBT skulle bli kostnadseffektiv jämfört med DM i ett screeningsprogram för bröstcancer.	Mikrosimulering (n=536 CDR)	Baserad på olika bröstdensitet var DM sensitivitet: 65–87% och DBT sensitivitet: 65 - 100%. DBT var vid ökad sensitivitet kostnadseffektiv. DBT var mer kostnadseffektiv än DM vid över 80% sensitivitet. DBT är sannolikt mer ett kostnadseffektivt alternativ till mammografi hos kvinnor med täta bröst.	Medel 17/20
Gennaro G, Bernardi D, Houssami N. År 2018, Italien.	Radiation dose with digital breast tomosynthesis compared to digital mammography: per-view analysis.	Jämföra strålningsdosen vid DM och DBT.	Prospektiv studie (n=1208).	DBT genererade en genomsnittlig dosökning på 0.5 milli Grey (mGy) (38 %) per projektion jämfört med DM, med individuella differenser på 0 till 1.08 mGy. DM kräver att kontrast och kV är densamma för att uppnå tillräcklig bildkvalitet. DBT är beroende av SNR till detektorn, högre kV krävs jämfört med DM.	Hög 18/20
Teoh KC, Manan HA, Mohd Norsuddin N, Rizuana IH. År 2021, Malaysia.	Comparison of Mean Glandular Dose between Full-Field Digital Mammography and Digital Breast Tomosynthesis	Att fastställa MGD vid DM och DBT. Samt exponeringsfaktorer som en funktion av brösttjocklek.	Retrospektiv och prospektiv studie under 10 månader (n=436).	Den totala stråldosökningen mellan modaliteterna var 24,7%.	Medel 17/20

Richli Meystre N., Henner A., Sà dos Reis C., Strøm B., Pires Jorge J.A., Kukkes T., Metsälä E. År 2019, Schweiz.	Characterization of radiographers' mammography practice in five European countries: a pilot study.	Karakterisera och jämföra röntgensjuksköterskors mammografipraxis inklusive kvalitetskontroll och kontinuerlig professionell utveckling i fem europeiska länder.	Kvalitativ enkätstudie utfördes online. Kliniska röntgensjuksköterskor i arbetet i Estland, Finland, Norge, Portugal och Schweiz deltog (n=140).	97% av DM bilder togs med AEC. Patientpositionering, hantering av smärta och ångest och att avbilda bröstimplantat identifierades som utmanande. Röntgensjuksköterskor arbetar effektivt efter ALARA. Kvalitetssäkringen varierade mellan olika länder.	Hög 21/24
Bernardi D, Ciatto S, Pellegrini M, Anesi V et al. År 2012, Italien.	Application of breast tomosynthesis in screening: incremental effect on mammography acquisition and reading time.	Att komplettera informationsbrist gällande logistiska aspekter av tillämpning av DBT vid bröstscreening.	Prospektiv studie (100 CDR).	7 röntgensjuksköterskor vid 20 screeningundersökningar: DBT+DM (4 min 3s) var längre än DM (3 min 13s). Granskningstiden (tre radiologer) var längre för DBT+DM (77s) än DM (33s). DBT+DM associerades med upptäckt av fler cancerformer och färre RR än enbart DM.	Medel 15/20
Cicvara M, Mohamed A, Ekberg J, Fridell K. År 2020, Sverige.	Radiographers' reflection on women with high breast density tissue - An interview study	Att illustrera tankar som röntgensjuksköterskor har om brösttäthet vid DM-undersökningar.	Kvalitativ semistrukturerad intervjustudie vid tre kliniker i Stockholm (n= 6–9).	Röntgensjuksköterskor tycker inte att kvinnor i Sverige bör bli informerade om hög brösttäthet eftersom det kan orsaka oro. Radiologer föredrog DM som screeningmetod oavsett BI-RADS.	Hög 21/24

I. Hadadi, W. Rae, J. Clarke, M. McEntee och E. Ekpo. År 2021, Australien.	Breast cancer detection: Comparison of digital mammography and digital breast tomosynthesis across non-dense and dense breasts.	Syftet med studien var att jämföra radiologers prestation vid tolkning av DBT- och DM-bilder vid fettrika och täta bröst.	Observationsstudie (n=95)	Vid screening förbättrade DBT inte resultatet jämfört med DM då specificitet och sensitivitet var likvärdiga för DBT och DM. DBT ansågs vara ett bra komplement för att kategorisera lesioner. För radiologer med lång erfarenhet av DM och begränsad erfarenhet av DBT presterade DM bättre i screeningsammanhang.	Medel 16/20
Van Landsveld-Verhoeven C, Den Heeten GJ, Timmers J, Broeders MJ. År 2015, Nederländerna.	Mammographic positioning quality of newly trained versus experienced radiographers in the Dutch breast cancer screening programme	Att jämföra DM:s positionerings kvalitet för nya kontra erfarna röntgensköterskor vid mammografiscreening i Nederländerna.	Observationsstudie (n= 50).	Nya röntgensjuksköterskor presterade bättre vid positioneringsteknik. Detta betonar att behovet av kontinuerlig utbildning krävs för att hålla kvaliteten uppdaterad.	Medel 17/20