



Beeldkwaliteitscriteria bij screeningsmammografie

EEN HANDLEIDING OM BEELDKWALITEIT TE BEOORDELEN EN TE VERBETEREN



Lieve Vandendaele, Pieter De Visschere,
Marjan van Gurp, Sifrid Hendrickx, Koen Van Herck
Mat Goossens, Steven Wallaert,
Chantal Van Ongeval, Hilde Bosmans
en Lesley Cockmartin

Dit is een uitgave van de Vakgroep Volksgezondheid en Eerstelijnszorg van de Universiteit van Gent in samenwerking met het Centrum voor Kankeropsporing (CvKO) en het Universitair Ziekenhuis van Leuven.

Financiële steun werd verkregen van de Vlaamse Overheid en van de vakgroep Volksgezondheid en Eerstelijnszorg van de Universiteit Gent via legaten voor kankeronderzoek.

Beeldkwaliteitscriteria bij screeningsmammografie

EEN HANDLEIDING OM BEELDKWALITEIT TE BEOORDELEN EN TE VERBETEREN BIJ BORSTKANKERSCREENING

Voorwoord

Borstkanker is bij vrouwen de meest voorkomende kanker. Jaarlijks worden meer dan 6.000 vrouwen met borstkanker gediagnosticeerd in Vlaanderen (Kankerregister, 2011-2023)¹. Screening door middel van mammografie zorgt ervoor dat de tumoren in een vroeger stadium ontdekt kunnen worden, waardoor de therapie vaak minder invasief is en de mortaliteit daalt¹⁻⁵. Een belangrijke voorwaarde hierbij is dat de beeldkwaliteit van het mammogram optimaal is⁶⁻¹⁰. Deze handleiding wil daarbij een ondersteuning zijn.

Met dank aan onderstaande experts voor hun bijdrage

Johan Allaert, Marc Baekelandt, Charlotte Bevernage, Elwin Blindeman, Kris Buelens, Ina Celis, Valerie Celis, Veerle Cooreman, Frank Danneels, Barbara De Clercq, Sabrina De Visscher, Vally De Wilde, Irina Dhont, Hilde Goris, Godelieve Hufkens, Anne Lampaert, Jan Morlion, Margarete Mortier, Ann Schiettecatte, Evelien Taelemans, Charles Van de Velde, Anja Van der Stappen, Mireille Van Goethem, Marian Van Laere, Bernard Van Overmeire, Everhard Vandervliet, Inge Verslegers, Ilse Vervloessem, Lina Vogelaers.

Met dank voor de revisie van dit werk door

Renaat Van den Broeck, An De Hauwere en Cary van Landsveld-Verhoeven.

Inhoud

Introductie	4
Terminologie	5
Afkortingen.....	7
Kwaliteitscriteria.....	8
1. Aan de laterale zijde is het fibroglandulaire weefsel zo volledig mogelijk afgebeeld.....	10
2. De pectoralis spier is zichtbaar en ligt centraal.....	12
3. De tepel staat op de middellijn.....	14
4. De mediale zijde is maximaal afgebeeld	16
5. De detectorplaat staat op de juiste hoogte ingesteld en de borst is 2 à 3 cm voorbij de huidknik afgebeeld	18
6. De pectoralis spier is breed (20°), diep (reikt tot tepelhoogte) en convex (bol) of recht afgebeeld	20
7. De borst-buikovergang (inframammaire plooï) is afgebeeld en vormt een afgeronde boog.....	22
8. De tepel is in profiel afgebeeld en de voorste zone van de borst net achter de tepel is duidelijk zichtbaar ..	24
9. Het fibroglandulaire weefsel is maximaal uitgestreken en het retroglandulair vet is zichtbaar	26
10. Er zijn geen storende huidplooïen of luchtprojecties.....	28
11. Er zijn geen storende artefacten door beeldvorming of beeld-verwerking of door overprojecterende delen zoals haren, schouder, kin	32
12. Alternatieve opnames zijn aanwezig indien standaardopnames niet voldoen.....	37
13. De loodlijn van de tepel naar de pectoralis spier verschilt niet meer dan 1 cm tussen CC en MLO	44
14. Linker- en rechterborst zijn symmetrisch afgebeeld.....	46
15. De beelden zijn uniform afgebeeld ten opzichte van de vroegere screeningsbeelden (indien aanwezig) en in kwaliteit zijn ze gelijk of beter.....	48
16. Er is geen bewegingsonscherpte aanwezig	50
17. Beeldcontrast is optimaal en ruis is minimaal bij een zo laag als mogelijke stralingsdosis	52
18. Compressiekracht ligt rond 120 Newton, afhankelijk van de grootte en de stevigheid van de borst.....	54
19. De identificatie van de beelden is volledig en correct.....	56
Literatuurlijst	58

Bijlagen	62
1. Verklarende woordenlijst.....	62
2. De aanbevolen dosislimieten.....	68
3. Beeldvorming, beeldverwerking en beeldpresentatie.....	69
4. Manuele instelling van buisspanning (kV), buislading (mAs) en anode/filtermateriaal.....	71
5. ARI-procedure	73

Introductie

Het belang van mammografische beeldkwaliteit

Bij borstkankerscreening door middel van mammografie is het van groot belang dat de beelden van goede kwaliteit zijn. Men probeert namelijk tumoren in een zo vroeg mogelijk stadium te identificeren in een grotendeels gezonde populatie. Beelden van suboptimale of onvoldoende kwaliteit verhinderen een snelle detectie van kanker, verhogen het aantal intervalekankers en kunnen voor vals-positieve resultaten zorgen⁶⁻⁹. Daarom vragen de Europese richtlijnen dat borstkankerscreeningscentra een protocol opstellen om een optimale mammografische beeldkwaliteit te bereiken en de kwaliteit periodiek te controleren⁶. Van beeldvormers die werkzaam zijn in borstkankerscreeningscentra wordt verwacht dat zij zelfstandig een mammografie van hoge kwaliteit kunnen maken (rekening houdend met de anatomie en gezondheid van de vrouw), dat zij de stralingsdosis zo laag mogelijk houden, de beeldkwaliteit beoordelen en verbeteren en kunnen beslissen of een nieuwe opname nodig is¹¹.

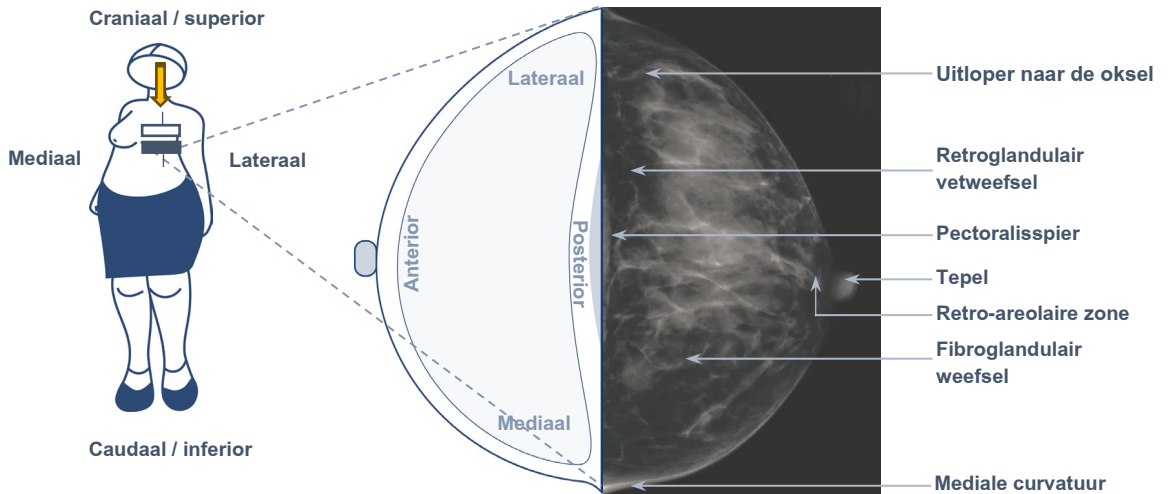
Een mammografie op kwaliteit beoordelen en beslissen wanneer een beeld moet hernomen worden is niet altijd eenvoudig. Toch is het belangrijk dat dit op een correcte en uniforme manier gebeurt. Slechte beelden belemmeren correcte beoordeling, maar onnodig beelden hernemen verhoogt de stralingsbelasting, de kost en het ongemak¹². Verder kan een beeldvormer pas verbeteren als hij of zij kan inschatten waar er nog verbetering mogelijk is¹⁰. Meerdere studies tonen aan dat beoordeling op mammografische beeldkwaliteit vaak subjectief is en dat tussen beoordelaars onderling veel variatie is¹³⁻¹⁵. Een groep van 41 experts heeft daarom samen een consensus opgesteld over welke kwaliteitscriteria belangrijk zijn en wanneer een beeld goed, suboptimaal of onvoldoende is.

Deze handleiding

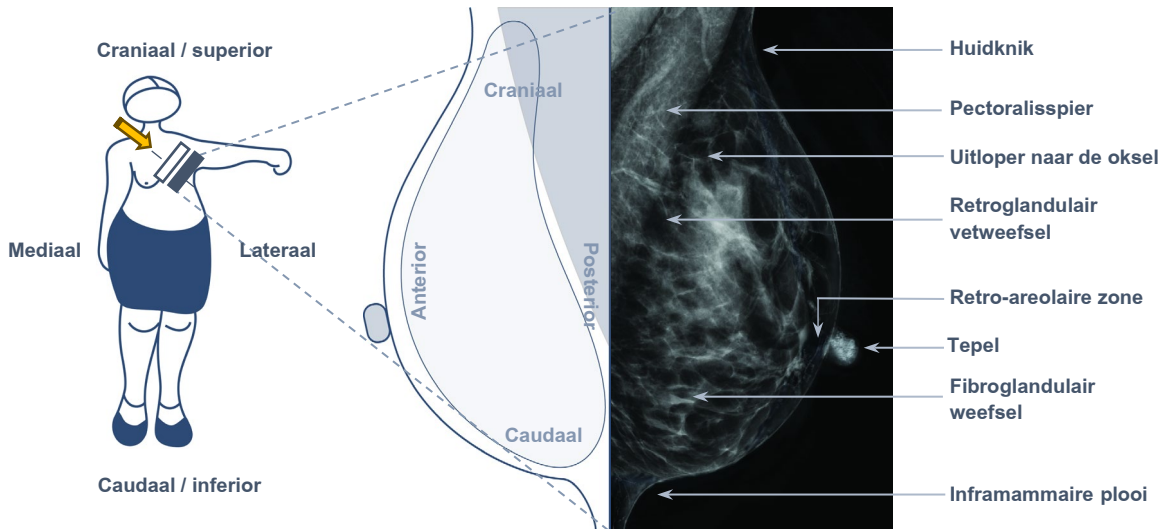
Deze handleiding omvat een onderbouwd overzicht van de kwaliteitscriteria die nodig zijn om een mammogram op kwaliteit te beoordelen. In de paragraaf 'rationale' wordt uitgelegd waarom een kwaliteitscriterium belangrijk is. Vervolgens wordt beschreven waaraan een beeld moet voldoen om de score 'goed' te krijgen voor dit kwaliteitscriterium, wanneer een beeld als 'suboptimaal' wordt beschouwd en wanneer een beeld 'onvoldoende' is en hernomen moet worden. Via afbeeldingen wordt dit verder duidelijk gemaakt. De impactfactor geeft aan hoe belangrijk dit kwaliteitscriterium is in de beslissing om een beeld te hernemen. Ook worden enkele 'tips en tricks' vermeld die kunnen helpen bij kwaliteitsverbetering. Voor meer informatie over correct positioneren verwijzen we graag naar het handboek van het Landelijk Referentiecentrum voor Bevolkingsonderzoek in Nederland (LRCB) "Een juiste instelling. Handleiding insteltechniek mammografie" van Cary van Landsveld-Verhoeven¹⁶ en het handboek "Digital Mammography: A Holistic Approach" van Claire Mercer, Peter Hogg en Judith Kelly¹⁰.

Terminologie

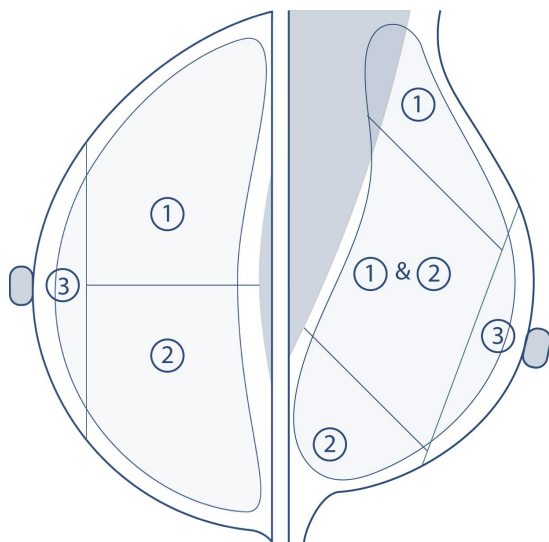
Craniocaudaal beeld (CC)



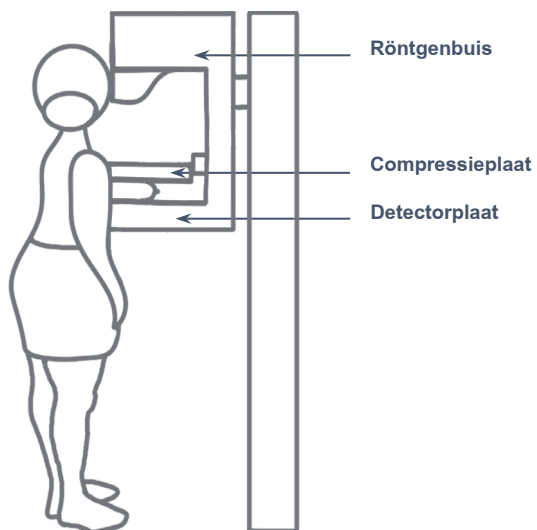
Mediolateraal oblique beeld (MLO)



Overeenkomende zones tussen CC en MLO



De mammograaf



Afkorting

AEC	Automated exposure control (automatische bestralingsregeling)
AGD	Average glandular dose (gemiddelde borstklierweefseldosis)
AT	Axillary tail (okseluitloper) opname
CC	Craniocaudale opname
CvKO	Centrum voor Kankeropsporing
daN	decanewton (compressiekracht)
FB	From below, caudocraniale opname
kPa	kilopascal (compressiedruk)
kV	kilovolt (buisspanning)
LM	Lateromediale opname
LRCB	Landelijk Referentiecentrum voor Bevolkingsonderzoek
mAs	milli-ampère x seconde (buislading)
mGy	Milligray (geabsorbeerde dosis)
MLO	Mediolateraal oblique opname
ML	Mediolaterale opname
N	newton (compressiekracht)
NP	Nipple view of tepelopname
PNL	Pectoralis-nipple line (lijn vanuit de tepel loodrecht op de pectoralisspier)
XCCL	Extralaterale craniocaudale opname
XCCM	Extramediale craniocaudale opname

Kwaliteitscriteria

De kwaliteitscriteria in deze handleiding zijn gebaseerd op richtlijnen van Europa, Australië, Canada, Nieuw-Zeeland en de Verenigde Staten, aangevuld met gegevens uit meerdere studies en handboeken, onder andere "Handleiding insteltechniek mammografie" van van Landsveld-Verhoeven C. en "Digital Mammography: A Holistic Approach" van Mercer C., Hogg P. en Kelly J.^{6-8,10-66}.

Kwaliteitscriteria bij de craniocaudale opname (CC)

1. Aan de laterale zijde is het fibroglandulaire weefsel zo volledig mogelijk afgebeeld
2. De pectoralisspier is zichtbaar en ligt centraal
3. De tepel staat op de middellijn
4. De mediale zijde is maximaal afgebeeld

Kwaliteitscriteria bij de mediolateraal-oblique opname (MLO)

5. De detectorplaat staat op de juiste hoogte ingesteld en de borst is tot 2 à 3 cm voorbij de huidknik afgebeeld
6. De pectoralisspier is breed (20°), diep (reikt tot tepelhoogte) en convex (bol) of recht afgebeeld
7. De borst-buikovergang (inframammaire plooi) is afgebeeld en vormt een afgeronde boog

Kwaliteitscriteria bij CC en MLO

8. De tepel is in profiel afgebeeld en de voorste zone van de borst net achter de tepel is duidelijk zichtbaar
9. Het fibroglandulaire weefsel is maximaal uitgestreken en het retroglanulair vet is zichtbaar
10. Er zijn geen storende huidplooien of luchtprojecties
11. Er zijn geen storende artefacten door beeldvorming of beeldverwerking of door overprojecterende delen zoals haren, schouder, kin ...
12. Alternatieve opnames zijn aanwezig indien standaardopnames niet voldoen

Symmetrie en uniformiteit

13. De loodlijn van de tepel naar de pectoralisspier verschilt niet meer dan 1 cm tussen CC en MLO
14. Linker- en rechterborst zijn symmetrisch afgebeeld
15. De beelden zijn uniform afgebeeld ten opzichte van de vroegere screeningsbeelden (indien aanwezig) en in kwaliteit zijn ze gelijk of beter

Fysisch-technische kwaliteitscriteria

16. Er is geen bewegingsonscherpte aanwezig
17. Beeldcontrast is optimaal en ruis is minimaal bij een zo laag mogelijke stralingsdosis
18. Compressie ligt rond 120 Newton, afhankelijk van de grootte en de stevigheid van de borst
19. De identificatie van de beelden is volledig en correct

Perfekte beeldvorming is niet altijd mogelijk

Er is een grote anatomische variatie tussen vrouwen wat betreft de bouw van de borst. Beide borsten kunnen verschillend zijn bij de vrouw zelf, tepels variëren in vorm en kunnen zeer vlak zijn, ... Ook kunnen sommige aandoeningen zoals cysteuze borsten, pectus excavatum of trechterborst, kyfose, frozen shoulder, verlammingen, huidaandoeningen, mentale beperking ... ervoor zorgen dat het niet altijd mogelijk is om aan alle kwaliteitscriteria te voldoen.

Dergelijke redenen voor 'niet goed, maar kan niet beter' en/of opvallende anatomische variaties worden best genoteerd in het dossier van de vrouw. Dit voorkomt dat vrouwen onnodig worden teruggeroepen.

Wanneer men onzeker is over het eventueel hernemen van de opname, verdient onmiddellijk een nieuwe opname maken de voorkeur, omdat daarmee het terug oproepen van de dame in een later stadium kan vermeden worden. Men dient uiteraard een afweging te maken tussen de extra stralingsdosis en de kans op een meer succesvolle opname. Bij sterke twijfel kan overlegd worden met een collega, de radioloog en/of met de vrouw zelf.

Indien beelden worden hernomen of bijgemaakt is het belangrijk om alle beelden door te sturen. Sommige kwaliteitscriteria scoren beter op één opname, sommige dan weer op andere opnames. De finale kwaliteitsscore houdt rekening met alle beelden samen. Doordat de borst vaak (lichtjes) anders gepositioneerd is bij een tweede opname, is het voor de radioloog ook makkelijker om onderscheid te maken tussen een reëel letsel of overlap in weefsel⁶⁷.

1. Aan de laterale zijde is het fibroglandulaire weefsel zo volledig mogelijk afgebeeld

Rationale

Het fibroglandulair weefsel dient zo volledig mogelijk te worden afgebeeld om geen letsels te missen¹⁶. Het is soms niet mogelijk om de volledige uitloper naar de oksel (= axillaire staart) in beeld te brengen via een standaard CC-opname, zonder dat aan de mediale zijde een tekort ontstaat⁴⁷.

Goed

Het lateraal gedeelte van het fibroglandulair weefsel met uitloper naar de oksel is maximaal afgebeeld^{16,17,19,21,47,48,59}.

Suboptimaal

Een klein deel van de borstklier is niet afgebeeld aan de laterale zijde, maar is wel volledig zichtbaar op MLO²¹. Indien men twijfelt en de dame is nog aanwezig bij de mammograaf, dan is hernemen van het beeld niet verkeerd⁶⁸.

Onvoldoende

Een belangrijk deel van de laterale borst is niet afgebeeld en/of een beperkt deel van de borst is niet afgebeeld aan de laterale zijde, noch op CC, noch op MLO²¹.

Hernemen van het beeld

Indien een belangrijk deel van de laterale borst niet is afgebeeld dient de CC hernomen te worden of kan men kiezen voor een extra-laterale CC (zie criterium 12: alternatieve opnames). Indien een beperkt deel van het klierweefsel van de laterale zijde van de borst niet is afgebeeld, noch op CC, noch op MLO, dan is het meestal aan te raden om de MLO te hernemen.

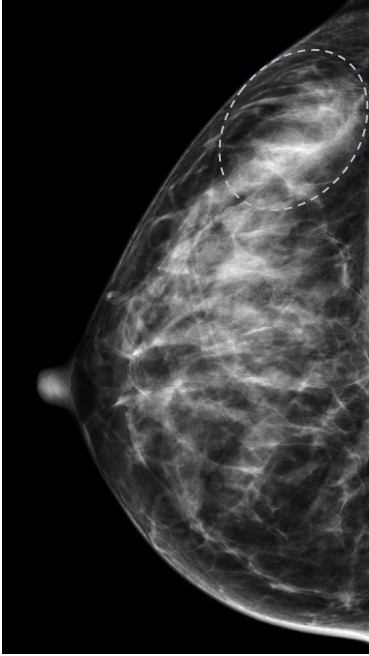
Impactfactor van dit criterium ★★★★★☆ (3,78)

Tips en tricks

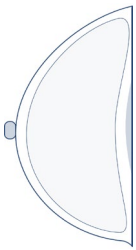
- Zorg voor een compressieplaat met de juiste grootte¹⁶.
- Zorg dat de dame correct voor de detectorplaat gepositioneerd wordt (5-10 graden naar mediaal gedraaid) zodat de borst volledig op de plaat komt met de tepel recht naar voren (op 12 uur)¹⁶.
- Zorg bij CC dat het hoofd naar mediaal gedraaid is met de kin iets omhoog en de schouder (aan de kant van de af te beelden borst) naar beneden¹⁶.
- Bij het vastnemen van de borst (vanuit mediaal) de onderste hand ver genoeg naar lateraal doorsteken en de bovenste hand hoog op de borst leggen met de vingers richting humeruskop. De borst met twee handen samen naar voren brengen en wanneer de dame tegen de detectorplaat komt de borst nog iets verder meenemen ('doortrekken') en spanning houden. Vervolgens krachtig naar voren uitstrijken¹⁶.

- Controleer via het lichtvizier of de laterale zijde correct gepositioneerd is¹⁶ en wrijf eventuele plooiën weg naar lateraal en voren met een vinger onder de borst¹⁶.

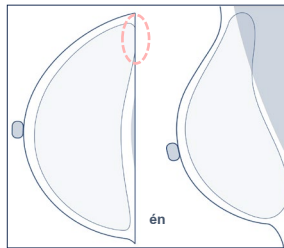
In beeld



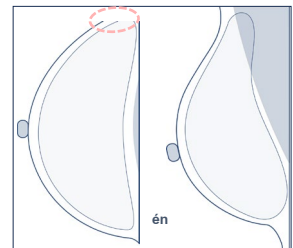
← Laterale zijde met maximale afbeelding van de axillaire staart.



Goed

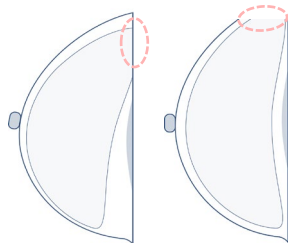


én

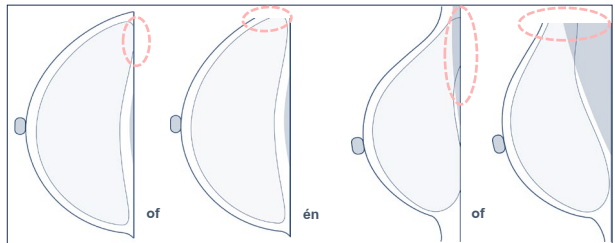


én

Suboptimaal



Onvoldoende



of

én

of

Onvoldoende

2. De pectoralisspier is zichtbaar en ligt centraal

Rationale

Het afbeelden van de pectoralisspier wijst op een maximaal afbeelden van het posterieur gedeelte van de borst. Als de spier centraal ligt, is de kans groot dat mediaal en lateraal evenveel borst afgebeeld werd. Door anatomische variatie of ziekte bij de vrouw is het niet altijd mogelijk om de pectoralisspier in beeld te brengen⁶⁷. Bij goede positionering vanuit mediale kant, lukt dit bij meer dan 30% van de vrouwen^{33,38,69}.

Goed

De borstspier is zichtbaar en ligt centraal⁴⁷.

Suboptimaal

De borstspier is niet zichtbaar, maar het posterieur gedeelte van de borst is wel duidelijk afgebeeld^{17,50}.

Onvoldoende

De borstspier is niet in beeld gebracht, waarbij het posterieur gedeelte van de borst onvoldoende is afgebeeld en/of de spier ligt niet centraal, waardoor het mediaal of lateraal gedeelte van de borst onvoldoende is afgebeeld²¹.

Hernemen van het beeld

Indien het posterieure deel (en/of mediaal of lateraal deel) onvoldoende is afgebeeld, dient de CC hernomen te worden.

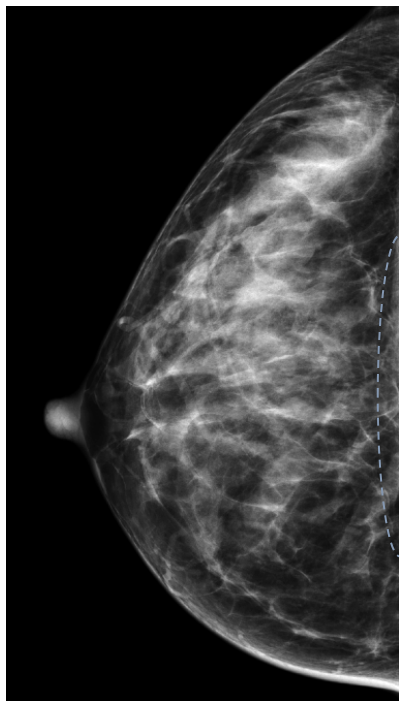
Impactfactor van dit criterium ★★★★★ (3,48)

Tips en tricks

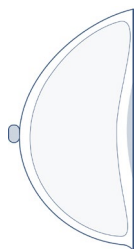
- Hef de borst voldoende hoog bij het instellen van de hoogte van de detectorplaat⁴⁵. De dame staat best op één handafstand van de detectorplaat, de borst kan hierdoor beter en vollediger naar voren gebracht worden¹⁶.
- Positioneer de middellijn van de borst op de middenlijn van de detectorplaat bij CC¹⁶.
- De borst met twee handen samen naar voren brengen en wanneer de dame tegen de detectorplaat komt, de borst nog iets verder meenemen ('doortrekken') en spanning houden: juist dit voegt extra weefsel (ook pectoralisspier) toe. Vervolgens krachtig naar voren uitstrijken met de onderste hand en houd met de bovenste hand de borst stevig tegen de detectorplaat¹⁶.
- Sla je vrije arm rond de dame via de rug en duw zachtjes de schouder aan de kant van de af te beelden borst naar beneden (en vraag de dame om te ontspannen). Duw met je elleboog de dame dichter naar de mammograaf toe.
- Tijdens compressie de compressieplaat langzaam laten overnemen van de hand die de borst vasthoudt¹⁰. Wrijf ook met deze hand de borst naar voren en zorg voor correcte compressie¹⁶.
- Als de pectoralisspier niet is afgebeeld, vergelijk zeker de pectoralis-tepellijs op CC met deze op MLO van dezelfde borst (zie criterium 13)⁶⁸.

→ Als door anatomische of pathologische kenmerken bij de vrouw de pectoralisspier niet kan worden afgebeeld, noteert men dit best in het dossier van de dame⁶⁷.

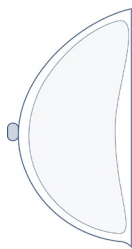
In beeld



Pectoralisspier is zichtbaar en in het midden afgebeeld



Goed



Suboptimaal



Onvoldoende

3. De tepel staat op de middellijn

Rationale

Om evenveel mediaal als lateraal van de borst af te beelden, wordt als richtlijn gegeven om de lijn door de tepel loodrecht op de pectoralisspier als middellijn te gebruiken^{16,17,19,21,59}.

Bij sommige borsten is door anatomische of pathologische redenen het borstweefsel erg asymmetrisch verdeeld, hierdoor kan men bij sommige vrouwen niet anders dan afwijken van deze regel^{50,59}. Dit dient genoteerd te worden in het dossier van de dame.

Goed

De middellijn of de lijn door de tepel loodrecht op de pectoralisspier deelt de afgebeelde borst mooi in twee^{16,17,19,50,59}.

Suboptimaal

De tepel staat niet op de middellijn, maar mediale en laterale zijde zijn voldoende afgebeeld.

Onvoldoende

Door minder goed centreren van de tepel, $> 10^\circ$ van de middellijn, is de mediale of laterale zijde van de borst onvoldoende afgebeeld^{24,65}.

Hernemen van het beeld

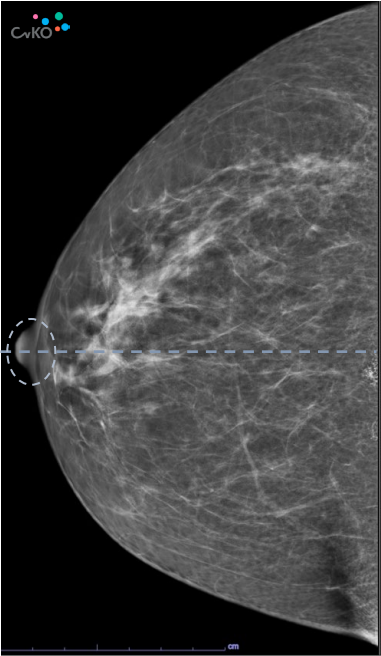
Indien door minder goed centreren de mediale zijde of een belangrijk deel van de laterale zijde niet is afgebeeld, dient de CC hernomen te worden of kan men kiezen voor respectievelijk een extra-mediale CC of extra-laterale CC (zie criterium 12: alternatieve opnames). Indien een beperkt deel van het laterale borstklierweefsel niet is afgebeeld, noch op CC, noch op MLO, dan is het meestal aan te raden om de MLO te hernemen.

Impactfactor van dit criterium ★★☆☆☆ (3,13)

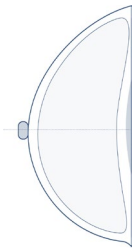
Tips en tricks

- Zorg dat de dame correct voor de detectorplaat gepositioneerd wordt (tot $5-10^\circ$ naar mediaal gedraaid) zodat de borst volledig op de plaat komt met de tepel recht naar voren (op 12 uur)¹⁶.
- Leg de middellijn van de borst op de middenlijn van de detectorplaat bij CC.¹⁶
- Controleer net voor het nemen van het beeld via het lichtvizier of tepel en beide zijden van de borst correct gepositioneerd zijn¹⁶.
- Indien de borst asymmetrisch is, draai de dame ten opzichte van de detectorplaat zodat het mediale klierweefsel volledig is afgebeeld én ook zoveel mogelijk van de laterale kant. Noteer de draaihoek en de reden in het dossier⁶⁷.

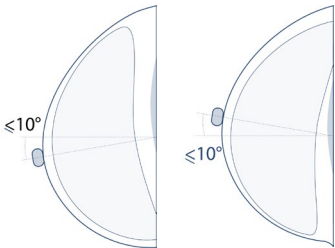
In beeld



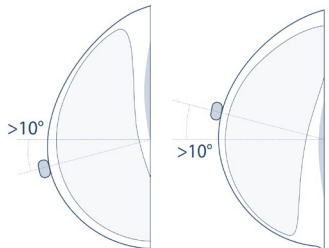
Tepel op de middellijn



Goed



Suboptimaal



Onvoldoende

4. De mediale zijde is maximaal afgebeeld

Rationale

Het fibroglandulair weefsel dient zo volledig mogelijk te worden afgebeeld om geen letsels te missen¹⁶. Het afbeelden van de mediale curvatuur (zie afbeelding) wijst op een maximaal afbeelden van het mediale gedeelte van de borst⁴⁷.

Het is niet altijd mogelijk om de mediale zijde volledig in beeld te krijgen zonder de laterale zijde te benadelen⁴⁷. Omdat het mediaal gedeelte van de borst op MLO moeilijker volledig in beeld te brengen is, is goede afbeelding van de mediale zijde op CC extra belangrijk⁶⁷.

Goed

De mediale kant van de borst is volledig afgebeeld^{16,19,21,28,47,48,59}. Ideaal wordt de overgang van de borst naar de borstkas afgebeeld als een curvatuur (bochtje) in de huid⁴⁷.

Suboptimaal

Een beperkt deel van de borst is niet afgebeeld aan de mediale zijde⁶⁷.

Onvoldoende

Een belangrijk deel van de mediale borst is niet afgebeeld^{21,47,50}.

Hernemen van het beeld

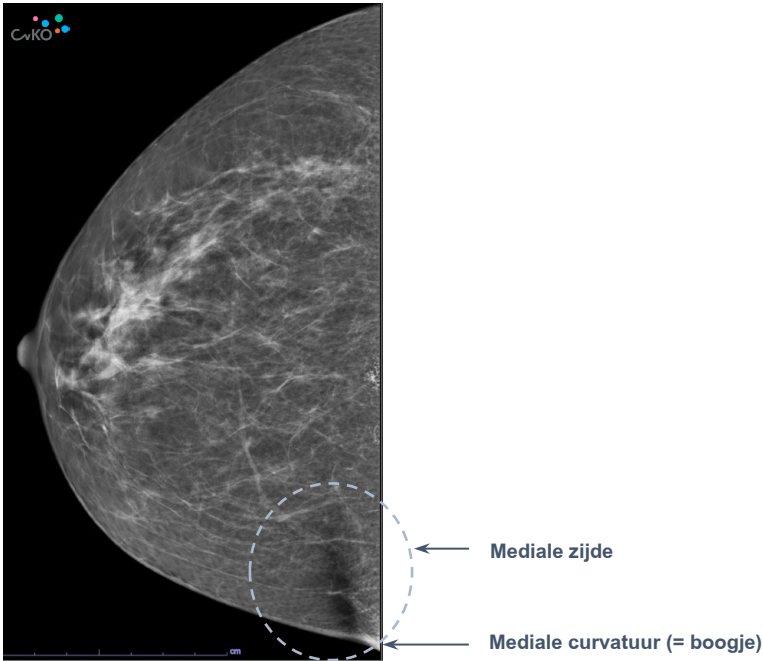
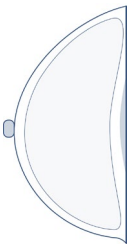
Indien een belangrijk deel van het mediale borstklierweefsel niet is afgebeeld, dient de CC hernomen te worden of kan men kiezen voor een extra-mediale CC (XCCM), zie criterium 12: alternatieve opnames.

Impactfactor van dit criterium ★★★★★☆ (3,78)

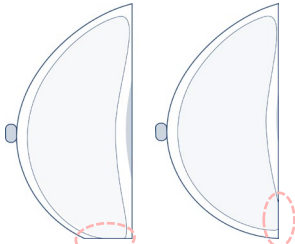
Tips en tricks

- Zorg voor een compressieplaat met de juiste grootte¹⁶.
- Laat de dame niet te veel indraaien naar mediaal, maximaal 5-10°¹⁶.
- Leg de middellijn van de borst op de middenlijn van de detectorplaat bij CC¹⁶.
- Zorg dat de dame op handbreedte van de detectorplaat staat, breng de borst met beide handen samen naar voren. Wanneer de dame tegen de detectorplaat komt, de borst nog iets verder meenemen ('doortrekken') en spanning houden. Strijk met de onderste hand de borst krachtig naar voren. Behoud met de bovenste hand voldoende druk en sla de vrije arm rond de dame, breng haar dicht tegen de mammograaf door lichte druk met de elleboog op de rug. Wrijf hierna de borst krachtig naar voren met de bovenste hand. Gebruik hierbij vooral de muis van de hand en focus op het mediale gedeelte¹⁶.
- Laat de compressor langzaam overnemen van de hand en zorg voor voldoende compressie¹⁰.
- Controleer via het lichtvizier of de mediale zijde correct gepositioneerd is¹⁶ en wrijf eventuele plooiën weg.

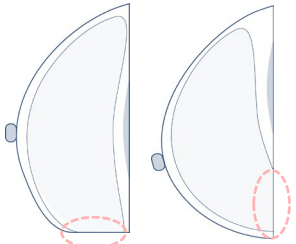
In beeld



Goed



Suboptimaal



Onvoldoende

5. De detectorplaat staat op de juiste hoogte ingesteld en de borst is tot 2 à 3 cm voorbij de huidknik afgebeeld

Rationale

De borst is voldoende hoog geheven en naar boven en voren uitgewreven, waardoor de borst opbolt en een huidknikje (geen plooi!) zichtbaar wordt ter hoogte van de overgang van borst naar schouder⁴⁷. Bij het juist instellen van de detectorplaat zal 2 à 3 cm van de borst boven deze huidknik afgebeeld worden en kan het bovenste gedeelte van de borst correct beoordeeld worden.

Indien de detectorplaat te hoog wordt ingesteld, verhinderen de stevige borstspier en/of de arm egale compressie. Dit kan aanleiding geven tot onscherp beeld (voornamelijk in het onderste deel van de borst), onvoldoende uitstrekken van het fibroglandulair weefsel, afzakken van de borst en het niet duidelijk in beeld brengen van de borst-buikovergang (= inframammaire plooi)¹⁶.

Goed

De detectorplaat is op de juiste hoogte ingesteld, waarbij de bovenzijde van de borst tot 2 à 3 cm voorbij de huidknik wordt afgebeeld.

Suboptimaal

Het knikje boven de borst is zichtbaar, maar het weefsel erboven niet. Hierbij is het klierweefsel wel maximaal afgebeeld.

Onvoldoende

De detector is te laag ingesteld, waarbij het bovenste deel van de borst onvoldoende werd afgebeeld^{16,28} of te hoog ingesteld, waardoor wazig beeld, afhagende borst en/of onvoldoende uitgewreven borstklierweefsel¹⁶.

Hernemen van het beeld

Bij wazig beeld, afhagende borst waarbij de inframammaire plooi onvoldoende is afgebeeld of wanneer het fibroglandulair weefsel onvoldoende is uitgestreken, is hernemen geadviseerd. Indien het bovenste deel van de borst ontbreekt op het beeld of er is een zeer uitgebreide okseluitloper van het borstklierweefsel, dan kan een aanvullende opname genomen worden die focust op het bovenste borstdeel.

Impactfactor van dit criterium ★★★★★ (3,39)

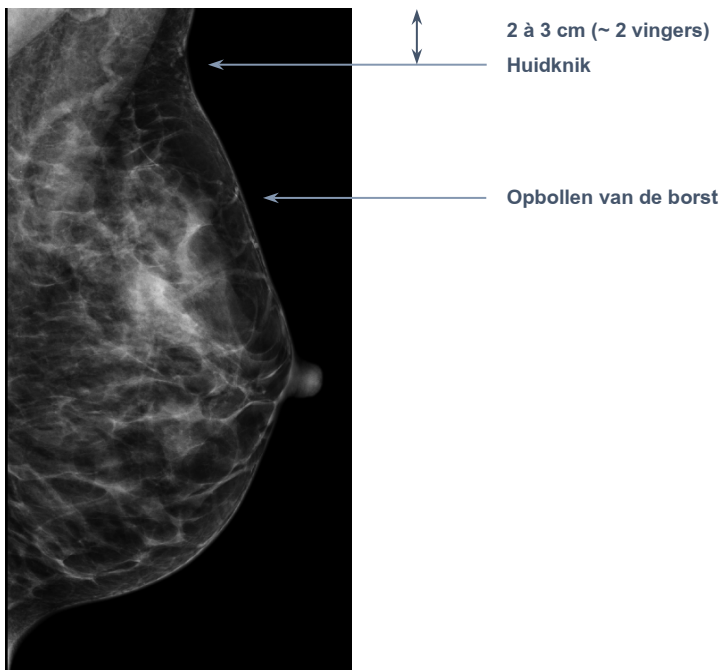
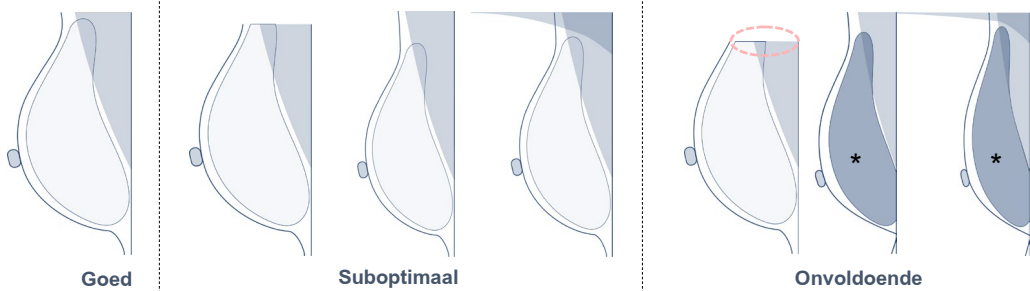
Tips en tricks

- Kies de correcte compressieplaat⁶⁷.
- Neem voldoende tijd om de detectorplaat op correcte hoogte in te stellen. De bovenkant van de detectorplaat bevindt zich onder de achterste oksellijn, meestal "twee vingers afstand" onder de humeruskop. De hoek van de compressieplaat bevindt zich na compressie midden onder de clavicula¹⁶. De tepel bevindt zich ongeveer op de middellijn van de detector na goed positioneren. Probeer al eens de borst naar voren en boven uit te

wrijven om dit te controleren voordat compressie wordt toegediend. Let op: bij sommige mammografen verplaatst de compressieplaat automatisch naar de bovenkant van de detectorplaat bij het kantelen van de mammograaf, hier moet de tweevingerregel aangepast worden⁶⁸. In deze situatie is het vooral belangrijk erop toe te zien dat de tepel centraal op de detector gepositioneerd is.

- Strijk met de hand de borst stevig naar voren. Van zodra de compressieplaat het bovenste deel van de borst goed aandrukt, strijk dan richting tepel én naar boven. Hierbij de tepel zoveel mogelijk naar voren laten wijzen, de borst langs de bovenkant een beetje laten opbollen en de buikborst-overgang zo goed mogelijk in beeld trekken¹⁶.
- Gebruik het lichtvizier om te controleren of de borst opbolt en voldoende borstweefsel boven de huidknik zichtbaar is. Zet de detector echter ook niet te hoog, want dat verhindert egale compressie van de borst¹⁶.

In beeld



* Door minder goede compressie wordt het borstklierweefsel onvoldoende uitgespreid en dit geeft een denser aspect.

6. De pectoralisspier is breed (20°), diep (reikt tot tepelhoogte) en convex (bol) of recht afgebeeld

Rationale

Een ruime afbeelding van de pectoralisspier duidt op een maximale afbeelding van het achterste gedeelte van de borst en het borstkliergedeelte dat richting oksel loopt⁴⁷.

Indien men de pectoralis 'te ruim' in beeld probeert te brengen, kan dit een egale compressie tegenwerken en eventueel leiden tot suboptimale of onvoldoende beeldkwaliteit^{16,47}.

Goed

De hoek tussen de voorste pectoralisboord en de achterkant van het beeld ligt rond 20°^{16,65} en zeker tussen 10-30°. De pectoralisspier wordt afgebeeld tot op het niveau van de tepel (om dit te controleren: trek een denkbeeldige lijn door de tepel evenwijdig met de onderkant van het beeld)¹⁶. De pectoralisspier is convex (= bol) afgebeeld²⁸ of recht²².

Suboptimaal

De pectoralisspier reikt niet tot op tepelhoogte, maar wel tot de pectoralis-tepellijn (= lijn door de tepel loodrecht op de pectoralisspier)⁴⁷ en/of de pectoralis-afbeelding is licht concaaf (= hol). Het posterieur en/of lateraal fibroglandulair weefsel is voldoende afgebeeld^{17,21}.

Onvoldoende

De pectoralisspier reikt niet tot de pectoralis-tepellijn⁴⁷ en/of de hoek ligt niet tussen de 10-30°²². De pectoralis is sterk concaaf of vertoont eventueel een knik (doordat de oksel op de detectorhoek is blijven steken). Het posterieur en/of lateraal/axillair fibroglandulair weefsel is onvoldoende afgebeeld^{17,21}.

Hernemen van het beeld

Indien de pectoralisspier niet diep en breed genoeg is afgebeeld of sterk concaaf (hol) is, dan is hernemen aangeraden. Bij de nieuwe MLO is het belangrijk om de focus te leggen op de pectoralisspier. Alternatief kan men ook kiezen om een axillary tail (AT) beeld bij te nemen, zie criterium 12: alternatieve opnames.

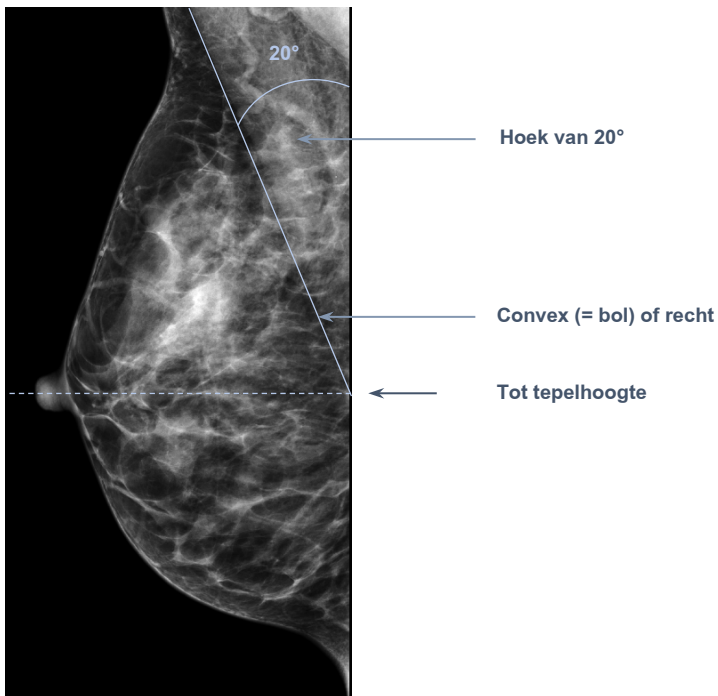
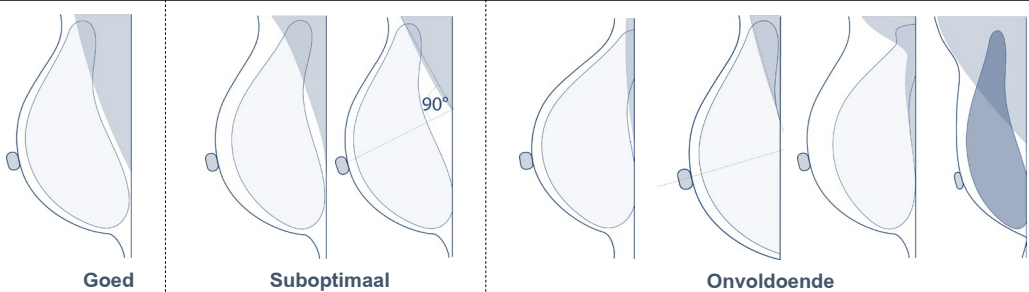
Impactfactor van dit criterium ★★★★★ (3,65)

Tips en tricks

- Zorg dat de hoek van de detectorplaat correct staat ingesteld²⁷. Bij dames van gemiddeld postuur ligt dit rond de 45°, bij grote vrouwen met smalle borsten enige graden hoger (vb. 55-65°) en bij kleine vrouwen met stevige borsten enkele graden lager (vb. 35-40°)¹⁰. Zorg wel dat bij elke volgende screening de hoek gelijk is, zodat de verschillende beelden correct kunnen vergeleken worden^{16,44}. Indien de gekozen hoek afwijkt van de klassieke 45° wordt dit best in het dossier genoteerd.

- Zorg dat de dame een handbreedte van de detectorplaat staat en daardoor extra naar voren kan leunen¹⁰. De arm van de vrouw dient boven op de detectorplaat te liggen, ver naar voren geschoven en zo ontspannen mogelijk¹⁶.
- De arm mag wel niet te hoog liggen, anders wordt de pectoralisspier te veel uitgerekt (= concaaf of hol). Het juist instellen van de hoogte van de detectorplaat is hierbij belangrijk.
- Gebruik het lichtvizier om te controleren of de oksel voldoende ruim is meegenomen¹⁶.
- Breng de dame met de vrije hand dichterbij de mammograaf en wrijf met de andere hand de borst krachtig uit naar voren en boven.
- Soms is het niet mogelijk de pectoralisspier ruim in beeld te brengen door de anatomische bouw van de vrouw of ziekte^{50,54}. Noteer dit duidelijk in het dossier.

In beeld



7. De borst-buikovergang (inframammaire plooi) is afgebeeld en vormt een afgeronde boog

Rationale

Bij een correcte afbeelding van de overgang van de borst naar de buikwand, ook inframammaire plooi genoemd, komt het achterste-onderste deel van de borst maximaal in beeld⁴⁷.

Goed

De inframammaire plooi is afgebeeld zonder overlap van omliggend weefsel^{19,47,59} of een luchtprojectie⁵⁵. Het in beeld brengen van enkel een heel klein boogje van de inframammaire plooi (= thumbnail) is misschien niet perfect, maar volstaat¹⁶.

Suboptimaal

Omliggend weefsel of een luchtprojectie bedekken de inframammaire plooi maar hinderen een correcte beoordeling van het achterste-onderste deel van de borst niet²¹.

Onvoldoende

De borst-buikovergang is niet zichtbaar of wordt zodanig bedekt door omliggend weefsel of een luchtprojectie dat correcte beoordeling van het achterste-onderste deel van de borst niet mogelijk is²¹.

Hernemen van het beeld

Indien de rest van de MLO van goede kwaliteit is, kan men een mediolateraal (of lateromediaal) beeld nemen. Hierbij is de buik-borstovergang vaak makkelijker in beeld te brengen. Als men een nieuwe MLO neemt: focus dan op de inframammaire plooi.

Impactfactor van dit criterium ★★★★★☆ (3,39)

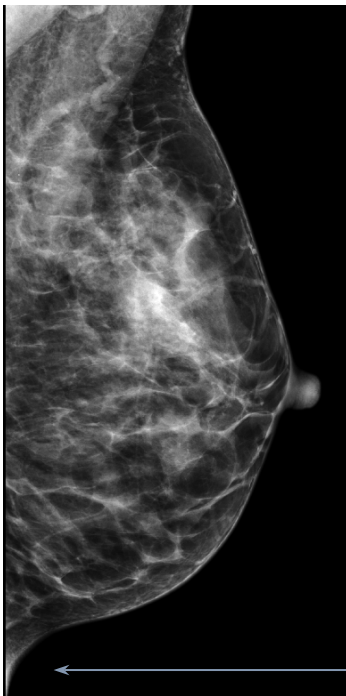
Tips en tricks

- Positioneer de arm langs de kant van de af te beelden borst op de detector en stel de juiste hoogte in.
- De dame dient een handbreedte van de detector te staan^{10,16} en 30-45° ingedraaid naar mediaal, zodanig dat de borst makkelijk over de detector kan geschoven worden.
- Neem de borst langs mediaal zo dicht mogelijk tegen het ribrooster vast, ga achter de dame staan, neem ook de arm aan kant van de af te beelden borst vast en schuif met de dame zo ver mogelijk naar voren¹⁶.
- Gebruik het lichtvizier om te controleren of de borst-buikovergang binnen het venster valt¹⁶. Soms dient de hoogte van de detectorplaat aangepast te worden of dient de dame iets meer naar de detector gedraaid te worden.
- Strijk met de hand de borst stevig naar voren. Van zodra de compressieplaat het bovenste deel van de borst goed aandrukt, strijk dan richting tepel én naar boven¹⁶. Hierbij de tepel zoveel mogelijk naar voren laten

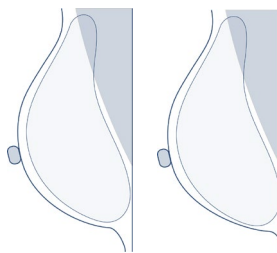
wijzen, de borst langs de bovenkant een beetje laten opbollen en de borst-buikovergang zo goed mogelijk in beeld trekken.

- Gebruik je vrije arm om de dame zo dicht mogelijk naar de mammograaf te brengen.
- Zorg bij MLO dat vlak na de compressie de borst-buikovergang gladgestreken wordt naar beneden. Ga hiervoor met één of twee vingers tussen de borst en detectorplaat¹⁰.
- Soms is het niet haalbaar om de inframammaire plooi correct af te beelden door de anatomie van de vrouw of door ziekte. Noteer dit in het dossier van de dame. Vooral magere dames met zeer kleine borsten met veel klierweefsel of sterk obese dames waarbij de buik weinig manipuleerbaar is vormen een uitdaging⁶⁷.
- Eventueel kan gekozen worden voor een mediolaterale of lateromediale opname om de inframammaire plooi beter in beeld te brengen (zie criterium 12: alternatieve opnames)

In beeld



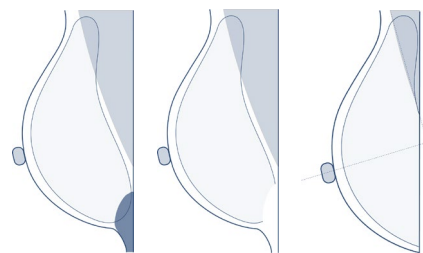
Inframammaire plooi



Goed



Suboptimaal



Onvoldoende

8. De tepel is in profiel afgebeeld en de voorste zone van de borst net achter de tepel is duidelijk zichtbaar

Rationale

Indien de tepel binnen de borst is afgebeeld en klierweefsel bedekt, kan deze een mogelijke afwijking verbergen in de zone achter de tepel²¹. De tepel kan ook een letsel nabootsen.

Goed

De tepel is buiten de borst afgebeeld in profiel en de zone achter de tepel (= de retro-areolaire ruimte) is duidelijk zichtbaar^{10,21,47,59}. Bij platte tepels of ingetrokken tepels kan het als goed worden aangeduid, als de tepel in de huid staat geprojecteerd. Noteer ingetrokken tepels of andere anatomische variatie⁶⁷.

Suboptimaal

De tepel is niet buiten de borst afgebeeld, maar raakt de huidlijn. Op de andere incidentie (CC of MLO) van dezelfde borst is de tepel wel in profiel en vrij afgebeeld⁶⁸.

Onvoldoende

De retro-areolaire zone is niet duidelijk te beoordelen, noch op CC, noch op MLO²¹ en/of de tepel is volledig in de borst geprojecteerd, los van de huid, en bedekt klierweefsel.

Hernemen van het beeld

Als de rest van de afbeelding van goede kwaliteit is, voldoet een opname van het voorste gedeelte van de borst of tepelopname in CC¹⁶.

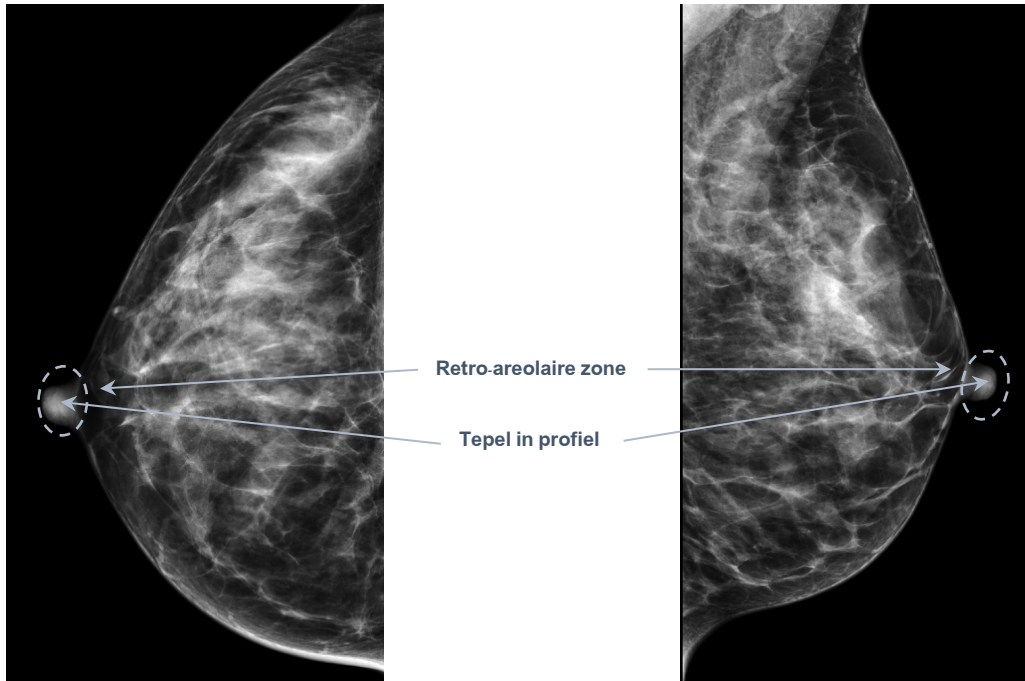
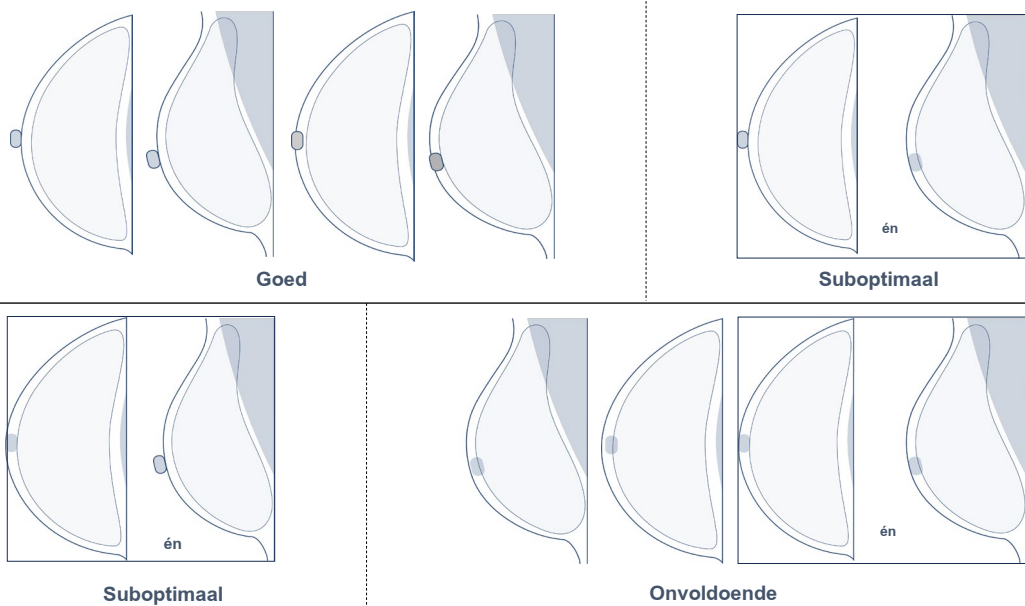
Impactfactor van dit criterium ★★★★★ (3,43)

Tips en tricks

- Als de detector te hoog staat in CC, dan wijst de tepel soms te veel naar beneden. Als de detector te laag staat dan wijst de tepel soms te veel naar boven.
- Indien de tepel te veel naar lateraal wijst in MLO, probeer dan iets meer lateraal weefsel op de detector te halen. Indien de tepel te veel naar mediaal wijst, probeer dan extra mediaal weefsel op de detector te brengen¹⁰ of pas de indraaihoek van de dame aan.
- Probeer voor het eigenlijke positioneren de borstpositie steeds al eens uit mét lichtjes uitwrijven en kijk waarnaar de tepel wijst. Pas zo nodig de detectorhoogte aan (CC) of de positie van de dame door iets meer of minder in te draaien (MLO).
- Zorg dat de vrouw op voldoende afstand (handbreedte) van de detector staat en correct naar voren gebracht kan worden¹⁰.
- Controleer net voor het nemen van het beeld via het lichtvizier of de tepel correct gepositioneerd is¹⁶.

- Indien een tepelopname wordt bijgenomen, duid dit aan op de computer (NP). Vaak kan hiervoor een kleinere compressieplaat gebruikt worden (= minder straling) en door het kleiner borstoppervlak is minder compressiekracht nodig.

In beeld



9. Het fibroglandulaire weefsel is maximaal uitgestreken en het retroglandulair vet is zichtbaar

Rationale

Het volledig naar voren brengen van de borst en het maximaal uitstrijken (in combinatie met goede compressie) zorgen ervoor dat er weinig overlap is van klierweefsel, waardoor letsels en verstoringen van de normale structuur beter zichtbaar zijn^{10,16,47}.

Als het retroglandulair vet zichtbaar is, bevestigt dit dat de borst voldoende naar voren werd gebracht en het posterieure gedeelte van het borstweefsel maximaal in beeld is gebracht. Soms is geen retroglandulair vet zichtbaar, bijvoorbeeld bij erg dense borsten⁵⁰. Bij zeer vetrijke borsten zonder veel klierweefsel is het verschil tussen borst en retroglandulair vetweefsel niet altijd duidelijk⁵⁸.

Goed

Het fibroglandulair weefsel is gelijkmatig over een zo ruim mogelijke regio uitgespreid^{10,16,19} en de donkere, minder dense zone tussen het klierweefsel en de musculus pectoralis (= retroglandulair vet) is waarneembaar²¹.

Suboptimaal

Het fibroglandulair weefsel is niet egaal uitgespreid, maar zonder storende overlap.

Onvoldoende

Het fibroglandulair weefsel is niet egaal uitgespreid waardoor in sommige delen storend overlappend klierweefsel te zien is. Het posterieur gedeelte van het fibroglandulair weefsel is onvolledig afgebeeld.

Hernemen van het beeld

Vergelijken met het beeld van de andere borst of het andere beeld van dezelfde borst (MLO of CC) of oudere beelden van dezelfde borst kan helpen bij het inschatten of het fibroglandulair en retroglandulair weefsel voldoende is afgebeeld (zie criteria 13-15). Indien het fibroglandulair weefsel duidelijk minder goed is uitgestreken in vergelijking met de andere beelden of het retroglandulair weefsel is niet zichtbaar, dan is hernemen aan te raden. Ook bij duidelijke overlap in een bepaalde regio is hernemen geadviseerd.

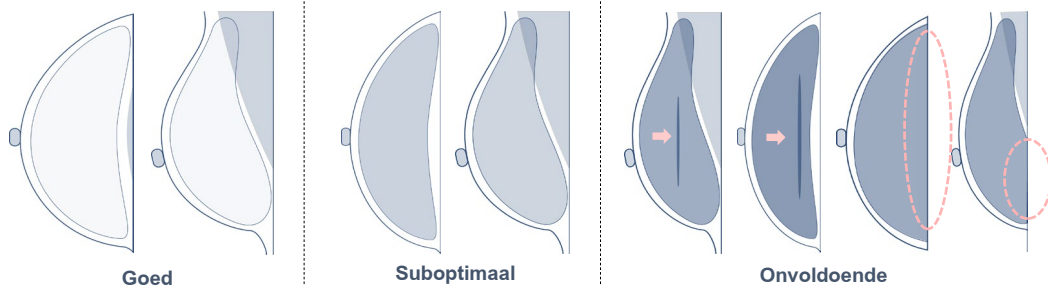
Impactfactor van dit criterium ★★★★★☆ (3,70)

Tips en tricks

- De dame staat best op één handafstand van de detectorplaat, zowel bij CC als MLO, de borst kan hierdoor beter en vollediger naar voren gebracht worden¹⁶.
- De borst wordt in CC met twee handen samen naar voren gebracht waarbij de bovenste hand hoog op de borst begint (met vingers aaneengesloten) en de onderste van dicht tegen het ribrooster. Daarna krachtig uitstrijken naar voren, eerst met de onderste hand, daarna met de bovenste hand¹⁶.

- Zorg voor correcte compressie waarbij de compressieplaat langzaam overneemt van de hand^{10,16}.
- Bij MLO de arm aan de kant van de af te beelden borst zo ver mogelijk naar voren brengen en boven op de detectorplaat laten rusten. Leg je vrije arm over rug en schouders van de dame en breng haar zo dicht mogelijk tegen de mammograaf. Bij MLO de borst krachtig naar voren én boven uitstrijken¹⁶.
- Werk bij zeer volumineuze borsten met twee beeldvormers en/of eventueel in meerdere delen (= mozaïekbeeld, zie criterium 12: alternatieve opnames)¹⁶.
- Zorg bij MLO dat de detectorplaat niet te hoog wordt ingesteld zodat deze niet vastloopt op de borstspier of arm. Hierdoor zal de compressie ongelijk verdeeld zijn, met weinig druk op het middengedeelte en minder goede spreiding van het klierweefsel als gevolg¹⁶.
- Indien MLO wel retroglandulair vetweefsel vertoont en de CC van dezelfde zijde niet (of omgekeerd), dan is de borst zonder retroglandulair vetweefsel onvoldoende naar voren gebracht of uitgestreken.
- Het stevig naar voren brengen van de borst kan erg pijnlijk zijn en aanleiding geven tot kloofjes, scheurtjes of wonden in de huid¹⁰ bij vrouwen met huidaandoeningen, bijvoorbeeld eczeem, intertrigo (= rode, gevoelige, geïrriteerde huid in huidplooien, liezen, maar ook onder de borsten). Inspecteer de borst daarom vooraf bij voldoende verlichting en houd rekening met de gevoeligheid. Als er toch kloofjes of scheurtjes ontstaan, is goede wondverzorging wenselijk.

In beeld



10. Er zijn geen storende huidplooien of luchtprojecties

Rationale

Projecties van huidplooien of luchtinclusies kunnen onderliggende tumoren verbergen⁴⁷.

Soms is volledig plooienvrij niet mogelijk. Daar niet alle huidplooien en luchtprojecties een correcte beoordeling verhinderen, dient een beeld niet altijd hernomen te worden. Kleine plooien ter hoogte van de pectoralisspier, huidrand of oksel die niet over het borstklierweefsel projecteren of luchtprojecties waarbij men door aanpassing van contrast en helderheid ('windowing') het borstweefsel correct kan beoordelen zijn daarom minder storend⁶⁷.

Goed

Er zijn geen storende overprojecterende huidplooien of luchtbubbels en/of luchtspletten^{16,19,21,47,48,59}.

Suboptimaal

Storende huidplooien en/of luchtprojecties zijn aanwezig, maar dit deel van de borst is duidelijk te beoordelen op de andere beelden van dezelfde borst^{58,67}.

Onvoldoende

Storende huidplooien en/of luchtprojecties zijn aanwezig, waardoor correcte beoordeling op afwijkingen niet mogelijk is^{16,17,21}. Dit deel van de borst is ook niet correct te beoordelen op de andere incidentie (CC of MLO)⁶⁷.

Hernemen van het beeld

Indien op het andere beeld het bedekte deel van de borst wel duidelijk te beoordelen is, maar er zijn geen vorige beelden om mee te vergelijken of er zijn (verdachte) afwijkingen zichtbaar op het andere beeld, dan is hernemen wel geadviseerd. Indien men twijfelt en de vrouw is nog aanwezig bij de mammograaf, dan is hernemen van het beeld niet verkeerd.

Impactfactor van dit criterium ★★★★★☆ (3,78)

Tips en tricks

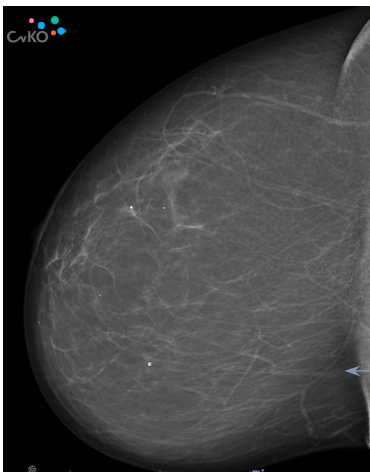
- Zorg bij CC voor een correcte hoogte-instelling van de detectorplaat¹⁶. Bij te laag instellen krijgt men makkelijk plooien langs de onderkant, bij te hoog instellen zijn er vaak plooien aan de bovenkant.
- Hef bij CC de borst niet te veel omhoog om op de detectorplaat te leggen, dat kan leiden tot luchtinclusies onder de borst, maar glijd over de detectorplaat met je onderste hand¹⁶.
- Bij het verwijderen van je hand tussen borst en detectorplaat bij CC, strijkt men de borst naar voren uit zodat plooien en luchtinclusies verwijderd worden¹⁶.
- Zorg bij CC dat het hoofd naar mediaal gedraaid is met de kin iets omhoog en de schouder (aan de kant van de af te beelden borst) naar beneden¹⁶.
- Zorg ook dat buikweefsel niet in de weg zit: soms helpt het om de vrouw haar zitvlak naar achteren te laten steken en met rechte rug het bovenlichaam iets meer naar voren te laten kantelen. Indien men buikplooien

vermoedt: ga langs onder naar de plaats waar de detectorplaat tegen de buik drukt en wrijf de buik voorzichtig naar beneden, zonder borstweefsel mee te nemen.

- Kijk bij CC de mediale en laterale zijde na op eventuele plooien en luchtinclusies en wrijf deze weg, liefst naar voren¹⁶.
- Zorg bij MLO dat de detectorplaat niet te hoog wordt ingesteld zodat hij niet vastloopt op de pectoralis spier of arm. Hierdoor wordt de compressie ongelijk verdeeld, met weinig druk op de borst-buikovergang en risico op plooien^{10,16}.
- Zorg bij MLO dat bij het opnemen van de borst geen weefsel van de rug wordt meegenomen¹⁶. Sla je vrije arm rond de dame en voel even aan de laterale zijde van de borst.
- Zorg bij MLO dat de borst niet te hoog wordt geheven of te veel naar boven wordt uitgewreven, zodat de huidknik geen plooi wordt.
- Zorg bij MLO dat vlak na de compressie de borstbuikovergang gladgestreken wordt. Ga hiervoor met één of twee vingers tussen de borst en detectorplaat¹⁰ en wrijf daarna het borstklierweefsel voorzichtig naar voren¹⁶.
- Zorg bij MLO dat de oksel en borst langs boven zo goed mogelijk aansluiten tegen de detectorplaat, wrijf net voor volledige compressie eventuele huidplooien uit naar boven¹⁰.
- Zorg ook dat de dame op de juiste afstand van de detectorplaat staat (één handbreedte). Indien de dame te dicht staat kan de borst (en huid) niet goed worden uitgewreven¹⁰.
- Indien op het beeld een luchtprojectie of plooi aanwezig is, gebruik dan de “window”-knop om na te gaan of het borstklierweefsel doorheen de luchtprojectie of plooi correct kan beoordeeld worden⁶⁷. Indien de beeldschermen van de mammograaf geen “window”-functie hebben¹⁰, kijk dan bij twijfel het beeld na op een diagnostisch werkstation.

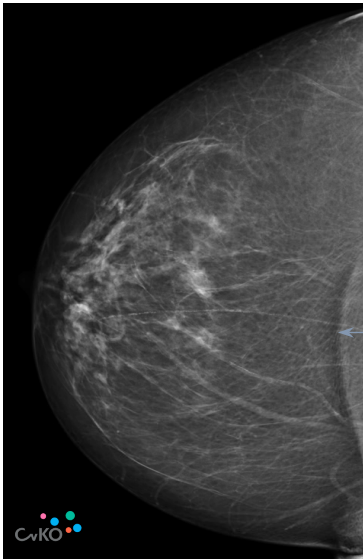
In beeld

Frequent voorkomende plooien in CC



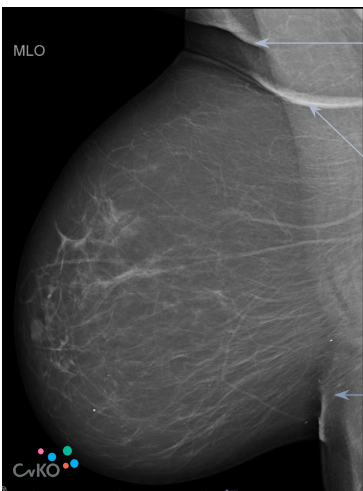
← De laterale kant is onvoldoende uitgewreven, wat kan leiden tot plooien (wit) of luchtinclusies (zwart).

← De borst is hoog geheven en op de detector gelegd in plaats van erover geschoven, wat kan leiden tot luchtinclusies (zwart).



De buik zit in de weg of de borst is door de onderste hand onvoldoende uitgestreken, wat kan leiden tot plooien (wit) of luchtinclusies (zwart).

Frequent voorkomende plooien in MLO

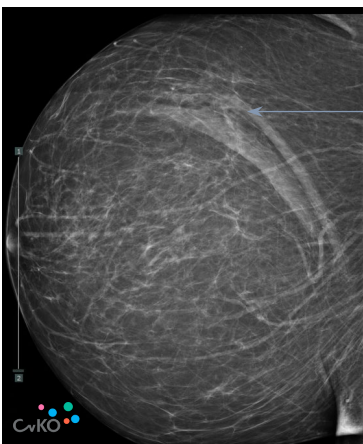


De oksel sluit niet goed aan tegen de detectorplaat, waardoor een luchtprojectie ontstaat (zwart) of is onvoldoende naar voren gebracht, waardoor plooien ontstaan (wit).

De borst is te hoog geheven of te veel naar boven uitgewreven, waardoor het huidknikje een plooï wordt (wit).

De inframammaire plooï is onvoldoende uitgewreven of er was onvoldoende compressie op deze locatie, waardoor luchtinclusies (zwart) of plooien (wit) ontstaan.

Of buikweefsel zit in de weg (wit).

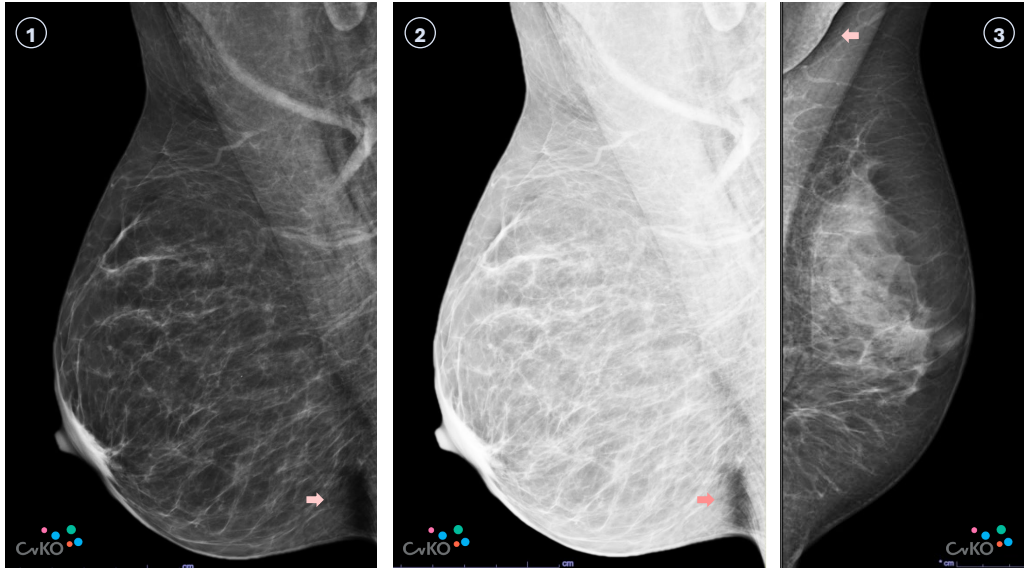


De borst is onvoldoende naar voren uitgewreven, waardoor een luchtspleet (zwart) of plooï (wit) ontstaat.

Of de huid van de rug is meegenomen (wit).

Plooien waarbij hernemen niet noodzakelijk is

Bij een luchtprojectie waarbij het borstklierweefsel via 'windowing' kan worden beoordeeld, is het hernemen van het beeld niet nodig (fig. 1 & fig. 2). Hetzelfde geldt voor plooien in de oksel en de pectoralis die geen klierweefsel bedekken (fig. 3).



11. Er zijn geen storende artefacten door beeldvorming of beeldverwerking of door overprojecterende delen zoals haren, schouder, kin ...

Rationale

Artefacten (= onbedoelde onvolkomenheden in de afbeelding) kunnen borstweefsel verbergen en ook mogelijke tumoren. Sommige artefacten kunnen op een tumor lijken, bijvoorbeeld door het aspect van calcificaties aan te nemen⁴⁷.

Borstprothesen en medische implantaten, zoals pacemaker, poortkatheter ... of huidafwijkingen zoals bijvoorbeeld wratten, littekens, ... worden niet als artefact beschouwd. Men dient hierbij wel duidelijk de aanwezigheid en de locatie te noteren⁶⁸.

Goed

Er zijn geen storende artefacten aanwezig^{16,17,19,21,28,47,48,50,59}.

Suboptimaal

Storende artefacten zijn aanwezig, maar dit deel van de borst is duidelijk te beoordelen op de andere incidentie (CC of MLO) van dezelfde borst^{58,67}.

Onvoldoende

Storende artefacten zijn aanwezig en bedekken borstweefsel, waardoor correcte beoordeling op afwijkingen niet mogelijk is^{16,17,21} en/of de aanwezige artefacten bootsen een mogelijk letsel na¹⁶. Dit deel van de borst is ook niet correct te beoordelen op de andere incidentie (CC of MLO)⁶⁷.

Hernemen van het beeld

Indien op het andere beeld (CC of MLO) het bedekte deel van de borst wel duidelijk te beoordelen is, maar er zijn geen vorige beelden om mee te vergelijken of er zijn (verdachte) afwijkingen zichtbaar op het andere beeld, dan is hernemen wel geadviseerd. Indien men twijfelt en de dame is nog aanwezig bij de mammograaf, dan is hernemen van het beeld niet verkeerd.

Impactfactor van dit criterium ★★★★★☆ (4,00)

Tips en tricks

- Bevraag op voorhand of de dame deodorant of andere cosmetica gebruikt heeft ter hoogte van de borst of oksel. Laat deze verwijderen²⁶.
- Vraag om bril en juwelen uit te doen en indien mogelijk om het haar bijeen te binden.
- Het is belangrijk om de borst op voorhand te inspecteren¹⁶ bij voldoende licht. Noteer de aanwezigheid van huidwratten, littekens, eczeem ...

- Controleer na positioneren de kans op artefacten met behulp van het lichtvizier vooraleer een beeld te nemen¹⁶.
- Bij MLO kan het nodig zijn dat de vrouw de andere borst voorzichtig opzij houdt, zodat deze niet in beeld komt (zonder echter de af te beelden borst vanonder de detector te trekken). Let dan wel op dat haar vingers niet in beeld komen.
- Bij MLO kan het nodig zijn om de naar onder hangende huid van de bovenarm die op de detector ligt achter de detectorplaat te hangen (na het positioneren, net voor de compressie).
- Zorg bij CC dat het hoofd naar mediaal wordt gedraaid met de kin lichtjes omhoog, zodat de kin niet geprojecteerd wordt. Breng zachtjes de schouder naar beneden aan de kant van de af te beelden borst zodat geen schouder geprojecteerd wordt.
- Zorg bij MLO dat het hoofd naar de kant van de af te beelden borst is gedraaid en een beetje naar achteren is gekanteld, zodat de kin niet in het beeld geprojecteerd wordt.
- Voer nauwkeurig de fysisch-technische controles uit van de hardware (bijvoorbeeld mammograaf, beeldschermen) en de software (bijvoorbeeld verwerkingssoftware) en handel naargelang het resultaat hiervan of vraag ondersteuning¹⁹.
- Zorg voor voldoende basiskennis over de mammograaf en beeldverwerking^{11,16}.

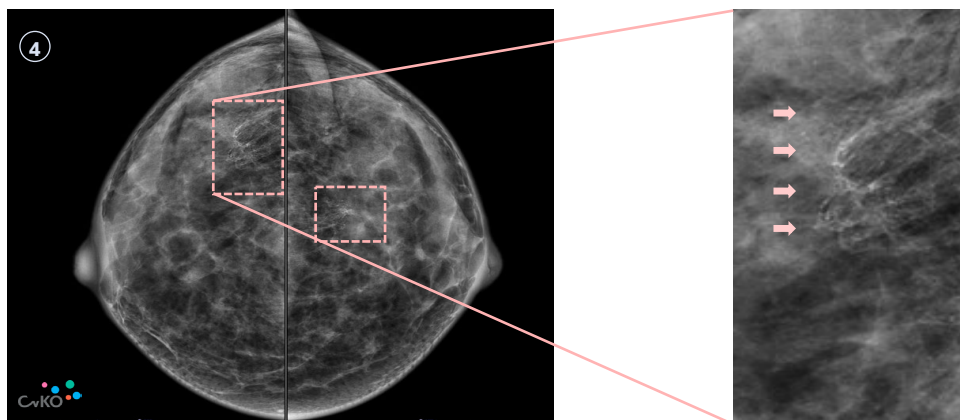
In beeld

Veelvoorkomende artefacten zijn overprojecterende haren, kin, schouders, andere borst, vingers, juwelen, bril, deodorant of andere cosmetica⁴⁷. Door beeldvorming en -verwerking kunnen ook artefacten ontstaan, zoals bijvoorbeeld roostertekening (door technisch defect van het strooistralenrooster), ghost-beelden ('restbeeld van één of meerdere vorige opnames, zichtbaar in de huidige opname'¹⁶), blooming ('witte vlekken in het beeld doordat pixels onvoldedig ontladen zijn van de vorige keer'¹⁶), defecte pixels, vibratie-artefacten (doordat het koelsysteem in de detector elektrische ontregeling veroorzaakt, krijgt men horizontale zwarte en witte lijnen), kapotte filter,

...^{16,26,48,62,63,66}

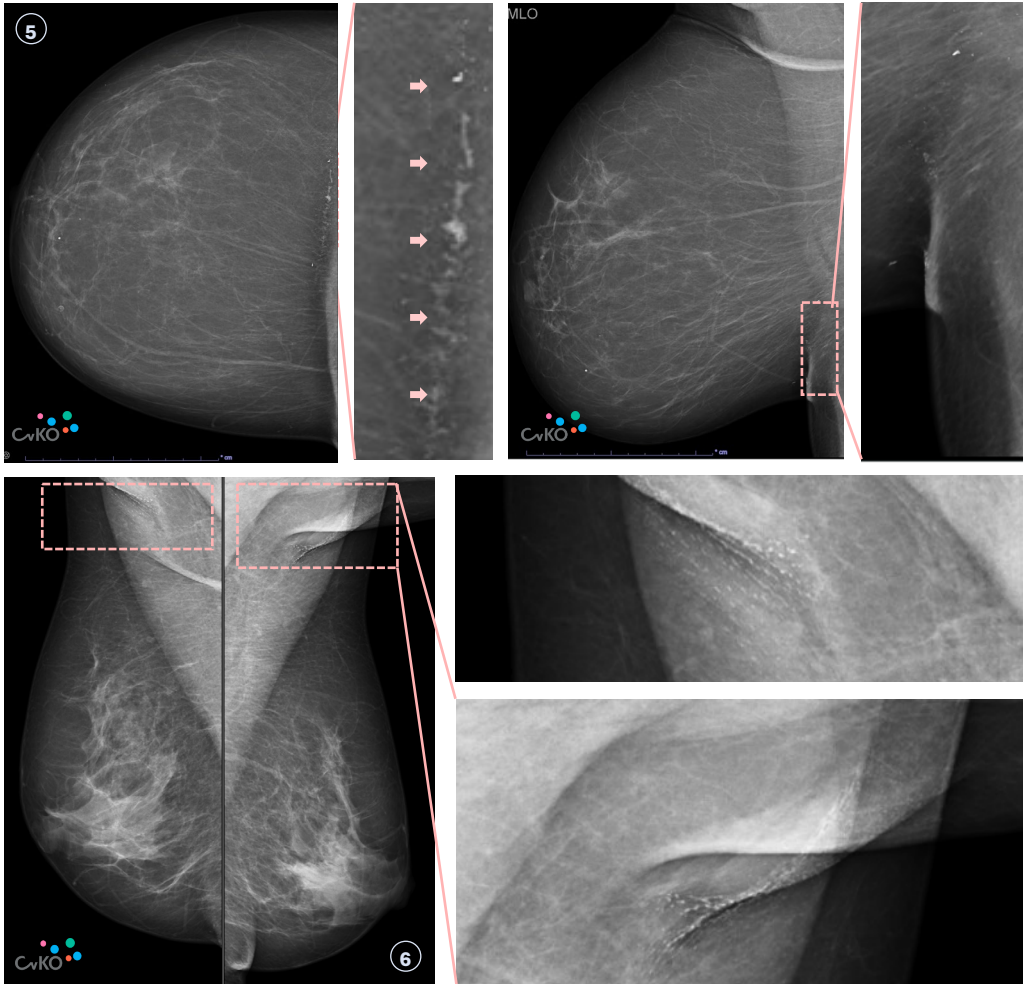
Haren

Op fig. 4 staan haarlokken geprojecteerd. Haarlak of andere haarproducten kunnen calcificaties nabootsen.



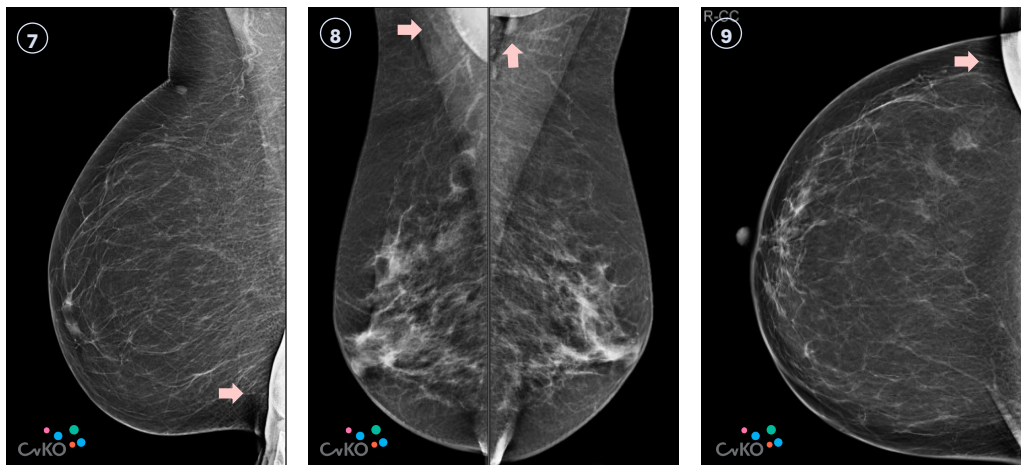
Zalf of deodorant

Op fig. 5 ziet men zalf aangebracht ter hoogte van de inframammaire plooi. Deze artefacten waren zowel op CC als MLO terug te vinden. In fig. 6 is deodorant in de oksels aanwezig.



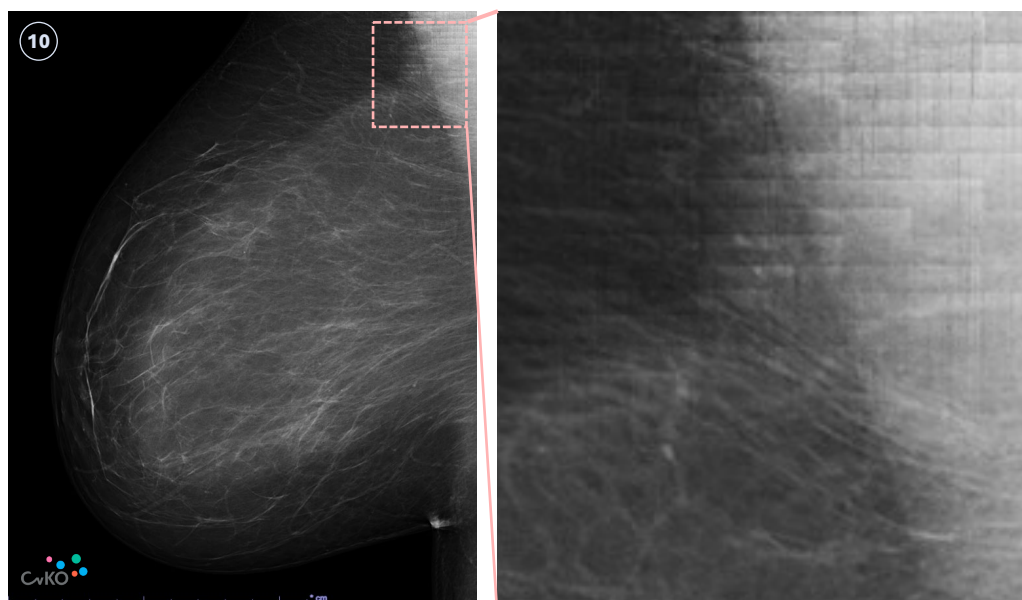
Vingers, kin en schouder

Als men door de dame de andere borst laat opzij houden, zorg dat haar vingers niet in beeld komen (fig. 7). Bij nek- en rugklachten is het niet altijd mogelijk de kin volledig weg te draaien (fig. 8), draai dan de detector om (zie criterium 12: alternatieve opnames). Bij CC is het belangrijk om de schouder naar onder te brengen zodat deze niet mee geprojecteerd wordt (fig. 9).



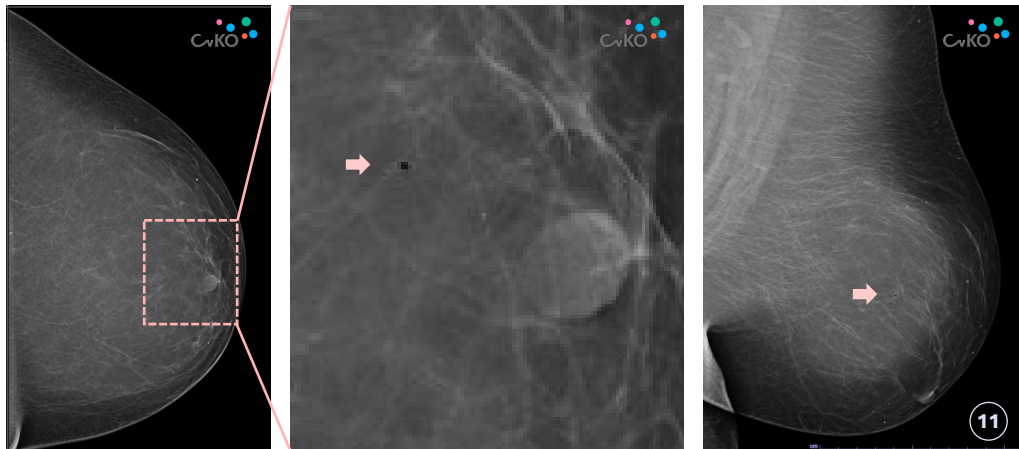
Roostertekening

Op fig. 10. is een projectie van het antistroomrooster zichtbaar.



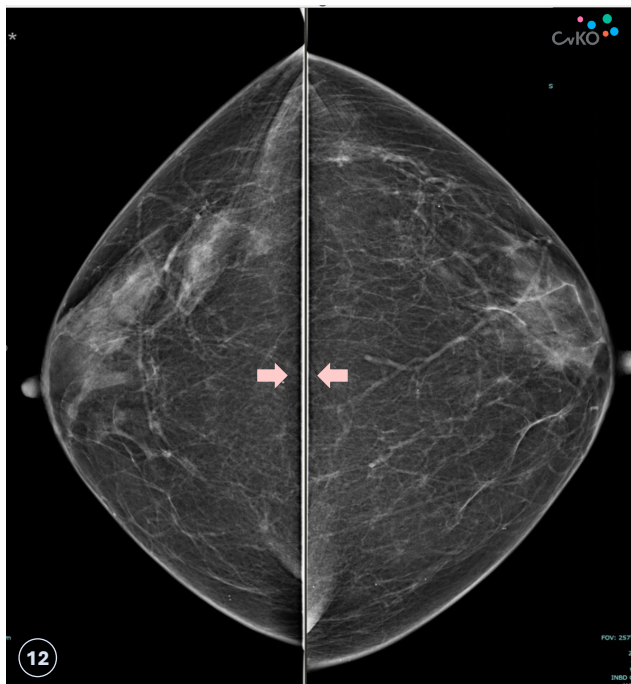
Detectordefecten

Op fig. 11 is een pixelvormig defect te zien. Dit defect is terug te vinden op alle beelden.



Uitlijningsproblemen

Bij een onnauwkeurige uitlijning van de detectorplaat of de collimator (het deel van de röntgenbuis dat via een diafragma de grootte van het stralenveld en het lichtvizier bepaalt) komt het bestralingsveld niet volledig overeen met het lichtvizier en/of de detectorplaat. Een deel van de detectorplaat ontvangt dan geen straling, waardoor delen van het borstweefsel op het beeld ontbreken en storende witlijnen ontstaan. Ook kan de opstaande rand van de compressieplaat aan thoraxzijde soms in het beeld kantelen.



12. Alternatieve opnames zijn aanwezig indien standaardopnames niet voldoen

Rationale

Door de vorm of omvang van de borst of door heekunde, ziekte of de aanwezigheid van een prothese is het niet altijd mogelijk om het borstweefsel via standaardopnames volledig en/of duidelijk af te beelden. Gepaste alternatieve opnames zijn dan nodig^{16,61}.

Goed

Alternatieve opnames van goede kwaliteit zijn aanwezig indien standaardopnames niet voldoen^{16,50}.

Suboptimaal

Alternatieve opnames zijn van suboptimale kwaliteit.

Onvoldoende

Alternatieve beelden ontbreken⁵⁰ of zijn van onvoldoende kwaliteit.

Hernemen van een beeld

Het meermaals hernemen van een beeld omdat een bepaald criterium niet lukt, is niet aan te raden. Indien na éénmaal hernemen de kwaliteit nog niet optimaal is, neemt men best een zeer gerichte alternatieve opname. Bijvoorbeeld een mediolaterale opname of lage MLO indien men de inframammaire plooi beter in beeld wil brengen, een tepelopname indien enkel de tepel niet vrij en in profiel kon worden afgebeeld, een Eklund bij borstprothesen indien deze goede compressie bij standaardbeelden verhinderen. Door anatomie of ziekte bij de vrouw kan het verantwoord zijn om meteen te kiezen voor een zeer gerichte alternatieve opname⁶⁸.

Impactfactor van dit criterium ★★★★★ (3,39)

Tips en tricks

- De aanvullende en alternatieve opnames staan kort en duidelijk beschreven in het handboek van LRCB “Een juiste instelling. Handleiding insteltechniek mammografie”¹⁶. Aanvullend bestaat hierbij een poster van het LRCB (www.lrcb.nl/product/poster-insteltechniek-mammografie-uniformiteit-voor-de-vergelijkbaarheid). Ook het handboek “Digital Mammography: A Holistic Approach” van Mercer C. et al. bevat een hoofdstuk over aanvullende opnames¹⁰.
- Kijk na of bij de vorige screening extra opnames nodig waren en probeer (indien nodig) dezelfde alternatieve beelden te maken, zodat vergelijken tussen beelden mogelijk wordt¹⁶.
- Bij het selecteren van de beeldopname, vergeet niet om op het scherm te kiezen voor de juiste benaming van de opname (NP = tepelopname, FB = caudocraniale opname, ...). Deze benamingen kunnen verschillen tussen producenten van mammografietoestellen.

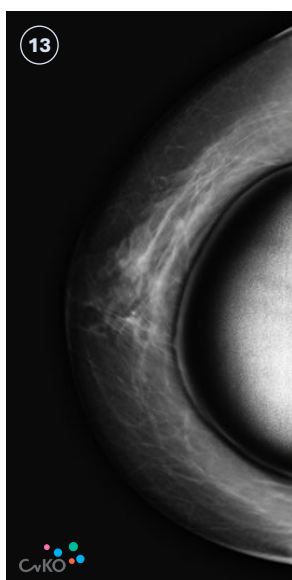
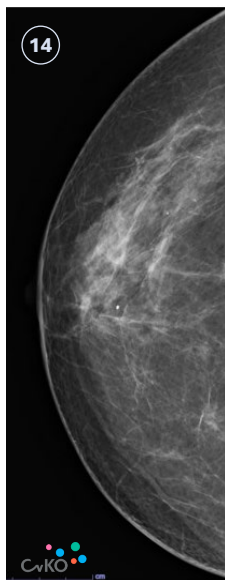
- Bij zeer kleine borsten of bij het maken van een tepelopname kan men gebruik maken van een halve of mini-compressieplaat. Hiermee zal de bestralingsdosis verminderen en is er minder kans dat de compressieplaat vastloopt op de handen of polsen van de beeldvormer. Deze kleine compressieplaat wordt niet altijd standaard meegeleverd.
- Bij zeer grote borsten kan positioneren door twee beeldvormers tegelijk wenselijk zijn.
- Bij de aanwezigheid van medische implantaten (pacemaker, poortkatheter, ...) is voldoende compressie niet altijd mogelijk. Ook hier kan men een aanvullende opname maken van het deel van de borst zonder medisch implantaat met voldoende compressie. In tegenstelling met prothesen is het hier niet geadviseerd om de pacemaker of poortkatheter proberen weg te duwen⁶⁸.
- Overleg bij twijfel met een collega of met de radioloog⁶⁷.
- De kwaliteitsbeoordeling van een beeld waarbij onmiddellijk een beeld werd bijgenomen, gebeurt op de twee beelden samen. De bedoeling is dat alle kwaliteitscriteria gehaald worden met de combinatie van de twee beelden⁶⁸. Verwijder daarom ook geen beelden van suboptimale of onvoldoende kwaliteit. Soms staat op de minder goede beelden een deel van het borstklierweefsel toch net iets duidelijker of kan men door het vergelijken van meerdere beelden iets onderscheiden van overlappend klierweefsel.

In beeld

Eklund-opname

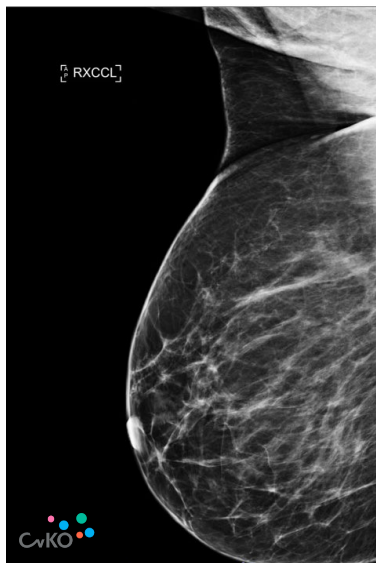
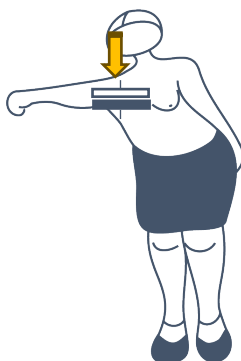
Deze opname wordt gebruikt bij borstprothesen die correcte compressie bemoeilijken. Voornamelijk bij subglandulaire prothesen (prothese vóór de pectoralisspier)¹⁶. Bij deze opname wordt de prothese voorzichtig zo ver mogelijk naar de borstkas verplaatst, het borstklierweefsel zo ver mogelijk naar voren uitgestreken en wordt enkel het gedeelte vóór de prothese gecomprimeerd en in beeld gebracht^{10,16}.

Fig. 13 is een normale CC met verminderde compressie en bewegingsonscherpte. Fig. 14 is een Eklund-opname van dezelfde borst, waarbij de prothese naar de borstkas werd verplaatst.



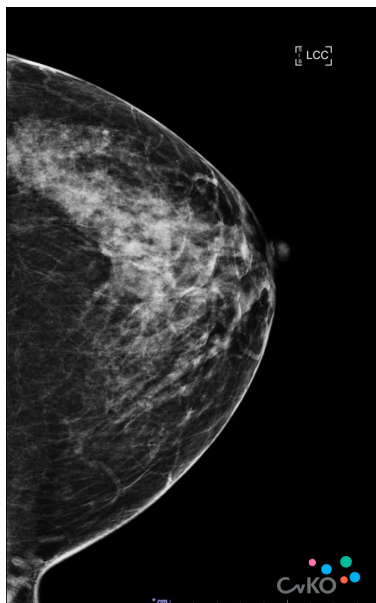
Extralaterale craniocaudale-opname of XCCL

Indien bij een normale CC het lateraal gedeelte onvoldoende in beeld wordt gebracht, kan men aanvullend een extra-laterale CC (XCCL) nemen, waarbij de focus op het laterale deel ligt^{16,18}.



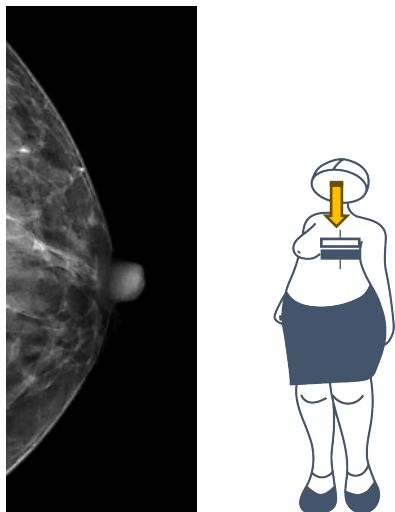
Extramediale craniocaudale-opname of XCCM

Indien bij een normale CC het mediale gedeelte onvoldoende in beeld wordt gebracht, kan men aanvullend een extra-mediale CC (XCCM) nemen, waarbij de focus op het mediale deel ligt^{16,18}.



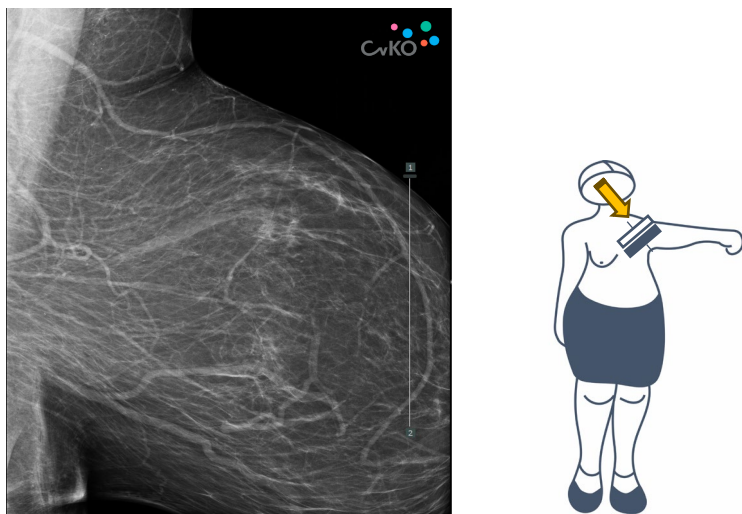
Tepelopname of “Nipple View” of NP

Een tepelopname (NP) kan aanvullend gebruikt worden bij vrouwen waarbij de tepel moeilijk vrij en in profiel in beeld te krijgen is^{16,18}. Hou rekening met het kleinere borstoppervlak, gebruik een kleinere compressieplaat¹⁶ en verminder de compressiekracht.



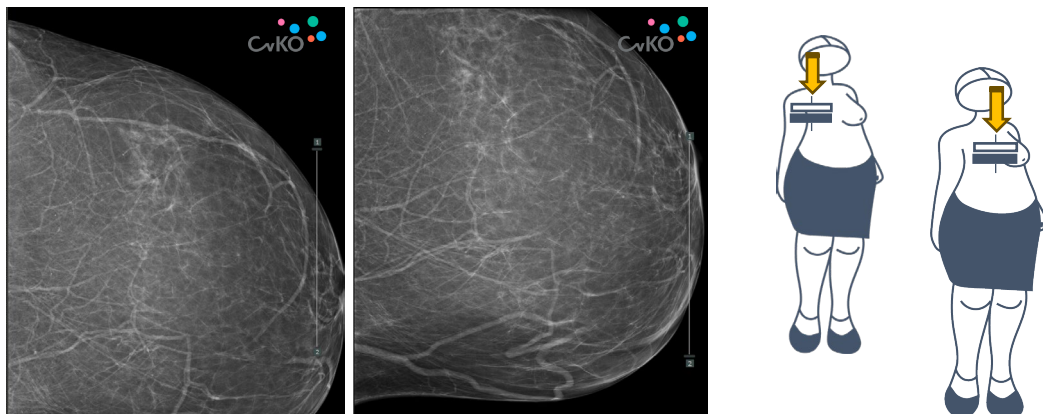
Axillary tail-opname of AT

Indien bij een normale MLO de okseluitloper van het borstklierweefsel onvoldoende in beeld wordt gebracht, gebruikt men aanvullend een axillary tail-opname (AT) waarbij de focus op het bovenste-achterste-laterale deel van de borst ligt¹⁶.



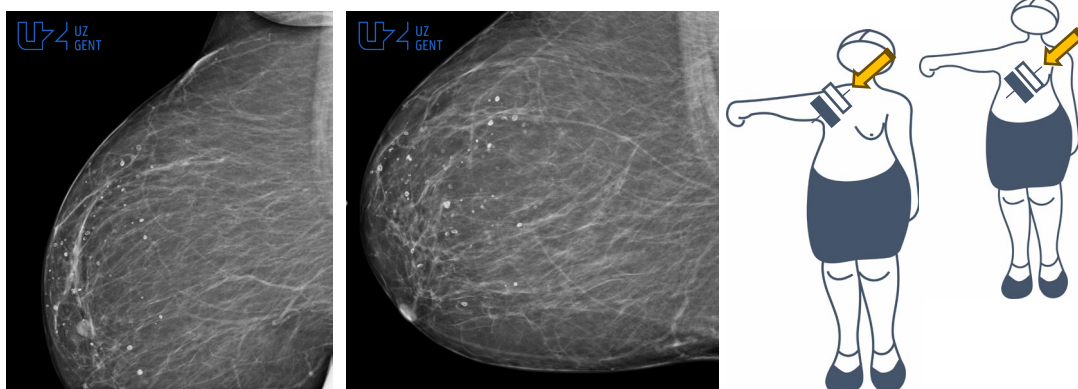
Mozaïek-opname voor CC

Mozaïekopnames kunnen gebruikt worden bij volumineuze borsten. Hierbij wordt de borst in meerdere (licht overlappende) delen in beeld gebracht¹⁰. Bij CC gebruikt men een CC die vooral focust op het mediale deel en een opname waarbij voornamelijk het laterale deel in beeld wordt gebracht. Soms is een extra tepelopname nodig^{16,34}.



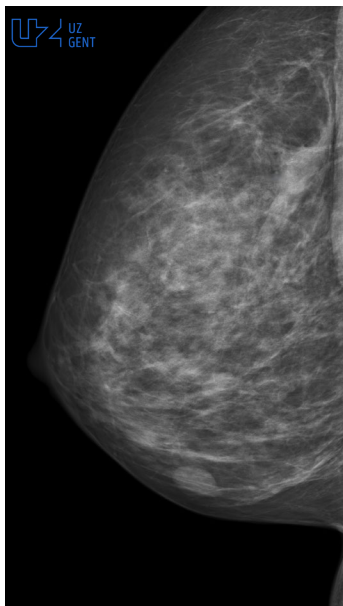
Mozaïek-opname voor MLO

Bij MLO gebruikt men een MLO die focust op het onderste-achterste deel van de borst en een MLO die focust op het bovenste-achterste deel (of een AT-opname), met indien nodig een tepelopname^{16,34}.



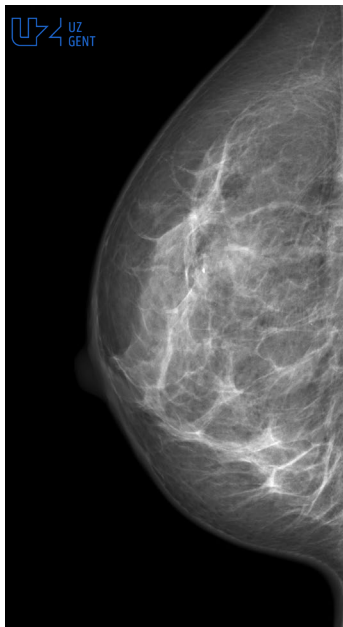
Lateromediale-opname of LM

Deze opname kan gebruikt worden bij vrouwen met pectus excavatum of trechterborst of om de borst-buikovergang beter in beeld te brengen¹⁶.



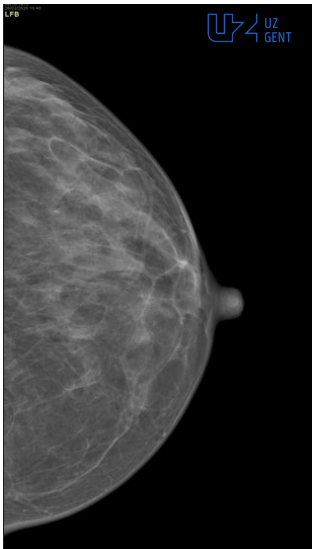
Mediolaterale-opname of ML

Deze opname wordt vooral bij diagnostische mammografie gebruikt in combinatie met CC om een beter idee te hebben van de locatie van een letsel. Bij screening kan het gebruikt worden om de borst-buikovergang beter in beeld te brengen¹⁶.



Caudocraniale-opname of 'from below' of FB

Bij een ernstige kyfose (bochel)¹⁶ en nekklachten waarbij het hoofdscherm in de weg zit, kan men het toestel 180° draaien en caudocraniale beelden nemen in plaats van craniocaudale.



13. De loodlijn van de tepel naar de pectoralisspier verschilt niet meer dan 1 cm tussen CC en MLO

Rationale

Indien op beide beelden de pectoralis-tepellijs (PNL) ongeveer gelijk is in lengte, is de borst meestal even sterk naar voren gebracht en is het weefsel even goed uitgewreven op CC als op MLO¹⁶.

De pectoralis-tepellijs is de middellijs die vertrekt vanuit de tepel naar de achterkant van de borst, loodrecht op de pectoralisspier of, als deze niet afgebeeld werd in CC, loodrecht op de achterkant van het beeld²¹. Men meet vanaf de tepel-huidovergang tot de voorkant van de pectoralisspier (of tot de achterkant van het beeld als de spier niet zichtbaar is).

Goed

De pectoralis-tepellijs verschilt niet meer dan 1 cm tussen CC en MLO²¹.

Suboptimaal

De pectoralis-tepellijs verschilt meer dan 1 cm tussen CC en MLO²², maar al het weefsel is voldoende uitgestreken en maximaal afgebeeld.

Onvoldoende

De pectoralis-tepellijs verschilt meer dan 1 cm tussen CC en MLO^{22,50} en het weefsel is op één afbeelding niet voldoende uitgestreken of onvolledig afgebeeld.

Hernemen van een beeld

Indien de pectoralis-tepellijs meer dan 1 cm verschilt tussen CC en MLO^{22,50} en het weefsel is op één afbeelding onvoldoende uitgestreken of onvolledig afgebeeld, dan is hernemen van het beeld waarop het klierweefsel onvoldoende is uitgestreken of afgebeeld geadviseerd.

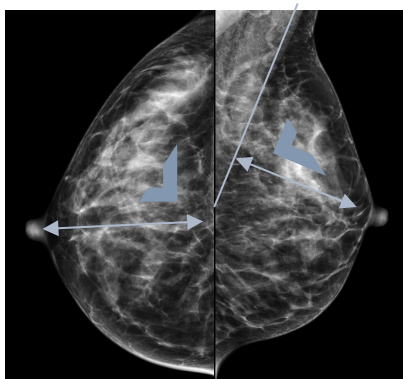
Impactfactor van dit criterium ★★★★★ (3,35)

Tips en tricks

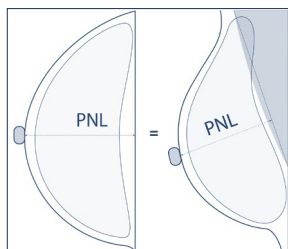
- Om de PNL te meten, gebruikt men de digitale meetlat (ruler) die onder gereedschap (tools) wordt aangeboden. Omdat CC en MLO niet altijd op overeenstemmende grootte worden weergegeven op het leesscherms, zorgt het meten via een extern latje voor foutmetingen⁶⁸.
- Om de PNL te meten bij de aanwezigheid van een prothese, meet men vanaf de tepelhuidovergang tot loodrecht op de voorwand van de prothese⁶⁸.
- Indien de tepel in de borst is geprojecteerd, meet men de PNL vanaf de huid net voorbij de tepel⁶⁸.
- Indien de pectoralis niet diep genoeg reikt op MLO, richt men de PNL loodrecht op het verlengde van de pectoralisspier en meet men tot de achterkant van het beeld⁶⁸.

- Indien dit criterium niet haalbaar is door bijvoorbeeld bijzondere anatomie van de borst, ziekte van de borst of implantaten, dient dit genoteerd te worden in het dossier.

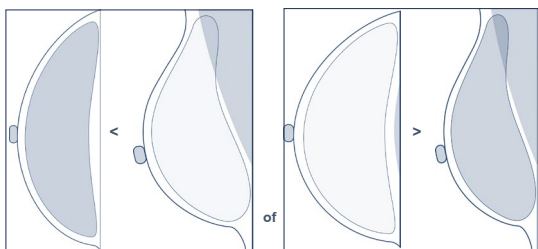
In beeld



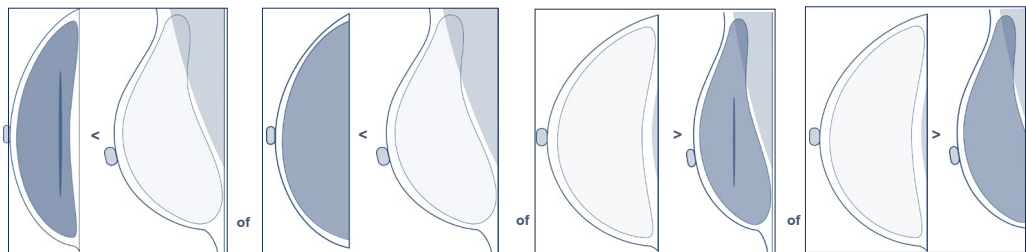
Pectoralis-tepellijslijn in CC en MLO



Goed



Suboptimaal



Onvoldoende



PNL bij korte pectoralisspier



PNL bij afwijkende tepelpositie



PNL bij prothese

14. Linker- en rechterborst zijn symmetrisch afgebeeld

Rationale

Symmetrie tussen linker- en rechterbeeld wijst meestal op correcte positionering van beide borsten en bevestigt dat de AEC (automatische exposure control) correct is uitgelijnd voor beide borsten. Symmetrische beelden zijn belangrijk voor de radioloog bij het beoordelen van beelden op de aanwezigheid van verdachte letsels⁴⁷. Het zorgt ervoor dat beide borsten onderling zeer goed te vergelijken zijn en veranderingen in structuur en architectuur beter gedetecteerd kunnen worden⁷⁰.

Soms zijn er uitgesproken verschillen tussen beide borsten door anatomie of ziekte en zijn symmetrische beelden niet mogelijk. Dit dient in het dossier van de dame genoteerd te worden⁶⁷.

Goed

Bij CC zijn de pectoralis-tepellijnen bij linker- en rechterborst even lang, de tepels staan gespiegeld ten opzichte van elkaar en er is een even groot mediaal en lateraal gedeelte van de borst afgebeeld. Bij MLO zijn de pectoralis-tepellijnen bij linker- en rechterborst even lang, de tepels staan gespiegeld ten opzichte van elkaar, de pectoralisspier is even breed en lang afgebeeld, het inferior en superior gedeelte van de borst zijn bij beide even uitgebreid en correct afgebeeld. Contrast, scherpste en dosis komen overeen. Kleine niet storende asymmetrie kan als goed gescoord worden.

Suboptimaal

Asymmetrie is aanwezig, maar de beelden zijn te vergelijken en verschillen in structuur en architectuur kunnen gedetecteerd worden. De pectoralis-tepellijs (PNL) verschilt meer dan 1 cm tussen beide beelden, maar al het klierweefsel is voldoende afgebeeld.

Onvoldoende

De beelden zijn zo verschillend dat ze niet vergeleken kunnen worden en minimale verschillen in structuur en architectuur kunnen gemist worden. De pectoralis-tepellijs verschilt meer dan 1 cm tussen links en rechts én het weefsel is op één afbeelding niet voldoende uitgestreken of onvolledig afgebeeld.

Hernemen van het beeld

Indien de beelden zo verschillend zijn dat ze niet vergeleken kunnen worden, is hernemen van het beeld met kwaliteitsstoornissen geadviseerd. Indien asymmetrie veroorzaakt wordt door anatomische variatie tussen de twee borsten of door ziekte, is hernemen niet altijd zinvol. Men dient de reden dan wel te noteren in het dossier⁶⁸.

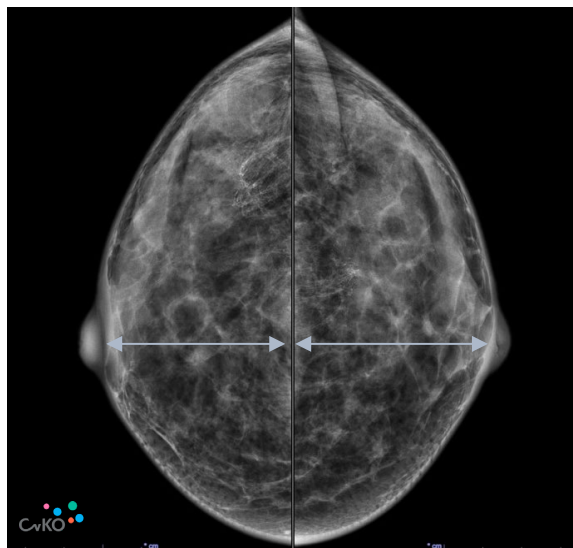
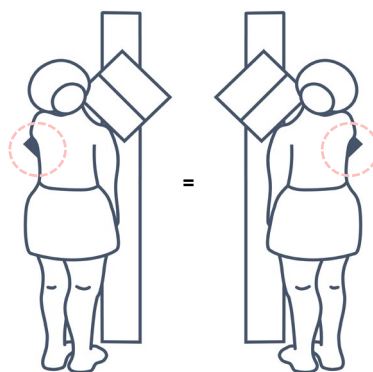
Impactfactor van dit criterium ★★★★★ (3,35)

Tips en tricks

- Kies de juiste grootte van de compressieplaat.
- Leg de middellijn van de borst op de middenlijn van de detectorplaat bij CC¹⁶.

- Bij MLO zit de tepel meestal ook rond de middenlijn van de detectorplaat. Afhankelijk van het toestel, dient de detectorplaat hiervoor meestal een heel klein beetje naar beneden gebracht te worden ten opzichte van CC.
- Zoek bij MLO dezelfde indraaihoek van de dame ten opzichte van de detectorplaat en het nog zichtbare driehoekje van de detectorplaat onder de oksel zou links en rechts even groot moeten zijn (zie hieronder).
- Zowel bij CC als MLO: breng de borst ver genoeg naar voren op de detectorplaat en geef voldoende compressie¹⁶.

In beeld



Zichtbaar driehoekje van de detector
bij rechter en linker MLO zijn gelijk

15. De beelden zijn uniform afgebeeld ten opzichte van de vroegere screeningsbeelden (indien aanwezig) en in kwaliteit zijn ze gelijk of beter

Rationale

Door beelden te vergelijken kunnen tumoren in een zeer vroeg stadium ontdekt worden^{16,70} en stabiele letsels herkend worden als goedaardig⁵⁰. Het is ook belangrijk vóór het uitvoeren van de mammografie de vorige beelden na te kijken op mogelijke kwaliteitsproblemen. Indien verbetering mogelijk is, dient dit beoogd te worden^{16,67}.

Goed

Opeenvolgende screeningsbeelden zijn gelijk (= uniform) qua techniek en positionering zodanig dat ze onderling zeer goed te vergelijken zijn en veranderingen in structuur en architectuur beter gedetecteerd kunnen worden.

Het verschil in pectoralis-tePELLijn tussen vorige en huidige beelden is kleiner dan 1 cm²¹.

Suboptimaal

De kwaliteit is minder dan de vorige keer en/of door alternatieve techniek of positionering zijn de beelden verschillend, maar de beelden zijn te vergelijken en veranderingen in structuur en architectuur kunnen gedetecteerd worden.

De pectoralis-tePELLijn (PNL) verschilt meer dan 1 cm tussen de oude en nieuwe beelden, maar al het klierweefsel is voldoende afgebeeld.

Onvoldoende

De kwaliteit is duidelijk minder dan de vorige keer en correcte beoordeling is hierdoor niet mogelijk. Door alternatieve techniek of positionering zijn de beelden zo verschillend dat ze niet vergeleken kunnen worden en minimale wijzigingen in structuur en architectuur kunnen gemist worden¹⁶.

De PNL verschilt meer dan 1 cm tussen oude en nieuwe beelden, waarbij het klierweefsel overlap vertoont of onvoldoende is afgebeeld.

Hernemen van het beeld

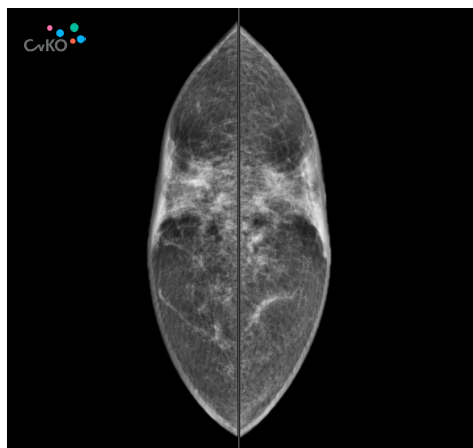
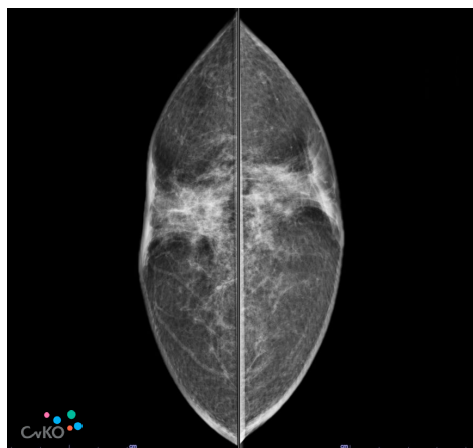
Indien de vorige beelden niet goed waren en nu zijn de beelden beter, maar vergelijken wordt hierdoor moeilijk, dan mag men dit criterium als 'niet van toepassing' beschouwen. Het is immers niet de bedoeling om opnieuw slechte beelden te maken om goede uniformiteit te behouden. Indien de dame door dieet, ziekte, heekunde ... sterk veranderd is en uniforme beelden zijn niet mogelijk, wordt dit ook als 'niet van toepassing' gerekend, zelfs al wordt de beoordeling op verdachte letsels voor de radioloog bemoeilijkt. Als beeldvormer kan men hier niets aan veranderen en hernemen is niet zinvol. Dit dient zeker genoteerd te worden in het dossier. Hetzelfde geldt voor het nemen van een mammogram op een sterk verschillende mammograaf⁶⁸.

Tips en tricks

- Bekijk de vorige mammogrammen van de dame vooraleer het onderzoek te starten¹⁶.
- Indien alternatieve opnames nodig zijn of speciale instellingen op de mammograaf (bijvoorbeeld een kleinere of grotere hoek bij MLO) noteer dit voor de volgende keer¹⁶.
- Vraag na bij de dame of ze na de vorige mammografie sterk veranderd is door dieet, ziekte of heelkunde.

In beeld

De onderste CC's en MLO's zijn de meest recente screeningsbeelden, de bovenste CC's en MLO's zijn de beelden van twee jaar voordien. De borst is beter uitgewreven op de recentste beelden, waardoor het klierweefsel vollediger is afgebeeld, met visualisatie van het retroglandulair vetweefsel. In RMLO is de pectoralisspier beter in beeld gebracht.



16. Er is geen bewegingsonscherpte aanwezig

Rationale

Beeldscherpte (ruimtelijke resolutie) verwijst naar het vermogen om onderscheid te maken tussen twee zeer kleine objecten die dicht bij elkaar liggen en ze te zien als afzonderlijke objecten¹⁰.

Beeldscherpte moet van voldoende hoge kwaliteit zijn omdat verkalkingen erg klein kunnen zijn (microcalcificaties) en letsels niet altijd goed afgelijnd zijn. Correcte beoordeling van vorm en patroon van verkalkingen, vorm van letsels of architecturale verstoring is belangrijk in het onderscheid tussen goedaardige en kwaadaardige letsels^{10,29}.

Goed

De aflijning van de ligamenten van Cooper, klierafvoergangen (ducti), bloedvaten en eventuele letsels zijn scherp en duidelijk. Verkalkingen zijn goed van elkaar te onderscheiden, en vorm en spreidingspatroon zijn duidelijk²⁹.

Suboptimaal

Het beeld is algemeen of in enkele zones enigszins wazig, maar de beeldscherpte voldoet voor beoordeling van verdachte letsels. Het netwerk van Cooperligamenten is zichtbaar en eventuele calcificaties of letsels zijn afgelijnd.

Onvoldoende

Het beeld is algemeen of in enkele zones wazig en voldoet niet voor beoordeling op verdachte letsels⁴⁷.

Hernemen van het beeld

Bij twijfel, maar sterk vermoeden van onscherpte en als de dame nog aanwezig is bij de mammograaf, is hernemen van het beeld niet verkeerd. Men kan ook advies vragen aan de radioloog of collega.

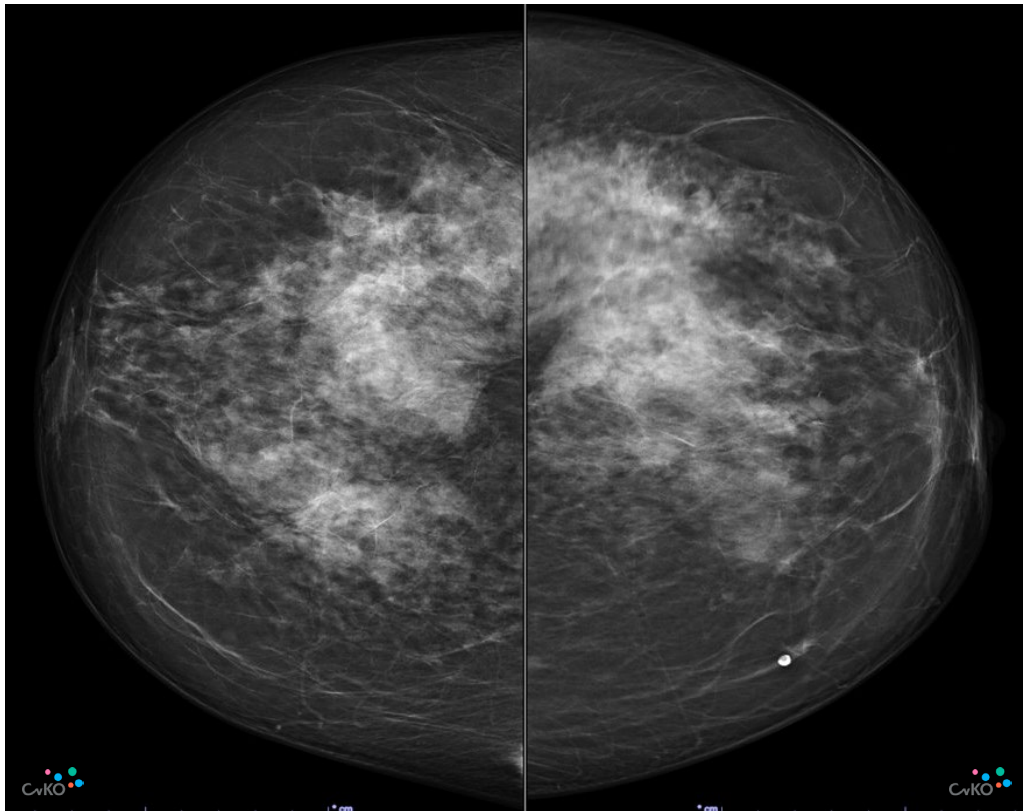
Impactfactor van dit criterium ★★★★★ (4,39)

Tips en tricks

- Goede compressie zorgt voor betere fixatie van de borst, waardoor minder beweging^{10,16}.
- Door goede compressie en het verhogen van de buisspanning (kV) kan de belichtingstijd verkort worden en kan de scherpte verbeteren²⁶.
- Goede compressie verkleint ook de afstand tussen weefsel en detector, waardoor minder vergroting en minder lokale onscherpte optreedt¹⁰.
- De dame vragen om niet meer te bewegen en niet meer te ademen tijdens de beeldvorming, kan beeldscherpte verbeteren. Doe dit zeker indien goede compressie niet mogelijk is⁶⁷.
- Zorg bij MLO dat de detectorplaat niet te hoog wordt ingesteld zodat hij niet vastloopt op de pectoralisspier of arm^{10,16}. Hierdoor wordt de compressie ongelijk verdeeld, met minder druk op de borst zelf en risico op onscherpte, voornamelijk in de onderste regio¹⁶.
- De grootte en hoeveelheid pixels in de detector beïnvloeden de scherpte van het beeld. Het aantal pixels per cm² kan variëren per toestel en daarmee ook de beeldscherpte¹⁰.

- Belangrijk bij dit kwaliteitscriterium zijn regelmatige fysisch-technische controles van hardware en software^{6,11,18,19}.
- Beeldscherpte is soms pas goed te beoordelen op het beeldscherm van de radioloog. De beeldschermen van de mammograaf voldoen aan minder hoge eisen. Eventueel bekijkt men bij mogelijke onscherpte de beelden op een goed scherm^{10,67}.

In beeld



Scherp beeld (RCC)

Bewogen onscherp beeld (LCC)

17. Beeldcontrast is optimaal en ruis is minimaal bij een zo laag als mogelijke stralingsdosis

Rationale

Kwaadaardige letsels kunnen zeer subtiel zijn, minimale klinische veranderingen geven en lijken op achtergrondklierweefsel. Er is zeer hoge contrastresolutie nodig en zo weinig mogelijk ruis om subtiele letsels te kunnen onderscheiden van achtergrondstructuren, waarbij contrastresolutie het vermogen is om de verschillende structuren in de borst duidelijk weer te geven in verschillende grijswaarden¹⁰. Te veel ruis creëert een korrelig aspect in het beeld⁴⁷.

Bij screening wordt een gezonde populatie blootgesteld aan straling, en borstklierweefsel is erg gevoelig voor negatieve stralingseffecten. Hierdoor dient de stralingsdosis laag te zijn^{21,39}, zonder echter de beeldkwaliteit sterk te laten afnemen⁶⁷.

Goed

Bij goed contrast zijn klier- en vetweefsel gedetailleerd weergegeven, goed van elkaar te onderscheiden door hun verschillende grijswaarden en eventuele subtiele letsels of architecturale afwijkingen zijn te onderscheiden van normaal borstweefsel^{10,47,59}. De huidaflijning is zichtbaar en calcificaties zijn qua densiteit duidelijk verschillend van de rest van het weefsel²⁹. Er is nauwelijks 'ruis' aanwezig.

Een gemiddelde stralingsdosis, meestal genoteerd als AGD (average glandular dose), dient bij een gemiddelde borst (gecomprimeerde borstdikte 5,5 cm) lager te zijn dan 2 mGy per opname, met streefwaarde rond 1,4 mGy. De maximale dosis en streefwaarde zijn afhankelijk van de gecombineerde borstdikte³⁶ en de densiteit van de borst, met hogere dosissen bij dikkere en/of meer dense borsten. Zie bijlage 2.

Suboptimaal

Ruis is aanwezig en/of contrast is niet optimaal, maar klierweefsel, vetweefsel en pathologische veranderingen kunnen duidelijk onderscheiden worden, en/of de dosis is net boven de aanvaardbare limiet.

Onvoldoende

Ruis verhindert beoordeling op aanwezige letsels⁴⁷.

Verkeerde instelling van buisstroom en/of buisspanning laat niet toe om details van weke delen te onderscheiden of onderscheid te maken tussen klierweefsel, vetweefsel of pathologische afwijkingen⁴⁷.

De dosis is sterk boven de aanvaardbare limiet. Indien de kwaliteit verder ok is, dient men uiteraard geen nieuwe beelden te nemen!

Hernemen van het beeld

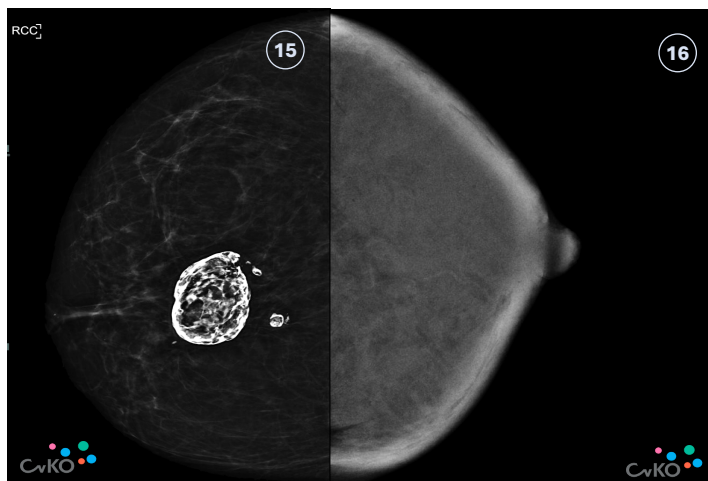
Bij twijfel, maar sterk vermoeden van problemen, met de dame nog aanwezig bij de mammograaf, is hernemen van het beeld niet verkeerd⁶⁸. Men kan eventueel advies vragen aan de radioloog of collega.

Tips en tricks

- Correct gebruik van geautomatiseerde belichtingscontrole (AEC) zorgt ervoor dat bij een bepaalde borstdikte de juiste buisspanning (kV), buislading (mAs) en anode/filtermateriaal wordt gebruikt. Deze drie parameters zijn erg belangrijk bij het bepalen van de stralingsdosis, contrast en hoeveelheid ruis¹⁰. In de bijlagen is er meer uitleg over buisspanning, buislading en anode/filtermateriaal.
- In uitzonderlijke gevallen dienen kV en mAs manueel ingesteld te worden, zoals bij sommige borstimplantaten of borsten die heelkunde of radiotherapie hebben ondergaan⁶⁴. In de bijlagen zijn er richtlijnen voor manuele instelling. Deze kunnen verschillen per toestel.
- Bekijk regelmatig de gebruikte dosis, zeker bij manuele instelling.
- Goede compressie vermindert de dikte van de borst. Hierdoor kan de buislading en voornamelijk de buisspanning verminderd worden, wat leidt tot een lagere stralingsdosis met toename van contrast. Bij dunnere borsten is er minder strooi-straling, wat ook zorgt voor beter contrast^{10,16}.
- Belangrijk bij dit kwaliteitscriterium zijn regelmatige fysisch-technische controles van hardware en software^{6,11,18} en van de dosis.
- Contrast en ruis zijn soms pas goed te beoordelen op het beeldscherm van de radioloog. De beeldschermen in de mammografiezaal voldoen aan minder hoge eisen. Eventueel bekijkt men bij mogelijke contrastproblemen of ruis de beelden op een goed scherm⁶⁷.

In beeld

Fig. 15: Door het groot verkalkt letsel werd de densiteit van de borst door de AEC verkeerd ingeschat en dit zorgde voor een lage contrastresolutie in het borstklierweefsel. Fig. 16: Een technisch defect zorgde voor een verkeerde buisstroom en buisspanning, waardoor extra veel ruis ontstond.



18. Compressiekracht ligt rond 120 Newton, afhankelijk van de grootte en de stevigheid van de borst

Rationale

Voldoende compressie (in combinatie met het goed uitstrijken van de borst) zorgt ervoor dat het borstweefsel egaal sterk verspreid ligt en er weinig overlap is van klierweefsel⁴⁷. Hierdoor zijn letsels en verstoringen van de normale structuur beter zichtbaar^{10,16}. Door goed uitstrijken en compressie wordt ook de achterkant van de borst beter mee in beeld gebracht¹⁰.

Compressie vermindert de dikte van de borst, waardoor een lagere stralingsdosis nodig is en een kortere opnametijd. Men kan stralen met lage energie gebruiken en er ontstaat minder strooi-straling, waardoor beter contrast^{10,16}. Daarnaast zorgt compressie ervoor dat de borst minder kan bewegen en er geen wazig beeld ontstaat^{10,16,47}.

Compressie van de borst is echter onaangenaam, kan pijnlijk zijn¹⁶ en is één van de belangrijkste redenen om niet (verder) deel te nemen aan het screeningsprogramma⁵². Overmatige compressie is daarom niet wenselijk¹⁰.

Goed

De compressieKRACHT ligt rond 120 newton (N) of 12 decanewton (daN)⁶⁷. Bij kleine borsten is de te gebruiken kracht lager (60-90 N)⁴², bij volumineuze borsten eerder hoger (150-200 N), de maximale compressiekracht is ingesteld op 200 N¹⁰ of meer¹⁶. Indien het toestel gebruik maakt van compressieDRUK (hierbij wordt de kracht reeds per borstoppervlakte verrekend) ligt deze optimaal rond 10 kilopascal (kPa) bij correcte positionering¹⁰.

Wanneer bij toenemende compressie de borstdikte niet meer afneemt, biedt verdere compressie geen meerwaarde⁵⁷.

Suboptimaal

De compressiekracht is te laag maar de afbeelding is voldoende scherp voor beoordeling en het weefsel is voldoende uitgespreid.

Of de compressiekracht is te hoog en heeft mogelijk extra ongemak veroorzaakt.

Onvoldoende

De compressiekracht is te laag en de afbeelding is algemeen of gelokaliseerd wazig of vertoont storende overlap in het borstklierweefsel.

Hernemen van het beeld

Bij een algemeen of gelokaliseerd wazig beeld en/of storende overlap is het hernemen van het beeld geadviseerd.

Impactfactor van dit criterium ★★★★★☆ (3,74)

Tips en tricks

- Bespreek duidelijk het belang van compressie met de dame (beter beeld en lagere dosis) en peil naar de gevoeligheid van de borsten¹⁶.
- Zorg voor correcte positionering: plooiën en ongelijke uitspreiding van de borst geven meer pijn tijdens compressie en geven een ongelijk verdeelde compressiedruk^{16,47}.
- Het voldoende hoog instellen van de detectorplaat (tot 1-2 centimeter boven de borstbuikovergang) bij CC geeft een betere verdeling van de druk tussen compressie- en detectorplaat en een gelijkmatiger verdeling van druk over de borst met minder pijnklachten^{10,53}. Zorg wel dat het achterste-onderste deel van de borst voldoende in beeld wordt gebracht en de tepel niet naar beneden kantelt.
- Ook bij MLO is het belangrijk dat de detector op de juiste hoogte ingesteld wordt. Bij het te hoog instellen van de detectorplaat loopt de compressieplaat vast op de stevige pectoralisspier of de arm, wat aanleiding kan geven tot onvoldoende en ongelijke compressie ter hoogte van de andere delen van de borst¹⁶.
- Zorg ervoor dat de compressiekracht geleidelijk wordt opgebouwd^{16,47}.
- Vraag regelmatig feedback van de dame en stop indien zij geen verdere compressie verdraagt^{16,47}.
- Indien goede compressie niet mogelijk is, vraag aan de dame om niet meer te bewegen en niet meer te ademen tijdens de beeldvorming, dit kan de beeldscherpte verbeteren⁹.
- Adviseer bij premenopauzale vrouwen met gevoelige borsten om beelden een week na de menstruatie te nemen¹⁶.
- Eventueel kan het innemen van paracetamol een half uur voor de beeldvorming overwogen worden¹⁶.
- Bij schaafwonden, huidscheurtjes of andere huidletsels kan de dame meer pijn ervaren of kan de huidproblematiek verergeren door compressie. Geef dan de keuze om de mammografie uit te stellen¹⁸.
- Houd de dalende borstdikte in het oog, indien deze niet of nauwelijks meer afneemt, stop dan de compressie⁵⁷.
- Te hoge compressie kan ook aanleiding geven tot minder goede beeldinterpretatie, mogelijks omdat tumorale massa's of architecturale veranderingen minder goed te onderscheiden zijn^{37,52,71}.
- Bevraag de aanwezigheid van prothesen en medische implantaten. Deze kunnen de compressie onaangener maken en brengen een minimaal risico op beschadiging of verplaatsing van de prothese of het implantaat met zich mee. Bouw de compressiekracht geleidelijk op tot de borst klemvast zit en houd rekening met eventuele angst en de draagkracht van de dame. Vraag tijdens het nemen van het beeld om niet te ademen of te bewegen, zodat bewegingsonscherpte beperkt blijft bij de lagere compressiekracht.
- Sommige mammografen hebben een afstandsbediening om compressie te regelen. Hiermee kan, indien gewenst, de vrouw zelf de compressiekracht bepalen nadat de beeldvormer de eerste 40 tot 60 newton heeft toegediend. Uit studies blijkt dat de meeste vrouwen hogere compressiekracht verdragen als ze deze zelf mogen instellen²⁴.
- Kijk na welke de maximale compressiekracht is bij de mammograaf. Deze staat ideaal op 200 newton of meer ingesteld^{10,16}.

19. De identificatie van de beelden is volledig en correct

Rationale

Volledige en correcte identificatie van de beelden zorgt ervoor dat het mammogram en de bijhorende diagnose aan de juiste persoon en de juiste borst worden toegekend. Het mammogram kan in de toekomst makkelijk teruggevonden of opgevraagd worden voor vergelijking.

Goed

De identificatie van beelden is volledig en correct en omvat minimaal:

1. Voor- en achternaam van de patiënt^{6,25,47}
2. Geboortedatum^{6,25,47}
3. Aanvullende identificatiegegevens, vb. rijksregisternummer en persoonlijke code^{6,19}
4. Datum en tijdstip van het onderzoek^{6,25,47}
5. Aanduiding van linker- of rechterborst^{6,25,47}
6. Type beeld: craniocaudaal, mediolateraal oblique of alternatieve beelden^{6,25,47}

Aanvullende gegevens die beschikbaar moeten zijn, maar niet noodzakelijk op/bij het beeld zelf:

7. Opnameparameters: target-filtercombinatie, kilovolt (kV), milliampère x seconde (mAs), bestralingstijd^{6,25}
8. Compressiekracht (newton) en borstdikte bij compressie (millimeter)^{6,10}
9. Bijzondere positioneringskenmerken, bijvoorbeeld de draaihoek van de detectorplaat bij MLO^{16,25}
10. Stralingsdosis (milligray) of andere parameters die de stralingsdosis schatten⁶
11. Plaats waar het onderzoek is uitgevoerd^{6,25}
12. Identificatie van de beeldvormer⁶ (BIC of beeldvormer-identificatiecode)¹⁹

De gegevens verhullen of bedekken geen enkel deel van de te beoordelen structuren^{6,25,47}.

Suboptimaal

Eén of meer van bovenstaand beschreven gegevens ontbreken of zijn incorrect, maar er zijn voldoende gegevens aanwezig om de dame correct te identificeren en het beeld correct te interpreteren^{6,21,47}. Vul indien mogelijk ontbrekende gegevens aan.

Onvoldoende

Beelden dienen enkel hernomen te worden indien de beelden van de dame niet terug te vinden zijn of niet correct te interpreteren zijn door foutieve, storende of afwezige labels²¹.

Impactfactor van dit criterium ★★★★★☆ (3.83)

Tips en tricks

- Vraag steeds de naam én geboortedatum na van de dame voor je start en controleer deze met de geregistreerde gegevens.

- Hou een bepaalde volgorde aan, bijvoorbeeld eerst rechter CC, daarna linker CC, daarna rechter MLO en daarna linker MLO en kijk na of de beelden ook zo digitaal geregistreerd staan.
- Vergeet niet om bijzondere instellingen of positionering te noteren^{16,25}.
- Indien alternatieve beeldvorming werd gebruikt, duid de correcte incidentie aan, bijvoorbeeld NP voor tepelopname, XCCL voor een extralaterale craniocaudale opname, ...

Literatuurlijst

1. Belgian Cancer Registry statistics and tables on annual basis. Accessed 7 November, 2023.
https://kankerregister.org/Statistieken_tabellen_jaarbasis
2. Caswell-Jin JL, Sun LP, Munoz D, et al. Analysis of breast cancer mortality in the US—1975 to 2019. *Jama*. 2024;331(3):233–241.
3. De Troeyer K, Silversmit G, Rosskamp M, et al. The effect of the Flemish breast cancer screening program on breast cancer-specific mortality: a case-referent study. *Cancer epidemiology*. 2023;82:102320.
4. Lauby-Secretan B, Scoccianti C, Loomis D, et al. Breast-cancer screening—viewpoint of the IARC Working Group. *New England journal of medicine*. 2015;372(24):2353–2358.
5. Sardanelli F, Aase HS, Álvarez M, et al. Position paper on screening for breast cancer by the European Society of Breast Imaging (EUSOBI) and 30 national breast radiology bodies from Austria, Belgium, Bosnia and Herzegovina, Bulgaria, Croatia, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Israel, Lithuania, Moldova, The Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Romania, Serbia, Slovakia, Spain, Sweden, Switzerland and Turkey. *European radiology*. 2017;27(7):2737–2743.
6. European breast cancer guidelines. Organisation of screening programme. (Publications Office of the European Union)
7. Guertin M-H, Théberge I, Dufresne M-P, et al. Clinical image quality in daily practice of breast cancer mammography screening. *Canadian Association of Radiologists Journal*. 2014;65(3):199–206. doi:<https://doi.org/10.1016/j.carj.2014.02.001>
8. Guertin M-H, Théberge I, Zomahoun HTV, Dufresne M-P, Pelletier É, Brisson J. Mammography clinical image quality and the false positive rate in a Canadian breast cancer screening program. *Canadian Association of Radiologists Journal*. 2018;69(2):169–175. doi:<https://doi.org/10.1016/j.carj.2017.12.003>
9. Vandendaele L, Jidkova S, Van Herck K, Kimpe T, Verschuere V. In-depth Retrospective Review of Originally Negative Screening Mammograms from Women with Confirmed Breast Cancer. *Journal of the Belgian Society of Radiology*. 2022;106(1)
10. Mercer C. HP, & Kelly J. Digital mammography: A holistic approach. Second edition ed. Springer Nature; 2022.
11. EUROPEAN QUALITY ASSURANCE SCHEME FOR BREAST CANCER SERVICES Training Template for Digital Breast Cancer Screening (Publications Office of the European Union) (2021).
12. Mercieca N, Portelli JL, Jadva-Patel H. Mammographic image reject rate analysis and cause—a National Maltese Study. *Radiography*. 2017;23(1):25–31. doi:<https://doi.org/10.1016/j.radi.2016.07.004>
13. Boyce M, Gullien R, Parashar D, Taylor K. Comparing the use and interpretation of PGMI scoring to assess the technical quality of screening mammograms in the UK and Norway. *Radiography*. 2015;21(4):342–347. doi:<https://doi.org/10.1016/j.radi.2015.05.006>
14. Hill C, Robinson L. Mammography image assessment; validity and reliability of current scheme. *Radiography*. 2015;21(4):304–307. doi:<https://doi.org/10.1016/j.radi.2015.07.005>
15. Whelehan P, Nelson D, Berry R. Pain and Discomfort in Mammography. *Digital Mammography: A Holistic Approach*. Springer; 2022:177–183.
16. van Landsveld-Verhoeven C. The right focus: manual on mammography positioning technique. LRCB; 2015.
17. BreastScreen Aotearoa National Policy and Quality Standards. (Ministry of Health.) (2013).
18. Guidelines for Quality Assurance in Mammography Screening (National Screening Service Dublin, Ireland) (2015).
19. Draaiboek bevolkingsonderzoeken naar kanker (Agentschap Zorg en Gezondheid, in samenwerking met het Centrum voor Kankeropsporing (CvKO) en na advies van de Vlaamse werkgroep) (2019).
20. Heracles aanvraagformulier screeningsmammografie en tweede lezer. . Agentschap Zorg en Gezondheid, in samenwerking met het Centrum voor Kankeropsporing (CvKO).
<https://borstkanker.bevolkingsonderzoek.be/sites/default/files/2022-03/Registratieformulier%20voor%20screeningsmammografie%20-1ste%20lezing.pdf>
21. BreastScreen Australia National Accreditation Standards (Commonwealth of Australia Printing Press) (2022).

22. Volpara Lab User Guide (Volpara Health Technologies Ltd) (2023).
23. U.S. Food and Drug Administration. Breast implants. Accessed January 3, 2026. <https://www.fda.gov/medical-devices/implants-and-prosthetics/breast-implants>
24. Alukić E, Homar K, Pavić M, Žibert J, Mekiš N. The impact of subjective image quality evaluation in mammography. *Radiography*. 2023;29(3):526–532. doi:<https://doi.org/10.1016/j.radi.2023.02.025>
25. CAR practice guidelines and technical standards for breast imaging and intervention (2016).
26. Ayyala RS, Chorlton M, Behrman RH, Kornguth PJ, Slanetz PJ. Digital mammographic artifacts on full-field systems: what are they and how do I fix them? *Radiographics*. 2008;28(7):1999–2008. doi:<https://pubs.rsna.org/doi/abs/10.1148/rq.287085053>
27. Bedene A, Alukic E, Žibert J, Mekiš N. Mediolateral oblique projection in mammography: use of different angulation for patients with different thorax anatomies. *Journal of Health Sciences*. 2019;9(1):40–45. doi:<https://doi.org/10.17532/jhsci.2019.854>
28. Berns Eric A, Butler Priscilla F., et al. *Digital Mammography Quality Control Manual*. American College of Radiology; 2018.
29. Boita J, Bolejko A, Zackrisson S, et al. Development and content validity evaluation of a candidate instrument to assess image quality in digital mammography: A mixed-method study. *European Journal of Radiology*. 2021;134:109464. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2020.109464>
30. Branderhorst W, de Groot JE, Highnam R, et al. Mammographic compression—a need for mechanical standardization. *European journal of radiology*. 2015;84(4):596–602. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2014.12.012>
31. de Groot JE, Broeders MJ, Branderhorst W, den Heeten GJ, Grimbergen CA. A novel approach to mammographic breast compression: Improved standardization and reduced discomfort by controlling pressure instead of force. *Med Phys*. Aug 2013;40(8):081901. doi:10.1118/1.4812418
32. Dumky H, Leifland K, Fridell K. The art of mammography with respect to positioning and compression—a Swedish perspective. *Journal of Radiology Nursing*. 2018;37(1):41–48. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jradnu.2017.11.006>
33. Eklund GW, Cardenosa G, Parsons W. Assessing adequacy of mammographic image quality. *Radiology*. Feb 1994;190(2):297–307. doi:10.1148/radiology.190.2.8284372
34. Entz K, Sommer A, Heindel W, Lenzen H. Relationship between detector size and the need for extra images and their effect on radiation exposure in digital mammography screening. *Rofo*. Sep 2014;186(9):868–75. doi:10.1055/s-0033-1356429
35. Falcon S, Funaro K, Williams A, Niell BL. Effect of the EQUIP initiative on additional images performed at screening mammography: a pilot study. *Clinical imaging*. May 2021;73:13–17. doi:10.1016/j.clinimag.2020.11.036
36. FANC. Mammografie. Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle. Accessed 7 November, 2023. <https://fanc.fgov.be/nl/professionelen/medische-professionelen/radiologische-toepassingen/dm/mammografie>
37. Holland K, Sechopoulos I, Mann RM, den Heeten GJ, van Gils CH, Karssemeijer N. Influence of breast compression pressure on the performance of population-based mammography screening. *Breast Cancer Res*. Nov 28 2017;19(1):126. doi:10.1186/s13058-017-0917-3
38. Huppe AI, Overman KL, Gatewood JB, Hill JD, Miller LC, Inciardi MF. Mammography positioning standards in the digital era: is the status quo acceptable? *AJR Am J Roentgenol*. 2017;209(6):1419–1425. doi:<https://doi.org/10.2214/AJR.16.17522>
39. ICRP. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. . *ICRP Publication 103 Ann* 2007;37((2-4))
40. Johnston Lisa HR. *TruPGMI: AI for mammography quality improvement, white paper*. Volpara Health Technologies Ltd; 2022.
41. Kankeropsporing Cv, <https://borstkanker.bevolkingsonderzoek.be/nl>. Bevolkingsonderzoek Borstkanker. . Accessed Juni 13, 2025. <https://borstkanker.bevolkingsonderzoek.be/nl>
42. Lau S, Abdul Aziz YF, Ng KH. Mammographic compression in Asian women. *PLoS one*. 2017;12(4):e0175781. doi:10.1371/journal.pone.0175781
43. Li Y, Poulos A, McLean D, Rickard M. A review of methods of clinical image quality evaluation in mammography. Article. *European Journal of Radiology*. 2010;74(3):e122–e131. doi:10.1016/j.ejrad.2009.04.069

44. Moshina N, Björnson EW, Holen Å S, et al. Standardised or individualised X-ray tube angle for mediolateral oblique projection in digital mammography? *Radiography (Lond)*. Aug 2022;28(3):772–778. doi:10.1016/j.radi.2022.03.002
45. Narayan AK, Al-Naemi H, Aly A, et al. Breast cancer detection in Qatar: Evaluation of mammography image quality using a standardized assessment tool. Article. *Meme Sagligi Dergisi / Journal of Breast Health*. 2020;16(2):124–128. doi:10.5152/ejbh.2020.5115
46. Nassar J, Rizk C, Fares G, Tohme C, Braidy C, Farah J. Clinical image quality assessment and mean glandular dose for full field digital mammography. Article in Press. *J Radiol Prot*. 2024;doi:10.1088/1361-6498/ad1cd4
47. Guidance for breast screening mammographers (2020).
48. Perry N, Broeders MJ, de Wolf C, Törnberg S, Holland R, von Karsa L. *European guidelines for quality assurance in breast cancer screening and diagnosis*. 4th edn. ed. European Union Publications Office; 2006. <http://www.euref.org/european-guidelines>
49. Richli Meystre N, Henner A, Sà dos Reis C, et al. Characterization of radiographers' mammography practice in five European countries: a pilot study. *Insights into imaging*. 2019;10(1):1–11. doi:<https://doi.org/10.1186/s13244-019-0711-0>
50. Rouette J, Elfassy N, Bouganin M, Yin H, Lasry N, Azoulay L. Evaluation of the quality of mammographic breast positioning: a quality improvement study. *Canadian Medical Association Open Access Journal*. 2021;9(2):E607–E612. doi:<https://doi.org/10.9778/cmajo.20200211>
51. Saunders RS, Jr., Baker JA, DeLong DM, Johnson JP, Samei E. Does image quality matter? Impact of resolution and noise on mammographic task performance. *Med Phys*. Oct 2007;34(10):3971–81. doi:10.1118/1.2776253
52. Serwan E, Matthews D, Davies J, Chau M. Mammographic compression practices of force- and pressure-standardisation protocol: A scoping review. Review. *Journal of Medical Radiation Sciences*. 2020;67(3):233–242. doi:10.1002/jmrs.400
53. Smith H, Szczepura K, Mercer C, Maxwell A, Hogg P. Does elevating image receptor increase breast receptor footprint and improve pressure balance? *Radiography*. 2015;21(4):359–363. doi:<https://doi.org/10.1016/j.radi.2015.02.001>
54. Spuur K, Hung WT, Poulos A, Rickard M. Mammography image quality: model for predicting compliance with posterior nipple line criterion. *European journal of radiology*. Dec 2011;80(3):713–8. doi:10.1016/j.ejrad.2010.06.026
55. Spuur K, Webb J, Poulos A, Nielsen S, Robinson W. Mammography image quality and evidence based practice: Analysis of the demonstration of the inframammary angle in the digital setting. Article. *European Journal of Radiology*. 2018;100:76–84. doi:10.1016/j.ejrad.2018.01.004
56. Strohbach J, Wilkinson JM, Spuur KM. Full-field digital mammography: the '30% rule' and influences on visualisation of the pectoralis major muscle on the craniocaudal view of the breast. *Journal of Medical Radiation Sciences*. Sep 2020;67(3):177–184. doi:10.1002/jmrs.404
57. Suliman NIN, Supar R, Sharip H. Effect of compressed breast thickness on average glandular dose (AGD) during screening mammography using full-field digital mammography (FFDM). *Journal of Academia*. 2020;8(1):34–44.
58. Sweeney RJL, Lewis SJ, Hogg P, McEntee MF. A review of mammographic positioning image quality criteria for the craniocaudal projection. Review. *British Journal of Radiology*. 2018;91(1082)doi:10.1259/bjr.20170611
59. Taylor K, Parashar D, Bouverat G, et al. Mammographic image quality in relation to positioning of the breast: A multicentre international evaluation of the assessment systems currently used, to provide an evidence base for establishing a standardised method of assessment. *Radiography (Lond)*. Nov 2017;23(4):343–349. doi:10.1016/j.radi.2017.03.004
60. Wadden NA, Hapgood C. Canadian association of radiologists mammography accreditation program—clinical image assessment. *Canadian Association of Radiologists Journal*. 2022;73(1):157–163. doi:<https://doi.org/10.1177/08465371211025195>
61. Whelehan P, Pampaka M, Boyd J, Armstrong S, Evans A, Ozakinci G. Development and validation of a novel measure of adverse patient positioning in mammography. Article. *European Journal of Radiology*. 2021;140doi:<https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2021.109747>
62. Choi JJ, Kim SH, Kang BJ, Choi BG, Song B, Jung H. Mammographic artifacts on full-field digital mammography. *Journal of digital imaging*. Apr 2014;27(2):231–6. doi:10.1007/s10278-013-9641-4
63. Jayadevan R, Armada MJ, Shaheen R, Mulcahy C, Slanetz PJ. Optimizing Digital Mammographic Image Quality for Full-Field Digital Detectors: Artifacts Encountered during the QC Process. *Radiographics : a review publication of the Radiological Society of North America, Inc*. Nov–Dec 2015;35(7):2080–9. doi:10.1148/rg.2015150036

64. Sá dos Reis C, Pascoal A, Radu L, de Oliveira MF, Alves J. Overview of the radiographers' practice in 65 healthcare centers using digital mammography systems in Portugal. *Insights into imaging*. 2017;8(3):345–355. doi:<https://doi.org/10.1007/s13244-017-0550-9>
65. Waade GG, Danielsen AS, Holen ÅS, et al. Assessment of breast positioning criteria in mammographic screening: agreement between artificial intelligence software and radiographers. *Journal of Medical Screening*. 2021;28(4):448–455. doi:<https://doi.org/10.1177/0969141321998718>
66. Geiser WR, Haygood TM, Santiago L, Stephens T, Thames D, Whitman GJ. Challenges in mammography: Part 1, artifacts in digital mammography. Review. *American Journal of Roentgenology*. 2011;197(6):W1023–W1030. doi:10.2214/AJR.10.7246
67. Vandendaele L, De Visschere PJ, van Gorp M, Hendrickx S, Van Herck K, Goossens M, Wallaert S, Van Ongeval C, Bosmans H, Cockmartin L. *Report on Image Quality Assessment in breast cancer Screening. Selection of image quality criteria by Delphi methodology*. 2024.
68. Vandendaele L, Hendrickx S, Wallaert S, Cockmartin L, van Gorp M, Goossens MM, Van Herck K, Van Ongeval C, De Visschere PJ. *Report: Image quality assessment of digital mammograms using a predefined standardized image quality assessment list and automated positioning evaluation software*. 2026.
69. 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. *European radiology*. 2015;25(11):3322–3327.
70. Sun EX, Shi J, Mandell JC. *Core Radiology: A Visual Approach to Diagnostic Imaging*. 2nd edition ed. Cambridge University Press; 2021.
71. Moshina N, Sebuødegård S, Hofvind S. Is breast compression associated with breast cancer detection and other early performance measures in a population-based breast cancer screening program? *Breast Cancer Research and Treatment*. 2017;163:605–613. doi:<https://doi.org/10.1007/s10549-017-4214-8>
72. Instituut voor de Nederlandse Taal. Pinkhof Geneeskundig woordenboek. Accessed 12 June, 2025. <https://pinkhof.ivdnt.org>
73. Bushong SC. Radiologic Science for Technologists: Physics, Biology, and Protection. 10th ed. ed. Elsevier Mosby 2013.
74. Van Dald Uitgevers. Van Dale Online woordenboek. Accessed June 13, 2025. <https://www.vandale.nl>
75. Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle. FANC. Fysische controle. Accessed June 13, 2025. <https://fanc.fgov.be/nl/professionals/fysische-controle>
76. Martini FH, & Bartholomew, E. F. *Anatomie en fysiologie: Een inleiding*. 6th ed. Pearson Benelux.; 2017.
77. National Cancer Institute. NCI Dictionary of Cancer Terms. Department of Health and Human Services, National Institutes of Health. Accessed January, 2026. <https://www.cancer.gov/publications/dictionaries/cancer-terms>

Bijlagen

1. Verklarende woordenlijst*

alternatieve opnames	indien CC of MLO niet volstaan om de borst volledig en/of duidelijk af te beelden kunnen enkele alternatieve (= andere) opnames gebruikt worden, zoals Eklund opname, tepelopname, extra-laterale craniocaudale opname, enz... ^{10,16}
anode	positieve pool, van bijvoorbeeld een röntgenbuis ⁷² . Bij het botsen van elektronen op de anode worden röntgenstralen gevormd ⁷³ .
anterior	aan de voorzijde of voorwand, vooraan ⁷² .
antistrooistralenrooster	rooster net boven de detectorplaat dat schuin invallende stroostraling tegenhoudt. Dit rooster is vaak bewegend, onder meer om geen roostertekening achter te laten op het beeld ⁷³ .
architectuur	structurele rangschikking van cellen en weefsel in een orgaan ⁷² .
artefact	vertekend waargenomen beeld ⁷² . Onbedoelde onvolkomenheden in de afbeelding.
AEC	Automatic exposure control system of systeem dat automatisch de anode/filter-combinatie, buisspanning en buislading kiest voor de beeldvorming als functie van dikte en samenstelling van de borst. Het systeem baseert zich op de gegevens die het ontvangt na een korte vooraf-bestraling in combinatie met de gecomprimeerde borstdikte-indicatie ¹⁰ .
ARI-procedure	procedure van Aanmaning, Remediëring en Intrekken van de licentie die gestart wordt indien de kwaliteitsnormen niet gehaald worden bij screening via mammografie ¹⁹ .
axillary tail opname	röntgenopname die gebruikt wordt om de okseluitloper van het borstklierweefsel beter in beeld te brengen ¹⁶ .
beeldcontrast	of contrastresolutie is het vermogen om de verschillende structuren in de borst duidelijk weer te geven in verschillende grijswaarden ¹⁰ .
beeldscherpte	of spatiële of ruimtelijke resolutie is het vermogen om onderscheid te maken tussen twee zeer kleine objecten die naast elkaar liggen en ze te zien als afzonderlijke objecten ¹⁰ .
bewegingsonscherpte	veralgemeend of gedeeltelijk wazig beeld door bewegen van het object tijdens de beeldvorming. Bij mammografie gaat het over beweging van de borst tijdens de bestraling ¹⁰ .
blooming	witte vlekken in het beeld doordat pixels onvolledig ontladen zijn van de vorige keer ¹⁶ .
borstkankerscreening	onderzoek voor detectie van een (asymptomatische) borstkanker om deze zo in een vroeg stadium beter te kunnen behandelen ⁷² . Hierbij worden in Vlaanderen vrouwen tussen 50 en 70 jaar om de twee jaar uitgenodigd voor een mammografie ⁴¹ .
buislading	het product van de hoeveelheid elektronen die gegenereerd worden in de kathode met de duur van bestraling. Deze wordt uitgedrukt in 'milliampère x seconden' of mAs ⁷³ .
buisspanning	het verschil in elektrisch potentiaal tussen kathode en anode. Dit bepaalt de snelheid waarmee de elektronen tegen de anode botsen en daarmee de energie of het

penetrerend vermogen van de stralen (en voor een stukje ook de hoeveelheid straling) die in de anode gegenereerd wordt. Deze wordt uitgedrukt in kilovolt of kV⁷³.

buisstroom	de hoeveelheid elektronen die zich van de gloeidraad (kathode) naar de anode in de röntgenbuis verplaatsen ⁷³ .
calcificatie	kalkneerslag buiten het skelet, zoals in bloedvaten, klierweefsel ⁷² ...
caudaal	aan de kant van de staart, aan de onderzijde van de romp, in tegenstelling tot craniaal ⁷⁴ .
caudocraniale opname	een beeldopname waarbij de detector aan het hoofduiteinde staat en de röntgenbuis onder de borst. De stralen lopen van voeten richting hoofd. Wordt ook 'from below' of FB genoemd ¹⁶ .
clavicula	sleutelbeen, het verbindt het schouderblad met het borstbeen ⁷² .
collimator	het deel van de röntgenbuis waarbij door middel van een diafragma de grootte van het stralenveld en het lichtvizier wordt bepaald.
compressiedruk	compressiedruk (kPa) is de compressiekracht (daN) gedeeld door de gecompriëerde borstopervlakte (dm ²) ¹⁰ .
compressiekracht	dit is de kracht waarmee de compressieplaat de borst tegen de detector samendrukt. De eenheid is Newton ¹⁰ .
compressieplaat	dit is de plaat waarmee de borst tegen de detector wordt gedrukt. Hiervan bestaan verschillende groottes en vormen ¹⁰ .
concaaf	hol ⁷² .
consensus	overeenstemming van mening, eensgezindheid ⁷⁴ .
contrastresolutie	is het vermogen om de verschillende structuren in de borst duidelijk weer te geven in verschillende grijswaarden ¹⁰ .
convex	bol ⁷² .
Cooperse ligamenten	een netwerk van ligamenten dat instaat voor de vorm van de borst. Ze worden ook ligamenta suspensoria mammaria genoemd en lopen van de pectoralisspier naar de huid ⁷² .
craniaal	aan of naar de kant van de schedel, in tegenstelling tot 'caudaal' ⁷² .
craniocaudale opname	een beeldopname waarbij de röntgenbuis aan het hoofduiteinde staat en de detector meer naar het voet- of (staart)uiteinde. De stralen lopen van hoofd richting voeten ¹⁶ .
curvatuur	kromming ⁷² , boog of bochtje.
cysteuze borstaandoening	of fibrocysteuze mastopathie is een goedaardige aandoening waarbij meerdere cysten (holtes gevuld met vocht) gevormd worden in de borsten, dit gaat vaak gepaard met littekenvorming en verhardingen ⁷² .
detectorplaat	plaat waarin de hoeveelheid invallende straling kan gemeten worden per oppervlakte-deeltje van de plaat, vaak door het omzetten van straling naar een elektrisch signaal ⁷² . Via verdere verwerkingssoftware kan het elektrisch signaal omgezet worden naar beeld ¹⁰ .
Eklund opname	deze opname wordt gebruikt bij borstprothesen die correcte compressie bemoeilijken. Bij deze opname wordt de prothese voorzichtig zo ver mogelijk naar de borstkas

verplaatst en wordt enkel het gedeelte vóór de prothese gecomprimeerd en in beeld gebracht¹⁶.

Extra-laterale craniocaudale opname	een craniocaudale opname, waarbij de focus op het laterale deel van de borst ligt ¹⁰ .
Extra-mediale craniocaudale opname	een craniocaudale opname, waarbij de focus op het mediale deel van de borst ligt ¹⁰ .
fibroglandulair weefsel	weefsel dat bestaat uit een combinatie van klierweefsel en bindweefsel ⁷² .
filter	een plaat in de röntgenbuis die ervoor zorgt dat enkel stralen met de gewenste energie doorgelaten worden, hiermee verlaagt de hoeveelheid schadelijke straling en verbetert het contrast ¹⁰ .
from below opname	of caudocraniale opname: een beeldopname waarbij de detector aan het hoofduiteinde staat en de röntgenbuis onder de borst. De stralen lopen van voeten richting hoofd ¹⁶ .
frozen shoulder	verdikking en vernauwing van het kapsel van de schouder, waardoor de functie van het schouderbovenarmgewricht beperkt wordt ⁷² .
fysisch-technische controle	is het geheel van maatregelen die een vergunninghouder neemt om te controleren of bevolking, werknemers en milieu afdoende beschermd zijn tegen het gevaar van ioniserende stralingen ⁷⁵ .
ghost-beelden	restbeeld van één of meerdere vorige opnames, zichtbaar in de huidige opname ¹⁶ .
hardware	de elektronische en mechanische delen in en om een computersysteem ⁷⁴ , onder andere het werkstation met beeldscherm, mammograaf ...
huidknik	knik in de huid ter hoogte van de overgang van borst naar schouder ¹⁶ .
humeruskop	de gewrichtsbol waarmee de opperarm (= humerus) beweegt in de gewrichtskom van de schouder ⁷⁶ .
implantaat in de borst	structuur of weefsel dat in de borst wordt ingebracht, waardoor men het borstvolume kan vergroten. Dit kan om cosmetische redenen of na heelkundig verwijderen van een ziek deel van de borst ²³ . Ook prothese genoemd.
inferior	lager ⁷² , onderste deel.
inframammaire plooï	plooï onder de borst ⁷² , overgang van de borst naar de buik.
intervalkanker	(borst)kanker die wordt ontdekt tussen twee screeningsonderzoeken in ⁷²
kathode	negatieve pool, van bijvoorbeeld een röntgenbuis ⁷² . Hier situeert zich de gloeidraad waarin vrije elektronen worden geproduceerd ⁷³ .
kyfose	kromming van de wervelkolom die langs de buikkant hol is en langs de rugkant bol. Bij een te sterke kyfose ter hoogte van de bovenrug, spreekt men ook van een bochel ⁷² .
lateraal	aan de zijkant, zijdelings, opzij, naar opzij ⁷² .
lateromediale opname	röntgenopname van de borst waarbij de stralen van de zijkant van het lichaam naar het middendeel van het lichaam gaan. De detector staat hierbij meestal verticaal ter hoogte van het sternum of borstbeen ¹⁶ .
lichtvizier	licht dat op de detectorplaat schijnt en aangeeft waar het bestralingsveld gesitueerd is ⁷³ .

luchtprojectie	door de anatomie van de dame, door ziekte of door minder goed positioneren van de dame kunnen tussen de borst/oksel en de detectorplaat luchtbubbels of luchtspleten ontstaan. Deze kunnen op het röntgenbeeld voor donkere zones zorgen die correcte beeldinterpretatie verhinderen.
mammograaf	toestel om röntgenbeelden te nemen van de borst ¹⁰ .
mammografie	radiologisch onderzoek van de borst ⁷² .
mediaal	gelegen nabij het midden of de middellijn van het lichaam ⁷² .
mediolateraal oblique opname	röntgenopname van de borst waarbij de stralen van middenboven naar beneden en de zijkant van het lichaam verlopen. De detector staat hierbij schuin tegen de buitenste zijkant van de borst ¹⁶ .
mediolaterale opname	röntgenopname van de borst waarbij de stralen van het middendeel van het lichaam naar de zijkant van het lichaam verlopen. De detector staat hierbij meestal verticaal tegen de zijkant van de borstkas ¹⁶ .
mozaïek opname	mozaïekopnames kunnen gebruikt worden bij volumineuze borsten. Hierbij wordt de borst in meerdere (licht overlappende) delen in beeld gebracht ¹⁶ .
negatieve stralingseffecten	blootstelling aan röntgenstralen kan voor gezondheidsschade zorgen. Het verhoogt onder meer de kans op het ontwikkelen van kanker op latere leeftijd ³⁹ .
overprojecterende delen	delen van weefsels die in dezelfde stralenrichting liggen, zijn op het beeld over elkaar heen afgebeeld. Overprojectie bemoeilijkt de interpretatie van beelden ⁷² .
pacemaker	implanteerbaar apparaat dat via elektrische prikkels aanleiding geeft tot spiercontractie, bijvoorbeeld ter hoogte van het hart ⁷² .
pathologie	ziekteleer ⁷⁴ .
pectoralisspier	borstspier ⁷² .
pectoralis-tepellijn	is de middellijn vertrekkende uit de tepel/huidovergang naar de achterkant van de borst, loodrecht op de pectoralisspier of als die niet zichtbaar is in CC loodrecht op de achterkant van het beeld ²¹ .
pectus excavatum	indeuking van de thorax ⁷² , trechterborst.
pixel	elk van de punten waaruit het beeld van de detectorplaat of van een beeldscherm is opgebouwd ⁷⁴ .
poortkatheter	hulpmiddel voor intraveneuze behandeling in diep gelegen venen, bestaande uit een onderhuids geïmplantéerd en door een siliconen-rubberen membraan afgesloten injectiekamer waarop een slangetje is aangesloten dat in de vene uitmondt ⁷² .
posterior	aan de achterzijde/-wand, achteraan ⁷² .
profiel	langs opzij bekeken ⁷⁴ .
prothese	een structuur die in de borst wordt ingebracht, waardoor men het borstvolume kan vergroten. Dit kan om cosmetische redenen of na heelkundig verwijderen van een ziek deel van de borst ²³ . Ook implantaat genoemd.
rationale	het idee achter of de reden voor een bepaalde handeling ⁷⁴ .
retro-areolair	voorste zone van de borst net achter de tepel ¹⁶ .

retroglandulair	de donkere, minder dense zone tussen het klierweefsel en de pectoralisspier (= retroglandulair vet) ¹⁶ .
röntgenbuis	een vacuümgetrokken, glazen omhulsel met daarin een kathode met gloeidraad, waar vrije elektronen worden gevormd, en de anode, een op enige afstand van de kathode geplaatste metalen plaat, waar bij inslag van de elektronen röntgenstralen worden gevormd ⁷² .
roostertekening	indien op de opname een ongewenste afbeelding van het antistroomrooster aanwezig is ⁷³ .
ruimtelijke resolutie	vermogen om onderscheid te maken tussen twee zeer kleine objecten die naast elkaar liggen en ze te zien als afzonderlijke objecten ¹⁰ .
ruis	een veralgemeend korrelig aspect van het beeld, waardoor beoordeling van het klierweefsel bemoeilijkt wordt. Ruis kan ontstaan door stroomstraling, lage buisstroom, detectorafwijkingen ... ⁷³
standaardopnames	bij een normale screening naar borstkanker via mammografie wordt per borst een craniocaudale opname (CC) en een mediolateraal oblique opname (MLO) genomen. CC en MLO zijn de standaardopnames ⁴¹ .
stralingsdosis	hoeveelheid ioniserende straling die per keer of per tijdseenheid wordt toegediend; een fysische grootheid die de geabsorbeerde energie per massa-eenheid aangeeft; de SI-eenheid is J/kg, die de speciale naam Gy (gray) heeft gekregen ⁷² .
stroomstraling	secundaire röntgenstraling die in willekeurige richting het bestraalde object verlaat; deze bestaat uit fotonen die na interactie met materie afbuigen en die met verminderde energie de materie weer verlaten ⁷² .
suboptimaal	de kwaliteit bereikt niet het best haalbare niveau, is nog net voldoende om beelden te beoordelen, maar er is zeker ruimte voor verbetering ⁹ .
superior	hoger, hoogste van twee ⁷² , bovenste deel.
target-filtercombinatie	door een correcte combinatie van het anodemateriaal (target) en het metalen venster waar röntgenstralen met ongunstig energetisch profiel worden geabsorbeerd (filter), krijgt men een selectie van röntgenstralen met een optimaal penetrerend vermogen ^{10,73} .
tepelopname	deze opname kan aanvullend gebruikt worden bij vrouwen waarbij de tepel moeilijk vrij en in profiel in beeld te krijgen is ^{10,16} . Hierbij wordt enkel van het voorste deel van de borst een beeld genomen, meestal met behulp van een kleinere compressieplaat.
thumbnail	als van de inframammaire plooï enkel een heel klein boogje te zien is ¹⁶ .
tumor	een weefselgezwel dat het gevolg is van celvergroting of celvermeerdering. Dit gezwel kan goedaardig of kwaadaardig zijn of een tussenvorm ⁷² .
vals-negatief screening resultaat	indien bij beoordelen van het screeningsbeeld een nochtans aanwezige kanker niet ontdekt werd ⁷⁷ .
vals-positief screening resultaat	indien bij beoordelen van het screeningsbeeld een verdachte afwijking gezien werd, maar bij verdere diagnostische uitwerking blijkt er toch geen kanker te zijn ⁷⁷ .
vibratie artefact	doordat het koelsysteem in de detector elektrische ontregeling veroorzaakt, krijgt men horizontale zwarte en witte lijnen ¹⁶ .

windowing	aanpassen van het grijswaardenbereik (contrast) van een digitaal beeld tijdens het beoordelen op het beeldscherm ¹⁰ .
------------------	--

* De definities zijn zo letterlijk mogelijk overgenomen uit de vermelde bron, met hier en daar een kleine aanpassing, verduidelijking of toepassingsvoorbeeld uit de mammografie.

2. De aanbevolen dosislimieten

Bij mammografie wordt de stralingsdosis als AGD (Average Glandular Dose) uitgedrukt. **DRL (P95)** staat voor diagnostisch referentieniveau: 95% van de beelden dienen zich onder deze dosis te situeren.

De **streefwaarde** wordt gedefinieerd als de haalbare waarde voor een standaard patiënt, bij gebruik van moderne beeldvormingstoestellen en een geoptimaliseerd acquisitieprotocol.

DRL's en streefwaarden **per gecomprimeerde borstdikte** staan hieronder vermeld en kunnen gebruikt worden voor optimalisatiedoeleinden.

Mammografie	AGD (mGy) per opname	
	DRL (P95)	Streefwaarde
Algemeen	2,0	1,4

Gecomprimeerde borstdikte (mm)	AGD (mGy) per opname	
	DRL (P95)	Streefwaarde
32	1,6	0,9
45	1,8	1,1
53	2,1	1,3
60	2,4	1,5
75	3,2	1,8
90	4,0	2,3

De tabellen en tekst zijn overgenomen van het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle (FANC)³⁶:

→ <https://fanc.fgov.be/nl/professionelen/medische-professionelen/radiologische-toepassingen/drn>

3. Beeldvorming, beeldverwerking en beeldpresentatie

De röntgenbuis

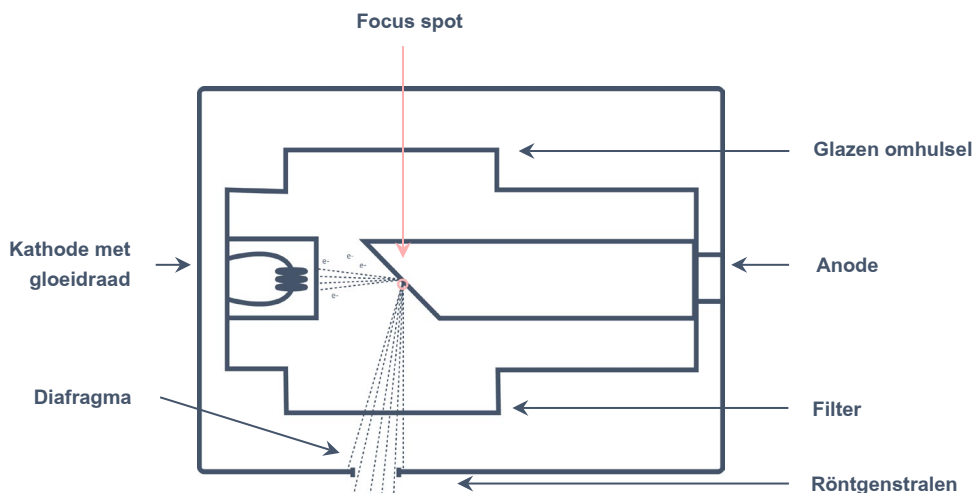
De buisstroom bepaalt hoeveel elektronen (e-) vrijkomen uit de gloeidraad en daarmee grotendeels ook de hoeveelheid straling. 'De hoeveelheid straling x de duur van bestraling' (= **buislading**) wordt uitgedrukt in 'milliampère x seconden' of **mAs**. Het is deze buisstroom die voornamelijk de stralingsdosis en ruis bepaalt: hoe hoger de mAs-waarde, hoe hoger de dosis. Bij zeer lage mAs-waarde is er meer ruis⁴⁷.

De **buisspanning** uitgedrukt in kilovolt of **kV** bepaalt de snelheid waarmee de elektronen tegen de anode botsen en daarmee de energie of het penetrerend vermogen van de stralen en voor een stukje ook de hoeveelheid straling. De buisspanning is de belangrijkste parameter voor contrast. Hoe hoger de kV-waarde, hoe minder contrast tussen de verschillende weefsels. Maar bij een wat hogere kV-waarde kan men door de extra hoeveelheid straling wel de mAs-waarde verlagen en hiermee de dosis verminderen. Een hogere buisspanning is ook nodig om door dichtere en dikkere borsten heen te geraken¹⁰.

De keuze van **anodemateriaal (target)** in de röntgenbuis bepaalt mee de dosis, contrast en ruis. Molybdeen als materiaal geeft een karakteristieke straling met wat lagere energie en is geschikt voor dunne borsten, rodium geeft karakteristieke straling die beter penetreert en wordt gebruikt bij wat dikkere borsten. In digitale mammografie, waar helderheid, contrast en ruis kunnen ingesteld worden tijdens de verwerking en beeldweergave, kan materiaal zoals wolfram gebruikt worden, deze geeft stralen met nog hogere energie. Hierbij kan de mAs-waarde stevig zakken, zodat de bestralingsdosis nog lager is¹⁰.

Correct gebruik van de **filter** zorgt ervoor dat enkel stralen met de gewenste energie doorgelaten worden (= versmalt het spectrum van stralen), hiermee verlaagt de hoeveelheid schadelijke straling en verbetert het contrast¹⁰.

Men kan de **focus spot** beschrijven als het gebied op de anode vanwaar de röntgenstralen vertrekken. Bij mammografie is de focus spot idealiter rond en met een zeer kleine diameter (0,1 tot 0,3 mm)⁷³. Dit om zo weinig mogelijk onscherpte te krijgen, voornamelijk aan de randen van het beeld. Bij vergrotingsbeelden van een letsel heeft men zeer scherpe beelden nodig, waarbij men kiest voor een diameter van 0,1 mm. In screening gebruikt men vaak een iets grotere focus spot.



De detector

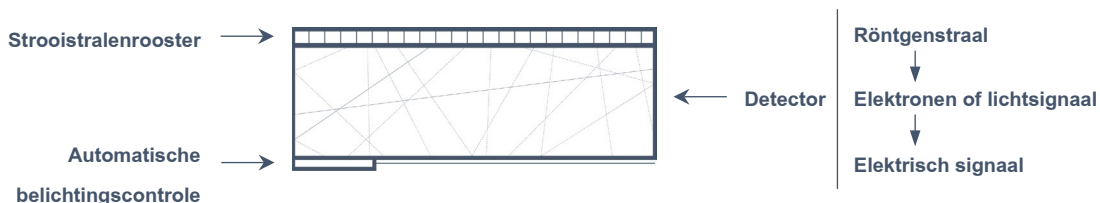
Bij digitale mammografie wordt de **röntgenstraal** opgevangen in een detector en omgezet in een **elektrisch signaal**. De hoeveelheid gevormd elektrisch signaal is in verhouding tot de hoeveelheid opgevangen röntgenstralen, waarbij er een grote gevoeligheid is voor minimale verschillen in röntgenstralen met als gevolg een grote variatie in verschillende elektrische signalen¹⁰.

Een detector is opgebouwd uit vele minidetectors (detectorpixels) dicht bij elkaar. Hoe kleiner deze minidetectors zijn, hoe beter de detector het onderscheid kan maken tussen twee structuren die zeer dicht bij elkaar liggen. Dit is bij mammografie erg belangrijk omdat men op zoek is naar heel kleine afwijkingen of veranderingen. Voor een mammografietoestel kiest men voor een afmeting van 0,05 - 0,1 mm per microdetector¹⁰.

De elektrische signalen van alle minidetectors worden via convertors omgezet in één **cijfer** per minidetector (pixelwaarde). Aan dit cijfer kan dan bij beeldweergave op het scherm een bepaalde grijswaarde/helderheid worden gegeven door een computer¹⁰. Om zo weinig mogelijk informatie te verliezen, worden beelden best op 100% resolutie bekeken: één pixel van de monitor komt dan overeen met één pixel van het beeld dat geregistreerd werd in één minidetector.

Vaak kan de schermweergave nog verder worden aangepast of geoptimaliseerd. Omdat er een erg grote variatie is aan cijfers en dus **grijswaarden en helderheid**, en doordat er in een beeld erg veel pixels zitten, kunnen contrast en helderheid aangepast worden en kunnen ook delen van het beeld vergroot worden. Dit op voorwaarde dat het scherm voldoende monitorpixels heeft (5-12 megapixels) en voldoende luminantie of lichtproductie (450 cd/m² of meer)¹⁰.

Boven op de detector ligt vaak een bewegend **strooistralenrooster** om stralen uit te filteren die een scheef traject zijn gaan volgen door botsing met weefsel⁷³.



4. Manuele instelling van buisspanning (kV), buislading (mAs) en anode/filtermateriaal

Welke kV-, mAs-instelling of anode-/filtermateriaal bij voorkeur gekozen wordt, wordt meestal bepaald op basis van borstdikte en densiteit door de **automatische belichting of exposure controle** (AEC). Een korte voorbestraling op de AEC vlak voor de definitieve bestraling meet hoe dicht de borst is. De borstdikte wordt gemeten via de afstand tussen compressie- en detectorplaat. Bij sommige borst-, huid- of andere aandoeningen is compressie niet mogelijk en is manuele instelling nodig. Ook kunnen borst- of andere implantaten, littekenweefsel of borstaandoeningen een correcte werking van de AEC verhinderen⁶⁴. Bij de recentere en meer gesofisticeerde AEC-systemen is zelden nog manuele instelling nodig.

Hieronder staan enkele voorbeelden voor manuele instelling van mAs en kV per borstdikte. Deze werden bepaald via beeldvorming op fantomen (Quality Control Centre, Universiteit Gent, Campus Proeftuin).

GE Senographe Essential

Gecompr. borstdikte	Anode/filter	Buis-spanning	Buis-lading
(mm)		(kV)	(mAs)
15-30	Mo/Mo	26	25
30-40	Mo/Rh	26	40
40-50	Rh/Rh	29	45
50-60	Rh/Rh	29	63
60-70	Rh/Rh	29	80
70-85	Rh/Rh	30	100
85-100	Rh/Rh	31	140

Siemens Mammomat Inspiration

Gecompr. borstdikte	Anode/filter	Buis-spanning	Buis-lading
(mm)		(kV)	(mAs)
15-30	W/Rh	26	32
30-40	W/Rh	27	50
40-50	W/Rh	28	71
50-60	W/Rh	29	80
60-70	W/Rh	30	100
70-85	W/Rh	31	140
85-100	W/Rh	32	180

Fujifilm Amulet S

Gecompr. borstdikte	Anode/filter	Buis-spanning	Buis-lading
(mm)		(kV)	(mAs)
15-30	W/Rh	26	40
30-40	W/Rh	27	63
40-50	W/Rh	28	80
50-60	W/Rh	29	100
60-70	W/Rh	30	110
70-85	W/Rh	31	140
85-100	W/Rh	32	220

Giotto Class

Gecompr. borstdikte	Anode/filter	Buis-spanning	Buis-lading
(mm)		(kV)	(mAs)
15-30	W/Ag	25	40
30-40	W/Ag	27	45
40-50	W/Ag	28	63
50-60	W/Ag	30	63
60-70	W/Ag	31	71
70-85	W/Ag	32	110
85-100	W/Ag	35	125

GE Senographe Pristina

Gecompr. borstdikte	Anode/ filter	Buis- spanning	Buis- lading
(mm)		(kV)	(mAs)
15-30	Mo/Mo	26	16
30-40	Mo/Mo	26	40
40-50	Rh/Ag	34	25
50-60	Rh/Ag	34	30
60-70	Rh/Ag	34	36
70-85	Rh/Ag	34	50
85-100	Rh/Ag	34	80

Hologic Dimensions

Gecompr. borstdikte	Anode/ filter	Buis- spanning	Buis- lading
(mm)		(kV)	(mAs)
15-30	W/Rh	25	50
30-40	W/Rh	27	63
40-50	W/Rh	28	90
50-60	W/Rh	30	110
60-70	W/Rh	31	140
70-85	W/Ag	31	140
85-100	W/Ag	34	120

Vaak zijn bij eerdere beelden reeds aangepaste compressie-, mAs- en kV-waarden beschikbaar. Bij een goede technisch-fysische beeldkwaliteit van de vorige beelden, gebruik van dezelfde mammograaf en bij een dame die weinig veranderd is in de tussentijd, kunnen deze waarden overgenomen worden.

5. ARI-procedure

Een beeldkwaliteit van 100 % is niet haalbaar bij vrouwen in de screeningsleeftijdsgroep (frozen shoulder, rug- of nekproblemen, borstaandoeningen, ...), daarom laten de Vlaamse richtlijnen een zekere marge toe van 'niet kwaliteitsvol'. Het percentage vrouwen met een screeningsmammografie van goede radiografische kwaliteit (voor tweede lezing aangeboden) dient wel ≥ 85 % te zijn. De beeldensets met als besluit "niet goed, maar kan niet beter" bijvoorbeeld door anatomie of ziekte van de vrouw worden hier meegerekend als "niet-goede" beelden.

Het aantal technisch niet-interpreteerbare beelden (= technical recall) of het percentage vrouwen dat om technische redenen opnieuw wordt opgeroepen om de screeningsmammografie te herhalen dient ≤ 3 % van de screeningsmammografieën te zijn (aanvaardbaar) en bij voorkeur ≤ 1 % van de screeningsmammografieën (wenselijk).

Indien deze normen niet gehaald worden, wordt een ARI-procedure opgestart. Hierbij wordt een Aanmaning gestuurd en bij blijvende kwaliteitsproblemen wordt deelname aan een Remediëringstraject gevraagd. Indien daarna de kwaliteitsproblemen persisteren kan een voornemen tot Intrekking van de erkenning worden opgestart¹⁹.

Het ARI-proces staat meer in detail beschreven in het Vlaams draaiboek bevolkingsonderzoeken naar kanker en in de Vlaamse Codex met de Besluiten van de Vlaamse Regering.

→ <https://borstkanker.bevolkingsonderzoek.be/nl/bk/draaiboek>

→ <https://codex.vlaanderen.be/Zoeken/Document.aspx?DID=1021797&param=inhoud>

Een screeningsmammografie op kwaliteit beoordelen is niet eenvoudig. Toch is het belangrijk dat dit op een correcte en uniforme manier gebeurt. Beelden van onvoldoende kwaliteit verhinderen een snelle detectie van kanker, verhogen het aantal intervalekankers of kunnen leiden tot vals-positieve resultaten. Onnodig beelden hernemen verhoogt de stralingsbelasting, kost en ongemak. Verder kan een beeldvormer pas verbeteren wanneer deze kan inschatten waar nog verbetering mogelijk is.

41 experts, waaronder mammo-radiologen en beeldvormer-instructeurs, hebben samen een consensus opgesteld over welke kwaliteitsparameters belangrijk zijn bij een screeningsmammografie en wanneer een beeld goed, suboptimaal of onvoldoende is. Deze handleiding is daar het resultaat van.

