



UMEÅ UNIVERSITY

Tennfilters påverkan på stråldos och bildkvalitet vid konventionella datortomografiundersökningar

Vad vet vi idag?

En kvantitativ litteraturstudie

Anna Engman

Pirkko Huotari

Examensarbete, 15hp

Röntgensjuksköterskeprogrammet, 180hp

VT 2026

Tennfilters påverkan på stråldos och bildkvalitet vid konventionella datortomografiundersökningar – Vad vet vi idag? En kvantitativ litteraturstudie.

Abstrakt

Bakgrund: Datortomografi är en komplex modalitet som avbildar kroppen. Filter kan användas för att sortera bort fotoner som endast ger stråldos. Röntgenstrålar är joniserande vilket innebär risker för stokastiska skador. Patienter har dock ingen dosgräns vilket sätter dem i en sårbar position. Röntgensjuksköterskor ska arbeta i enlighet med ALARA-principen för att minska stråldos samtidigt som diagnostisk bildkvalitet bibehålls.

Syfte: Syftet var att jämföra stråldos och bildkvalitet vid konventionell datortomografi med och utan tennfilter.

Metod: Kvantitativa artiklar söktes i Science direct, Scopus, Pubmed och Cinahl. Olika sökord såsom "ct" och "radiation dosage" användes för att söka artiklar. Urvalet skedde i fyra steg och genomgick en granskning med en granskningsmall. Åtta artiklar analyserades med en fyrstegsmetodik.

Resultat: Sju av åtta artiklar visade en statistisk signifikant minskning i minst en stråldosparameter vid användning av tennfilter. Bildkvalitetsparametrarna varierade – både statistiskt signifikant minskning och ökning, eller ingen signifikant skillnad. Subjektiv bildbedömning varierade men det diagnostiska värdet bibehölls.

Konklusion: Tennfilter kan minska stråldos signifikant samtidigt som det diagnostiska värdet behålls. Det kan vara ett användbart verktyg för röntgensjuksköterskor för att upprätthålla god patientsäkerhet samt minska risken för strålningsrelaterade skador.

Nyckelord: Bildkvalitet, datortomografi, patientsäkerhet, stråldos, tennfilter.

Tin filter's effect on radiation dose and image quality in conventional computed tomography – What do we know today? A quantitative literature study.

Abstract

Background: Computed tomography is a complex modality that images the body. Filters can be used to sort out photons that only provide radiation dose. X-rays are ionizing which means an increased risk of stochastic damages. Patients don't have a set limit for how much radiation they can receive, which puts them in a vulnerable position. Radiology nurses should work in accordance with the ALARA-principle to reduce radiation dosage whilst maintaining the diagnostic quality of the images.

Aim: The aim was to compare radiation dosage and image quality in conventional computed tomography with and without a tin filter.

Methods: Quantitative articles were searched in Science direct, Scopus, Pubmed and Cinahl. Keywords such as "ct" and "radiation dosage" were used to search for articles. The selection happened in four stages and were later quality-controlled with a quantitative checklist. Eight articles were analysed using a four-step method.

Results: Seven of eight articles showed a statistically significant decrease in at least one radiation dosage parameter when using a tin filter. Image quality parameters varied with tin filter use showing statistically significant decreases and increases, or no significant difference. Subjective image quality varied but the diagnostic value was maintained.

Conclusion: Tin filter can reduce radiation dosage significantly whilst keeping the diagnostic value. It can be a useful tool for radiology nurses to ensure patient safety and decrease the risk of injuries related to radiation.

Keywords: Computed tomography, image quality, patient safety, radiation dosage, tin filter.

Innehållsförteckning

Abstrakt	i
Abstract	ii
1. Bakgrund	5
1.1 Datortomografins utveckling	5
1.2 Filteranvändning inom DT	5
1.3 Potentiella risker med DT	7
1.4 Röntgensjuksköterskans roll i DT-undersökningar	8
1.5 Motiv för studien	9
1.6 Syfte	9
2. Metod	9
2.1 Definitioner	9
2.2 Sökmetoder	10
2.3 Urval	11
2.4 Analys	11
2.5 Forskningsetiska överväganden	12
3. Resultat	12
3.1 Stråldos med och utan tennfiltrering	14
3.2 Bildkvalitet med och utan tennfiltrering	15
3.2.1 SNR med och utan tennfilter	17
3.2.2 CNR med och utan tennfilter	18
3.2.3 HU med och utan tennfilter	18
4. Diskussion	19
4.1 Resultatdiskussion	19
4.1.1 Stråldos	19
4.1.2 Bildkvalitet	20
4.1.3 Relationen mellan stråldos och bildkvalitet	22
4.2 Diskussion om etiska, samhälleliga och intersektionella aspekter ..	23
4.3 Diskussion om klinisk implikation	24
4.4 Diskussion om vidare forskning	25
4.5 Metoddiskussion	26
4.5.1 Validitet	26
4.5.2 Reliabilitet	27
4.5.3 Överförbarhet	27
5. Konklusion	28
Referenslista	29

Deklarationer

Tabell över egen insats i examensarbetet

Tabell över användning av generativ AI i examensarbetet

Bilagor.....

Bilaga 1

Bilaga 2.....

Bilaga 3.....

Bilaga 4.....

1. Bakgrund

1.1 Datortomografins utveckling

År 1971 utfördes den första skallundersökningen med datortomografi [DT]. Vid den tidpunkten tog det ungefär 60 minuter att få en komplett bild medan idag kan hela ryggraden avbildas på endast några sekunder (Dillon, 2021). Enligt Blomqvist och Zackrisson (2022, s. 80) blev det tekniskt möjligt för röntgenröret att följa med under rotationen under 1980-talet vilket möjliggjorde spiralavbildning. Detta innebär att patientbristen förflyttas samtidigt som röntgenröret och detektorbågen roterar runt patienten. Röntgenstrålarna passerar ett smalt område av kroppen från olika riktningar och sedan konstrueras en snittbild av kroppen med hjälp av matematiska koder (Isaksson, 2022, s. 266). Med denna teknik synliggörs anatomiska strukturer som annars överlappar vid konventionell röntgen [KR] eftersom små förändringar i mjukvävnadens densitet visas (Friedland & Thurber, 2013).

DT är en komplex och tekniskt varierande modalitet som används inom röntgen än idag. Kamerorna har variationer i exempelvis rekonstruktionsalgoritmer, röntgenspektra och rörspänning (kilovolt [kV]). Dessa variationer påverkar brus, bildupplösning och stråldos. För att räkna ut stråldos i DT-undersökningar används *computed tomography dose index by volume* [CTDI_{vol}] och *dose length product* [DLP] (Thilander Klang, 2023, s. 79–84). På grund av att patienter bestrålas från flera olika riktningar blir stråldosen högre än vid KR (Strålsäkerhetsmyndigheten, 2017). Stråldosen kan dock minskas samtidigt som det diagnostiska värdet kvarstår genom att exempelvis använda tennfilter (Bellizzi et al., 2025).

1.2 Filteranvändning inom DT

Tilläggsfilter används för att minska stråldos. Filtret placeras mellan röntgenröret och bländarsystemet vilket sorterar bort lågenergifotoner som inte bidrar till bilders kvalitet utan enbart ger stråldos (Isaksson, 2022, s. 263; Blomqvist & Zackrisson, 2022, s. 40). Med filter blir därmed medelenergin högre och röntgenspektrumet förändras (Isaksson, 2022, s. 263). Bellizzi et al. (2025) beskriver att optimering av röntgenspektrum kan minska stråldosen till patienter samtidigt som bildkvaliteten förbättras. Scappatura (2024) beskriver för att spektralfilter kombinerat med 3D-teknik kan skapa förutsättningar för att kunna individanpassad stråldos. Tenn är ett

exempel på ett filtermaterial som möjliggör denna optimering och har använts sedan år 2009. Tennfilter kan minska stråldosen signifikant samtidigt som det är kostnadseffektivt och behåller den diagnostiska kvaliteten vid undersökningar (Bellizzi et al., 2025).

Primak et al. (2009) förklarar att tennfilter kan användas inom dubbelenergi DT [DECT] för att öka separationen mellan lågenergi- och högenergispektrum. Detta kallas för spektralfiltrering och leder till en ökad kontrast mellan de två olika energierna. Tennfilter ökar kontrasten mellan kalcium och jod samt minskar brusnivån i bilderna. Ur ett kliniskt perspektiv kan detta tydliggöra en skillnad mellan kalk eller ben och jodbaserat kontrastmedel vid undersökningar såsom angiografier.

Flera artiklar har visat att olika filtermaterial har potential att minska stråldos till patienter vid DT-undersökningar (Bellizzi et al., 2025; Leyendecker et al., 2018; Oh et al., 2024; Schüle et al., 2022). I en systematisk översikt av Bellizzi et al. (2025) påvisade 35 av 36 artiklar minskad stråldos genom att använda tennfilter. DLP minskade med så mycket som 95.30%, $CTDI_{vol}$ med 95.83% och effektiv dos [ED] med 93.30%. Leyendecker et al. (2018) och Schüle et al. (2022) visade liknande resultat med 81% respektive 90% minskad stråldos, också med tennfilter. Leyendecker et al. (2018) beskriver vidare att DLP minskade med så mycket som 523 milliGraycentimeter [mGycm], från 576 till 53mGycm. $CTDI_{vol}$ minskade från så mycket som 11.45 till så lite som 1.13milliGray [mGy] och ED förblev stabil på ungefär 1milliSievert (mSv). Slutligen beskrev Oh et al. (2024) en minskning i DLP på 733.97mGycm. $CTDI_{vol}$ minskade från 11.45 till 1.58 och ED minskade med så mycket som 13.21mSv.

Objektiva bildkvalitetsmått såsom signal-to-noise ratio [SNR] och contrast-to-noise ratio [CNR] utvinns och beräknas från DT-bilder. De används för att se skillnad i brus relaterat till mängd signal från vävnad eller kontrasten mellan olika vävnad jämfört med brus. Tennfilter kan minska SNR och CNR, vilket innebär mer brus. I den systematiska översikten gjord av Bellizzi et al. (2025) fick 74% av studierna sämre SNR, 89% sämre CNR och generellt 76% av studierna mer brus till följd av

tennfiltrering. Oh et al. (2024) bekräftade detta då deras studier också visade sämre SNR och CNR efter tennfiltrering. Leyendecker et al. (2018) visade dock ingen statistisk signifikant skillnad i CNR efter tennfiltrering.

Subjektiv bildkvalitetsbedömning innebär att radiologer bedömer bilderna utifrån hur väl de kan urskilja anatomi och hur väl de kan diagnostisera eller utesluta tillstånd. Bellizzi et al. (2025) förklarade att 13 av 33 studierna i den systematiska översikten hade bättre subjektiv bildkvalitetsbedömning av radiologer när tennfilter användes medan 11 av 33 hade oförändrad kvalitet. Oh et al. (2024) förstärker fyndet med att det inte var en signifikant skillnad i bildkvalitetsbedömningen trots en 80,6% minskning i stråldos till följd av tennfiltrering. Leyendecker et al. (2018) visade också att det diagnostiska värdet inte påverkades signifikant av tennfiltrering trots att bildkvaliteten i genomsnitt var sämre. Slutligen visade Schüle et al. (2022) att tennfiltrering under bildtagning av spongiöst ben ej var diagnostiska eftersom det kunde osynliggöra små frakturer. De bedömde att de tennfiltrerade bilderna kunde användas för uppföljningar men inte för diagnostisering.

1.3 Potentiella risker med DT

Eftersom röntgenstrålar är joniserande medföljer risker för deterministiska eller stokastiska skador. Stokastiska skador innebär exempelvis cancer eller ärftliga skador i följd av mutationer i cellens arvs massa. Det finns ingen konstaterad tröskeldos för att dessa skador kan uppstå (Isaksson, 2022, s. 171, 184; Axelsson, 2009, s. 31). Det beräknas dock finnas en 3–4% ökad risk för cancer per Sv för vuxna och 10–20% ökad risk per Sv för barn. Risken anses därmed vara dos- och åldersberoende (Blomqvist & Zackrisson, 2022, s. 44).

Patienter har ingen fastställd dosgräns så länge nyttan överväger risken, enligt Strålsäkerhetsmyndigheten (2025). Det försätter patienter i en sårbar position, speciellt om de genomgår upprepade undersökningar. Rehani och Nacouzi (2020) förklarar att stråldosen kan variera beroende på vem som utför undersökningen eftersom olika parametrar som kV och millAmpere per sekund [mAs] kan väljas på DT-maskinerna. Vidare beskriver Sawan et al. (2026) att patienter inte får information om stråldoserna och potentiella risker. Det framkom även att endast

15,8% av läkare visste att en enda DT-buk på ett barn ökade livstidsrisken för cancer. Detta förtydligar vikten av att använda tillgängliga resurser som kan minska stråldos. En avvägning bör göras gällande den potentiella försämringen av bildkvalitet.

1.4 Röntgensjuksköterskans roll i DT-undersökningar

Enligt kompetensbeskrivningen har röntgensjuksköterskor ett ständigt ökande krav på att genomföra kvalitetsförbättringar till följd av den snabbt utvecklande tekniken som används inom yrket. Strålskydd utgör ett centralt ansvarsområde som röntgensjuksköterskor ansvarar över, vilket innebär att ha kompetens att tillämpa sina kunskaper för att optimera bildkvalitet och stråldos (Örnberg & Andersson, 2012). Detta går i enlighet med ALARA-principen, som står för "As Low As Reasonably Achievable" (Isaksson, 2022, s. 213).

DT blir alltmer populärt och användbart för att diagnostisera olika medicinska tillstånd men stråldosen kan kopplas till ökade risker att utveckla cancer. I USA kan uppemot 5% av alla cancerdiagnoser per år vara orsakade av DT-undersökningar. Samtidigt har användningen av DT ökat med cirka 30% sedan år 2007 (Smith-Bindman et al., 2025). Därmed bör forskning inom DT uppmärksammas och eftersökas av röntgensjuksköterskor; det säkerställer att patientsäkerheten förblir hög samtidigt som verksamheten och det dagliga arbetet utvecklas vidare (Örnberg & Eklund, 2008; Örnberg & Andersson, 2012).

Ett annat av röntgensjuksköterskans ansvarsområden handlar om att främja hälsa och delaktighet, vilket innefattar förmågan att identifiera och aktivt förebygga hälsorisker (Örnberg & Andersson, 2012). Som tidigare beskrivet innebär strålning en ökad risk för stokastiska skador, vilket ökar risken för att utveckla cancer (Isaksson, 2022, s. 171; Blomqvist & Zackrisson, 2022, s. 44; Sawan et al., 2026). Tennfilter är ett område som fortfarande studeras och det finns evidens som stödjer dess stråldosreducerande effekter, men fortsatt forskning efterfrågas (Bellizzi et al., 2025; Leyendecker et al., 2018; Oh et al., 2024; Schüle et al., 2022). Således spelar röntgensjuksköterskan en mycket värdefull roll i det utvecklande strålskyddsarbetet genom att leta ny information och applicera tillgängliga resurser i det kliniska arbetet.

1.5 Motiv för studien

DT utvecklas kontinuerligt och därför betonas vikten av att ta del av den senaste forskningen i syfte att vidareutveckla det evidensbaserade arbetet.

Röntgensjuksköterskor ska veta hur stråldos kan optimeras för att säkerställa patientsäkerhet i enlighet med den yrkesetiska koden och kompetensbeskrivningen.

Det finns forskning om tennfilteranvändning men få sammanställningar om hur tennfilter påverkar bilderna och patienterna. Genom att jämföra hur detta påverkas kan risken för stokastiska skador till patienter minskas samtidigt som det diagnostiska värdet kan behållas eller förbättras.

1.6 Syfte

Syftet med denna litteraturstudie var att jämföra stråldos och bildkvalitet vid konventionell datortomografi med och utan tennfilter.

2. Metod

I denna litteraturstudie användes artiklar med kvantitativ ansats eftersom syftet bygger på att undersöka effekten av olika undersökningsmetoder. Kvantitativa studier bygger på statistiska data vilket lämpar sig för att mäta och jämföra variabler. På så vis utvanns mönster, variationer och skillnader som skapade förutsättningar att kunna dra slutsatser om vad som påverkade det undersökta ämnet (Popenoe et al., 2021).

2.1 Definitioner

Effektiv dos (ED): Absorberad dos med hänsyn till vilken stråltyp och organs strålkänslighet eftersom olika organ har olika strålkänslighet. Mäts med enheten Sv (Isaksson, s. 216).

CTDI_{vol}: Stråldosindikator. Medelstråldosen för varje rotation som utförts. Kan ses som grovt medelvärde av stråldosen. Mäts med enheten Gy (Blomqvist & Zackrisson, s. 83).

DLP: Stråldosindikator. Totala mängden strålning som patienten fått genom undersökningen. $CTDI_{vol}$ multiplicerat med bestrålad längd i patienten. Mäts med enheten mGycm (Blomqvist & Zackrisson, s. 83).

HU: Hounsfieldenhet. Universell enhet som används inom datortomografi för att mäta radiodensitet (Campos, 2024).

BMI: Body mass index eller kroppsmassindex (Bell, 2026).

mAs: milliAmperesekund. Ett mått för hur mycket strålning som produceras under en viss tid. Högre "mA" skapar fler elektroner i röntgenröret (Knipe, 2026).

k: Intraratertillförlitlighetstestning mätt med Cohen's kappa coefficient. Ett standardiserat värde från -1 till 1, där 0 påvisar antalet överensstämmelser som händer av slump (McHugh, 2012). I detta fall påvisas hur väl tolkningen av bildkvalitet överensstämmer mellan olika granskare.

2.2 Sökmeter

För att söka artiklar användes databaserna Science direct, Scopus, Pubmed och Cinahl (Cumulative Index to Nursing and Allied Health) eftersom de publicerar artiklar med medicinsk vetenskaplig forskning och därför kunde visa artiklar som besvarade syftet. Cinahl och Pubmed verifieras ytterligare av Willman et al. (2016, s. 79).

För att utforma söksträngar genererades sökord ur syftet såsom "filter"/"filtration" och andra begrepp som mäter stråldos, exempelvis "DLP" och "radiation dose". Detta kombinerades med andra relevanta söktermer som inhämtades från svensk Medical Subject Headings [MeSH]. Dessa MeSH-ord var "ct", "computed tomography" och "radiation dosage" (Karolinska institutet, u.å). Genom förståelse för hur olika filtermaterial testas i studier samt vilka parametrar som utvärderas så utvann sökningarna allt fler användbara artiklar. Se alla sökord och fullständig artikelsökning i bilaga 1, tabell 1.

Avgränsningarna gjordes beroende på databas och antal träffar vid sökningarna i de olika databaserna. Exempel på avgränsningarna som användes vid litteratursökning var "Article" eller "Forskningsartikel" för att utvinna empiriska studier, samt "English" för att utvinna artiklar som kan läsas av författarna. För att enkelt få

tillgång till relevanta och aktuell forskning begränsades sökningen till de senaste 10 åren. Citationstecken (“”) användes för att specificera söktermer. De booleska termerna “AND” och “OR” användes för att öka antalet träffar (Willman et al., 2016, s. 79).

2.3 Urval

Urvalet av artiklar skedde i fyra steg. I första urvalet lästes rubriken för att få en snabb överblick om titeln besvarade syftet. I andra urvalet lästes abstrakten med fokus på syftet och metoden eftersom abstrakter oftast beskriver resultaten övergripande. I urval tre lästes hela artikeln för att säkerställa att de besvarade syftet. I sista urvalet granskades artikeln med en granskningsmall gjord av Olsson och Sörensen (2022, s. 290). Mallen valdes eftersom den möjliggjorde poängsättning som förenklade kvalitetsutvärderingen och gav konkret procentgrad av kvalitet. Gränsen för hög kvalitet var 80% och högre vilket även kunde benämnas som grad ett. Medelhög kvalitet eller grad två var 70–79%. Låg kvalitet var under 69% (Olsson & Sörensen, 2022, s. 290). Alla artiklar lästes av båda författarna var för sig. Sedan diskuterades författarna hur väl artiklarna besvarade syftet samt kvalitetsbedömningen tills en konsensus uppnåddes. Se bilaga 2, tabell 2 för artikelöversikt och kvalitetsgranskning.

Inklusionskriterierna för artiklarna utformades utifrån syftet. För att inkluderas skulle artiklarna vara empiriska studier av kvantitativ ansats eller ha lätt åtskiljbara kvantitativa resultat om det var mixed method, skrivna på engelska, publicerad inom år 2016 till år 2026, ha mänskliga deltagare och hög kvalitet efter granskning med en granskningsmall, samt vara etiskt granskade. Artiklar exkluderades om de använde olika rekonstruktionsmetoder utan och med tennfiltrering eller om de huvudsakligen använde sig av dubbelenergi DT eller conebeam DT. Se artikelöversikt (bilaga 2, tabell 2) för utvalda artiklar.

2.4 Analys

Analysen genomfördes enligt Popenoe et al. (2021) fyra steg för kvantitativa artiklar. Första steget i analysen var att konstruera en artikelmatris i syfte att få en överblick av de inkluderade artiklarna. Andra steget i analysen skedde därefter genom att

identifiera relevant data. Alla data som utvanns var omfattande och det gjorde datainsamlingen tidskrävande. Genom att dela upp artiklarna mellan författarna hittades parametrar samt numerisk data som omfattade stråldos och bildkvalitet i artiklarna. Detta steg upplevdes initialt inte som självklart mellan författarna men genom samarbete extraherades enhetlig data. Tredje steget handlade om att organisera extraherad data i kategorier för att få en förståelse om samtlig information gick att presentera tematiskt i tabeller. Vid detta steg reviderades den insamlade data eftersom studierna kunde använda olika stråldos- och bildkvalitetsparametrar. Ytterligare datainsamling krävdes för att säkerställa ett jämförbart resultat. Fjärde steget handlade om att syntetisera, analysera och presentera resultatet.

2.5 Forskningsetiska överväganden

Ur ett forskningsetiskt perspektiv var informerat samtycke av betydelse när studierna granskades. Datainsamlingen och dataanalysen skulle skyddas och anonymiseras, samt skulle sekretess följas. Studiedeltagarna skulle även ha rätt till tillgång av sin data och skulle kunna begära det (Miteu, 2024; Drolet et al., 2022; Cornock & Rees, 2023; Arafat, 2024; World Medical Association, 2024). Informerat samtycke innebär att deltagare får lättförståelig information om studien och dess syfte innan de ger samtycke (Miteu, 2024; Arafat, 2024). Artiklarna skulle även ha tydlig metodologi eftersom de ska vara reproducerbara. Oetiska studier kan ha dåligt beskrivna metodiker för att försöka dölja oetiska aspekter såsom bias och förfalskning av resultat, enligt Miteu (2024) och Drolet et al. (2022). Enligt Helsingforsdeklarationen skall deltagare även kunna lämna studien när som helst utan att behöva ange en orsak. Förväntade fördelar samt potentiella fördelar och risker ska också redogöras för deltagarna. Det ska även framgå om forskarna har fått bidrag eller om det finns intressekonflikter (World Medical Association, 2024). Allt ovanstående har kontrollerats i använda resultatartiklar för att säkerställa att forskningsetiska principer och regler har följts.

3. Resultat

Totalt åtta kvantitativa artiklar besvarade syftet genom att jämföra stråldos samt bildkvalitet hos konventionella DT-undersökningar utan och med tennfiltrering (se

tabell 3 samt bilaga 2, tabell 2). Dessa var utförda i Tyskland (Axe et al., 2022; Tan et al., 2019), USA (Tan et al., 2019; Tan et al., 2019), Tjeckien (Korcakova et al., 2022), Schweiz (Marth et al., 2025; Stern et al., 2023; von Hessling et al., 2025), Japan (Noto et al., 2025) och Australien (Tao et al., 2024). Totalt var det 825 deltagare i samtliga studier. Sju av åtta studier delgav könsfördelningen där det totalt var 397st män och 384st kvinnor. Storleken av studierna varierade från 36 deltagare (von Hessling et al., 2025) till 300 deltagare (Marth et al., 2025). Medelålder varierade från 10.82 månader (Tao et al., 2024) upp till 66.5år (Mart et al., 2025). BMI var presenterat i fem av åtta studier och medelvärden varierade från 18.4 (Noto et al., 2025) till 28.5 (Marth et al., 2025). Se bilaga 2, tabell 2 för artikelöversikt och patientöversikt.

Fyra av artiklarna var retrospektiva (Korcakova et al., 2022; Marth et al., 2025; Noto et al., 2025; Tao et al., 2024), två var jämförande (Tan et al., 2019; von Hessling et al., 2025), en var prospektiv (Stern et al., 2023) och en var prospektiv randomiserad (Axe et al., 2022). Tennfiltrens tjocklek beskrevs i fyra artiklar (Korcakova et al., 2022; Marth et al., 2025; Noto et al., 2025; von Hessling et al., 2025). En artikel använde 0.1mm och 0.6mm (Marth et al., 2025), en annan använde 0.4mm (Korcakova et al., 2022) och resterande artiklar använde 0.6mm (Noto et al., 2025; von Hessling et al., 2025). En sammanfattning av studiernas stråldos- och bildkvalitetsparametrar, tennfiltrens tjocklek och signifikanta skillnader ses i tabell 3. Sammanfattningsvis minskade samtliga stråldosparametrar. Subjektiv bildkvalitetsbedömning med Likertskala visade framför allt icke statistiska signifikanta förändringar medan SNR, CNR och HU varierade. Se tabell 3 för en sammanfattning av resultatet. Se även tabell 4 och 5 för specificering av stråldos- och bildkvalitetsparametrar med och utan tennfilter.

Tabell 3, uppmätta faktorer och signifikanta skillnader.

Författare	Stråldos efter tennfiltrering			Bildkvalitet efter tennfiltrering				Övrig information
	DLP	CTDI _{vol}	ED	Likertskala	SNR	CNR	HU	Tennfilter tjocklek
Axer et al. (2022)			↓	↓	**	**		Saknas
Korcakova et al. (2022)	*	↓	↓					0.4mm
Marth et al. (2025)	↓	↓	↓	-	**	**	↓	1mm & 0.6mm
Noto et al. (2025)	↓	↓	↓		↑		-	0.6mm
Stern et al. (2023)	↓	↓	↓	-	↓	↓	**	Saknas
Tan et al. (2019)	↓	↓	↓	-	-	**		Saknas
Tao et al. (2024)	↓	↓	↓			↓	**	Saknas
von Hessling et al. (2025)	↓	↓		↑				0.6mm

DLP = Dose length product. CTDI_{vol} = Computed tomography dose index by volume. ED = Effektiv dos. SNR = Signal-to-noise ratio. CNR = Contrast-to-noise ratio. HU = Hounsfield unit.

↑ = En statistiskt signifikant ökning ($p < 0.05$) av mätt faktor efter tennfiltrering tillämpats. ↓ = En statistiskt signifikant minskning ($p < 0.05$) av mätt faktor efter tennfiltrering tillämpats. - = ej statistiskt signifikant förändring ($p > 0.05$) av mätt faktor efter tennfiltrering tillämpats. * = Statistisk signifikans ej fastställt. ** = Statistisk signifikans varierade beroende på undersökningsområde.

3.1 Stråldos med och utan tennfiltrering

Sju av åtta artiklar jämförde DLP och CTDI_{vol} med och utan tennfiltrering (Korcakova et al., 2022; Marth et al., 2025; Noto et al., 2025; Stern et al., 2023; Tan et al., 2019; Tao et al., 2024; von Hessling et al., 2025). Sex av åtta artiklar visade statistiskt signifikant minskning ($p < 0.05$) i DLP och CTDI_{vol} med tennfilter (Marth et al., 2025; Noto et al., 2025; Stern et al., 2023; Tan et al., 2019; Tao et al., 2024; von Hessling et al., 2025). Se tabell 4, figur 1, figur 2 och figur 3.

Tabell 4, artikelförfattarna och stråldosparametrarna DLP, CTDI_{vol} och ED med och utan tennfilter.

Författare	DLP utan tennfilter	DLP med tennfilter	CTDI _{vol} utan tennfilter	CTDI _{vol} med tennfilter	ED utan tennfilter	ED med tennfilter
Axer et al. (2022)					1.5 ± 0.4mSv	1.2 ± 0.4mSv
Korcakova et al. (2022)	*45.28mGycm (20.98-122.93mGycm)	*11.58mGycm (6.83-19.60mGycm)	3.11mGy (1.54-7.26mGy)	0.62mGy (0.39-3.50mGy)	0.50mSv (0.29-0.89mSv).	0.11mSv (0.06-0.40mSv)
Marth et al. (2025)	Fotled: 115.4 mGycm Bäcken: 263,4 mGycm Knä: 330.4mGycm	Fotled: 50 mGycm Bäcken: 117.5mGycm Knä: 89,5 mGycm	Fotled: 6.75 mGy Bäcken: 11.4mGy Knä: 9,1 mGy	Fotled: 3,1 mGy Bäcken: 4mGy Knä: 2.5 mGy	Fotled: 0.05mSv Bäcken: 3.78mSv Knä: 0,21mSv	Fotled: 0.02mSv Bäcken: 1.49mSv Knä: 0,06mSv
Noto et al. (2025)	207.1 ± 33.8mGycm	51.5 ± 7.0mGycm	2.94 ± 0.40mGy	0.76 ± 0.09mGy	4.8 ± 0.7mSv	1.1 (± 0.2mSv)
Stern et al. (2023)	445.6 mGycm (Q1-Q3: 356.45-515.3mGycm)	179.1mGycm (Q1-Q3: 152.08-193.83mGycm)	18.24mGy (Q1-Q3: 15.42-21.48mGy)	7.25mGy (Q1-Q3: 6.78-7.66mGy)	8.02mSv (Q1-Q3: 6.42-9.27mSv)	3.22mSv (Q1-Q3: 2.73-3.49mSv)
Tan et al. (2019)	Under 80kg: 252.44 ± 152.95mGycm Över 80kg: 502.12 ± 318.88mGycm	Under 80kg: 31.17 ± 7.39mGycm Över 80kg: 116.96 ± 55.32mGycm	Under 80kg: 6.01 ± 4.52mGy Över 80kg: 10.55 ± 6.02mGy	Under 80kg: 0.733 ± 0.15mGy Över 80kg: 2.59 ± 1.13mGy	Under 80kg: 5.00 ± 3.03mSv Över 80kg: 8.50 ± 5.40	Under 80kg: 0.60 ± 0.14mSv Över 80kg: 2.40 ± 1.14mSv
Tao et al. (2024)	291,22±24,35mGycm	26,44±2,72mGycm	18,17±0,94mGy	1,48±0,11mGy	1,57±0,13mSv	0,14±0,01mSv
von Hessling et al. (2025)	551.8 ± 226.8mGycm	302.4 ± 33.8mGycm	59.1 ± 12.1mGy	39.9 ± 1.7mGy		

DLP = Dose length product. CTDI_{vol} = Computed tomography dose index by volume. ED = Effektiv dos. * = Signifikant skillnad ej fastställt.

3.2 Bildkvalitet med och utan tennfiltrering

Axer et al. (2022) använde en 5-poängs Likertskala för att bedöma den generella bildkvaliteten, vilket var likvärdigt med och utan tennfilter. Kvalitetsbedömningen vid njurstensavgränsning mot stent bedömdes ge en signifikant förbättring med tennfiltrering ($p < 0.05$). Marth et al. (2025) och Stern et al. (2023) använde en 4-poängs Likertskala som inte visade en statistisk signifikans ($p > 0.05$). Marth et al. (2025) hade ingen skillnad alls i bedömningen utan och med tennfiltrering medan Stern et al. (2023) hade en icke-signifikant ökning i bildbrus. Tan et al. (2019) och

von Hessling et al. (2025) använde en 3-poängs Likertskala. Tan et al. (2019) fann ingen skillnad i bildkvalitet utan och med tennfiltrering medan von Hessling et al. (2025) såg en ökning i bildkvalitet med tennfiltrering, dock var det ingen statistiskt signifikant skillnad ($p > 0.05$). Se tabell 5 för bildkvalitetsbedömning med Likertskala utan och med tennfiltrering.

Korcakova et al. (2022) inkluderades inte i tabell 5 eftersom de utgick från New York classification för att bedöma bildkvalitet. Tennfiltrerad DT genererade säkrare svar i 23 av 30 patientfall (76.7%, $p < 0.002$). Alla 23 bedömningar var korrekta (tolv sanna negativa och elva sanna positiva) medan KR gav nio sanna svar (fem sanna negativa och fyra sanna positiva). Tennfiltrerad DT visades genomföra signifikant bättre diagnostiska bilder jämfört med KR ($p < 0.001$).

Tabell 5, Artikelförfattare och bildkvalitetsparametrarna Likertskala, SNR, CNR och HU med och utan tennfilter.

Författare	K	Likert skala utan	Likert skala med	SNR utan	SNR med	CNR utan	CNR med	HU utan	HU med
Axer et al. (2022)	0.53	4 ± 0.4 ^a	4 ± 0.2 ^a	*Sten/kalk: 7 9.2 ± 33.1 *Stent: 245.7 ± 78.6 Lever: 4.1 ± 1.4 *Aorta: 3.7 ± 1.0 Psoas: 3.9 ± 1.0	*Sten/kalk: 68.9 ± 29.4 *Stent: 257 ± 61.1 Lever: 4.8 ± 1.4 *Aorta: 4.0 ± 0.8 Psoas: 4.6 ± 0.9	Sten/kalk : 10.6 ± 6.8 *Stent: 22.3 ± 20.4 *Lever: 7.2 ± 1.3 Aorta: 6.9 ± 1.1 *Psoas: 7.1 ± 1.3	Sten/kalk: 17.0 ± 9.3 *Stent: 24.6 ± 19.4 *Lever: 7.3 ± 1.3 Aorta: 6.4 ± 1.1 *Psoas: 7.0 ± 1.2		
Marth et al. (2025)	0.77- 1.00	*4 ^b	*4 ^b	Bäcken ben: 163,8 Bäcken muskel: 7,2 Bäcken fett: 7,8 Fotled ben: 76,4 Fotled muskel: 2,9 Fotled fett: 4 Knä ben: 56,8 Knä muskel: 2,4 Knä fett: 3,7	Bäcken ben: 88,9 Bäcken muskel: 4,4 Bäcken fett: 11,3 Fotled ben: 64,9 Fotled muskel: 2,5 Fotled fett: 4,7 Knä ben: 51,5 Knä muskel: 2,2 Knä fett: 4,2	Muskel-fett Bäcken: 11,5 *Knäled: 3,4 Fotled: 5,4 Ben-muskel Bäcken: 47,7 Knäled: 10,7 Fotled: 12,3	Muskel-fett Bäcken: 7,8 *Knäled: 3,5 Fotled: 4,3 Ben-muskel Bäcken: 36 Knäled: 13,2 Fotled: 14,9	Bäcken ben: 1455 Bäcken muskel: 59,9 Bäcken fett: - 100,0 Fotled ben: 1791 Fotled muskel: 68,7 Fotled fett: - 115,6 Knä ben: 1548 Knä muskel: 66,1 Knä fett: - 117,5	Bäcken ben: 1099 Bäcken muskel: 55,7 Bäcken fett: - 95,2 Fotled ben: 1568 Fotled muskel: 59 Fotled fett: - 97,9 Knä ben: 1420 Knä muskel: 63,7 Knä fett: - 104,9

Författare	K	Likert skala utan	Likert skala med	SNR utan	SNR med	CNR utan	CNR med	HU utan	HU med
Noto et al. (2025)				Ländrygg: 3.4 ± 0.8 Lever: 1.3 ± 0.2	Ländrygg: 5.2 ± 0.9 Lever: 1.7 ± 0.3			*Ländrygg: 235,7 ± 38,7 *Lever: 64,4 ± 3,7	*Ländrygg: 220,1 ± 24,9 *Lever: 63,08 ± 7,1
Stern et al. (2023)	0.65-0.67	*4 (Q1-Q3: 4-4) ^b	*4 (Q1-Q3: 3-4) ^b	3.55 (Q1-Q3: 2.59-4.84)	2 (Q1-Q3: 1.38-3.11)	1.03 (Q1-Q3: 0.51-1.66)	0.6 (Q1-Q3: 0.22-0.93)	Trabekulärt ben: 122 (80,5-150,3) *Psoasmuskell: 52 (48-54,3) Bildbrus: 32 (28-35)	Trabekulärt ben: 94 (62-121,5) *Psoasmuskell: 51 (48-54,3) Bildbrus: 41,5 (37-45)
Tan et al. (2019)	0.72-0.98	*3 ^c	*3 ^c	*Under 80kg: 5.64 ± 1.4 *Över 80kg: 7.51 ± 2.08	*Under 80kg: 5.32 ± 0.84 *Över 80kg: 7.14 ± 1.38	*Under 80kg: 1.29 ± 0.06 Över 80kg: 1.25 ± 0.06	*Under 80kg: 1.31 ± 0.05 Över 80kg: 1.33 ± 0.05		
Tao et al. (2024)						Ben-mjukvävnad: 320,67 ± 46,56 Ben-CSF: 2,94 ± 0,48	Ben-mjukvävnad: 163,18 ± 17,34 Ben-CSF: 0,35 ± 0,40	Ben-mjukvävnad: 1194.95 ± 81.17 Mjukvävnad: 3,78 ± 0,21 Ben-CSF: 1222,07 ± 81,3 CSF-bildbrus: 3,08 ± 0,39	Ben-mjukvävnad: 993.31 ± 59.95 Mjukvävnad: 6,38 ± 0,56 Ben-CSF: 1028,25 ± 50,15 CSF-bildbrus: 4,65 ± 0,45
Von Hessling et al. (2025)	0.92	2.88 ^c	3.00 ^c						

SNR = Signal-to-noise ratio. CNR = Contrast-to-noise ratio. HU = Hounsfield unit.

* = Ej statistisk signifikans (p>0.05). ^a = 5-poängs Likertskala. ^b = 4-poängs Likertskala. ^c = 3-poängs Likertskala. K = Cohen's kappa coefficient.

3.2.1 SNR med och utan tennfilter

Axer et al. (2022) såg ingen statistisk signifikant skillnad i SNR med tennfiltrering när de undersökte sten/kalk, stent och aorta. Däremot upptäcktes en statistisk signifikant skillnad (p<0.05) av högre SNR vid lever och psoasmuskeln. Marth et al. (2025) såg statistisk signifikant minskning av SNR i ben hos bäcken- och fotledsundersökningar. Knäledsundersökningarna visade också en statistisk minskning av SNR (p=0.005). SNR som mättes i muskler visade en statistisk signifikant minskning vid bäcken- och fotled- och knäledsundersökningar. SNR i fett visade en statistisk signifikant ökning av SNR i samtliga undersökningar (p<0.001). Noto et al. (2025) undersökte ländrygg och lever som båda visade en statistisk

signifikant ökning i SNR med tennfiltrering ($p < 0.05$). Stern et al. (2024) såg en statistisk signifikant minskning av SNR vid undersökning av ländrygg med pedikelskruvar ($p < 0.001$). Tan et al. (2019) undersökte deltagarna med två olika protokoll, $>80\text{kg}$ och $<80\text{kg}$. Ingen av protokollen visade en statistisk signifikant skillnad med tennfiltrering, men en minskning i SNR. Se tabell 5, samt bilaga 4, figur 4 och 5.

3.2.2 CNR med och utan tennfilter

Axer et al. (2022) såg en statistisk signifikant ökning av CNR med tennfiltrering hos sten/kalk ($p < 0.05$). Även statistisk signifikant minskning av CNR sågs med tennfiltrering av aorta ($p < 0.05$). Samtidigt visades icke-signifikant minskning i CNR av psoasmuskel (7.1 ± 1.3 jämfört med 7.0 ± 1.2), samt icke-signifikant ökning vid stent (22.3 ± 20.4 jämfört med 24.6 ± 19.4) och lever (7.2 ± 1.3 jämfört med 7.3 ± 1.3). Marth et al. (2025) undersökte bäcken, knäled och fotled där samtliga samlade CNR i förhållande mellan muskel-fett och ben-muskel. En signifikant minskning av CNR sågs mellan muskel-fett vid bäcken- och fotledsundersökningar och det var en icke-signifikant ökning vid knäledsundersökningar (3.4 jämfört med 3.5 , $p = 0.904$). I förhållandet mellan ben-muskel var CNR signifikant högre ($p < 0.001$) i knäled- och fotledsundersökningarna, samtidigt som det var signifikant lägre ($p < 0.001$) vid bäckenundersökningarna. Stern et al. (2024) mätte en signifikant minskning av CNR med tennfiltrering ($p < 0.001$). Tan et al. (2019) såg en signifikant ökning av CNR i protokollet $<80\text{kg}$ med tennfiltrering. En icke-signifikant ökning sågs i det andra protokollet $>80\text{kg}$ (1.29 ± 0.06 jämfört med 1.31 ± 0.05 ; $p < 0.34$). Tao et al. (2024) bedömde CNR i förhållande mellan ben-mjukvävnad och ben-CSF. Det som framkom var en signifikant minskning i båda fallen ($p < 0.001$). Se tabell 5, samt bilaga 4, figur 6 och 7.

3.2.3 HU med och utan tennfilter

Totalt fyra artiklar beskrev HU. Marth et al. (2025), Stern et al. (2023) och Tao et al. (2024) beskrev en statistisk signifikant skillnad i de undersökta områdena ($p < 0.05$). Noto et al. (2025) beskrev ingen signifikant förändring av HU efter tennfiltrering i vare sig ländrygg eller lever ($p > 0.05$). Stern et al. (2023) beskrev signifikant

minskning i trabekulärt ben och en signifikant ökning i bildbrus ($p < 0.05$) men en icke-signifikant förändring i HU av psoasmuskeln ($p > 0.05$). Se tabell 5, samt bilaga 4, figur 8 och 9.

Marth et al. (2025) mätte en signifikant minskning av HU med tennfiltrering vid bäckenundersökning ($p < 0.05$). Vid samma undersökning sågs signifikant minskning vid muskelvävnad (59.9 jämfört med 55.7, $p = 0.021$) och fettvävnad (-100.9 jämfört med -95.2, $p = 0.002$). Vid knäledsundersökningar sågs signifikanta minskningar i samtliga vävnader ($p < 0.001$). Noto et al. (2025) såg ingen signifikant minskning av HU i lever (64.4 ± 3.7 jämfört med 63.08 ± 7.1 , $p = 0.65$) eller ländrygg (235.7 ± 38.7 jämfört med 220.1 ± 24.9 , $p = 0.0941$). Tao et al. (2024) mätte en signifikant minskning av HU i förhållandet mellan ben-mjukvävnad samt ben-CSF ($p < 0.001$). De såg även en signifikant ökning av HU i mjukvävnad och CSF-bildbrus ($p < 0.001$).

4. Diskussion

4.1 Resultatdiskussion

Resultaten visade att stråldosen minskade signifikant med hjälp av tennfilter vid konventionell DT. Den lägsta reduceringen var 20% och den största var 92%. Bildparametrarna som undersökte bildkvalitet visade variation. Samband som kunde utläsas var att bildbedömningen utvärderades som likvärdiga när dem bedömdes med Likertskala, samt att CNR minskades signifikant. Tennfiltrerad DT gav säkrare diagnostiska svar när bilderna bedömdes med New York Classification. Resultaten kommer att diskuteras utifrån relevant litteratur och kompetensbeskrivningen för legitimerade röntgensjuksköterskor (Örnberg & Anderson, 2012).

4.1.1 Stråldos

Resultatet i denna litteraturstudie visade på en minskning i stråldos för parametrarna DLP, $CTDI_{vol}$ och ED efter implementering av tennfilter. De procentuellt största skillnaderna i stråldosparametrarna efter tennfiltrering sågs hos $CTDI_{vol}$ som minskades med 92%, samt att DLP och ED minskades med 91%. De lägsta procentuella stråldosreduceringen var följande: ED med 20%, $CTDI_{vol}$ med 32% och DLP med 45%.

Detta tyder på att tennfilter minskar stråldos till patienter oavsett omkrets och kan därmed användas som ett verktyg för stråldosreducerande åtgärder. Braniff et al. (2025) styrker detta fynd då de redovisade i sin fantomstudie att tennfilter kunde minska ED betydligt. De jämförde även stråldosen i det standardiserade tillvägagångssättet, KR-bilder från fyra vinklar, och jämförde detta med tennfiltrerad DT. KR gav 0.10mSv medan tennfiltrerad DT gav 0.02mSv. Vid standard-DT var ED 0.55mSv, alltså minskade tennfilter ED med cirka 96%.

I denna litteraturstudie gjordes liknande jämförelser mellan dessa modaliteter men då var syftet att bedöma bildkvalitet. Då kunde det påvisa att det blev bättre bilder med tennfiltrerad DT än det standardiserade tillvägagångssättet med KR. För att kunna optimera stråldoser vid olika undersökningar bör man jämföra olika modaliteter som använder joniserande strålning mot varandra eftersom tekniken inom bild- och funktionsmedicin ständigt utvecklas.

Röntgensjuksköterskan har det yttersta ansvaret för att strålsäkerhet upprätthålls vid undersökningar som involverar joniserande strålning. ALARA-principen och Kompetensbeskrivningen tydliggör rollen genom att betona att strålskyddstillämpningar ska användas där det anses möjligt (Isaksson, 2022, 213; Örnberg & Andersson, 2012). Irving et al. (2016) belyser detta ansvar ytterligare eftersom endast 37% av de undersökningsbeställande läkarna på akutmottagningarna informerar patienterna om riskerna med den joniserande strålningen. Det kan tolkas som att medicinsk riskbedömning och patientinformation har stor utvecklingspotential. Det är därför viktigt för all sjukvårdspersonal, inte endast röntgensjuksköterskor, att förstå fördelarna och nackdelarna med strålning. Detta tydliggör röntgensjuksköterskans ansvar att förmedla sina kunskaper för att utbilda både patienter och kollegor om fördelar och nackdelar med strålning. Det minskar patienters risk att få strålningsinducerade skador, vilket främjar patientsäkerheten som utgör en central del inom radiografi (Patientsäkerhetslagen [PSL], 2010; Örnberg & Andersson, 2012).

4.1.2 Bildkvalitet

Resultaten visade på varierande utfall beroende på den anatomi som undersöktes. Då subjektiv bildkvalitet bedömdes med Likertskala återfanns ingen stor skillnad i bedömning; endast en ökning med 4% när medelvärden jämfördes. Tennfiltrerad DT

resulterade i säkrare diagnostiska svar med New York Classification. Bildparametern HU minskades från 2% till 24%. CNR minskades signifikant genomgående, som mest med 88% i kontrastförhållandet mellan Ben-CSF.

SNR mättes i flera undersökningsområden. Vid mätningar av fettvävnad i knäledsundersökningar så varierade de signifikanta ökningarna från 12 till en 35% ökning vid ländryggsundersökningar. Signifikanta minskningar av SNR påvisades i olika anatomiska strukturer med tennfiltrering. Vid mätning av ländrygg med pedikelskruvar blev det en statistisk signifikant minskning av SNR med hela 44% efter tennfiltrering. När SNR mättes i ben, muskler och fett sågs ett samband av att SNR ökade signifikant i fettvävnad hos alla undersökningsområden då tennfiltrering användes, från 12-30%. Tidigare forskning visar också på att SNR kan öka genom att använda filter av tenn (Feldle et al., 2024) eller silver (Oshima et al., 2023). Det som skiljer vårt resultat med Feldle et al. (2024) var att de inte kunde mäta en statistiskt signifikant skillnad för skelett- och fettvävnad vid tennfiltrering av buken. Detta kan indikera att SNR varierar för olika patienter och undersökningsområden.

Resultatet visade även på att CNR minskade statistiskt signifikant i de flesta fallen vilket går i linje med vad Ha et al. (2021) konstaterat; att CNR kan minska och samtidigt bibehålla diagnostisk bildkvalitet. Samtidigt talar resultaten ur vår litteraturstudie för att CNR inte skiljer sig mellan patienters vikt. Detta sågs vid jämförelsen av två protokoll där ett var för patienter under 80kg och ett annat för patienter över 80kg. Det visade icke-signifikanta skillnader i CNR med ökning på endast 2-6% efter tennfiltrering. Detta tyder på att tennfilters påverkan på CNR behöver studeras ytterligare för att kunna dra säkrare slutsatser innan det kan införas kliniskt.

Röntgensjuksköterskans roll inriktar sig främst på att skapa medicinskt korrekta bilder utifrån de kriterier som efterfrågas. Detta ställer krav på att den yrkessamma ska kunna säkerställa att en undersökning utförs på rätt sätt utifrån förberedelser, genomförandet och utvärdering av resultatet (Örnberg & Andersson, 2012). Detta säkerställs för att undvika upprepade undersökningar. Genom att röntgensjuksköterskan kalibrerar datortomografen dagligen så säkerställs korrekt funktion. Värden förblir då korrekta när de används diagnostiska underlag (Agadakos, 2019).

4.1.3 Relationen mellan stråldos och bildkvalitet

Sambandet mellan reducerad stråldos och bildkvalitet gav varierande utfall.

Subjektivt var bildkvaliteten likvärdig före och efter tennfiltrering, medan objektiv bildkvalitet varierade från studie till studie. Sammanfattningsvis kunde samband av statistiskt signifikanta minskningar ses i CNR.

Braniff et al. (2025) styrker att det diagnostiska värdet kan behållas med tennfilter. De fann att $CTDI_{vol}$ kan minskas med 72.4% och samtidigt uppnå likvärdig bildkvalitet som standardprotokollet. Resultaten från denna studie påvisar att $CTDI_{vol}$ kan minskas med 92% med tennfiltrering och behålla diagnostisk kvalitet. Vid jämförelse med silverfilter fann de att $CTDI_{vol}$ kunde reduceras med 99.9% men då kunde bilderna inte användas i diagnostiskt syfte. Golbus et al. (2024) undersökte också silverfilter och fann att stråldosen kunde minska med 85.5% utan att det påverkade det diagnostiska värdet. Houfrar et al. (2022) studerade effekten av kopparfilter och de kom fram till att stråldosen kunde minska med 74%. De såg ett samband mellan ökad filtertjocklek och minskad bildkvalitet. Detta sågs även i denna litteraturstudies resultat. Detta indikerar att stråldos inte kan minskas för mycket eftersom det resulterar i för mycket bildbrus.

Signifikant minskning i bildkvalitetsparametrar betyder inte alltid otillräcklig bildkvalitet. Ha et al. (2021) undersökte skallben, med och utan tennfiltrering, och såg då en signifikant minskning av subjektiva bildkvalitetsparametrar. SNR, CNR och ED minskade signifikant. Trots detta behölls det diagnostiska värdet. Detta styrker fynden i resultaten eftersom både stråldosparametrar och objektiva bildkvalitetsparametrar kunde minska utan att subjektiv bedömning med Likertskala försämrades statistiskt signifikant.

Samtidigt har tidigare forskning visat att tennfiltrering kan utvinna bättre bildkvalitet i flera protokoll. Vid undersökning av kadaver använde Feldle et al. (2024) olika protokoll för att jämföra bildkvalitet med och utan tennfiltrering. De upptäckte att SNR ökade som mest när tennfiltrering kombinerades med rörspänning på 100kVp. Ändrad rörspänning gav bättre bildkvalitetsbedömning samtidigt som SNR och $CTDI_{vol}$ minskade. Ett annat samband som kunde ses var att tennfiltrering gav bättre subjektiv bildkvalitetsbedömning jämfört med flera protokoll som utfördes utan tennfiltrering.

Röntgensjuksköterskeyrket utvecklas kontinuerligt i fråga om kvaliteten av

undersökningarna men kostnadseffektivitet behöver också vägas in (Örnberg & Andersson, 2012). För att röntgensjuksköterskan ska kunna optimera stråldoser vid undersökningar krävs såväl kunskap och utrustning, som material för att främja personalens kompetens.

4.2 Diskussion om etiska, samhällliga och intersektionella aspekter

Det finns flera olika etiska principer som röntgensjuksköterskor ska använda som riktlinjer och agera utifrån. Sandman och Kjellström (2022, s. 437) beskriver göra-gott-principen och icke-skada-principen. Göra-gott-principen beskriver vårdpersonalens skyldighet att förebygga eller minska skada, samt främja det goda. Denna princip liknar icke-skada-principen som handlar om att värna livet och att inte orsaka skada. Enligt resultaten från denna litteraturstudie kan tennfilter minska risken för strålningsinducerade skador. Mindre stråldos kan leda till färre risker för att utveckla bland annat cancer och genetiska skador (Isaksson, 2022, s. 171; Blomqvist & Zackrisson, 2022, s. 44; Sawan et al., 2026). Genom att tillämpa filter kan risken för stokastiska skador minimeras och risken för deterministiska skador kan elimineras. Genom att beakta resultaten följs därmed göra-gott-principen och icke-skada-principen.

Gällande samhällliga aspekter beskriver Carlström (2021, s. 212) att medellivslängden konstant ökar i Sverige. År 2060 beräknas medellivslängden bli 89 år för kvinnor och 87 år för män. Enligt Socialstyrelsen (2024) har 600 000 svenskar eller har haft cancer. Smith-Bindman et al. (2025) redogör att DT-undersökningar kan orsaka cirka 5% av alla cancerdiagnoser i följd av stråldosen. Frija et al (2021) beskriver att DT har bättre tillgänglighet och det är lättare att installera DT-kameror jämfört med exempelvis magnetresonanstomografi som inte ger någon stråldos alls. Detta kan förklara det ökande användandet av DT. Vidare poängterar detta vikten av denna litteraturstudies resultat; minskad stråldos är möjligt och kan göra stor nytta inom vården då det diagnostiska värdet inte alltid påverkas och till och med kan förbättras.

Begreppet intersektionalitet beskriver hur ojämlikheter uppstår utifrån normer och fördomar. Dessa normer kan påverkas av ålder, sexualitet, könsidentitet, religion, socioekonomisk status, etnicitet och funktionsvariation (Andersson & Samulowitz, 2023, s. 51-53). Ålderism är en term som beskriver hur personer som uppfattas som

äldre kan få en negativ stereotyp. Stereotypiska exempel är att deras fysiska hälsa kan antas vara sämre och att de kan antas ha nedsatta kognitiva förmågor (Herrman & Castillo, 2023, s. 134-135).

Frija et al. (2021) beskriver att äldre patienter kan hänvisas direkt till DT till följd av resursbrister. Enligt Omamuli (2026) genomgår patienter över 60 år allt fler DT-undersökningar och att över en femtedel undersökts två eller fler gånger varje år. Trots att stråldoser anses vara relativt låga kan upprepad bestrålning ansamlas över tid. År 2024 var cirka 60% av alla patienter till DT-undersökningar 60 eller över 60 år gamla, enligt Pham et al. (2026). Trots att risken för strålningsinducerad cancer minskar med ålder betyder det inte att strålningskänsligheten också minskar, snarare att känsligheten ökar. Med stigande ålder blir gener mer instabila vilket gör att DNA-reparationens effektivitet minskar och det finns en högre risk att det finns existerande mutationer. Det är därmed betydelsefullt att hålla stråldosen låg till varje patient, oavsett ålder.

4.3 Diskussion om klinisk implikation

Statistiskt signifikant minskning i stråldos innebär inte alltid en klinisk signifikans. I resultatet påvisades en signifikant minskning av ED på 20%, vilket innebar att stråldosen vid undersökning av urinvägarna minskade från 1.5 till 1.2mSv. Detta kan anses vara klinisk omotiverat att införskaffa och installera tennfilter. Ett liknande exempel visade att ED vid undersökning av fotled går att minska från 0.05mSv till 0.02mSv. Procentuellt sett blir det en 60% reduktion av stråldos. Det betyder dock inte att minskningen i stråldos styrker behovet av tennfilter till den grad att det motiverar klinisk implementering. Skillnaden kan anses vara så liten att ALARA-principen fortfarande följs utan tennfiltrering.

I allmänhet påvisar resultatet signifikanta minskningar i samtliga stråldosparametrar med upp till 92% samtidigt som bildkvaliteten bibehålls eller till och med förbättras. Resultaten indikerar att tennfilter kan utgöra en klinisk signifikans.

En ny socialtjänstlag som trädde i kraft 1 juli 2025 lägger ännu större vikt på att socialtjänstens verksamheter ska ledas utifrån vetenskap och beprövad erfarenhet (Socialstyrelsen, 2025). Detta betyder att evidens ska väga tungt inom utvecklingen av hälso- och sjukvården. Röntgensjuksköterskan utgör en del av socialtjänstens

verksamhet och är därmed förpliktigad att följa denna nya lag och förhållningssätten som fastställts. Detta tydliggörs ytterligare i kompetensbeskrivningen där ansvaret att bidra till förbättringsarbeten och främja kvalitetsutveckling beskrivs (Örnberg & Andersson, 2012).

Bellizzi et al. (2025) beskriver att konsekvenser av implementeringen av tennfilter i en DT ges i form av utbildning till personal, kostnaden för installation och behovet av att optimera protokoll. Genom att uppmärksamma tillgänglig evidens och rådande lagar ges förutsättningar för att röntgensjuksköterskor ska kunna optimera sina insatser i sitt område som expert. Samtidigt beskriver ALARA-principen att ekonomiska faktorer ska vägas in vid strålskyddsåtgärder (Isaksson, 2022, s.213).

Eftersom stråldoser kan variera mellan de olika undersökningsområdena behöver en övägning ske om det verkligen blir en skillnad vid alla undersökningar och om tennfilter endast ska prioriteras för vissa undersökningar. Större risk för stokastiska skador framkommer vid undersökningar av strålkänslig vävnad eller pediatrika patienter på grund av snabb celledning (Brody et al., 2007). Tennfilter kan förslagsvis implementeras vid dessa undersökningar. DT används alltmer och motiverar utvecklingen av strålreducerande åtgärder.

4.4 Diskussion om vidare forskning

Resultaten från denna litteraturstudie visade att tennfilter kunde göra en signifikant skillnad för att minska stråldos samtidigt som den diagnostiska kvaliteten inte förstördes. På grund av att de inkluderade studierna ej hade stora urval kan det vara betydelsefullt att utföra större studier med fler deltagare för att kunna utvinna mer data, vilket skapar en gedignare vetenskaplig grund. Enligt Willman et al. (2016, s. 50) anses prospektiva studier vara av högre kvalitet än retrospektiva. Det kan därför vara fördelaktigt att utforska filteranvändning med denna studiedesign. Forsatt forskning bör även fokusera på att se över parametrar som vidare kan optimera stråldosreduceringen utan att ta bort det diagnostiska värdet eller minska bildkvaliteten avsevärt, exempelvis justera kV och mAs. Det kan även vara fördelaktigt att vidare forskning utforskar olika filtermaterial och rekonstruktionsmetoder.

Ingen av de inkluderade studierna utfördes i Sverige. Olika länder kan använda olika maskiner och protokoll vilket kan påverka överförbarheten. För att kunna utvärdera den kliniska relevansen av tennfilter i svensk hälso- och sjukvård bör vidare forskning utföras i Sverige. Det är även viktigt att vidare undersöka hur olika undersökningsområden påverkas av tennfiltrering eftersom signifikansen varierade mellan olika områden. Resultatet var inte entydigt vilket indikerar på att mer forskning behövs för att utvärdera den kliniska relevansen.

Kunskap som saknas från denna litteraturstudie berör röntgensjuksköterskors kunskap om hur tennfilter används samt vilken nytta det kan göra. Enligt Strålsäkerhetsmyndigheten (2024) ska all berörd personal få utbildning om hur ny utrustning ska användas, men detta framkommer ej i studierna. Det finns en mängd olika kvantitativa studier gällande filteranvändning men ett fåtal kvalitativa studier som undersöker kunskap, erfarenhet och klinisk tillämpning.

4.5 Metoddiskussion

4.5.1 Validitet

Sökningarna skedde i fyra databaser som publicerar vetenskapliga artiklar med medicinsk inriktning. Sensitiviteten styrks därmed, eftersom det ökar sannolikheten att hitta studier som svarade på syftet då fler databaser används (Henricson, 2023, s.492-496). I urvalet beaktades inklusions- samt exklusionskriterierna noggrant och dubletter sållades bort vilket kan ses i bilaga 1, tabell 1. De utvalda artiklarna har sammanställts i bilaga 2, tabell 2 där information om urval, populationens egenskaper, metodologisk design, resultat i korthet som besvarar syftet, etisk granskning och kvalitetsbedömning presenteras. Detta styrker validiteten av litteraturstudien eftersom den påvisar transparens genom dataanalysen (Popenoe et al., 2021). Data har extraherats så objektivt som möjligt av båda författarna.

Studiedesignen kan påverka trovärdigheten av resultatet. Designen hos hälften av resultatartiklarna var retrospektiva, två var jämförande, en var prospektiv och en var prospektivt randomiserad. Önskvärt hade varit om alla studier var utformade med prospektivt randomiserad studiedesign (Popenoe et al., 2021). Anledningen till att det inte kunde uppfyllas var på grund av att det fanns begränsad forskning som omfattades av inklusionskriterierna.

4.5.2 Reliabilitet

Genom att kritisk och systematisk utvärdera studierna stärktes tillförlitligheten i analysprocessen (Henricson, 2023, s.492-496). Granskningsmallen lyfte både styrkor och svagheter som togs i beaktning under granskningen. Samtliga artiklar granskades av båda författarna och sammanställdes slutligen. Alla artiklar bedömdes vara av hög kvalitet, vilket var minst 80% av fullständig poängsättning i granskningsmallen (Olsson & Sörensen, 2022, s.290). Detta styrker reliabiliteten av litteraturstudien eftersom endast artiklar av god kvalitet som besvarade syftet inkluderades (Henricson, 2023, s.492–496). Artificiell intelligens [AI] har inte använts som referens och därmed kan litteraturstudien inte ha haft någon negativ påverkan av detta.

4.5.3 Överförbarhet

Urvalsprocessen och datainsamlingens tillvägagångssätt har beskrivits så noggrant som möjligt för att uppnå reproducerbarhet (Henricson, 2023, s.492-496). Artiklarna som användes i resultatet beskrev oftast urval utifrån ålder, könsfördelning och BMI. Urval vid undersökning av huvudområdet påverkar inte resultatet om könsfördelning eller BMI uteblir. Däremot kan BMI påverka resultatets överförbarhet gällande undersökningsområden såsom buk.

För att kunna sammanställa resultatet valdes måtenheter utifrån vad samtliga studier utvärderade gemensamt i sina resultat. Mätenheter för stråldos presenterades i samtliga studier förutom en studie som enbart utvärderade ett av tre stråldosmått, samt en som utvärderade två av tre stråldosmått. Utvärderingen av bildparametrar var ojämnt fördelade mellan studierna. Mätenheten HU presenterades i hälften av studierna, CNR i fem av åtta studier och SNR i fem av åtta studier. Likertskalor i olika graderingar användes i fem av åtta studier. Detta kan ifrågasätta överförbarheten i måttenheterna för bildkvalitet, samt att enbart de enheter som går att jämföra inkluderats (Henricson, 2023, s.492-496). HU användes inte i alla artiklar men det bedömdes som ett viktigt bildkvalitetsmått eftersom det används för att särskilja olika vävnadstyper. Vidare anses exaktheten av måttet vara väsentligt för att ge korrekt diagnostik (Shah et al., 2018).

Idealiskt skulle alla artiklar utvärderats med samma måtenheter och delgivit all information om förinställningar. Detta eftersom DT-protokoll kan vara olika uppbyggda utifrån olika leverantörer. Bildkvaliteten påverkades av stråldosen och kan grunda sig i flera faktorer som inverkar vid DT-undersökningar som matrisstorlek, field of view, kV, rekonstruktionsalgoritmer, pitch, snittjocklek och patientens diameter (Dance et al., 2014, s.257-287).

De studier som inkluderats i resultatet var inte utförda i Sverige men majoriteten var utförda i europeiska länder. Resultaten ska tolkas med försiktighet men det finns antydningar till att det kan vara överförbart till svenskt vårdssammanhang eftersom det finns ett flertal internationella organisationer som träffas och beslutar om radiografiska riktlinjer internationellt (Svensk förening för röntgensjuksköterskor, u.å.).

5. Konklusion

Resultaten påvisar potentialen av att använda tennfilter i stråldosreducerande syfte utan att det subjektiva värdet förloras. Det kan till och med förbättras. Detta ligger i linje med röntgensjuksköterskans profession och sjukvårdens riktlinjer - att minska stråldosen så som möjligt för att minska potentiella skador för patienterna. Eftersom resultaten visade en statistisk signifikant minskning i minst en kategori av stråldosmått indikerar det att införandet av tennfilter bör övervägas i kliniska sammanhang.

Referenslista

* = Resultatartiklar.

- Agadakos, E. T. (2019). *QA/QC in CT by the QC Radiographer/Radiological Technologist: A guidance document* [Broschyr]. International society of radiographers & radiological technologists.
https://www.isrrt.org/pdf/UPDATED2_QAQC_IN_CT_ISRRT_FLOW_CHART_AND_CT_QC_TEST_GUIDANCE_CHART.pdf
- Andersson, T. & Samulowitz, A. (2023). Intersektionalitet – flera normer som samverkar. I E. Tengelin (Red.), *Jämlik vård – Normmedvetna perspektiv* (2 uppl. s. 51-69). Studentlitteratur.
- Arafat, Y. (2024). Research Ethics: Meaning And Principles. *International Journal of Academic Multidisciplinary Research*, 8(1), 139-144.
10.2139/ssrn.4887943
- Axelsson, B. (2009). 3.3 Strålskydd. I P. Aspelin & H. Pettersson (Red.), *Radiologi* (1:2 uppl., s. 31-34). Studentlitteratur.
- *Axer, B., Garbe, S., Hadizadeh, D. R. (2022) Comparative valuation of Diagnostic Quality in Native Low-dose CT without and with Spectral Shaping employing a Tin Filter in Urolithiasis with implanted Ureteral Stent. *RöFo*, 194(12), 1358-1366. 10.1055/a-1856-3522
- Bell, D. J. (13 mars 2026). *Body mass index*. Radiopaedia.
<https://radiopaedia.org/articles/body-mass-index>
- Bellizzi, A., Portelli, J., Bezzina, P., Galea, G., Zarb, F. (2025). Optimisation of non-contrast CT examinations using tin (Sn) filtration: A systematic review. *International Journal of Diagnostic Imaging and Radiation Therapy*, 31(5), 103091. 10.1016/j.radi.2025.103091
- Blomqvist, L., & Zackrisson, S. (2022). *Radiologi* (2:1 uppl.). Studentlitteratur.
- Braniff, C., Ditchfield, M., Gubser, M., Kuganesan, A., Badawy, M. K. (2025). Utilization of spectral filtration for ultra-low dose brain CT in pediatric patients for diagnosis of craniosynostosis: A phantom study. *Journal of Applied Clinical Medical Physics*, 26(7), e70176. 10.1002/acm2.70176
- Brody, A. S., Frush, D. P., Huda, W., Brent, R. L. (2007). Radiation Risk to Children From Computed Tomography. *American Academy of Pediatrics*, 120(3), 677-682. 10.1542/peds.2007-1910
- Campos, A. (25 september 2024). *Hounsfield unit*. Radiopedia.
<https://radiopaedia.org/articles/hounsfield-unit>
- Carlström, E. (2021). Ledarskap och organisering av omvårdnadsarbete. I A. Ehrenberg, & L. Wallin (Red.), *Omvårdnadens grunder – Ansvar och utveckling* (3 uppl. s. 205-227). Studentlitteratur.

- Cornock, M., & Rees, M. (2023). Research ethics, consent and publication. *Heliyon*, 9(8), e18419. 10.1016/j.heliyon.2023.e18419
- Dance, D.R., Christofides, S., Maidment, A.D.A., McLean, I.D., Ng, K.H. (2014). *Diagnostic radiology physics – A handbook for teachers and students* (1 uppl.). International Atomic Energy Agency. <https://www-pub.iaea.org/mtcd/publications/pdf/pub1564webnew-74666420.pdf>
- Dillon, W. P. (2021). 50th anniversary of computed tomography: past and future applications in clinical neuroscience. *Journal of Medical Imaging*, 8(5), 052112. 10.1117/1.JMI.8.5.052112
- Drolet, M-J., Rose-Derouin, E., Leblanc, J-C., Ruest, M., Williams-Jones, B. (2022). Ethical Issues in Research: Perceptions of Researchers, Research Ethics Board Members and Research Ethics Experts. *Journal of Academic Ethics*, 21(2), 269-292. 10.1007/s10805-022-09455-3
- Feldle, P., Grunz, J-P., Kunz, A. S., Pannenbecker, P., Patzer, T. S., Pichlmeier, S., Sauer, S. T., Hendel, R., Ergün, S., Bley, T. A., Huflage, H. (2024). Influence of spectral shaping and tube voltage modulation in ultralow-dose computed tomography of the abdomen. *BMC Medical Imaging*, 24(1), 49. 10.1186/s12880-024-01228-1
- Friedland, G. W., Thurber, B. D. (2013). The birth of CT. *American Journal of Roentgenology*, 167(6), 1365-1370. 10.2214/ajr.167.6.8956560
- Frija, G., Blažić, I., Frush, D. P., Hierath, M., Kawooya, M., Donoso-Bach, L., Brkljačić, B. (2021) How to improve access to medical imaging in low- and middle-income countries? *eClinicalMedicine*, 38, 101034. 10.1016/j.eclinm.2021.101034
- Golbus, A. E., Steveson, C., Schuzer, J. L., Rollison, S. F., Worthy, T., Jones, A. M., Julien-Williams, P., Moss, J., Chen. M. Y. (2024) Ultra-low dose chest CT with silver filter and deep learning reconstruction significantly reduces radiation dose and retains quantitative information in the investigation and monitoring of lymphangiomyomatosis (LAM). *European Radiology*, 34(9), 5613-5620. 10.1007/s00330-024-10649-z
- Ha, J. Y., Baek, H. J., Ryu, K. H., Cho, E. (2021). Feasibility study of ultra-low-dose dedicated maxillofacial computed tomography using filter-based spectral shaping in patients with craniofacial trauma: assessment of image quality and radiation dose. *Quantitative Imaging in Medicine and Surgery*, 11(4), 1292-1302. 10.21037/qims-20-800
- Henricson, M. (2023). Kapitel 31 – Diskussion. I M. Henricson (Red.), *Vetenskaplig teori och metod - Från idé till examination inom vård- och hälsovetenskap* (3 uppl. s. 494-496). Studentlitteratur.

- Herrman, M. & Castillo, I. (2023). Ålder – normer genom livet. I E. Tengelin (Red.), *Jämlik vård – Normmedvetna perspektiv* (2 uppl. s. 133-150). Studentlitteratur.
- Houfrar, J., Ludwig, B., Bister, D., Nienkemper, M., Abkai, C., Venugopal, A. (2022). The Effects of Additional Filtration on Image Quality and Radiation Dose in Cone Beam CT: AN in Vivo Preliminary Investigation. *BioMed Research International*, 2022(1), 7031269. 10.1155/2022/7031269
- Irving, B., Leswick, D. A., Fladeland, D., Lim, H. J., Bryce, R. (2016). Knowing the Enemy: Health Care Provider Knowledge of Computed Tomography Radiation Dose and Associated Risks. *Journal of Medical Imaging and Radiation Sciences Research Informing Practice*, 47(3), 243-250. 10.1016/j.jmir.2016.05.003
- Isaksson, M. (2022). *Grundläggande strålningsfysik* (3 uppl.). Studentlitteratur.
- Karolinska institutet (u.å). *Svensk MeSH*. <https://mesh.kib.ki.se/>
- Knipe, H. (12 februari 2026). *Milliamperereconds (mAs)*. Radiopaedia. <https://radiopaedia.org/articles/milliamperereconds-mas>
- Leyendecker, P., Faucher, V., Labani, A., Noblet, V., Lefebvre, F., Magotteaux, P., Ohana, M., Roy, C. (2018). Prospective evaluation of ultra-low-dose-contrast-enhanced 100-kV abdominal computed tomography with tin filter: effect on radiation dose reduction and image quality with a third-generation dual-source CT system. *European Radiology*, 29, 2107-2116. 10.1007/s00330-018-5750-2
- *Korcakova, E., Stepankova, J., Suchy, D., Hosek, P., Bajcurova, K., Pernicky, J., Mirka, H. (2022). Is ultra low-dose CT with tin filtration useful for examination of SI joints? Can it replace X-ray in diagnostics of sacroiliitis? *Biomedical papers*, 166(1), 77-83. 10.5507/bp.2021.008
- *Marth, T., Kajdi, G. W., Stern, C., Sutter, R. (2025). Implementing tin-prefiltration in routine clinical CT scans of the lower extremity: impact on radiation dose. *Skeletal Radiology*, 54, 1915-1925. 10.1007/s00256-025-04897-3
- McHugh, M. L. (2012). Interrater reliability: the kappa statistic. *Biochemica medica*, 3, 276-282. 10.11613/BM.2012.031
- Miteu, G, D. (2024). Ethics in scientific research: a lens into its importance, history, and future. *Annals of Medicine and Surgery*, 86(5), 2395-2398. 10.1097/ms9.0000000000001959
- *Noto, Y., Kuramoto, T., Watanabe, K., Chida, K. (2025). Reducing Radiation Dose in Computed Tomography Imaging of Adolescent Idiopathic Scoliosis Using Spectral Shaping Technique with Tin Filter. *Tomography*, 11(10), 100. 10.3390/tomography11100110

- Olsson, H., & Sörensen, S. (2022). *Forskningsprocessen – Kvalitativa och kvantitativa perspektiv* (4 uppl.). Liber.
- Oh, C. H., Cho, S. B., Kwon, H. (2024). Evaluating Image Quality and Radiation Dose in Low-Dose Thoraco-Abdominal CT Angiography with a Tin Filter for Patients with Aortic Disease. *Journal of Clinical Medicine*, 13(4), 996. 10.3390/jcm13040996
- Omamuli, R. (8 mars 2026). *Rising CT Scans in Elderly Raise Radiation Questions*. European Medical Journal. <https://www.emjreviews.com/radiology/news/rising-ct-scans-in-elderly-raise-radiation-questions/>
- Oshima, Y., Ohno, Y., Takenaka, D., Ito, Y., Kimata, H., Fuji, K., Akino, N., Hamabuchi, N., Matsuyama, T., Nagata, H., Ueda, T., Ikeda, H., Ozawa, Y., Yoshikawa, T., Toyama, H. (2023). Capability for dose reduction while maintaining nodule detection: Comparison of silver and copper x-ray spectrum modulation filters for chest CT using a phantom study with different reconstruction methods. *European Journal of Radiology*, 166, 110969. 10.1016/j.ejrad.2023.110969
- Patientsäkerhetslag* (SFS 2010:659). Socialdepartementet. https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/patientsakerhetslag-2010659_sfs-2010-659/
- Pham, G., Kim, S. H., Rehani, M. M. (2026). CT utilization and radiation risk in the elderly: let us not downplay frequent imaging. *British Journal of Radiology*, tqag051. 10.1093/bjr/tqag051
- Popenoe, R., Langius-Eklöf, A., Stenwall, E., Jervaeus, A. (2021). A practical guide to data analysis in general literature reviews. *Nordic Journal of Nursing Research*, 41(4), 175-186. 10.1177/2057158521991949
- Primak, A. N., Ramirez Giraldo, J. C., Liu, X., McCollough, C. H. (2009). Improved dual-energy material discrimination for dual-source CT by means of additional spectral filtration. *The International Journal of Medical Physics Research and Practice*, 36(4), 1359-1369. 10.1118/1.3083567
- Rehani, M., & Nacouzi, D. (2020). Higher patient doses through X-ray imaging procedures. *European Journal of Medical Physics*, 79, 80-86. 10.1016/j.ejmp.2020.10.017
- Sandman, L. & Kjellström, S. (2022). *Etikboken* (2 uppl.). Studentlitteratur.
- Sawan, D. S., Alkudsi, A. M., Abdulsaud, R. M., Edrees, G. W., Altaher, F. F. (2026). Ionizing radiation awareness among consultants, specialists, resident doctors, interns and radiographers in a university hospital obstetrics and gynecology department. *Continence Reports*, 17, 100103. 10.1016/j.contre.2025.100103

- Scappatura, G. (5 januari 2024). *Filters and Spectral Shaping: Pillars of Quality in Computed Tomography*. Diagnostic imaging.
<https://www.diagnosticimaging.com/view/filters-spectral-shaping-quality-computed-tomography>
- Schüle, S., Gärtner, K., Halt, D., Beer, M., Hackenbroch, C. (2022). Low-Dose CT Imaging of the Pelvis in Follow-up Examinations – Significant Dose Reduction and Impact of tin filtration: Evaluation by Phantom Studies and First Systematic Retrospective Patient Analyses. *Investigative Radiology*, 57(12), 789-801. 10.1097/rli.0000000000000898
- Shah, J. P., Mann, S. D., McKinley, R. L., Tornai, M. P. (2018). Characterization of CT Hounsfield Units for 3D Acquisition Trajectories on a Dedicated Breast CT System. *Journal of X-ray Science and Technology*, 26(4), 535-551. 10.3233/XST-17350
- Smith-Bindman, R., W. Chu, P., Azman Firdaus, H., Stewart, C., Malekheadayat, M., Alber, S., E. Bolch, W., Mahendra, M., Berrington de González, A., L. Miglioretti, D. (14 april 2025). Projected lifetime cancer risks from current computed tomography imaging. *JAMA Internal medicine*, 185(6), 710-719. 10.1001/jamainternmed.2025.0505
- Socialstyrelsen. (23 maj 2024). *Cancer*.
<https://www.socialstyrelsen.se/kunskapsstod-och-regler/omraden/cancer/>
- Socialstyrelsen. (25 juni 2025). *Evidensbaserad praktik*.
<https://www.socialstyrelsen.se/kunskapsstod-och-regler/omraden/evidensbaserad-praktik/>
- *Stern, C., Wanivenhaus, F., Rosskopf, A. B., Farshad, M., Sutter, R. (2024). Superior metal artifact reduction of tin-filtered low-dose CT in imaging of lumbar spinal instrumentation compared to conventional computed tomography. *Skeletal Radiology*, 53, 665-673. 10.1007/s00256-023-04467-5
- Strålsäkerhetsmyndigheten. (3 februari 2025). *Berättigande och optimering*.
<https://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/omraden/sjuk--och-tandvard/berattigande-och-optimering/>
- Strålsäkerhetsmyndigheten. (1 september 2017). *Datortomografi*.
<https://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/omraden/sjuk--och-tandvard/berattigande-och-optimering/datortomografi/>
- Strålsäkerhetsmyndigheten. (5 september 2024). *Att arbeta strålsäkert*.
<https://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/att-arbeta-stralsakert/>
- Svensk förening för röntgensjuksköterskor. (u.å.). Internationellt arbete.
<https://swedrad.se/internationellt>

- *Tan, S. L. H., Badawy, M., Schneider, M., Lau, K. K., Low, K., Kutschera, P. (2019). The efficacy of tin-filtration for computed tomography in diagnosing urolithiasis. *Clinical Imaging*, 55, 126-131. 10.1016/j.clinimag.2019.02.011
- *Tao, W., & Goetti, R. (2024). Evaluation of ultra-low-dose CT with tin filter for craniosynostosis. *Journal of Medical Imaging and Radiation Oncology*, 69(1), 28-34. 10.1111/1754-9485.13812
- Thilander Klang, A. (2023). Kapitel 2,8 - Datortomografi. Blomqvist, L & Zackrisson, S. (Red.), *Radiologi* (2 uppl., s. 79-84). Studentlitteratur.
- *von Hessling, A., Gomes, C. V., Niederau, P., Lima, T., Roos, J., Saltybaeva, N. (2025). Dose optimization for CT scans of the temporal bone using spectral shaping tin filter. *Journal of Applied Clinical Medical Physics*, 27(1), e70359. 10.1002/acm2.70359
- Willman, A., Bahtsevani, C., Nilsson, R. & Sandtröm, B. (2016). *Evidensbaserad omvårdnad - En bro mellan forskning & klinisk verksamhet* (4 uppl.). Studentlitteratur.
- World Medical Association. (19 oktober 2024). *WMA Declaration of Helsinki – Ethical principles for medical research involving human participants*. <https://www.wma.net/policies-post/wma-declaration-of-helsinki/>
- Örnberg, G., & Andersson, B. (2012). *Kompetensbeskrivning för legitimerad röntgensjuksköterska* [Broschyr]. https://static1.squarespace.com/static/5e273ba0d40a2118838e3a5e/t/63e95b4da9bd001d804af4e1/1676237647306/komptetensbeskrivning_2012_02_20.pdf
- Örnberg, G., & Eklund, A-K. (2008). *Yrkesetisk kod för röntgensjuksköterskor* [Broschyr]. <https://static1.squarespace.com/static/5e273ba0d40a2118838e3a5e/t/63e9599c958d093ae846f4f3/1676237214737/Yrkesetiskkodsvensk.pdf>

Deklarationer

Tabell över egen insats i examensarbetet

Del av arbetet	Anna Engman	Pirkko Huotari
Bakgrund (ex. sökt litteratur till bakgrunden, skrivit första utkastet för en viss del, reviderat texten, definierat begrepp, skrivit problemformulering)	Skrivit och reviderat bakgrund och problemformulering. Sammanställt artiklar. Sökt artiklar och litteratur.	Sökt litteratur, reviderat genom kommentarer med förslag till förändring i både bakgrund och problemformulering.
Metod (ex. utfört litteratursökningar, utfört urvalet, genomfört kvalitetsgranskning, deltagit i analysen, skrivit utkast till metoden, reviderat texten)	Skrivit och reviderat definitioner, urval, inklusions- och exklusionskriterier, samt forskningsetiska överväganden. Skrivit grovt första utkast till sökmetoder. Sökt artiklar och litteratur. Kvalitetsgranskat artiklar.	Skrivit sökmetoder och analys-avsnittet. Reviderat information om urval och forskningsetik genom feedback från handledare och skrivpartner. Utfört urval i litteratursökning. Deltagit i analysen.
Resultat (sökt litteratur, skrivit utkast till specifika delar i diskussionen, reviderat)	Sökt artiklar. Skrivit första utkast till Stråldos. Extraherat data från 6st artiklar. Gjort och fyllt i artiklar. Gjort och fyllt i resultatstabeller, gjort figurer. Skrivit första utkast till Resultatdiskussion, klinisk implikation och metoddiskussion. Reviderat och fyllt på etiska, samhällliga och intersektionella aspekter samt vidare forskning. Reviderat konklusion. Skrivit abstrakt.	Sökt artiklar. Skrivit in parametrar i tabeller. Skrivit ett första utkast till inledning av resultatdelen och bildkvalitet-avsnittet. Extraherat data från 2 artiklar. Sökt information som saknats i samtliga artiklar. Skrivit resultat för stråldos- och bildkvaliteparametrar, resultatdiskussion, etiska-intersektionella- och samhällliga aspekter, metoddiskussion och reviderat utifrån feedback.
Referenser och formalia (kontrollerat referenser, reviderat referenslista, formaterat text, skapat tabeller)	Kontrollerat referenslista och lagt in referenser. Kontrollerat rätt referensteknik i löpande text och i referenslista. Skapat alla tabeller och kontrollerat att korrekt information angivits. Gjort kommentarer på söktabell så artiklar är lätt att finna under skrivprocessen. Kontrollerat och ändrat till korrekt radavstånd, teckensnitt, teckenstorlek och styckesindelning. Skapat innehållsförteckning. Skapat avsnittsbrytning med korrekt sidnummer. Skapat första sidan med bild, rubrik och övrig text.	Refererat enligt APA7, kontrollerat formalia på de delar jag skrivit som exempelvis radavstånd, teckenstorlek, teckensnitt i tabell och i löpande text, samt sett till att varje stycke har stycke-brytning med blankt mellanrum. Dubbelkollat källhänvisning med biblioteket då osäkerhet förekommit.

Tabell över användning av generativ AI i examensarbetet

	Hur AI har använts, inklusive tjänst	Hur har korrekt information säkerställts
Språkbearbetning och/eller språkgranskning (Ange om AI har använts för att förbättra stavning, grammatik och flöde i texten)	Ej använt.	Ej använt.
Stöd i akademiskt skrivande och/eller referering (Ange om AI har använts för att omformulera språkstil/ton och/eller referensteknik)	Ej använt.	Ej använt.
Skapat diagram, figurer eller liknande (Ange om AI har använts för att presentera analysresultatet i diagram och figurer)	Ej använt.	Ej använt.
Annan användning av AI	Ej använt.	Ej använt.

Bilagor

Bilaga 1

Tabell 1. Översikt över urvalsprocessen

Databas & datum	Sökord	Avgränsning	Antal träffar	Urval 1*	Urval 2**	Urval 3***	Urval 4****
Pubmed 21/1	"patient dose" AND "filter" AND "ct"	Free full text, 2016-2026	8	1	0	0	0
Scopus 21/1	"patient dose" AND "filter" AND "ct"	2020-2026. Limited to: Article, English, Keyword Radiation Dose	119	24	14	4	3
Scopus 21/1	"patient dose" AND "filter" AND "ct"	2016-2020. Limited to: Article, English, Keyword Radiation Dose	9	0	0	0	0
Cinahl 25/1	"DLP" AND "filter" AND "CT"	Forskningsartiklar, senaste 10 åren	4	1	0	0	0
Science direct 30/1	(DLP OR CTDI) AND CT AND "spectral Filter"	Forskningsartiklar	4	2	2	0	0
Cinahl 24/2	("patient dose" OR DLP OR CTDI) AND (CT OR "computed tomography") AND Filter	Forskningsartiklar, senaste 10 åren	4	3*****	0	0	0
Science direct 24/2	("patient dose" OR DLP OR CTDI) AND (CT OR "computed tomography") AND ("spectral filter" OR "Additional filter" OR filter)	År 2025, forskningsartiklar	202	2*****	1	0	
Science direct 24/2	("patient dose" OR DLP OR CTDI) AND (CT OR "computed tomography") AND filtration	Forskningsartiklar, engelska, år 2026, medicin och tandvård	24	1	1	0	0
Science direct 24/2	("patient dose" OR DLP OR CTDI) AND (CT OR "computed tomography") AND filtration	Forskningsartiklar, engelska, år 2019, medicin och tandvård	47	1	1	1	1
Science direct 25/2	("patient dose" OR DLP OR CTDI) AND (CT OR "computed tomography") AND filtration	Forskningsartiklar, engelska, år 2024, medicin och tandvård	40	0	0	0	0
Science direct 25/2	("patient dose" OR DLP OR CTDI) AND (CT OR "computed tomography") AND filtration	Forskningsartiklar, engelska, år 2023, medicin och tandvård	29	1	0	0	0

Databas & datum	Sökord	Avgränsning	Antal träffar	Urval 1*	Urval 2**	Urval 3***	Urval 4****
Science direct 25/2	("patient dose" OR DLP OR CTDI) AND (CT OR "computed tomography") AND filtration	Forskningsartiklar, engelska, år 2022, medicin och tandvård	31	2	2	0	0
Science direct 25/2	("patient dose" OR DLP OR CTDI) AND (CT OR "computed tomography") AND filtration	Forskningsartiklar, engelska, år 2021, medicin och tandvård	39	1	1	0	0
Science direct 25/2	("patient dose" OR DLP OR CTDI) AND (CT OR "computed tomography") AND filtration	Forskningsartiklar, engelska, år 2020, medicin och tandvård	40	3	3	0	0
CINAHL 25/2	("radiation dose" OR dlp OR "dose length product" OR "radiation dosage") AND (ct OR "computed tomography") AND (filter OR filtration)	Peer-reviewed, forskningsartikel, senaste fem åren.	17	4*****	2	0	0
CINAHL 25/2	("radiation dose" OR dlp OR "dose length product" OR "radiation dosage") AND (ct OR "computed tomography") AND (filter OR filtration)	Peer-reviewed, forskningsartikel, 01/2016 till 12/2021	41	3	1	0	0
Pubmed 25/2	("radiation dose" OR dlp OR "dose length product" OR "radiation dosage") AND (ct OR "computed tomography") AND (filter OR filtration)	Senaste fem åren, Free full text, English	253	21*****	13	4	4
Pubmed 25/2	("radiation dose" OR dlp OR "dose length product" OR "radiation dosage") AND (ct OR "computed tomography") AND (filter OR filtration)	Free full text, 2016-2021, English	272	4	2	0	0

* = Urval utifrån titel. ** = Urval utifrån abstrakt. *** = Urval utifrån artikel. **** = Kvalitetsgranskad och bedömd som hög kvalitet av båda författare. ***** = Dubletter sorterades bort.

Bilaga 2

Tabell 2. Artikelöversikt och kvalitetsgranskning.

År Författare DOI Land Tidskrift	Titel	Syfte	Urval	Metod	Resultat	(Kvalitet), Etisk granskning
2022 Axer, B., Garbe, S., Hadizadeh, D. R. 10.1055/a-1856-3522 Tyskland RöFo	Comparative valuation of Diagnostic Quality in Native Low-dose CT without and with Spectral Shaping employing a Tin Filter in Urolithiasis with implanted Ureteral Stent	Spectral shaping employing a tin filter can be used for dose reduction in CT of the abdomen in patients with urolithiasis. As ureteral stents may be in direct contact with the calculus, a good image quality is mandatory. The goal of this study was to obtain data of the effect of tin filtering on image quality and dose in patients with urolithiasis in direct contact with ureteral stents	Antal: 65st patienter Könsfördelning: 48 män,17 kvinnor Medelålder: 55±15,2år (18-90år) BMI (medelvärde): 27,3±5.4	Prospektiv, randomiserad "2-arm comparative" studie. 84st undersökningar (konventionell lågdos vs modifierad lågdosprotokoll med tennfilter) som var randomiserade. Max 1 undersökning per protokoll. Bildkvalitet och kalksynlighet blev bedömd på en 5-poängs Likertskala av 2st erfarna radiologer. Även mätt SNR, CNR och FOM.	Bildkvalitet: 3.9 ± 0.8 utan tennfilter och 4.3 ± 0.7 med tennfilter (p <0.05) CNR och SNR kunde vara högre med tennfilter, inte alltid statistiskt signifikant dock. FOM var statistiskt signifikant vid majoriteten av vävnaderna. Effektiv dos: 1.5 ± 0.4mSv utan tennfilter, 1.2 ± 0.4mSv med tennfilter (p <0.05). SSDE: 3.09 ± 0.47mGy UTAN tennfilter, 2.33 ± 0.38mGy (p <0.05)	(Hög kvalitet) Informerat samtycke. Etiskt godkänd. Inga intressekonflikter.

År Författare DOI Land Tidskrift	Titel	Syfte	Urval	Metod	Resultat	(Kvalitet), Etisk granskning
<p>2022 Korcakova, E., Stepankova, J., Suchy, D., Hosek, P., Bajcurova, K., Pernicky, J., Mirka, H. https://doi.org/10.5507/bp.2021.008 Tjeckien <i>Biomedical Papers</i></p>	<p>Is ultra low-dose CT with tin filtration useful for examination of SI joints? Can it replace X-ray in diagnostics of sacroiliitis?</p>	<p>The first objective of our study was to determine the radiation exposure received by patients during tin-filtrated ultra-low-dose computed tomography (TFULDCT) of sacroiliac joints and to compare those to conventional X-ray doses. For comparison, we added a cohort examined by low-dose CT (LDCT) without tin filtration. The second objective was to compare the results of TFULDCT and X-ray in the detection of sacroiliitis.</p>	<p>Antal: 45st patienter med misstänk axial spondyloartrit (30st som genomgått tennfilter ultralågdos-DT och KR. 15st som genomgått lågdos-DT utan tennfilter).</p> <p>Könsfördelning i studiegrupp: 14 män, 16st kvinnor</p> <p>Könsfördelning i kontrollgrupp: 6st män och 9 kvinnor.</p> <p>Medelålder i studiegrupp: 43,5år (28-61år)</p> <p>Medelålder i kontrollgrupp: 48år (38-68år)</p> <p>BMI (medelvärde) i studiegrupp: 27,7</p> <p>BMI (medelvärde) i kontrollgrupp: 28,1</p>	<p>Jämförelsegruppen undersöktes med lågdosprotokoll med 100kV, dosautomatik, tennfilter var 0.4mm. Kontrollgruppen gjorde samma undersökning, samma protokoll utan tennfilter. KR gjordes med en AP projektion eller 2st oblique projektioner. Utvärderade av 3st radiologer med minst 5 års erfarenhet New York klassifikation, värden över 3 var positivt. Wilcoxon matched pairs test, Spearmans korrelation, Mann-Whitney U test, ANOVA. Fischer's exact test. Konfidensintervall. P-värden är two-tailed, signifikans under 0.05.</p>	<p>Median effektiv dos: 0.11mSv för tennfilter lågdosDT (jämförelsegruppen), 0.25mSv för KR och 0.5mSv för kontrollgruppen. Doserna hade stark korrelation till BMI, starkare korrelation vid jämförelsegruppen. Diagnostik: 23/30 undersökningarna "provided a decisive result". Alla bilder var bedömda som tillräckliga.</p>	<p>(Hög kvalitet) Informerat samtycke. Etiskt godkänd. Artikeln stöttad av "the project of the Ministry of Health-Conceptual Development of Research Institutions ... FN plzen, and European Regional Development Fund ..." Inga intressekonflikter.</p>

År Författare DOI Land Tidskrift	Titel	Syfte	Urval	Metod	Resultat	(Kvalitet), Etisk granskning
<p>2025 Marth, T., Kajdi, G. W., Stern, C., Sutter, R. 10.1007/s00256-025-04897-3 Schweiz Skeletal Radiology</p>	<p>Implementing tin-prefiltration in routine clinical CT scans of the lower extremity: impact on radiation dose</p>	<p>Still, no study has reported data on the impact of tin-prefiltration on radiation dose reduction for musculoskeletal CT in clinical routine. Therefore, we set out to compare CT dose index volume (CTDI_{vol}), dose length product (DLP), and effective dose before and after implementing the tin filter in clinical routine musculoskeletal CT imaging for the pelvis, knee, and ankle</p>	<p>Antal: 288st patienter, totalt 300 undersökningar.</p> <p>Könsfördelning bäckenundersökning: 42 män, 58 kvinnor</p> <p>Könsfördelning Knäledsundersökning: 61 män, 49 kvinnor</p> <p>Könsfördelning Fotledsundersökning: 52män, 48 kvinnor</p> <p>Medelålder studiegrupp: Bäcken: 66,5 ±7,8år Knäled: 35,3±15,2år Fotled: 44,9±15,4år</p> <p>Medelålder Kontrollgrupp: Bäcken: 63,2±13,6år Knäled: 32,9±12,8år Fotled: 52,1±15,9år</p> <p>BMI (medelvärde) studiegrupp: Bäcken: 28,5±4,7 Knäled: 27,1±5,1 Fotled: 27,2±4,7</p> <p>BMI (medelvärde) kontrollgrupp: Bäcken: 26,6±3,7 Knäled: 27,2±5,5 Fotled: 27,9±5,9</p>	<p>Retrospektiv analys. Samma patienter gjorde först en DT utan tennfilter, och sen en DT utan. Undersökte höft, knä och fotled. Alla undersökningar gjordes på samma DT. CTDI_{vol}, DLP och effektiv dos samlades in vid varje undersökning. Samma rekonstruktionsmetoder på alla bilder. Kvantitativ analys på CTDI_{vol}, DLP och effektiv dos med Mann-Whitney U test. T-test. Chi-square test. Kvalitativ bildbedömning av 2st radiologer, 4 och 8 års erfarenhet Bilder anonymiserade och randomiserade. 4 stegs Likert-skala.</p>	<p>Störst skillnad för knäundersökning: CTDI_{vol}: 73% skillnad (9.1 vs 2.5mGy) DLP: 73% skillnad (330.4 vs 89.5mGyxcm) Effektiv dos: 71% skillnad (0.21 vs 0.06mSv). Alla undersökningar hade statistiskt signifikant skillnad med tennfilter.</p> <p>Kvalitativ bedömning: Ingen signifikant skillnad (alla p >0.05) för knä och fotled. Signifikant skillnad för brus i höftbilderna (p <0.001), mer brus med filtret</p> <p>Kvantitativ bedömning: Ingen skillnad i brus, mer brus i höft med tennfilter. Lägre SNR och CNR.</p>	<p>(Hög kvalitet) Etiskt godkänd. Följde Helsinkideklarationen och nationella etiska standards. Skriftligt informerat samtycke. Sista författaren får betalt eftersom han är "book editor at Breitenseher Publisher". Inga intressekonflikter annars.</p>

År Författare DOI Land Tidskrift	Titel	Syfte	Urval	Metod	Resultat	(Kvalitet), Etisk granskning
<p>2025. Noto, Y., Kuramoto, T., Watanabe, K., Chida, K. 10.3390 /tomography11100110 Japan Tomography</p>	<p>Reducing Radiation Dose in Computed Tomography Imaging of Adolescent Idiopathic Scoliosis Using Spectral Shaping Technique with Tin Filter</p>	<p>This study evaluated the efficacy of spectral shaping using a tin filter for reducing radiation dose in CT imaging in AIS and its impact on image quality.</p>	<p>Antal: 51st patienter med adolescent idiopathic scoliosis (AIS) som genomgått rygg-DT mellan februari 2017 och mars 2022.</p> <p>Könsfördelning: Kvinnor endast</p> <p>Medelålder studiegrupp: 15,3±2,1år Medelålder kontrollgrupp: 15,5±1,7år BMI (medelvärde) studiegrupp: 18,6±1,9</p> <p>BMI (medelvärde) kontrollgrupp: 18,4±1,8</p>	<p>Retrospektiv analys. 2 grupper, normaldosDT (NDCT) och lågdosDT med spectral shaping med tennfilter (LDCT). Stråldos dokumenterad som CTDIvol och DLP. Effektiv och ekvivalent dos hämtad från simuleringar.</p>	<p>75% minskad stråldos utan minskad diagnostisk kvalitet på bilderna.</p>	<p>(Hög kvalitet) Etiskt godkänd. Inga intressekonflikter. Fick bidrag från " the program of the NRA Human Resource Development, Human Resource Development Program for Advanced Radiation Protection with Practical Problem-Solving Skills, Japan"</p>

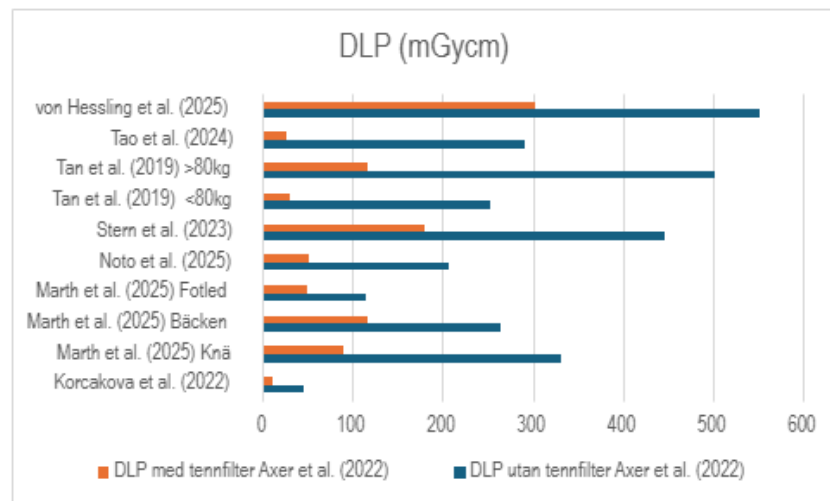
År Författare DOI Land Tidskrift	Titel	Syfte	Urval	Metod	Resultat	(Kvalitet), Etisk granskning
<p>2023 Stern, C., Wanivenhaus, F., Roskopf, A. B., Farshad, M., Sutter, R. 10.1007/s00256-023-04467-5 Schweiz Skeletal Radiology</p>	<p>Superior metal artifact reduction of tin-filtered low-dose CT in imaging of lumbar spinal instrumentation compared to conventional computed tomography</p>	<p>To compare the image quality of low-dose CT (LD-CT) with tin filtration of the lumbar spine after metal implants to standard clinical CT, and to evaluate the potential for metal artifact and dose reduction.</p>	<p>Antal: 74st patienter med metallimplantat i ländryggen</p> <p>Könsfördelning: 42st män, 32st kvinnor</p> <p>Medelålder: 65,4±13,4år</p> <p>BMI (medelvärde), inhämtat av 64 deltagare: 26,7±4,2</p>	<p>Prospektiv. Ett kadavers bröstkorg med "lumbar pedicle screws instrumented" användes för att optimisera DT-parametrar. Standard DT utan tennfilter och dosautomatik, 120kV. Direkt efter standard DT gjordes tennfilterad lågdosDT med fixerad rörspänning på 140kV. Iterativ rekonstruktionsmetod Bilder anonymiserades och bedömdes av radiologer med 9 & 10 års erfarenhet. Kvalitativ bildbedömning med 4-stegs Likert skala. Kvantitativ bedömning med CTDIvol, DLP, SNR, CNR, FOM. Shapiro-Wilk test, Wilcoxon signed-rank test, kappa statistik, SPSS.</p>	<p>Effektiv dos: Medianen minskade från 8.02mSv till 3.22mSv när tennfilter lågdosDT användes (p <0.001), alltså en dosreduktion på 59.9%. DLP: Från 445.6 till 179.1mGyxcM (p <0.001) CTDIvol: 18.24 till 7.25 (p <0.001) ^Allt ovan är medianen i 25th percentile</p> <p>Kvalitativ bildkvalitet: Mindre artefakter med tennfilter lågdosDT, statistisk signifikant skillnad. Kvantitativ bildkvalitet: Lägre kontrast, mer brus, lägre SNR och CNR vid tennfilter lågdosDT. Ingen skillnad i FOM.</p>	<p>(Hög kvalitet) Etiskt godkänd, följde "principles of Good Clinical Practice", Helsinkideklarationen och andra schweiziska regulationer. Inga intressekonflikter. Bidrag via "open access funding" från Zurich universitet</p>

År Författare DOI Land Tidskrift	Titel	Syfte	Urval	Metod	Resultat	(Kvalitet), Etisk granskning
<p>2019</p> <p>Tan, S., Badawy, M., Schneider, M., Lau, K.K., Low, K., Kutschera, P. 10.1016/j.clinimag.2019.02.011 Tyskland och USA Clinical imaging</p>	<p>The efficacy of tin-filtration for computed tomography in diagnosing urolithiasis</p>	<p>The purpose of this study was to evaluate the radiation dose and image quality of computed tomography urograms (CTU) using tin-filtration compared to conventional CTU (without tin-filtration) examinations in patients with suspected urolithiasis.</p>	<p>Antal: 100 patienter med misstänkt urolitias och 100 patienter för jämförelse som genomgick konventionella LDCTU-behandlingar för samma sjukdom.</p> <p>Könsfördelning: 118 män, 82 kvinnor</p> <p>Medelålder för patienter som vägde <80kg Studiegrupp: 49,8år (±14,9) Kontrollgrupp: 50.1år (±17.2)</p> <p>Medelålder för patienter som vägde ≥80kg</p> <p>Studiegrupp: 52.1år (±16.4) Kontrollgrupp: 50,7år (±16,2)</p> <p>BMI: ej angivet</p>	<p>Retrospektiv, randomiserad studie med jämförelsegrupp utan tennfilter. Effektiva doser jämfördes. Subjektiv bildkvalitet bedömdes av två blindade radiologer. Den objektiva bildkvaliteten bedömdes för brus, signal-brus-förhållande (SNR), kontrast-brus-förhållande (CNR) och värde (FOM) med hjälp av CTU-skanningar från både tin-filtrerade och icke-tin-filtrerade protokoll.</p>	<p>Tennfiltrering resulterade i en minskning av den effektiva stråldosen med en frekvens på mellan 72 % och 88 % för patientgrupperna ≥80 kg respektive <80 kg. För båda grupperna resulterade tennfiltrering i inga signifikanta skillnader i SNR och en signifikant ökning av FOM. För gruppen <80 kg resulterade tennfiltrering i signifikant brusigare bilder men utan signifikant skillnad i CNR. För gruppen ≥80 kg resulterade tennfiltrering i signifikant högre CNR. Det fanns ingen signifikant skillnad i subjektiv bildkvalitet när radiologerna bedömde diagnostisk konfidentifikation för urolithiasis.</p>	<p>(Hög kvalitet) Etiskt godkännande gavs av Monash Health Human Research Ethics Committee Low Risk Panel (HREC/18/MonH/17).</p>

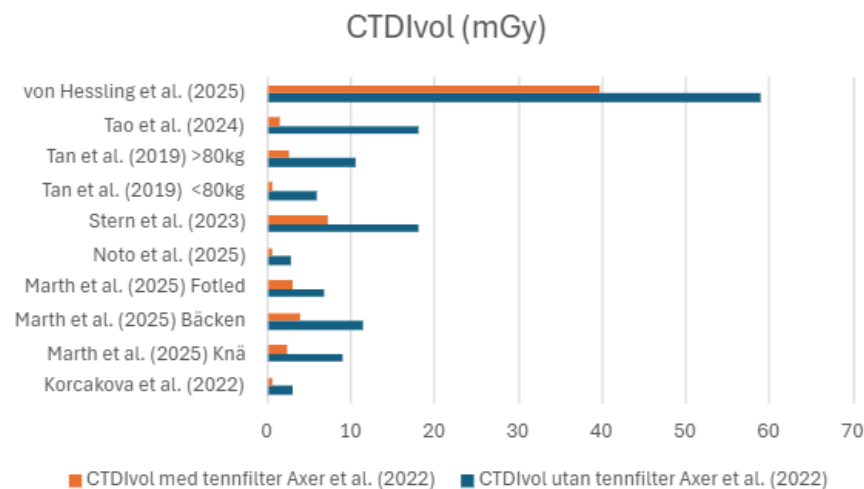
År Författare DOI Land Tidskrift	Titel	Syfte	Urval	Metod	Resultat	(Kvalitet), Etisk granskning
2024 Tao, W., & Goetti, R. 10.1111/1754-9485.13812 Australien Journal of Medical Imaging and Radiation Oncology	Evaluation of ultra-low-dose CT with tin filter for craniosynostosis	This study evaluates the effectiveness of an ultra-low-dose CT protocol with a tin filter in reducing radiation exposure whilst maintaining diagnostic quality for craniosynostosis, and its utility in the evaluation of other findings not appreciable on skull radiography	Antal: 27st patienter som gjorde ultralågdosDT för craniosynostosis jämfördes med "age-matched" kontrollgrupp som fick standarddosDT för andra indikationer. Könsfördelning: Ej angivet Medelålder studiegrupp: 10,82± 4.76 månader Medelålder kontrollgrupp: 11.08 ± 4.83 månader BMI: Ej angivet	Retrospektiv analys. Skillnad i stråldos och kvantitativa bildparametrar analyserades med "independent two-tailed t-test". Radiologernas utlåtanden undersöktes också för att se frekvensen av andra radiologiska fynd.	Medeleffektiva dosen för 27 ultralågdosDT var 0.14, en minskning av 92% jämfört med kontrollgruppen. CNR var signifikant lägre i ultralågdosDT men alla bilder hade diagnostiskt värde för att se eller utesluta craniosynostosis. Hydrocephalus kunde uteslutas i alla 27 ultralågdosDT.	(Hög kvalitet) Etiskt godkänd. Ingen intressekonflikt. Inga bidrag.
2025 von Hessling, A., Vinicius Gomes, C., Niederau, P., Lima, T., Roos, J., Saltybaeva, N. 10.1002/acm2.70359 Schweiz Journal of Applied clinical Medical Physics	Dose optimization for CT scans of the temporal bone using spectral shaping tin filter	To evaluate the impact of a spectral shaping tin filter on image quality and radiation dose in temporal bone CT examinations.	Antal: 36st patienter, temporal bone CT (13st standard CT, 23st CT med 150kVp beam med tennfilter). Könsfördelning: 14 män, 22 kvinnor Medelålder: 52,6±18,6 (18-81år) BMI: ej angivet	Retrospektiv analys. Rekonstruerad med model-baserad iterativ rekonstruktion (ADMIRE level 3). 2st neuroradiologer bedömde bilder med 3-stegs Likert skala. Stråldos kvantifierad via CTDI _{vol} , DLP och ögonlins med Monte Carlo simulering.	Båda resultat gav diagnostisk kvalitet Tennfilterprotokollet gav lite bättre bildkvalitet (Generellt: 3.00 vs 2.88. Kontrast: 3.00 vs 2.96. Upplösning: 2.58 vs 2.53, p-värde <0.05). Inter-rater agreement k = 0.75-0.97. MedelCTDI _{vol} och DLP minskade från 59.1 ± 12.1 nGy och 551.8 ± 226.8 mGy×cm (grupp A) till 39.9 ± 1.7 mGy och 302.4 ± 33.8 mGy×cm (grupp b). Ögonlinsdos minskade med 34%.	(Hög kvalitet) Etiskt godkänd. Ingen intressekonflikt.

Bilaga 3

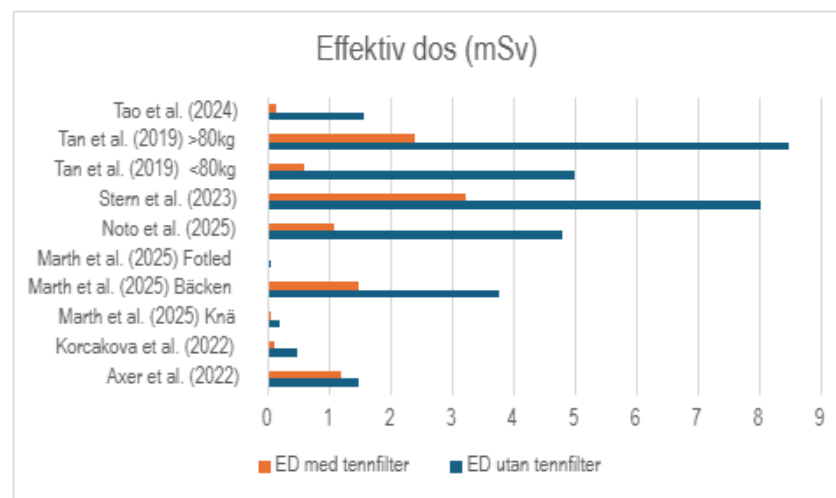
Figurer som representerar stråldosmått *DLP CTDI* samt *ED*, utan och med tennfiltrering.



Figur 1, DLP visas för sju av åtta artiklar. Marth et al. (2025) undersökte fotled, knäled och bäcken i samma studie. Tan et al. (2019) undersökte två protokoll i samma studie: patienter under 80kg och över 80kg.



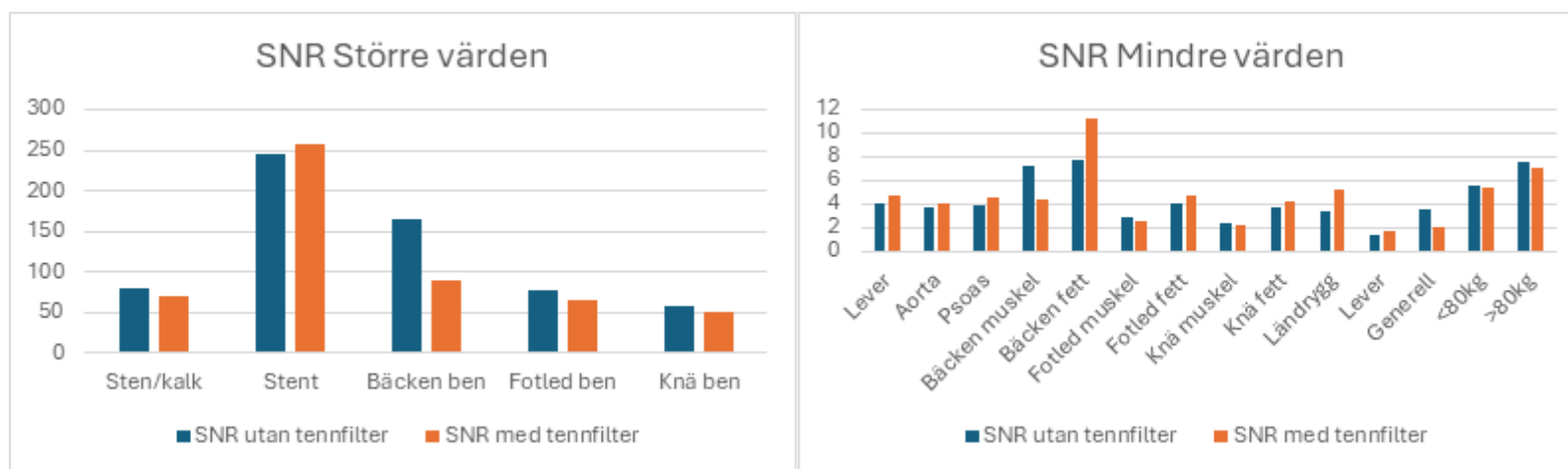
Figur 2, $CTDI_{vol}$ visas för sju av åtta artiklar. Marth et al. (2025) undersökte fotled, knäled och bäcken i samma studie. Tan et al. (2019) undersökte två protokoll i samma studie: patienter under 80kg och över 80kg.



Figur 3, ED visas för sju av åtta artiklar. Marth et al. (2025) undersökte fotled, knäled och bäcken i samma studie. Tan et al. (2019) undersökte två protokoll i samma studie: patienter under 80kg och över 80kg.

Bilaga 4

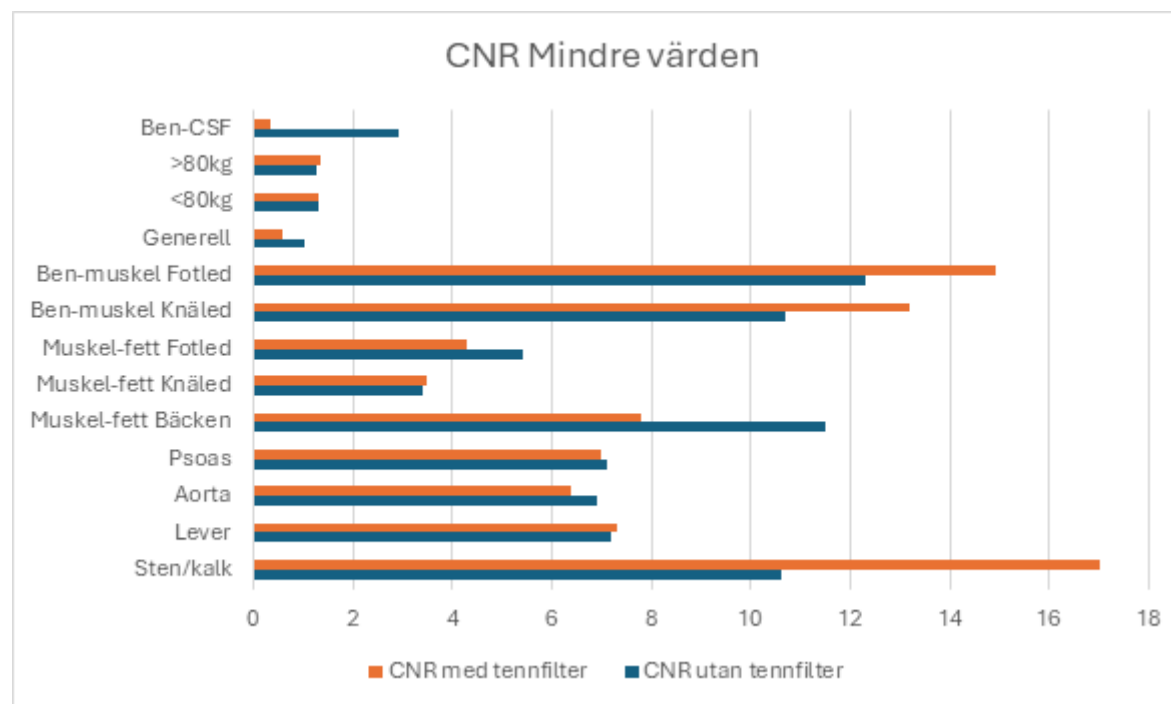
Figurer som representerar bildkvalitet (SNR, CNR och HU) utan och med tennfiltrering.



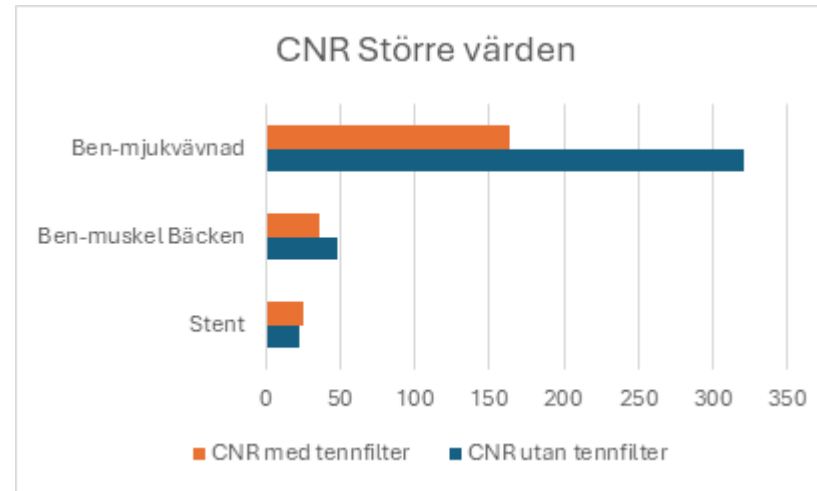
Figur 4 och 5. SNR större och mindre värden. Marth et al. (2025) mätte SNR i ben, muskelvävnad samt fettvävnad i undersökningsområdena fotled, knäled och bäcken. Stern et al. (2023) mätte enbart generell SNR. Tan et al. (2019) mätte SNR i två protokoll: patienter under 80kg och över 80kg. Axer et al. (2022) mätte SNR för stent, psoas, aorta, lever

samt sten/kalk. Noto et al.(2025) mätte SNR i ländrygg och lever - därav två staplar för lever. De lägre staplarna representerar Noto et al. (2025) mätningar.

SNR = Signal-to-noise ratio.

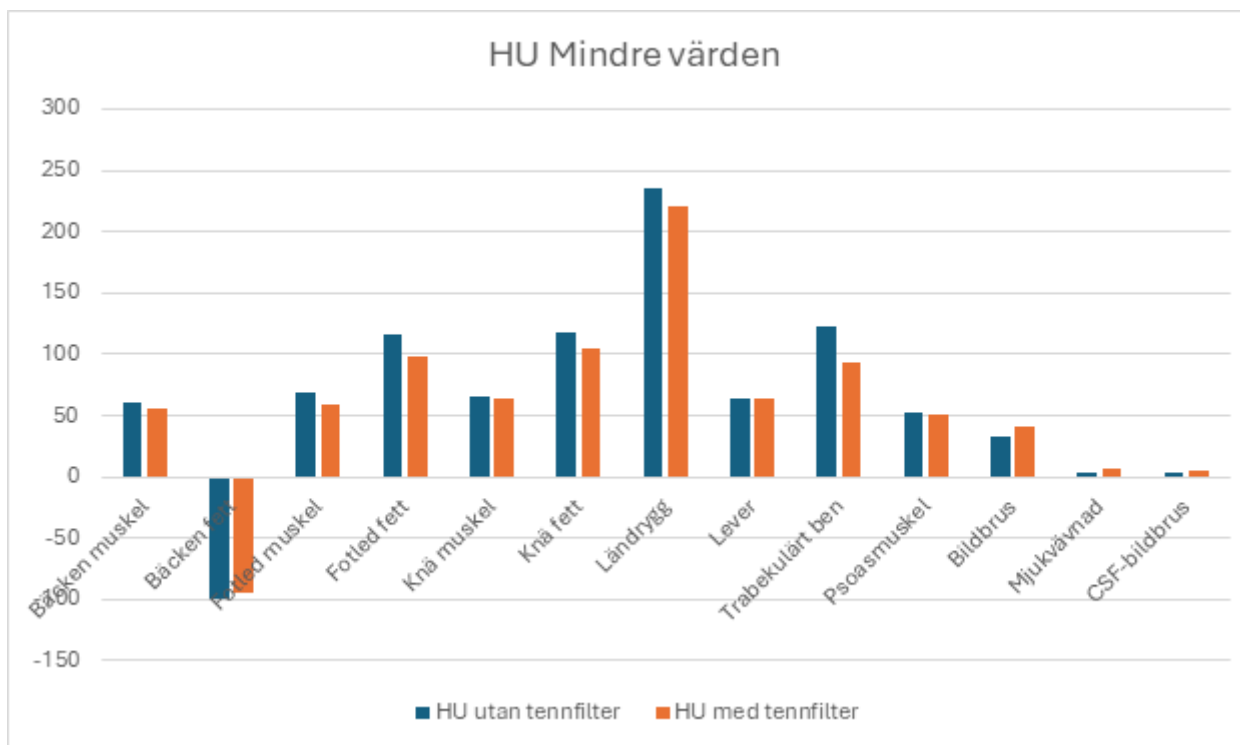


Figur 6. CNR mindre värden. Marth et al. (2025) mätte CNR i förhållanden mellan Ben-muskel och muskel-fett i undersökningsområdena för fotled, knäled och bäcken. Tan et al. (2019) undersökte två protokoll i samma studie: patienter under 80kg och över 80kg. Axer et al. (2022) mätte CNR för psoas, aorta, lever samt sten/kalk. Stern et al. (2023) mätte enbart generell CNR. Tao et al. (2024) mätte CNR i förhållandet mellan ben-CSF.



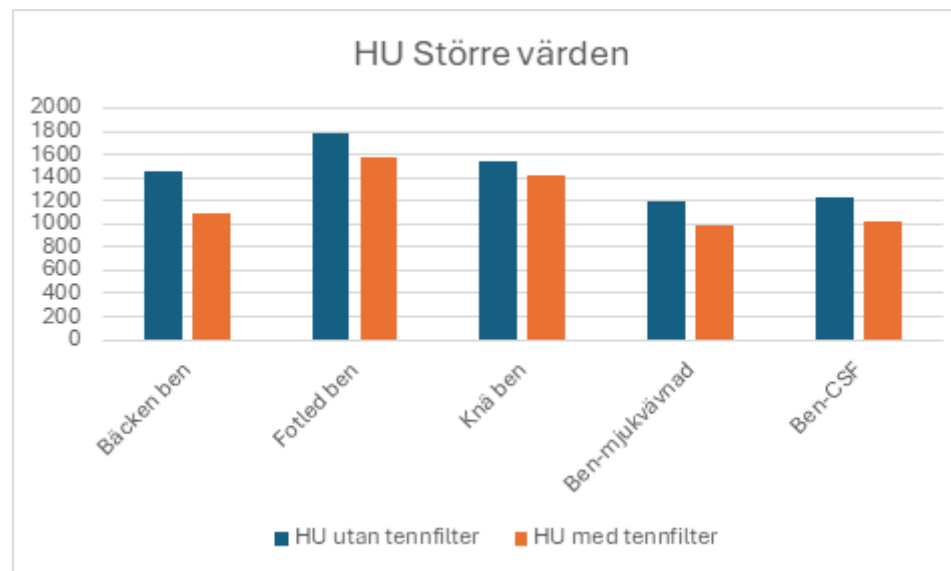
Figur 7. Större CNR-värden uppmättes av Axer et al. (2022) i stent och hos förhållandet mellan ben-muskel samt ben-mjukvävnad av Tao et al. (2024).

CNR = Contrast-to-noise ratio



Figur 8. HU mindre värden. Se tabell 5 för specifik information om författare och undersökningsområden som redovisas i dessa grafer.

HU = Hounsfield unit.



Figur 9. HU större värden. Se tabell 5 för specifik information om författare och undersökningsområden som redovisas i dessa grafer.

HU = Hounsfield unit

