



# MEDICINSKA FAKULTETEN

## Datortomografi hjärna perfusions diagnostiska betydelse vid ischemi/infarkt

Litteraturstudie

Författare: Sanna Müller & Zainab Jafari

Handledare: Berit Møller Christensen

Kandidatuppsats, Litteraturstudie

Våren 2022

Lunds universitet  
Medicinska fakulteten  
Programnämnden för omvårdnad, radiografi samt reproduktiv, perinatal  
och sexuell hälsa  
Box 157, 221 00 LUND

# Datortomografi hjärna perfusions diagnostiska betydelse vid ischemi/infarkt

Litteraturstudie

## Computed tomography brain perfusion diagnostic significance in ischemia/ infarction

Literature study

Författare: Sanna Müller & Zainab Jafari

Handledare: Berit Møller Christensen

Kandidatuppsats, Litteraturstudie

Våren 2022

### Abstrakt

Datortomografi perfusion är en kompletterande undersökningsmetod vid rädda hjärnan larm. DT perfusion framställer kartor som baseras på flera faktorer, såsom time to peak (TTP), cerebral blood volume (CBV) och cerebral blood flow (CBF). Syftet med studien var att belysa det diagnostiska värdet av DT perfusion av hjärnan vid misstanke om ischemi/infarkt.

En litteraturstudie utfördes med integrerad analys.

Resultatet visade att DT perfusion är särskilt känslig för att identifiera infarkter i den anteriora cirkulationen. DT perfusion har även hög sensitivitet och specificitet för att upptäcka lakunära infarkter, även här i den anteriora cirkulationen. DT perfusion har begränsningar avseende identifiering av infarkter i den posteriora cirkulationen.

Konklusionen är att DT perfusion bidrar med värdefull information i den anteriora cirkulationen i kombination med DT hjärna utan iv kontrast och DT angiografi. Den posteriora cirkulationen är fortsatt svårbedömd på grund av anatomiska strukturer. DT perfusion bidrar med värdefull information till kliniker för att kunna göra en uppskattning av patientens akuta behandlingsbehov och framtida insatser.

## Nyckelord

Datortomografi, perfusion, hjärna, stroke, infarkt, ischemi, diagnostisk betydelse, röntgensjuksköterska

Lunds universitet  
Medicinska fakulteten  
Programnämnden för omvårdnad, radiografi samt reproduktiv, perinatal och sexuell hälsa  
Box 157, 221 00 LUND

# Innehållsförteckning

<b>Innehållsförteckning</b>	1
<b>Introduktion</b>	1
Problemområde	2
Bakgrund	2
Perspektiv och utgångspunkter	2
Stroke - Blödning och Ischemi/Infarkt	3
Datortomografi Perfusion	4
Stråldos	5
Kontrastmedel	5
Röntgensjuksköterskans roll	6
Syfte	7
<b>Metod</b>	7
Urval	7
Datainsamling	7
Data analys	9
Forskningsetiska avvägningar	10
<b>Resultat</b>	11
DT hjärna perfusions fördelar	11
DT perfusions diagnostiska värde av anterior och posterior cirkulation	12
DT perfusions diagnostiska värde vid lakunär stroke	13
<b>Diskussion</b>	14
Diskussion av vald metod	14
Diskussion av framtaget resultat	15
Slutsats och kliniska implikationer	18
Författarnas arbetsfördelning	18
Referenser	18
<b>Bilaga 1 (2)</b>	25
<b>Bilaga 2 (2)</b>	29

# Introduktion

## Problemområde

Datortomografi (DT) perfusion är en kompletterande undersökningsmetod vid rädda hjärnan larm, där misstanke om stroke finns (Lilja & Holtås, 2008). Rädda hjärnan larm är ett strukturerat omhändertagande av patienter som kommer till sjukhus för omhändertagande vid misstanke om stroke, där behandling kan vara trombolys eller trombektomi (Statens beredning för medicinsk och social utvärdering, 2018). Stroke delas in i blödning, ischemi och infarkt där DT perfusion ger kompletterande information vid ischemi/infarkt (Lilja & Holtås, 2008). DT perfusion innebär högre stråldos till patienten samt en extra mängd kontrastmedel (Almekhlafi et al., 2019). Den ökade kontrastmedelsvolymen innebär en risk för potentiell njurinsufficiens hos patienten (Aspelin & Pettersson, 2008) och en högre stråldos till patienten ökar risken för stokastiska och deterministiska effekter. Av denna anledning ska alla undersökningar som utförs i Sverige vara berättigade, detta inkluderar perfusion (Strålsäkerhetsmyndigheten, 2017).

Röntgensjuksköterskor ska enligt Svensk förening för röntgensjuksköterskor (2012) arbeta utifrån "As low as reasonably achievable-principen" (ALARA), patientsäker vård samt en evidensbaserad vård. ALARA-principen innefattar tre grundläggande principer gällande berättigad strålning, tillämpning av dosgränser och optimering av strålskyddet (ICRP, 1997). Av denna anledning är det av största vikt att DT perfusions diagnostiska värde undersöks. DT perfusion används främst vid misstanke om infarkt och ischemi men kan även användas som verktyg för att utesluta dessa diagnoser (Lilja & Holtås, 2008). Syftet med studien är att identifiera vilken betydelse DT perfusion har för diagnostiken, då det diagnostiska värdet måste vara större än riskerna för patienten.

## Bakgrund

### *Perspektiv och utgångspunkter*

Studien har utgått från huvudområdet radiografi som beskrivs i kompetensbeskrivningen för röntgensjuksköterskor (SFR, 2012). Röntgensjuksköterskan ska enligt SFR (2012) arbeta utefter en säker vård, ALARA, aktuell evidens samt arbeta för kvalitetsförbättring.

Kompetensbeskrivningen för röntgensjuksköterskor (2012) knyter väl an till studiens syfte och lyfter fram vikten av att legitimerade röntgensjuksköterskor arbetar utefter evidens för att uppnå en kunskapsbas för sig och i sin profession, men även för patientsäkerheten och framtida utveckling.

Röntgensjuksköterskan utför högteknologiska undersökningar och arbetar tillsammans med andra professioner för att optimera undersökningar som DT perfusion. Optimering avser bildkvalitet, stråldos och tidsåtgång. Utvecklingsarbete som detta leder till bättre diagnostiskt värde vid DT perfusion vilket ökar patientsäkerheten (SFR, 2012).

### *Stroke - blödning och ischemi/infarkt*

Enligt Socialstyrelsen (2020) drabbas ungefär 25 000 personer av stroke varje år i Sverige och var fjärde person dör inom 28 dagar efter att ha drabbats av stroke (Socialstyrelsen, 2020). Stroke definieras som ett neurologiskt bortfall orsakad av skada i centrala nervsystemet på grund av ocklusioner i hjärnans blodkärl vilket inkluderar cerebral infarkt, intracerebral blödning och subaraknoidalblödning (Jönsson, 2016). Hjärninfarkt drabbar cirka 85% av befolkningen och blödningar innefattar 15% av strokepatienterna (Jönsson, 2016).

Hjärninfarkt som avser de små kärlen inne i hjärnan kallas lakunära infarkter. Av alla småkärls infarkter avser 20% lakunära infarkter (Jönsson, 2016). Stroke är därmed vanligt förekommande bland befolkningen vilket innebär att många patienter kommer till röntgen för att undersökas. Därmed anses det att kunskapen om uppkomst av stroke, undersökningsmetodiken, diagnostiken och vikten av att behandlas snabbt är nödvändigt och betydelsefullt för patienten (Socialstyrelsen, 2020).

Aspelin och Pettersson (2008) beskriver att orsaker till hjärninfarkt är kardiell emboli och ocklusioner i stora och små kärl i hjärnan. Enligt Aspelin och Pettersson (2008) involverar 75% av alla infarkter arteria cerebri media vilket är främst förekommande, följt av arteria cerebri posterior.

Modified rankin scale (mRS) är en av de vanligaste skalorna som används för att bedöma och förutsäga funktionsutvecklingen och/eller funktionsnedsättningen hos strokepatienter. Skalan består av 7 poäng. Inga poäng innebär inga framtida symptom och 6 poäng innebär förväntad eller definitiv mortalitet. mRS-skalan har visat sig vara ett tillförlitligt och trovärdigt bedömningsverktyg för att förutsäga funktionsutvecklingen hos patienter som drabbas av stroke (Zhou et al., 2021). National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS) är en skala för

att kunna mäta förändringar i nervstatus hos strokepatienter. NIHSS-skalan ger en poäng som beräknas från 11 komponenter: vakenhetsgrad, orientering, förståelse, ögonmotorik, synfält, facialispares, pares i arm, pares i ben, ataxi, sensibilitet, språk, dysartri och utsläckning/neglect (Sveriges Kommuner och Landsting, 2018).

### *Datortomografi perfusion*

DT perfusion är en kompletterande undersökning till standard undersökningarna DT hjärna utan kontrast samt DT hjärna och halsens kärl vid strokemisstanke. DT hjärna används för indikationer om blödning, ischemi och demensutredning, DT av hjärna och halsens kärl används för indikation om kärlockklusioner och blödning (Madia, 2021). Således berör nämnda undersökningar inte ischemisk utbredning av pneumbran varpå annan undersökningsmetod krävs (Madia, 2021). DT perfusion används för att identifiera utbredningen av förlorat hjärnparenkym till följd av ischemi samt parenkym (pneumbra) möjlig att rädda (Thapa & Murphy, 2020). Enligt Madia (2021) injiceras 40ml Omnipaque 350mg/ml jodkontrastmedel med injektionshastighet 5ml/s. Vid DT perfusion ska perifer venkateter vara av storlek 1.3 alternativt Introcan Saftey 1.1, satt i höger armveck för att undvika artefakter från halsartärer på grund av kontrastfyllnad i v.subclavia sin (Madia, 2021).

Resultatet av undersökningen baseras på tre kriterier, Time to Peak (TTP), Cerebral Blood Flow (CBF) och Cerebral Blood Volume (CBV) (Thapa & Murphy, 2020). TTP innebär den tiden det tar för kontrasten att nå sin tyngsta punkt (Thapa & Murphy, 2020), CBF definieras som den blodvolym som passerar genom en given mängd hjärnparenkym per given tid (Gaillard & Sharma, 2020), ofta beräknad som milliliter blod/minut/100 gram hjärnparenkym och CBV definieras enligt följande; volymen blod i en viss mängd hjärnparenkym, ofta beräknad i milliliter blod/100 gram hjärnparenkym (Gaillard & Murphy, 2021). Normalt cerebralt blodflöde (CBF) är 70 ml/100g/min i grå substans och en minskning till 10–15 ml/100g/min innebär celldöd (Thapa & Murphy, 2020). Bortfallssymtom vid hjärninfarkt uppträder efter att CBF minskar till 15-20 ml/100g/min i hjärnvävnaden (Aspelin & Pettersson, 2008). DT innebär mätning av transmitterad strålning då olika vävnader absorberar olika mycket strålning, vilket mäts i Hounsfield Units (HU) (Gunnarsson, 2020).

## *Stråldos*

DT perfusion innebär en högre stråldos till patienten, detta ökar risken för stokastiska och deterministiska effekter (Strålsäkerhetsmyndigheten, 2017). Deterministiska effekter innebär akuta effekter, dessa effekter har en tröskelnivå. Stokastiska effekter är effekter som sker efter tid, dessa effekter kan vi inte i förväg säga kommer ske (Jönsson, 2019).

Presenterade mätvärden är hämtade från Nordvästra Skåne (NVS) och avser Siemens Edge (Madia, 2021). DT perfusion genomförs med inställningar 70 kV och 160 Ref.mAs. Total scan tid är 46.35 sekunder och avser 30 scans (Madia, 2021). För jämförelse med parametrarna 120kV och 320 Ref.mAs för DT hjärna utan iv kontrast enligt Madia (2021). ALARA-principen står för As Low As Reasonably Achievable och är en rekommendation från internationella strålskyddskommissionen, ICRP (1997). ALARA principen består av tre grundläggande principer och beskriver att all verksamhet där strålning förekommer bör vara berättigad, dosgränser ska tillämpas för varje individ och strålskyddet optimeras vilket innebär att tillämpa så låg stråldos som möjligt med avseende på ekonomiska och sociala faktorer (ICRP, 1997).

## *Kontrastmedel*

Vid DT undersökningar används vanligen jodkontrastmedel som injiceras intravenöst (Rogers & Tadi, 2021). Kontrastmedel attenuerar röntgenstrålningen och visar tätheten mellan olika vävnader i kroppen samt medför att vävnaderna kan urskiljas från omgivande strukturer. Jodkontrastmedel har högt atomnummer vilket innebär att röntgenstrålar attenueras mer i kontrastmedlet än i mjukvävnaderna och därmed underlättas identifiering av patologi och diagnosen kan säkerställas (Rogers & Tadi, 2021). Kontrastmedel utsöndras via njurarna, kontrastmolekyler är små vilket gör att passagen till glomerulusmembranet blir lättare och lite kontrastmedel återabsorberas. Kontrastmolekyler kan inte passera blod-hjärn-barriären, därav blir det ingen kontrast i hjärnparenkymet. En skadad blod-hjärn-barriär medför att kontrast kommer ut till hjärnparenkymet och kan ses vid DT. Med användning av kontrastmedel vid DT perfusion kan hjärnans blodflöde och blodvolym visualiseras och utredas (Aspelin & Pettersson, 2008). Vid DT angiografi med injektion av kontrastmedel kan intrakraniella artärer framställas (Aspelin & Pettersson, 2008). Nedsatt njurfunktion och hög dos av kontrastmedel inducerar njurinsufficiens, risken ökar om patienter har diabetes mellitus både



typ 1 och typ 2, hjärtsvikt, hypotoni och hypoxi (Sterner et al., 2009). En annan riskfaktor för kontrastmedelsinducerad njurskada är användning av metformin som patienter med diabetes mellitus typ 2 behandlas med. Metformin orsakar inte direkt njurskada men om patienten har nedsatt njurfunktion och kontrastmedel ges kan njurarna skadas. Om patienten samtidigt står på metformin riskerar metformin att samlas i njurarna och därmed orsaka laktaacidosis (Sterner et al., 2009).

### *Röntgensjuksköterskans roll*

Röntgensjuksköterskans huvudområde är radiografi. Huvudområdet radiografi är ett tvärvetenskapligt kunskapsområde som hämtar kunskaper från omvårdnad, bild och funktionsmedicin, strålningsfysik och medicin (SFR, 2012).

Enligt SFR (2012) är planering, genomförande och bedömning av undersökningar samt behandlingar och utvärdering av bildkvalitet central kunskap inom huvudområdet radiografi. Röntgensjuksköterskans arbete grundas på interaktionen mellan människa, vårdmiljö och teknik. Detta innebär ett stort ansvar avseende bemötande med patienter samt genomförande av undersökningar och behandlingar i en högteknologisk miljö. Patientsäkerhet är en annan grundläggande kunskap inom huvudområdet radiografi. Röntgensjuksköterskan ska sträva efter att patienten blir delaktig i sin vård samt anpassa undersökningar och behandlingar utifrån patientens behov och omständigheter (SFR, 2012).

DT perfusion är en undersökningsmetod som vuxit fram de senaste tio åren enligt Lilja och Holtås (2008). Det är av största vikt att röntgensjuksköterskor som utför denna undersökning förstår och baserar sin kunskap på evidens om metoden för att känna sig trygg att utföra den och uppnå en säker vård. I röntgensjuksköterskans kompetensbeskrivning framskrivs att professionen har ansvar för att undersökningar utförs på ett säkert sätt, med grund i ALARA-principen samt genom att framställa diagnostiska bilder av bästa kvalitet (SFR, 2012).

### **Syfte**

Syftet med studien var att belysa det diagnostiska värdet av DT perfusion av hjärnan vid misstanke om ischemi/infarkt.

## Metod

För att undersöka det diagnostiska värdet av DT hjärna perfusion vid ischemi/infarkt genomfördes en litteraturstudie med systematisk uppbyggnad. Enligt Kristensson (2017) innebär en systematisk uppbyggnad att strukturerat redovisa hur datainsamlingen är gjord samt påvisa dess trovärdighet.

## Urval

Inklusionskriterier var att artiklarna skulle vara relevanta för studiens syfte. Inkluderade artiklar skulle vara skrivna på engelska, publicerade mellan 2012 och 2022 samt vara godkända av etisk nämnd. De inkluderade artiklarna skulle även vara peer review granskade samt vara av hög eller medelhög kvalitet. Exklusionskriterierna var översiktsartiklar samt artiklar som inte kunde fås i fulltext.

## Datainsamling

Sökningar av vetenskapliga artiklarna genomfördes i följande databaser, PubMed (Tabell 1) och CINAHL (Tabell 2). PubMed är en stor databas som innehåller vetenskapliga artiklar inom medicin, omvårdnad och odontologi (Forsberg & Wengström, 2016). CINAHL är en databas som är mer specialiserad inom omvårdnadsforskning och innehåller vetenskapliga artiklar inom omvårdnad, fysioterapi och arbetsterapi (Forsberg & Wengström, 2016). Selektion genomfördes via titelläsning följt av abstrakt läsning, de valda vetenskapliga artiklarna lästes i fulltext för att sedan granskas. De valda artiklarnas abstrakts har lästs och inkluderats om de ansetts beröra studiens syfte. Följande steg var att läsa alla artiklar i fulltext för att sedan göra vedertagna granskningar av dem. Artiklarna granskades enligt granskningsmall för kvantitativa studier (Willman et al., 2011) (Bilaga 2). För att kunna söka relevanta vetenskapliga artiklar utifrån studiens syfte på databasen PubMed valdes följande sökord, CT, Computed tomography, Brain perfusion, Stroke, Infarct, Ischemi och Contrast. Booleska termer AND och OR användes vid sökning av vetenskapliga artiklar. Termen AND användes för att avgränsa och specificera sökningen. Termen OR användes för att bredda och öka sensitiviteten i sökningen (Henricsson, 2017). I sökningen av vetenskapliga artiklar för denna studie användes inte termen OR eftersom sökningen blev för bred vilket försvårade

identifieringen av relevanta artiklar. I databasen CINAHL användes Computed tomography, Perfusion och Ischemia. För att inkluderas i resultatet krävdes medel eller hög kvalitet efter granskning. Medel kvalitet motsvarade 70-79% och hög kvalitet 80-100%. De inkluderade vetenskapliga artiklarna i resultatet är märkta med asterisk (\*) i referenslistan.

Tabell 1: Sökschema för PubMed

Datum	Sökord	Antal träffar	Lästa titlar	Lästa abstrakts	Lästa i fulltext	Granskade	Inkluderade i resultatet
220405	#1 CT AND Brain perfusion	854^^	21	3	1	1	1
220409	#2 CT AND brain AND Perfusion AND Brain perfusion AND Contrast	182^	7	3	1	1	1
220419	#3 Computed tomograph y AND Perfusion AND Stroke	659^	3	2	1	1	1

<b>220419</b>	#4 Perfusion AND CT AND brain AND Infarct AND Ischemi	143 <sup>^</sup>	20	5	2	2	2
---------------	---	------------------	----	---	---	---	---

<sup>^</sup>Filter: 10 år, Free full text

<sup>^^</sup>Filter: 5 år, full text

Tabell 2: Sökschema för CINAHL

Datum	Sökord	Antal träffar	Lästa titlar	Lästa abstrakts	Lästa i fulltext	Granskade	Inkluderade i resultatet
<b>220419</b>	#1 Computed tomography AND Perfusion AND Ischemia	653 <sup>^</sup>	24	8	3	2	2

<sup>^</sup>Filter: Full text, publicerad mellan år 2012-2022, Peer reviewed, språk engelska

## Data analys

Analys av de inkluderade artiklarna genomfördes genom att tillämpa en integrerad analys. Kristensson (2017) beskriver att en integrerad analys är ett sätt att sammanställa resultat från olika vetenskapliga artiklar. Den integrerade analysen genomfördes i olika steg. I första steget läste författarna de valda vetenskapliga artiklarna och identifierade likheter och skillnader i artiklarnas resultat. I andra steget identifierades olika kategorier som summerar resultatet i de olika artiklarna som relaterar till varandra. I tredje steget sammanställdes artiklarnas resultat för att besvara studiens syfte (Kristensson, 2017).

## Forskningsetiska avvägningar

Författarna av denna studie har endast inkluderat artiklar som är granskade av etisk kommitté. I de artiklar som krävde samtycke har samtyckeprocessen redovisats. Författarna av denna studie har först granskat utvalda artiklar var för sig, sedan tillsammans för att öka trovärdigheten.

Studiens etiska resonemang har framför allt förts utifrån nyttoprincipen och inte skada-principen (Kristensson, 2017). För att forska på DT perfusions betydelse för diagnostiken och upprätthålla krav på minskad stråldos och minskad mängd kontrastmedel, behöver ytterligare studier genomföras och utvärderas. Sjukvården kan inte anta ett resultat utan behöver evidens på hur en halverad stråldos påverkar bilderna, hur en halverad kontrastmängd påverkar resultatet och om diagnostiken påverkas positivt eller negativt. Här kommer de etiska resonemangen in, nyttoprincipen innebär att det ska finnas nytta med forskningen, i detta fall vore ett positivt resultat revolutionerande för både patienter men även för diagnostiken i stort, alltså anser vi att nyttan av de inkluderade studierna överstiger risken.

Inte skada-principen täcker snarlika områden, forskningen bedrivs sida vid sida tillsammans med de som utför och bedömer undersökningen, besluten som tas, tas av de som besitter kompetensen, inte de som utför studien.

Inom medicinsk forskning medverkar även människor som resurser i studier varpå det är viktigt att forskarna tillämpar och använder etiska koder som vägledning. Två välkända internationella etiska koder är Helsingforsdeklaration (World Medical Association, 2018) och Belmontrapport (1978). Helsingforsdeklaration har utvecklats av World Medical Association (2018) och fokuserar på medicinsk forskning. Ett av målen för medicinsk forskning är att förbättra och utveckla diagnostiken och utvärdera metodernas säkerhet och effektivitet. Alla risker och missförhållanden som kan uppkomma under forskningen skall identifieras och övervakas i förväg och även kontinuerligt under forskningsprocessen. Forskningens fördelar och nytta skall vägas tyngre än risker som deltagarna kan utsättas för (World Medical Association, 2018). Även Belmontrapport (1978) beskriver det med hjälp av göra-gott principen vilket syftar till att skydda människorna som medverkar i forskningen och utöva åtgärder för att minska riskerna. Forskning inom studieområdet genererar ny kunskap men deltagarnas rättigheter bör skyddas och eventuella risker beaktas.

## Resultat

Studiens resultat bygger på sju vetenskapliga artiklar. DT perfusions diagnostiska värde bedöms som hög, särskilt bidrog DT perfusion vid infarkter belägna i anteriora cirkulationen, medan posteriora cirkulationen är fortsatt svårbedömd. Inkluderade artiklar berörde DT perfusion av hjärnan vid misstanke om ischemi och/eller stroke. Alla inkluderade artiklar var kvantitativa studier, antingen prospektiva eller retrospektiva. De inkluderade artiklarna var alla internationella artiklar bestående av single center- eller multicenterstudier. Analysen av artiklarna ledde fram till tre kategorier, "DT hjärna perfusions fördelar", "DT perfusions diagnostiska värde av anterior och posterior cirkulation" samt "DT perfusions diagnostiska värde vid lakunär stroke".

### *DT hjärna perfusions fördelar*

Artiklarnas resultat visade på hög precision, sensitivitet och specificitet vid DT hjärna perfusion för att identifiera infarkter (Bivard et al., 2021; Frank et al., 2018; Rudilosso et al., 2014).

I studien utförd av Bivard et al. (2021) jämfördes fyra undersökningsmodeller, A, B, C och D. Undersökningsmodell, A bestod av klinisk undersökning och DT utan kontrast; B bestod av klinisk undersökning, DT utan kontrast och DT angiografi; C bestod av klinisk undersökning, DT hjärna utan kontrast och DT perfusion; och D bestod av klinisk undersökning, DT utan kontrast, DT angiografi och DT perfusion. När DT perfusion lades till utöver klinisk undersökning och DT utan iv kontrast ökade precisionen till väldigt hög (AUC, 0.899) i jämförelse med modell A (AUC, 0.605), samt fick mRS utfall på 0-1 (Bivard et al., 2021). I studien av Rudilosso et al. (2014) matchades DT perfusions resultat med uppföljande magnetkameraundersökning (MR) i 17/33 fall i jämförelse med DT utan iv kontrast som matchade i 6/33 fall på uppföljande MR. DT perfusion har högre sensitivitet och positivt prediktivt värde för akut symtomatisk lesion än DT utan iv kontrast (Rudilosso et al., 2014). Frank et al. (2018) undersökte om DT perfusion med heltäckande scan över hjärnan kunde vara ett diagnostiskt verktyg för att upptäcka stroke hos patienter med milda neurologiska symptom. De använde MR som referensmetodik för att säkerställa specificiteten och sensitiviteten vid DT perfusion av hela hjärna. Med MR som en uppföljningsundersökning

visade studiens resultat att DT perfusion av hela hjärnan har en sensitivitet på 0,61 (95% KI: 0,50-0,72) och en specificitet på 0,91 (95% KI: 0,82-0,96) för att kunna upptäcka akuta hjärninfarkter (Frank et al., 2018). Vidare redovisas möjligheten för DT perfusion av hela hjärnans specificitet av att identifiera infarkter vid ett specifikt område. Frank et al. (2018) redovisar 41 fall som var sanna positiva infarkter, 61 fall som var sanna negativa infarkter, 14 fall som var falskt positiva och 31 fall som var falskt negativa. Utfallet visar på en specificitet på 0.82 (95% KI: 0.71-0.90) och sensitivitet på 0.57 (95% KI: 0.45-0.69).

Jämförelsen av DT perfusion och DT hjärna utan kontrast hos patienter med definitiv stroke i M1/M2 segmenten utförd av Nguyen et al. (2022) indikerar att DT perfusion inte medför något utökad diagnostiskt värde vid stroke i M1/M2 segmenten efter 6-24 timmar. DT hjärna utan kontrast fyller således det diagnostiska behovet.

### *DT perfusions diagnostiska värde av anterior och posterior cirkulation*

Artiklarnas resultat visade att DT perfusion identifierar fler infarkter med högre sensitivitet och specificitet i den anteriora cirkulationen än i den posteriora cirkulationen (Becks et al., 2019; Frank et al., 2018; van Seeters et al., 2016).

Frank et al. (2018) studie redovisar även antal hjärninfarkter i den anteriora och posteriora cirkulationen. Av de identifierade fallen med konstaterad infarkt bestod 16 fall (32,7 %) av infarkt i den posteriora cirkulationen samt 31 fall (63,3 %) identifierades i den anteriora cirkulationen och två fall (4,1%) identifierade med små områden med ischemi. Av de falska negativa infarkterna identifierades 15 fall (48,4 %) i den posteriora cirkulationen, 9 fall (29%) i den anteriora cirkulationen och 7 fall (22,7%) identifierades med små områden med ischemi. Becks et al. (2019) undersökte om DT perfusion bidrog med diagnostiskt värde i form av identifiering av intrakraniell kärlockklusion till DT angiografi vid misstanke om akut ischemisk stroke. Becks et al. (2019) redovisar följande, 54 fall med intrakraniella kärlockklusioner varav 32 fall lokaliserades i den anteriora cirkulationen, 22 fall lokaliserades i den posteriora cirkulationen, 36 fall lokaliserades i den proximala cirkulationen, 24 fall lokaliserades i den distala cirkulationen och 6 fall lokaliserades både i den proximala och distala cirkulationen. Vidare beskriver Becks et al. (2019) det diagnostiska värdet som DT perfusion bidrar med till DT angiografi. Sensitiviteten låg mellan 91% och 96% och specificiteten pendlade mellan 86% och 96%. DT perfusion hade hög precision för

detektering av distala och posteriora intrakraniella kärlockklusioner. Av patienterna som påvisade intrakraniell kärlockklusion påvisades nedsatt perfusion i 87-89% av fallen. Nedsatt perfusion anträffades oftare i den anteriora cirkulationen (91-94%) än i den posteriora cirkulationen (81-86%).

För att undersöka om DT perfusion tillsammans med DT angiografi kunde förutspå hur stor inverkan en akut ischemisk stroke anteriort hade på penumbran genomförde van Seeters et al., (2016) en studie som undersökte om DT perfusion och DT angiografi kunde förutspå volymen och utbredningen av infarkten efter tre dagar med uppföljande DT/MR. van Seeters et al. (2016) slår fast att DT perfusion tillsammans med DT angiografi i det akuta skedet bidrar med värdefull information om infarktens volym och utbredning. De patienter med större infarktvolym hade även högst mRS poäng, patienter med lägre infarktvolym hade färre mRS poäng och patienter utan synlig infarkt hade lägst mRS poäng (van Seeters et al., 2016).

### *DT perfusions diagnostiska värde vid lakunär stroke*

Artiklarnas resultat visade att DT perfusion bidrar till identifiering av lakunära infarkter. DT perfusion har en god sensitivitet och hög specificitet vid detektering av lakunär infarkt, dock något sämre sensitivitet vid posterior infarkt (Garcia-Esperon et al., 2020; Rodillo et al., 2014).

DT perfusions specificitet och sensitivitet för att detektera lakunära infarkter undersöktes av Garcia-Esperon et al. (2020). Studiens resultat påvisade att DT perfusion har en god sensitivitet på 56,1% i kortikala lesioner, dock minskar sensitiviteten till 5,9 % i det subkortikala området och 25% vid posteriora infarkter. Däremot ligger specificiteten högt, mellan 87% och 99% (Garcia-Esperon et al., 2020). Inom alla regioner i både den anteriora och posteriora skullgropen bedömdes cerebral blodvolym och cerebralt blodflöde ha låg sensitivitet, under 20%. Däremot bedömdes specificiteten ligga över 95% (Garcia-Esperon., 2020). Rodillo et al. (2014) undersökte vilket diagnostiskt värde DT perfusion har vid misstänkt lakunär stroke i jämförelse med uppföljande MR undersökning. De undersökte även vilken typ av perfusions nedsättning som förekom. Studiens resultat visar att DT perfusion har en överlägsen sensitivitet och positivt prediktivt värde jämfört med DT hjärna utan kontrast. DT perfusion har en sensitivitet på 62.5% och DT hjärna utan kontrast 19%, positivt



prediktivt värde ligger på 83% för DT perfusion jämfört med DT hjärna utan kontrast som ligger på 43% (Rodillosso et al., 2014).

## Diskussion

### Diskussion av vald metod

Författarna av aktuell litteraturstudie har endast använt sig av kvantitativa studier för att kunna svara på syftet. Syftet var att redovisa DT perfusions diagnostiska värde, av den anledningen använde författarna sig av studier som undersökt faktiska förändringar och inte upplevelserna av metoden eller dess applicerbarhet.

I sökningen av artiklar applicerades följande filter; skrivna på engelska, max 10 år gamla och tillgång till full text. Filtren applicerades för att göra sökningen aktuell avseende relevans och tillgänglighet. Det kan diskuteras att en bredare sökning avseende år hade gjort studien mer djupgående samt fokuserat på DT perfusions utveckling över tid.

För litteratursökningar i databasen CINAHL användes även filtret Peer reviewed för att lokalisera granskade vetenskapliga artiklar som publicerats i en vetenskaplig tidskrift. Utöver det säkerställdes det att artiklarna baserades på IMRAD-strukturen. Detta för att säkerställa deras vetenskapliga status både i databaserna CINAHL och PubMed (Friberg, 2018).

Litteratursökningen genomfördes främst i PubMed då författarna fick fler träffar inom berört område, enstaka sökning genomfördes i CINAHL, dock sågs flera dubletter som förbisågs då de redan blivit inkluderade vid sökningen i PubMed. Författarna av studien gjorde bedömningen att databaserna PubMed och CINAHL fyllde behovet av vetenskapliga artiklar för att besvara syftet. Sökorden användes för att exkludera artiklar som inte var relevanta eller aktuella för att besvara syftet.

Valda vetenskapliga artiklar som inkluderades efter full textläsning granskades enligt kvantitativ granskningsmall ur Willman et al (2011). Granskningsmallen justerades för att passa studiens syfte. Granskningen gjordes av författarna var för sig, sedan diskuterade författarna och kom fram till en gemensam konsensus (Willman et al., 2011). Vid oenighet diskuterades artikeln i fråga och författarna kom fram till en gemensam slutsats. Fem av de vetenskapliga artiklarna bedömdes vara av hög kvalitet och två bedömdes inneha medelhög

kvalitet. Det kan diskuteras om en litteraturstudie med endast sju inkluderade artiklar anses ha vetenskaplig grund. Författarna av artikeln anser dock att de sju artiklarna är tillräckligt för att svara på det definitiva syftet samt föra en diskussion om det (Kristensson, 2017). Däremot anser författarna att områden som dessa kräver större kvantitativa studier som undersöker förändringar och resultat i den kliniska verksamheten. Författarna anser alltså att en litteraturstudie endast kan tillföra en viss mängd av vetenskaplig basis.

Författarna läste utvalda vetenskapliga artiklar var för sig för att sen använda sig av integrerad analys för att sammanställa de inkluderade vetenskapliga artiklarnas resultat. Olika kategorier identifierades utifrån artiklarnas resultat för att presentera studiens resultat på ett överskådligt sätt (Kristensson, 2014). Författarna av studien har inte övervägt en annan metod för analys då en integrerad analys passade syftet och strukturen bäst.

Författarna av aktuell studie har en viss förförståelse för ämnet, dock ytterst begränsad. De är studerande vid Lunds universitet på röntgensjuksköterskeprogrammet termin sex och har en grundläggande teoretisk kunskap, samt är kliniskt aktiva. Författare nummer ett är yrkesverksam på röntgenavdelning sen flera år och har deltagit vid flera DT perfusions undersökningar. Författare nummer två har observerat DT perfusion under VFU (verksamhetsförlagd utbildning). Av denna anledning kan författarnas förförståelse ha påverkat analysen i viss grad.

Enligt Kristensson (2014) ska uppsatsarbeten aldrig inkludera studier där människor riskera att skadas. Aktuell studie har endast inkluderat vetenskapliga artiklar i resultatet som var godkända av respektive etiska kommitté.

## **Diskussion av framtaget resultat**

I studiens resultat framkom det att DT perfusion bidrog till högre precision, högre sensitivitet och högre specificitet i redan aktiva protokoll såsom DT hjärna utan iv kontrast och DT angiografi för att diagnosticera akuta infarkter och lokalisera ischemi (Bivard et al., 2021; Frank et al., 2018; Rudilosso et al., 2014). För definitiv stroke i M1/M2 segmenten som diagnostiserades efter 6 till 24 timmar bidrog DT perfusion inte med någon diagnostisk

betydelse (Nguyen et al., 2022). Det kan dock argumenteras att DT perfusion är av klinisk relevans för att se om trombektomi är av fortsatt intresse för patientens återhämtning och utfall.

Resultatet visar att Becks et al. (2019) och Frank et al. (2018) är överens gällande identifiering av infarkt/okklusion i den posteriora cirkulationen, identifiering av posteriora infarkter är svårare än anteriora infarkter. Detta på grund av att anatomiska strukturer så som os temporale orsakar artefakter i form av beam hardening. Även infarktens storlek spelar roll då posteriora infarkter ofta är mindre än anteriora infarkter (Frank et al., 2018). Det visas även i Frank et al. (2018) studie att infarkter i den posteriora cirkulationen i högre grad tolkas som felaktiga positiva och negativa fynd. Eftersom antalet fynd är fler i den anteriora cirkulationen blir procentantalet för nedsatt perfusion högre i den anteriora cirkulationen i jämförelse med den posteriora cirkulationen.

Detta innebär enligt van der Hoeven et al. (2015) att det finns risk att missa infarkter i den posteriora cirkulationen vid undersökning med DT utan iv kontrast och DT angiografi, däremot har DT perfusion möjligheten att bidra till att identifiera infarkter i den posteriora cirkulationen. Framför allt i cerebellum, arteria cerebri posterior och thalamus. Lokalisering av infarkter i pons och mesencephalon är fortsatt svåridentifierade både vid DT hjärna utan iv kontrast, DT angiografi och DT perfusion. Vidare menar van der Hoeven et al. (2015) att tillägg av DT perfusion till redan existerande DT hjärna utan iv kontrast och DT angiografi märkbart ökar de diagnostiska värdet för att diagnosticera ischemisk infarkt inom den posteriora cirkulationen.

De vetenskapliga artiklarna inkluderade i resultatet använder sig alla av NIHSS skalan för att bedöma patienternas symptom. Däremot använder sig de inkluderade artiklarna NIHSS skalan på olika sätt avseende maxpoäng vilket kan påverka resultatet och artikelns utfall. Rudiolosso et al. (2014) van der Hoeven et al. (2015) och Frank et al. (2018) inkluderar patienter med NIHSS värde  $\leq 6$  medan Nguyen et al. (2022) och Garcia-Esperon et al. (2020) inkluderar NIHSS värde  $\geq 6$ . Det kan då argumenteras att patientens kliniska bedömning är så pass hög på grund av flertal faktorer, till exempel den passerade tiden sen symptomdebut. Utfallet vid en DT hjärna utan kontrast kan alltså vara tillräcklig för att till exempel se det så kallade "dense vessel sign", som Nguyen et al. (2022) påpekar.

Det finns även inkluderade artiklar i resultatet som använder NIHSS skalan endast som bedömningskala och som inte satt ett max eller minimivärde (Becks et al., 2019; Bivard et al., 2019; van Seeters et al., 2015). Det kan diskuteras att det skulle kunna vara en form av bias, i detta fall urvalsfel. Med det menar författarna att NIHSS skalan använts på olika sätt men för samma syfte. Resultatet av detta blir att studiens resultat möjligen får anpassas till varje individ och inte kan ses som ett generaliserbart resultat för en större befolkning.

DT perfusion bidrar med diagnostiskt värde för att diagnosticera lakunär stroke hos patienter med uppvisande av lakunärt syndrom, det redogör både Garcia-Esperon et al. (2020) och Rudilosso et al. (2014). Återigen redovisas även betydelsen av vilken region infarkten är belägen, vidare skriver Garcia-Esperon et al. (2020) att 86.6% av de identifierade lakunära infarktarna lokaliserades i den anteriora cirkulationen och endast 13.2% lokaliserades i posteriora cirkulationen. Resterande procentandel bestod av kortikala (31.1%) och subkortikala lesioner (55.6%). Resultatet visar att DT perfusion bidrar med diagnostiskt värde vid lakunär infarkt, dock anses den posteriora cirkulationen vara fortsatt svårbedömd. Garcia-Esperon et al. (2020) visade att sensitiviteten var hög i kortikala lesioner, däremot minskade sensitiviteten i subkortikala lesioner. Däremot visar en studie utförd av Benson et al. (2016) att sensitiviteten är högre i subkortikala lesioner. Dock är både Garcia-Esperon et al. (2020) och Benson et al. (2016) överens om att DT perfusion har hög specificitet att identifiera lakunära infarkter.

För att följa upp och/eller jämföra infarktens storlek och ischemisk utbredning har studierna använt MR med diffusions viktad sekvens (Frank et al., 2018; Garcia-Esperon et al., 2020; Nguyen et al., 2022; Rudilosso et al., 2014; van Seeters et al., 2015). Även van der Hoeven et al. (2015) har använt liknande MR diffusion som jämförelse.

Författarna av aktuell studie anser att jämförelsen mellan DT perfusion och MR diffusion blir skev. Detta på grund av att MR diffusion baseras på protonernas rörlighet i det extracellulära vattnet. DT perfusions-kartor framställs genom flera parametrar så som CBV, CBF och TTP som framställs vid arbetsstationen (Lilja & Holtås, 2008). Vidare skriver Lilja & Holtås (2008) att MR diffusion endast har något bättre känslighet för att upptäcka tidiga infarkter, med fördel infarkter i den posteriora cirkulationen mot skallgropen.

Däremot anses DT perfusion, MR diffusion och MR perfusion vara lika effektiva på att identifiera infarkter i det akuta skedet. Däremot kvarstår begränsningar såsom tillgängligheten för MR-undersökningar (Wintermark et al., 2002).

### **Slutsats och kliniska implikationer**

Denna studie har visat att DT perfusion bidrar med värdefull information och kan samt bör användas som ett diagnostiskt verktyg vid akut infarkt/ischemi.

Framförallt visar studien att DT perfusion är särskilt känslig för att upptäcka/identifiera infarkter i den anteriora cirkulationen. Posteriora cirkulationen är fortsatt svårbedömd vilket indikerar att vidare forskning hur DT perfusion kan optimeras för den posteriora cirkulationen är av betydelse.

Även vid lakunära infarkter spelar infarktområdet stor roll, även här bedöms DT perfusion ha sämre förmåga att identifiera infarkter i den posteriora cirkulationen.

DT perfusion kan även användas av kliniker som supplement för att förutse strokepatienters funktionsnedsättning i efterförloppet och i samspel med mRS skalan förutspå möjligheten till återhämtning. DT perfusion ger även kliniker underlag för bedömning av vilka patienter som drar nytta av vilken behandling. Studien visar däremot även att DT perfusion inte på egen hand kan utesluta behandling baserat på avsaknad av fynd vid undersökning i det akuta skedet.

### **Författarnas arbetsfördelning**

Författarna av denna kandidatuppsats har arbetat tillsammans på samma villkor. De har båda bidragit till arbetet.

## Referenser

Almekhlafi, M. A., Kunz, W. G., McTaggart, R. A., Jayaraman, M. V., Najm, M., Ahn, S. H., Fainardi, E., Rubiera, M., Khaw, A. V., Zini, A., Hill, M. D., Demchuk, A. M., Goyal, M., & Menon, B. K. (2020). Imaging Triage of Patients with Late-Window (6-24 Hours) Acute Ischemic Stroke: A Comparative Study Using Multiphase CT Angiography versus CT Perfusion. *AJNR. American journal of neuroradiology*, *41*(1), 129–133.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6975310/>

Aspelin, P., Pettersson, H. (Red.). (2008). *Radiologi*. (1 uppl.). Studentlitteratur.

\* Becks, M. J., Manniesing, R., Vister, J., Pegge, S., Steens, S., van Dijk, E. J., Prokop, M., & Meijer, F. (2019). Brain CT perfusion improves intracranial vessel occlusion detection on CT angiography. *Journal of neuroradiology = Journal de neuroradiologie*, *46*(2), 124–129.

<https://doi.org/10.1016/j.neurad.2018.03.003>

Belmontrapporten. (1979). *Etichal principles and guidelines for the protection of human subjects of research*. Hämtad 19 november, 2021. <https://www.hhs.gov/ohrp/regulations-and-policy/belmont-report/read-the-belmont-report/index.html>

Benson, J. C., Payabvash, S., Mortazavi, S., Zhang, L., Salazar, P., Hoffman, B., Oswood, M., & McKinney, A. M. (2016). CT Perfusion in Acute Lacunar Stroke: Detection Capabilities Based on Infarct Location. *AJNR. American journal of neuroradiology*, *37*(12), 2239–2244.

<https://doi.org/10.3174/ajnr.A4904>

\*Bivard, A., Levi, C., Lin, L., Cheng, X., Aviv, R., Spratt, N. J., Kleinig, T., Butcher, K., Chen, C., Dong, Q., & Parsons, M. (2021). Assessing the Relative Value of CT Perfusion Compared to Non-contrast CT and CT Angiography in Prognosticating Reperfusion-Eligible Acute Ischemic Stroke Patients. *Frontiers in neurology*, *12*, 736768.

<https://doi.org/10.3389/fneur.2021.736768>

\*Frank, R. A., Chakraborty, S., McGrath, T., Mungham, A., Ross, J., Dowlatsahi, D., Shamy, M., & Stotts, G. (2018). Diagnostic accuracy of whole-brain computed tomography

perfusion for detection of ischemic stroke in patients with mild neurological symptoms. *The neuroradiology journal*, 31(5), 464–472. <https://doi.org/10.1177/1971400918770898>

Friberg, F. (Red.). (2018). *Dags för uppsats* (3 uppl.). Studentlitteratur.

Forsberg, C. & Wengström, Y. (2015). *Att göra systematiska litteraturstudier: värdering, analys och presentation av omvårdnadsforskning* (4 uppl.). Natur & Kultur.

Gaillard, F., Murphy, A. (13 april 2021). *CT perfusion in ischemic stroke*. Radiopaedia. <https://doi.org/10.53347/rID-24526>

Gaillard, F., Sharma, R. (24 september 2020). *Cerebral blood flow (CBF)*. Radiopaedia. <https://doi.org/10.53347/rID-43779>

\*Garcia-Esperon, C., Visser, M., Churilov, L., Miteff, F., Bivard, A., Lillicrap, T., Levi, C. R., Spratt, N. J., & Parsons, M. W. (2021). Role of Computed Tomography Perfusion in Identification of Acute Lacunar Stroke Syndromes. *Stroke*, 52(1), 339–343. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.120.030455>

Gunnarsson, Mikael. (11 september 2020). CT, Historik, teknik och princip. [PowerPoint-presentation]. Skånes universitetssjukhus, SuS Malmö.

Henricsson, M. (2017). *Vetenskaplig teori och metod: Från idé till examination inom omvårdnad*. Studentlitteratur.

Jönsson, A. C. (2016). Stroke. A. Ekwall & A. M. Jansson. (Red.), *Omvårdnad och medicin*. (1 uppl., s. 191-193). Studentlitteratur.

Jönsson, L. (20 november 2019). Strålningsbiologi och strålskydd i korthet. [PowerPoint-presentation]. Lunds Universitet.

Kristensson, J. (2017). *Handbok i uppsatsskrivande och forskningsmetodik för studenter inom hälso- och vårdvetenskap*. (1 uppl.). Natur & Kultur.

Lilja, A., & Holtås, S. (2008). Nya tekniker för diagnos och terapi vid stroke. *Läkartidningen*, 105. (47). [https://lakartidningen.se/wp-content/uploads/OldWebArticlePdf/1/10735/LKT0847s3424\\_3429.pdf](https://lakartidningen.se/wp-content/uploads/OldWebArticlePdf/1/10735/LKT0847s3424_3429.pdf)

Madia, A. (23 september 2021). *Rädda hjärnan perfusion*. Diagnostik Skånes sjukhus nordväst. <http://helsingborg.mta.interactit.se/Mod/Mbook/User/?hId=53&sId=395&siteId=4659&enhetMetodChange=yes&enhetMetod=f&pageShow=>

Madia, A. (5 november 2021). *Rädda hjärna normal*. Diagnostik Skånes sjukhus nordväst. <http://helsingborg.mta.interactit.se/Mod/Mbook/User/?hId=53&sId=395&siteId=4661&enhetMetodChange=yes&enhetMetod=f&pageShow=>

Madia, A. (23 september 2021). *Skalle U*. Diagnostik Skånes sjukhus nordväst. <http://helsingborg.mta.interactit.se/Mod/Mbook/User/?hId=53&sId=395&siteId=3607&enhetMetodChange=yes&enhetMetod=f&pageShow=>

\*Nguyen, T. N., Abdalkader, M., Nagel, S., Qureshi, M. M., Ribo, M., Caparros, F., Haussen, D. C., Mohammad, M. H., Sheth, S. A., Ortega-Gutierrez, S., Siegler, J. E., Zaidi, S., Olive-Gadea, M., Henon, H., Möhlenbruch, M. A., Castonguay, A. C., Nannoni, S., Kaesmacher, J., Puri, A. S., Seker, F. & Nogueira, R. G. (2022). Noncontrast Computed Tomography vs Computed Tomography Perfusion or Magnetic Resonance Imaging Selection in Late Presentation of Stroke With Large-Vessel Occlusion. *JAMA neurology*, 79(1), 22–31. <https://doi.org/10.1001/jamaneurol.2021.4082>

\*Rudilosso, S., Urra, X., San Román, L., Laredo, C., López-Rueda, A., Amaro, S., Oleaga, L., & Chamorro, Á. (2015). Perfusion Deficits and Mismatch in Patients with Acute Lacunar Infarcts Studied with Whole-Brain CT Perfusion. *AJNR. American journal of neuroradiology*, 36(8), 1407–1412. <https://doi.org/10.3174/ajnr.A4303>

Rogers, D. C., & Tadi, P. (2021). Intravenous Contrast. In *StatPearls*. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557794/>



Socialstyrelsen. (2020). *Nationella riktlinjer för vård vid stroke: stöd för styrning och ledning*. (Artikelnummer 2010-1-6545).

<https://www.socialstyrelsen.se/globalassets/sharepoint-dokument/artikelkatalog/nationella-riktlinjer/2020-1-6545.pdf>

Socialstyrelsen. (2020). *Statistik om Stroke 2019*. (2020-11-7047).

<https://www.socialstyrelsen.se/globalassets/sharepoint-dokument/artikelkatalog/statistik/2020-11-7047.pdf>

Statens beredning för medicinsk och social utvärdering. (18 december 2018). *Strukturerat omhändertagande (exempelvis "Rädda hjärnan-larm") före ankomst till sjukhuset respektive inne på sjukhuset jämfört med frånvaro av strukturerat omhändertagande vid misstänkt stroke där trombolys eller trombektomi kan vara aktuellt*.

<https://www.sbu.se/sv/publikationer/kunskapsluckor/struktur-omhand-exemp-radda-hjarnan-larm-ank-sjukh-resp-inne-sjukh-jamf-franv-strukt-omhand-misst-stroke-trombolys-trombekt-vara-aktuellt/>

Sterner, G., Hellström, M., Lagerqvist, B., Aspelin, P. & Nyman, P. (2009).

Röntgenkontrastmedel och njurskador. *Läkartidningen*, 106 (26-27).

[https://lakartidningen.se/wp-content/uploads/OldWebArticlePdf/1/12313/LKT0926s1737\\_1742.pdf](https://lakartidningen.se/wp-content/uploads/OldWebArticlePdf/1/12313/LKT0926s1737_1742.pdf)

Strålsäkerhetsmyndigheten. (2017). *Berättigande och optimering*.

<https://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/omraden/stralning-i-varden/berattigande-och-optimering/>

Svensk förening för röntgensjuksköterskor. (2012) *Kompetensbeskrivning för legitimerad röntgensjuksköterska*. [Broschyr]. Stockholm: Svensk förening för röntgensjuksköterskor.

[https://static1.squarespace.com/static/5e273ba0d40a2118838e3a5e/t/5ef46500afc08b727c3cb9b0/1593074951572/kompetensbeskrivning\\_2012\\_02\\_20.pdf](https://static1.squarespace.com/static/5e273ba0d40a2118838e3a5e/t/5ef46500afc08b727c3cb9b0/1593074951572/kompetensbeskrivning_2012_02_20.pdf)

Sveriges Kommuner och Landsting. (2018). *Manual NIHSS*. [Broschyr].

[https://www.riksstroke.org/wp-content/uploads/2018/05/SKL\\_NIHSS-manual\\_A4\\_webb\\_fortskrift-final.pdf](https://www.riksstroke.org/wp-content/uploads/2018/05/SKL_NIHSS-manual_A4_webb_fortskrift-final.pdf)

Thapa, G., Murphy, A. (14 april 2020). *Time to peak (TTP)*. Radiopaedia.

<https://doi.org/10.53347/rID-69302>

The International Commission on Radiological Protection. (1997). *General Principles for the Radiation Protection of Workers*. (0146-6453).

[https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/ANIB\\_27\\_1](https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/ANIB_27_1)

van der Hoeven, E. J., Dankbaar, J. W., Algra, A., Vos, J. A., Niesten, J. M., van Seeters, T., van der Schaaf, I. C., Schonewille, W. J., Kappelle, L. J., Velthuis, B. K., & DUST Investigators (2015). Additional diagnostic value of computed tomography perfusion for detection of acute ischemic stroke in the posterior circulation. *Stroke*, 46(4), 1113–1115.

<https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.115.008718>

\*van Seeters, T., Biessels, G. J., Kappelle, L. J., van der Schaaf, I. C., Dankbaar, J. W., Horsch, A. D., Niesten, J. M., Luitse, M. J., Majoie, C. B., Vos, J. A., Schonewille, W. J., van Walderveen, M. A., Wermer, M. J., Duijm, L. E., Keizer, K., Bot, J. C., Visser, M. C., van der Lugt, A., Dippel, D. W., Kesselring, F. O. Dutch acute stroke study (DUST) investigators (2016). CT angiography and CT perfusion improve prediction of infarct volume in patients with anterior circulation stroke. *Neuroradiology*, 58(4), 327–337.

<https://doi.org/10.1007/s00234-015-1636-z>

Willman, A., Stoltz, P., & Bahtsevani, C. (2011). *Evidensbaserad omvårdnad: En bro mellan forskning & klinisk verksamhet* (3 uppl). Studentlitteratur.

Wintermark, M., Reichhart, M., Cuisenaire, O., Maeder, P., Thiran, J-P., Schnyder, P., Bogousslavsky, J. & Meuli, R. (2002). Comparison of Admission Perfusion Computed Tomography and Qualitative Diffusion- and Perfusion-Weighted Magnetic Resonance Imaging in Acute Stroke Patients. *Stroke*, 33(8), 2025-2031.

[https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/01.str.0000023579.61630.ac?fbclid=IwAR2SjKL8yHrqRZNA2rVNWIKtJ3jmcFB4wsTaseFg6B\\_vefWYiuyNeOq5CwU](https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/01.str.0000023579.61630.ac?fbclid=IwAR2SjKL8yHrqRZNA2rVNWIKtJ3jmcFB4wsTaseFg6B_vefWYiuyNeOq5CwU)

World Medical Association. (2018). *WMA declaration of Helsinki- ethical principles of medical research involving human subjects*. Hämtad 19 november, 2021. Från <https://www.wma.net/policies-post/wma-declaration-of-helsinki-ethical-principles-for-medical-research-involving-human-subjects/>

Zhou, M., Liu, X., Zha, F., Liu, F., Zhou, J., Huang, M., Luo, W., Li, W., Chen, Y., Qu, S., Xue, K., Fu, W., & Wang, Y. (2021). Stroke outcome assessment: Optimizing cutoff scores for the Longshi Scale, modified Rankin Scale and Barthel Index. *PloS one*, *16*(5), e0251103. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0251103>

## Bilaga 1 (2)

<i>Författare</i>	<i>Land/år</i>	<i>Design</i>	<i>Population &amp; inklusionskriterier</i>	<i>Urval/Bortfall</i>	<i>Metod</i>	<i>Resultat &amp; gradering</i>
Becks, M. J., Manniesing, R., Vister, J., Pegge, S., Steens, S., van Dijk, E. J., Prokop, M., & Meijer, F.	Nederländerna 2019	Kvantitativ	Population bestod av patienter med misstänkt ischemisk stroke. >18 år, symtomdebut <9 timmar, DT protokoll med hjärna utan iv kontrast, DT angiografi och DT perfusion.	Urval bestod av 177 patienter. 50 bortfall på grund av annan diagnos än ischemisk stroke. 17 bortfall på grund av tidigare utförd intervention i hjärnan som orsakade artefakter.	Retrospektiv	Intrakraniell kärlockklusion identifierades oftare i den anteriora cirkulationen än den posteriora cirkulationen. DT perfusions kartor förbättrade avsevärt de diagnostiska värdet när de kombinerades med DT angiografi (P=0.023). Gradering: <i>Hög</i>
Bivard, A., Levi, C., Lin, L., Cheng, X., Aviv, R., Spratt, N. J., Kleinig, T., Butcher, K., Chen, C., Dong, Q., & Parsons, M.	Australien Kina Kanada 2021	Kvantitativ	Populationen bestod av patienter med akut ischemisk stroke Symtomdebut efter 4,5 timmar, DT protokoll med hjärna utan iv kontrast, DT angiografi och DT perfusion	Urval bestod av 1562 patienter Bortfall bestod av 689 patienter	Retrospektiv Multicenterstudie	Modell C, DT perfusion lades till DT hjärna utan iv kontrast och kliniskt undersökning. Resultaten visade att DT perfusion har hög precision i jämförelse med modell A som har undersökt modell DT hjärna utan iv kontrast. <i>Gradering: Medel</i>

<p>Frank, R. A., Chakraborty, S., McGrath, T., Mungham, A., Ross, J., Dowlathshahi, D., Shamy, M., &amp; Stotts, G.</p>	<p>Kanada, 2018</p>	<p>Kvantitativ</p>	<p>Populationen bestod av patienter med misstänkt ischemisk stroke. Symtomdebut &lt;6 timmar, DT protokoll med hjärna utan iv kontrast, DT angiografi och DT perfusion på hela hjärnan samt NIHSS värde &lt;6.</p>	<p>Urval bestod av 1440 patienter. Bortfall bestod av 1292 patienter.</p>	<p>Retrospektiv, Singelcenter</p>	<p>DT perfusion bidrog till fastställande av infarkt hos patienter med låg klinisk misstanke. Därav bidrar DT perfusion till att välja rätt behandling för patienter. Däremot kan DT perfusion inte användas som grund för att inte behandla patienter med misstänkt infarkt. Gradering: Hög</p>
<p>Garcia-Esperon, C., Visser, M., Churilov, L., Miteff, F., Bivard, A., Lillicrap, T., Levi, C. R., Spratt, N. J., &amp; Parsons, M. W.</p>	<p>Australien 2021</p>	<p>Kvantitativ</p>	<p>Populationen bestod av patienter med akut ischemisk stroke mellan år 2010 och 2018. Endast patienter med lakunär syndrom som matchade med ett visst området i diffusionsviktade bilder samt hade inga synliga ocklusioner i det området inkluderades i studien. Patienten skall ha genomfört DT hjärna utan iv kontrast, DT angiografi, DT perfusion och NIHSS värde &lt; 4.</p>	<p>Urval bestod av 712 patienter. Bortfall bestod av 606 patienter.</p>	<p>Retrospektiv</p>	<p>DT perfusion har en god sensitivitet på 65,1% i kortikala lesioner dock minskar sensitiviteten inom subkortikala lesioner och det posteriora området. DT perfusion visar hög specificitet som pendlar mellan 87% och 99%. DT perfusion visar att cerebral blodvolym och cerebral blodflöde har låg sensitivitet under 20% inom alla regioner dock specificiteten bedömdes hög och ligger på 95%. Gradering: Hög</p>

<p>Nguyen, T. N., Abdalkader, M., Nagel, S., Qureshi, M. M., Ribo, M., Caparros, F., Haussen, D. C., Mohammaden, M. H., Sheth, S. A., Ortega-Gutierrez, S., Siegler, J. E., Zaidi, S., Olive-Gadea, M., Henon, H., Möhlenbruch, M. A., Castonguay, A. C., Nannoni, S., Kaesmacher, J., Puri, A. S., Seker, F. &amp; Nogueira, R. G.</p>	<p>Amerika Tyskland Spanien Frankrike Schweiz 2022</p>	<p>Kvantitativ</p>	<p>Populationen bestod av patienter med anterior infarkt med symtomdebut 6-24 timmar. NHISS värde &gt;6 eller mer, ocklusion i M1/M2 segmenten, mRS värde 0-2 och symtomdebut och åtgärd inom 6-24 timmar.</p>	<p>Urval bestod av 1604 patienter. Bortfall bestod av 700 patienter.</p>	<p>Retrospektiv</p>	<p>DT perfusion bidrog inte med diagnostiskt värde till patienter med anterior infarkt i de senare skedet, 6-24 timmar efter symtomdebut. DT hjärna utan iv kontrast fyller behovet vid misstanke om infarkt i ett senare skede. Gradering: Hög</p>
<p>Rudilosso, S., Urra, X., San Román, L., Laredo, C., López-Rueda, A., Amaro, S., Oleaga, L., &amp; Chamorro, Á.</p>	<p>Spanien 2015</p>	<p>Kvantitativ</p>	<p>Populationen bestod av 790 strokepatienter. Patienter med lakunär syndrom med symtomdebut 8 timmar, genomfört DT hjärna utan iv kontrast, DT perfusion och MR som uppföljningsundersökning.</p>	<p>Urval består av 60 patienter med lakunär stroke Bortfall består av 27 patienter.</p>	<p>Prospektiv</p>	<p>DT perfusions resultat matchar med MR-undersökningsresultat, 17/33 fall bekräftas med lakunär infarkt i jämförelse med DT utan iv kontrast som hade 6/33 fall bekräftad med lakunära infarkter. DT perfusion har hög sensitivitet på 62,5% och positiv prediktiv värde på 83% i jämförelse med DT utan iv kontrast som har en sensitivitet</p>

						<p>på 19% och positiv prediktiv på 43%. Gradering: Medel</p>
<p>van Seeters, T., Biessels, G. J., Kappelle, L. J., van der Schaaf, I. C., Dankbaar, J. W., Horsch, A. D., Niesten, J. M., Luitse, M. J., Majoie, C. B., Vos, J. A., Schonewille, W. J., van Walderveen, M. A., Wermer, M. J., Duijm, L. E., Keizer, K., Bot, J. C., Visser, M. C., van der Lugt, A., Dippel, D. W., Kesselring, F. O</p>	<p>Nederländerna 2016</p>	<p>Kvantitativ</p>	<p>Populationen bestod av 906 patienter med anterior infarkt från den prospektiva studien DUST. Misstänkt anterior infarkt, DT protokoll bestående av DT hjärna utan iv kontrast, DT angiografi och DT perfusion genomfördes. Symtomdebut &lt;9 timmar.</p>	<p>Urval bestod av 906 patienter. Bortfall bestod av 570 patienter.</p>	<p>Prospektiv</p>	<p>DT perfusion och DT angiografi bidrog med diagnostisk värde till DT hjärna utan iv kontrast och patientens kliniska bakgrund. DT perfusion kan förutse infarkt volym och utbredning vid efterföljande kontroller. DT perfusion kan även hjälpa kliniker att förutse vilka patienter med stroke symptom som kommer utveckla en infarkt. Samt hur stor volym det drabbade området har. Gradering: Hög</p>

