



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

Postmortem radiologie

Een verkennend onderzoek naar het gebruik van
radiologische technieken bij overledenen.

RIVM-briefrapport 2020-0094
M. Velsma | I.R. de Waard



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

Postmortem radiologie

Een verkennend onderzoek naar het gebruik van
radiologische technieken bij overledenen.

RIVM-briefrapport 2020-0094
M. Velsma | I.R. de Waard

Colofon

© RIVM 2020

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave.

DOI 10.21945/RIVM-2020-0094

M. Velsma (auteur), RIVM
I.R. de Waard (auteur), RIVM

Contact:
Marloes Velsma
Milieu en veiligheid/Centrum Veiligheid
Marloes.velsma@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van Autoriteit van Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming in het kader van Beleidsondersteunend onderzoek.

Dit is een uitgave van:
**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**
Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven
Nederland
www.rivm.nl

Publiekssamenvatting

Radiologie na overlijden

Een verkennend onderzoek naar het gebruik van radiologische technieken bij overledenen.

Ziekenhuizen gebruiken radiologische technieken om diagnoses te stellen en patiënten te behandelen. Radiologische technieken kunnen ook worden gebruikt om na het overlijden van een patiënt de doodsoorzaak te onderzoeken. Dit gebeurt al bij forensisch onderzoek om meer informatie te krijgen bij een mogelijk misdrijf. Het is ook een goede manier om nieuwe ziekten, erfelijke ziekten en bijwerkingen van medicijnen beter te begrijpen. De meeste ziekenhuizen gebruiken de technieken nog niet structureel voor wetenschappelijke of diagnostische doeleinden.

De politie kan met toestemming van het openbaar ministerie gebruik maken van radiologische technieken voor forensisch onderzoek. Het voordeel van deze technieken bij forensisch onderzoek is dat het snel informatie oplevert. Ziekenhuizen in Nederland die juridische, forensische en radiologische deskundigheid tot hun beschikking hebben voeren de radiologische onderzoeken uit. Dit zijn het Maastricht Universitair Medisch Centrum, Reinier de Graaf ziekenhuis te Delft, Meander Medisch centrum te Amersfoort en het Groene Hart Ziekenhuis te Gouda.

De technieken bieden ook voordelen om nieuwe ziekten, erfelijke ziekten en bijwerkingen van medicijnen beter te begrijpen. Het lichaam van de overledene blijft intact, waardoor het onderzoek minder heftig is voor familie of vrienden van de overledene dan een sectie. Toch gebruiken maar weinig ziekenhuizen in Nederland deze technieken structureel bij overledenen. Dat komt omdat daar niet standaard geld voor is. Een uitzondering hierop zijn kinderen die bij de geboorte of kort daarna sterven.

Dit blijkt uit een verkennend onderzoek van RIVM in opdracht van de Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingshygiëne (ANVS). Wij hebben onderzocht hoe vaak ziekenhuizen in Nederland radiologische technieken gebruiken bij overledenen. En wat de aanleiding is voor ziekenhuizen om deze technieken te gebruiken.

Kernwoorden: postmortem, radiologisch onderzoek, nader onderzoeken van de doodsoorzaak, straling

Synopsis

Radiology after death

An exploratory study on the use of radiological techniques for deceased persons.

Hospitals use radiological techniques for diagnostic purposes and treating patients. But these techniques can also be used to determine the cause of death in deceased people. Radiological techniques are already being used in forensic investigations to obtain more information if a death occurs under suspicious circumstances. Additionally, they could be applied to obtain a better understanding of new illnesses, hereditary disease and side-effects of medicines. Most hospital do not use the techniques structurally for diagnostic or research purposes.

With the permission of the Public Prosecution Service, the police can use radiological techniques for forensic investigations. The advantage of radiological techniques in the case of a forensic investigation is that they yield information quickly. Radiological forensic investigations take place in the four hospitals in the Netherlands that have the requisite legal, forensic and radiological expertise, i.e., the Maastricht University Medical Center+, Reinier de Graaf Hospital in Delft, Meander Medical Centre in Amersfoort and the Groene Hart Hospital in Gouda.

Radiological techniques can also be used to better understand new illnesses, hereditary disease and side-effects of medicines. The body of the deceased remains intact, so the impact on the deceased's relatives and friends is lower than that of an autopsy. However, few hospitals in the Netherlands structurally apply radiological techniques in deceased people. The reason for this is that there is no standard budget reserved for this type of work. Cases of children who die at birth or shortly afterwards are an exception.

These are the conclusions of an exploratory study carried out by RIVM commissioned by the Authority for Nuclear Safety and Radiation Protection (ANVS). We have examined how often hospitals in the Netherlands use radiological techniques for deceased persons, and why they choose to use these techniques.

Keywords: post-mortem, radiological examination, in-depth investigation into the cause of death, radiation.

Inhoudsopgave

Samenvatting — 9

1 Inleiding — 11

- 1.1 Aanleiding en doelstelling — 11
- 1.2 Vraagstelling van het onderzoek — 11
- 1.3 Afbakening — 12
- 1.4 Leeswijzer — 12

2 Methode — 13

3 Toepassing postmortem radiologie in Nederland — 15

- 3.1 Klinisch — 15
 - 3.1.1 Resultaten van twee studies naar klinische postmortem radiologie. — 16
- 3.2 Forensisch — 16
- 3.3 NODOK — 17
- 3.4 Ziekenhuizen die postmortem radiologie toepassen — 18
- 3.5 Radiologisch onderzoek binnen de lijkschouwing — 18

4 Typen radiologisch postmortem onderzoek — 21

- 4.1 Niet-invasieve autopsie — 21
 - 4.1.1 Forensisch — 21
 - 4.1.2 Klinisch — 22
- 4.2 Minimaal invasieve autopsie — 22
 - 4.2.1 Een scan in combinatie met histologische biopten — 22
 - 4.2.2 Postmortale CT-angiografie — 23

5 Risico inventarisatie & -evaluatie en rechtvaardiging — 25

- 5.1 Wet- en regelgeving voor de rechtvaardiging — 25
- 5.2 Toepassing in de praktijk. — 25

6 Aantal verrichtingen — 27

- 6.1 Resultaten interviews — 27
 - 6.1.1 Klinisch — 27
 - 6.1.2 Forensisch — 27
- 6.2 Resultaten enquête — 28
- 6.3 Resultaten uit literatuur — 30
 - 6.3.1 Forensisch — 30
 - 6.3.2 NODOK — 31

7 Conclusies — 32

8 Dankwoord — 34

9 Bibliografie — 36

Bijlage I Interviewvragen — 38

Bijlage II Enquête postmortem radiologie — 40

**Bijlage III Handelingen waarvoor toestemming is verleend
binnen de kernenergiewetvergunning van zes Nederlandse
organisaties – 41**

Samenvatting

Naar aanleiding van een nieuwsartikel in het Algemeen Dagblad over postmortem radiologie en een vacaturetekst voor het werven van laboranten voor postmortem radiologie heeft de ANVS het RIVM gevraagd een quickscan te doen naar postmortem radiologie. Deze quickscan geeft inzicht in hoe en op welke schaal postmortem onderzoek wordt uitgevoerd. Ook de manier waarop de rechtvaardigingen en de risicoschattingen worden gedaan is onderzocht.

Zowel na het overlijden van kinderen als volwassenen kan er radiologisch onderzoek worden uitgevoerd. Op dit moment wordt postmortem radiologie toegepast bij forensisch onderzoek bij een niet-natuurlijk overlijden. Ook wordt het toegepast voor het nader onderzoeken van de doodsoorzaak bij natuurlijk overlijden, dit wordt ook wel klinische postmortem radiologie genoemd. Na toestemming van de overledene bij leven, of de verantwoordelijke nabestaanden is klinische postmortem radiologie een goed alternatief als er geen toestemming wordt gegeven voor een conventionele obductie of autopsie. Het voordeel van postmortaal radiologisch onderzoek is dat het snel, minder invasief en niet destructief is. Doordat postmortem radiologie niet destructief is blijft het lichaam intact. Hierdoor kan het minder belastend zijn voor de nabestaanden dan een conventionele sectie. Voor veel doodsoorzaken is de verwachting dat postmortem radiologie (in combinatie met biopten) even goed is in het vaststellen van een doodsoorzaak als obductie.

De gebruikte modaliteiten bij postmortem onderzoek zijn MRI, CT en conventionele röntgenopnamen. De leeftijd van de overledene bepaalt welke techniek het beste resultaat geeft. Voor foetussen en jonge kinderen zijn de MRI en conventionele röntgen de geadviseerde methode. Bij volwassenen en oudere kinderen wordt meestal gebruik gemaakt van de CT. Bij natuurlijk overlijden volstaat een CT scan van het hoofd, de hals, de borstkast en de buik (indien nodig aangevuld met een scan van armen en benen). Bij forensisch onderzoek wordt een CT scan gemaakt van het hele lichaam aangevuld met aparte scans van afzonderlijke lichaamsdelen. Na aanleiding van de bevindingen van een CT scan kan het onderzoek worden uitgebreid met het wegnemen van een klein stukje weefsel (histologische biopsie) onder geleiding van CT en/of een MRI. Ook een CT-angiografie behoort tot de mogelijkheden.

De gebruikte stralingsdosis ligt bij postmortem onderzoek hoger dan bij patiëntenzorg. Indien radiologisch postmortem onderzoek structureel in ziekenhuizen uitgevoerd wordt heeft dit mogelijk gevolgen voor de risico-inventarisatie en -evaluatie, omdat de medewerker die het onderzoek uitvoert mogelijk aan een hogere stralingsdosis blootgesteld wordt.

Omdat postmortem radiologie niet meer gaat over diagnostiek of behandeling van patiënten, is het de vraag of dit nog past als een toepassing van medische technieken in het directe domein van de patiëntenzorg.

Klinische postmortem radiologie vindt op dit moment sporadisch plaats in Nederlandse ziekenhuizen, met uitzondering van röntgenopnamen bij overleden foetussen of neonaten. De meest waarschijnlijke reden hiervoor is het gebrek aan een structurele financiering voor klinische postmortem radiologie.

Om forensisch radiologisch onderzoek te doen is juridische, forensische en radiologische deskundigheid noodzakelijk. Ziekenhuizen in Nederland die deze deskundigheid tot hun beschikking hebben zijn het Maastricht Universitair Medisch Centrum, Reinier de Graaf ziekenhuis te Delft, Meander Medisch Centrum te Amersfoort en het Groene Hart Ziekenhuis te Gouda. De verwachting is dat alleen deze vier ziekenhuizen forensisch radiologisch onderzoek gestructureerd en regelmatig uitvoeren.

1 Inleiding

Bij het overlijden van een persoon, zowel kinderen als volwassenen, kan postmortaal radiologisch onderzoek worden uitgevoerd naar de doodsoorzaak. Dit is minder invasief dan een obductie of autopsie, waarbij het lichaam wordt geopend en de organen systematisch worden bekeken. Postmortale radiologische onderzoeken kunnen naar aanleiding van een klinische of forensische vraagstelling worden uitgevoerd. Bij forensisch onderzoek betreft dat, het vervaardigen van postmortale radiologische beelden van het lichaam of een lichaamsdeel. Bij enkele gevallen volgt na het forensisch radiologisch onderzoek een obductie. Bij klinisch onderzoek kan postmortem radiologie worden ingezet als nabestaanden geen toestemming geven voor klassieke obductie. Dit kan gebeuren als nabestaanden de klassieke obductiemethode te ingrijpend vinden. Daarnaast spelen culturele of religieuze bezwaren mogelijk een rol. Mogelijk zullen hierdoor meer mensen toestemming geven voor postmortaal radiologisch onderzoek dan voor klassieke obductie.

1.1 Aanleiding en doelstelling

In september 2018 verscheen een nieuwsbericht in het Algemeen Dagblad 'Nieuwe techniek: lijkschouwing zonder nog te snijden' [1]. Daarnaast verscheen er eind januari 2019 een vacaturetekst van een ziekenhuis voor het werven van laboranten voor postmortem radiologie. Dit heeft de ANVS aanleiding gegeven het RIVM een quickscan te laten uitvoeren naar postmortem radiologie.

Deze quickscan geeft inzicht in hoe en op welke schaal postmortem onderzoek wordt uitgevoerd in Nederland. Ook de manier waarop de rechtvaardigingen en de risicoschattingen worden gedaan is onderzocht.

1.2 Vraagstelling van het onderzoek

De ANVS heeft het RIVM gevraagd middels een quickscan een idee te geven van:

- Hoe wordt postmortem onderzoek gerechtvaardigd in ziekenhuizen?
- Is de vraagstelling daarbij klinisch, forensisch, of is er een andere aanleiding voor het onderzoek?
- Zijn de risico's in kaart gebracht in de risico-inventarisatie & -evaluatie? Wat is het risico voor de omgeving en werknemer?
- Op welke wijze wordt bij complexvergunninghouders toestemming verleend?
- Op welke schaal wordt postmortem radiologie toegepast in ziekenhuizen?
- Is de omvang van postmortem radiologisch onderzoek de afgelopen jaren toegenomen of wordt toename hiervan verwacht?

1.3 Afbakening

Dit onderzoek betreft een quickscan van postmortem radiologie in Nederlandse ziekenhuizen. Het doel is niet om een volledig overzicht te geven van het vakgebied postmortem radiologie in Nederland. Het RIVM doet geen uitspraken over de mogelijke consequenties voor vergunningen van ziekenhuizen.

Bij de uitvoer van postmortem radiologie wordt ook gebruik gemaakt van de magnetic resonance imaging (MRI). Hierbij wordt geen gebruik gemaakt van ioniserende straling. Daarom richt dit onderzoek zich voornamelijk op computer tomografie (CT) en conventionele röntgen onderzoeken.

1.4 Leeswijzer

Deze notitie is als volgt opgebouwd: in hoofdstuk 2 wordt uitleg gegeven over de gebruikte methode voor dit onderzoek. Hoofdstuk 3 beschrijft drie verschillende doeleinden voor de toepassing van postmortem radiologie in Nederland. Daarnaast geeft dit hoofdstuk inzicht in factoren die gebruikt kunnen worden voor het rechtvaardigen van postmortem radiologie. Hoofdstuk 4 geeft uitleg over welke typen onderzoek gebruikt worden voor postmortem radiologie. Hoe postmortem radiologie wordt meegenomen in de risico inventarisatie & evaluatie en de rechtvaardiging wordt besproken in hoofdstuk 5. Een schatting van het aantal postmortem onderzoeken dat plaatsvindt in Nederland wordt besproken in hoofdstuk 6. Ten slotte worden in hoofdstuk 7 de belangrijkste conclusies getrokken.

2 Methode

Wij hebben een korte inventarisatie gedaan van de beschikbare informatie over de toepassing van radiologische postmortem onderzoeken in ziekenhuizen in Nederland. Hierbij hebben we gekeken naar literatuur, protocollen en richtlijnen. Voor aanvullende informatie en verificatie van de resultaten uit het literatuuronderzoek is een vragenlijst opgesteld voor de te houden interviews (zie bijlage I). De interviews zijn gehouden met een lid van de sectie postmortem radiologie van de NVvR (Nederlandse Vereniging van Radiologen) en een forensisch radiologisch consultant. De consultant heeft zowel medische, forensische als juridische kennis en is verantwoordelijk voor een juiste vertaling van de forensische vraag naar een medische vraag en de vertaling van het medisch antwoord naar een antwoord dat forensisch en juridisch bruikbaar is. Ook is, bij een centrum waar veelvuldig postmortaal radiologisch onderzoek wordt uitgevoerd, gesproken met één van hun stralingsbeschermingsdeskundigen.

Verder is er een online enquête uitgezet om een beeld te krijgen hoe vaak postmortem radiologie wordt uitgevoerd (zie bijlage II). In de enquête is gevraagd (zie ook bijlage II):

- Of postmortem radiologie plaatsvindt op de afdeling radiologie.
- Wat de toepassing is van postmortem radiologie.
- Op welke modaliteit postmortem radiologie plaatsvindt.
- Een schatting te maken van het aantal postmortem onderzoeken dat per jaar wordt uitgevoerd.

Deze vragenlijst is gedeeld in de nieuwsbrief van de Nederlandse Vereniging Medische Beeldvorming & Radiotherapie (NVMBR) en is gedeeld binnen de persoonlijke netwerken van de auteurs. Waarbij we radiologen en MBB'ers (medisch beeldvormingen- en bestralingsdeskundige) gevraagd hebben om de enquête in te vullen.

3 Toepassing postmortem radiologie in Nederland

Het gebruik van beeldvormende technieken voor postmortem onderzoek heeft als voordeel ten opzichte van een sectie dat het lichaam intact blijft. Dit maakt postmortem radiologie interessant voor verschillende doeleinden. Zo kan het een bijdrage leveren aan de kwaliteitsbewaking van de klinische zorg en waarheidsvinding bij strafrechtelijke onderzoeken [2, 3]. In dit hoofdstuk wordt voor drie verschillende doeleinden de toepassing van postmortem radiologie beschreven. Daarnaast geeft dit hoofdstuk inzicht in factoren die gebruikt kunnen worden voor het rechtvaardigen van postmortem radiologie. Ook wordt de huidige situatie van het toepassen van postmortem radiologie in Nederlandse ziekenhuizen besproken. En als laatste de plaats van radiologisch onderzoek binnen de lijkschouw, het beantwoorden van de vraag of er sprake is van een natuurlijke of een niet-natuurlijke dood, meer in het bijzonder het uitsluiten van overlijden ten gevolge van strafbare handelingen.

3.1 Klinisch

Voor klinisch postmortaal onderzoek is, na adequate uitleg over het doel van het onderzoek, formele toestemming nodig. De toestemming kan verleend worden door de vertegenwoordiger van de overledene. Ook kan de overledene bij leven toestemming geven [4, 5].

Het aantal overledenen waarbij een obductie wordt gedaan daalt in Nederlandse ziekenhuizen. Een mogelijke verklaring is dat de nabestaande(n) de klassieke obductiemethode, waarbij het lichaam wordt geopend en alle organen systematische worden bekeken, te ingrijpend vinden en daarom geen toestemming verlenen. Door gebruik te maken van postmortaal radiologisch onderzoek zijn er mogelijk minder religieuze, culturele, ethische en morele bezwaren. Daardoor kan het zo zijn dat het aantal mensen dat toestemming verleent hoger ligt dan bij klassieke obductie [2, 3].

Als ondersteuning bij het aanvragen en uitvoeren van klinische postmortem radiologie zijn er evidence-based richtlijnen beschikbaar gesteld op de webpagina van de federatie medische specialisten [4]. De richtlijn is tot stand gekomen in een multidisciplinaire werkgroep ingesteld op initiatief van NVvR sectie postmortem radiologie.

Postmortem radiologie wordt beschouwd als een instrument voor het meten van kwaliteit van medisch handelen en als laatste diagnosticum, net als obductie, wat zowel nabestaanden als de maatschappij ten goede komt [6]. Zo kunnen bijvoorbeeld genetische aandoeningen worden opgespoord, wat van belang kan zijn voor familieleden, of kan gekeken worden wat de werking/effect van een therapie is geweest.

Ook kan postmortem radiologie ingezet worden voor de mortaliteitsstatistiek of het meten van de kwaliteit van de zorg. In dit geval wordt postmortem radiologie gebruikt voor een groter doel dan het individu, namelijk voor de samenleving. Indien postmortem

radiologie voor bepaalde indicaties wordt toegepast zal er een systematische afwijking (bias) in het onderzoek ontstaan. Voor nu is het nog onduidelijk bij welke indicatie klinische postmortem radiologie meerwaarde heeft. Daarom zouden voor het beste resultaat alle overledenen waarbij daar toestemming voor verleend is¹ gescand moeten worden [7].

In onderstaande paragrafen worden de belangrijkste resultaten van twee studies naar klinische postmortem radiologie besproken.

3.1.1

Resultaten van twee studies naar klinische postmortem radiologie.

In een onderzoek van het Erasmus MC wordt geconcludeerd dat niet-invasieve autopsie of minimaal invasieve autopsie² gebruikt kan worden als alternatief voor de conventionele obductie [8]. Waarbij het nemen van biopten essentieel is voor het stellen van een accuratere diagnose. Eén van de resultaten is dat minimaal invasieve autopsie beter presteerde in het diagnosticeren van grote afwijkingen dan de obductie (90% vs. 78%). Toch volstaat uitsluitend postmortale radiologie meestal niet om alle klinische vragen te beantwoorden en de doodsoorzaak te vinden. Daarom wordt door onderzoekers aanbevolen om bij volwassenen de postmortale radiologie te combineren met conventionele obductie.

In het interview met een ander universitair medisch centrum in Nederland is aangegeven dat er onderzoek is gedaan naar de toepassing van klinische postmortem radiologie voor het nader onderzoeken van de doodsoorzaak. Van 2014 tot 2018 zijn 140 tot 150 patiënten van de intensive care en de interne geneeskunde gescand na overlijden. De onderzoeken werden, na toestemming, uitgevoerd in overleg met de (assistent) radioloog, internist en laborant. De scans werden vervolgens besproken in een multidisciplinair overleg. De resultaten van de studie moeten nog gepubliceerd worden. Eén van de resultaten is dat bij 20-25% van de patiënten relevante nevenbevindingen zijn gevonden na postmortale radiologie¹.

3.2

Forensisch

In tegenstelling tot de klinische postmortem radiologie is bij forensische postmortem radiologie geen toestemming van de nabestaande(n) nodig voor het onderzoek. Het onderzoek is namelijk onderdeel van een gerechtelijke procedure¹.

Forensische postmortem radiologie wordt toegepast bij mogelijke misdrijven en geweldsdelicten. Radiologisch onderzoek geeft binnen korte tijd, met een minimaal invasief onderzoek, informatie over inwendig letsel. De verkregen informatie kan gebruikt worden voor:

- Opheldering van de doodsoorzaak, waarbij het lichaam intact blijft. Hierbij kan gedacht worden aan het opsporen van vreemde lichaamsstructuren (zoals projectielen) en het beoordelen van botstructuren, lucht- of (postmortaal)gasverspreiding in het lichaam [9].

¹ Uit een interview met een Forensisch radiologisch consultant (persoonlijke communicatie, 7 februari 2020).

² De begrippen minimaal invasieve autopsie en niet-invasieve autopsie worden uitgelegd in hoofdstuk 4.

- Identificatie. Uit een CT scan van het gebit kan een reconstructie van de tanden worden verkregen. Hiermee kan een lichaam worden geïdentificeerd [3].
- Uit de radiologische beelden kunnen 3D beelden worden gegenereerd die, ook in de rechtbank, een goed beeld geven van de situatie van het delict [3]. Ook kunnen deze beelden gebruikt worden in een 3D model van het plaats delict. Deze visualisatie kan inzicht geven in mogelijke scenario's van misdrijven.

Postmortem radiologie kan zowel als aanvulling op de klassieke obductie plaatsvinden of als losstaand onderzoek [10]. De officier van justitie kan na het radiologisch onderzoek het strafrechtelijk onderzoek stoppen. Door het stoppen van het strafrechtelijk onderzoek vindt er geen vervolgonderzoek plaats³. Zo'n vervolgonderzoek kan bestaan uit een klassieke obductie.

3.3 NODOK

NODOK staat voor nader onderzoek doodsoorzaak kinderen. Dit is een gestructureerde procedure waarbij meerdere universitaire centra zijn betrokken. Naast radiologisch onderzoek vinden er ook andere onderzoeken plaats, zoals laboratoriumdiagnostiek en obductie. Het radiologische onderzoek bestaat uit een skeletstatus, een CT scan van het hele lichaam, röntgenopname en/of MRI. De keuze voor het soort onderzoek is afhankelijk van de leeftijd [11]. De NODOK procedure volgt de eerdere NODO (nader onderzoek doodsoorzaak) procedure op. Hierbij was het opsporen van kindermishandeling het belangrijkste doel.

De basis voor de NODOK procedure is de meerwaarde voor de individuele zorg voor de nabestaanden, in de situatie waar er onvoldoende mogelijkheden zijn om op andere wijze in deze zorg te voorzien. Dit kan helpen bij de rouwverwerking van ouders, broertjes en zusjes [11]. Daarnaast kan er noodzakelijke zorg verleend worden voor nabestaanden bij erfelijke aandoening of fatale infectieziekten waarvoor profylaxe nodig is. De andere invalshoeken zijn:

- Opsporing van kindermishandeling. In tegenstelling tot de eerdere NODO procedure moet voor de NODOK procedure nadrukkelijk toestemming verleend worden door de ouders. Hierdoor is kindermishandeling binnen de NODOK procedure meer een bijvangst.
- De kwaliteit van zorg. Het achterhalen van de doodsoorzaak en het in kaart brengen van de omstandigheden en factoren die bijgedragen hebben aan het overlijden, kunnen aanwijzingen geven voor onvoldoende kwaliteit van zorg voorafgaand aan het overlijden.
- Wetenschappelijk onderzoek. Het bijeenbrengen van kennis over de doodsoorzaken bij minderjarigen brengt de mogelijkheid met zich mee om op grotere schaal preventieve maatregelen te treffen dan wel protocollen of werkwijzen aan te passen.

Bij onverklaarbaar natuurlijk overlijden van kinderen kan met toestemming van de ouders een NODOK procedure worden gestart. De NODOK procedure wordt gesubsidieerd door het ministerie van

³ Uit een interview met een Forensisch radiologisch consultant (persoonlijke communicatie, 7 februari 2020).

Volksgezondheid, Welzijn en Sport. Ieder jaar wordt de procedure geëvalueerd. Hierbij wordt een overzicht gemaakt van het aantal en soort onderzoeken dat heeft plaatsgevonden en de bevindingen [11].

3.4 Ziekenhuizen die postmortem radiologie toepassen

Tijdens de interviews zijn een aantal ziekenhuizen genoemd die zich bezig houden met klinische postmortem radiologie. Ook zijn zij medeverantwoordelijk voor het opstellen van de richtlijn klinische postmortem radiologie⁴ [4].

- Het Amsterdam UMC, locatie AMC heeft twee radiologen die gespecialiseerd zijn in postmortem radiologie (bij zowel volwassenen als kinderen).
- In het RadboudUMC te Nijmegen is een radiologe gespecialiseerd in postmortem radiologie bij foetussen.
- In het Erasmus MC is recent een studie afgerond naar Minimaal invasief postmortem radiologie (zie paragraaf 3.1.1). Het is niet duidelijk of hier op dit moment nog klinische postmortem radiologie plaatsvindt.
- Uit een interview met een ander universitair medisch centrum, waar ook veelvuldig forensisch radiologisch onderzoek plaatsvindt, is in studieverband onderzoek gedaan naar de toepassing van klinische postmortem radiologie voor het nader onderzoeken van de doodsoorzaak (zie paragraaf 3.1.2). Dit onderzoek is recent afgerond. De onderzoeksresultaten moeten nog gepubliceerd worden. Op dit moment worden daar geen klinische postmortem onderzoeken meer uitgevoerd⁵.

Forensisch radiologisch onderzoek wordt gestructureerd en regelmatig uitgevoerd in vier ziekenhuizen in Nederland. In Maastricht (MUMC+), Delft (Reinier de Graaf Ziekenhuis) en Amersfoort (Meander Medisch Centrum) wordt het onderzoek uitgevoerd in samenwerking met de nationale politie en het Openbaar Ministerie [3]. In Amersfoort en Delft worden alleen de onderzoeken uitgevoerd waarna de beelden met een beveiligde verbinding worden verstuurd naar de radiologen in Maastricht. Zij kunnen de beelden beoordelen en een gerechtelijk verslag opstellen. De forensische scans in het Groene Hart Ziekenhuis in Gouda worden uitgevoerd in opdracht van de pathologen van het Nederlands Forensisch Instituut [9, 10].

De NODOK procedure vindt plaats in de zeven universitaire ziekenhuizen [11]: Het Erasmus MC, Leids UMC, Maastricht UMC, Radboud UMC, UMC Groningen, UMC Utrecht en Amsterdam UMC (locatie VU medisch centrum).

3.5 Radiologisch onderzoek binnen de lijkschouwing

In deze paragraaf worden de aanleiding, het doel, de conclusies en de bevindingen uit het rapport 'Uitbreiden bevoegdheden lijkschouw' besproken [12]. Dit rapport is geschreven in opdracht van het Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (BZK) door de Universiteit Utrecht en gepubliceerd op 18 november 2019. De opdracht

⁴ Uit een interview met een lid van de NVVR sectie postmortem radiologie (persoonlijke communicatie, 7 januari 2020)

⁵ Uit een interview met een Forensisch radiologisch consultant (persoonlijke communicatie, 7 februari 2020).

was om de bevoegdheden van de lijkschouwer te onderzoeken rond de lijkschouw, in het kader van de Wet op de lijkbezorging.

Een lijkschouw heeft als doel het uitsluiten van niet-natuurlijk overlijden, meer in het bijzonder het uitsluiten van overlijden ten gevolge van strafbare handelingen. Hiervoor kan een schouwarts gebruik maken van het klassieke schouwen in de vorm van lichamelijk onderzoek door visuele inspectie, palperen en temperaturen. In het rapport 'De dood als startpunt', van het door de minister van Justitie en Veiligheid ingestelde taskforce, is de conclusie dat deze methode te weinig uitsluitel geeft voor de overgrote meerderheid van doodsoorzaken [13].

Radiologisch en toxicologisch onderzoek wordt in het huidige juridische kader gezien als 'invasief onderzoek'⁶. Daarom mag het alleen worden uitgevoerd met toestemming van de overledene bij leven of de verantwoordelijke nabestaanden. Daarnaast kan de officier van justitie toestemming geven voor postmortem radiologie als het overlijden ten gevolge van strafbare handelingen niet uitgesloten kan worden tijdens de lijkschouw. Dit is belastend voor de familie en de administratieve handeling is groter dan bij het afgeven van natuurlijke doodsoorzaak bij een lijkschouw [12].

In het rapport, 'Uitbreiden bevoegdheden lijkschouw', is gekeken of inbedding van toxicologisch en radiologisch onderzoek mogelijk is binnen de huidige wet- en regelgeving. Het rapport stelt: *"Gegeven de conclusie dat toxicologisch en radiologisch onderzoek bij de lijkschouw een gerechtvaardigde inbreuk op de postmortale integriteit van het lichaam en op de privacy van de overledene kunnen vormen, is de vraag naar de systematische inbedding in de Wet op de lijkbezorging (Wlb) aan de orde."*

Een mogelijkheid dat in hetzelfde rapport wordt besproken is het verbreden van het begrip lijkschouw uit artikel 3 Wlb met toxicologisch en radiologisch onderzoek. Alleen wordt bij een verbreding van het begrip lijkschouw de behandelend arts, wanneer deze de lijkschouw verricht, ook bevoegd verklaard om het toxicologisch en radiologisch onderzoek te doen. De eis van onafhankelijkheid van het onderzoek, als er strafbare feiten in het spel kunnen zijn, maakt de mogelijkheid van verbreden van het begrip lijkschouw niet goed haalbaar. De lijkschouw zou dus moeten worden uitgevoerd door een forensisch gespecialiseerd arts die door de burgemeester en wethouders benoemd is tot gemeentelijke lijkschouwer [12].

Daarom wordt in het rapport 'Uitbreiden bevoegdheden lijkschouw' een voorstel gedaan voor het uitbreiden van de lijkschouw als specifieke bevoegdheid van de gemeentelijke lijkschouwer. Aan artikel 3 Wlb kan dan de volgende zin worden toegevoegd: 'de gemeentelijke lijkschouwer kan urine- en bloedmonsters nemen van het lijk en toxicologisch en radiologisch onderzoek doen'. Daarmee is er een extra waarborg

⁶ In het rapport 'Uitbreiden bevoegdheden lijkschouw' bedoelen zij met 'invasief onderzoek' het onderzoek van het lichaam anders dan uitwendige schouw, palperen en temperaturen, los beschouwd van de samenhang met een gerechtelijke sectie. Daaronder zijn dan zowel monsterafname voor toxicologisch onderzoek alsmede het radiologisch onderzoek begrepen.

ingesteld dat het toxicologisch en radiologisch onderzoek slechts wordt uitgevoerd als daar volgens de professionele standaard van de forensische geneeskunde aanleiding voor is.

De gemeentelijke lijkschouwer is in dienst van de GGD. De GGD kan over toxicologisch en radiologisch onderzoek afspraken maken met derde partijen of zelf voorzieningen inrichten.

4 Typen radiologisch postmortem onderzoek

Uit literatuuronderzoek blijkt dat verschillende radiologische onderzoeken gebruikt worden bij postmortem radiologie. Deze onderzoeken worden in de literatuur onderverdeeld in twee categorieën. De eerste categorie is de niet-invasieve autopsie en de tweede categorie is de minimaal invasieve autopsie (MIA) [8]. In dit hoofdstuk worden beide categorieën en de bijbehorende radiologische onderzoeken besproken.

Binnen de huidige juridische kaders wordt radiologisch postmortem onderzoek als een invasief onderzoek beschouwd [12]. Hierdoor mag het alleen worden uitgevoerd met toestemming van de overledene bij leven of de verantwoordelijke nabestaanden. Daarnaast kan de officier van justitie opdracht geven voor postmortem radiologie als het overlijden ten gevolge van strafbare handelingen niet uitgesloten kan worden tijdens de lijkschouw.

4.1 Niet-invasieve autopsie

Bij de niet-invasieve autopsie worden MRI scans, CT scans en/of röntgenfoto's gemaakt van het hele lichaam of lichaamsdelen van de overledene. Indien een CT scan van het hele lichaam gemaakt wordt, wordt dit ook wel een total body computertomografie (TBCT) genoemd. De CT speelt een grote rol bij de postmortem radiologie. In vergelijking met een MRI scan en röntgenopnamen is de CT scan een snel onderzoek [10]. De röntgenopnamen worden voornamelijk toegepast bij kinderen om botfracturen uit te sluiten. Ook kan een babygram worden gemaakt bij overleden foetussen en neonaten, wanneer er geen verdenking is op fracturen. Een babygram bestaat uit twee röntgenfoto's van het gehele lichaam. De foto's worden gemaakt in twee richtingen, één van opzij en één van boven. Bij foetussen, neonaten en jonge kinderen gaat de voorkeur uit naar röntgenfoto's en/of MRI. Bij oudere kinderen en volwassenen gaat de voorkeur uit naar een TBCT en eventueel aanvullend een MRI [6].

4.1.1 Forensisch

Bij forensisch onderzoek is het onderscheiden van kleine afwijkingen, dus de resolutie van het verkregen beeldmateriaal, belangrijk. Een voorbeeld hiervan is een CT scan of röntgenopname van het strottenhoofd voor het aantonen van afwijkingen die kunnen wijzen op wurging [10]. Voor een goede spatiële resolutie worden naast een CT scan van het gehele lichaam (hoofd tot en met tenen) ook afzonderlijke scans gemaakt van lichaamsdelen. Het kan dan gaan om afzonderlijke scans van de volgende regio's van het lichaam: hoofd/hals, buik/longen, bekken/benen, arm links en arm rechts. Voor een goede contrastresolutie wordt bij het scannen van overledenen gebruik gemaakt van een hogere stralingsdosis dan bij patiënten. Voor forensisch postmortem onderzoek wordt dus een hogere dosis gebruikt dan bij reguliere patiëntenzorg⁷.

⁷ Uit een interview met een Forensisch radiologisch consultant (persoonlijke communicatie, 7 februari 2020).

4.1.2 *Klinisch*

Bij klinische postmortem radiologie is het aantonen van fractures niet één van de hoofddoelen. Daarom volstaat bij een klinisch vraagstuk een CT scan van het hoofd, de hals, de borstkast en de buik (indien nodig aangevuld met een scan van armen en benen). Naar aanleiding van de bevindingen na een CT onderzoek kan het onderzoek worden uitgebreid met het wegnemen van een klein stukje weefsel (histologische biopsie) onder geleiding van CT en/of een MRI.

Bij klinisch postmortem onderzoek wordt gebruik gemaakt van een hogere stralingsdosis dan bij patiënten. Bij een hogere stralingsdosis wordt er meer signaal geregistreerd en ontstaat er minder ruis op de beelden. Deze hoge stralingsdosis is ook nodig omdat de omvang van klinische patiënten die zijn overleden kan toenemen. Dit kan komen omdat patiënten extra vocht hebben toegediend gekregen en het lichaam dit vaak vasthoudt. Ook kan de omvang toenemen omdat de armen niet altijd boven het hoofd geplaatst kunnen worden door de lijkstijfheid.

4.2 **Minimaal invasieve autopsie**

Bij een MIA wordt onderscheid gemaakt tussen twee soorten onderzoeken. De eerste is een niet-invasieve autopsie aangevuld met histologische biopten van organen of verdachte gebieden. De tweede is het maken van een postmortale CT scan met radiologische contrastvloeistof.

4.2.1 *Een scan in combinatie met histologische biopten*

Voor het nemen van histologische biopten wordt onder geleide van CT of echo met een naald een hapje weefsel genomen van een orgaan of een verdachte afwijking. Dit hapje weefsel kan verder worden onderzocht in het laboratorium.

Tijdens een studie in het Erasmus MC ondergingen klinische patiënten die zijn overleden zowel een conventionele obductie als een MIA. Hierbij werden een MRI en CT scan gecombineerd met het nemen van histologische biopten. Er werden naaldbiopten afgenomen van hart, longen, lever, milt en nieren. Van de hersenen werden alleen biopten afgenomen op indicatie en na toestemming [2]. In de eerste pilot studie werden de biopten onder geleide van echo genomen. Hierbij was de overeenstemming tussen de MIA en de obductie voor het vaststellen van de doodsoorzaak redelijk (77%). Bij de vervolgstudie werd de MIA geoptimaliseerd door de echo-geleide biopten te vervangen door CT-geleide biopten. Hierbij was er overeenstemming tussen de MIA en de obductie in 92% van de gevallen.

In het interview met een ander universitair medisch centrum in Nederland is aangegeven dat overleden klinische patiënten in studieverband een MIA ondergingen. Tijdens deze studie namen de laboranten onder geleide van CT, biopten uit de longen en de lever. Eén van de resultaten is dat bij 20-25% van de patiënten relevante nevenbevindingen zijn gevonden na postmortale radiologie⁸. Deze resultaten zijn nog niet gepubliceerd.

⁸ Uit een interview met een Forensisch radiologisch consultant (persoonlijke communicatie, 7 februari 2020).

4.2.2 *Postmortale CT-angiografie*

Een andere mogelijkheid van MIA is het uitvoeren van postmortem CT-angiografie. Hierbij wordt een vloeistof waar (niet-radioactief) jodium aan toegevoegd is ingespoten in een veneus bloedvat van de overledene. Na het inspuiten van de vloeistof wordt deze getransporteerd naar de andere bloedvaten in het lichaam. Dit kan gedaan worden door gebruik te maken van een gemodificeerde hart-long machine of door de vloeistof met hele hoge snelheid in het lichaam te spuiten. Door de hogere dichtheid van het jodium worden de bloedvaten en eventuele afwijkingen opaak afgebeeld op de scan [14]. Dit wordt in de praktijk sporadisch toegepast vanwege de kosten van een postmortale CT-angiografie [5]. Een forensisch radiologisch consulent verwacht dat bij een toename van het aantal postmortaal radiologische onderzoeken ook het aantal postmortale CT-angiografie onderzoeken toeneemt⁹.

⁹ Uit een interview met een Forensisch radiologisch consulent (persoonlijke communicatie, 7 februari 2020).

5 Risico inventarisatie & -evaluatie en rechtvaardiging

Zowel voor forensische als klinische doeleinden leveren radiologische postmortale onderzoeken een bijdrage bij het onderzoeken van de doodsoorzaak (zie hoofdstuk 3). Omdat postmortem radiologie niet meer gaat over diagnostiek of behandeling van patiënten zou het gezien kunnen worden als een toepassing van medische technieken buiten het directe domein van de patiëntenzorg. Ook wordt bij postmortem radiologie gebruik gemaakt van een hogere dosis dan bij patiëntenzorg (zie hoofdstuk 4).

5.1 Wet- en regelgeving voor de rechtvaardiging

Artikel 8.2 van het Besluit basisveiligheidsnorm stralingsbescherming (Bbs) gaat over de rechtvaardiging van medische blootstelling. Hierin staat dat het totale potentiële diagnostische of therapeutische voordeel, waaronder de gezondheidsvoordelen voor de persoon die de behandeling ondergaat en het maatschappelijk voordeel, opweegt tegen de gezondheidsschade die de persoon ondergaat door blootstelling aan ioniserende straling. Omdat bij postmortem radiologie de patiënt overleden is zal er geen gezondheidsvoordeel en gezondheidsschade zijn. Wel kan het een maatschappelijke voordeel hebben. Zoals bij mortaliteitsstatistiek.

In Bbs artikel 2.2 lid 4 staat dat een geplande blootstellingssituatie, zoals bedoeld in lid 2.1 onder a, wordt gerechtvaardigd indien de individuele of maatschappelijke voordelen van de handeling opwegen tegen de gezondheidsschade die deze kan veroorzaken. Postmortem radiologie kan zowel een individueel als een maatschappelijk voordeel hebben. Een voorbeeld van een individueel voordeel voor nabestaanden is het opsporen van genetische aandoeningen.

Bbs Artikel 2.4 lid 1 luidt: "*Bij handelingen of maatregelen die zowel beroepsmatige blootstelling als blootstelling van leden van de bevolking met zich brengen, worden bij de beslissing omtrent rechtvaardiging beide vormen van blootstelling in aanmerking genomen*". In een Risico inventarisatie & -evaluatie (RI&E) wordt de blootstelling van de bevolking en de werknemer in kaart gebracht.

5.2 Toepassing in de praktijk.

Bij een ziekenhuis dat veelvuldig postmortaal radiologisch onderzoek doet is gevraagd hoe ze de regelgeving toepassen in de praktijk. Dit geeft een indicatie, maar geen beeld hoe het in Nederland geregeld is. In de RI&E heeft dit ziekenhuizen rekening gehouden met de hoogte van de uitgedeelde dosis bij een forensisch radiologisch onderzoek¹⁰. Deze RI&E is opgesteld voor de CT scan die naast de patiëntenzorg ook gebruikt wordt voor postmortem radiologie. Hierbij wordt gekeken naar de dosis van de publiek toegankelijke ruimtes en de risico's voor de werknemer. Om voorbereid te zijn op een eventuele toename van de

¹⁰ Uit een interview met de stralingsbeschermingsdeskundige van een centrum waar veelvuldig postmortaal radiologisch onderzoek wordt uitgevoerd. (persoonlijke communicatie, 7 februari 2020).

postmortem radiologie is gekozen om extra afscherming in de muur te plaatsen. Door de extra afscherming is er bij het uitvoeren van postmortem radiologie geen extra risico voor het publiek en werknemer t.o.v. de reguliere patiëntenzorg. Over rechtvaardiging van postmortem radiologie gaf de stralingsbeschermingsdeskundige aan dat dit apart is meegenomen binnen de diagnostiek bij de vergunningaanvraag.

Omdat postmortem radiologie gezien kan worden als een toepassing van medische technieken buiten het directe domein van de patiëntenzorg is de door de ANVS verleende kernenergiewetvergunning van vijf ziekenhuizen bekeken (zie bijlage III). Van deze vijf ziekenhuizen is bekend dat ze postmortem radiologie uitvoeren. In de kernenergiewetvergunning van deze ziekenhuizen zijn ook de ioniserende straling uitzendende toestellen die gebruikt worden voor postmortem radiologie opgenomen. Voor deze toestellen wordt binnen de vergunning toestemming verleend voor handelingen ten behoeve van:

- Medische Diagnostiek (5 van de 5 ziekenhuizen)
- Medisch-juridisch onderzoek (3 van de 5 ziekenhuizen)
- Medisch wetenschappelijk onderzoek (3 van de 5 ziekenhuizen, waarvan 2 inclusief proefdieren)
- Therapie (2 van de 5 ziekenhuizen)
- Opleidings-en onderwijsdoeleinden (1 van de 5 ziekenhuizen)
- Onderwijs (1 van de 5 ziekenhuizen)
- Preventie of vroegdiagnostiek (2 van de 5 ziekenhuizen)
- Preventie of vroegdiagnostiek bij bevolkingsgroepen en individuen (1 van de 5 ziekenhuizen)
- Analyse en onderzoeksdoeleinden (1 van de 5 ziekenhuizen)
- Medische simulatie (1 van de 5 ziekenhuizen)

Ook het Nederlands Forensisch Instituut heeft binnen hun kernenergiewetvergunning een ioniserende straling uitzendende toestel opgenomen. Voor dit toestel is toestemming ten behoeve van de handeling: röntgenonderzoek [15]. Het gaat hier om een mobiele C-boog. Een mobiele C-boog wordt vaak gebruikt om tijdens een ingreep met röntgenstralen opnamen te maken.

6 Aantal verrichtingen

De geïnterviewden is gevraagd hoe vaak zij verwachten dat postmortem radiologie wordt uitgevoerd en of zij voorspellen dat het aantal onderzoeken in de toekomst verandert. Ook is een korte online vragenlijst opgesteld (zie bijlage II) waarin onder andere gevraagd is naar de frequentie van postmortale radiologie. Deze vragenlijst is gedeeld in de nieuwsbrief van de Nederlandse Vereniging Medische Beeldvorming en Radiotherapie en binnen de persoonlijke netwerken van de auteurs. Waarbij we radiologen en MBB'ers gevraagd hebben om de enquête in te vullen. Als laatste is er gekeken naar cijfers die gegeven zijn in de literatuur. De resultaten worden in dit hoofdstuk besproken.

6.1 Resultaten interviews

Het uitvoeren van postmortem radiologie door ziekenhuizen is van veel factoren afhankelijk. Deze factoren worden in deze paragraaf voor klinische en forensische toepassingen besproken.

6.1.1 *Klinisch*

De NVvR, sectie postmortem radiologie, geeft aan dat klinische postmortem radiologie sporadisch wordt uitgevoerd in Nederland¹¹. Cijfers hierover worden niet verzameld. De uitvoer van postmortale radiologische onderzoeken is op dit moment afhankelijk van:

- Het budget van een ziekenhuis. Zodra een patiënt overleden is kunnen onderzoeken niet meer gedeclareerd worden. Ziekenhuizen moeten deze onderzoeken zelf financieren.
- De bekendheid van postmortem radiologie bij de dienstdoende of behandelend arts, de dienstdoende radioloog en/of de huisarts.
- Aanwezigheid van een laborant die radiologisch postmortem onderzoek kan uitvoeren.
- De aanwezigheid van kennis en interesse voor het beoordelen van het onderzoek.
- De casus. Bij een aangrijpende casus met onverklaarbaar overlijden zijn ziekenhuizen meer bereid om verder onderzoek te doen.

6.1.2 *Forensisch*

Een scan van het lichaam voor forensisch onderzoek wordt bepleit bij alle onnatuurlijke overlijdens [3, 9, 10]. De scan is namelijk niet invasief en wel reproduceerbaar op elk moment van het opsporingsonderzoek. Zo kunnen op elk moment van het onderzoek nieuwe ontwikkelingen getoetst worden met de beelden van de scan.

Om forensisch radiologisch onderzoek te doen is juridische, forensische en radiologische deskundigheid noodzakelijk. Het verslag moet volgens juridische richtlijnen opgesteld worden. Waarbij de juridische integriteit een belangrijk rol speelt. Zo moet er bijvoorbeeld een

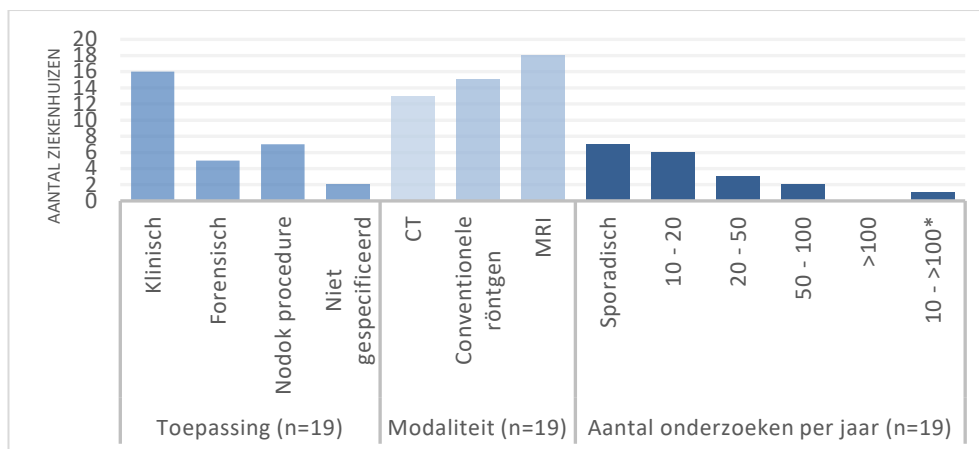
¹¹ Uit een interview met een lid van de NVvR sectie postmortem radiologie (persoonlijke communicatie, 7 januari 2020).

onbevooroordeelde beoordeling gedaan worden van de scan, om tunnelvisie te voorkomen [3]. Het vermoeden is dat forensische postmortem radiologie om bovenstaande redenen alleen gestructureerd en regelmatig wordt uitgevoerd door de in hoofdstuk 5.2 beschreven ziekenhuizen.

6.2 Resultaten enquête

De enquête is 40 keer ingevuld (zie bijlage II). De respondenten werken bij 27 verschillende ziekenhuizen¹². Van de 27 ziekenhuizen voeren 19 ziekenhuizen postmortem radiologie uit. In Figuur 1 is te zien dat van deze 19 ziekenhuizen de toepassing in de meeste ziekenhuizen klinisch is (n=16). Het aantal ziekenhuizen waarbij de toepassing forensisch (n=5) is of het onderzoek uitgevoerd wordt in het kader van de NODOK procedure (n=7) is lager. De meeste gebruikte modaliteit is de MRI (n=18), gevolgd door conventionele röntgen (n=15) en als laatste de CT (n=13). Eén ziekenhuis heeft in een opmerking aangegeven ook postmortale CT scans toe te passen voor de wetenschap en het onderwijs.

In Figuur 1 is ook te zien dat bij de meeste ziekenhuizen (68%) postmortem radiologie sporadisch of 10-20 keer per jaar plaatsvindt. De ziekenhuizen waarvan het bekend is dat ze structureel postmortem radiologie uitvoeren (zie paragraaf 3.4) zijn grotendeels verantwoordelijk voor de hogere frequenties (20-50, 50-100, 100> per jaar). Twee ziekenhuizen die niet tot die groep horen, voeren ook 20-50 keer per jaar postmortem radiologisch onderzoek uit. Eén van deze twee ziekenhuizen geeft aan dat de CT scanner maar sporadisch gebruikt wordt en slechts een enkele keer de toepassing forensisch is. Waarschijnlijk zal het hier meestal gaan om foetussen en neonaten of jonge kinderen. En het andere ziekenhuis geeft aan dat de onderzoeken voornamelijk bij pas geboren kinderen wordt uitgevoerd. Bij één ziekenhuis hebben verschillende respondenten elk een andere frequentie ingevuld: 10-20 (n=1), 20-50 (n=2), 50-100 (n=1) en >100 (n=1).



*) De verschillende frequenties opgegeven door meerdere respondenten van één ziekenhuis zijn samengevoegd tot één categorie.

Figuur 1 Weergave van de resultaten van de enquête van alle ziekenhuizen.

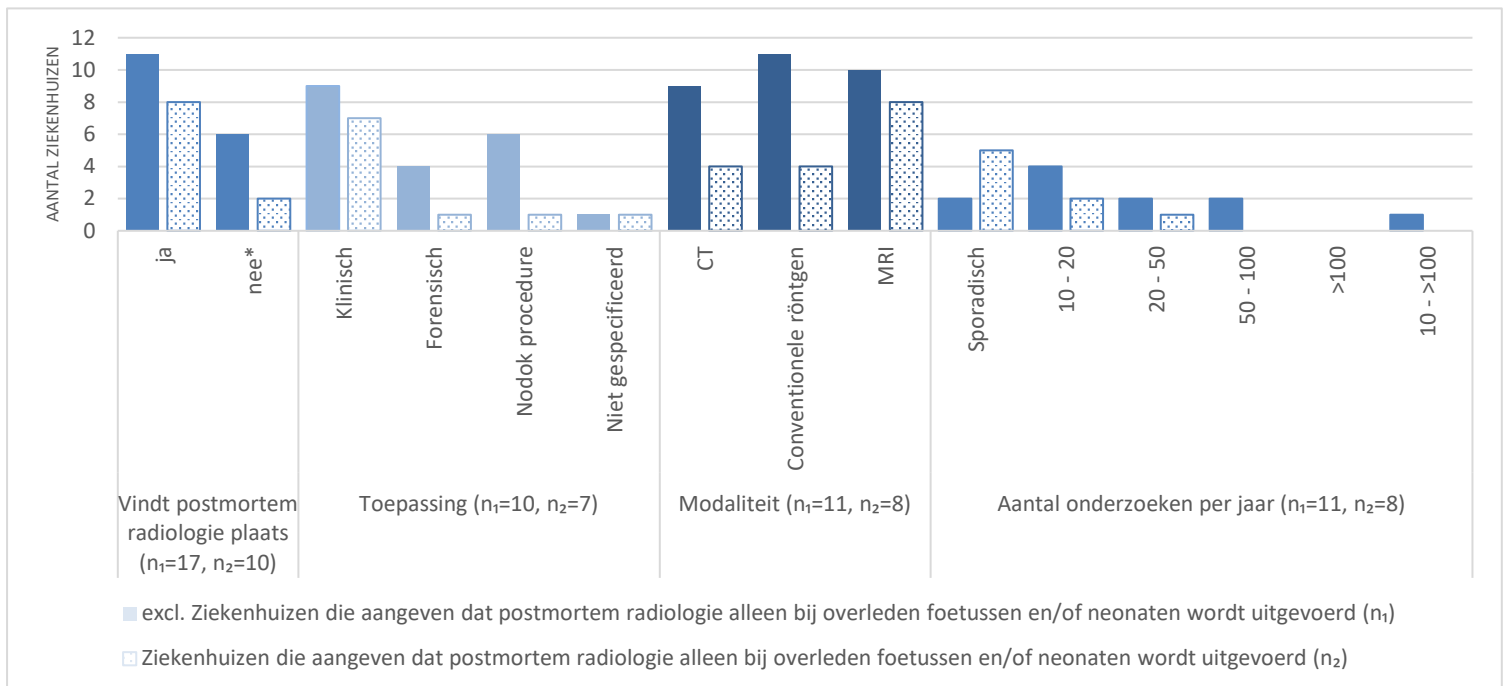
¹² Drie van de vier ziekenhuizen waarvan uit de literatuur bekend is dat ze veelvuldig forensische postmortem radiologie uitvoeren hebben de enquête niet ingevuld. Hierdoor is de forensische toepassing onderbelicht in de resultaten van deze enquête.

In de enquête is niet apart gevraagd of postmortem radiologie bij overleden foetussen en/of neonaten plaatsvindt. Wel hebben ziekenhuizen de mogelijkheid gekregen om aan het einde van de enquête een opmerking te maken. Omdat tien ziekenhuizen in de opmerking aangaven dat postmortem radiologie voornamelijk wordt uitgevoerd bij foetussen en/of neonaten zijn in Figuur 2 de resultaten van de enquête opgesplitst in twee groepen:

- Ziekenhuizen die aangegeven dat postmortem radiologie alleen bij overleden foetussen en/of neonaten wordt uitgevoerd (n_2 , de staven met een stippen patroon)
- De overige ziekenhuizen, ziekenhuizen die niet hebben aangegeven postmortem radiologie alleen bij overledenen foetussen en/of neonaten uit te voeren (n_1 , de staven met een effen kleur)

Uit Figuur 2 volgt dat bij ziekenhuizen die voornamelijk postmortem radiologie uitvoeren bij foetussen en/of neonaten de toepassing meestal klinisch is. De meest gebruikte modaliteit is hier MRI. Daarnaast vindt dit onderzoek meestal sporadisch plaats.

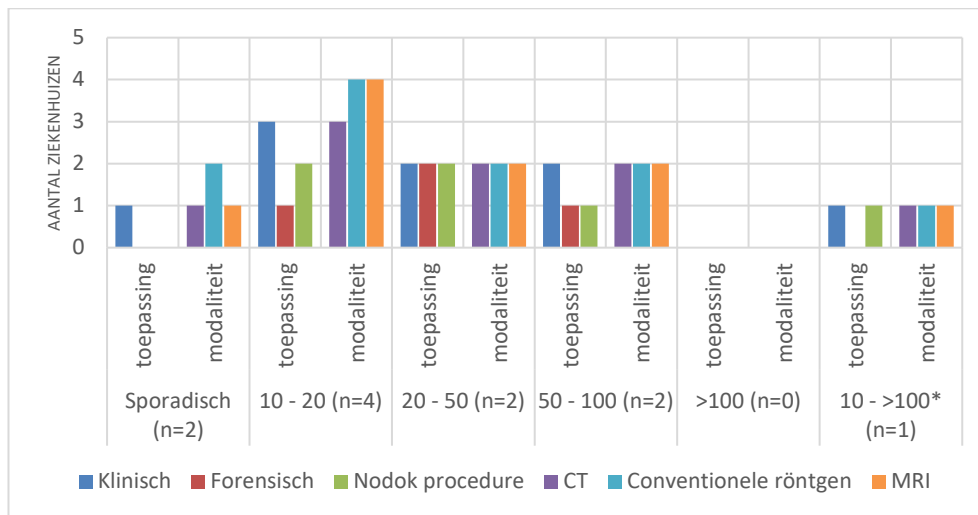
Bij de overige ziekenhuizen wordt postmortem radiologie het meest toegepast bij klinische vraagstukken of de NODOK procedure. Hiervoor worden alle modaliteiten ongeveer evenveel gebruikt. Ook vindt postmortem radiologie bij deze ziekenhuizen frequenter plaats dan bij ziekenhuizen die hebben aangegeven postmortem radiologie alleen uit te voeren bij overleden foetussen en/of neonaten.



*) Twee ziekenhuizen hebben ingevuld dat er geen postmortem radiologie plaatsvindt, maar hebben wel een opmerking gemaakt dat er af en toe opnamen worden gemaakt van overleden foetussen en/of neonaten.

Figuur 2 Verdeling van de resultaten van de enquête voor ziekenhuizen die aangegeven hebben postmortem radiologie alleen bij foetussen en/of neonaten uit te voeren en de overige ziekenhuizen.

In Figuur 3 is weergegeven op welke toepassing en op welke modaliteit de verschillende frequenties betrekking hebben. Hierbij zijn de ziekenhuizen die hebben opgemerkt postmortem radiologie voornamelijk toe te passen bij foetussen en/of neonaten niet meegenomen. De grafiek laat zien dat ziekenhuizen die structureel postmortem radiologie uitvoeren, dit voor verschillende toepassingen doen en gebruik maken van alle modaliteiten. Op basis van de enquête resultaten kan niet worden bepaald wat de verhouding is tussen de verschillende toepassingen dan wel modaliteiten. Met andere woorden het is alleen bekend voor welke toepassingen onderzoek plaatsvindt maar niet of de ene toepassing vaker voorkomt dan de ander. Het zelfde geldt voor de modaliteiten.



Figuur 3 Een weergave van de toepassingen en modaliteiten waar de verschillende frequenties (aantal onderzoeken per jaar) betrekking op hebben. Ziekenhuizen die hebben opgemerkt postmortem radiologie voornamelijk toe te passen bij foetussen en/of neonaten zijn niet meegenomen. Bij de categorie sporadisch heeft één ziekenhuis wel een modaliteit ingevuld maar geen toepassing.

6.3 Resultaten uit literatuur

Voor klinische postmortem radiologie zijn alleen cijfers gepubliceerd over het aantal verrichtingen die hebben plaatsgevonden in studieverband. Voor forensische en NODOK procedures zijn wel een aantal cijfers gepubliceerd over het aantal verrichtingen die hebben plaatsgevonden in ziekenhuizen.

6.3.1 Forensisch

Sinds 2000 wordt forensische postmortem radiologie uitgevoerd in het Groene Hart ziekenhuis. In 15 jaar tijd (2000-2014) hebben in totaal 1734 politieonderzoeken met radiologische onderzoek plaatsgevonden. Hiervan is het totaal aantal postmortale TBCT's 656. In de laatste jaren worden meer TBCT uitgevoerd in plaats van röntgenfoto's of MRI. In de eerste jaren steeg het aantal onderzoeken ieder jaar. In de laatste 5 jaar bleef het aantal onderzoeken ongeveer gelijk. Om een schatting te maken van het aantal onderzoeken dat per jaar plaatsvindt is het gemiddelde berekend van de laatste 5 jaar. Van de jaren 2010 t/m 2014 vindt gemiddeld bij 187 zaken per jaar radiologisch onderzoek plaats [10].

Zo'n 140 keer per jaar wordt de Unit Forensische Radiologie van het MUMC+ ingeschakeld om dodelijke slachtoffers van mogelijke misdrijven of geweldsdelicten te scannen [16].

6.3.2

NODOK

In augustus 2018 is er een Evaluatierapport NODOK-procedure ten behoeve van Ministerie van Volksgezondheid Welzijn en Sport uitgebracht. Hierin wordt ook het aantal radiologische onderzoeken dat is uitgevoerd vermeld [11]. In de periode 2016-2018 zijn er 62 radiologische procedures uitgevoerd waarvan 39 keer een skeletstatus, 25 keer een CT scan en 46 keer een MRI scan. Het is mogelijk dat er per procedure meerdere onderzoeken uitgevoerd werden. De onderzoeken hebben plaatsgevonden in 7 universitaire ziekenhuizen.

7 Conclusies

Zowel na het overlijden van kinderen als volwassenen kan er radiologisch onderzoek worden uitgevoerd. Op dit moment wordt radiologisch postmortem onderzoek toegepast bij de forensische opsporing bij overlijden ten gevolge van strafbare handelingen of voor nader onderzoek van de doodsoorzaak bij natuurlijk overlijden. Dit laatste wordt ook wel klinische postmortem radiologie genoemd.

Indien er geen toestemming is voor een conventionele obductie of autopsie kan, na toestemming van de overledene bij leven of de verantwoordelijke nabestaanden, klinische postmortem radiologie gerechtvaardigd worden als alternatief. Het voordeel van postmortaal radiologisch onderzoek is dat het snel, minder invasief en niet destructief is. Voor veel doodsoorzaken is de verwachting dat postmortem radiologie (in combinatie met biopten) even goed is als obductie. Ook zijn er evidence-based richtlijnen beschikbaar voor het uitvoeren van klinische postmortem radiologie.

Forensische postmortem radiologie kan worden gerechtvaardigd omdat het binnen korte tijd, met een minimaal invasief onderzoek, informatie geeft over inwendig letsel. De verkregen informatie wordt gebruikt als ondersteuning bij een opsporingsonderzoek van een mogelijk misdrijf en geweldsincidenten. De onderzoeken worden uitgevoerd door ziekenhuizen die zich hierin bekwaam hebben gemaakt. Hiervoor is juridische, forensische en radiologische deskundigheid noodzakelijk. De radiologische onderzoeken worden uitgevoerd in samenwerking met de nationale politie en het openbaar ministerie of de pathologen van het Nederlands Forensisch Instituut.

De vraagstelling voor postmortem radiologie is dus meestal klinisch of forensisch. Daarnaast kan postmortem radiologie uitgevoerd worden in het kader van de NODOK procedure. De NODOK procedure is een landelijke aanpak voor het nader onderzoeken van de doodsoorzaak bij onverwacht en onverklaarbaar overlijden van kinderen. Tot slot wordt postmortem radiologie af en toe gebruikt voor wetenschappelijk onderzoek of onderwijs. Bij forensische postmortem radiologie is er een samenwerking tussen een aantal Nederlandse ziekenhuizen. Op een aantal locaties binnen die samenwerking worden alleen de gevraagde scans uitgevoerd; ook zijn er locaties waar men zowel de scans uitvoert alsook de kennis heeft om de verslaglegging van het forensisch onderzoek uit te voeren.

De gebruikte dosis kan bij postmortem onderzoek hoger liggen dan bij patiëntenzorg. Bij volwassenen en oudere kinderen wordt meestal gebruik gemaakt van de CT. Bij natuurlijk overlijden volstaat een CT van het hoofd, de hals, de borstkast en de buik (indien nodig aangevuld met een scan van armen en benen). Bij forensisch onderzoek wordt een CT scan gemaakt van het hele lichaam aangevuld met aparte scans van afzonderlijke lichaamsdelen. In beide gevallen kunnen ook (CT geleide) biopten worden genomen. Ook een CT-angiografie behoort tot de mogelijkheden.

In een centrum dat veelvuldig postmortaal radiologisch onderzoek doet, houden ze in de risico inventarisatie & -evaluatie (RI&E) rekening met de toename van de uitgedeelde dosis bij een forensisch radiologisch onderzoek. Deze RI&E is opgesteld voor de CT scan en er is zowel naar de stralingsbelasting van de publiek toegankelijke ruimtes als de risico's voor de werknemer gekeken. Om voorbereid te zijn op een eventuele toename van de postmortem radiologie in dit centrum is gekozen om extra afscherming in de muur te plaatsen om de dosis in omliggende ruimtes en verder te beperken. Door de afscherming is het risico voor de werknemer en het publiek bij forensische radiologie niet groter dan die in de reguliere patiëntenzorg.

Voor het verlenen van toestemming bij postmortem radiologie is het de vraag of dit nog binnen het directe domein van de patiëntenzorg past. Postmortem radiologie gaat niet meer over diagnostiek of behandeling van patiënten. In een centrum dat veelvuldig postmortaal radiologisch onderzoek doet, is de rechtvaardiging voor postmortem onderzoek apart meegenomen bij de vergunningaanvraag.

De meeste ziekenhuizen die de enquête hebben ingevuld laten weten dat zij minder dan 20 keer per jaar een postmortem radiologisch onderzoek uitvoeren. De ziekenhuizen, waarvan het bekend is dat ze structureel postmortem radiologie uitvoeren, zijn grotendeels verantwoordelijk voor de hogere frequenties. Het maken van röntgenopnamen bij overleden foetussen of neonaten wordt wel veelvuldig uitgevoerd. Dit onderzoek bestaat meestal uit een MRI in combinatie met een babygram. Hiervan is de dosis voor werknemers en omgeving zeer laag tot nul.

De potentie van postmortem radiologie is zowel voor klinisch als forensisch onderzoek groot. Zo is bij forensische postmortem radiologie een voorstel gedaan voor een wetswijziging om de lijkschouw uit te breiden met radiologisch onderzoek. Op dit moment is dit nog niet mogelijk omdat radiologisch onderzoek binnen de juridische kaders wordt gezien als 'invasief'. Zowel bij klinisch als forensisch postmortem radiologie is er nu geen (landelijke) structurele aanpak. Ook is er voor klinische postmortem radiologie geen structurele financiering beschikbaar. Met de huidige stand van zaken wordt er geen snelle toename verwacht.

8 Dankwoord

Wij willen de geïnterviewden, M.C. Hovinga-de Boer en J.J.F. Kroll bedanken voor hun medewerking en het verstrekken van informatie. Daarnaast wil ik de NVMBR bedanken voor het delen van de enquête. En alle respondenten voor het invullen ervan.

9 Bibliografie

1. Houwelingen, H.v., *Nieuwe techniek: lijkschouwing zonder nog te snijden*. Algemeen Dagblad, 2018.
2. Wagenveld, I.M. and A. Weustink, *Postmortale radiologie: ervaringen uit het Erasmus MC*. MemoRad, 2018. **4**: p. 21-24.
3. Hofman, P.A.M., *Van beeldvorming tot sprekende beelden*. 2016.
4. *Richtlijn klinische postmortem radiologie*. 2018 geraadpleegd op 16 maart 2020, van https://richtlijndatabase.nl/richtlijn/klinische_postmortem_radiologie/startpagina_klinische_postmortem_radiologie.html.
5. Venderink, W. and J.C.J. Dute, *Juridische aspecten van postmortale radiologie*. Nederlands Tijdschrift voor Geneeskunde, 2016. **160**.
6. Sonnemans, L.J.P., et al., *Dutch guideline for clinical foetal-neonatal and paediatric post-mortem radiology, including a review of literature*. Eur J Pediatr, 2018. **177**(6): p. 791-803.
7. Radiologie, N.V.v., *Klinische postmortem radiologie*. 2017: p. 126.
8. Blokker, B.M., et al., *Non-invasive or minimally invasive autopsy compared to conventional autopsy of suspected natural deaths in adults: a systematic review*. Eur Radiol, 2016. **26**(4): p. 1159-79.
9. de Bakker, H. and B. de Dekker, *Hoe de forensische radiologie in Nederland kwam, zag en overwon*. MemoRad, 2016. **21**: p. 14-16.
10. de Bakker, H.M., et al., *Forensic imaging in legal medicine in the Netherlands: Retrospective analysis of over 1700 cases in 15 years' experience*. Journal of Forensic Radiology and Imaging, 2016. **6**: p. 1-7.
11. van de Putte, E.M. and M.W. Rudolph, *Evaluatierapport NODOK-procedure ten behoeve van het Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport*. 2018. p. 17.
12. Sijmons, J.G. and V.L. Derckx, *uitbreiden bevoegdheden lijkschouw*. 2019, Universiteit Utrecht.
13. Taskforce lijkschouw en gerechtelijke, *De dood als startpunt*. 2018.
14. Pauwels, S., *CSI gent: virtuele autopsie en medicolegale aspecten in de radiologie*. 2010.
15. *Kernenergiewetvergunning verleend aan de directeur van het Nederlands Forensisch Instituut voor het verrichten van handelingen met radioactieve stoffen en ioniserende straling uitzendende toestellen*, D.A.N.V.e. Stralingsbescherming, Editor. 23 december 2015: Den Haag.
16. MUMC+. *Verbeter waarheidsvinding door forensische radiologie*. 2016. geraadpleegd op 16 maart 2020 van <https://www.maastrichtuniversity.nl/nl/nieuws/verbeter-waarheidsvinding-door-forensische-radiologie>.

17. *Kernenergiewetvergunning verleend aan Stichting Groene Hart Ziekenhuis voor het verrichten van handelingen met radioactieve stoffen en ioniserende straling uitzendende toestellen*, De Autoriteit van Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming, 2 juni 2017: Den Haag.
18. *Kernenergiewetvergunning verleend aan Stichting Meander Medisch Centrum voor het verrichten van handelingen met radioactieve stoffen, splijtstoffen en toestellen*, De Autoriteit van Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming, 14 september 2018: Den Haag.
19. *Kernenergiewetvergunning verleend aan Universiteit Maastricht, Academisch Ziekenhuis Maastricht, Biopartner Center Maastricht B.V., Stichting Maastricht Radiation Oncology Maastricht-Clinic en Zuidoost Nederland Protonen Therapie Centrum, ZON-PTC B.V. voor het verrichten van handelingen met radioactieve stoffen, splijtstoffen en ioniserende straling uitzendende toestellen*, De Autoriteit van Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming, 24 november 2017: Den Haag.
20. *Kernenergiewetvergunning verleend aan Stichting Reinier de Graaf Groep voor het verrichten van handelingen met radioactieve stoffen en ioniserende uitzendende toestellen*, De Autoriteit van Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming, 24 januari 2018: Den Haag.
21. *Kernenergiewetvergunning verleend aan het Academisch Medisch Centrum voor het verrichten van handelingen met radioactieve stoffen, splijtstoffen en ioniserende straling uitzendende toestellen*, De Autoriteit van Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming, 20 oktober 2017: Den Haag.

Bijlage I Interviewvragen

1. Op welke schaal vindt postmortem onderzoek plaats bij jullie in het ziekenhuis?
 - 1.1. Is de vraagstelling daarbij klinisch, forensisch of is er een andere aanleiding voor het onderzoek?
 - 1.2. Worden de resultaten gebruikt ter invulling van doodsoorzaken in de nationale statistiek? Zo ja, hoe wordt dit geregistreerd?
 - 1.3. Worden de resultaten gebruikt ter lering voor de artsen uit vaak ingewikkelde casuïstiek? Hoe wordt dit toegepast?
 - 1.4. Is er een verschuiving zichtbaar van obductie naar postmortem radiologisch onderzoek?
 - 1.5. Vindt postmortem onderzoek routinematig of incidenteel plaats?

2. Hoe wordt postmortem onderzoek verantwoord in ziekenhuizen binnen de rechtvaardiging?
 - 2.1. Hoe vindt deze rechtvaardiging plaats?
 - 2.2. Onder welke rechtvaardigingscategorie wordt het postmortem radiologisch onderzoek uitgevoerd.
 - 2.3. Vindt er een indicatiestelling plaats?
 - Schouwarts/behandelend arts.
 - Vaststellen verklaarbaar of onverklaarbaar overlijden.
 - 2.4. Door wie wordt het onderzoek aangevraagd?
 - 2.5. Is er een protocol aanwezig hoe postmortem onderzoek wordt aangevraagd?
 - 2.6. Worden de richtlijnen klinische postmortem radiologie van patiënten federatie Nederland gebruikt?
 - 2.7. Hoe worden deze onderzoeken geregistreerd?
 - 2.7.1. Worden hiervoor aparte codes gebruikt?
 - 2.8. Wordt er onderscheid gemaakt tussen foetale, pediatrie en volwassen postmortem radiologie?
 - 2.8.1. Komt de ene groep vaker voor dan de andere groep?

3. Zijn de risico's van postmortem radiologisch onderzoek in kaart gebracht in de risico inventarisatie en de analyse stralingshygiëne?
 - 3.1. Is er een lokaal protocol aanwezig voor de uitvoer van een postmortem CT scan en röntgen opname?
 - 3.2. Wat is het risico voor de omgeving en werknemer?
 - 3.2.1. Welke zaken zijn anders dan bij reguliere patiëntenzorg?
 - Is er een verschil in dosis bij standaard patiënten onderzoek en postmortem onderzoek voor CT scans en röntgenopnamen?
 - Hoe vaak vinden postmortem onderzoeken plaats?
 - 3.2.2. Worden de risico's bij postmortem onderzoek anders ingeschat dan de risico's die in kaart zijn gebracht voor reguliere patiëntenzorg?
 - 3.2.3. Hoe en waar worden de postmortem röntgenopname gemaakt?
 - Met een mobiel apparaat in het mortuarium
 - op een röntgenkamer

4. Op welke wijze wordt bij complexvergunningshouders toestemming verleend?
5. Is de omvang van postmortem radiologisch onderzoek de afgelopen jaren veranderd of wordt verandering hiervan voorzien?
 - 5.1. Neemt het aantal postmortem onderzoeken toe indien er geen obductie kan plaatsvinden?

Bijlage II Enquête postmortem radiologie

In opdracht van de ANVS doet het RIVM een inventarisatie over postmortem radiologie in Nederland. Graag willen we hier een kort aantal vragen stellen:

1. Er vindt bij ons op de afdeling postmortem radiologie plaats? *
Ja of Nee

Indien het antwoord op vraag 1 ja is, zijn er extra vragen gesteld:

2. De postmortem heeft de volgende toepassing:
Klinisch, Forensisch of NODOK procedure
3. Er vindt postmortem radiologie plaats op de volgende modaliteiten:
CT, Conventionele radiologie en/of MRI
4. Frequentie per jaar (schatting):
Sporadisch, 10-20, 20-50, 50-100, >100

Naam ziekenhuis:

E-mail:

Eventuele opmerkingen:

* = verplicht

Bijlage III Handelingen waarvoor toestemming is verleend binnen de kernenergiewetvergunning van zes Nederlandse organisaties

Organisatie:	Toestemming voor het verrichten van Handelingen met ioniserende straling uitzendende toestellen ten behoeve van:
Stichting Groene Hart Ziekenhuis te Gouda [17]	Medische Diagnostiek en medisch wetenschappelijk onderzoek
Stichting Meander Medisch Centrum [18]	medische diagnostiek, preventieve of vroegdiagnostiek en medisch-juridisch onderzoek
Maastricht Universitair Medisch Centrum + [19]	medische diagnostiek, medisch wetenschappelijk onderzoek (inclusief proefdieronderzoek), preventie en vroegdiagnostiek, medisch juridisch onderzoek, opleidings- en onderwijsdoeleinden en analyse en onderzoeksdoeleinden
Stichting Reinier de Graaf Groep [20]	medische diagnostiek en therapie
Academisch Medisch Centrum [21]	medische diagnostiek, medische simulatie, medische therapie, onderwijs, preventie of vroegdiagnostiek bij bevolkingsgroepen en individuen, medisch-juridisch onderzoek en wetenschappelijk onderzoek bij proefpersonen en proefdieren binnen de locatie van het AMC
Nederlands Forensisch instituut [15]	röntgenonderzoeken

RIVM

De zorg voor morgen begint vandaag