

De dokter en het beeld

Radiologische beeldvorming
in de zorg

Onder redactie van:
Mario Maas
Charlotte Nusman
Frank Smithuis
Roel Bennink

De dokter en het beeld

Onder redactie van:
Mario Maas
Charlotte Nusman
Frank Smithuis
Roel Bennink

De dokter en het beeld

Radiologische beeldvorming in de zorg



Houten 2023

Redactie

Mario Maas

Afdeling Radiologie en Nucleaire
Geneeskunde
Amsterdam UMC, loc. AMC
University of Amsterdam
Amsterdam, Nederland

Charlotte Nusman

Afdeling Kindergeneeskunde
Amsterdam UMC, loc. AMC
University of Amsterdam
Amsterdam, Nederland

Frank Smithuis

Afdeling Radiologie en Nucleaire
Geneeskunde
Amsterdam UMC, loc. AMC
University of Amsterdam
Amsterdam, Nederland

Roel Bennink

Afdeling Radiologie en Nucleaire
Geneeskunde
Amsterdam UMC, loc. AMC
University of Amsterdam
Amsterdam, Nederland

ISBN 978-90-368-2869-7

ISBN 978-90-368-2870-3 (eBook)

<https://doi.org/10.1007/978-90-368-2870-3>

© Bohn Stafleu van Loghum is een imprint van Springer Media B.V., onderdeel van Springer Nature 2023
Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een
geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij
elektronisch, mechanisch, door fotokopieën of opnamen, hetzij op enige andere manier, zonder
voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Voor zover het maken van kopieën uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16b Auteurswet
j° het Besluit van 20 juni 1974, Stb. 351, zoals gewijzigd bij het Besluit van 23 augustus 1985, Stb. 471 en
artikel 17 Auteurswet, dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan de
Stichting Reprorecht (Postbus 3060, 2130 KB Hoofddorp). Voor het overnemen van (een) gedeelte(n) uit
deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet) dient men
zich tot de uitgever te wenden.

Samensteller(s) en uitgever zijn zich volledig bewust van hun taak een betrouwbare uitgave te verzorgen.
Niettemin kunnen zij geen aansprakelijkheid aanvaarden voor drukfouten en andere onjuistheden
die eventueel in deze uitgave voorkomen. De uitgever blijft onpartijdig met betrekking tot juridische
aanspraken op geografische aanwijzingen en gebiedsbeschrijvingen in de gepubliceerde landkaarten en
institutionele adressen.

NUR 871

Basisontwerp omslag: Studio Bassa, Culemborg

Automatische opmaak: Straive, Chennai, India

Omslagfoto gemaakt door Karel Loerts, KALCIO Healthcare

Bohn Stafleu van Loghum

Walmolen 1

Postbus 246

3990 GA Houten

www.bsl.nl

Voorwoord

Het is best ironisch om een voorwoord te schrijven voor een boek getiteld *De Dokter en het Beeld*, want we weten allemaal dat een beeld meer zegt dan duizend woorden. Desalniettemin wil ik met minder dan duizend woorden proberen te onderstrepen waarom dit boek interessant is voor u om te lezen.

Het overkoepelende thema in dit boek is verbinding. In verbinding als zorgprofessionals onderling, in verbinding met de patiënt en in verbinding met het ziektebeeld (NB: het ontleden van dit laatste woord, onderstreept opnieuw het eerdergenoemde spreekwoord).

Ondanks dat ‘de radioloog als verbinder’ misschien niet het eerste is wat in u opkomt, functioneert deze groep collegae bij uitstek als verbinders in ieder ziekenhuis. Door hun centrale rol in multidisciplinaire overleggen (MDO's) brengen zij zorgprofessional en patiënt dicht bij elkaar. Met hun hand op de kop van het echo-apparaat brengen zij bij de patiënt in beeld wat de oorzaak is van de klachten. Met innovatieve technieken en vaardigheden geven zij vaak de oplossing voor diagnostische én therapeutische dilemma's in de zorg. En graag wil ik hier ook de rol bij innovatie en wetenschap benoemen: ik heb als beginnend neuroloog meegemaakt hoe beeldvorming het begrip van het ziektebeeld multipele sclerose fundamenteel heeft veranderd en mede aan de wieg heeft gestaan van nieuwe behandelingen.

Kortom: de dokter, het beeld en de verbinding die dat samenspel met zich meebrengt, spelen een cruciale rol in het leveren van de beste zorg voor onze patiënten, nu en in de toekomst. En dat is waarom ik weet dat zowel de woorden als de beelden die u in dit boek gaat vinden, gaan bijdragen aan een aantal interessante nieuwe inzichten en vooral veel leesplezier.

Prof. dr. Chris Polman

voorzitter raad van bestuur Amsterdam UMC

Voorwoord

(Museum)archeologen zijn dagelijks bezig om uit bodemresten informatie te halen over het verleden. De kleinste sporen bevatten soms de meest cruciale informatie die vaak niet door de archeoloog zelf kan worden ontdekt. Bij het onderzoek naar de dertien dierenmummies in de collectie van het Allard Pierson wilden we niets liever dan zonder ze te openen 'in' de mummies kijken, om zo meer te leren én te kunnen presenteren over dit erfgoed. Daarbij ging het over welke diersoorten er in de omhulsels zaten, eventueel zichtbare sporen van het mummificatieproces analyseren, de pathologie van de dieren begrijpen en wellicht iets te weten komen over hoe de dieren hebben geleefd. Non-destructieve methoden zijn daarbij het uitgangspunt geweest en de radiologie bood hiervoor de perfecte uitkomst. Door de enthousiaste en kundige begeleiding van de radiologen van het Amsterdam UMC was voor het eerst sinds 2000 jaar duidelijk welke (delen van) dieren de Oud-Egyptische priesters in de pakketjes verwerkten, hoe ze hierbij te werk gingen en soms zelfs wat de dieren te eten kregen vlak voor hun dood. Het multidisciplinaire onderzoek werd niet alleen verrijkt met radiologische perspectieven waar archeologen en taxonomen aanvankelijk niet aan hadden gedacht, ook het bespreken, sparren en bediscussiëren van de resultaten biedt een verrijking van de biografie van dit Oud-Egyptische erfgoed

Ben van den Bercken MA

Conservator Collectie Egypte en Soedan,
Allard Pierson, Amsterdam

Inhoud

1	Het belang van het vak	1
	<i>Jaap Stoker en Otto M. van Delden</i>	
1.1	Radiologie is een klinisch vak	2
1.2	Radiologie is een vak in beweging	3
1.2.1	Radiologie verandert continu	3
1.2.2	Radiologie en nucleaire geneeskunde worden samen één	3
1.2.3	De radioloog specialiseert zich steeds verder	4
1.2.4	Beelden zijn data	4
1.2.5	Wetenschappelijk onderzoek is onderdeel van het vak	5
1.2.6	Radiologieonderwijs hoort in het medisch curriculum	5
1.3	Samenvatting	6
2	De verwijzer en de radioloog	7
	<i>Kristien M. A. J. Tytgat en Yung Nio</i>	
2.1	Inleiding	8
2.2	Radiologische bespreking	8
2.3	Multidisciplinair overleg	9
2.4	Overwegingen	12
	Literatuur	12
3	Leiderschap	13
	<i>Michiel W. de Haan en Fred Verzijlbergen</i>	
4	Is er toekomstperspectief voor de ‘doctor’s doctor’? ofwel: Samen verder, ja gezellig!	17
	<i>Johan G. (Hans) Blickman</i>	
4.1	Preambule	18
4.2	Ter zake	21
4.3	Meerwaarde van imaging	21
4.3.1	Kosten besparen	24
4.3.2	IT optimization	24
4.4	Slotwoord	28
	Literatuur	28
5	De impact van de musculoskeletale beeldvorming	31
	<i>Charlotte M. Nusman, Frank F. Smithuis en Mario Maas</i>	
5.1	Categorie 1 – Acute beeldvorming van musculoskeletale aandoeningen	32
5.1.1	Beschouwing vanuit de verwijzer	32
5.1.2	Beschouwing vanuit de beeldvorming	34
5.1.3	Beschouwing vanuit de patiënt	36
5.2	Categorie 2 – Beeldvorming van intra-articulaire aandoeningen	37
5.2.1	Beschouwing vanuit de beeldvorming	38
5.2.2	Beschouwing vanuit de verwijzer	40
5.2.3	Beschouwing vanuit de patiënt	41

5.3	Categorie 3 – Beeldvorming van systeemaandoeningen	41
5.3.1	Beschouwing vanuit de beeldvorming	43
5.3.2	Beschouwing vanuit de verwijzer	45
5.3.3	Beschouwing vanuit de patiënt	45
5.4	Conclusies	46
	Literatuur	46
6	Radiologie van hoofd en hersenen	49
	<i>Peter Jan van Laar, Olvert A. Berkhemer, Charles B. L. M. Majoie, Diederik W. J. Dippel, Emma E. Wolters, Philip Scheltens en Bart N. M. van Berckel</i>	
6.1	Categorie 1 – Neuro-oncologie	50
6.1.1	Beschouwingen vanuit de verwijzer	50
6.1.2	Beschouwingen vanuit de beeldvorming	54
6.1.3	Beschouwingen vanuit de patiënt	55
6.2	Categorie 2 – Neurovasculaire aandoeningen	55
6.2.1	Beschouwingen vanuit de verwijzer	58
6.2.2	Beschouwingen vanuit de beeldvorming	60
6.2.3	Beschouwingen vanuit de patiënt	62
6.3	Categorie 3 – Neurodegeneratieve aandoeningen	63
6.3.1	Beschouwingen vanuit de verwijzer	67
6.3.2	Beschouwingen vanuit de beeldvorming	68
6.3.3	Beschouwingen vanuit de patiënt	70
	Literatuur	71
7	Abdominale beeldvorming met een spoedkarakter	73
	<i>Ludo F. M. Beenen en Maeke J. Scheerder</i>	
7.1	Categorie 1 – Beeldvorming van algemene abdominale klachten met een spoedkarakter: acute beeldvorming bij appendicitis	74
7.1.1	Beschouwing vanuit de beeldvorming	75
7.1.2	Beschouwing vanuit de verwijzer	77
7.1.3	Beschouwing vanuit de patiënt	78
7.2	Categorie 2 – Beeldvorming van algemene abdominale klachten met een semispoed karakter: diverticulosis coli – acute diverticulitis	78
7.2.1	Beschouwing vanuit de beeldvorming	79
7.2.2	Beschouwing vanuit de verwijzer	82
7.2.3	Beschouwing vanuit de patiënt	83
7.3	Casus 3 – Beeldvorming bij een laag energetisch abdominaal trauma	84
7.3.1	Beschouwing vanuit de beeldvorming	84
7.3.2	Beschouwing vanuit de verwijzer	86
7.3.3	Beschouwing vanuit de patiënt	87
	Geraadpleegde literatuur	88
8	Radiologie bij kinderen	89
	<i>Simon G. F. Robben, Maud P. M. Tijssen, Anna van Kroonenburgh en Maurits P. R. Schreuder</i>	
8.1	Categorie 1 – Buikpijn	90
8.1.1	Beschouwing vanuit de verwijzer	92

8.1.2	Beschouwing vanuit de beeldvorming	92
8.1.3	Beschouwing vanuit de patiënt	93
8.2	Categorie 2 – Urineweginfectie	94
8.2.1	Beschouwing vanuit de beeldvorming	94
8.2.2	Beschouwing vanuit de verwijzer	97
8.2.3	Beschouwing vanuit de patiënt	99
8.3	Categorie 3 – Afwijkend looppatroon	100
8.3.1	Beschouwing vanuit de beeldvorming	100
8.3.2	Beschouwing vanuit de verwijzer	101
8.3.3	Beschouwing vanuit de patiënt	102
	Literatuur	103
9	Cardiothoracale beeldvorming	105
	<i>Winnifred van Lanckeren, Hans Balink en Nils Planken</i>	
9.1	Categorie 1 – Longembolie	106
9.1.1	Beschouwing vanuit de verwijzer	108
9.1.2	Beschouwing vanuit de beeldvorming	109
9.1.3	Beschouwing vanuit de patiënt	111
9.2	Categorie 2 – Sarkoïdose	113
9.2.1	Beschouwing vanuit de verwijzer	114
9.2.2	Beschouwing vanuit de beeldvorming	115
9.2.3	Beschouwing vanuit de patiënt	117
9.3	Categorie 3 – Pijn op de borst	118
9.3.1	Beschouwing vanuit de verwijzer	119
9.3.2	Beschouwing vanuit de beeldvorming	120
9.3.3	Beschouwing vanuit de patiënt	121
9.4	Conclusies	124
	Literatuur	124
10	De impact van beeldvorming in de oncologie	127
	<i>Ivo G. Schoots, Stijn W. T. P. J. Heijmink, Frank M. Zijta, Bente M. de Kok, Jet H. M. E. Quarles van Ufford, Emile F. I. Comans en Henk Jan Baarslag</i>	
10.1	Categorie 1 – Beeldvorming bij het prostaatcarcinoom	128
10.1.1	Beschouwing vanuit de verwijzer	129
10.1.2	Beschouwing vanuit de beeldvorming	131
10.1.3	Beschouwing vanuit de patiënt	134
10.2	Categorie 2 – Beeldvorming bij het rectumcarcinoom	135
10.2.1	Beschouwing vanuit de beeldvorming	135
10.2.2	Beschouwing vanuit de verwijzer	138
10.2.3	Beschouwing vanuit de patiënt	140
10.3	Categorie 3 – Beeldvorming bij het niet-kleincellig longcarcinoom	143
10.3.1	Beschouwing vanuit de verwijzer	144
10.3.2	Beschouwing vanuit de beeldvorming	145
10.3.3	Beschouwing vanuit de patiënt	148
10.4	Categorie 4 – Beeldvorming bij het mammacarcinoom	149
10.4.1	Beschouwing vanuit de verwijzer	150

10.4.2	Beschouwing vanuit de beeldvorming	152
10.4.3	Beschouwing vanuit de patiënt	153
10.5	Conclusies	155
	Literatuur	155
11	Interventieradiologie	157
	<i>Otto M. van Delden, Sanne M. Schreuder, Roel J. Bennink en Marnix G. E. H. Lam</i>	
11.1	Categorie 1 – Interventie radio-oncologie	158
11.1.1	Beschouwing vanuit de verwijzer	159
11.1.2	Beschouwing vanuit de interventieradiologie	160
11.1.3	Beschouwing vanuit de patiënt	160
11.2	Categorie 2 – Interventieradiologie van de vaten	161
11.2.1	Beschouwing vanuit de verwijzer	163
11.2.2	Beschouwing vanuit de interventieradiologie	164
11.2.3	Beschouwing vanuit de patiënt	166
11.3	Categorie 3 – Interventieradiologie galwegen	167
11.3.1	Beschouwing vanuit de verwijzer	168
11.3.2	Beschouwing vanuit de interventieradiologie	169
11.3.3	Beschouwing vanuit de patiënt	169
	Literatuur	173
12	De impact van de nucleaire geneeskunde	175
	<i>Abigail J. E. Zonneveld, Peter Kaldewey, Daan A. Smit Duijzentkunst, Dik J. Kwekkeboom en Roel J. Bennink</i>	
12.1	Categorie 1 – Schildklier	176
12.1.1	Beschouwing vanuit de verwijzer	178
12.1.2	Beschouwing vanuit de beeldvorming	178
12.1.3	Beschouwing vanuit de patiënt	179
12.2	Categorie 2 – Prostaatcarcinoom	179
12.2.1	Beschouwing vanuit de beeldvorming	181
12.2.2	Beschouwing vanuit de verwijzer	183
12.2.3	Beschouwing vanuit de patiënt	184
12.3	Categorie 3 – Neuro-endocriene tumoren	184
12.3.1	Beschouwing vanuit de verwijzer	187
12.3.2	Beschouwing vanuit de beeldvorming	187
12.3.3	Beschouwing vanuit de patiënt	189
12.4	Conclusies	189
	Literatuur	189
	Bijlage	
	Register	193

Redactie en auteurs

Redactie

Prof. dr. M. Maas

Amsterdam UMC, afdeling Radiologie en Nucleaire Geneeskunde, Amsterdam

Dr. C.M. Nusman

Emma Kinderziekenhuis, Amsterdam UMC, afdeling Kindergeneeskunde, Amsterdam

Drs. F.F. Smithuis

Amsterdam UMC, afdeling Radiologie en Nucleaire Geneeskunde

Prof. dr. R.J. Bennink

Amsterdam UMC, afdeling Radiologie en Nucleaire Geneeskunde en Nucleaire Geneeskunde, Amsterdam

Auteurs

Dr. H.J. Baarslag

Meander Medisch Centrum, afdeling Radiologie, Amersfoort

Dr. H. Balink

UMC Utrecht, afdeling Nucleaire Geneeskunde, Utrecht

Dr. L.F.M. Beenen

Amsterdam UMC, afdeling Radiologie en Nucleaire Geneeskunde, Amsterdam

Prof. dr. R.J. Bennink

Amsterdam UMC, afdeling Radiologie en Nucleaire Geneeskunde, Amsterdam

Dr. O.A. Berkhemer

Amsterdam UMC, afdeling Radiologie en Nucleaire Geneeskunde, Amsterdam

Prof. dr. J.G. Blickman

URMC, radiologist-in-chief, Rochester NY (VS), Radboud UMC, afdeling Radiologie, Nijmegen

Prof. dr. E.F.I. Comans

Haaglanden Medisch Centrum, afdeling Radiologie en Nucleaire Geneeskunde, Den Haag

Prof. dr. O.M. van Delden

Amsterdam UMC, afdeling Radiologie en Nucleaire Geneeskunde

Prof. dr. D.W.J. Dippel

Erasmus MC, afdeling Neurologie, Rotterdam

Prof. dr. M.W. de Haan

Maastricht UMC, afdeling Beeldvorming, Maastricht

Dr. S.W.T.P.J. Heijmink

Nederlands Kanker Instituut-Antoni van Leeuwenhoek, afdeling Radiologie, Amsterdam

Drs. H.P. Kaldeway

St. Antoniusziekenhuis, afdeling Nucleaire Geneeskunde, Nieuwegein

Drs. B.M. de Kok

HagaZiekenhuis, afdeling Radiologie, Den Haag

Drs. A.M.J.L. van Kroonenburgh

Maastricht UMC, afdeling Radiologie, Maastricht

Prof. dr. D. Kwekkeboom

Erasmus MC, Afdeling Radiologie en Nucleaire Geneeskunde, Rotterdam

Dr. P.J. van Laar

ZGT, afdeling Radiologie, Almelo

Prof. dr. M.G.E.H. Lam

UMC Utrecht, afdeling Radiologie en Nucleaire Geneeskunde, Utrecht

Dr. W. van Lankeren

Erasmus MC, afdeling Radiologie en Nucleaire Geneeskunde, Rotterdam

Prof. dr. M. Maas

Amsterdam UMC, afdeling Radiologie en Nucleaire Geneeskunde, Amsterdam

Drs. C.Y. Nio

Amsterdam UMC, afdeling Radiologie en Nucleaire Geneeskunde, Amsterdam

Dr. C.M. Nusman

Emma Kinderziekenhuis, Amsterdam UMC, afdeling Kindergeneeskunde, Amsterdam

Dr. R.N. Planken

Amsterdam UMC, afdeling Radiologie en Nucleaire Geneeskunde, Amsterdam

Dr. H.M.E. Quarles van Ufford

Haaglanden Medisch Centrum, afdeling Radiologie en Nucleaire Geneeskunde, Den Haag

Prof. dr. S.G.F. Robben

Maastricht UMC, afdeling Radiologie, Maastricht

Drs. M.J. Scheerder

Amsterdam UMC, afdeling Radiologie en Nucleaire Geneeskunde, Amsterdam

Dr. I.G. Schoots

Erasmus MC, afdeling Radiologie en Nucleaire Geneeskunde, Rotterdam, Nederlands Kanker Instituut-Antoni van Leeuwenhoek, afdeling Radiologie, Amsterdam

Drs. M.P.R. Schreuder

IJsselland ziekenhuis, afdeling Kindergeneeskunde, Capelle aan den IJssel

D.A. Smit Duijzentkunst MSc

Erasmus Medisch Centrum, afdeling Radiologie en Nucleaire Geneeskunde, Rotterdam, SBOH/Careyn, aios Ouderengeneeskunde, Utrecht

Drs. F.F. Smithuis

Amsterdam UMC, afdeling Radiologie en Nucleaire Geneeskunde, Amsterdam

Prof. dr. J. Stoker

Amsterdam UMC, afdeling Radiologie en Nucleaire Geneeskunde, Amsterdam

Drs. M.P.M. Tijssen

Maastricht UMC, afdeling Diagnostiek en Advies (Radiologie), Maastricht

Dr. K.M.A.J. Tytgat

Amsterdam UMC, afdeling MDL, Amsterdam

Prof. J.F. Verzijlbergen

Radboud UMC, afdeling Radiologie en Nucleaire Geneeskunde, Nijmegen

Dr. F.M. Zijta

Maastricht UMC, afdeling Beeldvorming, Maastricht

A.J.E. Zonneveld MSc

Huisarts, Amsterdam



Het belang van het vak

Jaap Stoker en Otto M. van Delden

- 1.1 Radiologie is een klinisch vak – 2**
- 1.2 Radiologie is een vak in beweging – 3**
 - 1.2.1 Radiologie verandert continu – 3
 - 1.2.2 Radiologie en nucleaire geneeskunde worden samen één – 3
 - 1.2.3 De radioloog specialiseert zich steeds verder – 4
 - 1.2.4 Beelden zijn data – 4
 - 1.2.5 Wetenschappelijk onderzoek is onderdeel van het vak – 5
 - 1.2.6 Radiologieonderwijs hoort in het medisch curriculum – 5
- 1.3 Samenvatting – 6**

Leerdoelen

- inzicht krijgen in de rol van de radioloog in de klinische praktijk
- kennis verwerven over nieuwe ontwikkelingen die het vak van de radioloog zullen gaan veranderen

1.1 Radiologie is een klinisch vak

De radioloog speelt bij het grootste deel van de patiënten in het ziekenhuis een rol bij de diagnostiek en/of behandeling. Radiologisch en nucleair geneeskundig onderzoek wordt gebruikt voor het stellen van de diagnose, het uitsluiten van diagnoses, voor stadiëring van ziekten, voor het bepalen van de beste behandeling en voor het beoordelen van het effect van die behandeling. Daarnaast hebben interventieradiologische en nucleair geneeskundige behandelingen de afgelopen decennia een steeds grotere plaats gekregen.

De centrale plaats van de radioloog/nucleair geneeskundige in de klinische praktijk heeft zich in de loop van de jaren verder ontwikkeld met de steeds grotere mogelijkheden van echografie, CT, MRI, nucleaire geneeskunde en interventieradiologie. De grote verwevenheid met de dagelijkse klinische praktijk leidt tot frequent en laagdrempelig overleg met behandelend artsen en een centrale rol van de radioloog bij veel multidisciplinaire besprekingen. Daarmee is de huidige rol van de radioloog te omschrijven als de arts die informatie uit beeldvorming integreert met andere klinische informatie en hiermee de behandelend arts en patiënt van gerichte diagnostische informatie voorziet, of zelf deze informatie gebruikt om een beeldgeleide behandeling (interventieradiologie) uit te voeren.

Een voorbeeld van die centrale rol van de radioloog is zichtbaar in de volgende casus. Bij een patiënt met pijn in de rechter onderbuik die zich op de afdeling Spoedeisende Hulp meldt, diagnosticeert de radioloog bij echo-onderzoek van de buik een geperforeerde appendicitis met een abces in de rechter onderbuik. Na overleg met de chirurg wordt besloten om door de interventieradioloog een percutane echogeleide drainage van het abces uit te voeren. Met de toevoeging van interventies op de afdeling Radiologie, is er ook een steeds grotere plaats voor het doen van therapeutische behandelingen bij patiënten. Daarom zijn er naast radiologen en radiologisch laboranten, die de CT- en MRI-scans verrichten of assisteren tijdens ingrepen, in toenemende mate ook andere disciplines werkzaam, zoals verpleegkundigen, *physician assistants* en anesthesiemedewerkers.

Omdat radiologie zo'n belangrijke rol speelt bij zowel diagnostiek als de behandeling van patiënten met acute aandoeningen is 24/7 beschikbaarheid van radiologische expertise en interventieradiologische behandelingen noodzakelijk. Voorbeelden van de brede en afwisselende expertise die ook buiten kantooruren noodzakelijk is, zijn bijvoorbeeld een *whole body*-CT op de spoedeisende hulp bij een patiënt die een auto-ongeluk heeft gehad en multipale fracturen en orgaanletsel heeft, het emboliseren van een traumatische bekkenbloeding bij een bekkenfractuur, het doen van een trombectomie van een intracerebrale trombus bij een patiënt met ernstige neurologische uitval ten gevolge van een acute *stroke*, of een CT-thorax/abdomen bij een postoperatieve patiënt die een sepsis lijkt te ontwikkelen.

1.2 Radiologie is een vak in beweging

1.2.1 Radiologie verandert continu

Door de razendsnelle ontwikkeling van de technologie zijn ook de mogelijkheden en toepassingen van beeldvormende technieken in de afgelopen jaren in hoog tempo toegenomen. Al deze ontwikkelingen hebben uiteraard een grote impact op de radiologie en op het vak van radioloog.

Nieuwe mogelijkheden zijn bijvoorbeeld geavanceerde cardiale CT, *dual energy*/spectrale CT en multiparametrische MRI. Dit zorgt vooral voor verdieping van de radiologische informatie (bijvoorbeeld kwantificatie), maar ook voor substitutie (bijvoorbeeld cardiale CT-angiografie in plaats van diagnostische coronair angiografie). De rol van de radioloog bij cardiale beeldvorming verandert dus mee met de ontwikkeling van de techniek.

De technologische ontwikkelingen zorgen dat er veel mogelijkheden bijkomen, maar ook dat 'oude grenzen' vervagen of verschuiven. Een voorbeeld hiervan is de echografie, die steeds breder beschikbaar komt. Echoapparatuur wordt steeds kleiner, mobieler, goedkoper en makkelijker te bedienen waardoor de brede toepasbaarheid toeneemt. Miniaturisering heeft gezorgd voor echografie met een tablet en als app op je telefoon. Werd echografie tot voor kort voornamelijk door radiologen uitgevoerd, nu is het ook bij talloze andere medisch specialisten en ook bij huisartsen te vinden. Veelal betreft dit gerichte echografie voor snelle besluitvorming op de polikliniek (de zogenoemde 'point-of-care' echografie), terwijl de radioloog de beeldvormende expert is voor de meer complexe echografie. Belangrijk bij deze echografie door niet-radiologen is dat de echografie met kennis van zaken wordt gedaan en goed wordt gedocumenteerd. De radioloog kan hierbij vanuit de eigen expertise richting geven aan de kwaliteit van de echografie door andere specialismen en een rol spelen in deze kwaliteitsborging.

Een ander voorbeeld van minder strikte grenzen is de interventieradiologie, een vak op het grensvlak van radiologie met snijdende vakken.

1.2.2 Radiologie en nucleaire geneeskunde worden samen één

De vakken radiologie en nucleaire geneeskunde hebben een aantal decennia naast elkaar bestaan. De afgelopen jaren zijn de vakken door de introductie van hybride beeldvorming steeds meer naar elkaar toe bewogen. Bij hybride imaging – SPECT/CT, PET/CT en meer recent PET/MRI – worden radiologische en nucleair geneeskundige technieken gecombineerd om zo anatomische afwijkingen en de pathofysiologie van die afwijkingen geïntegreerd te onderzoeken. Dit vraagt om de gecombineerde expertise van radioloog en nucleair geneeskundige. Een logisch gevolg is dat de vakken radiologie en nucleaire geneeskunde samengaan tot een specialisme en ook dat de afdelingen opgaan in één geïntegreerde afdeling. Deze ontwikkeling is nu landelijk gaande. In 2015 – als eerste land in Europa en wellicht wereldwijd – zijn de opleidingen radiologie en nucleaire geneeskunde samengevoegd tot de nieuwe opleiding radiologie. Door de combinatie van de expertise uit beide vakgebieden al tijdens de opleiding vorm te geven, wordt een specialist opgeleid die 'hybride denkt en werkt'.

1.2.3 De radioloog specialiseert zich steeds verder

Door de explosieve toename van de medische beeldvorming en de mogelijkheden ervan is het vak zo breed en complex geworden, dat er steeds minder radiologen zijn die het vak in de volle omvang uitoefenen. Door de samenvoeging van de opleidingen radiologie en nucleaire geneeskunde is de breedte alleen nog maar toegenomen.

Daardoor is het noodzakelijk geworden om in plaats van het hele vak een aantal aandachtsgebieden te kiezen en deze differentiatie heeft zich in de opleiding vertaald tot acht aandachtsgebieden: abdominale radiologie, cardiothoracale radiologie, interventieradiologie, kinderradiologie, mammaradiologie, musculoskeletale radiologie, neuro- en hoofd/hals-radiologie, nucleaire geneeskunde/moleculaire radiologie. Dit komt overeen met de dagelijkse praktijk waarin radiologen steeds meer 'orgaangericht' werken. Door deze differentiatie heeft de radioloog binnen het differentiatiegebied veel expertise en is daarmee *de* gesprekspartner voor de andere klinische specialisten in het ziekenhuis die zich met het betreffende vakgebied bezighouden. Naast de orgaangerichte indeling wordt er in de praktijk regelmatig ook nog een aanvullende indeling gebruikt, gericht op het type patiënten, zoals acute radiologie (veelal in traumacentra) en oncologische radiologie (in ziekenhuizen met veel oncologische patiënten). In veel grotere ziekenhuizen hebben radiologen slechts één aandachtsgebied (of hoogstens twee), terwijl in de wat kleinere ziekenhuizen radiologen vaak twee of meer aandachtsgebieden hebben.

Om al deze expertise steeds beschikbaar te hebben is het noodzakelijk geworden om een gedifferentieerd dienstrooster te hebben, waarbij in toenemende mate meerdere radiologen met verschillende aandachtsgebieden betrokken zijn.

1.2.4 Beelden zijn data

Kwantificatie speelt een steeds grotere rol bij radiologische en nucleair geneeskundige onderzoeken. De hoeveelheid informatie en de complexiteit van de beelden noodzaakt steeds meer tot beeldverwerking (*post processing*) om tot een optimale, objectieve en reproduceerbare beoordeling van de beelden te komen.

Door de toename van de behandelmogelijkheden en elkaar opvolgende behandelingen bij met name kanker is zo'n objectieve reproduceerbare responsevaluatie essentieel geworden. Bovendien kan het behandel-effect er per type behandeling ook weer anders uitzien. Bij sommige behandelingen neemt de tumor in grootte af, bij andere verandert de grootte niet, maar het aankleuringspatroon wel of neemt de tumorgrootte zelfs toe. Ook kan het zijn dat de respons alleen goed bepaald kan worden met behulp van functionele informatie, die alleen met hybride beeldvorming verkregen kan worden.

Tevens is gestandaardiseerde, gestructureerde verslaglegging steeds belangrijker en dit vindt dan ook steeds meer zijn weg in de klinische praktijk. Deze wijze van ordenen en consistent maken van de informatie verkregen door de radioloog maakt de weg vrij voor het nader analyseren van deze data. Belangrijk daarbij is dat het radiologisch en nucleair geneeskundig onderzoek meer is dan alleen een serie beelden met een verslag, maar een hoeveelheid data in de beelden waarop nadere analyses kunnen worden uitgevoerd. Dit kan met radiomics en artificiële intelligentie (zoals *deep learning*). Deze technieken zorgen ervoor dat de wijze waarop de beelden worden geanalyseerd en

beoordeeld wezenlijk zal veranderen. De rol van de radioloog zal daarmee natuurlijk ook veranderen. De radioloog zal relatief minder tijd kwijt zijn aan pure beeldinterpretatie, maar meer tijd aan het integreren van alle verkregen informatie met andere gegevens om die ten goede te laten komen aan de behandeling van de patiënt. De toepassing van artificiële intelligentie betreft niet alleen de interpretatie van beelden, maar onder meer ook het verrichten van de onderzoeken (zoals versnellen van MRI-sequenties) en prioritering van de door de radioloog te beoordelen onderzoeken (voorselectie van onderzoeken met volgens het AI-algoritme urgente diagnoses).

Naast de inzet van geavanceerde zoek- en analysemethoden voor de zorg van de individuele patiënt, worden de data van een grote verzameling radiologische onderzoeken – al dan niet in combinatie met andere klinische data – gebruikt om nieuwe inzichten te krijgen in ziekteprocessen.

Kortom, de radioloog moet goed de weg weten te vinden in al deze nieuwe mogelijkheden en in hoe deze bijdragen aan betere diagnostiek en een steeds meer individueel op de patiënt gerichte behandeling ('personalized medicijn').

1.2.5 Wetenschappelijk onderzoek is onderdeel van het vak

Wetenschappelijk onderzoek naar nieuwe technieken en indicaties, en evaluatie van bestaande technieken en indicaties zijn een vanzelfsprekend onderdeel van het werk van de radioloog. Belangrijk hierbij is dat de kennis van technische innovaties is gekoppeld aan kennis van de vraag vanuit de praktijk. Op verschillende gebieden heeft de Nederlandse radiologie een wetenschappelijk internationaal vooraanstaande rol, zoals in multicenter klinische studies en in populatiestudies. Een voorbeeld van een multicenter studie met veel internationale impact is een groot Nederlands onderzoek naar intra-arteriële trombectomie bij *stroke* (MRClean-trial). De studie – gepubliceerd in *The New England Journal of Medicine* – toonde aan dat intra-arteriële trombectomie een positief effect heeft op de neurologische uitkomst bij *stroke*. Dit artikel haalde wereldwijde media-aandacht en werd een van de meest geciteerde papers van het *New England Journal of Medicine* in dat jaar.

1.2.6 Radiologieonderwijs hoort in het medisch curriculum

Omdat vrijwel iedere discipline in de geneeskunde met radiologie te maken heeft, is het belangrijk dat iedere arts weet wat radiologie inhoudt en wat de rol, mogelijkheden, beperkingen en indicaties voor radiologische beeldvorming en radiologische interventies zijn in zijn of haar eigen specialisatiegebied. Het is immers essentieel dat iedere medicus op een zo efficiënt en kostenbewust mogelijke manier gebruikmaakt van medische beeldvorming. De basiskennis is dus een belangrijk onderdeel van het curriculum geneeskunde, maar in de praktijk is er veel verschil tussen de diverse geneeskundeopleidingen in hoe en in welke mate radiologie hier een plaats heeft en ook hoe radiologen hierin betrokken zijn. Het vraagt van de radioloog een actieve rol om het vak voldoende in het curriculum ingepast te krijgen.

1.3 Samenvatting

De radioloog speelt een rol bij de diagnostiek of behandeling bij het grootste deel van de patiënten in het ziekenhuis door informatie uit de beeldvorming te integreren met andere klinische informatie en hiermee de behandelend arts en patiënt van gerichte diagnostische informatie te voorzien, of door zelf deze informatie te gebruiken om een beeldgeleide behandeling (interventieradiologie) uit te voeren. Door de snelle technische ontwikkelingen verandert die rol voortdurend. Zo zijn 24/7 beschikbaarheid van radiologische beeldvorming en expertise nodig en is toenemende specialisatie noodzakelijk. Tegelijkertijd zijn door de hybride beeldvorming de radiologie en de nucleaire geneeskunde naar elkaar toe gegroeid en intussen reeds tot een geïntegreerde opleiding gekomen. Met de opkomst van o.a. beeldbewerking en artificiële intelligentie zal de nadruk van het werk van de radioloog geleidelijk minder op het herkennen van afwijkingen komen te liggen, maar meer op de integratie met de overige klinische gegevens van patiënten. De radiologen van nu en die van de toekomst zullen goed hun weg moeten weten te vinden in al deze nieuwe mogelijkheden om daarmee bij te dragen aan betere diagnostiek en een steeds meer individueel op de patiënt gerichte behandeling (*personalized medicine*).



De verwijzer en de radioloog

Kristien M. A. J. Tytgat en Yung Nio

- 2.1 Inleiding – 8**
- 2.2 Radiologische bespreking – 8**
- 2.3 Multidisciplinair overleg – 9**
- 2.4 Overwegingen – 12**
- Literatuur – 12**

Leerdoelen

- bewustwording van het nut en de noodzaak van intensieve samenwerking tussen radioloog en verwijzer, met name als het gaat om MDO

2.1 Inleiding

Er is altijd een directe wisselwerking tussen clinicus en radioloog. De clinicus heeft voor de diagnose tegenwoordig bijna altijd beeldvorming nodig, omdat lichamelijk onderzoek onvoldoende betrouwbaar is en laboratoriumtesten niet altijd eenduidig zijn.

De samenwerking met de clinicus bestaat hieruit dat de radioloog bij zijn consultering door de clinicus een adviserende rol speelt in de keuze van beeldvormingsmodaliteit (gewone röntgenfoto, echo, CT of MRI?). Daarnaast bepaalt de radioloog welke techniek dient te worden gebruikt bij de gekozen modaliteit om de vraagstelling te kunnen beantwoorden. Moet oraal contrast gegeven worden? Moet intraveneus contrast worden toegediend en welke 'fasen' moeten na het contrast worden verricht? Deze laatste zijn zeer bepalend en nauwgezet om een bepaalde afwijking te kunnen herkennen. Het is zeer wel mogelijk dat door het achterwege laten van een bepaalde fase de afwijking wordt gemist.

De laatste en belangrijkste taak van de radioloog in zijn interactie met de clinicus is natuurlijk de verslaglegging van het onderzoek, waarin de bevindingen dienen te worden beschreven en de diagnose en differentiële diagnoses moeten worden vermeld. Indien voor meer nauwkeurige beantwoording van de vraagstelling vervolgonderzoek noodzakelijk is, moet de radioloog daarin ook een adviserende rol spelen.

Het is dus duidelijk dat communicatie tussen verwijzer en radioloog essentieel is.

Omdat de clinicus de medische informatie en de vraagstelling voor een beeldvormend onderzoek meestal digitaal verstuurt, is het heel belangrijk dat alle noodzakelijke medische informatie inclusief relevante voorgeschiedenis goed wordt beschreven en de vraagstelling eenduidig wordt geformuleerd, zodat een goede modaliteit en techniek wordt gekozen door de radioloog.

2.2 Radiologische bespreking

Naast het verslagwerk is de tweede taak van de radioloog het voeren van verschillende klinische besprekingen. Hierbij bestaan twee soorten besprekingen.

1. Besprekingen waarbij naast de radioloog alleen één klinisch specialisme is vertegenwoordigd. Hierbij worden alleen de meest recente onderzoeken van opgegeven patiënten, al dan niet met gerichte vraagstelling, door de radioloog uiteengezet. Het gaat hierbij min of meer om eenrichtingsverkeer. De verwijzer hoort alleen aan wat de radioloog tijdens het tonen van de beelden uitlegt.
2. Daarnaast kennen we het multidisciplinaire overleg (afgekort MDO), waarbij meerdere disciplines vertegenwoordigd zijn. De rol van de radioloog hierin is veel groter. Daarom wordt hierop uitgebreid ingegaan. Naar onze mening is het MDO de plek waar de samenwerking tussen radioloog en clinici optimaal is wat betreft efficiëntie en kwaliteit.