



Norsk radiologisk
forening

DEN NORSKE LEGEFORENING



Strategiplan for forskning



Norsk radiologisk
forening

DEN NORSKE LEGEFORENING

2020 - 2025

Innhold

Innledning	2
Revidert strategiplan 2020-2025. Faglige medarbeidere	
Erfaringer fra strategiplan 2010 – 2019	4
Utvikling gjennom perioden	
Stillinger og forskningsaktivitet	
Infrastruktur	
Sammendrag av ny strategiplan 2020 – 2025	7
Bakgrunn	8
Status i forskningsfeltet	9
Basal og translasjonell forskning	
Klinisk forskning	
Epidemiologisk forskning	
Utfordringer	11
Mål	13
Tiltak	14
Konklusjon	18
Referanser	18

Innledning

De siste årene har det internasjonalt vært en stor økning i forskningsaktiviteten omkring biomedisinske bildeteknikker, inkludert kunstig intelligens (KI). Dette har radikalt endret praksis på våre radiologiske og nukleærmedisinske avdelinger.

Ved forskningsseminaret på Norsk Radiologisk Forenings (NoRaFo's) høstmøte i 2007, ble det tatt et initiativ for å styrke norsk radiologisk forskning. Leder av forskningskomiteen i den europeiske radiologiforeningen (ESR), Gabriel Krestin, anbefalte to mulige tiltak:

1. oppstart av et nasjonalt forskerkurs og
2. opprettelse av en strategisk plan for forskning

Begge tiltakene er siden gjennomført av RadForsk (Norsk Radiologisk Forenings Forskningsinstitutt); forskerkurset har vært arrangert i Bergen hvert annet år siden 2008 (sist 2016), og en strategiplan, ledet av styret i Radforsk, ble fremlagt på NoRaFo's høstmøte i 2010. Det ble dannet fire undergrupper som kartla basal -, preklinisk/translasjonell -, klinisk - og helsetjenesteforskning i henhold til følgende struktur:

- Status i forskningsfeltet
- utfordringer
- Mål
- Tiltak
- Samarbeid mellom fagfeltene
- Nasjonale og internasjonale partnere

Gruppeledere:

Basal forskning	: Prof. Dr. med. Arvid Lundervold, UiB
Preklinisk-translasjonell forskning	: Prof. Dr. med. Tore Bach-Gansmo, UiB
Klinisk forskning	: Prof. Dr. med. Nils-Einar Kløw, UiO
Helsetjenesteforskning	: Førsteamanuensis Dr. med. Ansgar Espeland, UiB

På grunnlag av grupperapportene laget RadForsk's to første ledere Prof. Nils-Einar Kløw og Prof. Jarle Rørvik et samlet dokument for en ny strategiplan, godkjent av styret i RadForsk. Dokumentet ble presentert på vårmøtet 2010, fulgt av en høringsrunde, og endelig godkjent på NoRaFo's høstmøte i 2010.

Radiologi og nukleærmedisin, og forskning innenfor disse områdene, har endret seg mye siden 2010, og RadForsks styre presenterer her en revidert strategiplan for perioden 2020-25.

Revidert strategiplan 2020-25, faglige medarbeidere

Basalforskning/Kunstig Intelligens:

Henning Langen Stokmo, Overlege (Nukleærmedisin) / Avdeling for Nukleærmedisin, Oslo universitetssykehus, Lege i spesialisering (Radiologi) / Avdeling for Bildediagnostikk, Vestre Viken HF, Drammen sykehus, Stipendiat / Avdeling for Nukleærmedisin, Oslo universitetssykehus | Universitetet i Oslo

Translasjonsforskning:

Ingfrid Haldorsen, Overlege/Professor, Radiologisk avd. HUS/UiB

Helsetjenesteforskning:

Petter Mæhre Lauritzen, Overlege/Kvalitetsrådgiver, Klinikk for Radiologi og
Nukleærmedisin, OUS

Klinisk forskning: Karen Rosendahl, Overlege/Professor, Radiologisk avd. UNN/UiT

Radforsk:

Knut Haakon Stensæth (leder)

Karen Rosendahl (nestleder)

Henrik Andreas Bergrem

Audun Berstad

Svein Weum

Mona-Elisabeth Revheim

Erfaringer fra strategiplan 2010 -2019

Intensjonen med strategiplan 2010-2019 var å øke omfang og kvalitet av norsk radiologisk og nukleærmedisinsk forskning. Viktige momenter i denne sammenheng var:

- Økt radiolog-initiert forskning
- Bedre tilrettelegging for forskning i de radiologiske avdelinger
- Samarbeid om ekstern finansiering og drift av infrastruktur for forskning
- Flere universitetsstillinger og sykehusstillinger, med varierende stillingsbrøker, dedikert til radiologisk forskning
- Økt deltagelse av andre relevante yrkesgrupper (radiografer, fysikere, kjemikere etc.)

Utvikling gjennom perioden

Stillinger og publikasjoner

Antall vitenskapelige stillinger ved universitetssykehusenes radiologiske avdelinger økte i løpet av perioden 2010-2019. Tabellen under viser antall akademiske stillinger (professor, førsteamanuensis, postdoktor) besatt av radiologer/nukleærmedisinere, publiserte artikler med radiolog /nukleærmedisinere som (med)-forfatter og antall disputerte radiologer/nukleærmedisinere i overlegestilling ved norske universitetssykehus i 2010, 2014 og 2018 (cirka tall fra 2010). I 2018 var det i tillegg 16 akademisk ansatte (varierende stillingsprosent) fra andre profesjoner, så som fysiker, informatiker, biolog osv.

	2010	14	2018
Akademiske stillinger, radiologi/nukleærmedisin	24 /2	29 /2	53,2 /3
Publiserte, fagfelle-vurderte artikler radiologi/nukleærmedisin	136/15	239/23	266/38
Overleger med dr. grad (% av alle) radiologi/nukleærmedisin	49 (6)/7(25)	69 (8)/11(33)	102 (10)/15 (38)

I løpet av perioden har RadForsk besøkt alle universitetsavdelinger i Norge, med det formål å kartlegge avdelingenes tilretteleggings- og forskningsaktivitet, samt foreslå forbedringstiltak (publisert på www.legeforeningen.no/foreningsledd/fagmed/norsk-radiologisk-forening/). Vi har hatt samtaler både med avdelingsledelse, PhD og postdoktor kandidater, samt med forskningsaktive leger. Forskningsaktiviteten ved de ulike avdelinger har vært presentert på NoRaFo's årlige høstmøter. Begge tiltakene har gitt økt fokus på radiologisk og nukleærmedisinsk forskning, med utarbeiding/oppgradering av klinikkens/avdelingenes forskningsplaner.

Tabellen under viser antall universitetsstillinger tilknyttet radiologisk avdeling, besatt av radiologer/nukleærmedisinere, ved de forskjellige avdelingene i perioden 2010-2018. Kolonnen til høyre viser antall akademiske stillinger fra øvrige profesjoner (fysikere, matematikere, informatikere, osv.), ansatt i forskerstilling (varierende stillingsprosent) ved de radiologiske og nukleærmedisinske avdelinger i 2018.

	2010	2014	2018	2018 – andre prof.
St Olavs				
Prof I/II	1	2	2	2
Førsteamanuensis I/II	1	3	5	2
Postdoktor	0	1	2	1
UNN				
Prof I/II	0	0	0	1
Førsteamanuensis I/II	0	1	5	1
Postdoktor	0	0	0	0
HUS				
Prof I/II	2 / 1	4 / 0	5* / 1	2
Førsteamanuensis I/II	4 / 0	3 / 1	2 / 0	3
Postdoktor	1 / 0	3 / 0	3 / 0	1
SUS				
Prof I/II	0	0	1*	0
Førsteamanuensis I/II	0	0	0	0
Postdoktor	0	0	0	0
AHUS				
Prof I/II	0	1	1	0
Førsteamanuensis I/II	2	1	2	0
Postdoktor	0	0	1,2	0
OUS				
Prof I/II	5	4	5	1
Førsteamanuensis I/II	2	4	8	1
Postdoktor	2	0	6	2

*I tillegg er en radiolog ansatt som Prof II ved annet institutt, ikke tilknyttet radiologi

I tillegg til radiologer med universitetsstillinger som vist i tabellen over, er der også ansatt PhD-kandidater, postdoktorer og forskere, finansiert av Helseforetak, Universitet, eller eksternt finansierte prosjekter.

Antall publikasjoner og overleger med doktorgrad har økt i løpet av perioden ved de fleste avdelingene. Tabellen under viser antall vitenskapelige artikler publisert i internasjonale tidsskrift med fagfelle vurdering, hvor en universitetsavdeling er brukt som adressat og minst en medforfatter (radiolog/nukleærmedisiner) er ansatt ved denne.

	2010	2014	2018
St Olavs	16	30	46
UNN	7	16	10
HUS	23	72	62
SUS	5	7	14
AHUS	7	9	19
OUS	78	105	115

Tabellen under viser antall overleger med doktorgrad ved de ulike universitetsavdelinger. Tidlig på 2000-tallet hadde ca. 6 % av norske radiologer doktorgrad, dette er nå ca. 10 %.

	2010	2014	2018
St Olavs	4	6	10
UNN	3	5	7
HUS	10	12	19
SUS	4	4	6
AHUS	3	5	7
OUS	25	37	53

Infrastruktur

Tilgang til state-of-the-art forsknings-infrastruktur er av uvurderlig betydning for kvalitet på forskningen, og for å lykkes med å skaffe ekstern finansiering til forskningsprosjekter. Her er noen milepæler fra perioden 2010 - 2020:

- **Human 7T MR.**

Den første humane 7T MR i Norge installert på St Olavs (kontrakten signert i 2018), som et samarbeid mellom NTNU og Helse Midt-Norge. Skal fungere som en nasjonal infrastruktur innen nevrovitenskap (NORBRAIN) ledet av nobelprisvinner Edvard Moser. Vil også være tilgjengelig for klinisk forskning, og etter hvert også sannsynlig kliniske undersøkelser. Leder er førsteamanuensis Pål Erik Goa (fysiker).

- **NORMOLIM**

NORMOLIM (the Norwegian Molecular Imaging Infrastructure) er et infrastrukturetsamarbeid mellom NTNU, UiB og OUS innen preklinisk avbildning av in-vivo dyremodeller. NORMOLIM er ledet fra NTNU, og er godkjent som trans-nasjonal node innen den europeiske forskningsinfrastrukturen Euro-BioImaging. NORMOLIM fikk sin første tildeling fra NFR i 2017.

- **OSLO ImTECH**

Oslo ImTECH (Oslo Imaging Technology Research and Innovation Center) utvikler fremtidens løsninger for avansert bildediagnostikk og bildebehandling. Ledes av medisinsk fysiker Hilde Kjernlie Andersen.

- **PET-MR**

En gave fra Trond Mohn muliggjorde innkjøp av den første hybrid PET-MR (Siemens mMR Biograph) i Norge (St Olavs); ny teknologi der det er mulig å gjøre bildeopptak med PET og MR samtidig i tid og rom.

- **Fremtidens operasjonsrom (FOR)**

FOR er en stor satsing innen bildeveiledet behandling/intervensjonsradiologi i samarbeid mellom St. Olavs Hospital, NTNU og SINTEF, som har eksistert siden 2006. FOR er knyttet opp mot den Nasjonale kompetansetjenesten USIGT (UltraSound and Image Guided Therapy) ved St Olavs og den nasjonale forskningsinfrastrukturen NorMIT (Norwegian Centre for Minimally Invasive Image Guided Therapy and Medical Technologies) ved UiO.

- **Mohn Medical Imaging and Visualization Centre (MMIV).**

I Bergen etablerte man våren 2017 et senter for medisinsk visualisering, MMIV, hvis faglige målsetting er å forske på nye metoder innen kvantitativ avbildning og interaktiv visualisering hos friske og syke mennesker (www.mmiv.no). Senteret ble inntil 2019 ledet av fysiker/førsteamanuensis Renate Grüner, og har fokusområder knyttet til maskinlæring,

kreftavbildning, visualisering og funksjonell MR. Senteret jobber translasjonelt med multidisiplinære team og tett samarbeid med kliniske avdelinger.

Sammendrag av ny strategiplan 2020 - 2025:

Status

Det foregår fortsatt for lite radiolog-initiert og styrt forskning innen biomedisinske bildeteknikker med tema knyttet til basal-, translasjonell, helsetjeneste forskning og forskning relatert til kvantitativ avbildning og kunstig intelligens. Der er imidlertid økende aktivitet innen klinisk forskning, både mhp. antall doktorgrader pr år, deltakelse i- og ledelse av Europeiske forskningsgrupper og multisenter-studier. Ultimo 2019 var 31 kandidater oppmeldt til doktorgradsprogrammet, hvorav 23 hadde en radiolog som hovedveileder. Antall universitetsstillinger innen radiologi er imidlertid lavt; pr i dag er der ingen 100 % professor stillinger ved noen av landets universiteter.

Utfordringer

Utfordringene er noe ulike innen de ulike forskningsfeltene. Der er lite samarbeid mellom radiologer og de mest aktive forskningsmiljøene innenfor basal -, translasjonell - og helsetjeneste forskning. Der er lite samarbeid mellom universitetssykehusene, frie forskningsmidler er begrenset og verken radiologer eller nukleærmedisinere er representert i de styrer/organer som bevilger forskningsmidler (NFR, Kreftforeningen etc.). Ekstern finansiering krever gode prosjekter og tilsvarende gode søknader. De radiologiske avdelinger har i liten grad prioritert tid og midler til dette.

Mål

Et hovedmål for radiologisk forskning er økt tverrfaglig samarbeid med basis i radiologiske og nukleærmedisinske avdelinger. Dette krever et tett samarbeid mellom klinikere (radiologer/nukleærmedisinere og behandlende klinikere), fysikere, matematikere, informatikere, biologer, kjemikere og radiografer. Videre er det et mål å få etablert økt samarbeid innad i institusjoner, mellom helseforetakene/universitetene og mellom internasjonale partnere.

Innenfor hvert av feltene basal -, translasjonell- og helsetjenesteforskning bør der være minst en PhD-kandidat ved hvert av universitetssykehusene til enhver tid. Vi bør sikre at en høyere andel av utdannede spesialister også har skaffet seg forskningskompetanse i form av publikasjoner eller gjennomført doktorgrad. Vi bør ha som målsetning at alle overleger i fast stilling ved universitetssykehusene er involvert i forskningsprosjekter på dr. gradsnivå eller har gjennomført et doktorgradsarbeid.

Tiltak

Målsettingen om mer og bedre forskning initiert- og utført av radiologer krever flere tiltak på ulike nivåer, som:

- etablere forskningsprosjekter for medisinske studenter (sær oppgave / forskerskoler)
- mer tid til og bedre finansiering av forskning ved radiologiske avdelinger / universitetssykehus
- forskning inkluderes i spesialistutdannelsen
- etablering av faglige og tverrfaglige forskerkurs på nasjonalt og internasjonalt plan
- øke antall og kvalitet på veiledere innenfor radiologiske forskningsmiljø
- øke tverrfaglig samarbeid med fysikere, bildeanalytikere, informatikere, biologer, kjemikere, radiografer og ikke minst kliniske spesialister

- tilrettelegging av RIS/PACS-systemer for klinisk forskning, ved bl. a. gode søkemuligheter
- forskningskompetanse må gi en tydelig uttelling ved søknader på overlegestillinger samt ved lønnsfastsettelse

Delte stillinger som inkluderer både klinikk og forskning er et viktig virkemiddel for å stimulere til økt og klinisk relevant forskning. Det vil bidra til å legitimere forskning som en naturlig del av aktiviteten, samtidig som at risikoen for nedprioritering av forskning til fordel for klinisk virksomhet reduseres. Fordelingen i stillingsandel mellom forskning og klinikk kan variere avhengig av klinikkens og den enkeltes behov.

Samarbeid mellom fagfeltene

For at forskning skal representere utvikling og nytenkning i faget, er det nødvendig med samarbeid med andre yrkesgrupper. Det ligger et betydelig potensiale i samarbeid med de etablerte forskergruppene innen basalfag, translasjonelle miljøer, epidemiologi og helseøkonomi. Forskning innen feltet kunstig intelligens (KI) bør prioriteres (i henhold til NoRaFo's standpunkt om «Bruk av kunstig intelligens i Radiologi»). Kliniske spesialister med akademisk kompetanse er en annen viktig ressurs som gjennom pasientkontakt og klinisk ståsted kan være med å sette billeddiagnostikken inn i et riktig perspektiv.

Radiografer er våre nære samarbeidspartnere i daglig virksomhet. Masteroppgaver hos denne yrkesgruppen er økende og er et positivt bidrag til forskning på de radiologiske avdelingene. Radiologiske tema i prosjekter for medisinstudenter i særoppgaver eller i forskerskoler kan bidra til rekruttering til faget og øke fokus på forskning om biomedisinske bildeteknikker.

Nasjonale og internasjonale partnere

I årene som kommer er det et stort behov for mer samarbeid mellom universitetssykehusene, nasjonale og internasjonale faglige fora og offentlige organer som departement, regionale helseforetak og EU (EU-programmer og infrastruktur). NoRaFo bør ha en nøkkelrolle med å legge til rette for arbeidet med å oppnå mer og bedre radiologisk forskning i Norge.

Konklusjon: Strategiplanen omhandler basal-, translasjonell-, klinisk- og helsetjenesteforskning med relevans for radiologer og nukleærmedisinere, samt forskning innen kunstig intelligens (KI). Planen skal være styrende og støttende for NoRaFo og NFNM sitt arbeid med å få til mer og bedre forskning.

Bakgrunn

Diagnostikk og behandling med bruk av bilder har utviklet seg betydelig de senere år grunnet en bred utvikling av ulike biomedisinske bildeteknikker. Økt temporal og spatial oppløselighet har ført til at en rekke fysiologiske og biologiske prosesser i tillegg til anatomi kan avbildes, og flere bildeteknikker for visualisering av organfunksjon er utviklet.

Billediagnostikk inkluderer mange ulike metoder, som vanlig røntgen (Rx), angiografi (RxAng), Computer Tomografi (CT), magnetisk resonans baserte teknikker (MRI, fMRI, MRS), og ultralyd (UL), med/uten kontrastforsterkning (CE), konvensjonell nukleærmedisin (NM); Single Photon Emission Computed Tomografi (SPECT), positron emisjonstomografi (PET) med/uten CT, med /uten MR, optisk imaging (OI), og termografi (Tg). Videre utføres en rekke invasive terapeutiske prosedyrer med veiledning av bilder og teranostikk er på full fart inn i klinikken. Minimal invasiv terapi av ulike sykdommer øker sterkt i omfang. Mange radiologer og nukleærmedisinere deltar i forskningsprosjekter. I de fleste av disse prosjektene bidrar radiologene med systematisk gjennomgang av undersøkelser utført på

radiologiske avdelinger, der initiativ og ledelse av prosjektene er fra kliniske fagområder. Dermed blir radiologene medforfattere og ikke første- eller sisteforfattere (1). Det har derimot vært få radiologer som utfører egne prosjekter på doktorgrad- eller postdoktor-nivå, til tross for et fagområde i stor utvikling.

Behovet for forskning blant radiologer og nukleærmedisinere er stort, og behovet for forskning innen biomedisinske bildeteknikker er stort (2). Dette har internasjonale og nasjonale faglige fora tatt tak i, og det er laget ulike strategidokument for å støtte denne prosessen, sist fra EIBIR i 2019 (3). NoRaFo i samarbeid med NFNM ga i 2007 Radforsk i oppdrag å utarbeide et strategidokument – hvilket bygger på arbeidet i 4 undergrupper med tema relatert til biomedisinske bildeteknikker: 1. Basal forskning, 2. Translasjonell forskning, 3. Klinisk forskning og 4. Helsetjenesteforskning. I strategiplanen for 2020-25 er disse 4 noe endret idet 1. Basal forskning også inkluderer forskning relatert til kunstig intelligens (KI).

1. Status i forskningsfeltet

Basal forskning og kunstig intelligens (KI)

Utviklingen innenfor en rekke fagfelt og teknologier, som tematisk ikke umiddelbart forbindes med dagens klinisk-radiologiske teknologi og praksis, vil direkte eller indirekte kunne påvirke fremtidens bildediagnostikk. En rekke prosjekter og forskningsmetoder er tilgjengelig eller er under utvikling. Metodene vil kunne få betydning både for fremtidig avbildning av anatomi, patologi, patofysiologi og ulike biologiske endringer.

Metodeutviklingen vil også ta i bruk bildediagnostiske metoder til forståelse av fysiologiske og biologiske prosesser, utvikling og prøving av kontrastmidler, radiokjemiske «sporstoffer» og medikamenter etc.

Utfordringen i dag er at miljøene som arbeider med denne type forskning ofte står for langt fra forskere som arbeider nær pasientene. I Oslo og Bergen har man opprettet henholdsvis ImTech og Mohn Medical Imaging and Visualization Centre (<https://mmiv.no/>) som kan bidra til et økt tverrfaglig samarbeid. Samtidig er det bevilget penger til maskinlæringsgruppen i Tromsø via Kystsamarbeidet – Tromsø, Trondheim og Bergen.

Det er ønskelig at radiologer gjennomfører tverrfaglige PhD prosjekter med disse miljøene. For at dette skal lykkes er det viktig at radiologer og nukleærmedisinere får den nødvendige opplæring innenfor disse feltene under spesialistutdanningen. Per i dag er det ingen nasjonale kurs i regi av radiologi- eller nukleærmedisinföreningen som dekker feltet KI/ML og kvantitativ bildebehandling. European Society of Radiology (ESR) har gitt ut et kunnskapsdokument om hva de mener en radiolog skal kunne om KI (4). European Association of Nuclear Medicine (EANM) har til nå ikke utgitt noe tilsvarende for nukleærmedisin. The Radiological Society of America (RSNA) har et tilsvarende nylig publisert dokument (5) som ser på hvordan de skal forholde seg til KI/ML nå og i fremtiden, og hvordan de skal lære opp sine medlemmer. I denne publikasjonen har de, basert på en spørreundersøkelse, listet opp 5 prioriteringer for KI innen radiologi. Et av disse punktene er å definere og publisere en læreplan for KI innen radiologi.

- **Translasjonell forskning**

De fleste tradisjonelle bildemetodene brukes i preklinisk forskning, klinisk utstyr eller forskningsutstyr som mikro-CT / -MR, men også nye metoder som SPECT, PET-CT og optisk billedanning (OI), og termografi (Tg) brukes i økende omfang. Studiene kan utføres på fantomer eller dyr. Økt forskning knyttet til prekliniske dyremodeller der biomedisinske bildeteknikker inngår, er muliggjort av økt satsing på infrastruktur og tilgang til preklinisk bildebyggende utstyr. En nasjonal satsing støttet av Norges Forskningsråd knyttet til

NORMOLIM (NORwegian MOLEcular IMaging infrastructure; node i Euro-BioImaging) sikrer samlet en stor bredde på preklinisk infrastruktur for bildedannende utstyr ved NTNU, UiB og OUS.

Innen NORMOLIM er følgende utstyr tilgjengelig: Prekliniske MR utstyr finnes i Trondheim (7T Bruker Biospec 70/20), Bergen (Bruker Biospec 70/16) og Oslo (9,4T Bruker Biospec 94/20). Preklinisk PET er tilgjengelig i Trondheim (PET-MR; BRUKER) og Bergen (PET-CT; Mediso Nanoscan). Preklinisk ultralyd er tilgjengelig i Trondheim (Vevo Lazr-X), Bergen (Vevo 2100 & Varasonics Vantage 256TM) og Oslo (Vevo 2100). Fotoakustisk imaging er tilgjengelig i Trondheim (Vevo LAZR-X) mens optisk avbildning er tilgjengelig i Trondheim (IVIS Spectrum) og Bergen (IVIS Spectrum & Optix MX3). I Tromsø er det også en preklinisk PET/SPECT/CT-skanner (Triumph TM II). Translasjonsforskningsmiljøet samarbeider nært med ulike kliniske forskningsmiljøer.

I Bergen etablerte man våren 2017 et senter for medisinsk visualisering (MMIV; Mohn Medical Imaging and Visualization Centre) hvis faglige målsetting er å forske på nye metoder innen kvantitativ avbildning og interaktiv visualisering hos friske og syke mennesker (www.mmiv.no). Senteret ble inntil 2019 ledet av fysiker/førsteamanuensis Renate Grüner, og har fokusområder knyttet til *maskinlæring* (ledet av BSc, MD og prof. Arvid Lundervold), *kreftavbildning* (ledet av radiolog og professor Ingrid Haldorsen), *visualisering* (ledet av MSc og professor Helwig Hauser) og *funksjonell MRI* (ledet av psykolog og professor Karsten Specht). Senteret jobber translasjonelt med multidisiplinære team og tett samarbeid med kliniske avdelinger, for å sikre tett integrasjon mot klinikk og pasientnær forskning.

I Oslo (Forsknings- og utviklingsavdeling for minimal invasiv behandling) pågår flere translasjons-forskningsprosjekter med dyremodeller i samarbeid med sykehusets forskningsgrupper og UiO. Det nyetablerte bildeforsknings-senteret ImTECH i Oslo vil også jobbe fremover forskning og innovasjon bl.a. knyttet til bruk ved avanserte bildeopptak.

- **Klinisk forskning**

De fleste forskningsprosjekter og doktorgrader innen radiologi og nukleærmedisin er klinisk radiologisk forskning. Med klinisk forskning menes i denne sammenheng forskning innen bildemetoder med pasienter på ulike nivå, fra evaluering av teknisk og diagnostisk ytelse, betydning av bildefunn for endelig diagnose og valg av behandling, «outcome»-studier til nytte på samfunnsnivå (kostnad/nytte -effekt, stråledoser osv.). Dette gjøres vanligvis med design og metoder gitt av Thornburys modell for evaluering av radiologiske metoder (6).

RadForsk har de siste 10 år publisert årlige oversikter over gjennomførte doktorgrader (www.legeforeningen.no/foreningsledd/fagmed/norsk-radiologisk-forening/). Det er etablert en rekke forskningsgrupper ved de ulike universitetsavdelingene, ofte knyttet opp mot radiologiske subspecialiteter som barneradiologi, nevrofag etc., og med både nasjonale og internasjonale samarbeidspartnere.

- **Helsetjenesteforskning**

Forskningsrådets program for Helse- og omsorgstjenester (2010) gir nyttig informasjon for å sirkle inn hva også radiologisk helsetjenesteforskning kan dreie seg om. Programmet prioriterer fire typiske tema for helsetjenesteforskning. Disse er omtalt som følger (sitat):

Styring, ledelse og prioritering: Sentrale temaer er finansieringssystemer, (de)sentralisering av beslutningsmyndighet og tjenesteproduksjon, forholdet mellom plan- og markedsløsninger, organisatorisk beslutningstaking, lokal fortolkning av styringsprinsipper og -teknikker, ulike

former for ledelse, oppfølging av reformer, prioriterings- og reguleringsprosesser og helsetjenestens produksjon av intenderte og ikke-intenderte effekter.

Organisering og samhandling: Sentrale temaer er samarbeid og samhandling mellom og på tvers av ulike nivåer, organisasjoner, spesialiteter og profesjoner. Samhandlingsmetoder, pasientforløp, organisatoriske/økonomiske barrierer for samhandling, ansvars plassering i forhold til nivå, samhandling mellom skolemedisin og alternativ behandling. Et annet viktig område er IKTs betydning for samhandling, organisatoriske og ledelsesmessige forhold, og for pasientflyt og helsetjenestens økonomi.

Pasienter og brukere i helsetjenesten: Sentrale temaer er blant annet brukermedvirkning, brukervalg, pasientrettigheter, hvordan ulike organiserings- og finansieringsmodeller påvirker brukererfaringene, og virkemidler som fremmer brukermedvirkning.

Komparativ helsesystemforskning: Sentrale temaer er studier av nasjonale helsesystemer og reformer, forskjeller og likheter ved tjenestens makrostruktur, hvordan ulike systemendringer og reformer bidrar til bedre kvalitet, tilgjengelighet og kostnadseffektivitet i tjenestene.

2. utfordringer

• Basal forskning og KI

Flere fagmiljøer ved våre universiteter driver basal forskning og er aktive i utdanning av PhD-kandidater. Hovedutfordringen er tverrfaglig miljøbygging for å få til et samarbeid mot kliniske kolleger, rekruttering av fremtidige kolleger til å gjennomføre prosjekter og rekruttering av PhD-kandidater som har gjennomført basalforskning inn i sykehusene. Som ved klinisk forskning er det nødvendig at PhD-kandidater i perioder arbeider på full tid med denne type forskning. Dette krever finansiering og avsatt tid.

Det drives også forskning ved flere av universitetene/universitetssykehusene som tar i bruk KI/ML-metoder. Det kan være vanskelig for radiologer og nukleærmedisinere å komme i kontakt med disse miljøene da prosjektene sjelden er initiert av overnevnte, men heller av fysikere og/eller klinikere. Nylig har det blitt opprettet en ny forening som kanskje kan samle kompetanse fra tverrfaglige miljøer – Legenes forening for helseteknologi og innovasjon, og som nasjonalt kan samle et miljø for de som ønsker å drive forskning på AI/ML.

En annen stor utfordring for å drive forskning på medisinsk avbildning er tilgang til bildemateriale. KI, spesielt dyp læring, krever store mengder data for å trene modellene. Spesielt data fra flere sentra for å lage mer generelle modeller er viktig. På grunn av strenge personvernregler er dette vanskelig å oppdrive i Norge. I USA har de etablert «The Cancer Imaging Archive (TCIA) (<https://www.cancerimagingarchive.net/>) for deling av større mengder aidentifiserte bildedata. Disse er gratis å laste ned for de som ønsker å bruke det til forskning og flere av bildesettene inneholder også mengder kliniske data, annoteringer og segmenteringer.

En nylig publisert artikkel i tidsskriftet Radiology presenterer et veikart for forskning på KI innen medisinsk avbildning (7). De mener at følgende 5 forskningsprioriteter innen KI/ML bør være:

1. Nye rekonstruksjonsmetoder og forbedring av eksisterende metoder for konvertering av rådata
2. KI/ML-metoder for automatisk annotering og segmentering av regioner/organer som videre kan brukes i studier

3. Utvikling av nye maskinlæringsalgoritmer som kan takle den komplekse, medisinske bildedataen som genereres fra UL, CT, PET og MR.
4. Økt forskning på ML-metoder som kan forklare eller illustrere beslutningsstrategien fra algoritmen til radiolog/nukleærmedisiner
5. Økt forskning på metoder for kjapt og enkelt samle store mengder bildedata for utvikling og trening av ML-modeller.

Dette kan benyttes som grunnlag for NoRaFo's egen forskningsstrategi innen KI/ML.

- **Translasjonell forskning**

Translasjonsforskning og samarbeide med industrien har tidligere i beskjeden grad vært et tema innen bildediagnostikk i Norge, men de nye satsingene skissert over tydeliggjør muligheter for finansiering innen dette feltet som kan føre til innovativ forskning på høyt nivå. Translasjonell forskning innen bildediagnostikk utøves oftest i store sentra ved universitet eller i industrien eller er initiert av enkeltpersoner/små relativt isolerte grupper. Det er viktig at translasjonell forskning i fremtiden inkluderer prosjekt som primært er initiert fra radiologer/radiologiske forskningsmiljø for å sikre at den radiologiske forskningen er klinisk forankret i pasientnære problemstillinger slik at forskningsresultater raskt kan lede til bedre pasientbehandling.

- **Klinisk forskning**

Der er for tiden bra aktivitet innen klinisk radiologisk forskning, med stor bredde innen de ulike subspecialiteter. Likevel er det fortsatt stor mangel på radiologer med akademisk kompetanse. Mange LIS-leger gjennomfører i dag hele sin spesialistutdannelse uten å ha publisert et forskningsprosjekt. Det er i dag også mulig å gjennomføre utdannelsen uten å ha holdt foredrag utenfor egen institusjon. Konsekvensen er at de fleste LIS-leger kommer inn i overlegestilling uten noen befatning med forskning utover sær oppgaven / hovedoppgaven på medisinstudiet.

Selv på universitetssykehusene tilsettes mange overleger uten forskningsbakgrunn. Gjennomføring av de daglige rutiner blir prioritert, og forskningsinteresserte- og aktive leger blir ikke tilstrekkelig stimulert – og premiært for sin ekstra innsats. Videre synes det å ha vært begrenset forståelse for betydningen av forskning for radiologifaget og kvaliteten på klinisk praksis.

Kliniske forskningsprosjekter gir en stor mulighet for å kombinere spesialisering og forskning, men er tunge å gjennomføre. Når forskningsprosjektene på et sykehus skal spenne over flere fagområder, er det liten mulighet for ”gjenbruk”, dvs. mulighet for å følge opp med nye prosjekter innen samme fagfelt. Dermed vil hver kandidat i stor grad måtte begynne fra bunnen, som er en stor utfordring både for kandidat og veileder.

Utvikling av nye avanserte bildeteknikker for klinisk bruk krever som regel et tverrfaglig samarbeid: fysikere, bildeanalytikere, informatikere, biologer, kjemikere, radiologer / nukleærmedisinere og klinikere må samarbeide om klinisk relevante prosjekter. Dette krever at en respekterer hverandres faglige kompetanse. Ofte vil en måtte samarbeide på tvers av institusjoner i helseforetakene og universitetene.

- **Helsetjenesteforskning**

Utfordringer for radiologisk helsetjenesteforskning i Norge gjelder dels mulige tema for forskningen og dels hvordan forskningen kan støttes. Tilgang på faglig kompetanse for veiledning til planlegging og gjennomføring er mangelfull. Dette har betydning for valg av

forskningstema - nytteverdi mot mulighet for støtte, metodekompetanse og interesse i aktuelle samarbeidsmiljøer.

Tidkrevende prosjekter og finansiering av disse er en utfordring ved helsetjenesteforskning om kandidatene planlegger å arbeide klinisk senere.

3. Mål

- **Basal forskning og KI**

- Utvikle nye diagnostiske og terapeutiske metoder, utvikle og teste nye kontrastmidler og radiokjemiske sporstoffer.
- Øke antall prosjekt-etableringer med basis i radiologiske/nukleærmedisinske avdelinger.
- Uteksaminere PhD-kandidater fra de radiologiske/nukleærmedisinske miljøene.
- Rekruttere PhD-kandidater til de radiologiske/nukleærmedisinske miljøene.
- Etablere ett PhD-prosjekt innen basal forskning/KI hvert år i samarbeid med radiologisk avdeling ved alle universitetssykehusene bør være et oppnåelig mål.
- Utvikle nye bildebiomarkører ved hjelp av KI/ML-metoder basert på helkroppsinformasjon fra anatomisk eller metabolsk avbildning.
- Lage anonymiserte bildedatabaser i Norge til AI/ML-forskning?
- Innføre læring om radiomics, KI/ML i spesialistutdanningen for radiologer og nukleærmedisinere.

- **Translasjonell forskning**

Målsettingen bør være at det foregår translasjonell forskning initiert av det radiologiske fagmiljø ved alle de store universitetsklinikene. Et realistisk mål vil være å etablere minst ett PhD-prosjekt årlig innen denne del av forskningen ved hvert universitetssykehus. Det betyr at det til enhver tid bør være minst fire PhD-kandidater innen translasjonell forskning blant LIS-leger og spesialister i radiologi/nukleærmedisin.

- **Klinisk forskning**

Målet med klinisk radiologisk forskning er å øke legenes faglige kompetanse, spesielt hos leger ansatt ved landets universitetssykehus. Høy kompetanse og en akademisk tilnærming er nødvendig for å kunne ta i bruk nye metoder på en forsvarlig måte, utforme protokoller, evaluere diagnostiske og terapeutiske tiltak, og for å veilede behandlende leger. Vi trenger også økt kompetanse for å imøtekomme behov og opplæring av nye LIS-leger, kliniske kolleger og studenter. Vi bør sikre at en høyere andel av utdannede spesialister også har skaffet seg forskningskompetanse i form av publikasjoner eller gjennomført doktorgrad. Vi bør ha som målsetting at alle fast ansatte overleger ved universitetssykehusene er involvert i forskningsprosjekter på dr. gradsnivå eller har gjennomført et dr.gradsarbeid. Hvorvidt alle overleger ved mindre sykehus skal forske er diskutabelt.

- **Helsetjenesteforskning**

Gjennomføre prosjekter i samarbeid med samfunnsvitenskapelige miljøer for helsetjenesteforskning og helseøkonomi. Det bør være mulig å ha minimum 3 radiologer i gang med PhD innenfor dette området til enhver tid.

4. Tiltak

- **Basal forskning og KI**

- Sette krav om gjennomføring av publiserbare forskningsprosjekter med adekvat veiledning under spesialistutdanningen.
- Etablere tverrfaglige forskerskoler og utdanningstilbud.
- Prioritere samarbeidsprosjekter mellom fagfeltene (e.g. “tandem-PhD”)
- Felles møteplasser (seminarer, workshops, konferanser)
- Internasjonal kontakt / forskerutveksling / studentutveksling
- Etablere og skolere i felles verktøy og åpne standarder, deling av bildedata og metadata, skriveverktøy, regneverktøy og bildebehandlingsverktøy.
- Forskningspriser / stimuleringsmidler

- **Translasjonell forskning**

Se på forskning i dyre-eksperimentelle modeller som en like viktig og like naturlig aktivitet som forskning på pasienter, og inkluderer forskning innen fysiologi/funksjon og sykdomsmekanismer/patofysiologi.

Forskerlinjen for medisinstudenter har vært en suksess ved alle våre medisinske fakultet. Dette er en glimrende arena for rekruttering av medisinerer som har høy motivasjon for både klinikk og forskning, og det må være et mål at flere av disse rekrutteres til radiologi / bildediagnostikk.

Skape attraktive stillinger som innebærer frihet og mulighet til å kombinere en (para)-klinisk stilling med forskning. Øke prestisjen ved å holde på med forskning. Samarbeide på tvers av spesialiteter og bakgrunn er en utfordring, men en nøkkel til suksess og det må etableres gode nettverk på tvers av institusjoner og disipliner.

- **Klinisk forskning**

Flere LIS-leger bør komme inn i forskning tidlig i sin karriere. Forskning må i større grad inngå i spesialiseringen og det må legges til rette på universitetssykehusene at LIS-leger i perioder kan fordype seg i et forskningsprosjekt. Det bør være stillinger der de kan forske på heltid i kortere eller lengre perioder og opprettholde sin lønn.

Faste stillinger på universitetssykehusene bør prioriteres for de leger som har noe forskningsbakgrunn. Det bør legges inn insitamenter, så som tid og økonomi, for å øke kompetansen til overlegene som ikke har doktorgrad.

Kliniske forskningsprosjekter er tunge å gjennomføre og kandidatene bruker ofte lang tid på gjennomføringen. En større grad av samarbeid mellom institusjoner eller samarbeid med internasjonale grupper vil kunne løse noe av dette problemet. Videre bør en kanskje prioritere forskning der det er grunnlag for et samarbeid på nasjonalt plan. En må gjennomføre både nasjonale og lokale forskerkurs om biomedisinske bildeteknikker. Radforsk og EIBIR (European Institute for Biomedical Imaging Research) gjennomfører kurs som er relevante i forskerutdannelsen.

Leger som veileder ved forskningsprosjekter bør få avsatt tid til dette og honoreres. For å øke kvalitet og mengde forskning på de enkelte avdelinger bør avdelingsledelsen fokusere på at det gis tid, sørge for god finansiering, gi forskningen legitimitet og bidra til å skaffe gode

veiledere. De fagansvarlige / seksjonsoverlegene må bevisstgjøres om at forskning skal være en prioritert oppgave på linje med klinisk oppgaver.

Dnlf og universitetene arrangerer kurs for å øke kompetansen til veiledere.

- **Helsetjenesteforskning**

- Opprette prosjekter sammen med norske miljøer for helsetjenesteforskning, særlig innen samfunnsvitenskap og helseøkonomi, både for å sikre gode forskerprosjekter og for å sikre relevant veiledning av PhD.
- Ha radiologer som medveiledere i PhD-programmer for å øke deres kompetanse på helsetjenesteforskning og bidra med radiologisk perspektiv og kompetanse.
- Etablere delprosjekter som kan startes raskt, som retrospektive registreringer/ vurderinger av rutinepraksis på utvalgte felter, eller systematiske oversikter vedrørende bildediagnostikk.
- Tilpasse søknad om midler til prioriteringene ved aktuelle organisasjon/universitet helseforetak.
- Vurdere om kvalitetssikringsprosjekter muliggjør helsetjenesteforskning i tillegg. Ofte vil det være mulig og da vil finansieringen av kvalitetssikringen bidra til forskningen.
- Vurdere om arbeid med kunnskapsoppsummeringer og retningslinjer muliggjør helsetjenesteforskning i tillegg. Kan noe tilleggsarbeid gi en artikkel eller en systematisk oversikt?
- Gi radiologer som har/får kompetanse i helsetjenesteforskning muligheter for å drive med det.
- Samarbeide med Kunnskapscenteret / Helsedirektoratet om valg av tema og mulig samordning med planlagte kunnskapsoppsummeringer.
- Samarbeide med Nasjonalt råd for kvalitet og prioritering i helsetjenesten med tanke på valg av tema og mulig samordning med eller oppfølging av tema prioritert der.

5. Samarbeid mellom fagfeltene

For at forskning skal representere utvikling og nytenkning i faget, er det nødvendig med samarbeid med andre yrkesgrupper. Selv om enkelte prosjekter i hovedsak kan gjennomføres innen fagområdet, vil det største potensialet ligge i grenselandet mot andre faggrupper. Det ligger et betydelig potensiale i samarbeid med de etablerte forskergruppene innen basalfag, translasjonelle miljøer og epidemiologi og helseøkonomi.

En viktig ressurs innen bildediagnostikk er fysikere med sin kunnskap om den grunnleggende teknologien for alle modalitetene. Mye av den teknologiske utvikling er avhengig av disse. I denne sammenheng er også industrien en viktig samarbeidspartner. Videre vil utviklingen av biomedisinske bildeteknikker kreve et nært samarbeid med bildeanalytikere/informatikere, biologer og kjemikere.

Kliniske spesialister med akademisk kompetanse er en annen viktig ressurs som gjennom pasientkontakt og klinisk ståsted kan være med å sette billeddiagnostikken inn i et riktig perspektiv.

Radiografer er våre nære samarbeidspartnere i daglig virksomhet. Masteroppgaver hos denne yrkesgruppen er økende og er et positivt bidrag til forskning på de radiologiske avdelingene. Radiologiske tema i prosjekter for medisinstudenter i særskilte oppgaver eller ved forskerskoler kan bidra til rekruttering til faget og øke fokus på forskning om biomedisinske bildeteknikker på sykehusene.

Forskere i basalfagene kan også bidra til å studere kliniske problemstillinger gjennom sin kunnskap og sine forskningsmodeller.

6. Nasjonale og internasjonale partnere

Innen alle de fire ulike forskningsfeltene; basal forskning, translasjonell forskning, klinisk- og helsetjenesteforskning, er der nasjonalt samarbeid i regi av subspecialitetenes foreninger. Andre viktige aktører er Norsk Radiologisk Forening (RadForsk), samt internasjonale partnere som European Society of Radiology (ESR) med sine undergrupper (så som EIBIR (European Institute for Biomedical Imaging Research), Euro-BioImaging, EIBALL, EuroAIM (European Network for the Assessment of Imaging in Medicine), ESR, samt kontakter med EU (EU Health Policy Platform, ESR Action Plan for Medical Imaging). I tillegg Radiological Society of North America (RSNA), American College of Radiology (ACR), Royal College of Radiology (RCR) og flere.

Spesielle nasjonale og internasjonale partnere innen de fire forskningsfeltene:

- **Basal forskning**

- Mohn Medical Imaging and Visualization Centre (Bergen/Helse-Vest)
- ImTECH (Oslo Universitetssykehus)
- NORMIT (Trondheim, Oslo)
- NORMOLIM (NORwegian MOlecular IMaging infrastructure; node i Euro-BioImaging)

- **Translasjonell forskning**

- NORMOLIM er et viktig nettverk også innen translasjonell forskning, spesielt for studier som gjør bruk av preklinisk molekylær avbildning.
- det europeiske nettverket Euro-BioImaging representerer også en svært attraktiv samarbeidspartner i planlegging og utførelse av større translasjonelle studier.

- **Klinisk forskning**

- European Society of Radiology (ESR) er en svært sentral aktør i arbeidet med å styrke radiologisk utdanning (www.myesr.org) og forskning, både gjennom ESR Research Committee og alle sine undergrupper som nevnt over. EIBIR har blant annet en plattform innen Pediatrisk Radiologi, ledet av Karen Rosendahl (www.eibir.org).

-EU programmene for forskning, både via ESR og direkte, gir mulighet for å søke midler og Europeiske samarbeidspartnere. European Strategy Forum on Research Infrastructure (ESFRI) har etablert en handlingsplan for hvordan EU kan bygge opp en infrastruktur for forskning om biomedisinske bildeteknikker (www.esfri.eu). Norge er assosiert medlemsland, representert ved Odd Ivar Eriksen, spesialrådgiver (kjemiker) fra NFR.

- **Helsetjenesteforskning**

- relevante institutter ved UiO (Institutt for Helse og Samfunn (spes. Avd. Helseledelse og Helseøkonomi), UiB, NTNU og UiT.
- Helse Sør-Øst kompetansesenter for Helsetjenesteforskning (nasjonal koordineringsfunksjon)
- EuroAim (European Network for the Assessment of Imaging in Medicine) er et nettverk av radiologiske avdelinger som gjør vurderinger av bildediagnostikk og bildeveiledet behandling. Inkl. systematiske oversikter og multisenterstudier av kostnadseffektivitet og klinisk nytte.

- Kunnskapssenteret / Helsedirektoratet; valg av tema og mulig samordning med planlagte kunnskapsoppsummeringer.
- Nasjonalt råd for kvalitet og prioritering i helsetjenesten med tanke på valg av tema og mulig samordning med eller oppfølging av tema prioritert der

Oppsummering

Det foregår lite forskning av radiologer om biomedisinske bildeteknikker med tema knyttet til basal -, translasjonell - og helsetjeneste forskning. Det er økende aktivitet innen klinisk forskning, men fortsatt har bare 10 % av spesialistene i radiologi en doktorgrad. Andel nukleærmedisinere med doktorgrad er høyere; hele 39 %. Få radiologer har veilederkompetanse. Der er p.t. kun to professor I stillinger i Norge, begge i 50% (ingen 100% stillinger) og 13 professor 2 (20 %) stillinger tilknyttet radiologiske avdelinger. I tillegg er der radiologer som innehar professor II stillinger ved institutt som ikke er tilknyttet radiologi (hhv IGS ved UiB og Helseteknologi ved SUS). For nukleærmedisin er det kun en professor II stilling og to førsteamanuensis stillinger (20 %).

Utfordringene er noe ulike innen de ulike forskningsfeltene. Det har tradisjonelt vært for lite samarbeid mellom radiologer og forskningsmiljø innenfor basal, preklinisk-translasjonell og helsetjeneste forskning. Der er for lite samarbeid mellom universitetssykehusene om radiologisk forskning. Videre er der lite frie midler til forskning. Finansiering av forskning i dag krever gode prosjektplaner og høy kvalitet for å nå opp i søknader om konkurranseutsatte eksterne midler. Der er dessverre en svak tradisjon for å søke eksterne midler ved de radiologiske avdelingene. Både god forskning og arbeid med søknader krever mye tid som kliniske radiologer ikke har, og avdelingene har i liten grad prioritert å gi legene tid til dette.

Til tross for en betydelig bedret situasjon for norsk radiologisk og nukleærmedisinsk forskning siste 10 år, så er det fortsatt mye å gjøre, og Radforsk vil fortsette sitt arbeid. Målsettingen om mer og bedre forskning utført av radiologer krever mange tiltak på ulike nivå som: etablere forskningsprosjekter for medisinske studenter (særøppgave/forskerskolere), mer tid til og bedre finansiering av forskning ved radiologiske avdelinger, forskning inkluderes i spesialistutdannelsen, etablering av faglige og tverrfaglige forskerkurs på nasjonalt og internasjonalt plan, øke antall og kvaliteten på veiledere innenfor radiologiske forskningsmiljø, øke tverrfaglig samarbeid med fysikere, bildeanalytikere, informatikere, biologer, kjemikere, radiografer og ikke minst kliniske spesialister. Videre må forskningskompetanse gi uttelling ved søknader på overlegestillinger samt lønnsfastsettelse. Det må være et mål at alle fast ansatte ved universitetssykehusene har forskningskompetanse.

I årene som kommer er der et stort behov for mer samarbeid mellom universitetssykehusene, nasjonale og internasjonale faglige fora og offentlige organer som departement, regionale helseforetak og EU (EU-programmer og infrastruktur). NoRaFo bør ha en nøkkelrolle med å legge til rette for arbeidet med å oppnå mer og bedre radiologisk forskning i Norge (3-6).

Konklusjon

Dette strategidokumentet omhandler basal -, preklinisk-translasjonell -, klinisk - og helsetjenesteforskning med relevans for radiologer og nukleærmedisinere, samt forskning innen kvantitativ radiologi / kunstig intelligens. Dokumentet skal være styrende og støttende for NoRaFo og NFNM sitt arbeid med å få til mer og bedre forskning om biomedisinske bildeteknikker. Det kan også brukes av universitetene og de radiologiske avdelingene i deres arbeid med dette.

Referanser

1. Sardanelli F, Bashir H, Berzaczy D, Cannella G, Espeland A, Flor N, et al. The role of imaging specialists as authors of systematic reviews on diagnostic and interventional imaging and its impact on scientific quality: report from the EuroAIM Evidence-based Radiology Working Group. *Radiology* 2014;272(2):533-40.
2. Ehman RL, Hendee WR, Welch MJ, Dunnick NR, Bresolin LB, Arenson RL, et al. Blueprint for imaging in biomedical research. *Radiology*. 2007;244(1):12-27.
3. The European Institute for Biomedical Imaging (EIBIR). Strategic research agenda for biomedical imaging. *Insights into imaging* 2019;10(1):7.
4. Neri, E., de Souza, N., Brady, A. *et al.* What the radiologist should know about artificial intelligence – an ESR white paper. *Insights Imaging* 2019;10, 44.
<https://doi.org/10.1186/s13244-019-0738-2>
5. Chokshi FH, Flanders AE, Prevedello LM, Langlotz CP. Fostering a Healthy AI Ecosystem for Radiology: Conclusions of the 2018 RSNA Summit on AI in Radiology. *Radiology: Artificial Intelligence* 2019; 1(2):e190021
6. Fryback DG, Thornbury JR. The efficacy of diagnostic imaging. *Med Decis Making* 1991;11(2):88-94.
7. Langlotz CP, Allen B, Erickson BJ, Kalpathy-Cramer J, Bigelow K, Cook TS, et al. A Roadmap for Foundational Research on Artificial Intelligence in Medical Imaging: From the 2018 NIH/RSNA/ACR/The Academy Workshop. *Radiology* 2019;291(3):781-91.