



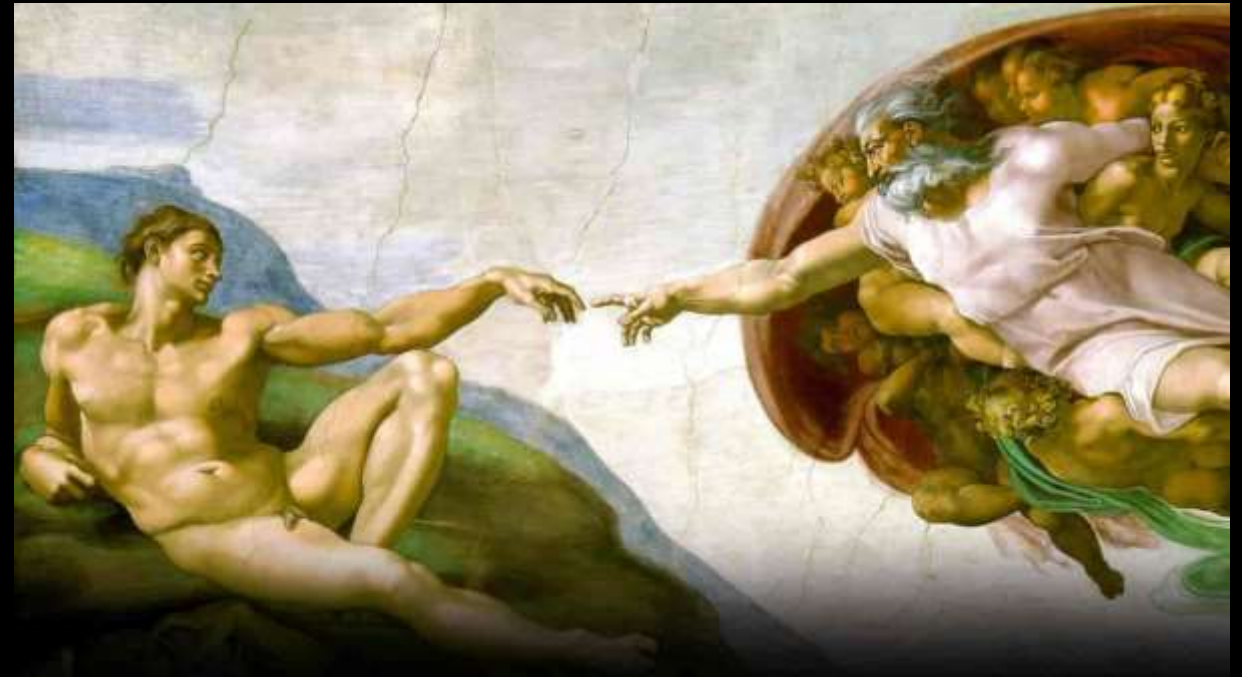
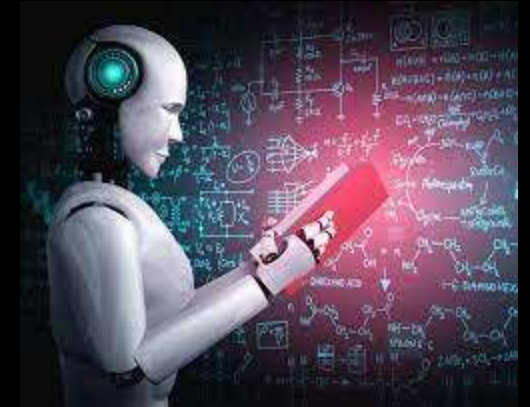
Kunstig intelligens i radiologisk kreftoppfølging

Ingfrid Haldorsen, Prof. i radiologi
Leder av Mohn Medical Imaging and Visualization Centre,
Klinisk institutt 1, Med. fakultet, Universitetet i Bergen
Radiologisk Avd., Haukeland Universitetssykehus



Hva er kunstig intelligens?

Intelligens hos maskiner – i motsetning til naturlig intelligens hos dyr og mennesker (Wikipedia)



“Magisk” nyskaping og innsikt på mange områder inkl. medisiner?

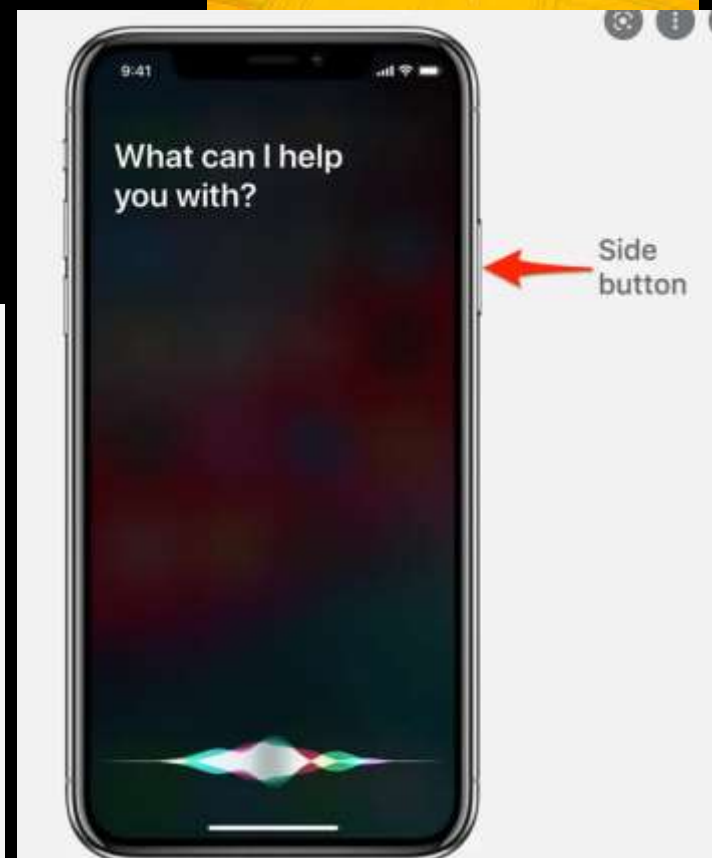
Michelangelo: “Adams skapelse” (Det sixtinske kapell)

Omgitt av kunstig intelligens allerede

Object Detection - IVDriveNet detection



NETFLIX



Google Nest Mini

Hva vil bruk av kunstig intelligens gjøre med jobbene våre?

Yrker som kan bli overflødig?

Forfattere av rapporter/skribenter
Journalister
Oversettere



Medisinske fag som vil påvirkes?

Radiologi
Patologi
Dermatologi
Oftalmologi
Alle?



Yrker som ikke påvirkes?

Barneskolelærer

Idrettsutøvere

Psykologer



Nasjonal strategi for kunstig intelligens (2020)

«Kunstig intelligens representerer store muligheter for oss som enkeltmennesker, for næringslivet og for offentlig sektor. Brukt på sitt beste, kan **teknologien bidra til å oppnå bærekraftsmålene** – ikke bare her i Norge, men også i hele verden.»

Nikolai Astrup, digitaliseringsminister

Dilemmaer:

Hvem har **ansvar** for konsekvenser av AI-veiledete beslutninger?

Hva om AI tar egne beslutninger vi er **uenige** om?

Hvordan unngå **bias** – AI verktøy som forsterker bevisst eller ubevisst diskriminering eller forutinntatthet?

Grunnleggende prinsipp:

Transparens

Etterprøvbarehet

Forsiktig utprøving



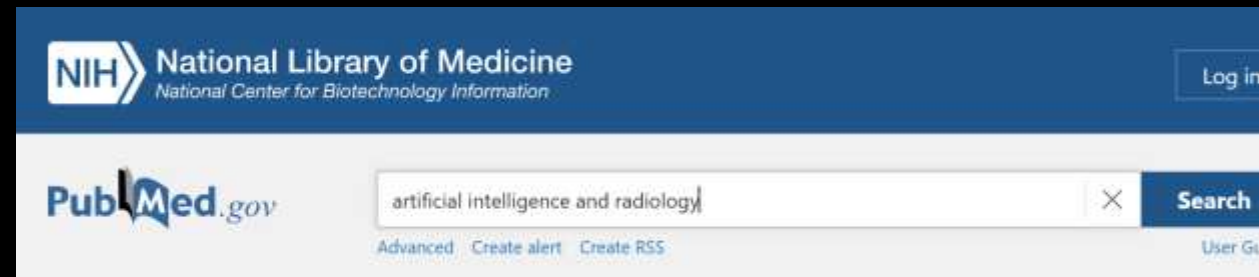
Kommunal- og
moderniseringsdepartementet

Strategi

Nasjonal strategi for kunstig intelligens

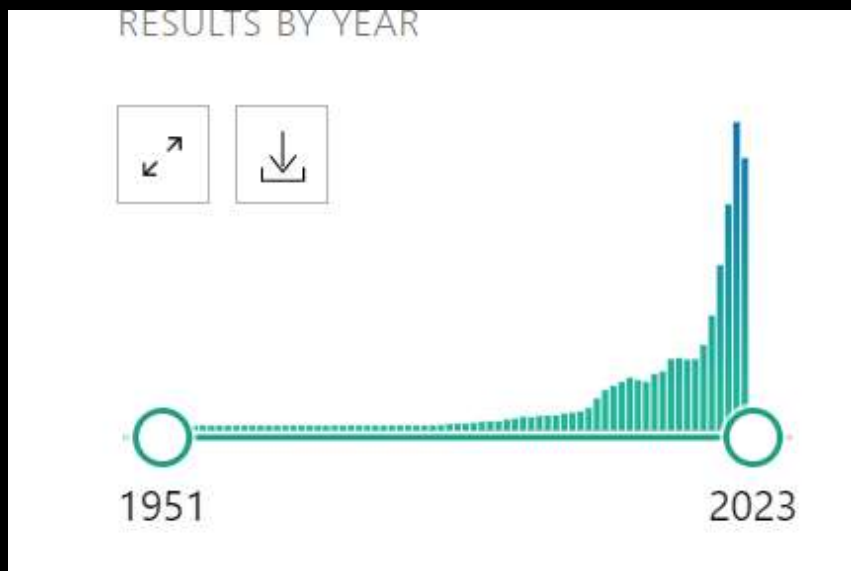


“Artificial Intelligence” og “artificial intelligence and radiology” i PubMed



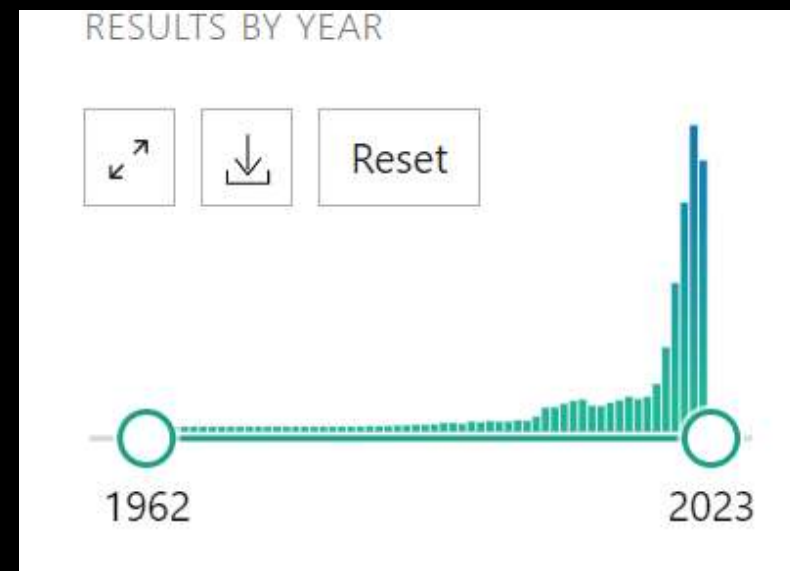
178.285 treff:

2016: 6.803
2017: 8.238
2018: 11.240
2019: 16.418
2020: 22.622
2021: 31.045
2022: 27.378



17.203 treff:

2016: 416
2017: 593
2018: 1.102
2019: 1.992
2020: 3.107
2021: 4.181
2022: 3.692



Clinical Assessment of Deep Learning–based Super-Resolution for 3D Volumetric Brain MRI

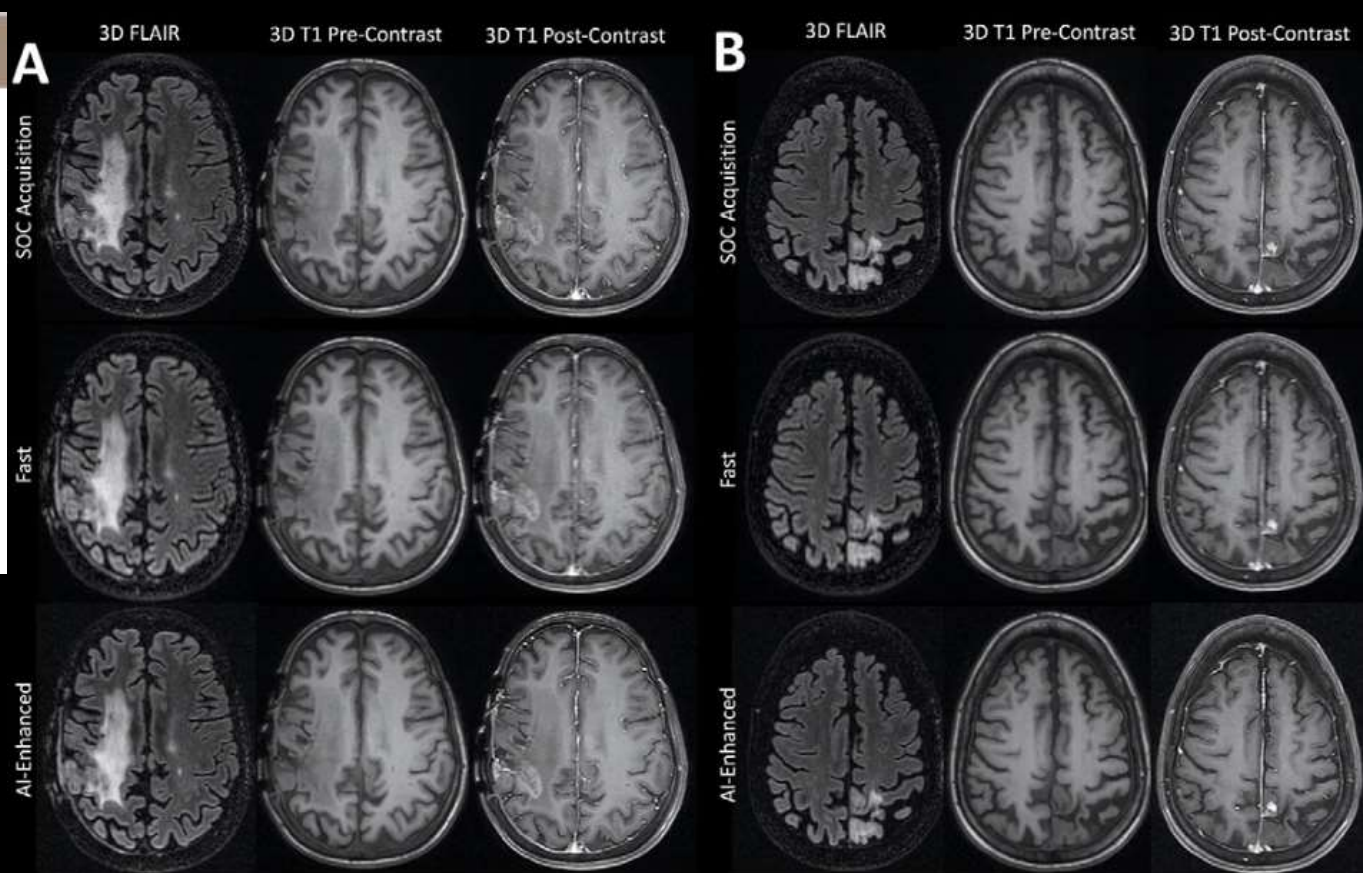
Jeffrey D. Rudie, MD, PhD • Tyler Gleason, MD • Matthew J. Barkovich, MD • David M. Wilson, MD, PhD • Ajit Shankaranarayanan, PhD • Tao Zhang, PhD • Long Wang, PhD • Enhao Gong, PhD • Greg Zaharchuk, MD, PhD • Javier E. Villanueva-Meyer, MD

From the Department of Radiology & Biomedical Imaging, University of California, San Francisco, 505 Parnassus Ave, L-352, San Francisco, CA 94143 (J.D.R., T.G., M.J.B., D.M.W., J.E.V.M.); Subtle Medical, Menlo Park, Calif (A.S., T.Z., L.W., E.G.); and Department of Radiology, Stanford University, Stanford, Calif (G.Z.). Received February 27, 2021; revision requested March 29; revision received December 13; accepted December 23. Address correspondence to J.E.V.M. (e-mail: javier.villanueva-meyer@ucsf.edu).

Authors declared no funding for this work.

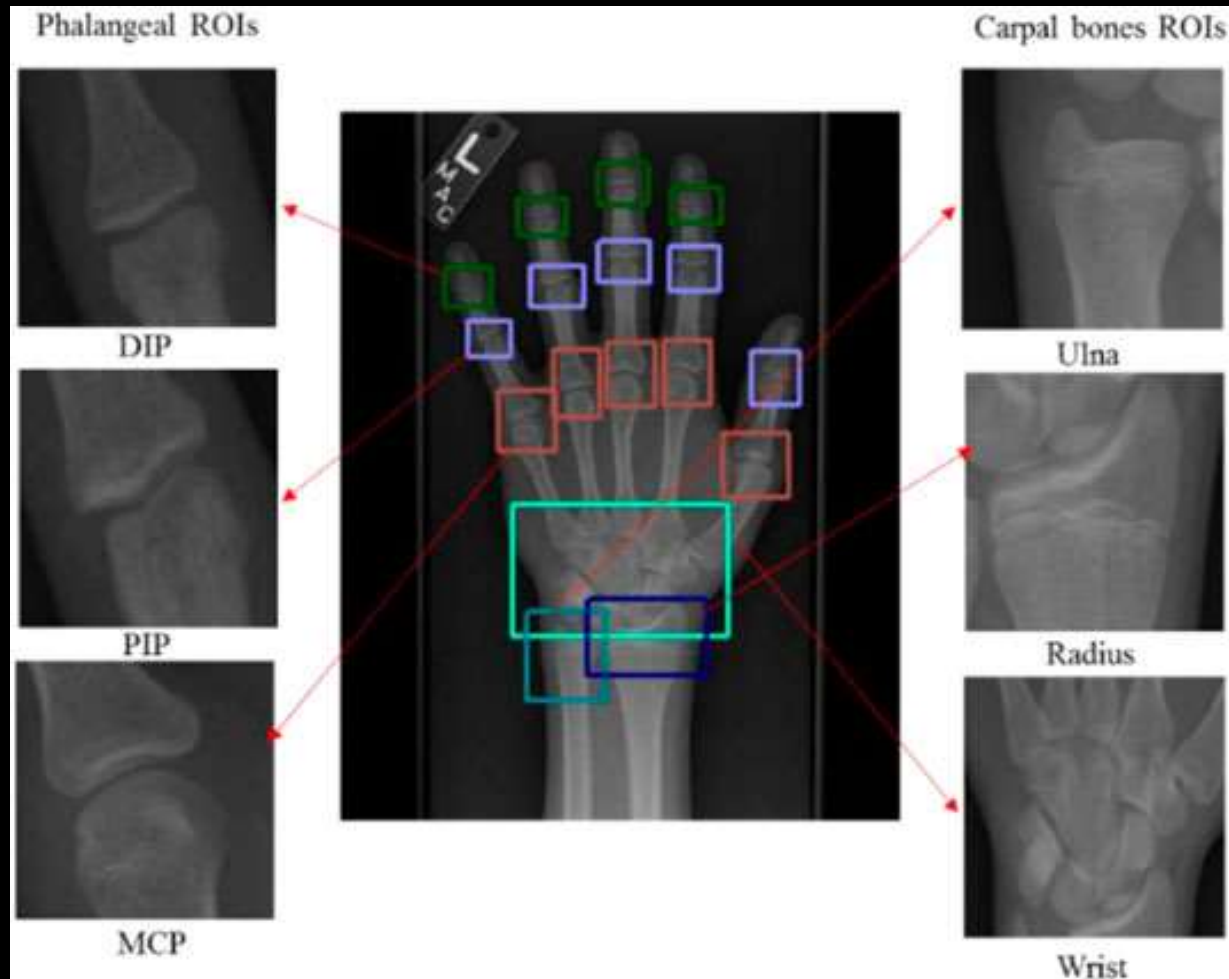
Conflicts of interest are listed at the end of this article.

Radiology: Artificial Intelligence 2022; 4(2):e210059 • <https://doi.org/10.1148/ryai.210059> • Content codes: AI MR NR

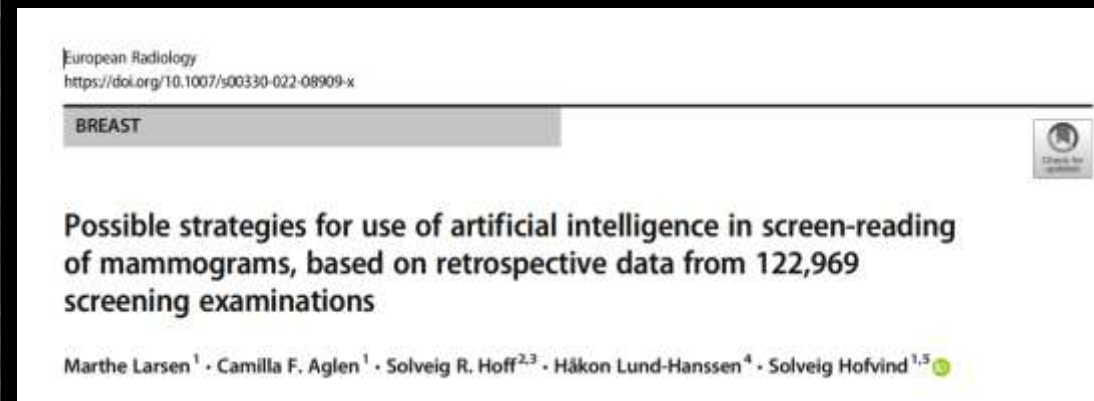
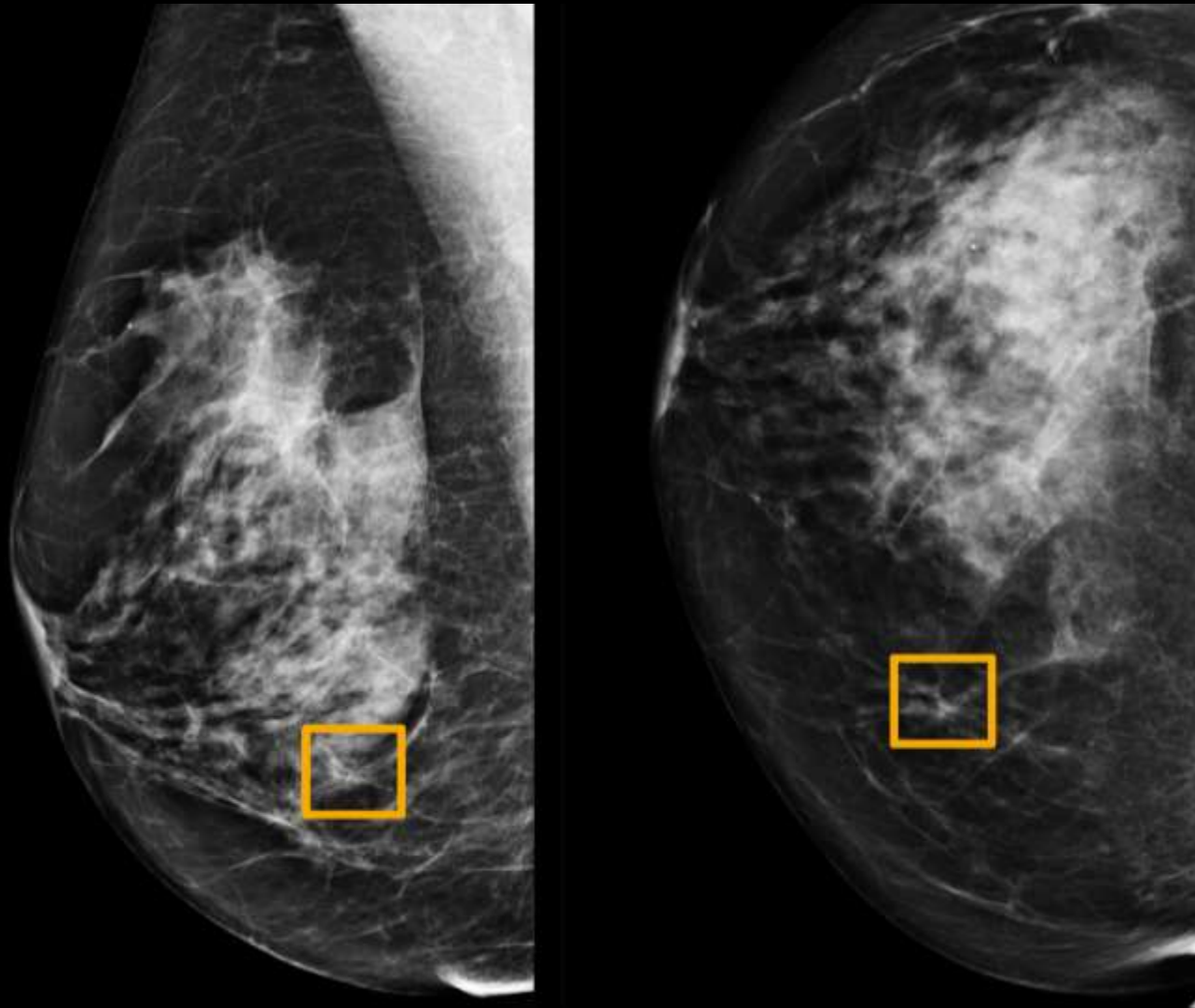


AI-based software can achieve **noninferior image quality** for 3D brain MRI sequences with a **45% scan time reduction**, potentially **improving the patient experience** and scanner efficiency without sacrificing diagnostic quality

AI verktøy for automatisk bestemmelse av skjelettalder brukes i Norge



AI verktøy i mammografiscreening – klar for innføring i Norge?



Ressursbesparende (kun en radiolog)?

Færre intervallkreft (økt deteksjon av subtile forandringer)?

• The use of artificial intelligence in combination with radiologists has the potential to identify negative screening examinations with high precision in mammographic screening and to reduce the rate of interval cancer

Min «reise» innen medisinsk AI Ny utstyrspark HUS – hvordan utnytte dette for å sikre bedre pasientbehandling?



Aslak Aslaksen, klinikkdirektør radiologisk avd, HUS



Leder av MMIV 2017-19:
Fysiker Renate Grüner



Direktør Helse-Bergen:
Eivind Hansen,
styremedlem TMS

Rektor UiB: Dag Rune Olsen



Styreleder TMS,
Stener Kvinnslund



Mohn Medical Imaging and Visualization Centre
(åpnet des 2017)

Core research areas/PIs at MMIV per 2022

Machine learning/AI (PIs A & A Lundervold, E Hodneland, H Bartsch)



Gynecologic Cancer Imaging (PIs I Haldorsen, C Krakstad, E Hodneland)



Visualization (PIs N Smit, H Hauser, S Bruckner)



Neuromaging (PIs K Specht, L Oltedal, R Grüner, F Riemer)



Research-PACS/digital biobank/work-flow integrated ML

(WIML) (PI H Bartsch, A Lundervold, E. Hodneland)



National network for precision imaging and machine

learning (PRESIMAL) (E Eikefjord, K Berg K, I Haldorsen,

A Lundervold, N Smit, Myhrvold E)



MMIV

Samlokalisert (siden 2019) i 5. etg. Ulriksdal
(>40 kontorplasser+møterom)

Tett samarbeid
mellom forskere ved
UiB og HUS og
Høgskulen på Vestl.



Mohn Medical Imaging and Visualization Centre

Dagen etter kreftoperasjonen kunne
Tordis dra hjem. Da var hun
ferdigbehandlet.

Nye metoder ved Haukeland gjør at kvinner med gynekologisk kreft får
skreddersydd behandling. Det gir dem et bedre liv og mindre plager etterpå.

Oppdatert 25. september 2019



BLE KJAPT FRISK: Tordis Hareide (84) hilser på legen som opererte henne for ni måneder siden, overlege
Kathrine Woie på Kvinneklinikken. 84-åringen er imponert over at det gikk så kjapt å få henne kreftfri. Foto: Marita

Slik kan kunstig intelligens endre bildemedisinen

– Generative Adversarial Networks (GAN) er det «neste store» innen
radiologi og kommer til å forandre måten vi utfører medisin på, sier
professor Bradley Erickson fra Mayo Clinic. Han mener vi er på vei mot
«hyper-personalisert» medisin.

Dagens Medisin

Publisert: 2019-12-10 13.12

Målfrid Bordvik

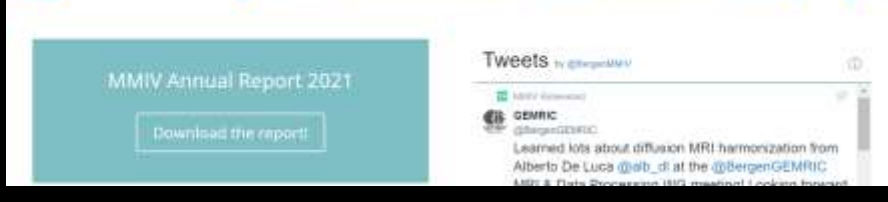
malfrid.bordvik@dagensmedisin.no





Samler radiologer/leger, fysikere, matematikere, datavitere/visualisering, psykologer, molekylærbiologer, master- og forskerlinjestudenter

Årlig MMIV konferanser med >150 deltakere, 180 vitenskapelige publikasjoner (siden 2018)



MMIV Conference 2022

December 8-9, 2022

Welcome to the fifth annual MMIV conference, held in collaboration with **PRESIMAL**. The conference's theme is **patient-centered AI and imaging methods that are advancing medicine**, and we have an exciting program and an excellent line-up of speakers.

The conference will be held at Grand Bergen and is open to everyone. There is no admission fee, but registration is required.

Please register before 24.11.2022:



Karl Øyvind Mikalsen
Associate Professor, UiT, The Arctic University of Norway



Helga Brøgger
Helga Brøgger, Norwegian Society of Radiology and Norwegian Board of Health Supervision



Leif Oltedal
Associate Professor, Radiologist, University of Bergen



Thomas Langa
Chief Scientist at SINTEF Digital Trondheim



Odd Helge Gilja
University of Bergen



Stig Urheim
University of Bergen



Andreas Tulipan
University of Oslo



May-Britt Tessem
Norwegian University of Science and Technology



Tone Bathen
Norwegian University of Science and Technology



Henkjan Huizman
Radboud UMC



Dorota Goplen
Haukeland University Hospital



Bjoern Menze
University of Zurich



Kyrre Eeg Emblem
Oslo University Hospital



Jan Bylika
Masaryk University and IAB



Anagha Joshi
University of Bergen



Sushma Nagaraja Gretscheid
University of Bergen.



Patrick Friedrich
Research Centre Jülich



Asta Kristine Håberg
Norwegian University of Science



Giulio Brancati
University of Pisa

Presisjonsavbildning ved gynekologisk kreft – bildene som gjør en forskjell

Avansert bildediagnostikk:

- del av primærutredning
- styrer behandling
- viktig forskningsverktøy



Gynekologisk kreftpasient

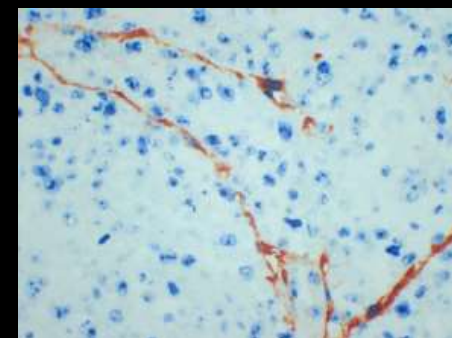
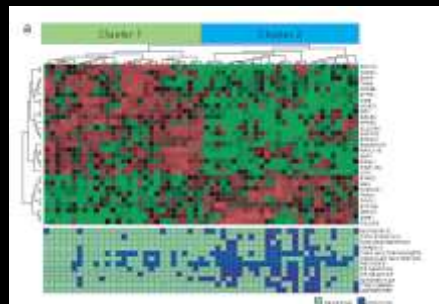
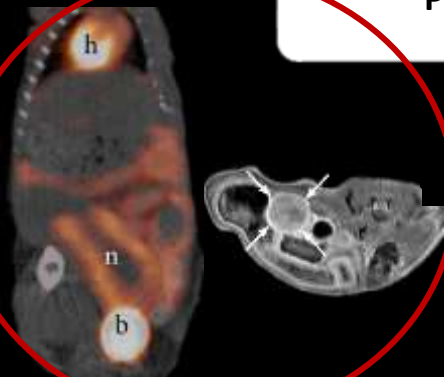
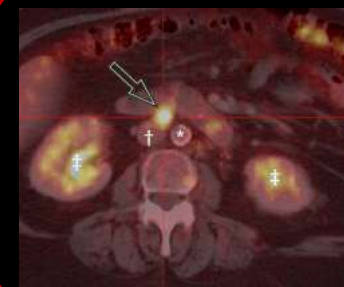
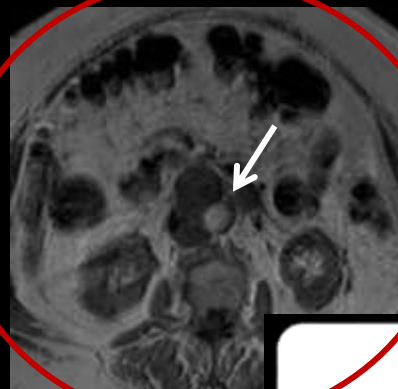
Kliniske studier

Preoperativ bildediagnostikk

Prekliniske studier

Biopsi og kirurgi →
Vevsprøver til biobank

Molekylær og genetisk testing



Preoperativ avbildning av pasienter med gynekologisk kreft v. Haukeland



MR
(n~1200)

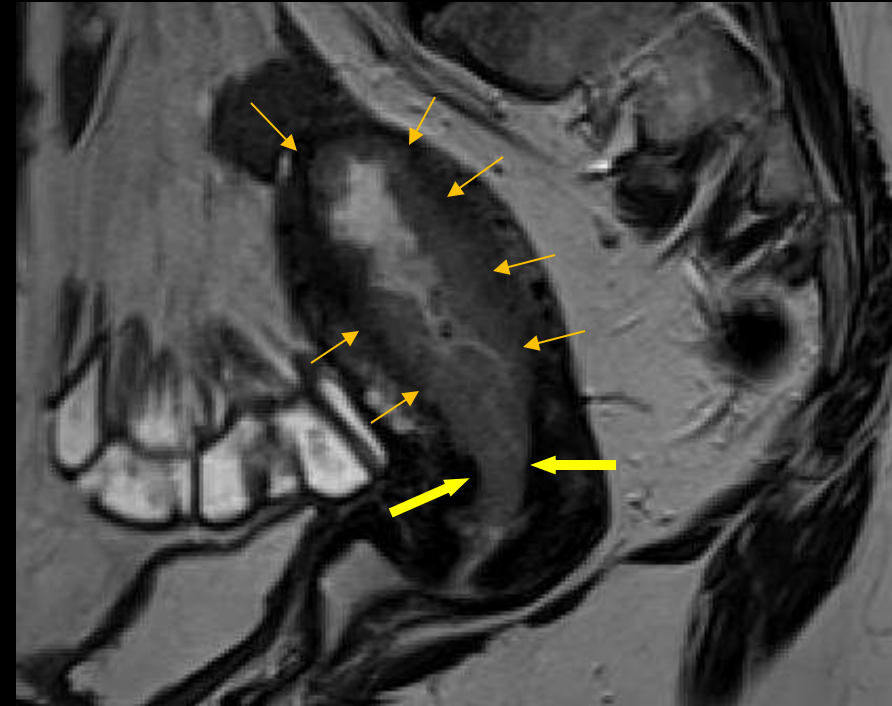
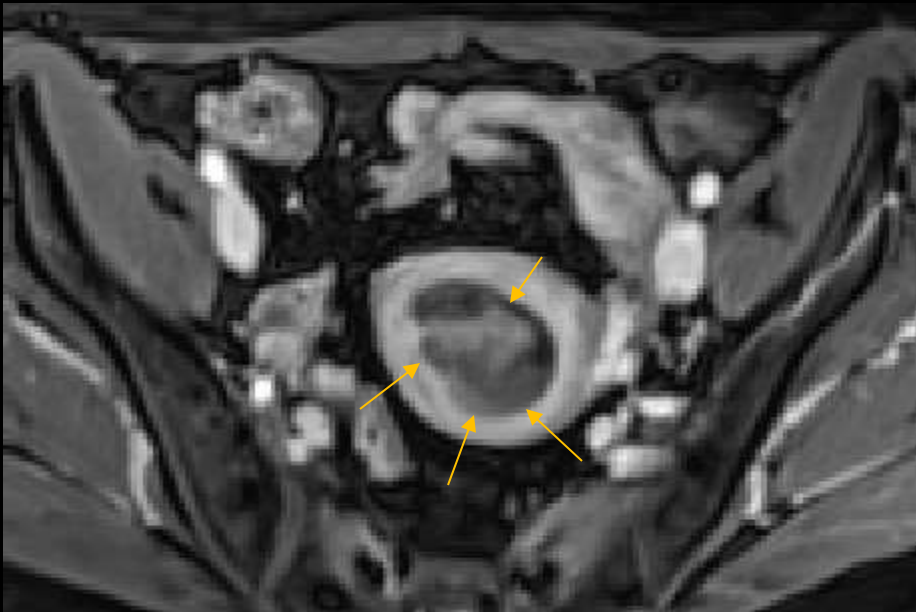


PET-CT
(n~800)



MR for «Kari» (56 år) med livmorkreft

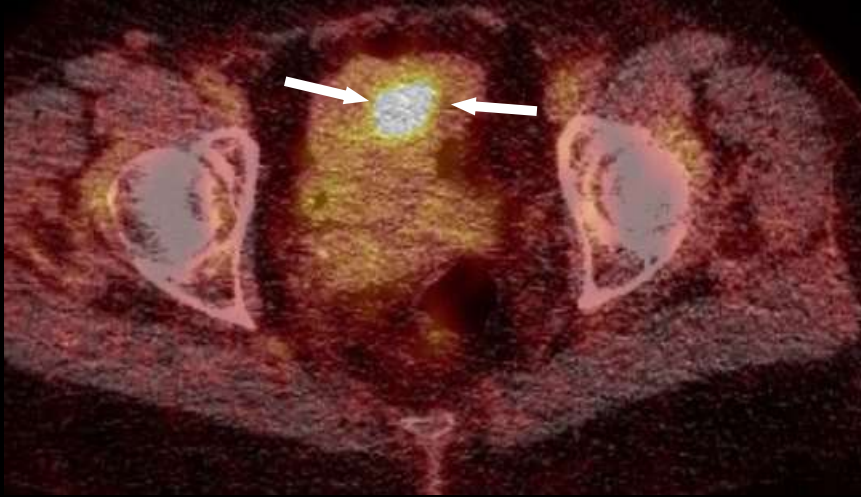
- MR: stor svulst i livmor
- MR: nedvekst til livmorhalsen



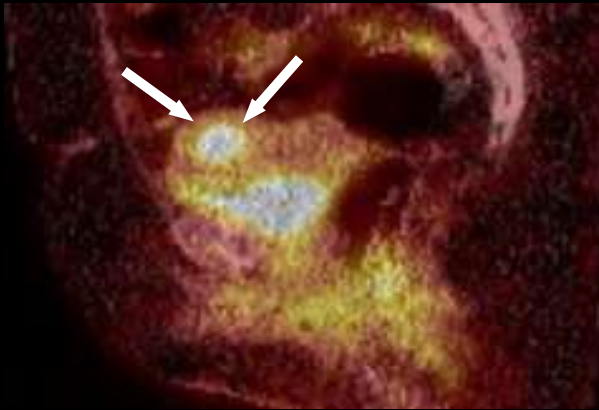
«Hissig» kreftform →

- utvidet kirurgisk inngrep
- strålebehandling og cellegift
- bedre utsikter til overlevelse

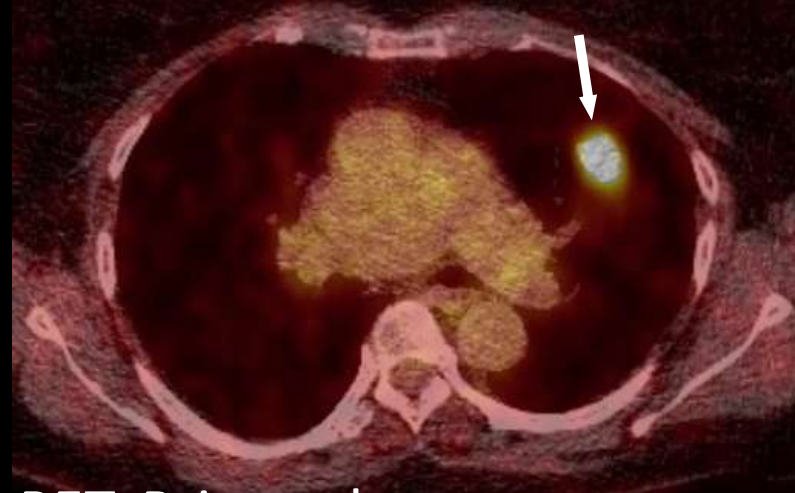
PET-CT for «Anne» (72 år) med livmorkreft



PET-CT : Lokalisert svulst i livmoren



→ «Anne» opereres først for lungecancer, så for livmorkreft



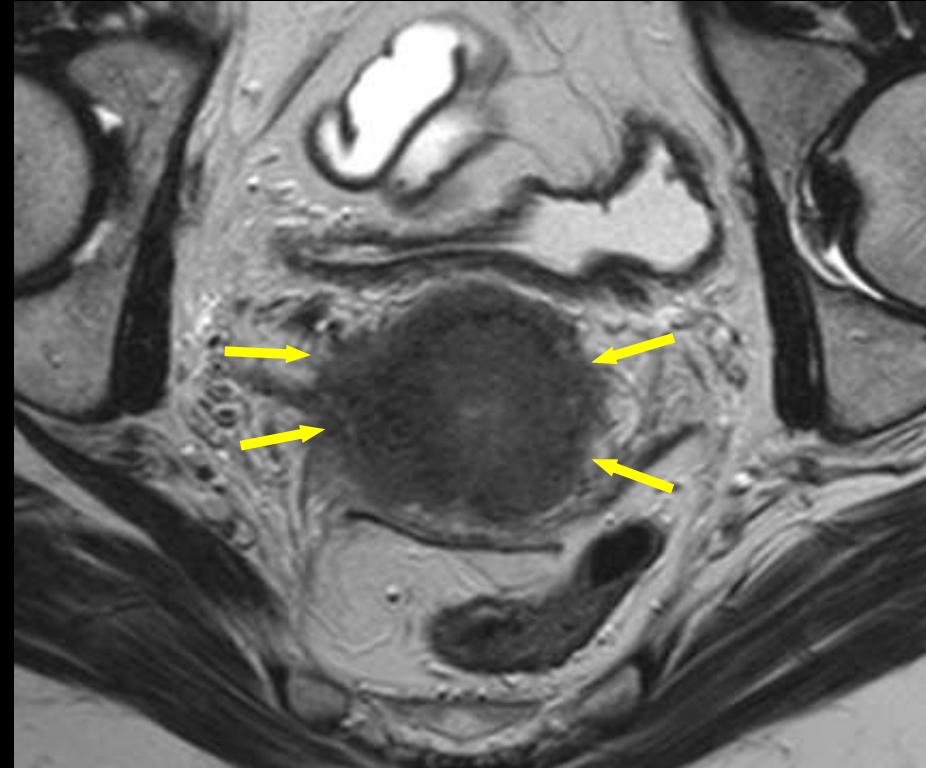
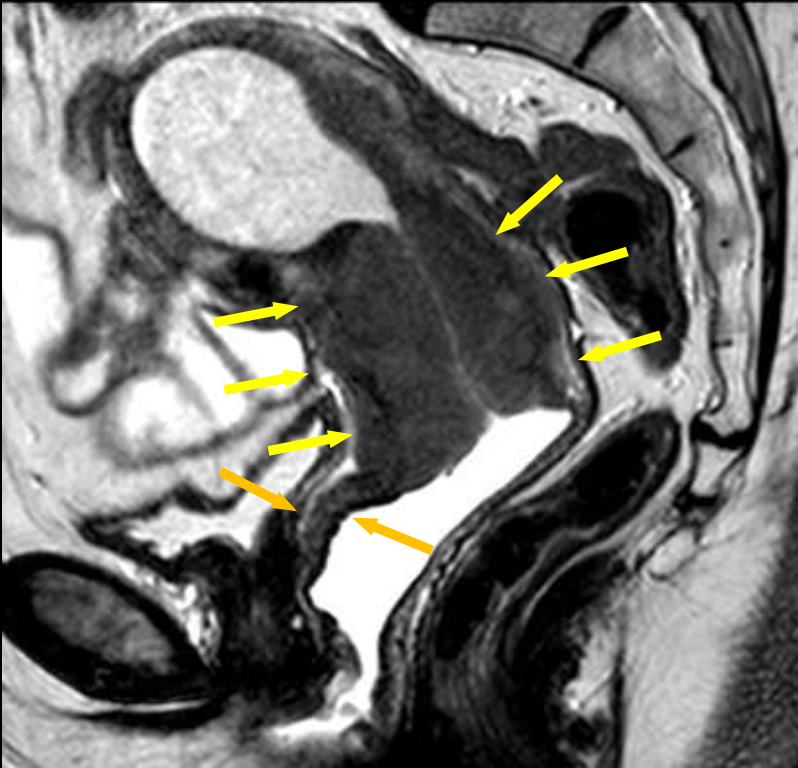
PET: Primær lungecancer m. spredning til lymfeknute



→ I live 5 år etter ferdigbehandlet

MR for «Lise» (54 år) med livmorhalskreft

Hva er optimal primærbehandling? Kirurgi eller strålebehandling?

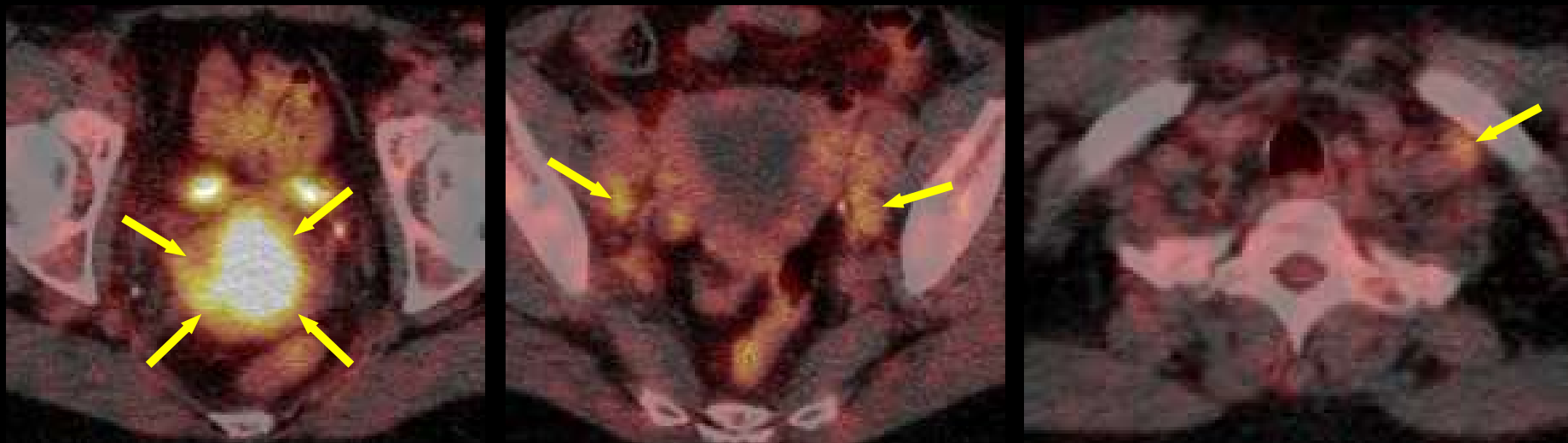


MR: Stor svulst som vokser inn i vevet omkring

→«Lise» er best tjent med lokal strålebehandling

PET-CT for «Lise» med livmorhalskreft

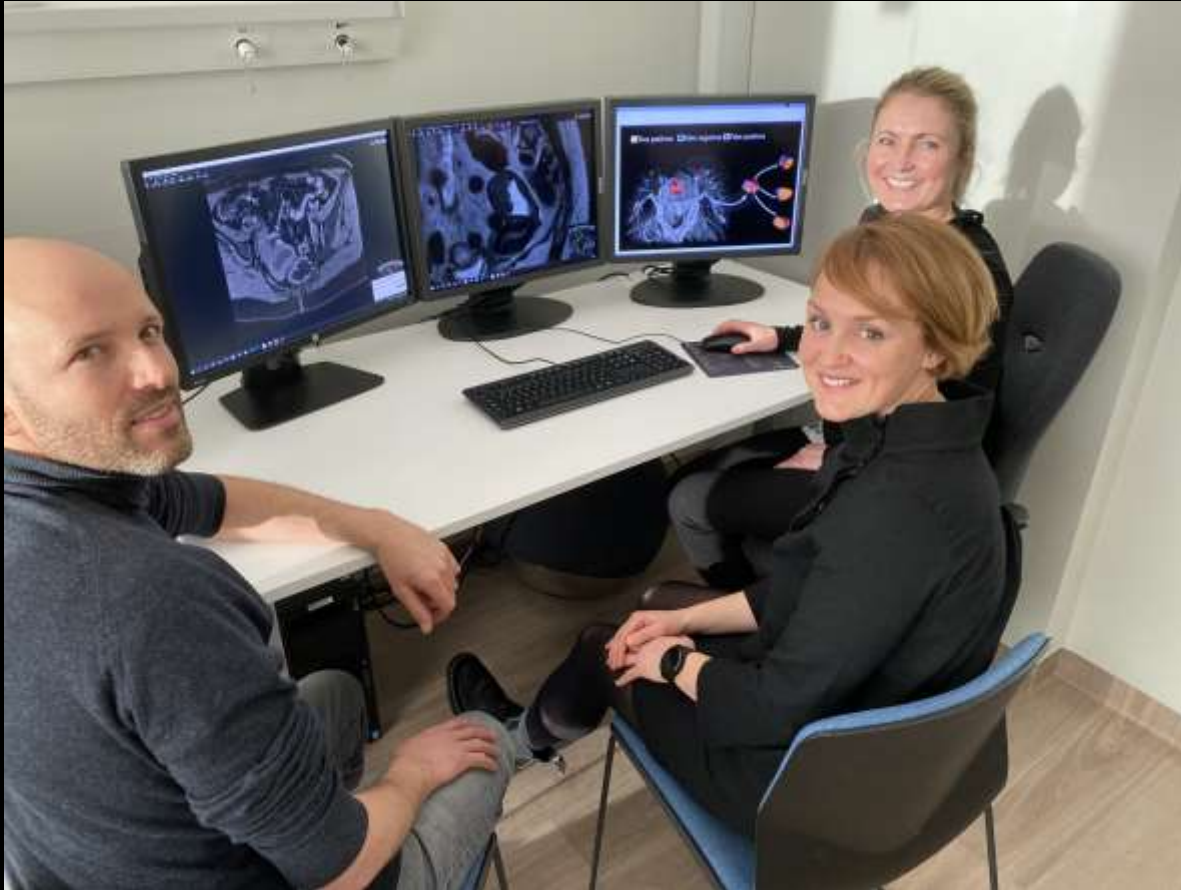
Er det aktuelt med tilleggsbehandling?



FDG-PET: Stor primærsvulst og spredning til lymfeknuter i bekkenet og på halsen

«Lise» er best tjent med stråling mot metastaser og cellegift → Frisk 7 år etter fullført behandling

Eksempel på bruk av kunstig intelligens i klinisk kreftprosjekt med samarbeid mellom unge lovende forskere ved MMIV 😊



Matematiker
Erlend Hodneland

Fysiker
Kristine Fasmer

Radiolog
Kari Wagner-Larsen



Molekylærbiolog/preklinisk
avbildning
Heidi Espedal



Molekylærbiolog/genetikk
Erling Høvik

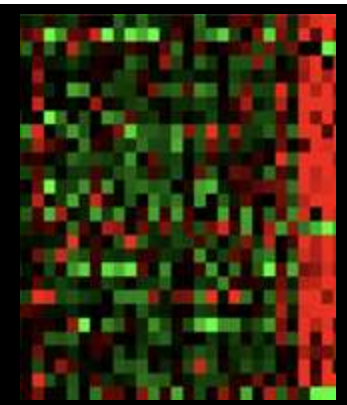
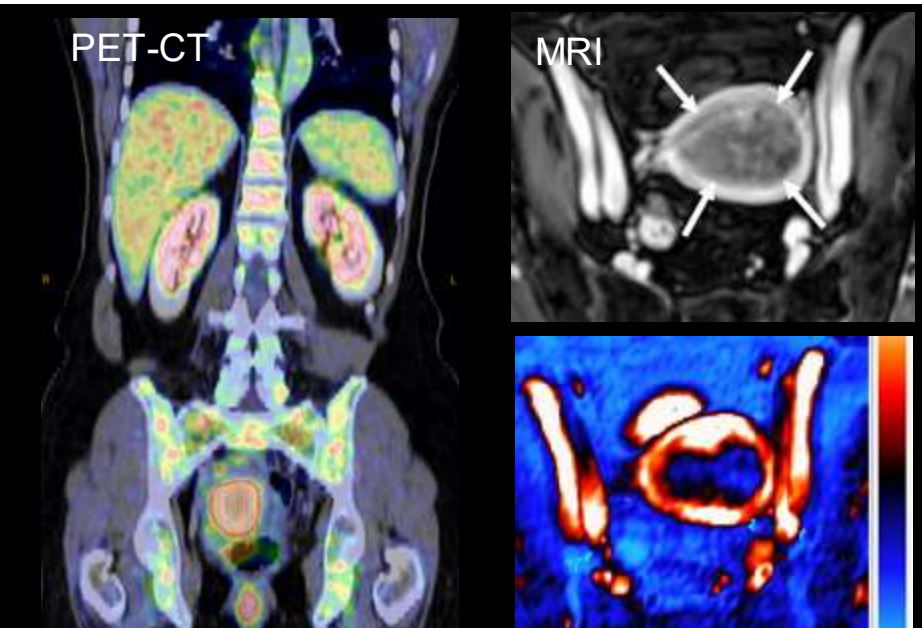


Datavitenskap/maskinlæring
Satiesh Kaliyugarasan

Alle er MMIV forskere fra
UiB/HUS/HVL

Presisjonsavbildning ved gynekologisk kreft

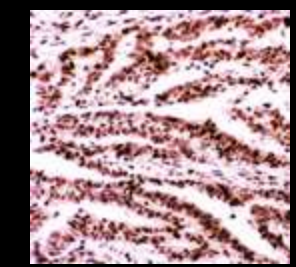
Skreddersydd behandling



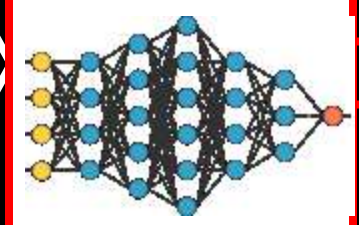
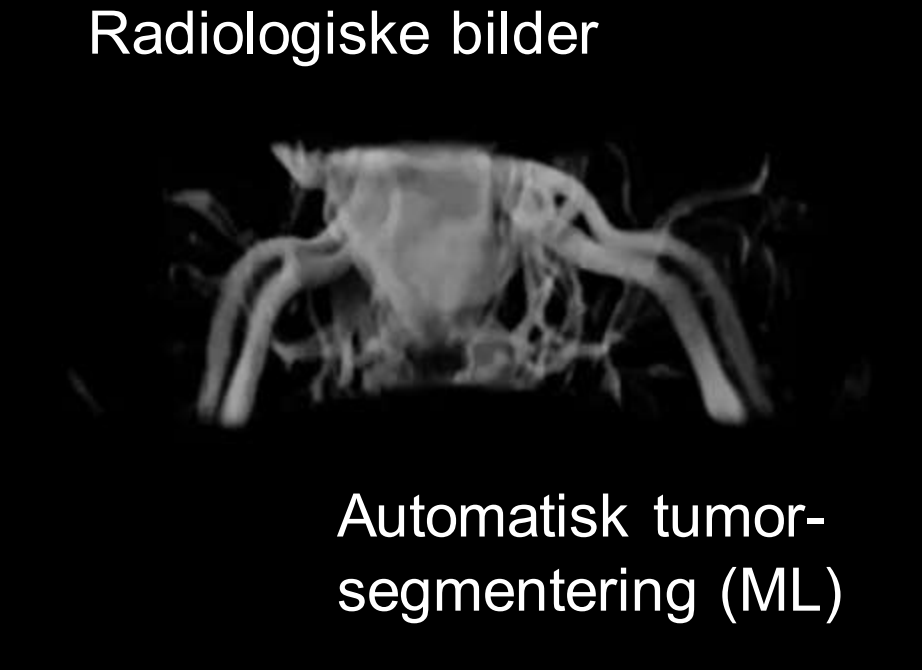
Genetiske u.s.



Blodprøver



Vevsprøver



Maskin-læring (ML)



Cellegift



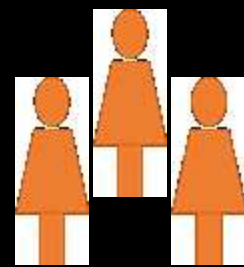
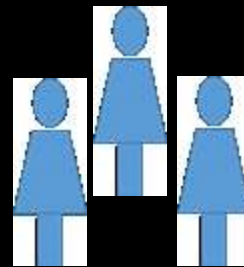
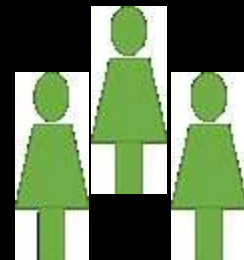
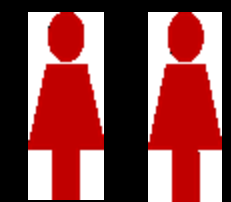
Kirurgi



Hormonbehandling



Strålebehandling



scientific reports

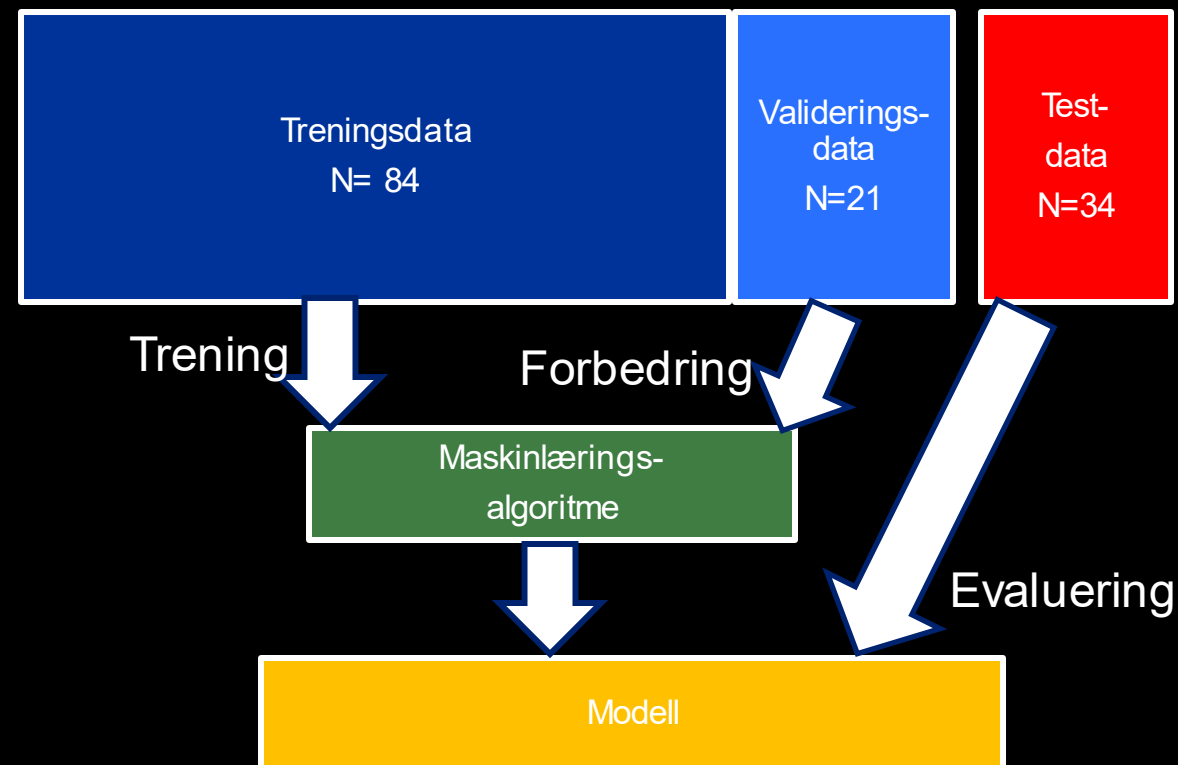
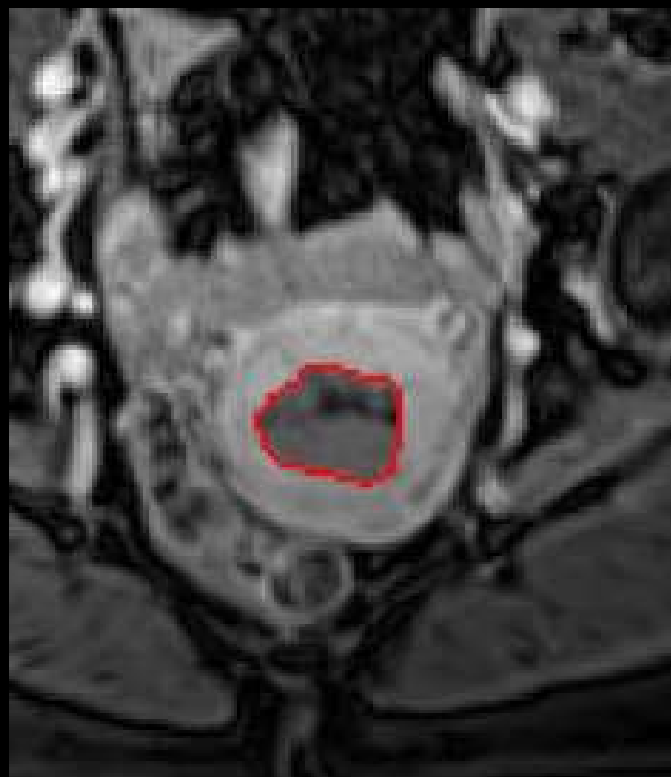
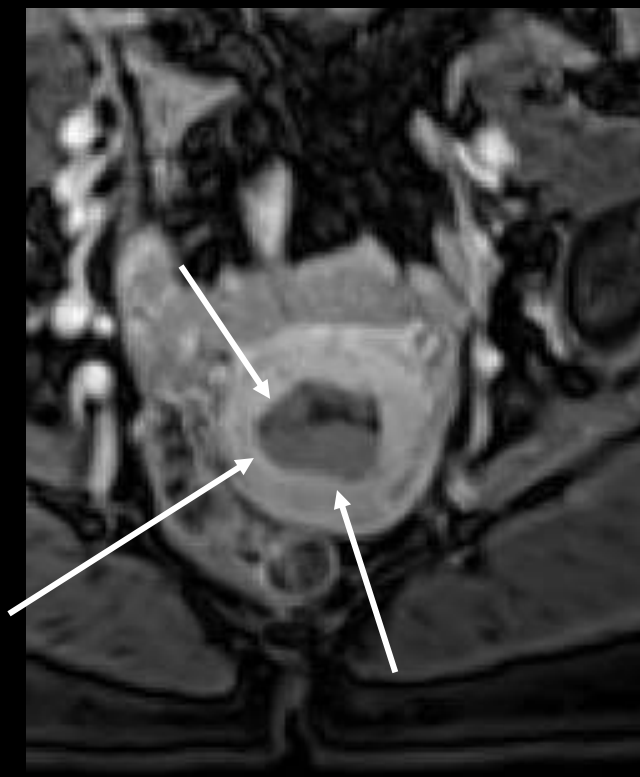
OPEN

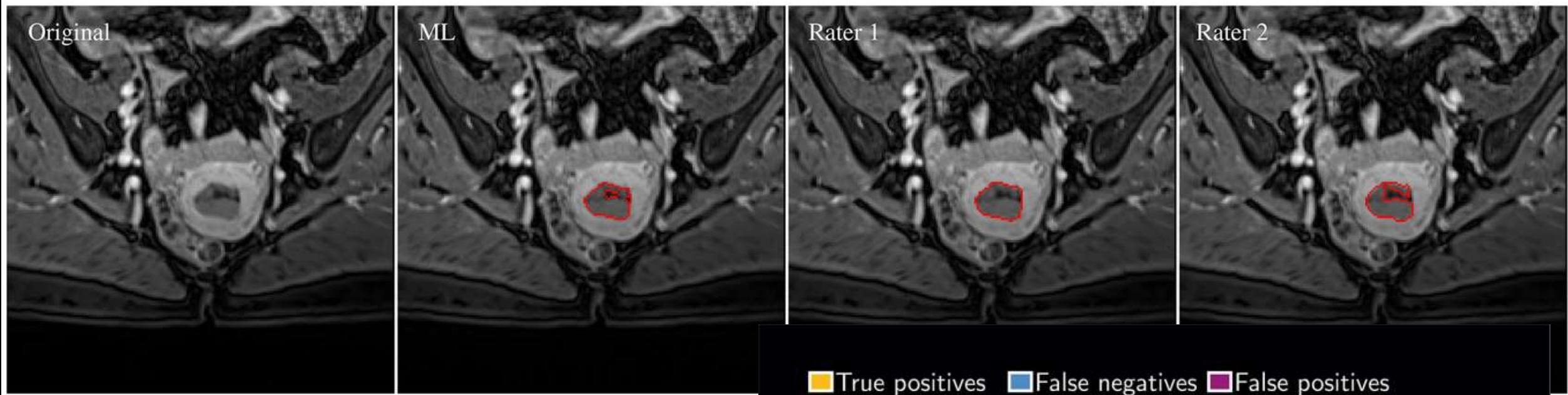
Automated segmentation of endometrial cancer on MR images using deep learning

Erlend Hodneland^{1,2,4,5}, Julie A. Dybvik^{2,3}, Kari S. Wagner-Larsen^{2,3}, Veronika Šoltészová^{1,2}, Antonella Z. Munthe-Kaas^{2,4}, Kristine E. Fasmer^{2,3}, Camilla Krakstad^{5,6}, Arvid Lundervold^{2,7}, Alexander S. Lundervold^{2,8}, Øyvind Salvesen⁹, Bradley J. Erickson¹⁰ & Ingfrid Haldorsen^{2,3}

Hodneland et al. Scientific Reports, 2021

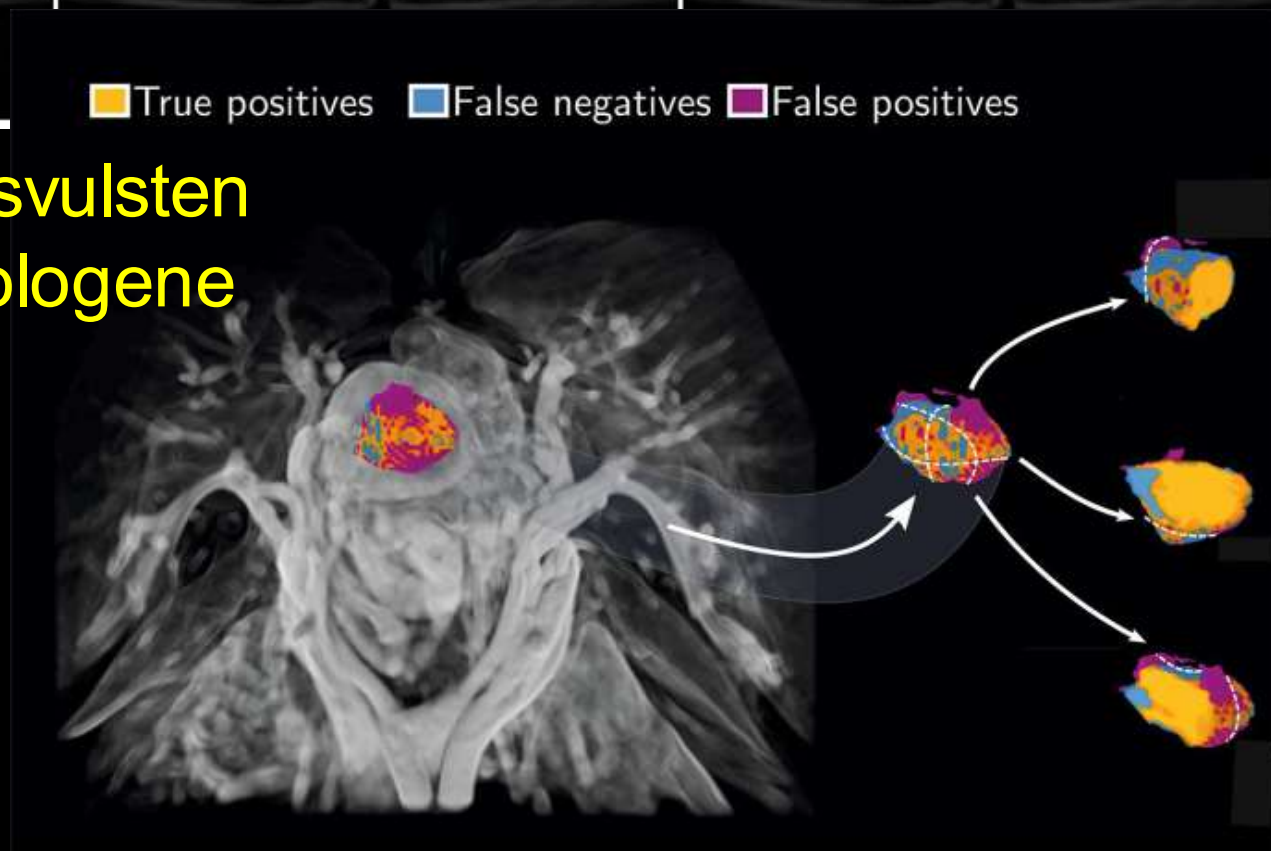
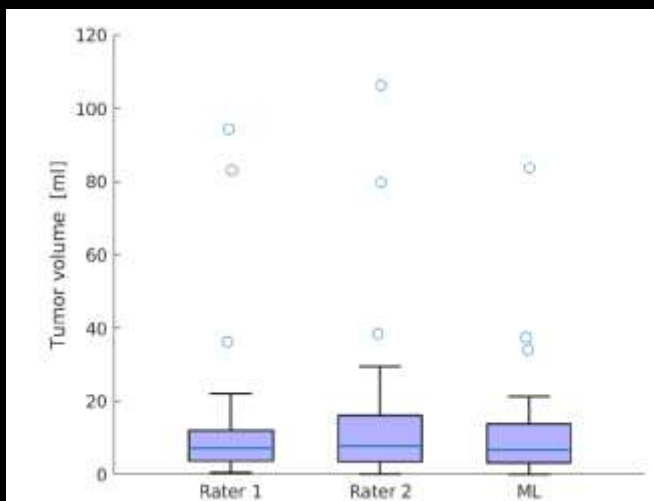
Kan man lære datamaskiner å finne og avgrense livmorkreft?





Datamaskinen lærte å tegne rundt svulsten med samme nøyaktighet som radiologene

■ True positives
 ■ False negatives
 ■ False positives





Radiologi i stadig utvikling

Helga Brøgger er leder av Norsk Radiologisk Forening. Hun er imponert over prosjektet forskningsgruppen har gjennomført.

Helga Brøgger er leder av Norsk Radiologisk Forening. Hun er imponert over prosjektet forskningsgruppen har gjennomført.



Færre plager

Generalsekretær Ingrid Stenstadvold Ross i Kreftforeningen mener også denne nye forskningen er svært spennende, og tror den vil komme oss alle til gode.



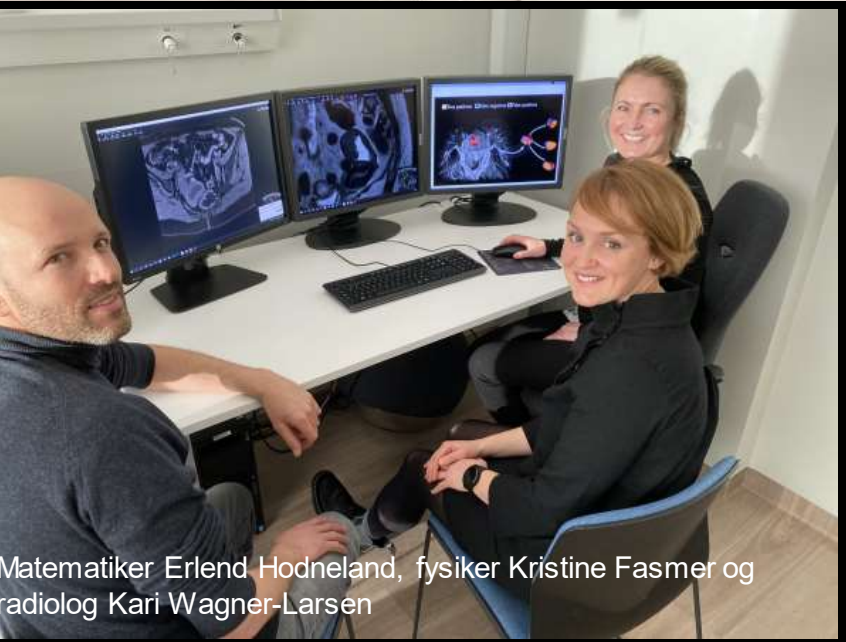
- Færre plager

Generalsekretær Ingrid Stenstadvold Ross i Kreftforeningen mener også denne nye forskningen er svært spennende, og tror den vil komme oss alle til gode.

- For den enkelte pasient betyr det at de vil få færre plager i etterkant av kreftbehandlingen fordi den blir mer skånsom og presis ved hjelp av moderne teknologi. Kunstig intelligens er fremtiden innen kreftbehandling. Den gjør at vi lettere kan oppdage kreft.

Kreftforeningen støtter ulike prosjekter innen kunstig intelligens, og Stenstadvold Ross peker for eksempel på en såkalt «chatrobot» som skal kunne trenes opp til å kunne svare på spørsmål fra pasienter like godt som en brystkreftlege.

- Det er viktig å presisere at kunstig intelligens aldri skal erstatte legene, men at det er et verktøy til å bedre og å effektivisere både kreftbehandlingen- og omsorgen. Sammen redder de liv, og gjør livet bedre for dem som lever med kreft, eller etter en kreftsykdom.



Matematiker Erlend Hodneland, fysiker Kristine Fasmer og radiolog Kari Wagner-Larsen



IMPONERT: Helga Brøgger er leder av Norsk Radiologisk Forening.

Radiologi i stadig utvikling

- Noen av suksessfaktorene for dette miljøet er tett og godt samarbeid mellom ulike fagmiljøer, i tillegg til en robust og smidig forskningsinfrastruktur.

Det sier Helga Brøgger, som er leder av Norsk Radiologisk Forening. Hun er imponert over prosjektet forskningsgruppen har gjennomført.

-Det er en styrke at slike prosjekter skjer i godt etablerte forskningsmiljøer. Det sikrer at utforskningen og utprøvingen av ny teknologi skjer i ordnede former, at prosessen er etterprøvable, har klare metodiske standarder og følger etiske retningslinjer.

Brøgger mener bruk av radiologi på denne måten er i stadig utvikling.

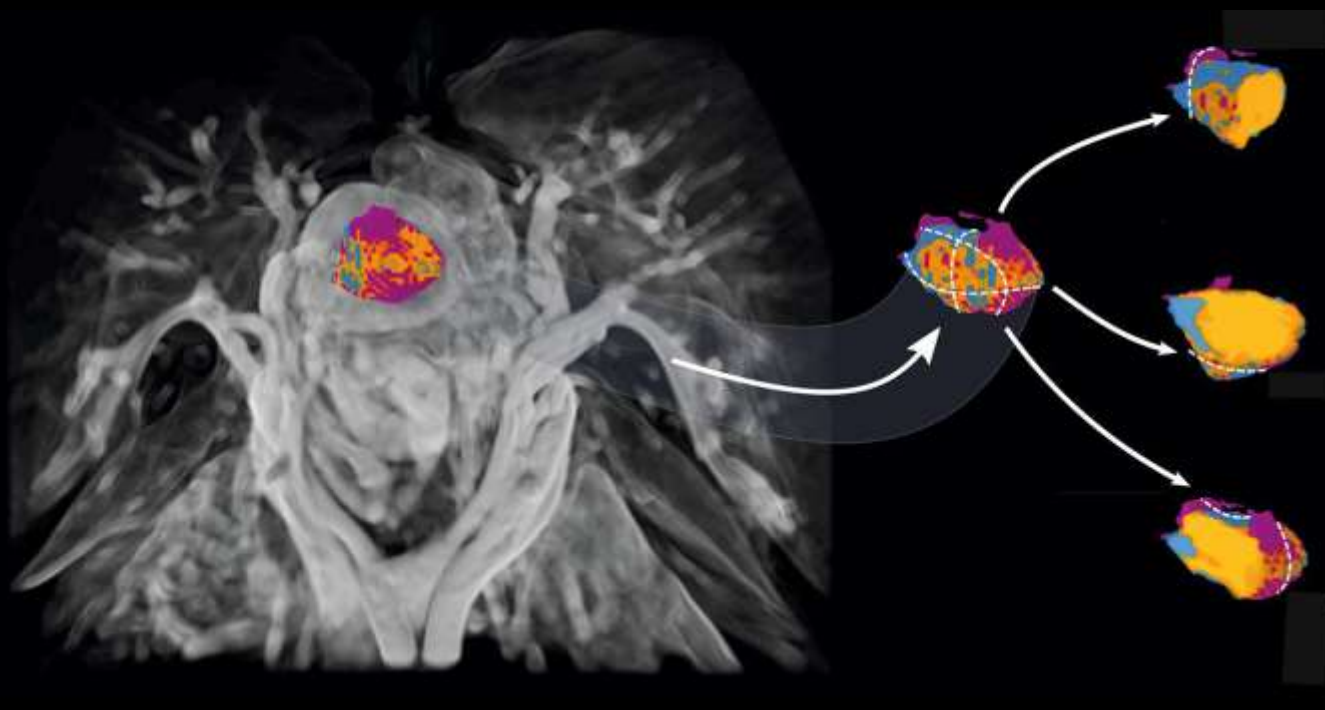
Kraftig verktøy

- Vi har så vidt begynt å ane konturene av hva denne teknologien vil bety for radiologifaget og for pasienter. Dette er kraftige verktøy som vil ha stor betydning for hvordan man yter helsehjelp i fremtiden.

Hun peker på at selv om dette er et gammelt fagfelt for matematikere og statistikere, er dette en teknologi som er uvant for mange.

- Dette verktøyet kan anvendes på mange for-

Vi har lært datamaskinen å finne livmorkreft – hvordan kan dette føre til bedre pasientbehandling?



Camilla
Krakstad
leder av BGCRG



Ingfrid
Haldorsen
leder av
BCIRG



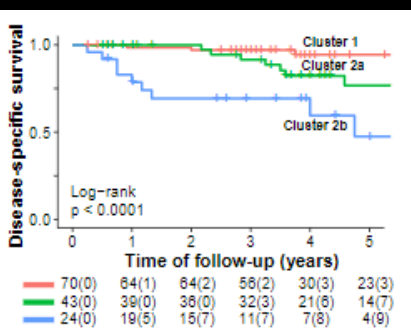
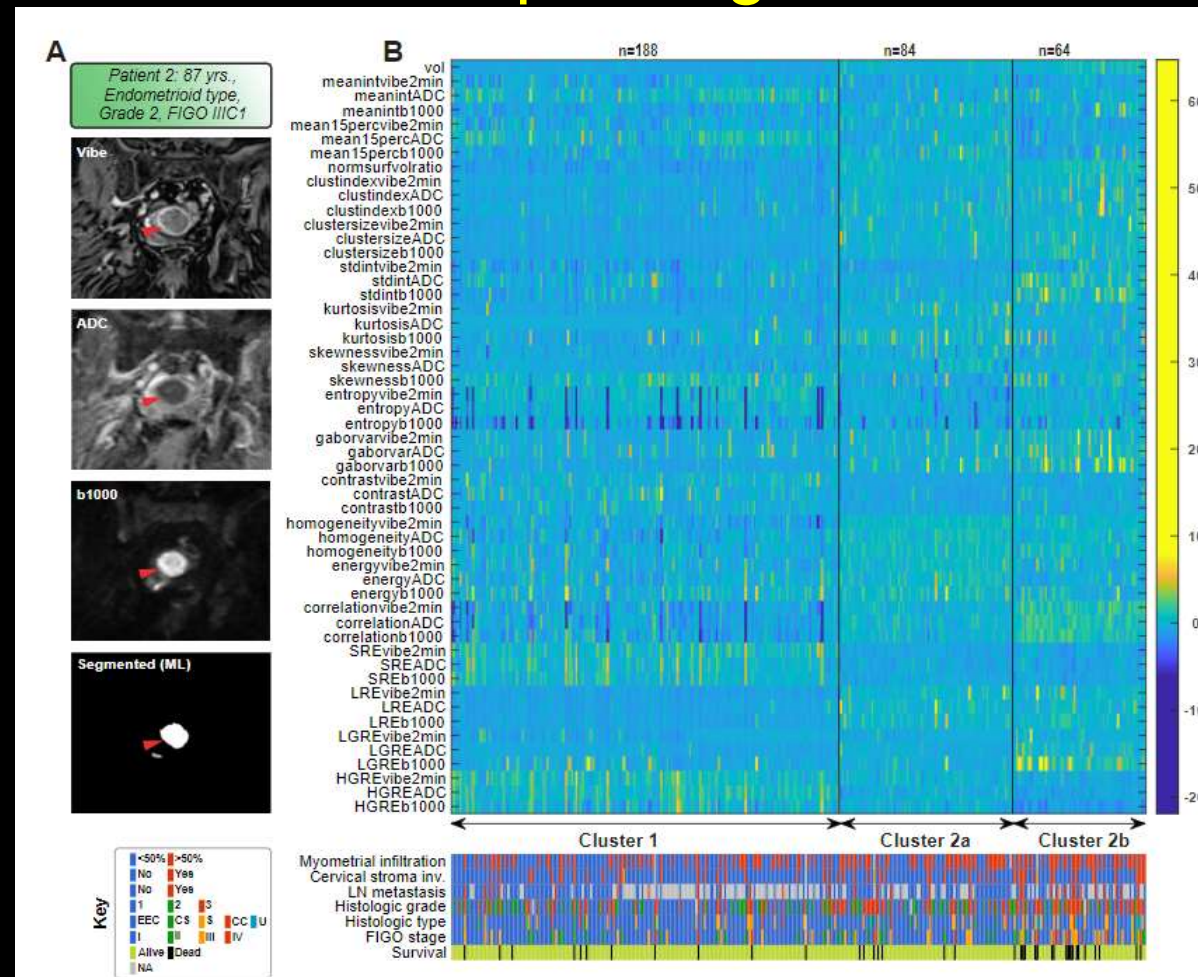
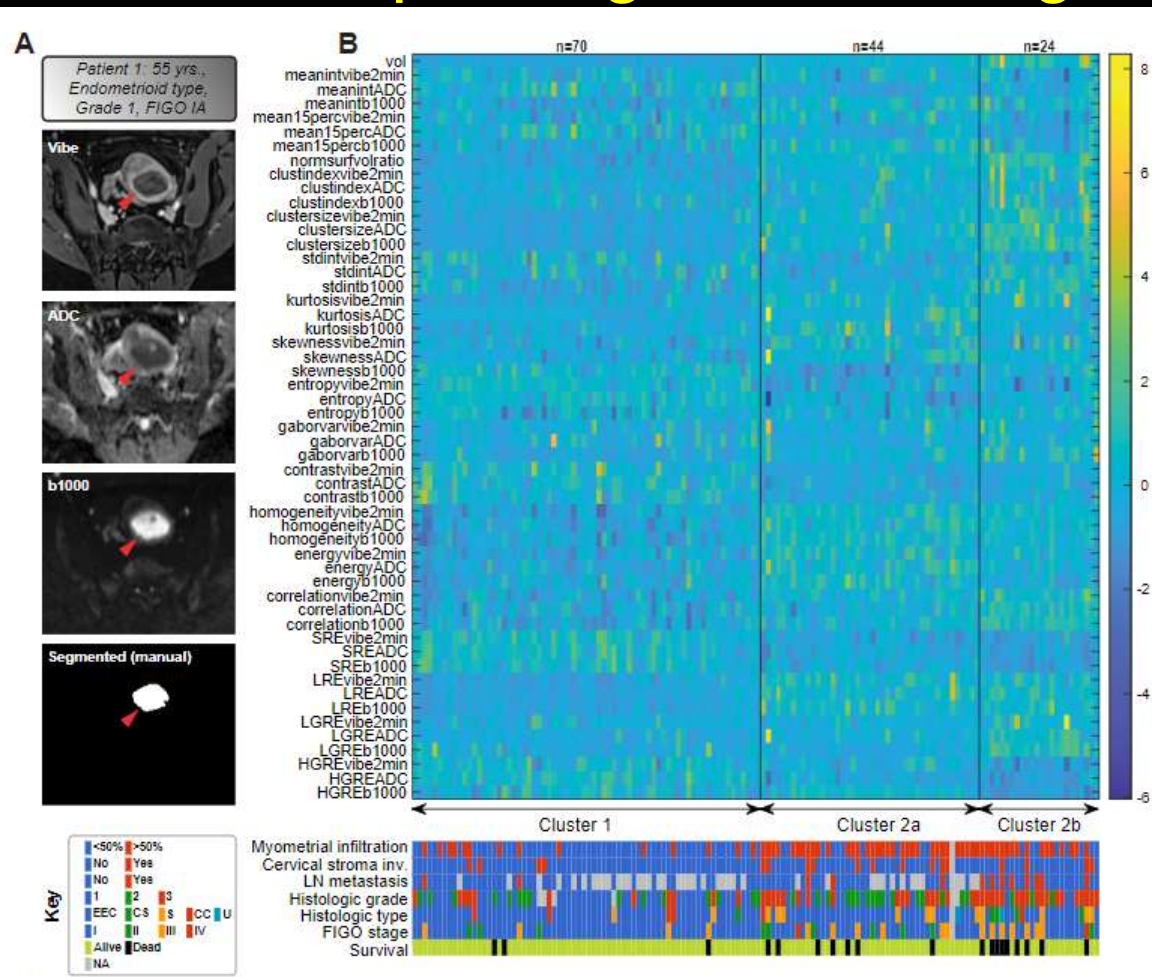
Bergen Gynecologic Cancer Research Group (BGCRG)



Bergen Cancer Imaging Research Group (BCIRG)

Radiomic profiling ved radiolog

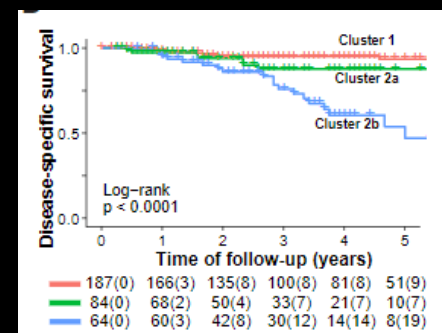
Radiomic profiling ved ML

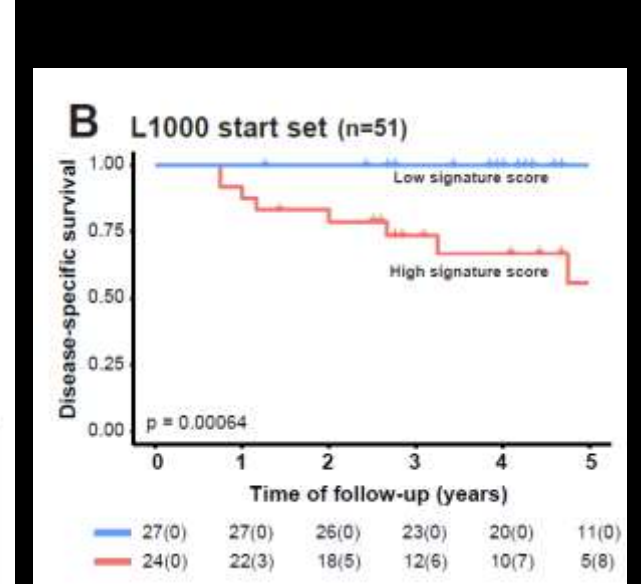
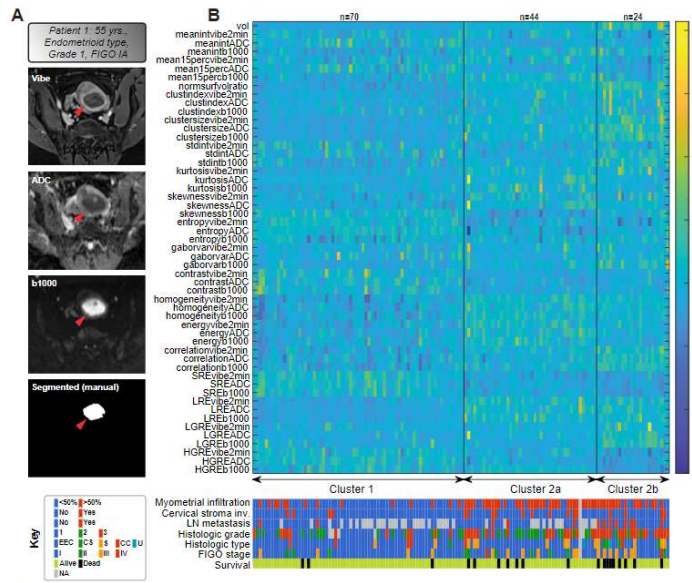
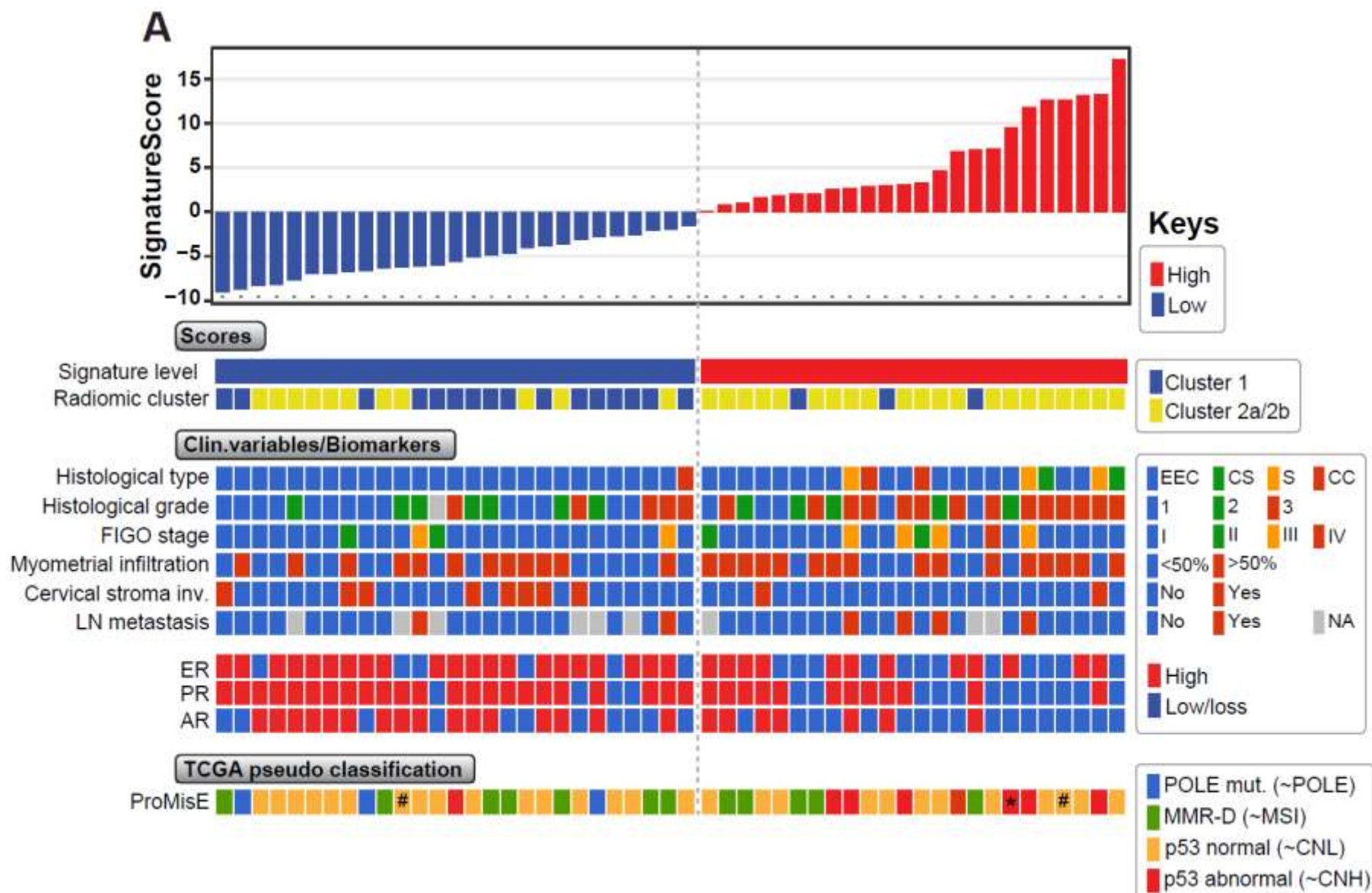


Radiomic signatur gir informasjon om forventet sykdomsforløp. Maskinen har lært å automatisk finne svulsten og identifisere de med høyere risiko for tilbakefall.



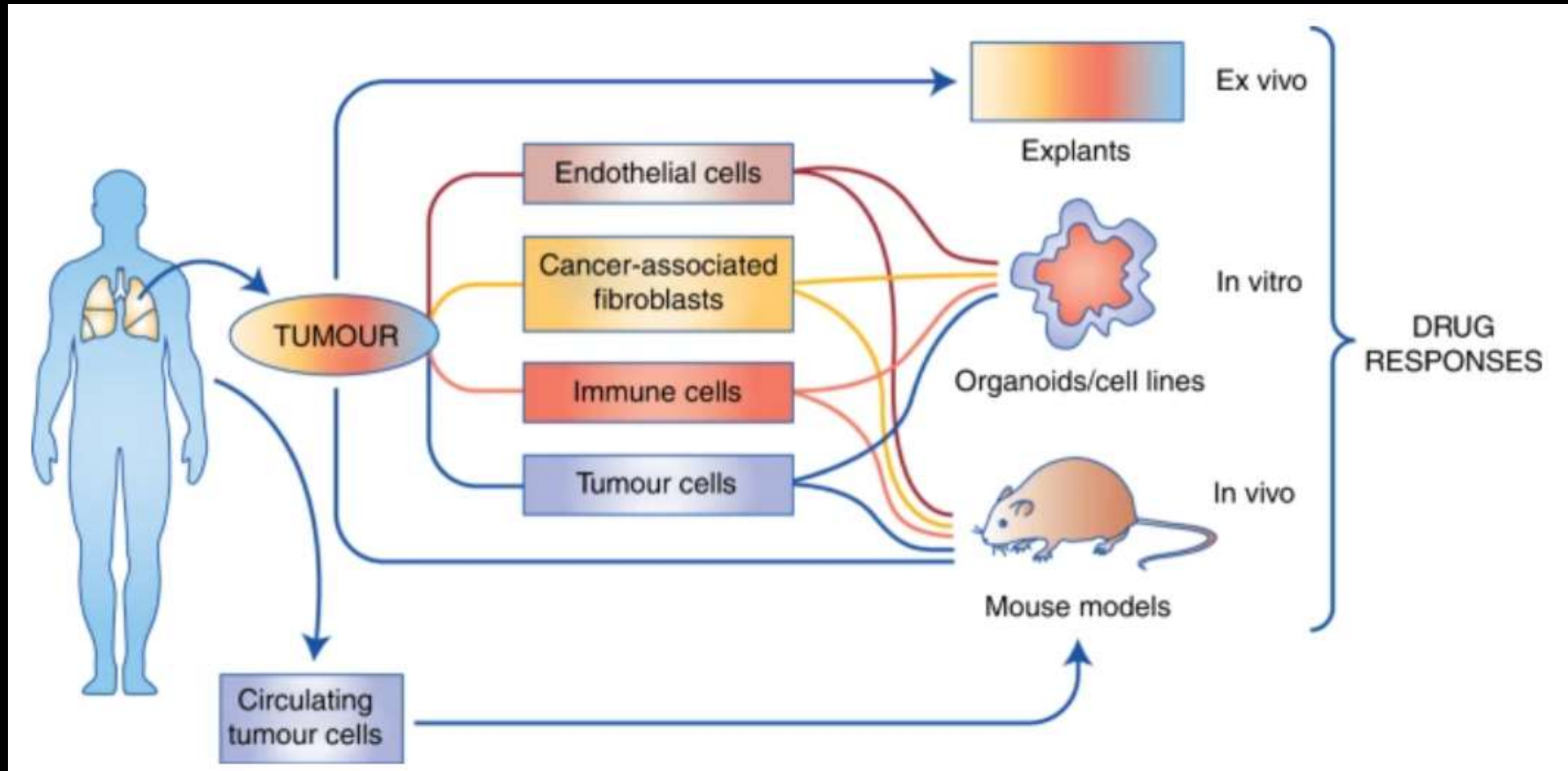
Høvik & Hodneland et al, Communications Biology 2021



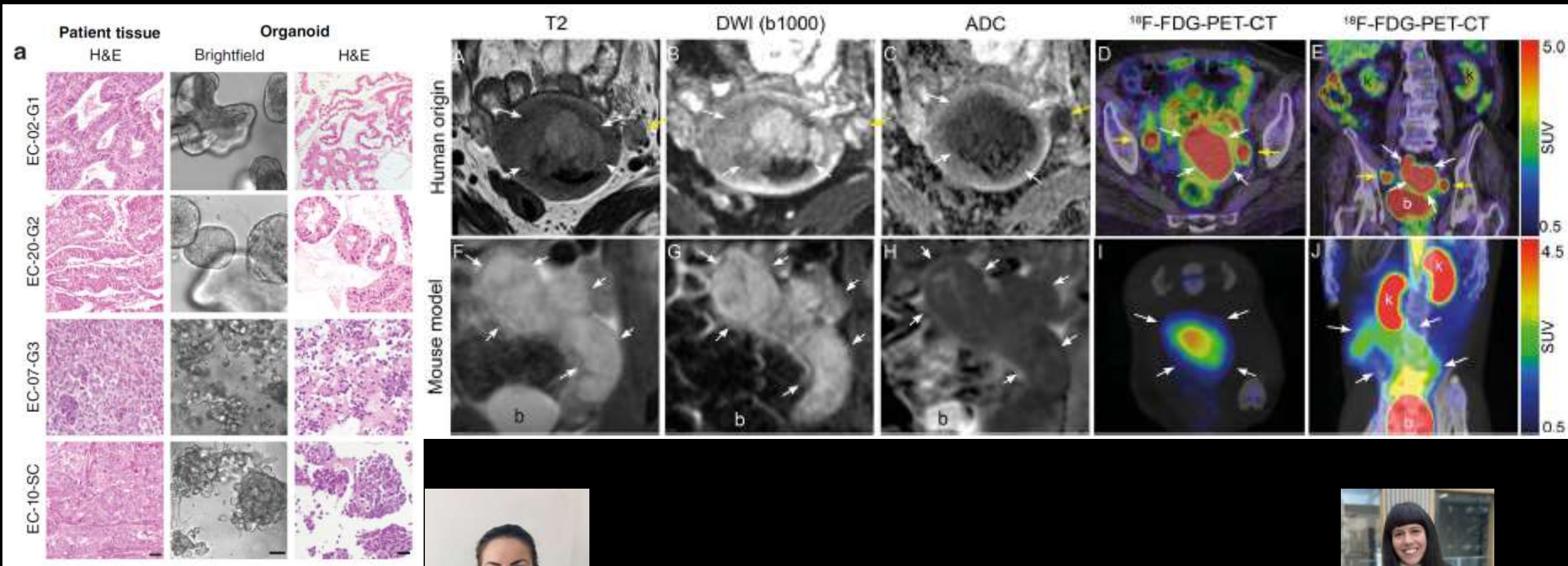


Genuttrykket i svulstene har sammenheng med bildeegenskapene og sier noe om sannsynlighet for aggressiv sykdom og effekt av målrettet terapi

Prekliniske modellsystem er nødvendig for at nyvinninger skal nå frem til klinikken...



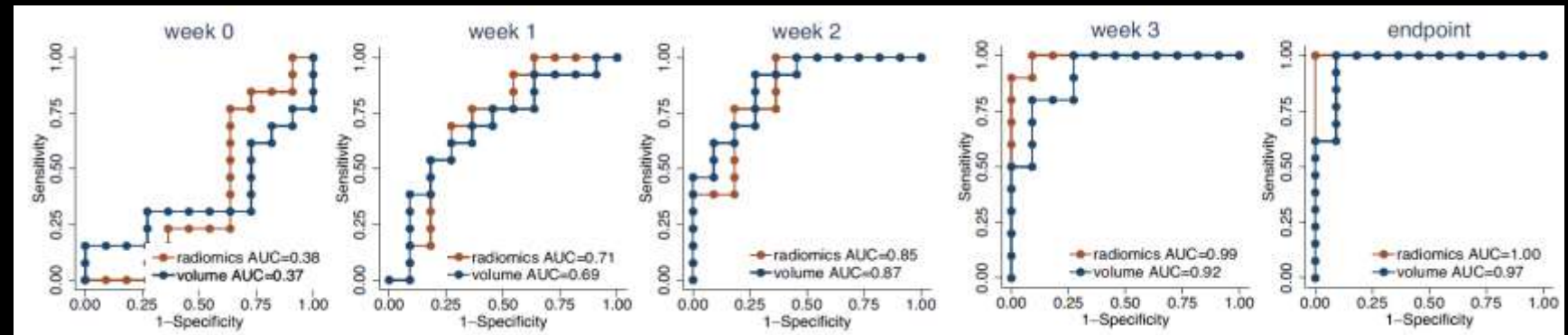
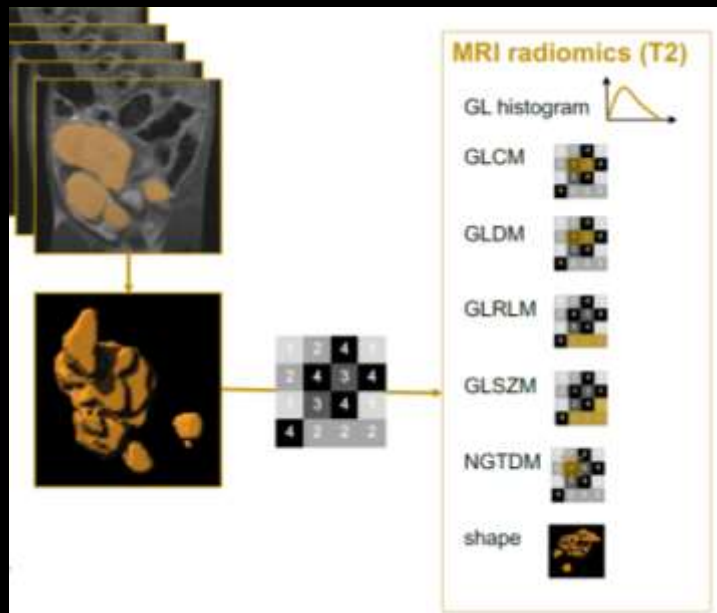
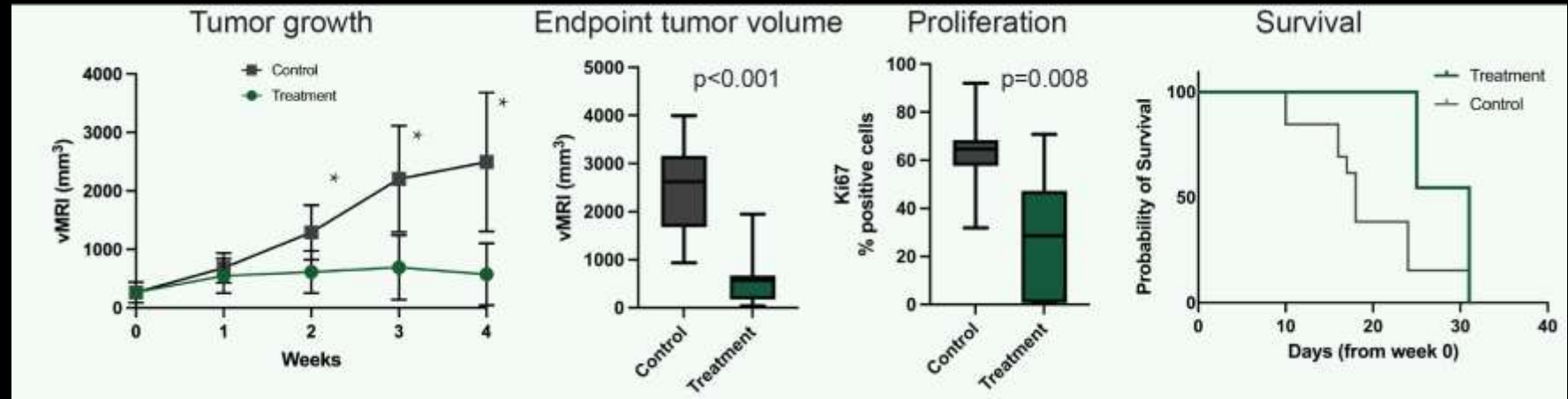
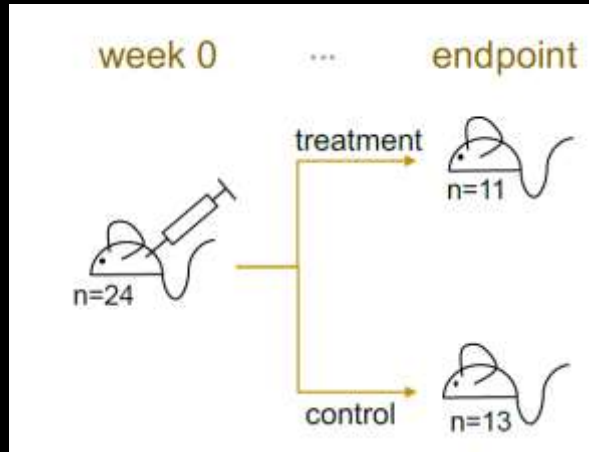
Preklinisk modell av livmorkreft likner den hos mennesker



Berg et al, Comm Med, 2021; Espedal et al. J. Transl Med, 2021



MRI radiomics detekterer tidlig tegn til behandlingsrespons i preklinisk modell av livmorkreft



Espedal & Fasmer, unpubl. Presented at ISMRM, 2022

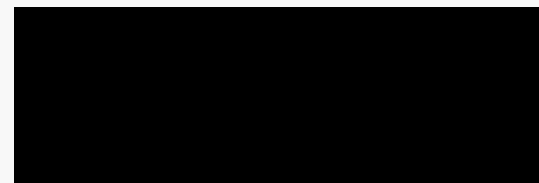


NRK dagsnytt 20. desember 2021



KONKLUSJON – Kunstig intelligens i radiologisk kreftoppfølging

- I startgruppen..
- AI- verktøy kan (på sikt) muliggjøre:
 - Bedre bildekvalitet med lik eller redusert skannetid
 - Mer effektiv arbeidsflyt/færre “kjedelige” oppgaver
 - AI-støttete diagnostiske og prognostiske verktøy
 - Mer skreddersydd behandling
 - Bedre prognose for høyrisikopasienter
 - Færre bivirkninger hos langtidsoverlevende
 - Mer fornøyde pasienter og leger/helsearbeidere? 😊
- Forutsetning for å lykkes:
 - Tett samarbeid mellom ulike fagområder
 - Etablering av infrastruktur som understøtter testing og validering av AI-verktøy i kliniske studier



The true measure of our success will be the number of people touched and transformed

Angela Ahrendts

Ingfrid Haldorsen, prof. radiologi
Mohn Medical Imaging and Visualization Centre,
Klinisk institutt 1, Med. fakultet, Universitetet i Bergen
Radiologisk Avd., Haukeland Universitetssykehus

