



I FRAMKANT  
2021/2022





# Förord

2021 var onekligen ett unikt år för oss. När pandemin resulterade i nya utmaningar avseende bemanning och ett plötsligt ökat behov av våra tjänster, slog vi samtidigt ihop våra två stora verksamheter: Karolinska Universitetslaboratoriet och Bild & Funktion bildade det nya Medicinsk Diagnostik Karolinska.

Sammanslagningen innebär många fördelar. I takt med forskning och teknikutveckling överlappar våra områden varandra alltmer samtidigt som kompetenserna blir mer beroende av varandra för att leverera en komplett medicinsk diagnostik.

Genom en ökad samordning mellan våra olika professioner kan vi uppnå en samlad, förfinad och vassare diagnostisk bedömning för varje enskild patient, vilken ofta inkluderar både rådgivning och behandling. Det är viktiga steg mot att kunna bota och lindra imorgon det ingen kan bota och lindra idag.

Vår verksamhet omfattar ett komplext panorama:

- från före födseln till efter döden
- från enskilda proteiner och gener till hela organs anatomi och funktion
- från prevention av vanliga sjukdomar till den allra mest högspecialiserade diagnostiken och behandlingen av sällsynta sjukdomar.

Medicinsk diagnostik har verkligen en avgörande roll för våra patienter under alla steg i vårdkedjan och vi kommer öka den betydelsen än mer genom forskning och utveckling i framkant. Vi är tillsammans nyckeln till framtidens sjukvård och vi ska våga utmana fasta rutiner, ändra arbetssätt och vara mer effektiva för att, steg för steg, höja kvaliteten än mer i hela vårt tredelade uppdrag – vård, forskning och utbildning.

Vården genomgår nu en spännande transformation där behandling av en sjukdom blir mer och mer skraddarsydd för den enskilda patienten. En medicinsk diagnostik i framkant är en förutsättning för att sjukvården ska kunna göra denna resa. Våra drygt 3 000 medarbetare kommer tillsammans se till att varje patient får den bästa vården utifrån sina unika förutsättningar.



*Mathias Axelsson,  
funktionschef*

## Axplock ur innehållet

2021 i siffror .....	4
Det här är Medicinsk Diagnostik Karolinska.....	6
Precisionsdiagnostik.....	8
Walking blood banks.....	11
AI öppnar nya möjligheter.....	12
Forskning leder till snabb patientnytta.....	14
Unikt vårdflöde med PET/MR och DT.....	16
Fortsatta framsteg: Gynekologisk cancer.....	18
Röntgen utifrån barnets perspektiv .....	20
Utbildning säkrar kompetens .....	22
Lärdomar från en pandemi .....	24
Det miljövänliga laboratoriet.....	26



# 2021 i siffror



**3 300** anställda



**978 000**

PCR-analyser i egen regi (även samordnat provtagningsprocesser för samtliga 2,1 miljoner analyser i Region Stockholm)



**323 000**

undersökningar inom radiologi



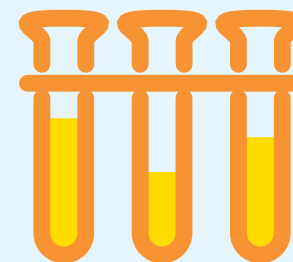
**34 000**

MR-undersökningar

Cirka

**7 000 000 000 kr**

i omsättning (cirka 4,75 miljarder kr exklusive storskalig testning för covid-19)



Närmare

**29 miljoner**

prover och analyser

**83** procent av våra kunder skulle helt och hållet rekommendera oss till andra



**92** procent av våra kunder värderar den service de får som bra, mycket bra eller utmärkt



**16 500**  
unga kvinnor vaccinerades mot livmoderhalscancer



**105**

**8–9 %**

**8**  
**LABORATORIEMEDICINSKA SPECIALITETER**

**5**  
**BILD- OCH FUNKTIONSENHETER**

**ÖKAD PRODUKTION (HISTORISK TREND 3–5 %)**

**DOKTORANDER\***

\*Uppgift baserad på USVE-enkätens svar och anger totalt antal antagna doktorander bland de som var kliniskt verksamma 2021-12-31 och som aktivt genomför sin forskarutbildning.



**300**

lådor med prover packas dagligen upp hos de preanalytiska enheterna



**1 800**

strikt tidsstyrda angöringar per dag för transport av Region Stockholms medicinska prover, internpost och apoteksvaror samt varor från webbutik

**50** provtagningsställen – från Hallstavik till Nynäshamn

# Det här är Medicinsk Diagnostik Karolinska

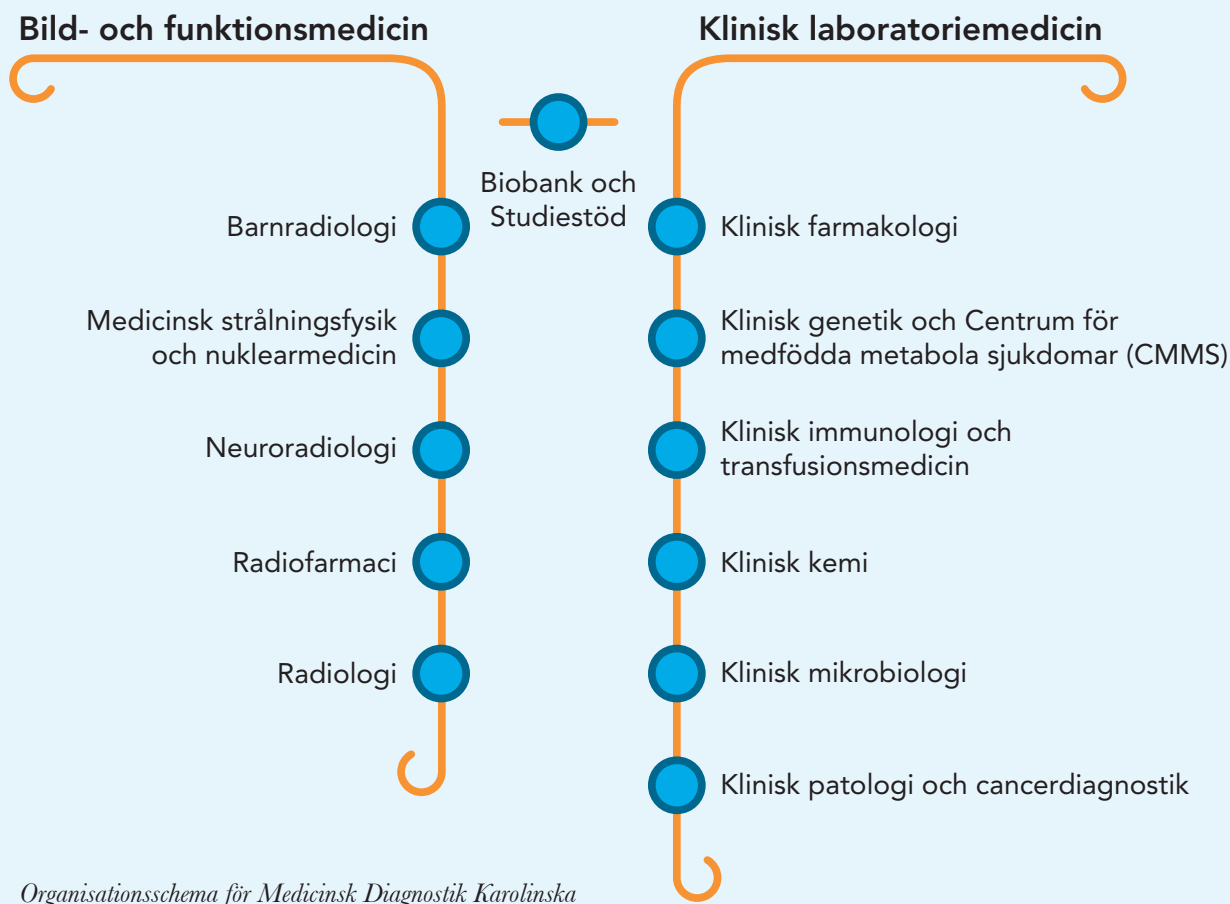
## 2021 slogs Karolinska Universitetslaboratoriet ihop med Bild & Funktion och Funktion Medicinsk Diagnostik Karolinska bildades.

Medicinsk Diagnostik Karolinska arbetar regionalt, nationellt och internationellt, och ansvarar för Karolinska Universitetssjukhusets samlade vård, forskning och utbildning inom områdena radiologi, medicinsk strålningsfysik, nuklearmedicin och laboratoriemedicinens samtliga specialiteter.

Målet med sammanslagningen är att skapa ett kompetensmässigt och tekniskt ledande centrum inom diagnostik, intervention och behandling, för att tillgodose patientens individuella behov – i dag och i framtiden.

Med samlad kunskap och möjlighet till sammanhållen diagnostik i vårdprocessen skapas bättre patient- och verksamhetssamband. Gemensamma satsningar på infrastruktur ska förbättra informatik och utveckling av nya diagnostiska kvalitetsverktyg, vilket inkluderar IT, ämneskompetens och FoUU.

Inom funktionen samlas multidisciplinära verksamheter, världsledande expertis, forskning i framkant och utbildning av morgondagens specialister. Precisionsmedicin, dygnet runt-diagnostik och artificiell intelligens är områden som ständigt utvecklas för att identifiera mer tillgängliga individanpassade utredningar och behandlingar.



## Optimerad strålbehandling – säkrare för patienten

På Medicinsk Diagnostik Karolinska pågår ständig utveckling för att optimera strålbehandling av cancer. Medicinsk strålningsfysik och nuklearmedicin är inget undantag. Ett exempel är nya metoder för att med precision säkerställa att lungtumörer får korrekt dos och samtidigt hålla dosen i den kringliggande friska vävnaden under angivna gränser. En särskild utmaning är att hantera patientens andningsrörelser.

– Ett av våra projekt handlar om att analysera och beräkna de geometriska marginalerna för att kunna erbjuda en så patientspecifik strålning som möjligt och minimera riskerna för biverkningar, säger Kristin Karlsson, sjukhusfysiker.

Även för strålning av bäckentumörer finns nya metoder. Patienter med rektalcancer kan i dag behandlas utifrån en MR-undersökning, i stället för att som tidigare behöva genomgå både en MR- och CT-undersökning.

– Metoden med så kallad MR-only kan säkrare identifiera tumören vilket innebär mindre säkerhetsmarginaler vid strålning. Det blir en enklare behandlingskedja för patienten och patientens friska vävnad belastas av mindre stråldos, berättar Fernanda Villegas Navarro, sjukhusfysiker.

### Digital app istället för manuell beräkning

Ytterligare ett utvecklingsområde är dosplaneringsverktyg för olika tumörer, när en patient behöver behandlas i ett område som tidigare har bestrålats. Det finns många svårigheter med att utvärdera dosen, bland annat varierar fördelningen av stråldos i de friska vävnaderna runt tumörerna och därmed varierar även den biologiska effekten. Tidigare har fysiker och onkologer hanterat detta genom manuella beräkningar, vilket riskerar att man inte kan skapa sig en helhetsbild av tidigare och aktuell behandling.

– Vi har nu utvecklat en applikation som kan beräkna dosfördelningar i biologisk dos. Resultatet importeras sedan tillbaka till dosplaneringssystemet. På så sätt kan den biologiska dosfördelningen visualiseras med verktyg som personalen är vana att hantera och beslut kan tas utifrån ett helhetsperspektiv, avslutar Eva Onjukka, sjukhusfysiker.

*Läs mer om arbetet med att minska stråldoserna på sidorna 20 och 25.*



## Ny behandling av kroniskt trötthetssyndrom undersöks

**I dag finns ingen behandling för att bota ME/CFS, en neurologisk sjukdom som orsakar trötthet och utmattning. En studie undersöker nu om en typ av behandling som används för kronisk rinit och migrän även kan användas för behandling av ME/CFS.**

Behandlingen, kinetisk oscillerande stimulation (KOS), går ut på att en patient får stimulans med en bestämd frekvens med hjälp av en kateter i näsan och en ballong i näshålan.

– Studien tyder på att behandlingen skulle kunna fungera för vissa patienter, men vi har för liten grupp för att kunna dra några säkra slutsatser än. Studiens resultat är mer blandade än resultaten för behandling av migrän, säger Tieqiang Li, MR-fysiker och adjungerad professor.

I studien har patienterna fått åtta veckors behandling, två gånger per vecka. Forskargruppen överväger nu om man kan gå vidare på andra sätt, exempelvis med utökad behandling eller för att försöka ta reda på vilken sub-grupp av patienter med ME/CFS som skulle kunna ha nytta av behandlingen, eftersom ME/CFS är en heterogen sjukdom.

Studien syftar till att ta reda på vad som händer i hjärnan när kinetisk oscillerande stimulation används.

– Med magnetkameraundersökningar försöker man ta reda på vad som händer i hjärnan, exempelvis om hjärnfunktionsnätverk eller kopplingar i hjärnan påverkas. Det handlar om att försöka förstå varför metoden fungerar för vissa patienter, säger Tomas Jonsson, sektionschef för MR-Fysik.

# Precisionsdiagnostik – en förutsättning för effektiv behandling

Inom Medicinsk Diagnostik Karolinska arbetar engagerade medarbetare med avancerade analyser av såväl bakterier och virus som gener, en förutsättning för bättre och mer individualiserad vård.

Ett av fokusområdena är sällsynta sjukdomar som ofta beror på medfödda genetiska orsaker. Det beräknas finnas runt 7 000 olika sällsynta sjukdomar och ungefär fem procent av alla människor uppskattas ha en sällsynt sjukdom. Ofta uppmärksammas avvikelserna i barndomen, men eftersom anledningen bakom är okänd kan det ta lång tid för patienter att få en diagnos, vilket påverkar livskvaliteten.

### Markant ökning av ställda diagnoser

För några år sedan var det endast möjligt att analysera en gen i taget. Nu kan man istället göra helgenomsekvensering där en persons hela genuppsättning kartläggs för att undersöka varje DNA-kedja i detalj.

– I dag ligger ställda diagnoser på ungefär 50 till 60 procent jämfört med 20 procent för bara några år sedan. Antalet utredningar för sällsynta sjukdomar med helgenomsekvensering ökar hela tiden och nu får vi in ungefär 250 fall varje månad, berättar Maria Johansson Soller, verksamhetschef på Klinisk genetik och CMMS.



*Inom precisionsmedicin blir det lätt fokus på genetiken, men precisionsdiagnostik har använts inom bakteriologi och virologi för att analysera och kartlägga smittämnen ända sedan 1950-talet.*

### En del av familjeplanering

När något avvikande har identifierats är den fortsatta kontakten med familjen viktig för att förklara vad man har upptäckt, vad det betyder för barnet och hur framtiden kan påverkas. En vanlig frågeställning är vilka risker som finns att ett syskon ärver samma genetiska mutation.



Klinisk genetik och CMMS samarbetar bland annat med Reproduktionsmedicin Karolinska inom preimplantatorisk genetisk testning för diagnostik av misstänkt genetisk sjukdom redan på embryostadiet. Äggceller plockas ut, befruktas och efter några dagar analyseras celler från embryot i Karolinska Universitetslaboratoriet. I den fortsatta IVF-processen används sedan de embryon där den sjukdomsframkallande förändringen har uteslutits.

### Ökad precision vid infektionsbehandling

Även inom Klinisk mikrobiologi arbetar man med precisionsdiagnostik.

– Inom precisionsmedicin blir det lätt fokus på genetiken, men precisionsdiagnostik har använts inom bakteriologi och virologi för att analysera och kartlägga smittämnen ända sedan 1950-talet, säger Christian G Giske, professor och överläkare på Klinisk mikrobiologi.



Det är enklare att undersöka smittämnen än mänskliga celler, vilket ger väldigt goda förutsättningar för hög precision. Avancerad teknik gör det nu möjligt att fastställa mikrobernas genom för att exempelvis avgöra hur sjukdomsframkallande smittämnet är, vad som kan påverka smittspridning och smittämnet's antibiotikaresistens. Genom att identifiera smittämnet kan rätt behandling väljas för att minska lidande och komplikationer, ibland för att rädda liv i ett akut skede.

– Under pandemin har vi använt helgenomsekvensering för att identifiera nya varianter av SARS-CoV-2. Det bidrog till att förutsäga, spåra och försöka bromsa smittspridningen samt ibland också styra behandlingar, berättar Tobias Allander som är docent och överläkare vid Klinisk mikrobiologi och har ansvarat för virusdiagnostiken i samband med covid-19.

## LITEN ORDLISTA

**Mikrober eller mikroorganismer** Vanligtvis bakterier, virus, svampar och parasiter som inte kan ses med blotta ögat.

**Genom** DNA, instruktionerna för hur en organism byggs upp, växer, lever, utvecklas och dör.

**Next-generation sequencing (NGS)** Benämning på nya metoder som gör det möjligt att analysera stora delar av genetiskt material i samma analys.

**Epigenetik** Modifieringar av arvsmassan som inte ändrar den genetiska koden.



*Genom att identifiera smittämnet kan rätt behandling väljas för att minska lidande och komplikationer, ibland för att rädda liv i ett akut skede.*



### Next-generation sequencing

Metagenomik, ett annat sätt att använda ”next-generation sequencing”, är en relativt ny analysmetod som används i de fall där man misstänker en infektion men inte kunnat påvisa virus eller bakterier med hjälp av andra metoder. Metoden går ut på att all nukleinsyra i ett prov, det vill säga både DNA och RNA, sekvenseras för analys. Metoden visar på stor nytta framförallt hos patienter med försvagat immunförsvar.

Epigenetik är ett annat intressant område som handlar om modifieringar av arvsmassan utan att ändra den genetiska koden. Exempelvis kan man slå på och av DNA-funktioner för att styra gens aktivitet och därmed påverka olika sjukdomstillstånd.

### Ett multidisciplinärt samarbete

Arbetet med precisionsdiagnostik kräver att flera professioner arbetar ihop för att kunna göra korrekta analyser och tolkningar av klinisk relevans – från läkare, molekylärbiologer, mikrobiologer till biomedicinska analytiker och laboratorieingenjörer. All kunskap delas fortlöpande via upparbetade kanaler i hela världen.



## Immunterapi för cancerpatienter med dålig prognos

CAR-T-behandling är en ny form av immunterapi där immunförsvarets T-celler modifieras genetiskt för att mer effektivt döda tumörceller. Behandlingen innebär att många patienter med dålig prognos, där annan behandling inte har fungerat, fortfarande kan få hjälp.

Aferesmottagningen och Stamcellslaboratoriet på Medicinsk Diagnostik Karolinska har en viktig roll i denna process, genom tillvaratagandet och hanteringen av patientens egna T-celler.

– Via en cellseparator samlar vi in patientens egna T-celler. Processen tar cirka två till tre timmar och resulterar i en samlingspåse med 100–150 ml celler, förklarar Jarmo Henriksson, enhetschef för Aferesmottagningen.

Samlingspåsen skickas till ett godkänt laboratorium där T-cellerna modifieras genetiskt. Därefter odlas de i tre till fyra veckor för att bli fler. Sedan skickas slutprodukten tillbaka till Stamcellslaboratoriet och på vårdavdelningen får patienten en infusion av sitt stärkta immunförsvar.

Behandlingen är dyr och i dag behandlar Karolinska Universitetssjukhuset med två godkända CAR-T-läkemedel riktade mot lymfom och akut lymfatisk leukemi. Det pågår dock olika cellterapi-studier för andra former av cancer, även i solida organ. Karolinska var först i landet 2019 med att använda CAR-T-behandling i rutinsjukvård.



## Blod på väg ökar chansen att rädda liv

När ett trauma inträffar kan en blodtransfusion vara vital för den drabbade. Även om ambulans, läkarbil eller ambulanshelikopter snabbt kan vara på plats tar det i snitt runt 50 minuter i Region Stockholm från larm tills patienten kommer in på en akutmottagning. Statistik visar att om blod ges inom en halvtimme vid en blödning ökar chansen att rädda liv.

Blod är dock både en bristvara och en färskvara. Dessutom måste det kylförvaras. I ett pågående projekt ska Klinisk immunologi och transfusionsmedicin inom Medicinsk Diagnostik Karolinska tillsammans med läkare och sjuksköterskor som arbetar prehospitalt därför utvärdera hur man kan skapa en bra logistik för akutblod i sjukvårdsfordon och på bästa sätt säkerställa maximal nytta.

En bemannad läkarbil finns nu tillgänglig dygnet runt och rycker ut vid akuta incidenter i Stockholms län. Bilen är under sex månader utrustad med en kylväska som innehåller en påse röda blodkroppar och en påse plasma. Blodet byts antingen ut varannan dag eller så hämtas nytt blod när det har använts, på blodcentralen i Solna. Sommaren 2022 ska projektet utvärderas.

## Ny röntgendetektor kan spara livsviktig tid vid stroke

I en pågående studie inom ramen för det europeiska samarbetsprojektet NEXIS, arbetar medarbetare inom Neuroradiologi med att utveckla och utvärdera en ny röntgendetektor. Detektorn kan särskilja fotoners energi, och därmed ge bättre kontrastupplösning och minska artefakter i röntgenbilderna. Den är specifikt avsedd för användning inom interventionell neuroradiologi där tydlig separation mellan hjärnans grå- och vitsubstans och små blodkärl fyllda med röntgenkontrastmedel är viktigt.

Röntgendetektorn har utvärderats på Neuroradiologens interventionella enhet där minimalinvasiva ingrepp som trombektomi för stroke utförs. I dag undersöks strokepatienter först med datortomografi innan en effektiv behandling kan ges på den interventionella enheten. Forskningshypotesen är att kunna urskilja tidiga infarktförändringar och hitta tilltäppta kärl i hjärnan direkt på den interventionella enheten, istället för att patienten först ska behöva undersökas med datortomografi. Ett sådant patientflöde skulle kunna bidra till snabbare behandling och därmed förbättrad prognos.

De första resultaten från studien presenterades förra året på världens största röntgen-konferens, RSNA, i USA och därefter på den europeiska stroke-konferensen ESOC i maj 2022.

## ★ ★ ★ Utmärkelser året som gick ★ ★ ★

### Gyllene Äpplet 2021

**Annika Kits**, biträdande överläkare och MR-säkerhetsansvarig radiolog i neuroradiologi tilldelades årets medarbetarpris Gyllene Äpplet 2021. Syftet med Gyllene Äpplet är att uppmärksamma och belöna medarbetares och chefers förbättringsarbete och inspirera till förbättringar i andra verksamheter.

### KLOK-priset 2021

**Adjungerad Klinisk Adjunkt-gruppen** inom Biomedicinska analytikerprogrammet laboriemedicin tilldelades KLOK-priset 2021. Syftet med KLOK-priset är att lyfta goda exempel i kliniska verksamheter där gott ledarskap och organisation med lärande i fokus främjar verksamhetsförlagd utbildning av hög kvalitet vid Karolinska Institutets utbildningsprogram.

# “Walking blood banks”

– i nära samarbete med försvarsmakten

**I kritiska insatsområden är nära tillgång till blod en förutsättning för att rädda soldaters liv. Och närmare tillgång än blodet från kollegorna i fält finns nog inte!**

För att bli blodgivare inom militären, krävs godkännande enligt civila regler och dessutom utökade tester enligt internationellt godkänd standard. Sedan några år tillbaka ansvarar Klinisk immunologi och transfusionsmedicin vid Medicinsk Diagnostik Karolinska för dessa rutiner.

– Vi åker regelbundet ut med vår buss till olika förband runtom i Sverige för att göra provtagningar. Efter kontroller godkänns personerna för att kunna ge blod militärt men även civilt, berättar Ingrid Engström, undersköterska och kommunikatör, som tillsammans med fem kollegor ansvarar för genomförandet av testerna.

## **Svenskt blod räddade FN-soldater**

Ett exempel på vikten av Walking Blood Banks var en händelse midsommarafton 2021. Då utsattes en tysk FN-styrka i Mali för en attack av en självmordsbombare. De sårade soldaterna flögs med helikopter till den internationella basen Camp Castor där blodtransfusioner snabbt kunde genomföras tack vare att bland annat svenska soldater och officerare i insatsområdet hade tappats på blod med jämna mellanrum. Insatsen räddade liv och resulterade i ett officiellt tack från den tyska till den svenska försvarsministern.

## **Försörjningen av blod behöver stärkas**

En nära blodförsörjning är också viktig utanför krigsmiljöer, exempelvis om en stor olycka, terrorattack eller annan katastrof inträffar.

– Det är många som visar engagemang för att ge blod. Ett exempel är Hemvärdet som är ett stöd till försvarsmakten där många frivilliga civila anmält ett intresse att bli militära blodgivare. Så nu försöker vi organisera en utökad testning som kan öka tillgången till blod, avslutar Agneta Wikman, överläkare på Klinisk immunologi och transfusionsmedicin.



## **Världens första fotonräknande datortomograf baserad på kiselteknik**

Hösten 2021 påbörjades ett spännande pilotprojekt av en unik, svensk innovation. Neuroradiologi vid Medicinsk Diagnostik Karolinska är först i världen med att testa den nya fotonräknande datortomografen och leder den kliniska studien. Till skillnad från andra detektorer är denna gjord av kisel vilket är det renaste materialet och den bästa lösningen för datortomografer i klinisk miljö.

En fotonräknande datortomograf kan, till skillnad från vanliga datortomografer, mäta energin för varje foton i hela spektrumet av strålning. Det ökar kontrasten i bilden och gör att man kan ta bort det så kallade elektroniska brus, vilket gör det möjligt att särskilja vävnader på ett bättre sätt och minska strålningsdosen.



# AI öppnar nya möjligheter inom vården

Utvecklingen av AI-lösningar går i snabb takt. Fördelarna med att använda AI som stöd inom hälso- och sjukvården är många. Bland annat leder det till mer korrekta diagnoser på ett mer kostnads- och tidseffektivt sätt.

Nya digitala möjligheter öppnar för bättre och snabbare diagnostik inom patologin.

– Det har länge funnits enkla system som kan hjälpa till med bildanalys, till exempel att räkna infärgade celler. Men det som är revolutionerande nu är digitala beslutsstöd som baseras på "deep learning". Det är dataprogram som får ut mer information ur bilderna än vi människor kan eftersom det baseras på stora datamängder, säger Johan Hartman, professor i patologi.

Det kan till exempel handla om att identifiera risker för metastaser hos en bröstcancerpatient, alltså central information för behandlande läkare.

Medicinsk Diagnostik Karolinska är tillsammans med Karolinska Institutet och Kungliga Tekniska Högskolan i framkant när det gäller AI-forskningen inom patologi i Sverige, och Johan Hartman förutser en snabb utveckling de närmaste åren.

Grunden för utvecklingen är en kommande digitalisering av labbverksamheten där arbetet kan flyttas vidare från mikroskopet till datorn. Det öppnar i sin tur upp för mer information som kan tjäna som beslutsunderlag, och säkerhet i form av eftergranskning av bilder.

En pågående studie undersöker om det går att kombinera AI och magnetkamera för att förbättra screeningen för bröstcancer.

– Det finns stora förhoppningar att AI kan vara till nytta inom bröstradiologi, och särskilt inom mammografi-screening, säger Fredrik Strand, röntgenläkare och docent.

Först bedöms mammografien av röntgenläkare. Om läkarna inte ser något misstänkt analyseras bilderna sedan av AI. De kvinnor som enligt AI har störst risk att friskbeskedet inte stämmer, bjuds in att delta i studien.

”

*Det finns stora förhoppningar att AI kan vara till nytta inom bröstradiologi, och särskilt inom mammografi-screening.*

”

– Inom ramen för studien har 400 kvinnor nu undersökts med kompletterande magnetkamera efter normal mammografi-screening. Det finns inga officiella resultat ännu, men vi har hittat ett flertal cancrar tack vare studien. Om siffrorna är statistiskt säkerställda vet vi dock inte förrän vi uppnått de 1 000 kvinnor som vårt studieprotokoll föreskriver, säger Fredrik Strand.

Fredrik Strand är också en del av ett nätverk som har fått anslag för "Nationell plattform för validering av AI inom Bröstradiologi". Nätverket arbetar bland annat med olika AI-algoritmers möjligheter och begränsningar.

– Vi vill undersöka hur algoritmerna skiljer sig åt, både vad gäller förmågan att upptäcka cancer och även hur robusta de är när utrustning och mjukvara förändras, samt för patienter i olika åldrar och med cancer av olika typer.

## Här är några exempel där AI utvecklas för att vara ett stöd i sjukvården.

### AI-stöd för sjuka bisköldkörtlar

Framför sköldkörteln sitter fyra bisköldkörtlar med uppgift att reglera kalciumnivån i blodet. Regleringen görs med hjälp av tillverkning av hormonet PTH. Ibland börjar en eller flera bisköldkörtlar att tillverka för stora mängder PTH vilket resulterar i en alltför hög kalciumnivå i kroppen. För patienten kan det orsaka benskörhet med skelettsmärta och frakturer, njursvikt, njursten, kognitiv försämring och depression.

Den enda säkra behandlingen i dag är att operera bort de sjuka bisköldkörtlarna, men dagens avbildningstekniker har en begränsad möjlighet att identifiera fler än en sjuk bisköldkörtel.

Nu har ett AI-stöd baserat på olika biokemiska och bildmässiga egenskaper utvecklats på Medicinsk strålningsfysik och nuklearmedicin. AI-stödet gör det möjligt att innan operation kontrollera om patienter som misstänks ha en sjuk bisköldkörtel, faktiskt har fler. Med rätt kunskap kan kirurgen därefter minimera det kirurgiska ingreppet och därmed minska operationstiden och risken för komplikationer.

– Vårt AI-stöd har en bra träffsäkerhet, men vi behöver ett utökat dataunderlag för att kunna fortsätta utveckla stödet, säger Alejandro Sanchez-Crespo, medicinfysiker.

### Utveckling av AI inom patologin

Arbetet med att diagnostisera sjukdom i vävnader genomgår en revolution från manuellt arbete i mikroskåp till digitalt arbete vid datorskärmen. Redan i dag finns CE-godkända AI-baserade bildanalyssystem som identifierar cancer i mikroskopibilder för att öka hastigheten och minska diagnostiska misstag av patologen.

Men det finns möjlighet för AI-system att utföra mer komplexa uppgifter; att hitta subtila skillnader och mönster som våra ögon inte kan urskilja såsom tumörens aggressivitet i rutinfärgade mikroskopibilder. Det skapar möjlighet att bedöma patientens prognos och på så sätt bidra med beslutsstöd även för den behandlande läkaren.

Utöver cancerdiagnostik kan AI-baserade system även hjälpa till att selektera och prioritera prover för diagnostik och utse vilken patolog som passar bäst för det specifika fallet. Ett annat intressant område är att förutsäga genförändringar direkt i mikroskopibilder. Det är en metod som sannolikt kommer att kunna användas för att välja ut patienter för mer omfattande molekylär testning.

– AI sätter ytterligare fokus på patologens viktiga roll med att bearbeta och tolka den enorma informationsmängd som mikroskopiska bilder erbjuder, säger Johan Hartman, patolog.

### AI vid utredning av lungtumörer

Lungcancer är den cancer som flest människor dör av i världen, men om den upptäcks i ett tidigt stadium är den behandlingsbar. På Medicinsk Diagnostik Karolinska går radiologerna igenom alla bilder av lunga manuellt, för att upptäcka potentiellt elakartade lungförändringar.

På senare år har de fått hjälp av en AI-app som uppmärksammar radiologen på små förändringar som ibland missas vid manuell genomgång. Det kliniska beslutsfattandet överläts däremot i nuläget aldrig till AI, utan radiologen måste fortfarande titta igenom hela bildmaterialet och göra en egen bedömning av varje enskild lungförändring.

AI hjälper således att både spara tid och öka den radiologiska träffsäkerheten vid diagnos av lungcancer, framför allt hos patienter med många lungförändringar.

På Medicinsk Diagnostik Karolinska startar under 2022 ett pilotprojekt i regi av RCC (Regionalt cancercentrum) för att undersöka lungorna hos 1 000 storrökande kvinnor i Stockholm, i syfte att just identifiera lungcancer på ett tidigt stadium.

– Om nationell screening för lungcancer blir aktuellt i framtiden kommer bra AI-stöd vara en förutsättning, säger Vitali Grozman, radiolog.



# Ny vunnen kunskap ger snabb patientnytta

Lokal och translationell forskning ger möjligheter. Nya resultat kan omsättas i klinisk diagnostik snabbt. Det innebär att patienter får tillgång till de nyaste metoderna inom avancerad diagnostik.

– Det erbjuder vi även för utomlänspatienter, säger Joakim Dillner, forsknings- och utvecklingschef på Medicinsk Diagnostik Karolinska.

Patientnära, klinisk forskning är ett av Karolinskas grunduppdrag. Medicinsk Diagnostik Karolinska arbetar med samma tydliga forskningsinriktning och ungefär 21 procent av forsknings- och utvecklingsprojekten på sjukhuset beräknas drivas här. Inriktningen skiljer sig dock från traditionell grundforskning.

– Statistiskt sett går det ofta 20 år från en första forskningsupptäckt till tillämpning. Om forskningen sker lokalt är siffran i medeltal 10 år. Om man har en translationell inriktning och arbetar med ämnen som diagnostik kan det gå ännu fortare. Vi på Medicinsk Diagnostik Karolinska kan omsätta resultat på kanske tre till fem år, säger Joakim Dillner, forsknings- och utvecklingschef.

### AI ett fokusområde

Forskningen spänner över ett brett fält, med några områden särskilt i fokus. Ett av områdena är AI, artificiell intelligens.

– I labbverksamhet kan vi använda datorer exempelvis för att bedöma vilken form av diagnostik som patienter behöver, vad svaren innebär och för att belysa kontentan av analysen och vad som ska bli nästa steg. På bildsidan har vi länge kunnat visa att användandet av datoriserad bilddiagnostik kan vara säkrare för en patient, fortsätter Joakim Dillner.

### Patientnytta och hälsoekonomi

Andra områden i fokus är precisionsmedicin och forskning med hälsoekonomisk inriktning, bland annat hälsoekonomiska konsekvenser av genetiska analyser.

– Vi har gjort en stor genomlysning av patientnytta och hälsoekonomi. Det finns en risk att man försöker spara pengar genom att till exempel minska labbtest vilket inte vore optimalt vare sig för patientsäkerheten eller hälsoekonomin. Vi ser att högspecialiserade analyser ofta är

”

Att vi är en forskningsintensiv verksamhet är ett dragplåster i vår rekrytering. Vi ser också en tydlig korrelation att medarbetare som ägnar sig åt både forskning och klinisk diagnostik stannar kvar och känner att arbetsuppgifterna är meningsfulla.

”

kostnadseffektivt och kan erbjuda det för patienter även utanför regionen, berättar Joakim Dillner.

### Medarbetardriven forskning

Medicinsk Diagnostik Karolinska har över 3 000 medarbetare och forskningsinriktningen är en röd tråd i verksamheten. En grund i strategin är medarbetardriven forskning, där personer som är nära verksamheten identifierar angelägna forskningsprojekt.

–Att vi är en forskningsintensiv verksamhet är ett dragplåster i vår rekrytering. Vi ser också en tydlig korrelation att medarbetare som ägnar sig åt både forskning och klinisk diagnostik stannar kvar och känner att arbetsuppgifterna är meningsfulla, avslutar Joakim Dillner.



# Ny behandling mot levercancer

På sektionen för Intervention och ultraljud bedrivs ett ständigt utvecklingsarbete. Senast ut bland nya behandlingsmetoder är selective internal radiotherapy (SIRT). Behandlingen är inte ny i sig, men har tidigare inte varit inkluderad i riktlinjer för behandling av patienter med levercancer.

Ingreppet innebär att radiologen går in med en kateter upp i den artär i levern som försörjer tumören. Där injiceras sedan mikropartiklar in i tumören. Partiklarna, som är laddade med ett radioaktivt ämne, sätter sig i tumören och pumpar ut strålning som dödar tumörcellerna. Den exakta metoden innebär att strålning kan göras direkt mot den enskilda tumören.

Behandlingen används på patienter där operation eller annan behandling inte är lämplig. Eftersom strålningen ges direkt i tumören kan högre stråldoser användas utan oönskade biverkningar samtidigt som behandlingen blir väldigt effektiv.

– Metoden bidrar till att både stoppa tumörväxten och krympa tumören, ibland så pass mycket att den går att operera eller att tumören helt försvinner, förklarar Amar Karalli, sektionschef på Intervention och ultraljud.

Bakom behandlingen står ett multidisciplinärt samarbete mellan många olika specialiteter, som strålonkologi, nuklearmedicin, neuroendokrinologi, kirurgi, hepatologi och interventionell radiologi.



*Metoden bidrar till att både stoppa tumörväxten och krympa tumören, ibland så pass mycket att den går att operera eller att tumören helt försvinner.*



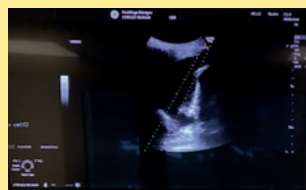
## Smart integrationslösning – bättre för både patient och personal

Vid cancer behöver de vävnadsprover som radiologen tar vara tillräckliga, både avseende mängd och område för att patologen senare ska kunna göra en korrekt bedömning. Genom en ny lösning på Medicinsk Diagnostik Karolinska kan radiologen nu utföra biopsin, samtidigt som patologen deltar på distans där ljud, video och bild från mikroskopet delas i realtid för att säkerställa att proverna är tillräckliga.

Lösningen innebär att uppföljande invasiva ingrepp kan undvikas. Eftersom patienten inte behöver kallas tillbaka minskar också risken att diagnos och behandling blir försenade.

Integrationslösningen möjliggör bland annat:

- konsultation och guidning med kollegor under pågående operation
- utbildning på distans
- bildöverföring till och från andra sjukhus.



# Unikt vårdflöde som resultat av kvalitetsarbete

**I ett omfattande arbete med att säkra undersökningskvaliteten med en ny kombinerad PET/MR-kamera har en unik sidoeffekt uppstått: Ett helt nytt diagnostiskt vårdflöde där PET/MR-kameran och datortomografi kan kombineras vid ett enda undersökningstillfälle.**

Karolinska Universitetssjukhuset är ett av endast fyra sjukhus i Sverige som i dag har en kombinerad PET/MR-kamera. Till skillnad från PET kombinerat med DT som har använts under många år för att visa hur radioaktiva spårämnen tas upp av kroppens vävnader, ger PET/MR-kameran en unik möjlighet att särskilja olika vävnader betydligt mer detaljerat.

– Med PET/MR-kameran får vi en stor mängd samtidig anatomisk och funktionell information. Kombinationen av de bilder som tas kan användas för att få fram information där annars flera separata undersökningar skulle behövas. Hög bildprecision och lägre stråldos är några av fördelarna, berättar professor Lennart Blomqvist, forskningsansvarig för PET/MR-enheten på Medicinsk Diagnostik Karolinska.

Sedan utrustningen togs i bruk 2018 har Lennart Blomqvist och hans kollegor implementerat den nya undersökningstekniken i vårdflöden för barnonkologi, livmoderhalscancer, huvud-halstumörer och tjock- och ändtarmscancer.

## Studier som tar tekniken ett steg längre

I utvecklingsarbetet identifierade arbetsgruppen också fördelar med att göra en PET/MR-undersökning direkt efter PET/DT-undersökningen. Eftersom kombinationen av undersökningar inte är ett etablerat förfarande, lämnades en ansökan om etikprövning in till Etikprövningsmyndigheten som godkändes hösten 2021.

Fördelarna med att kombinera PET/MR-undersökningen med andra undersökningar bedöms vara många. Det främsta är den mycket detaljerade undersökningen med stora möjligheter att skapa ett utförligt behandlingsunderlag. Eftersom PET/MR-undersökningen dessutom ersätter flera olika undersökningar med traditionella instrument, kan såväl stråldoser som patientens tid på sjukhuset minska.

– Ett annat exempel är kombinationen med funktionell MRT inför operation av en hjärntumör, där man visualiserar stimulerad hjärnaktivitet samtidigt som spårämnen injiceras för att bättre avgränsa sjuka områden i hjärnan, förklarar Lennart Blomqvist.

## Snabb utveckling tack vare samarbeten

Utvecklingen går snabbt framåt tack vare många samarbetsprojekt som finns mellan kliniska studier i vården, akademisk forskning och industrin. Än så länge är dock PET/MR-kameran komplicerad och dyr teknik som kräver en rad olika kompetenser för att hantera alla delar i utrustningen.

– I praktiken handlar det om minst dubbla uppsättningar av läkare, sköterskor och fysiker jämfört med ett enskilt instrument. Förhoppningen är att kombinationskompetenser utvecklas och metoder identifieras för snabbare, enklare och därmed mer tillgängliga undersökningar, avslutar Lennart Blomqvist.



*Utvecklingen går snabbt framåt tack vare många samarbetsprojekt som finns mellan kliniska studier i vården, akademisk forskning och industrin.*





## LITEN ORDLISTA

**PET** Positronemissionstomografi, en bildteknik för att studera processer och funktion av olika organ och områden i kroppen.

**DT** Datortomografi (kallas även för CT eller skiktröntgen).

**MR eller MRT** Magnetresonanstomografi (kallas även för magnetkamera).

**Spårämne** Ett radioaktivt ämne som upptas av cancerceller. Olika cancerceller reagerar på olika spårämnen.

**Vårdflöde** En beskrivning av patientens väg genom vården som inkluderar alla vårdaktiviteter och ledtider från första kontakt till att kontakten avslutas.





# Fortsatta framsteg i kampen mot gynekologisk cancer

## Arbetet med att utrota livmoderhalscancer genom förebyggande insatser tar stora steg framåt.

Barn i årskurs 5 får numera genom det allmänna vaccinationsprogrammet vaccin mot humant papillom-virus (HPV) som kan skydda mot livmoderhalscancer.

En ny studie görs just nu bland kvinnor i åldern 23–28 år, en åldersgrupp som inte tidigare har fått skydd mot HPV genom det allmänna vaccinationsprogrammet. Studien undersöker om det går att utrota livmoderhalscancer snabbare med hjälp av samtidig screening med HPV-test och vaccination mot HPV.

– Våra vaccinationsmottagningar har gjort en enorm insats med storskalig vaccination under de senaste åren. De startade med att snabbt sätta i gång vaccination mot covid-19 och de resurserna har sedan även kunnat användas för HPV-vaccination. Vi har även utbildat barnmorskemottagningar i hela regionen, säger Joakim Dillner, forsknings- och utvecklingschef på Medicinsk Diagnostik Karolinska och ordförande för Nationellt kvalitetsregister för cervixcancerprevention.



*Våra vaccinationsmottagningar har gjort en enorm insats med storskalig vaccination under de senaste åren.*



Vaccinationsmottagningarna delar också ut självprovtagningskit för HPV. Just kombinationen av insatser är avgörande.

– Vi behöver vaccinera och screena samtidigt. Det kan snabba på arbetet med att utrota livmoderhalscancer med decennier, och min beräkning är att det skulle kunna ske inom fem år, säger Joakim Dillner.

## Utveckling av precisa strålningsverktyg

Även behandling av andra gynekologiska cancerformer, som återfall av vulva- och livmoderkroppscancer utvecklas. Tidigare har en vaginalcylinder använts på tumörer som gett lika mycket stråldos i alla riktningar. En ny metod med en vaginal flerkanalsapplikator med tilläggsnålar erbjuder möjligheten till mer precis strålning.

Dosfördelningen byggs upp genom att en Ir-192 strålkälla ”stannar” på olika positioner i applikatorn. Ju längre strålkällan stannar på en viss position, desto högre dos.

– Vi har nu möjlighet att ge en mer skraddarsydd behandling för tumörer där en icke symmetrisk dosfördelning är önskvärd. I och med att vi mer exakt kan få dosen dit vi vill resulterar det även i minskad stråldos till omkringliggande riskorgan, säger Maria Persson och Jeanette Wolke, båda sjukhusfysiker på Medicinsk strålningsfysik och nuklearmedicin.

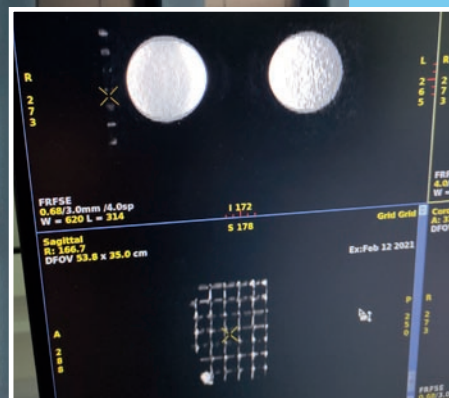
Arbetsgruppen ser också framtida utvecklingsmöjligheter, och ett fortsatt arbete görs för att identifiera de patienter där denna applikator kan ge en fördel behandlingsmässigt.

## MR-synligt rutnät kan komma till nytta för fler patienter

MR-ledda biopsier används vid viss bröstcancerdiagnostik och kan ge bättre lokalisering av tumören jämfört med ultraljudsledda biopsier. Befintliga MR-rutnät kan dock inte användas för patienter med små bröst eftersom själva rutnätet inte syns på MR-bilder, utan tekniken bygger på att rutnätets avtryck syns på huden.

En idé om att söka efter ett annat material för rutnätet ledde till att Yanlu Wang, MR-fysiker, tillverkade med en 3D-skrivare ett rutnät av härdad plast med vätska inuti som syns i MR-bilder. Nu väntar en systematisk evaluering av tekniken.

– Det berör få kvinnor men för dem kan det innebära stor skillnad med en säkrare diagnostik som gör att behandlingen kan optimeras, säger Yanlu Wang.



## Skonsammare behandling mot prostataförstoring

Trots att prostataförstoring är en godartad sjukdom innebär den problem som drabbar många män. Vanliga besvär är problem med vattenkastning och urinstämma som i hög grad försämrar livskvaliteten. Tidigare har man behandlat detta genom ett ingrepp där en del av prostatavävnaden hyvlas bort (TUR-P), ett effektivt men också påfrestande ingrepp.

Under 2021 introducerade Medicinsk Diagnostik Karolinska en ny behandling, prostata artär-

embolisering (PAE), där man stoppar blodtillförseln i artärerna till prostatan. Ingreppet innebär att prostatan då minskar i storlek.

PAE är en avancerad interventionsradiologisk behandlingsmetod som utförs av mycket erfarna interventionella radiologer. Ingreppet har en mycket låg komplikationsrisk och patienten får gå hem redan efter några timmar på röntgenavdelningen.

Behandlingen är därmed också billigare än kirurgiska behandlingar som ofta kräver flera dagars vård på sjukhus.

Tidiga studier visar även en gynnsam effekt med PAE inför strålbehandling vid prostatacancer för att minska strålningsorsakad prostatasvullnad och de symptom detta innebär.

# Röntgen utifrån barnets perspektiv

**Barnradiologi inom Medicinsk Diagnostik Karolinska är specialiserade på undersökningar av barn från 0 upp till 18 år. Här utförs såväl traditionella röntgenundersökningar av exempelvis andningsorgan, skelett, urinvägar, mag- och tarmkanal som ultraljud, datortomografi och magnetkamera. Allt med fokus på att säkerställa barnets rätt och erbjuda vård utifrån barnets perspektiv.**

För många barn kan en röntgenundersökning vara en utmaning. Vid vissa undersökningar måste barnet ligga stilla en längre tid. Även ljudet från magnetkameran kan upplevas som skrämmande för en del. För att göra upplevelsen så positiv som möjligt arbetar personalen kontinuerligt för att skapa en trygg och harmonisk miljö. Enheten har också barnrättsombud som säkerställer att barnkonventionen följs.

– Barn är inte små vuxna, utan ska bemötas utifrån barnets perspektiv. Vi pratar alltid direkt till barnet, barn är fantastiskt duktiga och anpassar sig ofta snabbt till situationen bara man ger dem tid och förklarar ordentligt, berättar Linnea Engqvist som är röntgensjuksköterska för DT och barnrättsombud.

## **En miljö anpassad för barnen**

Sjukhusmiljön är inredd ur ett barnperspektiv med bland annat färgglada tapeter på olika teman som djungeln, rymden och havet. För de yngre barnen finns leksaker och för de äldre spelskärmar. På golvet projiceras olika mönster som förändras när man kliver på dem, och ur högtalarna strömmar musik.

– Vid en magnetkameraundersökning får barnet välja om de önskar lyssna på en saga eller musik i hörlurarna. Det finns även möjlighet att se på film, förklarar Gabriella Lewis, röntgensjuksköterska och enhetsledare för MR.

## **Undviker narkos om det är möjligt**

Att genomföra en röntgenundersökning där barnet är vaket är alltid att föredra. Ett provåk i maskinen innan den inplanerade undersökningen är ett sätt att skapa lugn hos barnet. För barn som inte klarar av att utföra undersökningen vaket var narkos tidigare det enda alternativet, men sedan 2015 erbjuds sederer med Dexmedetomidin som ett alternativ.

Läkemedlet ges via nässpray, något som barn ofta är vana vid. Efter cirka 20 minuter somnar barnet och sover tungt i en till två timmar. Fördelarna är många. Barnet slipper nålsticket för inläggning av perfier venkateter och den risk som narkos kan innebära. Dessutom krävs inte fasta innan och besöket går snabbare.

## **Eftersträvar ständigt lägre stråldoser**

Fysiker, radiologer och röntgensjuksköterskor arbetar ständigt med att minska stråldoserna med bibehållen bildkvalitet för att säkerställa en korrekt bedömning.

– Noggranna beräkningar görs bland annat utifrån ålder, olika frågeställningar och de olika organ som berörs. Vi har uppskattningsvis runt 150 till 200 olika stråldosprotokoll just nu, som utvecklas hela tiden, avslutar Linnea Engqvist.

*Läs mer om arbetet med att minska stråldoserna på sidorna 7 och 25.*



*Barn är inte små vuxna, utan ska bemötas utifrån barnets perspektiv.*







## Realtidstracker ger tydligare MR-bilder

En unik innovation framtagen i ett samarbete mellan Neuroradiologi på Medicinsk Diagnostik Karolinska, Karolinska Institutet och GE Healthcare testas just nu på Neuroradiologi.

Det handlar om en realtidstracker som kan användas vid MR-undersökningar av hjärnan hos patienter som av olika anledningar har svårt att ligga stilla vid undersökningen. Det kan exempelvis vara små barn, personer med Parkinson eller demenssjukdom. Den stora fördelen är att undersökningen då kan genomföras i vaket tillstånd, utan att narkos behöver användas.

MR-fysikgruppen har tagit fram både mjuk- och hårdvara för tracking av huvudet. Hårdvaran, som är utvecklad av Adam van Niekerk, består av ett specialbyggt kretskort, stort som en USB-sticka. Med dessa tekniker kan bildplanet följa med huvudets rörelser och huvudrörelser på upp mot cirka 35 grader har kunnat korrigeras i realtid.



Utän denna tracking skulle MR-bilderna inte kunna användas, vilket inte bara innebär stora kostnader, utan också behov av att boka in en ny undersökning som kanske även då behöver genomföras i narkos.

Den tekniska utvecklingen kombineras just nu med en klinisk studie med barn i åldrarna tre till nio år. Den utvecklade hårdvaran är inkaplad i en igenkännlig figur som fästs på pannan. Av de 16 barn som har deltagit i studien, har 15 fått godkänd diagnostik vilket inneburit att de inte behövde sövas.

– Undersökningen tar mindre tid och diagnostiken blir bättre. För patienten och anhöriga är det en lättnad att narkos kan undvikas. Föräldrarna till de barn som har deltagit i studien är jättegglada över det, berättar Stefan Skare, MR-fysiker på Neuroradiologi.

## Forskningsbaserad metod utvecklar **potentiella chefer**

Det unika utvecklingsprogrammet för potentiella chefer på Medicinsk Diagnostik Karolinska riktar sig till medarbetare utan chefsbefattning, men som har intresse för chefsrollen och ledarskap.

Upplägget består av två delar, först ett fyra dagar långt internat där deltagarna får utforska vad det innebär att vara chef. Därefter får deltagarna ta ställning till att fortsätta i ytterligare ett år. Här får de ta del av olika verktyg och metoder som är specifika för just chefer på ett universitetssjukhus.

Under utvecklingsåret ingår något som kallas för sprinten enligt metoden Immunity to Change (ITC), vars syfte är att ge deltagarna möjlighet att utmana sig själva och snabba upp sin utveckling. Metoden har tagits fram av Robert Kegan, professor vid Harvarduniversitetet och handlar om att kartlägga och arbeta med sitt ”mentala immunsystem” som ibland kan stå i vägen för nya idéer och personliga förbättringar.

Robert Kegan menar att en vanlig orsak till att värderingarna på golvet skiljer sig från dem på väggen är att människor är mer angelägna om sin image än om verklig utveckling. Det är när människor gör en äkta och daglig ansträngning för att leva och leda utifrån en djupare känsla av syfte och värdegrund som klyftan mellan vad vi upplever och vad vi strävar efter kan minska.

Sprinten genomfördes för första gången 2021 och är mycket värdefull eftersom den ger konkreta verktyg för att arbeta med personlig självreflektion och utveckling.

– När ledare tar på sig arbetet kring självreflektion och utveckling som behövs för att vara förebilder, det är då det händer saker! Man börjar alltid med sig själv, och som ledare kan man sedan arbeta vidare med modellen tillsammans med sina medarbetare, säger Jessica Johansson, HR-partner på Medicinsk Diagnostik Karolinska och utbildad faciliterare i metoden.



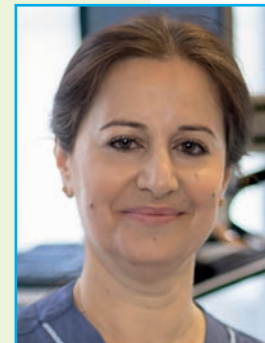
**Malin Hult**, sjukhuskemist och tillförordnad enhetschef, Klinisk genetik och CMMS

”Sprinten har gjort mig mer medveten om mina inre drivkrafter och varför jag agerar på ett visst sätt i en situation och framför allt: vad jag kan göra istället, för att bli bättre. Det är till nytta varje dag att vara medveten om sina styrkor och svagheter. För min del har det lett till att jag blivit mer säker på min förmåga att fatta snabba beslut.”



**Mariya Volkova**, Leg. biomedicinsk analytiker och biträdande kvalitetssamordnare, Klinisk farmakologi

”Tidigare såg jag inte mig själv som en ledare, men i och med programmet för potentiella chefer kunde jag se hur jag passade in och blev mer säker i mig själv. Jag älskar allt som har med personlig utveckling att göra, och har alltid varit öppen för att utforska hjärnan, psyket och beteenden. Sprinten har hjälpt mig att lättare acceptera saker som jag själv inte kan förändra.”



**Thikra Ishak**, biomedicinsk analytiker och koordinator, Klinisk mikrobiologi

”Programmet gav en bra insikt i ledarskapet och under sprinten fick vi fokusera på personlig utveckling. Det är svårt att ändra invanda mönster men sprinten bidrog till att jag fick ökad självinsikt. Jag känner att jag nu är bättre på att delegera, har fått ett helikopterperspektiv och större glädje och fokus i det jag gör.”

# Ny, unik specialistutbildning för undersköterskor inom laboratoriemedicin

**Våren 2020 inledde Karolinska Universitetslaboratoriet en dialog med Lernia kring det akuta och långsiktiga behovet av kompetens inom diagnostiken. Resultatet är en ny unik specialistutbildning som startar hösten 2022.**

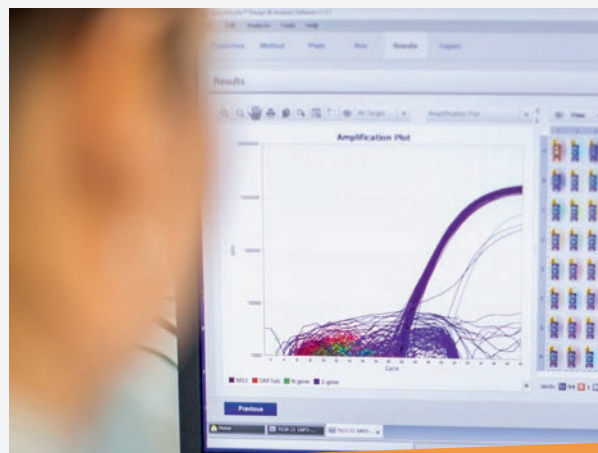
Specialistutbildningen är på ett år vilket innebär heltidsstudier på distans med några fysiska träffar. Den nya utbildningen väver samman teoretiska kunskaper och praktiska moment för att skapa en helhet. Medicinsk Diagnostik Karolinska medverkar i ledningsgruppsrådet med uppgift att påverka utbildningen, inspirera de studerande, bidra med kompetens, erfarenhet, gästföreläsningar samt lokaler, material och viss utrustning.

## Verksamhetsnära studieupplägg

Praktik i form av LIA (Lärande i Arbete) utgör en stor del av utbildningstiden, och det ges även möjlighet till studiebesök.

– Många undersköterskor efterfrågar en vidareutbildning som i dag helt saknas inom laboratoriemedicin. Utbildningen startar hösten 2022 och det blev snabbt ett högt söktryck när vi öppnade upp för anmälan, berättar Lisa Wiklund, biomedicinsk analytiker och verksamhetsansvarig inom kompetens och utbildning på Medicinsk Diagnostik Karolinska.

Behovet av specialistundersköterskor inom laboratoriemedicin finns över hela landet. Utbildningen ligger i linje med de kvalifikationskrav och kompetenser som efterfrågas på sjukhusen, och chansen att få arbete efter slutförd utbildning bedöms vara mycket goda.



## FAKTA

- 200 YH-poäng
- 1-årig heltidsutbildning
- Distans med 1–2 träffar per termin
- Berättigar till studiemedel från CSN
- Ansökan: [www.lernia.se](http://www.lernia.se)

## Kompetensstegar skapar en attraktiv arbetsplats

För att kunna erbjuda vård i världsklass, är medarbetarnas kompetens A och O. På Medicinsk Diagnostik Karolinska har kompetensstegar implementerats för att skapa tydliga karriärvägar och bra förutsättningar för kompetensutveckling. Satsningen är också viktig i arbetet att behålla befintlig personal och attrahera nya medarbetare.

Kompetensstegarna består av ett antal steg, beroende på yrkesgrupp. Stegen innehåller krav på både reella och formella kompetenser.

Redan 2020 implementerade Medicinsk Diagnostik Karolinska en kompetensstege för röntgensjuksköterskor. 2021 infördes ytterligare två kompetensstegar: en för biomedicinska analytiker inom laboratoriemedicin i klinisk diagnostik samt en för laboratorieingenjörer.

Som en långsiktig strategi för kompetensförsörjning planeras framtagande av kompetensstegar även för andra professioner inom Medicinsk Diagnostik Karolinska.



# Lärdomar från en pandemi

Den snabba spridningen av SARS-CoV-2 satte vården i hela världen på prov med omfattande testning och analyser till att börja med, och därefter resurser för en storskalig vaccination. Medicinsk Diagnostik Karolinska fick ett utökat ansvar för både testning och vaccinering. Erfarenheterna ligger nu till grund för en framtida pandemiberedskap.

Tidigt under pandemin fanns krav på att säkerställa storskalig testning för covid-19, utan att skapa undanträngningseffekter i den ordinarie sjukvården. Medicinsk Diagnostik Karolinska var tidigt under pandemin, i början av 2020, ensamma med att utföra diagnostik för covid-19 åt sjukvården.

– Problemet var att världen inte var förberedd på den storskaliga testningen. Det skapade en plötslig global varuefterfrågan, och bristen på gemensam logistik och IT-system blev väldigt tydlig, berättar Tobias Allander som har ansvarat för covid19-diagnostiken.

Ganska snart utökades ansvaret till att omfatta samordning av den storskaliga testningen i Stockholm, och Medicinsk Diagnostik Karolinska fick sedan också i uppdrag att bygga upp ett särskilt covidlaboratorium för storskalig testning med dygnet runt-verksamhet.

### **100 000 analyser i veckan som mest**

För att möta utmaningarna utvecklades snabbt nya arbetsprocesser, onödigt material skalades bort och större lager byggdes upp för att klara leveransstörningar. Även egna tekniska lösningar skapades för att minimera manuella arbetsmoment som tidigare

inte varit ett problem. I maj 2021 inrättades det nya storskaliga laboratoriet och har sedan dess hanterat allt från tester som lämnats och hämtats med taxi hos invånare, tester från apotek och teststationer, provtagning för resenärer på Arlanda till smittspårning bland vårdpersonal och skolbarn.

– Målet var att labbet skulle kunna arbeta sju dagar i veckan och analysera 70 000 prover per vecka. Provolymen kan jämföras med att Karolinska ett vanligt år utför 20 000 PCR-tester för att hitta mikroorganismer i luftvägarna, säger Mattias Karlsson, projektledare för covidlaboratoriet.

I samband med omikron analyserades runt 100 000 prover i veckan med en svarstid på ungefär ett dygn.

### **Nya vaccinnottagningar på en månad**

I januari 2021 fick Medicinsk Diagnostik Karolinska även ett vaccineringsuppdrag, vilket inkluderade vaccinering av riskgrupper. En omfattande rekryteringskampanj inleddes och en månad senare stod verksamheten redo både i Huddinge och i Solna.

– Otydliga planeringsförutsättningar har speglat hela perioden; inledningsvis på grund av brist på vaccin,

men även senare har Folkhälsomyndighetens prioriteringar skapat omväxlande mycket högt söktryck till i det närmaste tomt på mottagningen. Det ställdes enormt stora krav på flexibilitet och uthållighet, berättar Märith Östling, sektionschef på vaccinnottagningen.

För att hantera både ett högvolymsflöde och komplexa och kompetenskrävande flöden för särskilda riskgrupper behövde arbetssätt anpassas och förfinas.

Vaccinationsmottagningen har fram till maj 2022 genomfört 370 000 covid-19 vaccinationer, med en högsta dagsnotering om 2 500 stick.

### **Erfarenheter från pandemin samlas**

Medicinsk Diagnostik Karolinska medverkar nu i en rapport som Region Stockholm sammanställer för att identifiera viktiga lärdomar och brister. Några aspekter som framkommit handlar om standardiseringsbehov av laboratorieinformatik, tillgänglighetsaspekter för invånare som saknar digitala förutsättningar och vårdens förmåga att hantera kapacitet vid materialbrist.

– Vi har lärt oss mycket som gör oss mer förberedda nästa gång, men vi har också lärt oss att det är svårt att förutse framtiden, avslutar Tobias Allander.

# Verktyg som underlättar bedömning av strålningsrisker



Varje år genomför Tema Hjärta, Kärl och Neuro samt Tema Barn – Astrid Lindgrens Barnsjukhus över 3 000 hjärtkateteriseringar för att diagnostisera och behandla hjärtfel. Hjärtkateteriseringar är livräddande ingrepp där man med hjälp av röntgen kan lokalisera och behandla skador i kärlen. Effekten från röntgenstrålning kan dock hos vuxna innebära risk för främst hudskador, medan framtida cancerutveckling är en risk som berör främst barn. Risken för en strålskada ökar med stråldosen.

## Komplicerat att uppskatta risken

Enligt patientlagen ska patienten få information om riskerna kopplade till sin behandling. Genom röntgenutrustningen styrs den stråldosmängd som ges, men hur denna stråldos fördelas i patientens kropp är svårberäknad. Riskerna varierar också beroende på olika faktorer såsom ålder, organ och kön. Flickor är till exempel betydligt mer strålkänsliga än pojkar, upp mot två till tre gånger känsligare.

För att enklare kunna göra dessa riskbedömningar, har verktyg nu utvecklats utifrån en framtagen omvandlingsfaktor som bland annat grundar sig på epidemiologiska studier av atombombsöverlevande från Hiroshima och Nagasaki 1945. I form av översiktliga tabeller kan läkare snabbt och enkelt få stöd med att bedöma risker relaterade till stråldosen.

– Tabellerna styr inte behandlingen i sig, utan används som stöd för läkaren för att ge information till patienten om ingreppet och dess risker. De är också användbara för att besluta om uppföljning av eventuell hudskada eller, på längre sikt, risk för utveckling av cancer, förklarar Angeliki Karambatsakidou, sjukhusfysiker på Medicinsk strålningsfysik och nuklearmedicin, som har utvecklat verktygen i dialog med personal som utför ingreppen.

Ålder (år)	KAP (Gycm <sup>2</sup> ) 	KAP (Gycm <sup>2</sup> ) 
0	0.77	2.1
1	1.5	4.3
5	3.7	8.7
10	6.5	15
15	11	25

*Exempel på ett av verktygen för bevakning av dos- och risknivåer för barn med medfödda hjärtfel. Om dosvärdet (KAP) från utrustningen inte överskrider tabellens värden så understiger den strålningsinducerade cancer risken 0,1 procent, vilket bedöms innebära en försumbar riskökning*

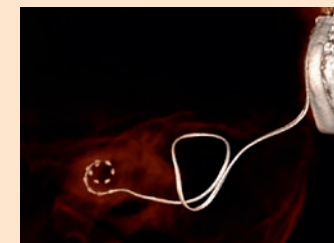
## Säkrare process för hörselimplantat hos barn

Att operera in hörselimplantat är ett precisionsarbete där millimeterstora elektroder placeras i örats hörselsäck. Det är extra utmanande att utföra operationen på små barn som har missbildade inneröron. Karolinska Universitetssjukhuset är ensamutövare i Sverige av detta ingrepp, där Medicinsk Diagnostik Karolinska har en viktig roll.

Till kirurgens hjälp finns Cone-beam CT, en röntgenteknik som tar detaljerade tredimensionella röntgenbilder. En av fördelarna med tekniken är tillgängligheten i operations-salen; tredimensionella röntgenbilder kan tas under pågående operation, och eventuella problem åtgärdas direkt. Bilderna förenklar placeringen av elektroderna, men problemet är den höga stråldos som tidigare har krävts.

## Minskad stråldos med 87 procent

På initiativ av Neuroradiologi startades ett samarbete med enheterna för öronkirurgi vid Tema Akut och Reparativ medicin, Röntgenfysik, Intervention och ultraljud samt företaget Siemens, för att införa Cone-beam CT i den kliniska verksamheten. För att skydda de mycket unga patienterna från röntgenstrålning har ett specifikt exponeringsprotokoll utvecklats för hörselimplantat på barn.



Arbetet har resulterat i ett protokoll där man nu med endast 13 procent av den ursprungliga stråldosen kunnat uppnå en tillräckligt bra diagnostisk bildkvalitet, genom att optimera både energin i röntgenspektrumet och brusnivån i bilderna. Det nya protokollet implementerades kliniskt under 2021.

*Läs mer om arbetet med att minska stråldoserna på sidorna 7 och 20.*



## Tonvis med plast kan sparas i det miljövänliga laboratoriet

Plast har länge varit ett viktigt hjälpmedel i vården men det globala plastavfallet ökar varje år. Inom forskningslaboratorier uppskattas avfallet till så mycket som fem till sex miljoner ton (2014). Mängden hos kliniska laboratorier bedöms vara ännu större på grund av det stora antalet prover som görs.

Karolinska Universitetslaboratoriet inom Medicinsk Diagnostik Karolinska har under många år följt utvecklingen och identifierat olika lösningar för att bli ett grönare laboratorium – satsningar som leder till positiva resultat.

### Egen innovation kan spara stora mängder petrisskålar

De senaste åren har antal prover inom Klinisk mikrobiologi ökat med ungefär 10 procent, vilket i sin tur ökar plastförbrukningen. För att bromsa förbrukningen har en arbetsgrupp på laboratoriet nyligen utvecklat en enkel, men smart produkt – Agar-splittaren.

– Vid renodling måste varje bakterie odlas i en separat petrisskål. Med vårt egendesignade kors kan vi dela upp skålen i fyra eller åtta separata odlingar. Det innebär att plastförbrukningen kan minska med 75–85 procent, förklarar Volkan Özenci, överläkare vid Klinisk mikrobiologi.

Arbetsgruppen ser också över sina arbetsmetoder. Bland annat kan övergången från odling av faecesprover, som görs med fem olika petrisskålar, till att istället arbeta med PCR-metoden minska plastförbrukningen med 70 procent. Det motsvarar ungefär ett ton per år.

### Kan bioplast produceras med hjälp av bakterier?

I ett planerat projekt tillsammans med KTH ska labbet nu bland annat undersöka om det är möjligt att producera bioplast från kliniskt avfall med hjälp av anaeroba bakterier. Senare kan bioplasten användas för förbrukningsvaror i labbet. Volkan Özenci avslutar:

– Tänk om vi kan förvandla kliniskt avfall till något bra och användbart med hjälp av bakterier i framtiden?

## Nya spårämnen ska hitta olika tumörer

Tillverkning och testning av nya spårämnen är ett prioriterat område inom forskningen. De används för att kunna lokalisera tumörer med hjälp av en PET-kamera som visar hur spårämnet tas upp av tumören. Olika spårämnen fungerar på olika cancertumörer och forskning runt två nya spårämnen pågår just nu inom Medicinsk Diagnostik Karolinska.

Det ena är spårämnet FAPI som används för att diagnostisera cancer i bukspottkörtel, magsäck, gallgångar och äggstockar. Dessa cancerformer betraktas som svårbehandlade eftersom majoriteten av patienterna diagnostiseras i ett sent skede, vilket leder till en dålig prognos.

– Studien är i sin linda och även om det inte finns några preliminära resultat ännu, så har spårämnet hittills bekräftat våra hypoteser i att skilja godartade från elakartade tumörer, förklarar professor Rimma Axelsson, överläkare vid Medicinsk strålningsfysik och nuklearmedicin.

Det andra projektet berör prostatacancer som klassas som en folksjukdom där ungefär 11 000 män i Sverige insjuknar varje år. Trots framgångsrika kirurgiska ingrepp får ungefär 25 till 30 procent av patienterna ett så kallat biokemiskt återfall. Nuvarande metoder kan ofta inte visa var i kroppen detta återfall av cancerceller finns. Sedan några år tillbaka används det radioaktivt märkta spårämnet PSMA för bildtagning med PET för detta, men först nu har omfattande studier gjorts.

– Vår erfarenhet bekräftar effektiviteten av att använda PSMA-PET och metoden rekommenderas nu i nationellt vårdprogram för prostatacancer 2022. I den pågående studien vill vi utreda om metoden kan användas för riktad precisionsbestrålning mot just de områden som tagit upp spårämnet, till exempel i en lymfkörtel, och på så sätt förbättra patientens livskvalitet och förhoppningsvis förlänga patientens liv, avslutar Rimma Axelsson.





Grafisk form, text och produktion: Luxlucid

Foto: Danish Saroee (s. 1, 2, 3, 17, 18, 20–21, 22 övre  
och undre bilder, 24, 26, 27), Henrik Fahlander (s. 9),  
Försvarsmakten (s. 11 vänster), Sanne Jonsson (s. 11 höger),  
Amar Karalli (s. 15), Yanlu Wang (s. 19),  
Stefan Skare (s. 21), Mariya Volkova (s. 22 mellersta bilden),  
Jens Dahlborg (s. 23), Babak Flahat (s. 25).

Tryck: DanagårdLitho, 2022

