Dit branchemagasin fra TechMedia A/S

# Medicoteknik

Magasin for Dansk Medicoteknisk Selskab - DMTS



## Tema:
# Celleterapi og regenerativ medicin

Nr. 2 - April 2025 - 12. årgang




NYHED

# HAMILTON-HF90

## Et helt nyt system til high flow iltterapi

- **Ny effektiv iltsensorteknologi**
- **Hurtig opsætning**
- **Lang batterilevetid**

Hamilton Medicals seneste innovation er HAMILTON-HF90 – en selvstændig enhed til high flow iltterapi, der er simpel, fleksibel og mobil. Enheden har et batteri med stor holdbarhed på 2 timer, som understøtter transport rundt på hospitalet og anvendelse på flere afdelinger.

Derudover så er HAMILTON-HF90 nem at servicere, har en lang levetid på 8 år, og er bygget med en ny iltsensorteknologi, der holder hele produktets levetid.




Medidyne MAKING A DIFFERENCE

Medidyne A/S | Tel. 35 25 12 48 | www.medidyne.dk

Se den nye HAMILTON-HF90



# Celleterapi er det nye sort

Af Emil Boye Kromann.
Lektor
- DTU Health Tech

Menneskekroppen består af væv, og vævet indeholder specialiserede celler, der vedligeholder og giver funktion. Bliver vævet beskadiget, eller bliver cellerne syge, så behandler vi med bandager, medikamenter, stråleterapi - you name it.

I denne udgave af Medicoteknik udforsker vi en helt ny behandlingsform, hvor levende, laboratoriedyrkede celler injiceres eller printes direkte ind i patienten for at genvinde tabt funktion. Før var det sci-fi.
Nu er det nu.

Emnerne regenerativ behandling, celleterapi og præcisionsmedicin er overlappende og omfattende. På de følgende sider giver unge og erfarne forskere et oprids af de vigtigste koncepter - med eksempler fra deres eget arbejde, som styrer mod regenerative behandlinger af henholdsvis urinrørsforsnævring, hjertesvigt og synstab.

Vi tager afsæt i grundforskningen, som har givet os to afgørende redskaber: teknologien til at dyrke levende menneskeceller uden for kroppen og teknologien til at kontrollere cellernes specialisering.

Tricket er så at fremdyrke de rette celletyper i de rette mængder - og indføre dem det rette sted i patienten. Simpelt er det ikke, men det sker alligevel. Takket være massive investeringer og samarbejder på tværs af forskningsinstitutioner, hospitaler, industri og startups, som udvikler, afprøver, skalerer, kvalitetssikrer, forhandler, koordinerer og uddanner.

Som læser skal du forvente lidt bio-nørderi i denne udgave af Medicoteknik. Det er nemlig fundamentet for den bredere teknologiske udvikling (hardware og software), som nu må forme sig for at gøre cellebaserede behandlinger mere tilgængelige. Et godt eksempel, som også dækkes i denne udgave, er anvendelsen og udviklingen af massespektrometri til karakterisering af terapeutiske celler.

Læs med, og kom på forkant med det nye sort.

Emil B. Kromann

# Medicoteknik

Magasin for Dansk Medicoteknisk Selskab - DMTS

**Udgiver:**
TechMedia A/S
Naverland 35
2600 Glostrup
Telefon 43 24 26 28
www.techmedia.dk
info@techmedia.dk

**Ledelse:**
Rikke Marott Schelde, CEO

**Redaktionel målsætning:**
Gennem tekniske artikler og relevante nyheder inden for sundhedsteknologi leverer Medicoteknik vigtig og nyttig viden, der kan styrke faget, både nationalt og internationalt.

Medicoteknik udgives i samarbejde med Dansk Medicoteknisk Selskab og er medlemsblad for foreningens godt 700 medlemmer og andre relevante abonnenter i branchen.

**Medicoteknik** udkommer 6 gange årligt.

**Fagredaktør:**
Emil Boye Kromann
Lektor
- DTU Health Tech

**Redaktør:**
Journalist Søren Bang Hansen
E-mail: bang@bangmedia.dk. Telefon: 61 65 22 22

**Ansvarshavende:**
Rikke Marott Schelde, CEO, TechMedia A/S

**Produktion:**
TechMedia A/S

**Tryk:**
PE Offset A/S

**Abonnement:**
Bestilling og ændring/opsigelse skal sendes til:
abonnement@techmedia.dk

**Oplag:**
Trykt oplag: 2.490 stk.
Online læsere: 1.467 stk.

**Bladsekretær:**
Pia Nielsen
E-mail: pn@techmedia.dk
Telefon: 43 24 26 72

**Layout:**
Helle Hansen
E-mail: hh@techmedia.dk

**Annoncer:**
Tanja Wulff Dühring
E-mail: twd@techmedia.dk
Telefon: 43 24 26 06

**Annoncekoordinering:**
Marianne Dieckmann
E-mail: md@techmedia.dk
Telefon: 43 24 26 82

**Kontakt DMTS:**
Sekretær & kasserer Per Overgaard Rasmussen
Vester Søgade 68 st. th., 1601 København V
E-mail: por@dmts.dk. Telefon: +45 21 39 02 32

Formand Kim Dremstrup
Aalborg Universitet,
Institut for Medicin og Sundhedsteknologi

Næstformand Peter Sommer
Medicoteknisk Leder
- Region Sjælland
Holbæk, Roskilde og Køge

**Tilmelding til DMTS:**
www.dmts.dk/om-dmts/bliv-medlem-af-dmts/



*Citater fra artikler i Medicoteknik skal ske med tydelig kildeangivelse. Enhver form for gengivelse af artikler, herunder illustrationer, forudsætter udgiverens skriftlige tilladelse. Redaktionen kan ikke påtage sig ansvaret for materiale, der indsendes uopfordret.*



**ISSN 2246-2848 (tryk) - ISSN 2246-2856 (online)**

**Læs - og del - bladet på: medicotek.dk**

Miljømærket tryksag 5041 0309



**Scan og hent Medicotekniks medieinformation 2025 hér!**

Scan med kameraet på din smartphone.















**3** Leder

## TEMA: Celleterapi og regenerativ medicin

**6** Stamceller i moderne medicin

**10** MSC-terapi i klinisk udvikling

**14** Bioprintet væv bygger bro mellem grundforskning og klinisk anvendelse

**18** Fra laboratorium i bruseniche til førende i medicinsk milliardniche

**21** Ny teknologi kan udbrede massespektrometri til kliniske laboratorier

**23** AI-kamera styrker patientsikkerheden

**26** Ny teknik fjerner store blodpropper

**27** App hjælper voksne med ADHD

**29** Studietur: Sundhedsteknologi i et internationalt perspektiv

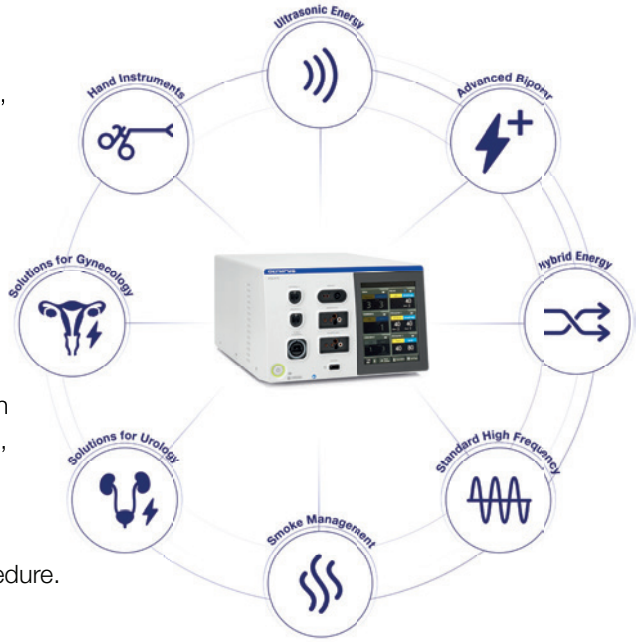
OLYMPUS




# The Heart of Every Procedure

## Alt-i-et diatermi apparet til alle specialer

Vi præsenterer den nye ESG-410, en alt-i-en kirurgiske energiplatform, der er skabt til at drive hele Olympus' avancerede energisortiment. Uanset om det drejer sig om almen kirurgi, urologi eller gynækologi, gør ESG-410 det enklere at håndtere kirurgisk energi, så dit team kan fokusere på præcision og effektivitet.




Med sin brugervenlige touchskærm sikrer ESG-410 den rette energitilførsel til en bred vifte af procedurer. Platformen understøtter Powerseal (avancerede bipolare), Thunderbeat, Sonicbeat (ultralyd), PLASMA+ og standard højfrekvente instrumenter — alt sammen fra én samlet enhed. Optimer din operationsstue med denne alsidige løsning, der er designet til at øge effektiviteten og samle dit elektro-kirurgiske udstyr.

Giv dit operationsteam styrken med ESG-410 — hjertet i enhver procedure. Oplev fremtiden for kirurgisk energi med Olympus.

**For mere information, kontakt din lokale Olympus repræsentant**

**OLYMPUS DANMARK A/S**
Knud Højgaards Vej 2, 2860 Søborg | Tlf. +45 44 73 47 00 | www.olympus.dk

# Stamceller i moderne medicin

Efter to årtier går stamcelleteknologi fra forskning til behandling.
Her er udsigt til nye løsninger for øjensygdomme og mindre brug af dyreforsøg.



Af Anne Zebitz Eriksen.
Ph.d., tenure track assistant professor - Sundhedsteknologi, Danmarks Tekniske Universitet



*Der er en markant stigning i antallet af kliniske forsøg, hvor stamceller spiller en central rolle. Og teknologien breder sig fra universiteterne til industrien.*

Det er nu næsten 20 år siden, at Shinya Yamanaka og hans forskerhold på Kyoto University opdagede, at de kunne tage voksne celler - for eksempel fra hudprøver - og reprogrammere dem til at danne pluripotente stamceller. Disse celler, kendt som inducerede pluripotente stamceller (iPSC'er), har potentiale til at udvikle sig til stort set alle andre celletyper i menneskekroppen - fra nerveceller i hjernen til leverceller, hudceller og celler i tarmkanalen.
Opdagelsen skabte hurtigt håb om revolutionerende nye muligheder for medicinske behandlinger og forskning. Nu, knap to årtier senere, ser vi en markant stigning i antallet af kliniske forsøg, hvor stamceller spiller en central rolle, og teknologien breder sig fra universiteterne til industrien.

## Enorm betydning

Når man skaber inducerede pluripotente stamceller (iPSC'er), starter processen med at dyrke celler fra en donorprøve - for eksempel hudceller fra en biopsi eller celler isoleret fra en blodprøve. For at omprogrammere disse celler til stamceller skal bestemte signalveje aktiveres, hvilket sker ved at udtrykke de såkaldte Yamanaka-faktorer i cellerne. Dette kan gøres på forskellige måder, men den mest anvendte metode i dag bygger på genlevering ved hjælp af Sendai-virus, en ikke-integrerende virus, der midlertidigt udtrykker faktorerne uden at ændre cellens DNA.
Opdagelsen af iPSC'er har haft enorm betydning. Den løser en række etiske dilemmaer forbundet med brugen af embryonale stamceller, fordi cellerne kan skabes med informeret samykke fra en donor. Samtidig åbner teknologien muligheden for at dyrke patientens egne celler og potentielt organer. Dette kan i fremtiden minimere risikoen for afstødning ved transplantationer og reducere behovet for immundæmpende behandlinger hos transplantationspatienter. ▶

### Yamanaka-faktorer

- Yamanaka-faktorerne OCT4, SOX2, KLF4 og c-MYC er transkriptionsfaktorer, der regulerer cellens genekspression og identitet.
- Når de udtrykkes i en differentieret celle, aktiverer de gener, der er forbundet med pluripotens, og undertrykker dem, der fastholder den oprindelige specialisering.
- Dette skaber en tilstand, hvor cellen mister sin specifikke funktion og genvinder evnen til at differentiere til næsten alle celletyper i kroppen.

### Sendai-virus

- Er en RNA-virus, der bruges som et midlertidigt vektorværktøj til at introducere Yamanaka-faktorer i celler.
- I modsætning til DNA-baserede metoder integreres virussets genetiske materiale ikke i cellens arvemasse, hvilket mindsker risikoen for genetiske ændringer.
- Efter et par celledelinger nedbrydes virusset naturligt, og cellen kan videreudvikles uden spor af virus.

MEDICAL SCANDINAVIA

# Nyhed

BodyVision
see beyond limits

**LungVision®** AI-software i kombination med en røntgen-C-bue skaber et omkostningseffektivt tomografisk billedgenererende system til bronkoskopisk navigation. Systemet tilbyder tre funktioner i ét:

- Intraoperativ 3D tomografiske scanning
- Realtidsaugmenteret fluoroskopi
- Avanceret bronkoskopisk navigation

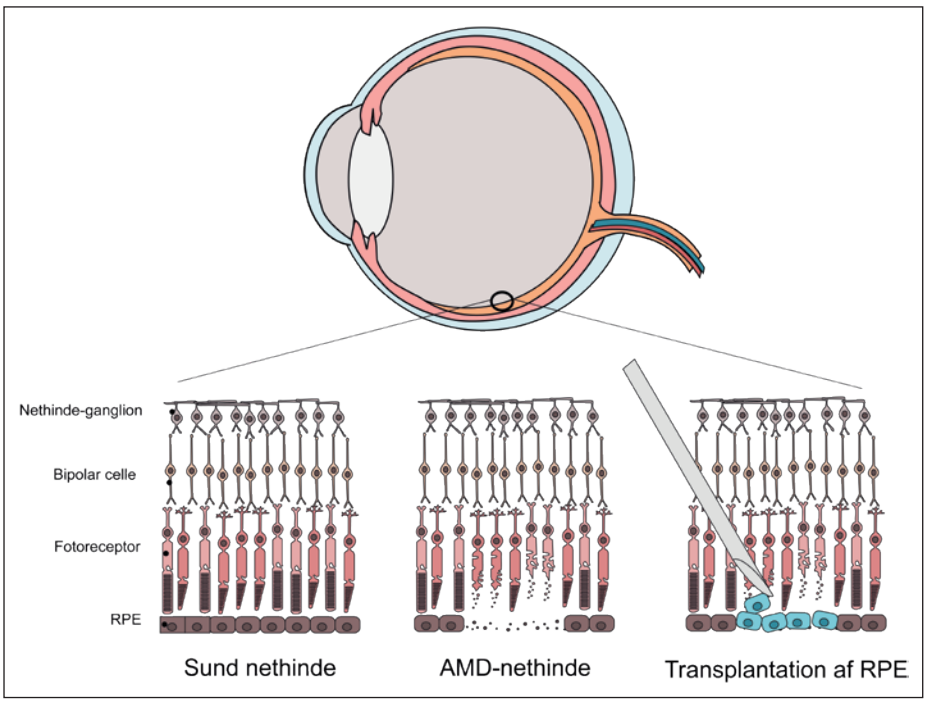
www.mscan.dk

## Behandling af synstab

En af de mest lovende anvendelser af iPSC-teknologien er inden for øjenmedicin, særligt i behandlingen af aldersrelateret maculadegeneration (AMD), som er en af de hyppigste årsager til synstab hos ældre.

Ved AMD mister patienterne specialiserede celler i makula (den gule plet), som er afgørende for skarpsyn og detaljeret syn, der for eksempel er vigtigt ved læsning. Både de lysfølsomme fotoreceptorer og de underliggende retinale pigmentepitel (RPE)-celler går til grunde.

RPE-cellerne spiller en central rolle i at støtte fotoreceptorerne ved at fjerne affaldsstoffer og sikre deres overlevelse. Da disse celler ikke regenereres naturligt, har forskere i mange år søgt efter en metode til at erstatte dem, og her kan stamcelleteknologi gøre en reel forskel.




*AMD og celletransplantation: Til venstre ses strukturen af en rask nethinde, med pigmentepithelceller nederst, lige under fotoreceptor-cellerne. RPE-cellerne yder vigtige støttefunktioner for de overliggende fotoreceptorer. Ved aldersrelateret maculardegeneration (AMD) dør RPE-cellerne, hvilket fører til død af fotoreceptorerne. Der forskes i nye behandlingsmetoder, hvor man transplanterer stamcelleafledte RPE-celler ind i nethinder, for at redde de overliggende nerveceller og bevare synet hos patienten.*

## Vigtigt gennembrud

I 2014 gennemførte et japansk forskerhold, ledet af dr. Masayo Takahashi ved Riken Center for Developmental Biology, verdens første transplantation af iPSC-afledte RPE-celler til en patient med AMD. Forskerne omprogrammerede patientens egne hudceller til iPSC'er, differentierede dem til RPE-celler og transplanterede dem derefter ind under nethinden. Målet var at erstatte de degenererede RPE-celler og stoppe sygdommens progression. Denne banebrydende procedure markerede en milepæl i regenerativ medicin og skabte håb om nye behandlingsmuligheder for AMD.



*En af de mest lovende anvendelser af iPSC-teknologien er inden for behandlingen af AMD, som er en hyppig årsag til synstab hos ældre.*

Selv om de første iPSC-afledte RPE-transplantationer har vist lovende resultater, er der stadig udfordringer at overvinde. Langtidsstudier er nødvendige for at vurdere sikkerheden og holdbarheden af transplantationerne. Samtidig arbejder forskere på at forbedre differentieringsprocesserne og integrationen af de transplanterede celler i nethinden.

Trods disse udfordringer repræsenterer de tidlige kliniske forsøg et betydeligt gennembrud. På verdensplan er der i øjeblikket 17 kliniske forsøg i gang, hvor forskere undersøger stamcelleafledte RPE-transplantationer til behandling af AMD og andre degenerative øjensygdomme.

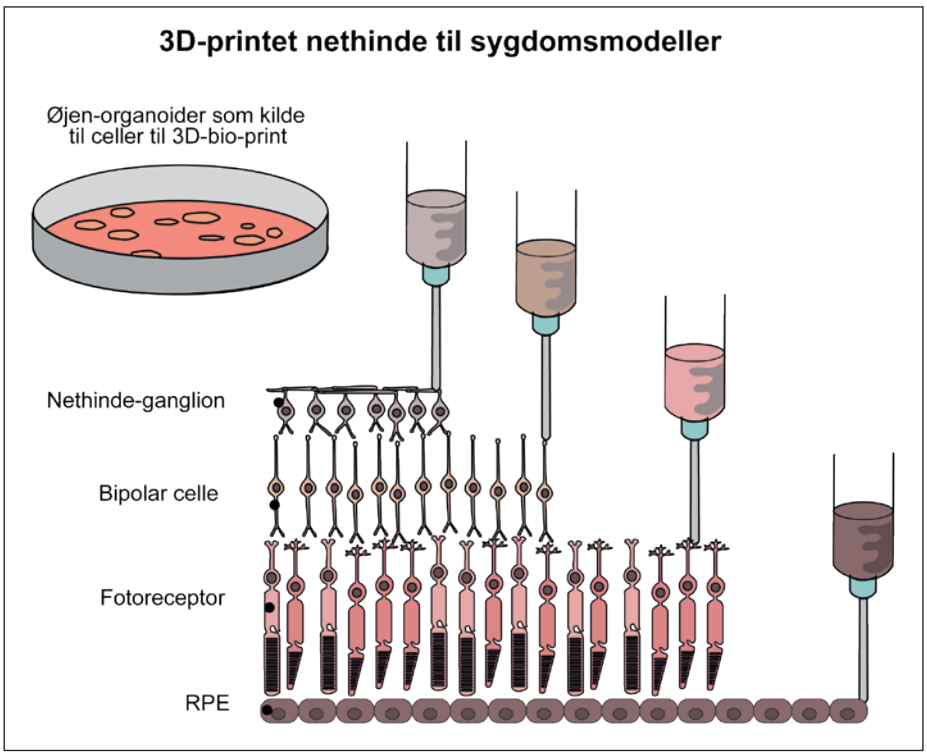
## Fremtidens testplatform

Ud over deres potentiale i celleterapi spiller stamceller en stadig vigtigere rolle i udviklingen af nye lægemidler. En af de mest lovende anvendelser er skabelsen af komplekse in vitro-modeller - laboratoriedyrkede væv og miniorganer (organoider), som efterligner funktionerne i menneskelige organer. Traditionelt har lægemiddeludvikling været afhængig af dyreforsøg for at teste nye stoffers sikkerhed og effektivitet, men resultaterne fra dyremodeller afspejler ikke altid, hvordan menneskekroppen reagerer. Dette har ført til en stigende interesse for alternative

metoder, hvor stamcellebaserede modeller kan give mere præcise og humane testsystemer.

## Mere præcise resultater

I 2023 tog USA's fødevare- og lægemiddelmyndighed, FDA, et vigtigt skridt i denne retning ved at opdatere sine retningslinjer, så nye lægemidler ikke længere behøver at gennemgå dyreforsøg, før de testes på mennesker. I stedet åbnes der for brugen af avancerede humane cellemodeller, herunder iPSC-afledte væv, som supplement eller erstatning for dyremodeller i visse tilfælde. Dette skift kan få stor betydning for farmaceutisk forskning, da stamcellebaserede modeller kan give mere præcise resultater, reducere udviklingstiden for nye lægemidler og mindske behovet for dyreforsøg. Eksempelvis har forskere udviklet hjerte-, lever- og hjerneorganoider, som gør det muligt at teste et lægemiddels toksicitet i specifikke humane celler og væv, før det afprøves i kliniske forsøg.



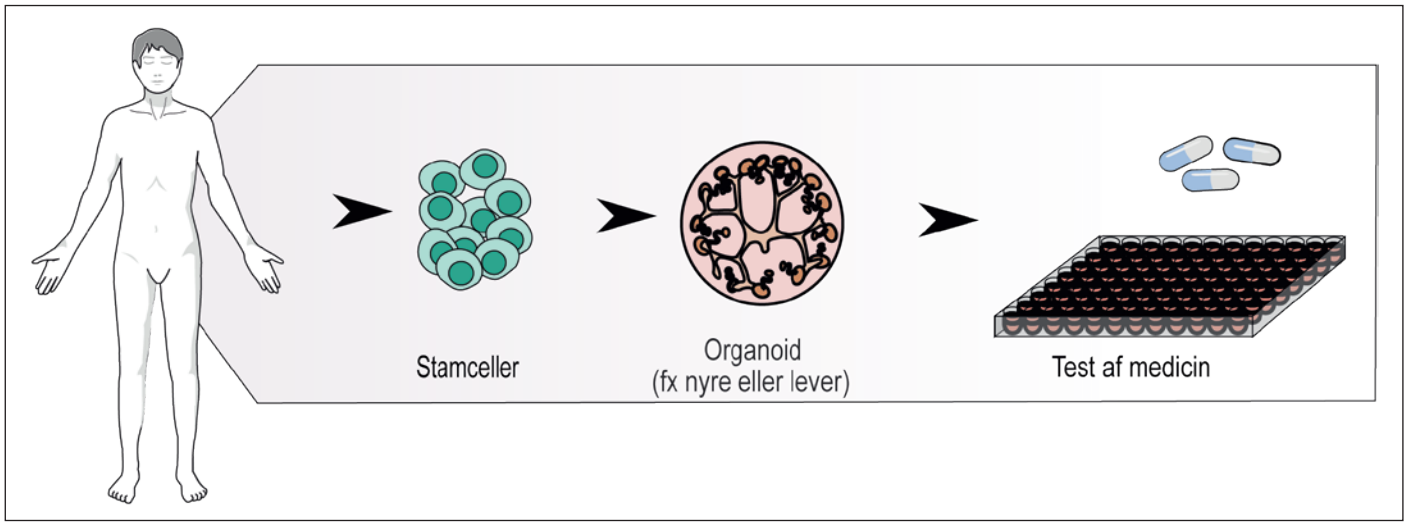

*I forfatterens laboratorium: Vi arbejder blandt andet på at lave en præcis model af menneskets nethinde. I dette projekt, støttet af Lundbeckfonden, forsøger vi at kombinere organoider og 3D-bioprint-teknologi. Vi gror øjen-organoider fra stamceller, hvorfra vi isolerer de forskellige nethindeceller. De forskellige celletyper i nethinden bliver så printet ind i den lagdelte struktur, der kendetegner en sund nethinde.*

## En ny æra

Med denne udvikling ser vi en ny æra inden for medicinudvikling, hvor stamcellebaserede teknologier ikke kun bruges til behandlinger, men også spiller en central rolle i at gøre lægemiddeltestning mere præcis, hurtigere og etisk bæredygtig.

På blot to årtier har iPSC-teknologien udviklet sig fra en banebrydende opdagelse i et laboratorium til et af de mest lovende værktøjer inden for regenerativ medicin og lægemiddeludvikling. Fra øjenmedicin til præklinisk testning af nye lægemidler viser teknologien sit potentiale til at revolutionere behandlingsmuligheder og reducere afhængigheden af dyreforsøg.

I dag er det ikke kun forskningsinstitutioner, men også biotek- og medicinalvirksomheder, der aktivt investerer i stamcellebaserede løsninger, hvilket driver udviklingen fremad mod klinisk anvendelse. Selv om der stadig er udfordringer, peger de seneste gennembrud på, at iPSC'er kan blive en afgørende del af fremtidens medicin - både som en kilde til celleterapi og som en platform for mere præcise og etisk bæredygtige testmetoder.




*Stamcelle-modeller til brug i medicinudvikling: Det er blevet muligt at tage celler fra voksne donorer, for eksempel patienter, og »re-programmere« disse til at danne stamceller (iPSC'er). IPSC'er kan blandt andet bruges til at lave små versioner af bestemte organer (organoider). Det kan være nyre eller lever, der så kan bruges som alternativ til dyremodeller i medicinudvikling, for eksempel til at teste om et nyt medikament er sikkert for bestemte organer. Hvis man bruger donorceller fra patienter, åbner denne teknologi også for at teste forskellige behandlingsstrategier på patientens egne celler - som en form for personlig medicin.*

Bioreaktorer, assays og patientfokus:

# MSC-terapi i klinisk udvikling

Mesenkymale stromale celler (MSC) har stort potentiale i behandlingen af hjertesvigt og andre sygdomme. Nye metoder og tværfagligt samarbejde skal sikre, at de rigtige patienter får mest muligt ud af terapien.



Af Morten Juhl Nørgaard. Ph.d., cand.scient. - Cardiology Stem Cell Centre, Hjertecentret, Rigshospitalet

Regenerativ medicin er et felt, der fokuserer på at reparere, erstatte eller genskabe beskadiget væv og organer - for eksempel ved hjælp af celler, som er dyrket uden for patientens egen krop. En celletype, som har skabt store forventninger til feltets kliniske potentiale, er den mesenkymale stromale celle (MSC). Dette skyldes evnen til at differentiere til forskellige celletyper og udskille signalstoffer, der fremmer vævsregenerering og påvirker immunsystemet.
Hidtil har meget af forskningen handlet om at dokumentere og kontrollere disse egenskaber - men vi står nu med en mere anvendelsesnær udfordring: Hvordan sikrer vi, at det bedst mulige celleprodukt når frem til den rigtige patient på den mest effektive måde? Den næste fase i udviklingen af MSC-baseret regenerativ medicin handler altså ikke kun om at forstå cellernes egenskaber, men også om at optimere celleproduktets egenskaber og anvendelse i forhold til den individuelle patients behov.

## Uden for kroppen

Udviklingen af celledyrkningsteknikker har spillet en central rolle i biologisk forskning i mere end et århundrede. Allerede i begyndelsen af 1900-tallet lykkedes det Ross Harrison at dyrke celler uden for kroppen, hvilket lagde fundamentet for moderne cellekulturer. Senere bidrog forskere som Alexis Carrel med metoder til langvarig dyrkning af væv, hvilket gjorde det muligt at studere celler over længere tid.
I 1950'erne gjorde George Gey et vigtigt gennembrud med etableringen af den ▶



Foto: Justin Hummerston fra Ehrhorn Hummerston.

*I dag kan dyrkning af MSC foregå i lukkede bioreaktorsystemer, der tillader en mere kontrolleret og skalerbar produktion.*





Fotos: Wikipedia.

*George Gey (1899-1970) banede vejen for udforskningen af de såkaldte HeLa-celler, som har haft enorm betydning for behandlingen af en række sygdomme. Her ses han med det første billede af HeLa-cellerne, taget i 1951.*



# Kan vi forbedre arbejdsgange for bedre patientresultater?

Med MEDRAD® Centargo tager det kun 20 sekunder at klargøre CT-injektoren tilen ny patient.[1]

**Find ud af mere om, hvordan Bayer forbedrer CT-arbejdsgange på:**
https://radiology.bayer.dk/products/medrad-centargo

**See the Possible. Create the Future.**
› BAYER IN RADIOLOGY

MEDRAD® Centargo
CT Injection System

**Mød vores lokale serviceteam!**


**Nordisk Service Chef**
Brian Karoli
Mobile: +45 40 19 99 89
E-mail: brian.karoli@bayer.com

**National Key Account Manager**
Lisbet Helweg
Mobile: +45 28 40 54 09
E-mail: lisbet.helweg@bayer.com

**Sales and Applications Specialist**
Andreas Hansen
Mobile: +45 28 12 33 14
E-mail: andreas.hansen@bayer.com

**Service Specialist, Sjælland**
Kenneth Larsen
Mobile: +45 28 93 85 30
E-mail: kenneth.larsen@bayer.com

**Service Specialist, Jylland**
Ulrik Bundgaard
Mobile: +45 40 22 65 04
E-mail: ulrik.bundgaard@bayer.com



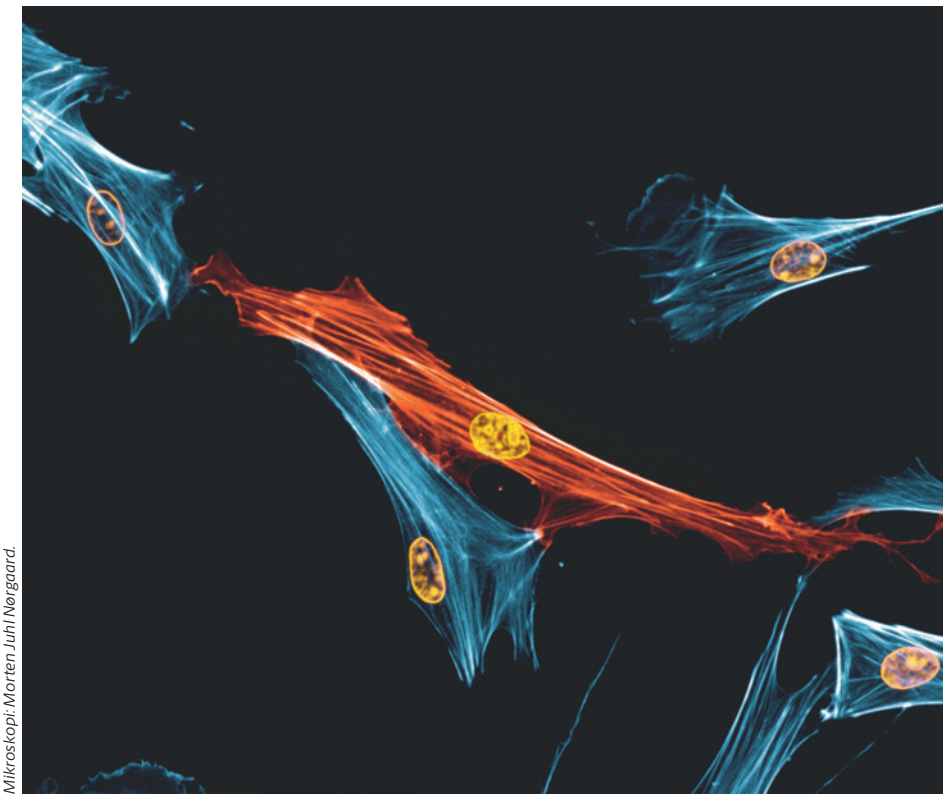
Centargo is a CE marked medical device (CE 2797). Manufacturer: Bayer. ©2025 Bayer.


Reference: 1. Kemper C et al. Medical Devices: Evidence and Research 2022:15 79–87.


Bayer A/S | Arne Jacobsens Allé 13 | DK-2300 København S | Tel: +45 45 23 50 00 | radiology.bayer.dk


CE 2797


PP-M-CEN-DK-0166-1



Mikroskopi: Morten Juhl Nørgaard.

*Mesenkymale stromale celler med pseudofarver. Cellekerner ses i gul. Farverne for aktin (cytoskelettet), vist i blå og rød, er manuelt annoteret af forfatteren.*

første immortaliserede (udødelige, *red.*) menneskelige cellelinje, kendt som HeLa-celler. HeLa-celler har en praktisk talt uudtømmelig evne til at dele sig - en egenskab, som normale, raske celler ikke besidder. Dette har haft enorm betydning for udviklingen af blandt andet poliovaccinen, kræftforskning og lægemiddeludvikling.
Cellerne blev dog isoleret uden patienten Henrietta Lacks' samtykke, hvilket fortsat er genstand for debat og har ført til øget fokus på etik i biomedicinsk forskning. Men etableringen af værktøjerne til celledyrkning uden for kroppen åbnede døren for isolering og dyrkning af en bred vifte af celletyper, herunder primære celler som MSC. Til forskel fra immortaliserede cellelinjer som HeLa, der er relativt lette at dyrke, kræver MSC imidlertid mere avancerede metoder for at kunne dyrkes effektivt og stabilt.

## I knoglemarv og blodkar

I 1960'erne var Alexander Friedenstein blandt de første til at beskrive eksistensen af MSC i knoglemarven. Han observerede, hvordan disse celler var i stand til at differentiere til knogle-, brusk- og fedtvæv. Ved transplantation i forsøgsdyr så han også, at MSC ikke blot kunne danne nyt væv, men også skabe en niche svarende til den oprindelige knoglemarv, som kunne understøtte udviklingen af blodets celler. Disse fund understregede den centrale rolle i knoglemarvens mikromiljø og afdækkede deres usædvanlige regenerative potentiale.
Det har siden vist sig, at MSC ikke kun eksisterer i knoglemarv. De findes mere udbredt rundt om blodkar, hvor de tjener en rolle i reparation efter skade på vævet. Derfor kan MSC isoleres fra så forskellige vaskulariserede væv (væv med blodkar, *red.*) som fedtvæv, navlestrengsblod og tænders pulpa (det bløde indre, som rummer nerver, bindevæv og blodkar).
I de tidlige eksperimenter blev MSC dyrket i petriskåle, hvor de hæftede til skålens bund og var dækket af et vækstmedie med komplekse ingredienser såsom serum fra dyr, der var en essentiel kilde til vækstfaktorer (signalstoffer der styrer cellernes udvikling). Dette miljø var langtfra standardiseret, da for eksempel sammensætningen af serum varierede fra parti til parti. Derfor var det svært at afdække, hvilke signalstoffer der var nødvendige for optimal cellevækst.

## Moderne bioreaktorer

I dag kan dyrkning af MSC foregå i lukkede bioreaktorsystemer, der tillader en mere kontrolleret og skalerbar produktion.
Et af de mest anvendte systemer til MSC-dyrkning er hollow fibre-bioreaktorer, hvor cellerne hæfter til porøse, rørformede membraner, som giver en tredimensionel vækststruktur, cellerne kan hæfte sig til og vokse i under forhold, der minder om cellernes naturlige vækstmiljø. De rørformede membraner kan fremstilles i stor skala, hvilket gør metoden både omkostningseffektiv og reproducerbar.
Alternativt anvendes mikrocarrier-baserede systemer, hvor cellerne vokser på små, biokompatible perler, der frit suspenderes i vækstmediet. Disse systemer anvendes ofte i spinner flasks eller omrørte bioreaktorer, som sikrer en ensartet fordeling af mikrocarriers, effektiv næringsstoftilførsel og gasudveksling.
Der findes også carrier-free metoder, såsom dyrkning af MSC som spheroider, hvor cellerne spontant danner tredimensionelle aggregater. Denne metode kan forbedre cellernes funktion og efterligne det fysiologiske miljø bedre end todimensionelle kulturer, men udfordres af varierende spheroidstørrelse, begrænset iltforsyning i større aggregater og vanskeligheder med opskalering til industriel produktion.
En væsentlig fordel ved lukkede bioreaktorer er den lavere kontaminations-risiko sammenlignet med åbne processer i traditionelle kulturflasker, hvor udskiftning af medium udføres manuelt i sterilrum. Samtidig er mange animalske komponenter i mediet blevet erstattet af veldefinerede rekombinante proteiner eller humane alternativer såsom blodpladelysat, hvilket sikrer en mere standardiseret celleproduktion.
Disse fremskridt har været afgørende for den kommercielle skalering og kliniske anvendelse af MSC-baserede terapier.

## Patientbehandling

Traditionelt er MSC blevet dyrket i laboratorier under kontrollerede forhold, hvor betingelserne for deres vækst og funktion har været omhyggeligt optimeret. Men det er ikke nok, at cellerne trives ex vivo - de skal også fungere optimalt i kroppen efter administration (indgivelse, *red.*) til en patient.
Alene det at transportere cellerne fra produktionsfaciliteterne til patienten er en vigtig, og langtfra triviel, logistisk udfordring. En løsning er at fryse cellerne ned i en medieformulering, som sikrer, at cellerne ikke dør i fryseprocessen.

For at sikre cellernes funktion i patienten er der altså behov for en grundig forståelse af, hvordan cellerne reagerer på formulering, fryseproces, opbevaring, optøning og administration. Disse faktorer i kombination med det miljø, cellerne møder i patientens krop, kan alle spille en væsentlig rolle for deres kliniske effekt.
Studier har vist, at MSC kan miste en del af deres regenerative potentiale, hvis de ikke håndteres korrekt. Derfor er fortsat procesoptimering imellem produktionsfacilitet og hospital afgørende for klinisk succes.

### Opmærksomhedspunkter

En lille håndfuld opmærksomhedspunkter er:

1. Behovet for avancerede målemetoder og assays, der kan kvantificere cellernes egenskaber mere præcist. Dette vil forbedre produktionskontrollen og sikre mere konsistente celleprodukter.
2. Behovet for bioreaktorsystemer med flere integrerede sensorer, der overvåger vækstbetingelser i realtid. Dette kan reducere produktionsomkostninger og skabe ideelle forhold for cellerne.
3. Behovet for automatiseringsprocesser, der reducerer risikoen for menneskelige fejl og sikrer, at MSC-produkter kan fremstilles i større skala uden at gå på kompromis med kvaliteten.
4. Behovet for sikre og effektive metoder til administration af MSC til patienter. Det omfatter valg af passende leveringsveje (for eksempel lokal injektion eller intravenøs infusion), formulering af celleproduktet for at beskytte cellerne under administration og sikring af, at cellerne når deres mål og fungerer optimalt i det behandlede væv.

Fremtidens MSC-terapier:

# Teknologi, præcision og tværfagligt samarbejde

Foruden de tekniske fremskridt er et tæt samarbejde mellem forskellige faggrupper - fra cellebiologer og ingeniører til klinikere og biotekvirksomheder - vigtig for at bringe ny viden og nye løsninger i spil.

Netop dette er i fokus på Kardiologisk Stamcellecenter, Rigshospitalet, hvor IMPACT-projektet (The ImmunoModulatory Potential of Adipose tissue-derived stromal Cell Therapy) samler et konsortium af specialister, der arbejder målrettet på at styrke og forfine MSC-behandlingens potentiale. Projektet er støttet af Innovationsfonden.
IMPACT-projektet har til formål at anvende MSC-terapi baseret på celler fra fedtvæv. Gennem en kombination af avancerede produktionsplatforme og grundig karakterisering af cellernes interaktion med immunsystemet sigter projektet mod at udvide den gruppe af patienter, der kan få gavn af MSC-baseret behandling.

### Afgørende assays

En central del af projektet er udviklingen af assays, der kan afdække og forudsige cellernes terapeutiske potentiale - herunder deres evne til at dæmpe inflammation.
Projektet omfatter desuden produktion af højkvalitets MSC-produkter under forhold, som lever op til Good Manufacturing Practice. Disse celler skal bruges til et multicenter klinisk forsøg med patienter med non-iskæmisk hjertesvigt for at evaluere behandlingens effekt i praksis. Erfaring har vist, at ikke alle patienter responderer ens på behandlingen. Derfor er intentionen at undersøge både celleproduktets karakteristika og individuelle patientprofiler for at målrette terapien, så vi i fremtiden kan centrere behandlingen om de patienter, som har størst gavn af den.



Foto: Rigshospitalet.

*På Rigshospitalet arbejder specialister målrettet på at styrke og forfine MSC-behandlingens potentiale.*

### Spændende krydsfelt

Alt i alt befinder MSC-forskningen sig i et spændende krydsfelt mellem laboratorievidenskab, klinisk praksis og teknologisk innovation.
Vi ved allerede, at MSC kan modulere immunsystemet og fremme vævsregenerering, men der er fortsat behov for at finjustere metoderne og identificere de patienter, der har størst udbytte af behandlingen.
Et stærkt tværfagligt samarbejde er essentielt for at realisere en fremtid, hvor patienter med eksempelvis hjertesygdomme kan få skræddersyede behandlinger baseret på deres unikke behov - og hvor produktionsomkostningerne er lave nok til, at denne behandling kan blive tilgængelig for mange.
Hvis de teknologiske og forskningsmæssige fremskridt fortsætter, peger meget på, at MSC vil blive et væsentligt redskab i den kliniske værktøjskasse og en vigtig brik i fremtidens præcisionsmedicin, hvor behandlingen er tilpasset patienten.

# Bioprintet væv bygger bro mellem grundforskning og klinisk anvendelse

På Aalborg Universitet arbejder forskere med banebrydende teknologi, der på sigt kan »printe« nye, funktionelle væv til patienter med svære organsygdomme.



Af Pablo Pennisi. Lektor, bioingeniør
Simone Riis Porsborg.
Lektor, cand. scient. med
- Regenerative Medicine group,
Institut for Medicin og Sundheds-teknologi, Aalborg Universitet



Sygdomme i vores rørformede organer er en alvorlig udfordring for sundheden. Det gælder lidelser som kræft i mave-tarmkanalen, forsnævringer i blodkar og arvæv i urinvejene. Fælles for disse sygdomme er, at de forstyrrer kroppens normale transport af væsker, næringsstoffer og affaldsstoffer.
Traditionelt har behandlingen krævet vævstransplantation, men den store mangel på donorer har øget sygeligheden og dødeligheden for disse patientgrupper. Det er en stor udfordring for sundhedssystemerne på verdensplan.
For at reducere afhængigheden af donorer har EU-Kommissionen identificeret bioprint som en nøgleteknologi, der på sigt kan gøre det muligt at producere funktionelle væv og organer til transplantation.
Til bioprint anvendes en særlig 3D-



Fotos: Brinter AM.

*Udvikling af bioprinter til print af in vivo-modeller af urinrøret.*




Foto: AdBioInk Biosystem Technology.

*Specielt udviklet bioprinter til in situ-bioprint.*

printer, som kan skabe tredimensionelle strukturer af væv og organer. Printeren bruger et materiale kaldet bioink, som typisk består af levende celler blandet med geler, der understøtter cellernes vækst og funktion. Der findes forskellige printere, herunder ekstruderingsbaserede printere, som placerer bioinken lag for lag for at opbygge komplekse biologiske strukturer.

## Urinrørets udfordringer

Et konkret eksempel er sygdommen uretrastriktur, hvor urinrøret indsnævres på grund af arvæv eller betændelse. Det kan medføre smertefuld vandladning, hyppige urinvejsinfektioner og i alvorlige tilfælde nyreskader. Behandlingen er særdeles vanskelig, da den ofte kræver gentagne kirurgiske indgreb med høj risiko for tilbagefald.

De nuværende kirurgiske metoder har flere begrænsninger. Der mangler ofte tilstrækkeligt væv fra patienten selv, og der kan opstå komplikationer ved at tage væv fra andre steder på kroppen. Urinrøret har en meget skrøbelig anatomi, omgivet af stærkt blodforsynet væv, som gør det vanskeligt at finde egnede erstatninger.

Derfor er dette område særligt spændende inden for »regenerativ medicin«, der fokuserer på at reparere eller erstatte beskadigede væv og organer. Hertil er avancerede medicinske produkter (AMTP'er), som inkluderer celler og bioprintede væv, særligt interessante. Desværre er der, trods omfattende grundforskning, stadig en betydelig kløft mellem grundforskningen og den kliniske anvendelse, hvilket hæmmer udviklingen og implementeringen af effektive behandlinger. Derfor er der kun ganske få godkendte AMTP'er på markedet.

For at lukke denne kløft har EU-Kommissionen under Horizon Europe-programmet i 2024 lanceret en indsats kaldet »Bio-printing of living cells for regenerative medicine« inden for »Tools, Technologies and Digital Solutions for Health and Care, including personalised medicine«.

## Stærk tværfaglighed

STRONG-UR er et af seks projekter, der er udvalgt til at deltage i denne EU-indsats med bioprint af levende celler til regenerativ medicin. Projektet ledes af forskere fra Aalborg Universitet ▶

## Ordforklaring

*Bioink:* Materialet, der bruges i bioprinteren. Typisk en kombination af levende celler og biopolymergeler, der støtter cellernes vækst og funktion.

*Bioprint:* Anvendelse af en specialiseret 3D-printer til at skabe tredimensionelle strukturer af væv og organer ved hjælp af bioink.

*Regenerativ medicin:* Medicinsk fagområde der fokuserer på at gendanne, reparere eller erstatte beskadigede væv og organer.

*AMTP:* Avancerede Medicinske Terapeutiske Produkter. Omfatter celle- og vævsprodukter til behandling af sygdomme.

*Urethra:* Urinrøret - den kanal der fører urin fra blæren ud af kroppen.

*Hydrogeler:* Vandbaserede geléagtige materialer, der kan indeholde celler og støtte deres vækst i 3D-printede strukturer.

*In situ-bioprint:* Teknik hvor bioink printes direkte på det beskadigede område i kroppen.

*GMP:* Good Manufacturing Practice - strenge kvalitetsstandarder for fremstilling af medicinske produkter.

*Stamceller:* Uspecialiserede celler, der kan udvikle sig til forskellige celletyper i kroppen og hjælpe med vævsregeneration.



*Petra De Graaf, UMC Utrecht, med et stykke 3D-printet model af penisvæv i hånden. Helt unikt for denne er det højt vaskulariserede væv, som omkranser urinrøret i midten.*

## STRONG-UR

- Projektets navn står for: STRategies for Optimised bioprinting of Next Generation tissues for URethral regeneration and translation.
- Målet er at udvikle og teste nye strategier til at konstruere væv, der kan forbedre behandlingen af urinrørssygdomme. Dette indebærer brug af avancerede bioprintteknologier og biomaterialer til at skabe skræddersyede vævskonstruktioner, som kan anvendes i medicinsk behandling.
- Projektet inkluderer også udviklingen af en in vitro-model, som skal minimere brugen af forsøgsdyr. Denne model vil efterligne de biologiske forhold i urinrøret og give forskere mulighed for at teste nye behandlinger i et kontrolleret miljø uden at involvere dyr.
- Partnere i projektet er Aalborg Universitet (projektkoordinator), Aalborg Universitetshospital, Tampere Universitet (Finland), Ghent Universitet (Belgien), Università Cattolica del Sacro Cuore (Italien), University Medical Center Utrecht (Holland), European Association of Urology, 4Tissue (Belgien), Wellspect AB (Sverige), Brinter AM (Finland), AdBioInk Biosystem Technology (Tyrkiet) og META Group (Belgien).
- STRONG-UR er støttet af EU's Horizon Europe-program. Projektet har et samlet budget på 7,8 millioner euro. Tidshorisonten er fra november 2024 til oktober 2028.
- Se mere på: www.strong-ur.eu og www.kortlink.dk/2rz4f.

og har et ambitiøst mål om at fremme udviklingen af bioprintede regenerative løsninger, især væv til rekonstruktion af urinrøret.
Projektkonsortiet er særdeles bredt sammensat med forskere, klinikere, iværksættere, virksomheder og interesseorganisationer, der dækker hele værdikæden. Nogle partnere bidrager med ekspertise inden for celleisolering, ekspansion, differentiering og regenerativ medicin, hvilket giver grundlæggende viden til projektet. Andre leverer et solidt grundlag for syntese og karakterisering af polymerer til avancerede hydrogeler, mens andre igen har dybdegående viden om urologiske sygdomme, især urinrørets anatomi og fysiologi samt design af kliniske og prækliniske undersøgelser. Industrielle partnere bidrager med ekspertise inden for bioink-formulering, bioprintteknologier, biomaterialer til kliniske applikationer, medicinsk udstyr, GMP og immaterielle rettigheder, som kan sikre projektets videre potentiale. Endelig har vi partnere med stærkt dokumenteret erfaring inden for kommunikation og formidling, også på det urologiske område - med blik for både klinikere og patienter.
Således samler konsortiet en bred vifte af ekspertise fra forskellige discipliner, som giver STRONG-UR en stærk tværfaglig dimension.

### Bro over kløften

Vores forskningsprojekt bygger bro over den eksisterende kløft gennem samarbejde mellem biomedicinske forskere, klinikere og virksomheder. Fokus er på udviklingen af bioprintede urinrørskonstruktioner, der opfylder de kliniske og regulatoriske krav.
Ved at integrere innovative bioprintteknologier og gennemføre grundige prækliniske tests sigter vi mod at skalere produktionen op til Good Manufacturing practices (GMP)-standarder og udføre proof-of-concept-studier i den prækliniske fase.
I STRONG-UR anvendes en avanceret bioprintteknologi i kombination med en særligt udviklet bioink til at skabe skræddersyede væv, der efterligner strukturen i det naturlige urinrør og har samme funktionelle karakteristika. Bioinken udvikles af smarte biomaterialer og hydrogeler, som kan reagere på specifikke stimuli. Derved kan cellernes mikromiljø i de bioprintede væv kontrolleres mere præcist.
Projektet søger blandt andet at gøre behandlingen hurtigere og mere omkostningseffektiv. Her er tale om »in situ«-bioprint, hvilket betyder, at bioinken printes direkte på det beskadigede område af urinrøret. Det resulterer i en bioprintet konstruktion, som passer mere præcist til skaden. Derudover tilføjes frisk isolerede stamceller til bioinken - uden behov for den omfattende celleekspansion, som traditionelle metoder kræver.

### Ingeniørens rolle

Planlægning og implementering af et tværfagligt projekt som STRONG-UR kræver en høj grad af koordinering mellem de forskellige involverede discipliner. I STRONG-UR mener vi, at samarbejdet mellem sundhedsingeniører og specialister inden for Medicin med Industriel Specialisering (MedIS) har været nøglen til en effektiv integration af viden og ekspertise fra både biomedicinske forskere, kemi- og fysikingeniører, klinikere, industrielle partnere og interesseorganisationer.
Med denne kombination er vi godt rustet til at samle og fremme samarbejdet mellem projektets forskellige fagområder. På den måde har vi skabt en sammenhængende og målrettet indsats, hvor vi for alvor bestræber os på at accelerere udviklingen af avancerede medicinske terapeutiske produkter (AMTP).
Vi vil gerne udfordre læseren, fra studerende til hospitalsingeniører, til at deltage aktivt i missionen om at implementere bioprintede væv i klinikken som en rutinebehandling:
Ved at engagere jer i banebrydende forskning og kliniske forsøg, samarbejde tværfagligt med eksperter fra både

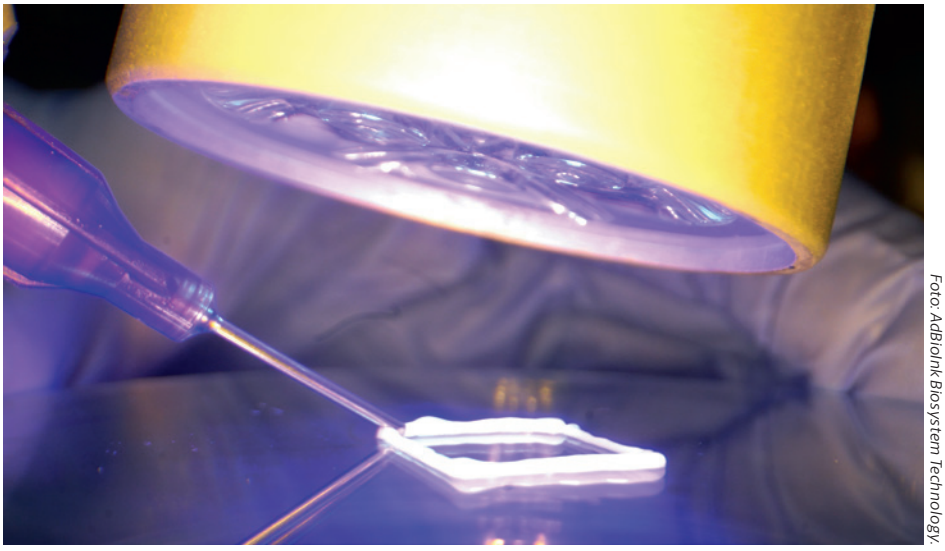


Foto: AdBioInk Biosystem Technology.

*Test af en håndholdt in situ-bioprinter.*

biologien, ingeniørvidenskaben og det medicinske område og holde jer opdateret om regulatoriske krav, kan I bidrage betydeligt til at overvinde de nuværende udfordringer. Jeres ingeniørfærdigheder er uvurderlige i udviklingen af innovative løsninger, og gennem uddannelse og opbygning af støtte i det medicinske fagmiljø kan I være med til at accelerere adoptionen af bioprintede væv i klinisk praksis. Jeres unikke kompetencer og specialviden gør jer til centrale aktører i denne spændende udvikling.
EU-Kommissionen har en stærk interesse i udviklingen af nye biomaterialer til regenerativ medicin, hvilket understøtter vores arbejde og åbner nye perspektiver for anvendelsen af 3D-print inden for dette felt. Ved at udnytte de nyeste teknologier, og samarbejde på tværs af både fag- og landegrænser, kan vi skabe banebrydende løsninger, der ikke blot forbedrer patienternes livskvalitet og overlevelse, men også bidrager til udviklingen af sundhedssektoren som helhed.




*Konsortiet bag STRONG-UR består af medlemmer fra syv EU-lande og et EU-kandidatland. Kernekompetencerne dækker hele værdikæden fra molekylærbiologi til formidling.*



*Fra STRONG-UR generalforsamlingen, afholdt ved AAU Sund, hvor projektet blev igangsat sidste år.*

# Fra laboratorium i bruseniche til førende i medicinsk milliardniche

Da Thomas Kofoed og Ejvind Mørtz startede deres lille laboratorium, belånte de sig til op over begge ører for at beholde tøjlerne. I dag er de frontløbere i en milliardniche inden for medicinalindustrien: proteinanalyse med massespektrometri.



Af Anna Elfving Køhlert.
Journalist
- Epicent

I 2005 overtog Thomas Kofoed og Ejvind Mørtz det lille selskab Alphalyse, som de selv havde været med til at starte tre år tidligere. Med hverken kapital, udstyr eller lokaler stod de to kompagnoner med et firma, der lavede proteinanalyser med massespektrometri - en metode hvor udstyr koster i millionklassen, og hvor medarbejderne har lange uddannelser.
Med fuldt træk på kassekreditten og lån fra deres forældre, lykkedes det at komme i gang og finde lokaler, hvor de til en start indrettede laboratorier i tidligere brusenicher fra et malerfirma.
Knap 20 år senere har de etableret en virksomhed i førersædet og med en kundekreds, der rummer medicinalgiganter fra hele verden. Alene de seneste 10 år er omsætningen firedoblet, og de har i dag omkring 35 medarbejdere i de nye laboratorielokaler i Odense M.
- Ejvind og jeg ville lave det, vi synes er sjovt sammen med glade kollegaer. Og det er udvikling af bedre analysemetoder til lægemiddelproduktion. Vi fravalgte investorer, for at det ikke skulle gå op i kortsigtede milestones eller økonomisk afkast. Vi måtte til gengæld sige ja til mærkelige kundeprojekter for at skaffe indtægt. Vi følte os lidt som prostituerede, når vi søgte kunder og nærmest ville gøre hvad som helst for at kunne sende en regning. Nok var vi jubelidioter, men det store fokus på at opfylde kundebehov er lykkedes, og så er det jo alt sliddet og risikoen værd, siger Thomas Kofoed.



*- Nok var vi jubelidioter, men det store fokus på at opfylde kundebehov er lykkedes, og så er det jo alt sliddet og risikoen værd, siger Thomas Kofoed.*



*Da Ejvind Mørtz sammen med Thomas Kofoed startede deres lille laboratorie, fravalgte de investorer for at beholde tøjlerne. I dag er de frontløbere i en milliardniche af medicinalindustrien.*



## Fra shampoo til lægemidler

Efter flere år hvor Alphalyse lavede analyser for alle virksomheder med behov for test af proteiner, skærpede de deres fokus på kunder, der udvikler nye proteinbaserede lægemidler.
De kastede sig over analyser af værtscelleproteiner (host cell proteins, HCPs) i biologiske lægemidler ved hjælp af massespektrometri. Proteiner, der stammer fra de levende celler, som bruges i produktionen af lægemidlerne, og potentielt




Fotos: Alphalyse A/S.

*Alphalyse koncentrerer sig i dag om at analysere værtscelleproteiner (host cell proteins, HCPs) i biologiske lægemidler ved hjælp af massespektrometri.*

kan give bivirkninger hos patienter, hvis de ikke opdages og fjernes.
- Vi skulle bare have penge i kassen, så i starten lavede vi jo analyser af alt fra shampoo til modermælk. Men vi besluttede, at hvis vi skulle rykke os, så blev vi nødt til at skære ind til benet og fokusere på én retning. Det var der, vi kastede alt skyts mod værtscelleproteiner i biologiske lægemidler. Og her lykkedes vi med at udvikle verdens mest avancerede og detaljerede metode til at identificere og måle selv meget små mængder urenheder i lægemidler, siger Thomas Kofoed.

## Massespektrometri er fremtiden

På Syddansk Universitet i Danmark ligger en af Europas førende forskningsafdelinger for proteinanalyser med massespektrometri, en analytisk teknik, hvor man adskiller kemiske stoffer som for eksempel proteiner ud fra deres molekylvægt. For professor i proteinkemi på Institut for Biokemi og Molekylær Biologi på SDU, Peter Højrup, er Alphalyses udvikling ikke gået ubemærket hen.
- Metoden til at identificere værtscelleproteiner i biologiske lægemidler er en meget krævende analyse, og det er helt centralt i udviklingen af nye lægemidler. Alphalyse har fundet en niche på verdensplan, hvor ingen konkurrenter er nær så gode som dem, siger Peter Højrup og uddyber:
- USA's føderale fødevare- og lægemiddelmyndighed (FDA) er blevet ▶

## MS-baseret analyse af HCP'er

- Alphalyse benytter en massespektrometri (MS)-baseret analysemetode til identifikation og kvantificering af værtscelleproteiner (HCP) i biologiske lægemidler.
- Metoden muliggør identifikation og kvantificering af individuelle HCP'er med høj nøjagtighed, selv ved lave koncentrationer, hvilket bidrager til en høj sikring af produktkvalitet og overholdelse af regulatoriske krav.
- MS-baserede metoder genererer store datamængder, der kræver avancerede bioinformatiske værktøjer og ekspertise for korrekt fortolkning.
- Alphalyse kan som de første i verden tilbyde MS-baseret HCP-analyse med GMP-certifikat, godkendt til frigivelsestest i kliniske forsøg og kommerciel produktion.

## Teknikker og fremgangsmåde

1. *Prøveforberedelse:* Proteinerne i prøven nedbrydes i mindre dele (peptider) ved hjælp af enzymer som for eksempel trypsin.
2. *Peptidseparation:* Ved hjælp af væskekromatografi (LC) separeres peptiderne inden MS-analyse.
3. *Massespektrometri (MS):* Anvendelse af avancerede teknikker som Swath MS muliggør identifikation og kvantificering af et stort antal HCP'er i en enkelt analyse.
4. *Dataanalyse:* Ved hjælp af avanceret software behandles MS-dataene for at udarbejde en detaljeret profil af prøvens HCP'er.



*- Konkurrenterne kommer stormende bagfra, men vi har et stort forspring grundet vores dataarkiv med resultater fra 20 års arbejde, og det skal vi udnytte, siger Thomas Kofoed.*

overbevist om, at massespektrometri er fremtiden. Metoden har vist sig yderst overbevisende, og lægemidler, der er blevet udviklet ved hjælp af metoden, er blevet godkendt af FDA. Alene det beviser, at Alphalyse har fat i den lange ende. Og så må man bare sige, at det simpelthen er et redskab, der er langt stærkere end den tidligere metode til at vurdere, hvornår et lægemiddel er sikkert at bruge.

## Alphalyse A/S

Er en global specialist i proteinanalyse. Som de første i verden er de lykkedes med at skabe en GMP-certificeret massespektrometri (MS)-baseret analyse af værtscelleproteiner (HCP) til produktfrigivelsestest.

### Unik database

Alphalyse har gennem årene udført over 500 HCP-projekter med tusindvis af prøver for medicinalvirksomheder i hele verden. Da analyseresultaterne er yderst reproducerbare, kan det store antal analyser bruges til sammenligninger af urenheder i lægemidler generelt.

De store mængder data er samlet i en unik database over urenheder i lægemidler lige fra rekombinante proteiner som insulin, monoklonale antistoffer til cancerbehandling og vacciner mod diverse infektionssygdomme til nye gen- og celleterapier til helbredelse af arvelige sygdomme.

Ved hjælp af AI-værktøjer kan Alphalyse løbende forbedre kvaliteten af analyserne og vejlede kunderne om kontrol af urenheder i deres fremstillingsprocesser.

- Konkurrenterne kommer stormende bagfra, men vi har et stort forspring grundet vores dataarkiv med resultater fra 20 års arbejde, og det skal vi udnytte. Da massespektrometriske analyser kræver dyre og komplicerede instrumenter, og i endnu større grad højtuddannet personale, er metoden perfekt til outsourcing. Mange medicinalvirksomheder har ikke et stort nok behov til, at det kan svare sig for dem selv at købe udstyr og ansætte specialister til at foretage analyserne, og derfor vælger de at få os til det, siger Thomas Kofoed.

Han uddyber fremtidsplanerne for Alphalyse:

- Nu handler det for os om at udnytte vores forspring til at skalere. Det gør vi ikke ved bare at ansætte en masse medarbejdere eller købe mere udstyr, som mange andre virksomheder. Vi skal derimod automatisere og anvende AI, så vi kan øge kapaciteten med samme antal medarbejdere. Det er på den måde, vi skal skalere, så vi i fremtiden er konkurrencedygtige i en ekstremt konkurrencepræget medicinalverden.

# Ny teknologi kan udbrede massespektrometri til kliniske laboratorier

Danske hospitaler kan blive blandt de første i verden til at implementere en ny automatiseret massespektrometrisk analyse, der ifølge Roche Diagnostics vil forbedre diagnostikken og optimere patientforløb.



Fotos: Roche Diagnostics.

*Den nye teknologi automatiserer hele processen fra prøveforberedelse til resultatfortolkning, så massespektrometri bliver tilgængelig på almindelige kliniske laboratorier.*

Af Søren Bang Hansen

Klinisk massespektrometri (LC-MS/MS) har længe været anerkendt for sin høje følsomhed, specificitet og nøjagtighed inden for laboratorieanalyser. Teknologien har især vist sig værdifuld til detektion af små molekyler, og den betragtes som en »golden standard« til måling af steroidhormoner, D-vitamin samt overvågning af terapeutiske lægemidler og immunsuppressiva (lægemidler der undertrykker immunsystemet). Indtil nu har udbredelsen af massespektrometri dog været begrænset til specialiserede laboratorier på grund af ▶






*Analyseenheden (Cobas i 601) kan anvendes selvstændigt eller integreres i Roches Cobas pro-serie, som muliggør fuld integration med klinisk kemi, immunkemi, laboratorieautomatisering og it.*

teknologiens operationelle kompleksitet. Den hidtidige teknologi har været præget af laboratorie-udviklede tests og begrænset eller manglende integration, automatisering og standardisering.
De manuelle processer indeholder risiko for fejlidentifikation, kontaminering og forkerte opbevaringsforhold, ligesom de har krævet specialuddannet personale.
Alt dette kan ifølge Roche Diagnostics ændre sig takket være virksomhedens Cobas Mass Spec-løsning, der blev CE-mærket i december 2024.

## Automatiserer processen

Den nye teknologi automatiserer hele processen fra prøveforberedelse til resultatfortolkning og gør dermed massespektrometri tilgængelig for rutinemæssig anvendelse på almindelige kliniske laboratorier.
Danske hospitaler er blandt de første i 27 lande, der får mulighed for at implementere denne IVDR-godkendte teknologi. Løsningen består af Cobas i 601 analyseenheden og den første Ionify reagenspakke med fire steroidhormonanalyser.
CE-mærkningen er blot begyndelsen på den samlede løsning, som vil blive udvidet til at omfatte over 60 analytter - herunder steroidhormoner, D-vitamin-metabolitter, immunsupprimerende lægemidler, terapeutisk lægemiddelovervågning og misbrugstestning.
De første 42 analyser for terapeutisk lægemiddelovervågning, inklusive antibiotika, immunosuppressiva, steroider og vitamin D, bliver tilgængelige allerede i år.
Den fuldautomatiserede teknologi muliggør hurtig og pålidelig analyse af komplekse prøver og forbedrer standardiseringen af diagnostiske tests. Roche Diagnostics lover høj pålidelighed, 24/7-drift, IVDR-godkendte assays, random access uafhængig af prøvekategorier, høj kapacitet samt fuld integration i laboratoriet, hvilket ifølge virksomheden markerer et betydeligt skridt i understøttelsen af fremtidens kliniske laboratorier.

## Frigør bioanalytikere

Automatiseringen af massespektrometri forventes også at frigøre tid for bioanalytikerne, så de kan fokusere på opgaver, der tilfører større værdi for den kliniske proces og patientbehandlingen.
Samtidig kan det forbedrede workflow give hurtigere svartider, hvilket potentielt kan reducere tiden mellem prøvetagning og behandlingsbeslutning. For patienterne kan dette betyde, at deres ophold på hospitalet reduceres til bare at omfatte ankomsten, blodprøvetagningen og den efterfølgende konsultation, hvor resultaterne allerede foreligger.

## Nye standarder

For specifikke patientgrupper kan den nye teknologi have særlig betydning. For eksempel kan patienter med brystkræft, der modtager hormonbehandling, potentielt få en mere optimal behandling, da klinikere med den automatiserede massespektrometri hurtigere kan detektere små ændringer i terapeutisk respons og justere behandlingen derefter.
Roche Diagnostics' direktør i Danmark, Melanie Glavina, har store forventninger til fremtiden for den nye teknologi.
- Introduktionen af fuldautomatiseret, integreret og standardiseret klinisk massespektrometri til rutinemæssig laboratoriedrift besidder potentialet til at indføre nye standarder inden for klinisk diagnostik, siger hun.
Den nye teknologi blev præsenteret for danske sundhedsprofessionelle i København på konferencen Roche Dage 2025 i starten af marts.



*Den danske direktør for Roche Diagnostics, Melanie Glavina, forventer, at den nye teknologi kan indføre nye standarder inden for klinisk diagnostik.*



Fotos: Siemens Healthineers.

*Den voksende brug af enestuer skaber udfordringer for personalet på intensive afdelinger, hvor patienten kræver konstant tilstedeværelse.*

# AI-kamera styrker patientsikkerheden

En danskudviklet AI-kameraløsning til monitorering af kritisk syge patienter på intensivafdelinger har opnået CE-certificering og er nu klar til brug på hospitaler. Løsningen er allerede testet på Rigshospitalet, hvor den aflaster sygeplejerskerne og gavner patientsikkerheden.

Af Søren Bang Hansen

Den intelligente kameraløsning, Migo, er udviklet for at imødekomme de udfordringer, sundhedspersonalet på intensivafdelinger oplever med den stigende brug af enestuer. Kravet om konstant overvågning af patienten er en udfordring for sygeplejerskerne, der ofte kortvarigt må forlade stuen for at udføre andre opgaver.

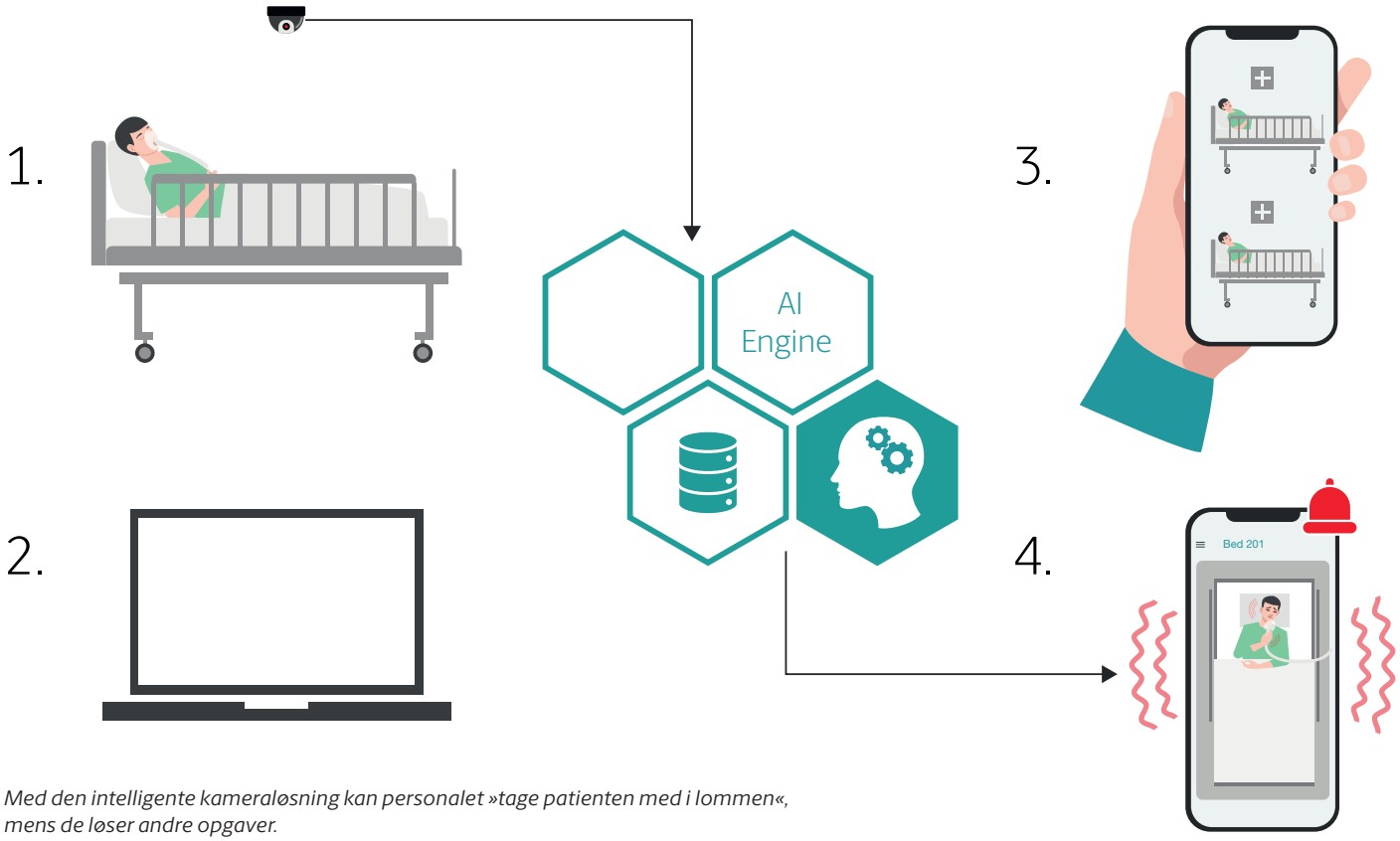
Migos AI-teknologi registrerer specifikke, potentielt kritiske bevægelser hos patienten - og sender notifikationer og video direkte til personalets mobile enheder. Her viser appen, hvilken bevægelse der er tale om, ligesom personalet har mulighed for at se realtids-video af patienten.

Når personalet på denne måde »har patienten med i lommen«, er det muligt at monitorere patienterne 24/7. Det frisætter vigtige ressourcer i en travl klinisk hverdag og øger patientsikkerheden.

Den intelligente kameraløsning er allerede i drift på Neurointensiv afdeling på Rigshospitalet. ▶

### Migo

- Er en intelligent kameraløsning til 24/7-monitorering af patienter.
- Kameraet bruger kunstig intelligens til at detektere specifikke, potentielt kritiske bevægelser.
- Via en app sendes notifikationer og realtids-video af patienten til sygeplejersken.




*Med den intelligente kameraløsning kan personalet »tage patienten med i lommen«, mens de løser andre opgaver.*



*Løsningen er skabt i et succesfuldt samarbejde mellem Siemens Healthineers, Afdeling for Bedøvelse og Intensiv Behandling på Rigshospitalet og den danske virksomhed M2Call.*

## Klinikerne var med

Migo er udviklet i et nært samarbejde mellem klinisk personale fra Afdeling for Bedøvelse og Intensiv Behandling på Rigshospitalet, Siemens Healthineers og den danske medtech-virksomhed M2Call.

For at sikre en optimal løsning har det sundhedsfaglige personale været involveret i hele udviklingsprocessen. Gennem omfattende brugertests har personalets tilbagemeldinger været afgørende for at sikre den bedst mulige oplevelse og funktionalitet.

- Samarbejdet med Siemens Healthineers og Rigshospitalet har været essentielt for udviklingen af Migo, da deres indsigt i brugerbehov, patientsikkerhed og markedskendskab har været uvurderligt i vores arbejde med at udvikle teknologien. Det stærke samarbejde har også været afgørende for, at vi er lykkedes med at udvikle et produkt, der på bare fire år har opnået CE-mærke og nu kan gøre gavn for både personale og patienter på intensivafdelinger, fortæller Michael Lange, CEO i M2Call.

## Store forventninger

Siemens Healthineers er eksklusiv global distributør til intensivafdelinger og er klar til at udrulle løsningen.

- I første omgang er vores fokus det



*Ole Nygaard (Siemens Healthineers) og Michael Lange (M2Call) har store forventninger til kameraløsningen, som for nylig blev CE-mærket.*

### M2Call

- Er en medtech-virksomhed grundlagt i 2021. Virksomheden er en del af Zibra Group og har til huse i MindFuture Tech Hub i Taastrup.
- M2Call udvikler »menneskecentreret innovation« til sundhedsvæsenet i tæt samarbejde med læger, sygeplejersker og andre sundhedsprofessionelle.

### Siemens Healthineers

- Er en global leverandør af udstyr til sundhedssektoren med aktiviteter i over 180 lande og ca. 72.000 medarbejdere på verdensplan.
- Virksomheden er primært aktiv inden for områderne billeddannelse, diagnostik, kræftbehandling og minimalt invasive terapier - understøttet af digital teknologi og kunstig intelligens.

danske marked og derefter at udvide til Norden. Dette produkt er unikt og en naturlig udvidelse af vores produktportefølje, hvor vi gerne vil innovere - også løsninger, der måske ikke naturligt falder inden for vores traditionelle modaliteter som scannere, strålekanoner og laboratorieudstyr, siger Ole Nygaard, der er head of strategy & business development Nordic and Baltic Countries i Siemens Healthineers.

Selskabet har store forventninger til Migo - og understreger, at innovativ sundhedsteknologi spiller en kernerolle i fremtidens sundhedsvæsen.

- Vi ser Danmark som et interessant marked for fremtidig udvikling af ny teknologi, der kan medvirke til at løse specifikke udfordringer i sundhedssektoren. Ikke kun i Danmark, men i hele verden, siger Ole Nygaard.



*Klinisk personale på Rigshospitalet har været tæt involveret i udviklingen.*





HUSK

Medicoteknik kan også læses online

Få besked hver gang en ny udgave er tilgængelig.

Tilmeld dig på TechMedia.dk

Nyttig viden fra TechMedia

# Ny teknik fjerner **store blodpropper**

En blodprop i lungen kan være livsfarlig. Med nyt udstyr kan 30 centimeter lange blodpropper suges ud gennem lysken.



Af Louise A. Poulsen
- Rigshospitalet

En slange føres fra lysken på patienten op til lungen, en lille tragt foldes ud, og med et tryk på apparatets håndtag suges blodproppen ud.
Jesper Kjærgaard, overlæge på Rigshospitalets Afdeling for Hjertesygdomme, demonstrerer, hvordan afdelingens nye apparat til at fjerne store blodpropper - lungeembolier - virker.
- Før har vi enten skullet give patienterne store mængder blodfortyndende eller blodpropsopløsende medicin, som medfører risiko for blandt andet hjerneblødning. Eller vi har skullet operere dem med åbne operationer, som det tager tid at komme sig over, og som også indebærer risici. Vi kan se, at de førende hjerteafdelinger ude i verden begynder at tage den her metode i brug, så vi er glade for også at give vores patienter den mulighed, siger Jesper Kjærgaard.
Patienterne, der kan få den nye behandling, kan både komme fra Region Hovedstaden og andre regioner, og de bringes akut ind på hospitalet.

## Over 30 centimeter

Blodpropper i lungerne viser sig ved, at man pludselig bliver meget forpustet og svimmel og måske besvimer, fordi blodproppen forhindrer kroppens blod i at løbe gennem lungen og blive iltet. Ofte kommer blodproppen fra benet, hvor den har revet sig løs og er ført med blodstrømmen til lungen. Derfor kan et hævet ben være første symptom.
Apparatet skal til start bruges til store blodpropper i lungerne.
- Det er 5-10 procent af de patienter med blodpropper i lungerne, der i første omgang vil blive behandlet med det nye udstyr. Det svarer til 20-30 patienter om året, som har de rigtig store blodpropper, der kan være over 30 centimeter lange. Vi skal forske i virkningen af apparatet, og et lodtrækningsforsøg må så vise, om det er en gavnlig behandling, som vi skal bruge til flere endnu. Man skal jo altid opveje den gode behandling mod den risiko, der også kan være. Men det er meget spændende og appellerende, at vi kan fjerne så store blodpropper på en skånsom måde, siger Jesper Kjærgaard.
Hvert år får 3000-4000 danskere en blodprop i lungen.



Fotos: Louise A. Poulsen.

*Sygeplejerske Jonas Majbom Due (tv.) og overlæge Jesper Kjærgaard på operationsstuen med instrumentet, der kan suge blodpropper ud.*



*En lille tragt foldes ud, og med et tryk på apparatets håndtag suges blodproppen ud.*

# App hjælper voksne med ADHD

En ny app kan forbedre kommunikationen med sundhedsprofessionelle og give mulighed for mere individuelt tilpasset støtte.

Af Søren Bang Hansen

»For You With You ADHD« er en ny app, som er blevet til i et samarbejde mellem Karolinska Institutet i Sverige, Region Stockholm og virksomheden Takeda. Appen indeholder et klinisk valideret selvrapporteringsinstrument til langsigtet monitorering af ADHD-symptomer. Her er tale om patientrapporterede resultatmål - også kendt som PROM (Patient-Reported Outcome Measures).

For voksne med ADHD er opfølgningshyppigheden ofte meget individuel. Den kan variere afhængig af medicineringens kompleksitet og patientens specifikke behov. Dette kan gøre det svært at fange variationer i symptomer mellem konsultationer.

Med et PROM kan patienter selv registrere og følge deres helbredstilstand og livskvalitet over tid. Det skaber et mere kontinuerligt og omfattende billede af det daglige funktionsniveau og velbefindende, hvilket giver mulighed for mere individuelt tilpasset støtte.

## Et komplet billede

Appen giver voksne med en ADHD-diagnose mulighed for at logge, følge og opdage langsigtede mønstre og sammenhænge mellem symptomer og andre livsbegivenheder og adfærd.

Philip Lindner, lektor i klinisk psykologi ved Karolinska Institutet i Stockholm, har stået i spidsen for forskningen og beskriver et PROM således:

- At måle noget så komplekst og abstrakt med et PROM svarer til at tage flere billeder af det samme objekt for at skabe et komplet billede. Inden for psykometrien taler vi om latente konstruktioner - definerede fænomener, der er så komplekse, at det kræver flere forskellige, men ▶

### Sådan virker appen

- Brugeren opretter en profil, som giver mulighed for individuelt indhold i form af tips, videoklip og korte artikler. Med en søge- og filtreringsfunktion kan man gemme sine favoritter.
- Brugeren kan logge følelser, symptomer og livskvalitet over tid med en frekvens og på en måde, der er baseret på videnskabelig forskning.
- Kalenderen giver mulighed for at tilføje egne noter og få automatiske påmindelser. Dagbogen gør det let at beskrive sin sindsstemning og skrive et par ord om, hvad der påvirkede humøret. Følelseshistorikken kan ses og følges i kalenderen.
- Symptomvurdering sker en gang om ugen, hvor brugeren svarer på spørgsmål om, hvordan ADHD påvirker hverdagen. Livskvalitetsvurdering sker en gang om måneden, hvor brugeren svarer på spørgsmål om, hvordan ADHD påvirker livskvaliteten.
- Svarene genererer en visuel oversigt, hvor det er muligt at følge udviklingen over tid. Det er også muligt at gemme svarene og dele dem med sundhedsprofessionelle.
- Den anvendte PROM er valideret til en voksen målgruppe.




*Patientrapporterede resultatmål (PROM) indfanger patientens egen opfattelse af helbred og livskvalitet.*

## PROM

- Patientrapporterede resultatmål (PROM) bruges til at indfange patientens egen opfattelse af for eksempel helbredstilstand og livskvalitet. De består ofte af spørgeskemaer, som patienten udfylder på forskellige tidspunkter for at dokumentere sine symptomer, og hvordan de påvirker dagligdagen.
- Metoden giver indsigt i patientens subjektive oplevelser og supplerer objektive kliniske målinger. Det hjælper sundhedsprofessionelle med at forstå patientens helbred fra patientens eget perspektiv.
- PROM'er kan føre til mere personligt tilpasset pleje, fordi de fremhæver de aspekter af patientens liv, som er mest påvirket.

## ADHD

- Står for Attention Deficit Hyperactivity Disorder, som normalt oversættes til aktivitets- og opmærksomhedsforstyrrelse og viser sig forskelligt hos forskellige personer, ligesom symptomer og adfærd kan variere gennem livet.
- Der findes tre former for ADHD:

1. Primært uopmærksom præsentation (tidligere kaldet ADD).
2. Primært hyperaktiv-impulsiv præsentation.
3. Kombineret præsentation med vanskeligheder inden for opmærksomhed, hyperaktivitet og impulsivitet.

## Takeda Pharma

- Er et dansk datterselskab af Japans største lægemiddelvirksomhed, Takeda Pharmaceutical International Limited.
- Virksomheden har 50 ansatte og hovedsæde på Vallensbæk Strand.
- Takeda udvikler og leverer behandlinger inden for neurovidenskab, mavetarmsygdomme, onkologi, vacciner og sjældne sygdomme.

beslægtede, spørgsmål at indfange dem korrekt, forklarer han.
- Der findes objektive kognitive mål inden for ADHD, såsom opmærksomhed på stimuli, men psykiatrisk diagnosticering og opfølgning fokuserer i sidste ende på individets egne oplevelser af dets daglige funktionsniveau og velbefindende. Oftest er individet selv eksperten på dette område, så PROM har altid haft en naturlig rolle i psykiatrien.

### Finjusteret skala

Forskningen blev gennemført via interviewrunder med erfarne klinikere for løbende at finjustere skalaen, som også blev testet og evalueret af et panel bestående af 397 personer med selvrapporteret ADHD.
- Vi fokuserede på at udvikle et PROM, men vi bidrog også med input til blandt andet den visuelle feedback, som brugeren modtager i appen. Den største udfordring var at definere konstruktioner og finde balancen mellem, hvad der kræves af brugeren, og hvilken værdi skalaen giver. Da skalaen er beregnet til at blive brugt gentagne gange over en længere periode, var dette særligt vigtigt. Skalaen skal fange det væsentlige og skabe værdi ved hver anvendelse, siger Philip Lindner.

Projektet bestod dels af den vurderingsskala, der blev udviklet af forskergruppen, mHealth scale for Continuous ADHD Symptom Self-monitoring (mCASS), og dels af udviklingen af appen »For You With You ADHD«. Arbejdet og den videnskabelige validering blev publiceret i tidsskriftet Sage Digital Health i slutningen af 2024.

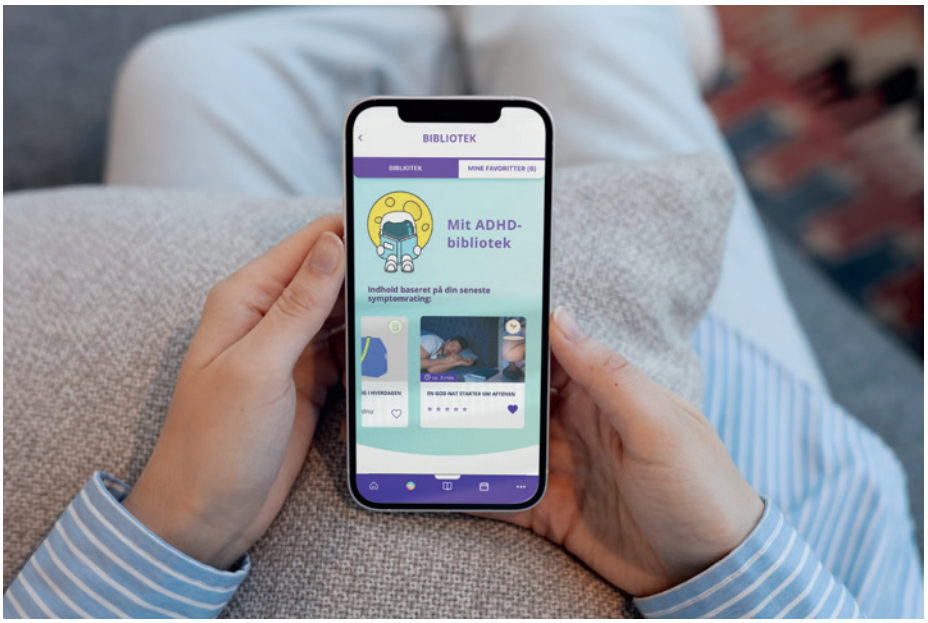
### Klinisk erfaring

Filip Schavoronkoff, der er specialist i psykiatri ved en privatklinik i Helsinki, har allerede klinisk erfaring med appen.
- De fleste af mine patienter, 90 procent, er blevet diagnosticeret eller er i gang med at få stillet en ADHD-diagnose. Det, at brugerne selv kan vælge, hvor detaljerede oplysninger de ønsker at angive, og hvor ofte, dagligt eller ugentligt, giver en særlig værdi for personer med ADHD, siger han.
- Samtidig er appen god, da den begrænser mængden af information, brugeren kan angive, hvilket resulterer i klare og letlæselige data. Det bliver en nem og opdateret måde at følge adfærdsændringer på og forstå ADHD. Fra en læges perspektiv er der værdi i at kunne følge patientens livskvalitetsændringer efter en ADHD-diagnose, siger Filip Schavoronkoff.

### Personcentreret

Formålet med appen er at bidrage til udviklingen af digital og innovativ personcentreret behandling for ADHD-patienter.
- Ved at give patienterne mulighed for løbende at dele deres oplevelser sikrer vi mere skræddersyet pleje, samtidig med at sundhedsprofessionelle kan yde mere målrettet og opmærksom støtte. Dette samarbejdsprojekt understreger vigtigheden af at forstå og forbedre patienternes velbefindende over tid, siger Roland Kurney, der er general manager i Takedas danske afdeling.

Appen er foreløbig tilgængelig i Danmark, Sverige og Finland via App Store og Google Play, hvor den kan hentes gratis.



*Appen leverer individuelt tilpassede tips, videoklip og korte artikler.*

# Sundhedsteknologi i et internationalt perspektiv

En studietur til Atlanta gav en gruppe danske ingeniørstuderende indsigt i den nyeste udvikling inden for medikoteknisk udstyr og forskning. Her er deres beretning.



Af Anna Victoria H. Bohlbro.
Asta Louise Vibe Laursen.
Frederik Vestergaard Lausen.
Helena Kastbjerg.
Lærke Schelde.
Rikke Madsen.
Signe Holm Quitzau.
3. semesters ingeniørstuderende,
Sundhedsteknologi - Institut for Elektro- og Computerteknologi,
Aarhus Universitet

Som studerende på generalistuddannelsen Sundhedsteknologi kan det være svært at navigere i, hvilke karrieremuligheder der ligger og venter på os, når vi er færdiguddannede. I samarbejde med en lektor på Aarhus Universitet, Peter Johansen, var vi syv studerende fra Aarhus Universitet, som tog på studietur til Atlanta, Georgia, i USA for netop at blive klogere på dette.
Her besøgte vi blandt andet virksomhederne Oxos og Veranex samt Emory University og Georgia Institute of Technology (Georgia Tech), som er blandt de førende forskningsinstitutioner inden for biomedicinsk teknologi og udvikling af medikoteknisk udstyr.
Rejsen gav os stor indsigt i, hvordan vores uddannelse kan anvendes i praksis. Og inspiration til at udvikle innovative sundhedsteknologiske løsninger, vi kan arbejde på som færdiguddannede. Studieturen har givet os en unik mulighed for at forstå, hvordan sundhedsteknologi anvendes på globalt plan, og hvilke trends der præger branchen.

## Fra produkt til marked

På turen fik vi et indgående indblik i, hvordan sundhedsteknologi i USA adskiller sig fra vores danske system - og hvordan dette åbner nye veje, vi måske ikke tidligere havde overvejet.
Den amerikanske godkendelsesproces via FDA (Food and Drug Administration) kan i nogle tilfælde være hurtigere end EU's MDR (Medical Device Regulation), hvilket giver et højere tempo i lanceringen af nye medikotekniske løsninger. Disse forskelle har en betydelig indflydelse på, hvordan innovation bringes til live i henholdsvis USA og EU.
På vores studietur blev vi introduceret til Master of Biomedical Innovation and Development - en amerikansk kandidatuddannelse, der bygger videre på nogle af de emner, vi har beskæftiget os med i flere af vores fag (for eksempel Development of Medical Devices og Brugeroplevelsesdesign). Denne masteruddannelse giver en endnu dybere forståelse for, hvordan forløbet går fra en idé på udviklingsstadiet og hele vejen til markedet, hvor det undervejs er afgørende at navigere gennem lovgivning, kliniske tests og markedsføringsgodkendelser.
Det blev tydeligt, at en sådan uddannelse kunne være en oplagt mulighed for os, der ønsker at udbygge vores bachelor og arbejde i krydsfeltet mellem teknologi, innovation og sundhed.
Professor Michael A. Fisher, som er program director for denne kandidatuddannelse, fortæller, at den er meget populær blandt folk, der kommer fra industrien og er frustrerede over processer i praksis. Derfor vælger de at tage denne kandidat - for at få bedre indblik i fremgangsmåder og få nogle redskaber, så de kan ændre på slagets gang.

## Innovative virksomheder

Et besøg, som gjorde et særligt indtryk, var hos virksomheden Veranex. Dette besøg blev faciliteret igennem en af deres samarbejdspartnere, CorMatrix, der havde arrangeret, at vi blev hentet på hotellet i en klassisk amerikansk Chevrolet SUV. Veranex specialiserer sig i at lette processen med at bringe medikotekniske produkter fra idé til ▶




*Gruppefoto efter rundvisning ved Science Square.*




*Health Sciences Research Building ved Emory University.*



*En kunstig hjerteklap af kemisk fremstillet materiale.*

selv at træde ind i rollen som innovatører.
Vi besøgte også virksomheden Oxos, der har udviklet håndholdte røntgenscannere, som for alvor viser potentialet i små, bærbare løsninger inden for medikoteknik. Deres teknologi åbner for en fremtid, hvor patienter kan få adgang til røntgenbilleder på steder og i situationer, hvor det tidligere ikke var muligt. Det kan for eksempel være sportsfolk - eller ved nødsituationer, hvor afstanden til nærmeste hospital kan være meget stor.

## En hjertesag

USA er førende inden for forskning og udvikling af medikoteknisk udstyr. Landets store økonomiske kapacitet og privat finansierede sundhedsvæsen gør det muligt for virksomheder at investere bredt inden for mange forskellige medikoteknologiske områder som hjertet og hjertekarsygdomme.
Danmark er derimod, trods vores langt mindre økonomi, førende inden for specifikke nicheområder som høreapparater og diabetesbehandling. Dette skyldes i høj grad en fokuseret prioritering af ressourcerne, da det danske sundhedsvæsen i højere grad er offentligt finansieret.
I vores uddannelse er vi blevet introduceret til hjertets anatomi og funktion, samt hvordan man kan anvende teknologisk udstyr på hjertet, gennem fagene Anatomi, Human Physiology og Kardiovaskulær Instrumentering. Studieturen til USA gav os mulighed for at bygge videre på denne viden ved at opleve, hvordan førende eksperter og forskere anvender den nyeste teknologi marked, og de har eksperter inden for alt fra konsulentarbejde og testafdelinger til juridisk rådgivning og regulering.
Besøget hos Veranex viste os, hvordan en holistisk tilgang til innovation og udvikling kan være med til at sikre, at nye teknologier hurtigt og sikkert kommer patienterne til gode.
I den sammenhæng fik vi en fremvisning i en nyopført bygning, Science Square, som er dedikeret til entreprenørskab inden for medikoindustrien. For mange af os blev dette kontorfællesskab sat i perspektiv til innovationsafdelingen InCuba i Aarhus - i forestillingen om

### Hvem er hvem

- *Veranex:* Virksomhed med testfaciliteter og ekspertviden. Veranex hjælper primært medikotekniske virksomheder med at reducere omkostninger samt udviklingstiden ved lancering af nye produkter.
- *Oxos:* Startup-virksomhed, der udvikler håndholdte røntgenapparater.
- *Davis Lab, Emory University:* Arbejder på at udvikle metoder, der kan hjælpe patienter med hjertesygdomme. For eksempel nye biomaterialer til levering af hjertestamceller, primært til behandling af hjerteinsufficiens hos børn.
- *Cardiovascular Fluid Mechanics Laboratory (CFM):* Undersøger og opstiller modeller for mekaniske egenskaber i blodgennemstrømning for at forbedre behandlingen af hjertesygdomme. Blandt andet ved at undersøge hvordan forskellige typer af 3D-printede hjerteklapper påvirker blodgennemstrømningen.
- *Hollister Lab:* Arbejder med udvikling af biomateriale til regenerative transplantationsløsninger samt polymerer med memoryfunktion.
- *Georgia Institute of Technology:* Et af USA's førende forskningsuniversiteter med næsten 50.000 studerende. Deres program for Biomedical Engineering benytter en tværfaglig tilgang.




*Her poserer vi foran John Lewis Student Center med de studerende fra Georgia Tech.*

til at forbedre behandlingen af hjertet og hjertekarsygdomme.
Netop hjertekarsygdomme er en af de største dødsårsager i USA for både mænd og kvinder. Derfor har det amerikanske sundhedssystem, både offentligt og privat, satset massivt på at udvikle innovative løsninger til forebyggelse, diagnostik og behandling af disse lidelser.
Den amerikanske medikoindustri har fokuseret på avancerede teknologier som hjertepumper (LVADs), implanterbare pacemakere, robotassisteret hjertekirurgi - og ikke mindst udviklingen af kunstige hjerter og stamcelleterapier til regenerering af hjertevæv.
At tage på studietur til USA og besøge nogle af de førende forskningscentre og virksomheder inden for hjertemedikoteknologi gav os en unik mulighed for at dykke dybere ned og få et førstehåndsindtryk inden for dette felt. Vi kunne se, hvordan avancerede teknologier, der endnu ikke er tilgængelige i Danmark, bliver udviklet, testet og implementeret. Vi har set eksempler på, hvordan forskning og innovation går hånd i hånd i kampen mod hjertekarsygdomme.

## Bionedbrydelige materialer

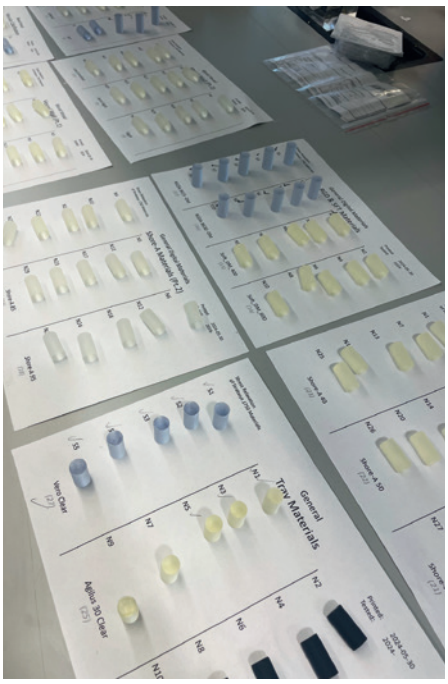
På Georgia Tech oplevede vi, hvordan forskning og teknologi kan kombineres for at skabe metoder til mere skånsom og effektiv behandling af hjertesygdomme.
Et af de mest spændende emner, vi lærte om, var udviklingen af bionedbrydelige materialer. For eksempel et innovativt »scaffold«, som er designet til at udvide arterier, hvilket kan hjælpe med at behandle åreforkalkning. Disse bionedbrydelige materialer kan gradvist forsvinde, når de har udført deres funktion, hvilket reducerer risikoen for komplikationer og forbedrer patienternes helbredelsesproces.
Vi fik også indsigt i et af de forskningsområder, som Georgia Tech er kendt for: Hvordan forskellige typer hjerteklapper påvirker blodets gennemstrømning i aorta. I Cardiovascular Fluid Mechanics Laboratory (CFM) arbejder forskerne med at forstå de mekaniske egenskaber ved blodgennemstrømning. Formålet med denne forskning er at udvikle endnu bedre hjerteklapper og optimere behandlingen af hjertesygdomme.
Det var inspirerende at se, hvordan sundhedsteknologi anvendes på avancerede og innovative måder i USA.
Vi observerede, hvordan ingeniører arbejder tæt sammen med medicinske forskere for at udvikle løsninger, der kan integreres naturligt i kroppen. Dette tværfaglige samarbejde mellem forskellige ingeniørdiscipliner viser, hvordan nye teknologier kan forbedre livskvaliteten for patienter.
Vores oplevelse har motiveret os til at fortsætte vores studier og aktivt bidrage til udviklingen af innovative sundhedsteknologiske løsninger, der kan gøre en forskel, både i Danmark og globalt.

## Unikt indblik

Studieturen til Atlanta har givet os et unikt indblik i, hvordan sundhedsteknologi anvendes og udvikles på globalt plan.



*Vi spiser frokost med de studerende fra Georgia Tech på campus.*


*Forskellige typer af kemisk fremstillet materiale.*

Vores besøg hos Veranex og Oxos, samt forskningsinstitutioner som Georgia Tech og Emory University, har udvidet vores forståelse af innovation og forskning inden for medikoteknisk udstyr - samt de forskelle, der eksisterer mellem det amerikanske og danske system. Besøget i Atlanta har også illustreret, hvordan tværfaglige samarbejder på tværs af ingeniørfag, medicin og teknologi kan skabe innovative løsninger, der adresserer komplekse sundhedsudfordringer. Vi har fået et udvidet perspektiv på sundhedsteknologi, som i høj grad handler om at bygge bro mellem forskning, klinisk praksis og industri. Det er en proces, hvor globale perspektiver og erfaringer spiller en afgørende rolle.
Denne studietur har ikke kun udvidet vores horisont indenfor sundhedsteknologier, men også givet os en stærkere forståelse af de mange karriereveje, der venter os som færdiguddannede ingeniører i sundhedsteknologi. Vores møde med den amerikanske industri for sundhedsteknologi har været inspirerende, motiverende og udvidet vores perspektiver på, hvordan vi kan bruge vores uddannelse.

Studieturen har været mulig takket være generøs støtte fra Marie & M.B. Richters Fond samt Dansk Medicoteknisk Selskab. Vi takker begge for deres bidrag, som har gjort denne værdifulde faglige og akademiske oplevelse mulig.

**Afsender:** TechMedia A/S, Naverland 35, DK-2600 Glostrup, tlf. 43 24 26 28 | **Abonnementshenvendelser:** abonnement@techmedia.dk

KEBOMED

# VERSIUS®

## Unik, lille og fleksibel.

**KEBOMED er eksklusive leverandør af CMR´s unikke og visionære robot-system VERSIUS i hele Norden.**
**CMR har skabt en kirurgisk robot, der er mere tilgængelig gennem sit unikke design.**

**Hospitaler kan maksimere deres robotassisterede operationer ved brug af Versius, da det lille og modulære system nemt kan flyttes mellem stort set alle operationsstuer. VERSIUS konsollen forbedrer de ergonomiske forhold for kirurgen, da den kan indstilles, så der kan opnås korrekt arbejdsstilling.**




KEBOMED
Formervangen 5, DK-2600 Glostrup
36398080, info@kebomed.dk
www.kebomed.dk

CMR SURGICAL