

Medico teknik

Magasin for Dansk Medicoteknisk Selskab - DMTS

Ny forskning
i digital sundhed

Automatisk
søvnanalyse

Personlig bærbar sundhedsteknologi

Nr. 4 - August 2019 - 6. årgang

Santax Medico
SANTAX NORDIC GROUP

DIN PARTNER INDEN FOR BILLEDDIAGNOSTIK
SERVICE | RØNTGEN | ENDOSKOPI | ULTRALYD | BILLEDLAGRING

“Det handler om mennesker”

Vi er repræsenteret i hele Norden. Læs mere om os her: www.santax.com



ZOLL

Improving outcomes with novel resuscitation and acute critical care technology.



CARDIOLEX

Complete solution for ECG, focusing on simplicity, efficient workflow and high quality.



IRADIMED

MRI Patient Care.
MRI Infusion Pumps. MRI Patient Monitors.



**HAMILTON
MEDICAL**

Intelligent Ventilation.
Revolutionizing Critical Care Ventilation.

Medidyne MAKING A DIFFERENCE

Medidyne A/S | Tel. +45 35 25 12 48 | www.medidyne.dk



Af Helge B.D. Sørensen.
Assoc. professor, ph.d.
- DTU Sundhedsteknologi

Personlig bærbar sundhedsteknologi

En væsentlig del af fremtidens sundhedsvæsen vil bygge på intelligente, personlige og bærbare sundhedsteknologier, der benyttes af den enkelte borger i privatsfæren, arbejdslivet eller ved indlæggelse. Den mobile teknologi med trådløse sensorer og miniature-apparater er inde i en rivende udvikling. Disse enheder bliver konstant mere avancerede, men også mindre - og dermed meget brugervenlige.

Mange kronisk syge borgere og risikopatienter vil få en langt bedre sygdomsovervågning og behandling, fordi disse teknologier kan udnyttes 24-7. Både borgeren og behandleren kan altså følge, hvordan en given lidelse eller sygdom udvikler sig over tid. En sådan uafbrudt strøm af information

giver naturligvis bedre behandlingsmuligheder end de få punktmålinger, som kendetegner et traditionelt behandlingsforløb.

Den løbende dataopsamling giver mulighed for analyse og fortolkning i realtid - i form af automatiske signalbehandlingsalgoritmer og såkaldte kunstig intelligensalgoritmer, der kan fungere i et personligt bærbart apparat, for eksempel en mobiltelefon, eller i en cloudløsning, hvor data sendes over internettet til en fjern computer.

Nogle eksempler på disse intelligente, bærbare enheder er epilepsialarmer og enheder til hjerteovervågning, søvnanalyse og analyse af mentale lidelser.

Sidstnævnte beskrives i artiklen om ny forskning i digital sundhed på DTU af professor Jakob E. Bardram.

Danske universiteter og virksomheder satser i høj grad på digital sundhed, som det fremgår af artiklerne: »Dansk implantat måler hjernen 24-7«, »Din personlige digitale terapeut«, »Nye sundhedsløsninger testes i virkelighedsnært miljø«, »Noninvasiv måling hjælper patienter med søvnapnø« og »Automatisk analyse af søvn og opvågninger«. Den nyeste meget store satsning inden for sundhedsteknologi i universitetsverdenen beskrives i artiklen: »DTU Sundhedsteknologi - et nyt tværfagligt institut« af institutdirektør Jørgen Schøller.

Fra egen forskning kan nævnes WARD Grand Solutions innovationsfundsprojektet »Wireless Assessment of Respiratory and circulatory Distress«, der ledes af forskningsleder Christian Meyhoff/Bispebjerg og Frederiksbjerg Hospital, forskningsleder Eske Aasvang/Rigshospitalet og undertegnede. Projektets hovedmål er at designe, implementere og afprøve fremtidens kliniske supportsystem til intelligent 24-7-overvågning af risikopatienter, herunder kræftopererede og alvorligt lungesygge patienter.

Det kliniske WARD-supportsystem bygger på den konstante informationsstrøm fra bærbare miniaturesensorer, der fortolkes af en lang række intelligente algoritmer i realtid på cloudcomputere. Herved forventes markant tidligere (24-7) opdagelse af alvorlige komplikationer og sygdomstilstande i forhold til nutidens kliniske praksis. Det åbner et nyt potentiale for signifikant bedre sygdomsbekæmpelse og behandling af den enkelte patient.

Udgiver:

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

Ledelse:

Adm. dir. Peter Christensen
Direktør Rikke Marott Schelde
Direktør Susanne Eine

Redaktionel målsætning:

Gennem tekniske artikler og relevante nyheder leverer Medicoteknik vigtig og nyttig viden, der kan styrke den danske medicoindustri, såvel nationalt som 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:

Helge B.D. Sørensen
Assoc. professor, ph.d.
- DTU Sundhedsteknologi

Redaktør:

Journalist Søren Bang Hansen
E-mail: bang@bangmedia.dk, telefon: 61 65 22 22

Ansvarshavende:

Adm. dir. Peter Christensen, TechMedia A/S

Produktion:

TechMedia A/S

Tryk:

PE Offset A/S

Abonnement:

Ændring/opsigelse sendes til:
abonnement@techmedia.dk
Bestil abonnement direkte på:
www.techmedia.dk

Oplag:

Trykt oplag: 2.510 stk.
On-line læsere: 630 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:

Trine Plass
E-mail: tp@techmedia.dk
Telefon: 43 24 26 12

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)

UK: Huson European Media - Tel.: (+44) 1932-564999
USA, New York: Huson International Media Tel.: +1 212 268 3344
USA, California: Huson International Media Tel.: +1 408 879 6666
Germany: Huson International Media Tel.: (+49) 89-9500-2778



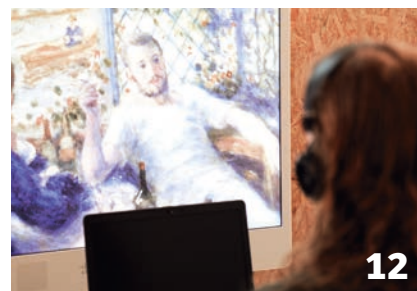
Scan og hent Medicotekniks medieinformation 2019 hér!

Hent QR Scanner, hvor du normalt henter apps.

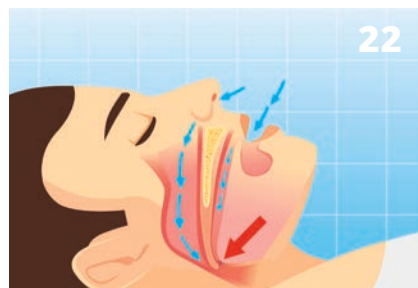
FORSIDEN

Enhederne inden for sundhedsteknologi bliver både mere avancerede og mindre og dermed også meget brugervenlige.

6



12



22



28

3 Leder

TEMA: Personlig bærbar sundhedsteknologi

6 Dansk implantat måler hjernen »24-7«

10 Din personlige digitale terapeut

12 Nye sundhedsløsninger testes i virkelighedsnært miljø

15 Ny forskning i digital sundhed på DTU

17 DTU Sundhedsteknologi – et nyt tværfagligt institut

20 Automatisk analyse af søvn og opvågninger

22 Noninvasiv måling hjælper patienter med søvnapnø

24 Ny visualisering hjælper hjertet til at slå i rette takt

26 Kan vi lære af deep learning?

28 - It's broke. Can you fix? Oplevelser og refleksioner fra frivilligt arbejde i Mongoliet

Nyt fra DMTS

30 Husk at opdatere dine medlemsoplysninger

Opgradér til **mindray**



BeneVision® EPM-serie

Mindray BeneVision®

- Én central til monitorer, spotmonitorer og telemetri
- TM80 Telemetri med alarmgrænser og arytmidetektering - Kan anvendes som transportmonitor
- N1 - Helikoptergodkendt transportmonitor med CO₂-måling
- Skærmstørrelser fra 3,5" til 22"
- Bredt modul- og tilbehørsortiment



BeneVision® N1



BeneVision® N-serie



BeneVision® TM80

Dansk implantat måler hjernen »24-7«



Nyheden kan revolutionere behandlingen af epilepsi - og på sigt advare om livstruende anfald. Om få år kan apparatet også hjælpe patienter med sukkersyge og en række andre lidelser. Medicoteknik har talt med folkene bag det banebrydende implantat, der netop er blevet CE-godkendt.

Til højre ses »loggeren« - til venstre selve implantatet, der henter strøm via induktion gennem huden.

kan hurtigt udpege de reelle anfald. Så siger han måske: Den her patient har jo haft 56 anfald, så han har ikke fået den rette medicin. Jeg må hellere give ham noget mere - eller skifte til en anden type. Den objektivitet, vi giver med langtidsmålingen, er aldrig set før, siger Torben Sandgren, CEO for UNEEG Medical.

Halvkogt spaghetti

Fysisk består apparatet af to dele. Først er der selve implantatet med sensoren, der ifølge Torben Sandgren har form og konsistens som »et stykke halvkogt spaghetti«. Det indføres med et lille snit bag øret og henter strøm via induktion gennem huden. Fra øret føres et almindeligt kabel ned bag nakken til den eksterne »loggerenhed«, der typisk monteres med en magnet på tøjet. Enheden, der er på størrelse med en gammeldags iPod, lagrer aflæsningerne af patientens anfald.

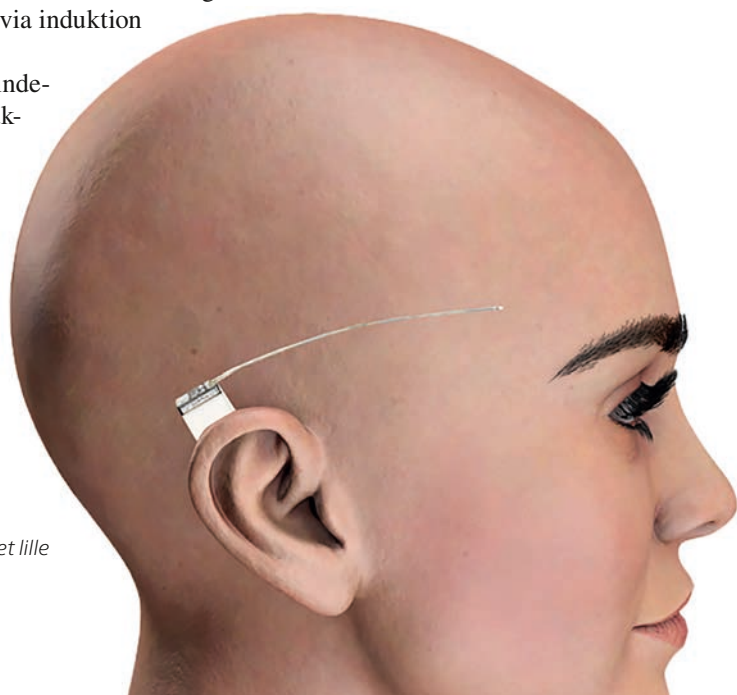
- Det apparat, vi bruger til at måle hjernens svingninger inde på sygehuset, er på størrelse med et spisebord. Den her chip, vi lægger ind bag øret, måler tre gange tre millimeter og sidder i et keramisk hus på størrelse med en enkrone. Det har da krævet lidt snilde at få det til at fungere, bemærker professor Henning Beck-Nielsen fra Syddansk Universitet. Han fik ideen til implantatet for 12 år siden - sammen med sin svigersøn, Rasmus Stig Jensen, som er ingeniør. - Vi havde holdt juleaften sammen, og juledag gik vi en tur i sneen. Her fortalte jeg om ideen, der dengang var møntet på diabetikere. De kan jo komme galt afsted, når de får for lavt blodsukker. Hvis man kunne forudsige det, kom de ikke i den situation. Tænk, hvis man kunne bruge hjernen som en biosensor. Min svigersøn sagde, at det måtte vi da realisere. Dengang vidste vi ikke, at det

Af journalist Søren Bang Hansen

Mere end 50.000 danskere lider af epilepsi, og mange får ikke den optimale behandling. Det er nemlig svært at skaffe den nødvendige indsigt i sygdomsforløbet. Nogle patienter indlægges til en EEG-undersøgelse, hvor de kobles på et stort apparat med elektroder, der måler hjernens elektriske aktivitet. Men det vil altid være et øjebliksbillede. Og mange anfald bliver aldrig registreret, fordi patienten slet ikke opdager dem. Et nyt implantat fra danske UNEEG Medical løser problemet ved at aflæse patientens hjerne i døgn drift - ofte over flere måneder. Alle potentielle anfald registreres, så de efterfølgende kan analyseres af lægen, som på den baggrund kan optimere behandlingen.

- Vi optager måske tre måneders kontinuerlige data fra hjernen. Det giver helt vanvittige datamængder, som ingen læge kan overskue. Derfor har vi lavet en software, der genkender og registrerer alle epilepsianfald. Vi tager for mange med for en sikkerheds skyld, men lægen

Sensoren indføres med et lille snit bag øret.





skulle tage 12 år - og koste så mange penge. Men det gør sådan noget. Det er en lang vej, siger Henning Beck-Nielsen.

Alarm ved anfald - og før

De to idemænd fik lavet et patent sammen med Syddansk Universitet og startede et lille firma. Fra begyndelsen var ideen rettet mod diabetikere, men for et par år siden blev firmaet kontaktet af den amerikanske epilepsiforening, som så en oplagt mulighed for ikke bare at forbedre behandlingen af epilepsi - men også advare om kommende epileptiske anfald. Disse anfald er potentielt livstruende, fordi man for eksempel risikerer at drukne i badekarret eller blive kvalt i sin hovedpude.

- Hvis du har et barn med epilepsi, så vil du give din venstre arm for at vide, at barnet ikke ligger og kramper inde på børneværelset. Men den hellige gral er selvfølgelig at kunne forudsige et anfald, så man får det taget i opløbet, siger Henning Beck-Nielsen.

- Inden for få år regner vi med at kunne give en alarm, når anfaldet bryder ud. Så kan de pårørende gå ind og holde øje med, at alt er okay. Den tidlige alarm, der forudsiger anfaldet, den har vi inden



Loggerenheden kan diskret fastgøres til tøjet med den tilhørende magnet.

for fem år, vurderer Torben Sandgren, CEO for UNEEG Medical.

Klar til salg

Dette forår blev UNEEG-implantatet CE-godkendt, så det kan sælges i Europa og andre steder, hvor man accepterer CE-mærket. De første patienter er allerede implanteret i London, hvor det første salg er sket. Næste trin er den såkaldte FDA-godkendelse, som

giver adgang til det store amerikanske marked.

- FDA forlanger, at man laver et amerikansk baseret studie, og det har vi forhandlet på plads. Vi har også haft et formøde med FDA og fået meget lovende meldinger fra dem om, at vi ikke er farlige. Vi er såkaldt »low risk«. Så i løbet af 2020 skulle vi gerne have en FDA-godkendelse på plads, siger CEO Torben Sandgren.



Enkel og lydløs

Større sikkerhed og mindre stress for patienter og personale

B. Braun Space
Et lille system med store fordele

B | BRAUN
SHARING EXPERTISE

Foreløbig er implantatet godkendt til folk fra 18 år, men producenten håber at få det godkendt til børn inden for de næste par år.

Der resterer også et større arbejde med at få implantatet ind under den offentlige sygesikring.

- I Danmark skal vi gennem proceduren med at få nogle fagfolk til at anbefale det her til myndighederne, så der kan komme en form for sygesikring på. Det skal vi i gang med nu, også i andre lande. Vi arbejder med nogle af verdens førende forskere, men der venter et langt sejt træk, siger Torben Sandgren.

Næste mål: Diabetes

Både CEO'en og opfinderen understreger, at UNEEG ikke har droppet den oprindelige ambition om også at hjælpe diabetespatienter. Faktisk er det nemmere at forudse insulinchok end epileptiske anfald. Det kræver bare et større forsøg at få produktet godkendt til dette formål.

- Insulinchok er en helt anden biomarkør med et mere rent signal. Problemet er, at de her anfald kommer så sjældent, at der skal utroligt mange patienter til at validere det. Vi har allerede bevist, at vi kan lave en diabetesalarm, hvor vi kun har fålsk positive. Så vi har faktisk et meget flot resultat - men på for få patienter, forklarer Henning Beck-Nielsen.

CEO Torben Sandgren uddyber:

- For at få valideret diabetesalarman skal vi ud og finde måske 80-100 diabetikere, der jævnlige indlægges med insulinchok. Vi har simpelthen ikke diabetikere nok

Implantatet har form og konsistens som »et stykke halvkogt spaghetti«.



i Danmark med den her type problemer, så vi skal ud og kigge i andre dele af verden.

Henning Beck-Nielsen forventer, at alarmfunktionen til diabetespatienter kan være klar inden for et par år. Og perspektiverne er store.

- Det ret fantastiske ved diabetesalarman er, at den giver et tidligt varsel. Du sidder måske efter en løbetur og har brændt lidt for meget sukker af. Pludselig får du at vide, at du skal tage noget sukker, for ellers får du et insulinchok om 20 minutter. Så kan du tage et glas æblejuice og stabilisere blodsukkeret, så du kommer ud af farezonen. Her har du virkelig en værdifuld advarsel, fordi du har tid nok til at reagere, forklarer Henning Beck-Nielsen.

Håb for flere patientgrupper

På længere sigt forventer UNEEG Medical, at den personlige, bærbare EEG-måler kan hjælpe endnu flere patientgrupper.

- Vi kigger også på demensdiagnoser. Det er et meget bredt område med alzheimer, parkinson og andre lidelser. Det er noget, vi har med på vores whiteboard. Men det er ikke noget, vi er startet på. Vores næste fokus er at blive færdige med diabetes. Og så er der en nær sammenhæng mellem epilepsi og søvnforstyrrelser, så der ser vi også en spændende mulighed, siger CEO Torben Sandgren.

Måske kan implantatet også fungere som støtte for fremtidens høreapparater. UNEEG Medical er i høj grad funderet på investeringer og knowhow fra danske Widex, som er en af verdens største producenter af høreapparater.

- Problemet med høreapparater er jo, at de også forstærker støjen. Når vi to snakker sammen, koncentrerer vi os om, hvad vi siger til hinanden, og så lukker vi ligesom det andet ude, som hvis der kører en bil forbi. Men hvis du bruger høreapparat, så forstærkes begge dele på samme måde, og det er generende. Ved at se på hvordan hjernen reagerer, kan du rette din høreelse mod det, du ønsker at høre, forklarer Henning Beck-Nielsen og tilføjer:

- Forudsætningen for alle de ting, vi her har snakket om, det er, at man kan måle disse elektriske svingninger i hjernen. Vi er de eneste i verden, der har et apparat, som kan gøre det kontinuerligt, dag ud og dag ind. Det er forudsætningen. Så kan man begynde at bygge ovenpå med algoritmer, alt efter hvad man vil bruge informationerne til. Der er mange muligheder. For det er jo hjernen, der styrer det hele.



- Den objektivitet, vi giver med langtidsmålingen, er aldrig set før, siger Torben Sandgren, CEO for UNEEG Medical.



Henning Beck-Nielsen fik ideen for 12 år siden og udviklede den sammen med sin svigersøn.



Celex gennemlysningssleje

- › Avanceret og multifunktionelt røntgensystem
- › DR og gennemlysning i samme system
- › Du kan gennemlyse/tage billeder fra alle vinkler
- › Fantastisk billedkvalitet (Canon)
- › Mange fleksible autopositioner – vælg dem selv
- › Passer i små rum



Kontakt Santax Medico for at få en demonstration.
www.santax.com

HOVEDKONTOR
Santax Medico
Bredskifte Allé 11, 8210 Århus V
+45 7013 3020, Info@santax.com

REGIONSKONTOR
København:
Produktionsvej 3, 2600 Glostrup
+45 7013 3020, Info@santax.com

Din personlige digitale terapeut

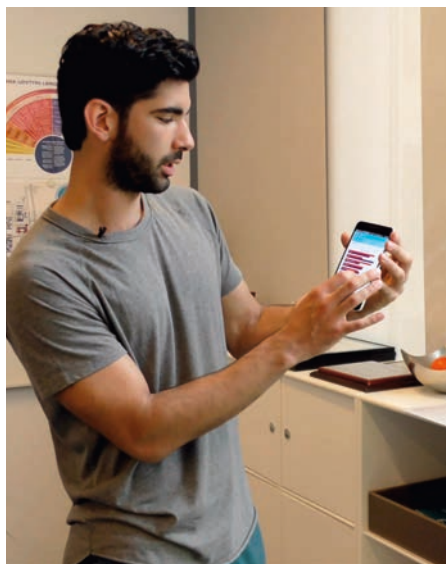
En intelligent mobil-app, der anbefaler konkrete aktiviteter - skræddersyet til den enkelte. Dette er seneste bud i kampen mod depressive symptomer.



Af Darius A. Rohani.
Civilingeniør,
ph.d.-studerende
- DTU Sundhedsteknologi

Snart vil det være muligt at tilbyde hjælp til alle, der oplever depressive symptomer eller nedsat trivsel. Det gælder også, hvis man befinder sig i et område uden adgang til psykologhjælp. Det gælder, uanset om pris eller ventetid kommer i vejen. Og det gælder, selv om man finder det angstprovokerende at kontakte sundhedsvæsenet. Eller måske kunne man bare bruge et hjælpsomt redskab i dagligdagen?

Psykiatrisk Center København på Rigshospitalet, DTU og en række patienter med depression og bipolar lidelse har gennem et længerevarende samarbejde udviklet en app kaldet MUBS. Appen har til formål at forbedre den enkeltes livsstil for at opnå øget velbefindende og trivsel. Den testes i skrivende stund af patienter over hele landet i et otte ugers



Darius A. Rohani er ikke i tvivl om, at systemer som dette er vejen frem.

forløb. Men den kan allerede hentes gratis fra Apples App Store (iOS) og Google Play (Android). Det er bare at søge efter titlen.

Digital revolution

Gennem livet oplever 20 procent af alle mennesker depressive symptomer, og tendensen er desværre stigende. I år 2030 forventes depression at være den største sygdomsmæssige udfordring. Allerede nu mærkes denne udfordring, idet hver enkelt praktiserende psykiater skal dække 400 patienter. Dette er i praksis umuligt, så kun halvdelen af alle med en depression får tilstrækkelig hjælp. En større kommission af psykiatere har konkluderet, at en supplerende digitalisering af psykiatrien (hvad de kalder digital psykiatri) er nødvendig inden for det næste årti. I Danmark har vi været på forkant.

Forskning tilbage fra 2010 dannede rammerne for startup-virksomheden Monsenso. Deres system tilbydes til patienter i Region Syddanmark. Gennem en app monitorerer patienterne selv deres adfærd og depressive symptomer. Klinikerne kan tilgå en webportal, der løbende synkroniseres med patientens egen app. På den måde hjælper Monsenso systemet med at styrke patientens engagement, og samtidig kan klinikerne hurtigt få kontakt med patienterne, når de registrerer afvigende adfærd.

Adfærdsaktivering

I forskningsprojektet MUBS har vi taget skridtet videre og gjort en app intelligent. Nu vil appen selvstændigt komme med forslag til positiv og lystbetonet adfærd.

MUBS bruger en terapeutisk teknik, der hedder adfærdsaktivering (»Behavioral Activation«). Det er en terapiform, som udelukkende fokuserer på adfærd. Det



overordnede mål er at få den enkelte person til at planlægge og udføre positive, lystbetonede aktiviteter.

Terapiformen har vist sig særlig nyttig til at reducere depressive symptomer. Aktiv igangsættelse af en aktivitet fører automatisk til reduktion af de aktiviteter, der opretholder en deprimeret sindstilstand - som at blive i sengen eller udskyde vigtige gøremål. Samtidig bliver den enkelte bevidst om de positive indspark, hvilket typisk skaber en selvforstærkende effekt.

»Netflix-katalog« af aktiviteter

Selve appen er opbygget som en typisk huske-app, hvor brugeren kan planlægge aktiviteter. Dels ved at skrive sine egne aktiviteter ind, men også ved at vælge fra et katalog af aktiviteter. Kataloget består af 384 »positive« aktiviteter, som er opdelt i seks kategorier (se tekstboksen). Det er opbygget gennem international forskning og er i forbindelse med MUBS blevet oversat til dansk.

Udover at skrive eller vælge en aktivitet er der en unik tredje mulighed med MUBS: På samme måde som vi kender det fra Netflix, kan man også få en anbefaling. Her drejer det sig dog ikke om en film - men om en konkret aktivitet. Disse aktiviteter er særligt relevante for den enkelte bruger, fordi de bygger på, hvad brugeren tidligere har gjort, som fik vedkommende i bedre humør.



MUBS-appen viser en oversigt med planlagte og færdiggjorte aktiviteter.

Intelligent motor

De personlige, anbefalede aktiviteter benytter kunstig intelligens i form af maskinlæringsmetoden »Naive Bayes« (NB). NB-metoden bruger de tidligere registrerede aktiviteter samt tidspunkt og dag til at udregne sandsynligheder. Et simpelt scenarie kunne være, at du ofte i weekenden får læst skønlitterære bøger, og at du i appen får noteret »læs en bog« som en positiv aktivitet. MUBS vil efterfølgende, hvis det er weekend, tildele aktiviteten »læs en bog« en høj sandsynlighed for, at du får positivt udbytte af denne aktivitet. Udregningen foretages ord for ord, og derfor øges sandsynligheden for aktiviteter, du måske aldrig har prøvet før. Det kunne være: »Gå på opdagelse i en genbrugsboghandel«.

Klippe-klistre

Gennem såkaldt brugercentreret design har patienterne selv været med til at skabe MUBS. Samarbejdet med Psykiatrisk Center København på Rigshospitalet har gjort det muligt for designere og ingeniører på DTU at arrangere en masse »hands-on«-workshops med patienter, og denne proces har givet en række brugbare indsigter.

Workshop-processen minder meget om de klippe-klistre-timer, vi husker fra folkeskolen: Bordet er fyldt med papir, farveblyanter, sakse, lim og skærm-udskrifter fra forskellige apps. Efter en kort inspirerende introduktion bliver deltagerne fordelt i grupper. Gennem små delopgaver skal de skitsere og lave interaktive papirprototyper på funktionalitet og visualiseringer, som de mener er brugbare, forståelige og nyttige.

Foreløbige resultater

En håndfuld patienter har allerede været gennem et otte-ugers MUBS-forløb med efterfølgende interviews. Data er endnu ikke fuldt bearbejdet, men en række ud-sagn går igen blandt patienterne: **Indsigt:** På mine dårlige dage gør MUBS mig opmærksom på de helt små aktiviteter, jeg faktisk får gjort. Som »Få noget varmt at drikke« og »Få noget godt at spise«. **Dobbelt positivt:** Når jeg får gjort en ting om morgenen, som jeg har noteret i MUBS, og ser, at den næste ting først er planlagt til om aftenen, var det en bonus, at jeg nu kunne slappe af med god samvittighed. **Visuel struktur:** MUBS fik mig i højere grad til at fuldføre de planlagte aktiviteter. Aktiviteterne stod skrevet foran mig,



Billedet er fra en af de afholdte workshops (patienterne er anonymiseret).

12 positive aktiviteter ifølge appen

Bevægelse:

1. Tag forbi stranden, og led efter ting i sandet.
2. Tag en gåtur omkring dit kvarter, hvor du lægger særligt mærke til bygningerne og deres arkitektur.

Arbejde og uddannelse:

3. Skriv en positiv kommentar til en artikel eller et indlæg på internettet.
4. Skriv og send et håndskrevet brev til en, du holder af.

Fritid:

5. Find og lyt til en podcast om et emne, du kunne tænke dig at vide mere om.
6. Lav en kop te/kaffe, og dæk dig ind med et blødt tæppe.

Døgnrytme:

7. Massér håndcreme på dine hænder.
8. Få noget varmt at drikke.

Praktiske gøremål:

9. Find en skuffe eller lignende, og ryd op i den.
10. Sæt en vase op med nye friske blomster.

Socialt:

11. Ring til, eller tal med, en ældre slægtning, og stil dem spørgsmål om deres liv.
12. Tag ud til et loppemarked, og spørg ind til en ting.

»Få noget varmt at drikke« lyder en af appens opløftende opfordringer. (Foto: Pixabay).



og det motiverede mig til lige at »banke mig selv« til at få det gjort.

Hjælpende hånd

MUBS er en hjælpende hånd, som altid er klar til at anbefale konkrete aktiviteter, der kan have en opløftende effekt på humøret.

Forskerholdet bag er ikke i tvivl om, at systemer som dette er vejen frem. Dog er der stadig visse forbedringer, der skal realiseres. Som en af patienterne udtalte:

- Det er altid inspirerende at se, hvad MUBS anbefaler, men nogle gange kommer der ting, som ikke giver mening. For eksempel fik jeg engang: »Luft hunden«. Men jeg har sgu ikke nogen hund!

Nye sundhedsløsninger testes i virkelighedsnært miljø

Digitale velfærdsteknologier er en vigtig del af fremtidens sundhedsvæsen. På Plug & Play-laboratoriet ved Syddansk Sundhedsinnovation i Odense kan løsningerne afprøves grundigt, inden de implementeres.

Af Miriam Matlok.
Kommunikationskonsulent
- Syddansk Sundhedsinnovation

Det ligner et gigantisk dukkehus - eller en avanceret teaterkulisse med fire adskilte rum: På øverste etage visualiseres borgerens eget hjem og den kommunale sundhed, mens lægens almene praksis og sygehuset er indrettet i stueplan. To store skærme visualiserer det, som borgeren, hjemmeplejeren, den praktiserende læge eller sygehuskliniker ser på deres tablet eller mobiltelefon, afhængig af hvilken situation, de befinder sig i. På den måde kan testdeltagerne løbende

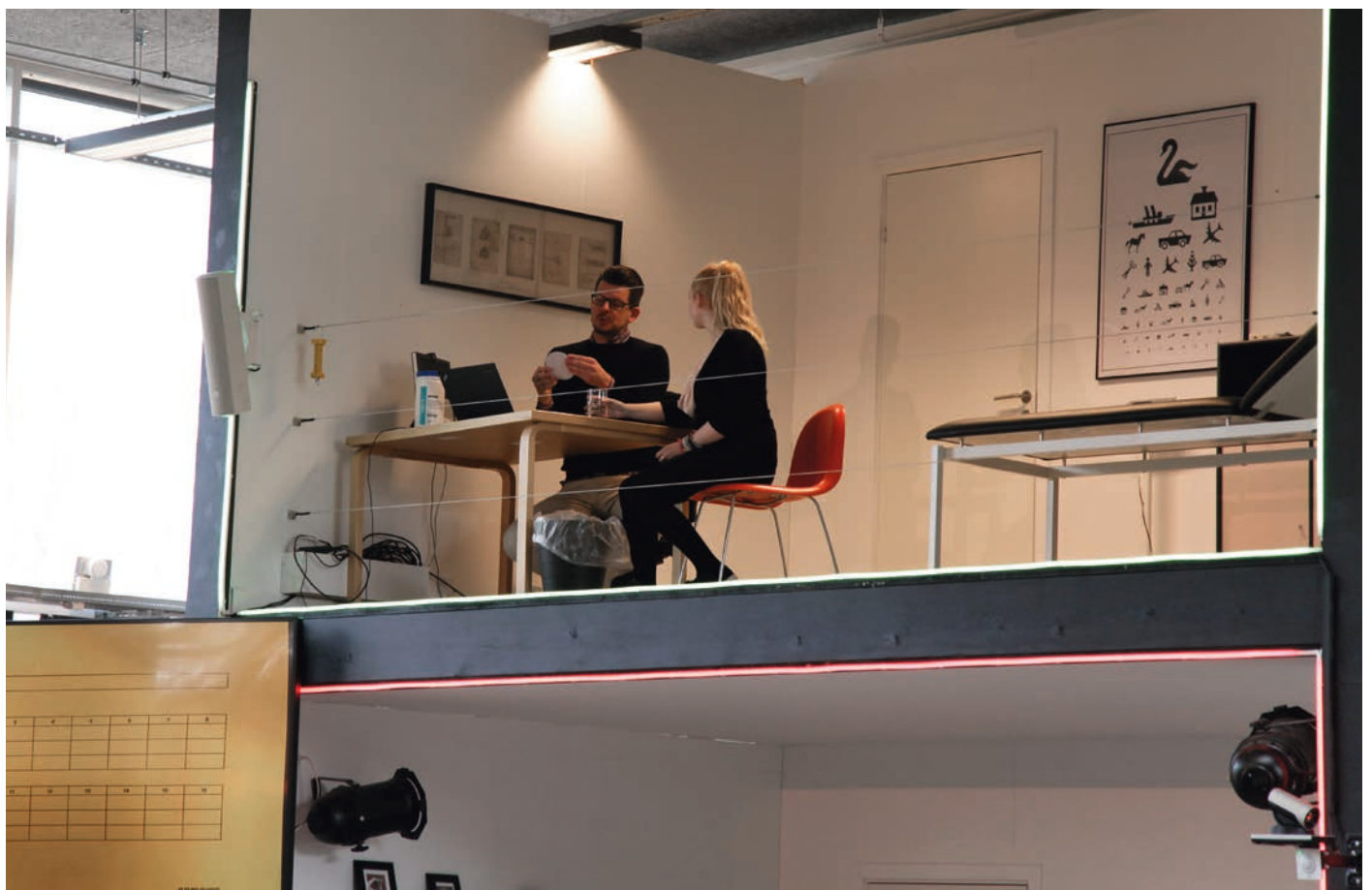
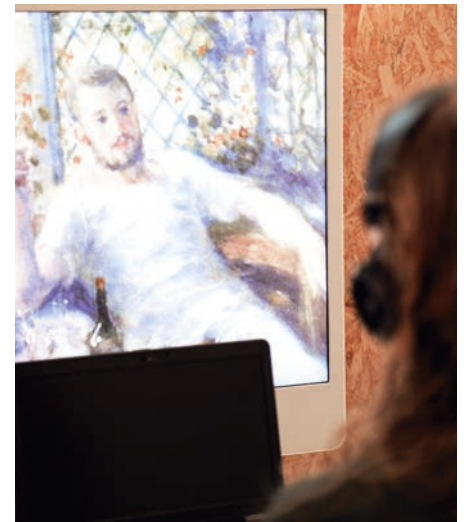
Her testes, hvordan beroligende billeder og lyde kan mindske frygten for at få taget blodprøver.

følge med i, hvad der sker på tværs af de forskellige sektorer.

Det ambitiøse Plug & Play-laboratorium er bygget op i testhallerne hos Syddansk Sundhedsinnovation i Odense. Her tilbydes en række testforløb, som kan lette vejen for implementeringen af digitale løsninger og velfærdsteknologier på sygehuse, i kommuner og i borgerens eget hjem.

Hele tre ting

På bedste kinderæg-maner tilbyder platformen hele tre ting på én gang:



Skuespillere gennemspiller Janes graviditetsforløb. Fra første konsultation hos lægen til konsultationer hos jordemoderen og på fødestedet.



1. *Test og afprøvning:* Plug & Play skaber et lukket økosystem for tests i et afgrænset, men driftslignende it-miljø.
 2. *Brugerinddragelse i virkelighedsnære situationer:* Plug & Play faciliterer sundhedsløsninger i realistiske situationer med brugere.
 3. *Vejledning:* Plug & Play stiller vejledning til rådighed ved brugerinddragelse, for eksempel i forbindelse med workshops i større grupper.
 Projektleder Morten Givskud fra Syddansk Sundhedsinnovation forklarer:
 - Vi ønsker at afkorte vejen fra den gode ide til den gode løsning. Afhængigt af hvor man er i sit udviklingsforløb, kan virksomheder, kommuner og sygehuse få testet og afprøvet deres ide, løsning, produkt eller teknologi i et afgrænset og driftslignende miljø. Vi kan hjælpe med inddragelse af borgere eller sundhedsprofessionelle efter behov. Målet er at sikre, at en teknologi er moden, før den implementeres i drift.



Det store »dukkehus« er opdelt i fire rum: øverst den almene lægepraksis og sygehuset - nederst borgerens eget hjem og den kommunale sundhed.

Aktive hoftepatienter

For eksempel har platformen været brugt til at teste aktivitetsmålere til monitorering af hoftepatienters aktivitetsniveau. Det kan være en udfordring for hofteope-

rerede borgere at komme godt i gang med hverdagens aktiviteter. Her kan aktivitetsmålere være med til at motivere til aktivitet - og samtidig hjælpe sundhedspersonalet med at følge op på træning.

I samarbejde med Ortopædkirurgisk Forskningsenhed, Syddansk Universitet og Odense Universitetshospital testede laboratoriet seks aktivitetsmålere. Testens fokus var, om målerne kunne



OMNI[®] System

Akut blodrensning til intensiv terapi

Allerede afprøvet på flere hospitaler
 – hvad med dit?

B | BRAUN
 SHARING EXPERTISE

kende forskel på forskellige hverdagsaktiviteter. Seks hofteopererede borgere fik monteret aktivitetsmålerne, hvorpå de udførte seks forskellige aktiviteter: De gik, lå ned, sad, stod op med lav og høj aktivitet og gik på trapper. Testen viste, at ingen af målerne kunne differentiere mellem alle seks aktiviteter. To af målerne kunne dog skelne mellem fem ud af seks aktiviteter.

- Denne test er et typisk eksempel på brugertest af tekniske løsninger. Aktørerne bag aktivitetsmålerne får data med hjem, som de kan bruge til at videreudvikle deres produkt - og eventuelt komme igen for en ny test, siger Morten Givskud.

Bange for blodprøver?

Mange mennesker er bange for at få taget blodprøver. Sammen med Aalborg Universitets afdeling for arkitektur og medievidenskab og virksomheden Cumedin testede syv borgere, om beroligende billeder og lyd kan give en bedre oplevelse. Cumedin ejer streamingtjenesten ArtPlayer, som leverede billeder og lyd.

Testpersonerne fik monteret et bælte til måling af puls. Under testen sad de foran en tv-skærm med beroligende billeder iført hovedtelefoner med beroligende

musik. Imens blev deres ansigtsreaktioner filmet af et webkamera. Både kvantitative data (effekten på testpersonernes puls) og kvalitative data (ansigtsreaktioner) blev samlet under blodprøvetagningen.

- Vi stod både for rekruttering af testpersoner og det tekniske test-setup, og vi bidrog til opsamling og behandling af data sammen med forskerne fra Aalborg Universitet. Det gør det let og tilgængeligt for de partnere, der samarbejder med os, siger Solvej Mathiesen, teknisk projektleder i Syddansk Sundhedsinnovation.

Som i virkeligheden

Den virkelighedsnære opsætning med de fire rum gør det muligt at inddrage forskellige grupper. Det kan også være skuespillere. Ved at gennemspille forskellige situationer kan man opnå nye indsigter i brugen af teknologi, for eksempel om it-systemer kan tale sammen.

- Vi fik hjælp fra skuespillere som afsæt til en debat om, hvad digitalisering af papirbårne vandrejournaler betyder for gravide og sundhedsprofessionelle. På den måde fik vi mulighed for at sætte tingene lige lidt mere på spidsen, fortæller Morten Givskud.

Med sceneskift frem og tilbage fra eget hjem til almen praksis og sygehuset



Morten Givskud er innovationskonsulent og projektleder på Plug & Play, Syddansk Sundhedsinnovation.

Tag med til WHINN

Hvis du vil høre meget mere om teknologiske løsninger i fremtidens sundhedsvæsen, er det oplagt at tage til WHINN, Week of Health and Innovation, i Odense den 19.-21. november.

Under overskriften »Better healthcare through future technology« sætter fem konferencespør scenen. Hertil kommer spændende keynotes, matchmaking, guidede ture, delegationsbesøg, networking, udstilling, WHINN-dinner og meget mere. Direktør for WHINN, Michaela Andersen, fortæller:

- WHINN henvender sig til en bred målgruppe. Men faglige ledere og programplanlæggere tilrettelægger de fem konferencespør og aktiviteter, så de henvender sig til specifikke målgrupper. Vi giver alle deltagere målrettet inspiration og indsigt i den nyeste viden og forskning inden for sundheds- og velfærdsteknologi. Jeg håber, vi ses!



De fem konferencespør

Digital Health: Udforsker brugen af apps, wearables og anden teknologi, der kan styrke patientens egenomsorg. Endvidere fokus på konkret brug af virtual og augmented reality til for eksempel uddannelse, planlægning, genoptræning og behandling (to-dages spør).

Fremtidens sundhedsprofessionelle: Har fokus på sundhedspersonalets digitale kompetencer, herunder uddannelse rettet mod fremtidens behov (dansk spør).

Robots, AI & Drones: Har fokus på brugen af robotter i sundhedsvæsenet.

Home Based Health: Har fokus på IKT-løsninger i relation til hjemmemonitorering, forebyggelse og rehabilitering.

Easy and equal access to care: Udforsker, hvordan digitale løsninger og nye samarbejdsstrukturer kan medvirke til at sikre samme gode service på rette tid og sted til enhver borger og patient.

Læs mere, og tilmeld dig på: www.whinn.dk.

gennemspillede skuespillerne »Janes« graviditetsforløb. Fra første konsultation hos den praktiserende læge over jordemoderkonsultation til konsultation på fødestedet. Med humor satte de udfordringer på spidsen. I dette tilfælde en glemt og forsvundet papirvandrejournal, oplevelsen af at besvare spørgsmål igen og igen - og en tendens til, at fagprofessionelle ser den gravide i egen kontekst og glemmer at tænke sammenhæng for den gravide.

Plug & Play-plattformen står foran en opgradering, som skal give mulighed for endnu hurtigere tests i samarbejde med de forskellige aktører.

- Vi går fra en tung, serverbaseret løsning til en langt mere agil model med brug af mikroserviceteknologi. Vi opbygger en test- og applikationsmodel, som med simple integrationer kan udbygges efter behov, så øvrige systemer kan dele data på tværs af sektorer. Integrationerne vil være med til at styrke det tværsektorielle samarbejde mellem sygehus, kommune og almen praksis, siger Morten Givskud



Livsvigtige data kan indsamles via mobiltelefonen, når den forbindes til bærbart udstyr som for eksempel en hjertemonitor.

Ny forskning i digital sundhed på DTU

Som led i oprettelsen af det nye institut for sundhedsteknologi på Danmarks Tekniske Universitet er der dannet en sektion for digital sundhed.



Af Jakob E. Bardram.
Professor, ph.d.
- DTU

Digital sundhed, også kendt som »Digital Health«, er en bred betegnelse for anvendelse og udvikling af digitale teknologier inden for sundhedsområdet. Det omfatter både de mange forskellige medicinske specialer og de forskellige faser i sygdoms- og sundhedspleje. Spændende over screening, overvågning, diagnosticering, behandling, pleje, rehabilitering og genoptræning. Betegnelsen omfatter også anvendelse og udvikling af digitale teknologier, både hardware og software.

I den nuværende sektion har vi et specifikt fokus på det, man kan kalde »personlig sundhedsteknologi«. Det vil sige teknologier, som udvikles til og anvendes af den enkelte borger. Her er altså ikke fokus på hospitalsteknologier såsom billedteknologi (MR, ultralyd,

PET, etc.) eller elektroniske patient-journaler. Det handler om teknologier, patienten enten får udleveret eller køber selv - som en del af sin behandling, pleje eller rehabilitering.

På egen hånd

Denne type teknologier kan være forbundet med hospitalernes eller den praktiserende læges systemer, og i så fald vil man ofte anvende betegnelsen »telemedicin«. Men det kan også være teknologier, som borgeren/patienten anvender på egen hånd. For eksempel høreapparater, pulsmålere, glukosemålere, skridttællere og smarte pilleæsker.

Til kategorien hører også de mange apps, der nu er tilgængelige på mobiltelefonen. De dækker mange områder lige fra generel sundhed og kost til mere alvorlige sygdomme som diabetes og depression. Det karakteristiske ved disse personlige sundhedsteknologier er, at der ikke står en tekniker parat til at håndtere »fejl

og mangler«. Det er vigtigt, at tingene virker pålideligt i daglig brug for en almindelig borger. Det stiller store krav til robustheden, pålideligheden, sikkerheden og brugervenligheden af disse ▶

Københavnsk samarbejde

Som det fremgår af eksemplerne i artiklen, sker meget af vores forskning i et nært samarbejde med både virksomheder og hospitalerne i Region Hovedstaden.

Vi arbejder også tæt sammen med det sundhedsvidenskabelige fakultet på København Universitet og Københavns Kommune. Dette samarbejde er forankret i »Copenhagen Center for Health Technology« (CACHET).

Læs mere om forskningscenteret og alle vores andre spændende forskningsprojekter på:

www.cachet.dk.

teknologier. Derfor dækker sektionen også digitale forskningsområder inden for robust softwarearkitektur og brugervenlighed.

Grundlæggende teknologier

I sektionen har vi også fokus på udvikling af mere grundlæggende teknologier til brug for personlig sundhedsteknologi. Dette omfatter primært forskningsområderne digital signalbehandling, digital dataanalyse (herunder maskinlæring), softwarearkitektur for dataindsamling, beskyttelse og håndtering, mobilteknologi, sensorteknologi og brugergrænseflader.

Vi arbejder med mange forskellige former for data, herunder biometriske signaler som EEG, ECG, EMR, HRV og glukose. Hertil kommer adfærdsdata såsom mobilitet, aktivitet, social aktivitet, sociale netværk, skridt, søvn og tale. Samt selvrappede data fra patienten om medicinindtag, depression, smerte, kost, trivsel og stress.

Mange af disse data indsamles via mobiltelefonen, der kan forbindes til bærbart udstyr såsom en hjertemonitor eller glukosemonitor, der kontinuerligt måler henholdsvis hjerterytme og glukoseniveau. De indsamlede data analyseres for at finde sygdomstegn eller give patienten og lægen indsigt i, hvordan hverdagens adfærd påvirker sygdomsforløbet.

Tidlig opsporing af depression

Vi arbejder også med at undersøge sammenhængen mellem daglig adfærd og

depression, som det fremgår af en anden artikel her i bladet.

I samarbejde med Psykiatrisk Center København på Rigshospitalet og firmaet Monsenso har vi fundet stærke korrelationer mellem en patients mobilitet og vedkommendes grad af depression. Simpelt fortalt: Jo mindre patienten bevæger sig rundt, desto mere deprimeret er vedkommende. Dette er ikke nogen overraskelse for psykiatrien. Men det nye er, at man automatisk kan opsamle denne information via mobiltelefonen. Og at man kan udvikle personlige maskinlæringsalgoritmer, der tager højde for den enkelte patients mobilitetsmønstre. Tilsvarende har studier vist, at man ved at lytte på, hvordan patienten taler (ikke hvad der bliver sagt), kan vurdere patientens grad af depression eller mani. Det er klart, at disse teknologier rejser store spørgsmål om overvågning og privatlivets fred, hvilket også er et forskningsområde, vi beskæftiger os indgående med. Men perspektiverne for klinisk behandling er kolossale, og psykiaterne på Rigshospitalet konkluderer, at data indsamlet i patientens naturlige kontekst via mobiltelefoner kan anvendes som objektive sygdomsmarkører til tidlig opsporing af depressive og maniske episoder.

Mobilen afslører hjerteflimmer

Et andet eksempel er inden for kardiologien, hvor vi i samarbejde med kardiologisk afdeling på Frederiksberg-Bispebjergs Hospital og firmaet Cortrium er i færd med at udvikle en helt ny

generation af kontinuerlig hjerterytme-monitorering og automatisk detektering af hjerteflimmer.

Når hjertepatienter skal undersøges for uregelmæssig hjerterytme, anvendes i dag typisk en såkaldt »Holter monitorering«, hvor patienten får udleveret en sensor, som kan optage hjerterytmen i et par dage. Efter optagelsen tages sensoren med tilbage på hospitalet og aflæses manuelt, hvorefter en kardiolog eller specialsygeplejerske gennemgår optagelserne for at finde eventuelle uregelmæssigheder i hjerterytmen.

Den nye teknologi gør det muligt - via mobiltelefonen - at indsamle hjerterytme-data kontinuerligt, behandle dem online og automatisk detektere uregelmæssigheder via avancerede maskinlæringsalgoritmer. For eksempel har vi vist, at vi kan detektere hjerteflimmer (atrial fibrillation) med 98 procent nøjagtighed, og vi kan analysere 24 timers data på mindre end et sekund. Det er en opgave, en kardiolog nu bruger tre-fire timer på.

Via mobiltelefonen kan vi også indsamle adfærdsdata såsom skridt, typer af aktivitet, søvn, og patientens selvrappede data. Hermed ved vi, hvad patienten foretog sig, da hjerteuregelmæssighederne indtraf. For eksempel om vedkommende cyklede, løb en tur eller var ved at vågne.

Denne form for teknologi rummer store potentialer. Både i form af bedre diagnosticering og behandling af hjertepatienter. Og i form af store besparelser i sundhedsvæsenet.



Et par glimt fra seneste seminar hos CACHET - det københavnske center for sundhedsteknologi.

DTU Sundhedsteknologi – et nyt tværfagligt institut

350 forskere med fokus på sundhedsteknologi er klar til at samarbejde med alle aktører inden for sundhedsområdet.



Af Jørgen Schøller.
Ph.d.,
institutdirektør
- Institut for
Sundhedsteknologi, DTU

Vi bliver ældre og ældre, og vi stiller stadig større krav til at leve godt hele livet. Det vil give samfundet økonomiske og ressourcemæssige udfordringer de næste årtier, hvor mindre årgange skal servicere flere ældre for færre penge pr. person. På DTU har vi altid haft et stærkt fundament for at bidrage til nye løsninger som svar på denne samfundsudfordring. Det nye institut giver os endnu bedre muligheder for at blive en stærk partner, så vi sammen med de øvrige aktører kan forske i og udvikle nye løsninger til sundhedssektoren.

Et af flere gode svar på udfordringerne er innovation. På DTU er vi rigtig gode til at skabe innovative løsninger til gavn for samfundet. Det er netop baggrunden for oprettelsen af det nye institut for Sundhedsteknologi. Vi har ønsket at skabe de bedste rammer for innovation inden



I sektionen »Drug delivery and sensing« arbejdes med udvikling af nano-containere, som kan indeholde lægemidler.



for sundhedsområdet. Innovationen skal bygge på et solidt forskningsmæssigt fundament. Fagligheden skal være af højeste internationale klasse, hvis vi skal skabe nye banebrydende løsninger.

På tværs af faggrænser

DTU Sundhedsteknologi startede 1. januar 2019 og blev dannet ved, at vi plukkede og samlede forskningsgrupper fra syv andre DTU-institutter. Vi har givet dem fælles rammer i forventning om, at dette vil fremme iderigdommen

og samarbejdet på tværs af de faggrænser, der kan virke hæmmende for nye ideer. Visionen for vores nye institut er dobbelt:

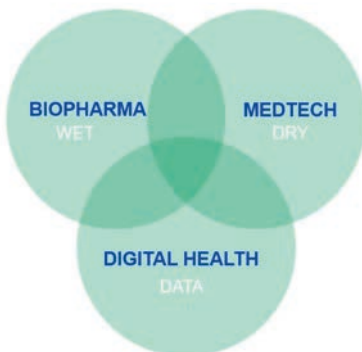
- Vi bidrager til samfundet med ny teknologi, der har positiv indflydelse på menneskers sundhed og velbefindende. Både før, under og efter patientstadiet.
- Vi bidrager til dansk industri med nye opfindelser, ny viden og nye veluddannede medarbejdere.

Hvilket kan sammenfattes til: »Vi tilvejebringer teknologi til

mennesker - for at gøre livet bedre«.

Det våde, det tørre og det digitale

DTU Sundhedsteknologi huser ca. 400 ansatte, fordelt på 50 stabsmedarbejdere og 350 forskere, hvoraf 150 er ph.d.-studerende, mens resten er højere på den akademiske rangstige. Kulturen er international, da vi har medarbejdere fra 40 lande, og 46 procent af staben er ikke-danske. Den faglige og kulturelle mangfoldighed skaber grundlag for



Det nye institut er opdelt i tre afdelinger.



When performance matters



IMED® Medico Skilletransformator

NORATEL DENMARK A/S | +45 43 28 00 11 | sales.dk@noratel.com

www.noratel.com

Sektionen »Hearing Systems« råder over et af de mest avancerede lydlaboratorier i Europa.

nyttige diskussioner, så problemstillinger ses fra flere vinkler, og vi finder de bedste løsninger.

Instituttet er opdelt i tre afdelinger med i alt 10 sektioner og 39 forskergrupper:

1. Biopharma: »Den våde afdeling« arbejder mest i laboratorierne med biologiske materialer, genmateriale, proteiner, celler, væv og sygdomsmodeller i kombination med udvikling og fremstilling af nanomaterialer, der kan indgå som komponenter i implanterbare enheder til medicinering eller monitorering.

2. Medtech: »Den tørre afdeling« forsker i og udvikler forskellige former for bioimaging ved hjælp af ultralyd, magnetisk resonans, biofotonisk eller optisk samt udvikling af software til billedbehandling. Her arbejdes også med udvikling af nye høreapparatteknologier som cochlearimplants og sensorineuralt høretab.

3. Digital Health: »Den digitale afdeling« arbejder med store mængder digitale data i relation til sygdomsforståelse og behandling. For eksempel personaliseret cancerbehandling og udvikling af software til varetagelse af kommunikation mellem bærbare enheder og læger/behandlere.

Lydlaboratorium

Vi er leveringsdygtige i teknologier, som kan anvendes inden for en bred vifte af applikationer. Her blot nogle få konkrete nedslag:

I sektionen »Hearing Systems« har vi et tæt samarbejde med de danske høreap-



paratfirmaer og hospitaler. Samarbejdet sikrer, at forskningsresultater omsættes til brugbare løsninger for patienter, læger og audiologer.

Sektionen råder over et af Europas mest avancerede lydlaboratorier til test af hørefunktionen under en række helt naturtro lydbilleder. Fra det forvirrende støjbillede under et cocktailparty til positionen som musiker midt i et symfoniorkester.

De mange forskellige lydsituationer, en person kan opleve, kræver meget forskelligt af et høreapparat, hvis personen med høreindsættelse skal hjælpes til at opfange de nødvendige nuancer. For eksempel arbejder vi i øjeblikket med at finde en teknologi til at ændre høreapparatets lytteretning ved hjælp af øjnenes fokusretning. Altså bruge øjets fokus som et lasersigte for høreapparatet.

Bærbare måleenheder

Inden for »Digital Health« arbejder vi blandt andet med overførsel af informationer fra bærbare måleenheder til lægerne på hospitalet eller en computer på en behandlingsenhed. Informationerne kan stamme fra wearables, dvs. pacemakere, insulinpumper, enheder

til kontinuerlig måling af blodsukker, pulsmålere, blodtryksmålere eller andet bærbart måleudstyr.

Hvis en patient med insulinkrævende type 1-diabetes bærer en kontinuerlig blodsukkersensor, evt. i kombination med insulinpumpe, kan blodsukkerdata sendes til patientens smartur eller mobiltelefon, så patienten kan reagere på udsving i blodsukkeret, ligesom data kan sendes til en behandler. I sidste tilfælde arbejdes der aktuelt på at udvikle software, som kan sende vejledninger retur om, hvad patienten skal gøre for at normalisere blodsukkeret.

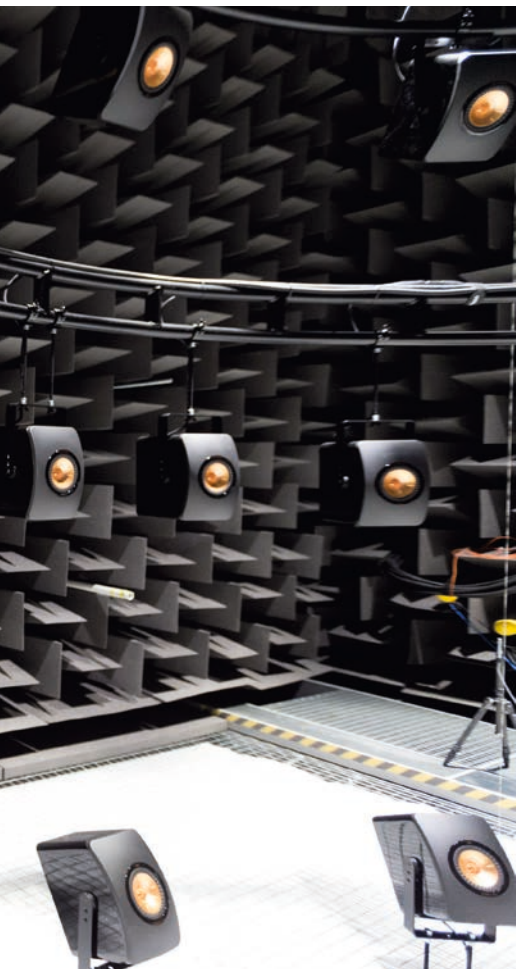
Nano-containerer

I sektionen »Eksperimentel og translationel immunologi« under Biopharma arbejder vi blandt andet med udvikling af teknologier til at identificere og kvantificere tusindvis af antigen-specifikke T-celler blandt de mange milliarder af T-celler, som en given patient har. Årsagen til vores interesse er, at netop disse celler er i stand til at dræbe cancerceller eller inficerede celler. Det er også de celler, som er ansvarlige for drab på egne celler i tilfælde af autoimmunitet.

I sektionen »Drug delivery and sensing«

DTU Sundhedsteknologi

Er aktiv inden for uddannelse af ingeniører på alle niveauer: bachelor, master, ph.d. og senest efteruddannelse i form af life-long learning. Vi leder én bacheloruddannelse, fem masteruddannelser og huser DTU's største ph.d.-skole. Vi ønsker løbende at skabe og videreudvikle uddannelser i samarbejde med industrien for at sikre, at vores kandidater er den højtkvalitetsvare, som vores kunder efterspørger.



arbejder vi blandt andet med udvikling af nano-containere, som kan indeholde lægemidler. Når disse nano-containere når ned i tarmen og sætter sig fast i tarmvæggen, opløses beholderens låg, og lægemidlet trænger ud. Disse containere kan også forsynes med mikromotorer til aktiv fremdrift.

Bredt samarbejde

DTU har flere end 1400 aktive samarbejdsprojekter med den private sektor. Vi rangerer nummer 15 i verden blandt universiteter, når man ser på sam-publikationer med industrien. På DTU Sundhedsteknologi har vi den holdning, at samarbejde med private firmaer og offentlige aktører sikrer os viden og indsigt i de reelle problemstillinger. Det er stimulerende for ide-generering, innovation og problemløsning. Behovet for innovation i sundhedssektoren er stort, og der ligger et tungt pres for at udvikle og implementere bedre, billigere og sikrere løsninger til fremtidens patienter. DTU Sundhedsteknologi står i en unik position til at bidrage med innovative løsninger, baseret på institut-

tets forskning og studenterdrevne aktiviteter i tæt samarbejde med det øvrige innovationsøkosystem, som har gjort DTU til en førende innovationsorienteret vidensinstitution.

De forskningsgrupper, der nu er samlet på DTU Sundhedsteknologi, har da også en stærk track record i forhold til patentanmeldelser, kommercielle aftaler og spin-outs, hvor der for eksempel er dannet 14 nye levedygtige virksomheder i de seneste ti år.

Instituttets ambition er at blive en foretrukken partner til udvikling af nye, sundhedsteknologiske løsninger og en drivkraft inden for sundhedsinnovation. Et af målene for vores forskningsbaserede innovation er at skubbe teknologi effektivt fra universitetet til industrien, så vi kan udvikle morgendagens vidensbaserede produkter og processer. Med det mål for øje satser DTU Sundhedsteknologi stærkt på at skabe en innovationskultur på alle niveauer på instituttet og at danne strategiske partnerskaber med såvel vidensinstitutioner, virksomheder, hospitaler - og hele sundhedssektoren.

RheoSense
Simply Precise™

Intelligent Chemistry

VROC initium®
The First Automatic Viscometer/Rheometer
for Viscosity Fingerprinting

BIO LAB

Biolab A/S udstiller på

DiaLabXpü
24.-26. september 2019

AARHUS 11.-12. september
LabDays 2019
Fagmesse for laboratorietechnik
Besøg os på messen

Biolab A/S
Sindalsvej 29
DK-8240 Risskov
Telefon 8621 2866
Telefax 8621 2301
E-mail: sales@biolab.dk
www.biolab.dk



Automatisk analyse af søvn og opvågninger

Automatisk søvnanalyse kan finde søvnmønstre momentant ud fra én nats søvndata. Derefter kan læger stille en hurtigere og forbedret diagnose af søvnmedicinske sygdomme.



Af Andreas Brink-Kjær.
Ph.d.-studerende
- Institut for
Sundhedsteknologi, DTU

Patienter, som mistænkes for at lide af søvnmedicinske sygdomme, undersøges typisk med en polysomnografi (PSG), hvor kroppens fysiologiske aktivitet måles og optages under en nats søvn. Denne PSG-optagelse kan nu analyseres ved at inspicere hele optagelsen, 30 sekunder ad gangen.

Samtidig er det nødvendigt at annotere søvnstadier og bestemte søvnmønstre såsom åpnøer, benbevægelser og »arousals« (kortvarig aktivering af storhjerne og vækning). Diagnosen kan derefter stilles ud fra fordelingen af disse søvnmønstre over natten. Dog kræves der i visse tilfælde yderligere undersøgelser.

Den manuelle gennemgang af en PSG kan tage mange timer for en læge, hvilket er motivationen for en automatisering. I takt med at billigere bærbare monitoreringssystemer bliver udviklet, vil der samtidig være et større behov for effektiv og billig analyse af den voksende datamængde. Vi har derfor udviklet et automatisk system, som gennemgår en PSG-optagelse i løbet af sekunder og herved kan fortælle, præcist hvornår patienten har haft arousals og opvågninger.

Fra signaler til søvnmønstre

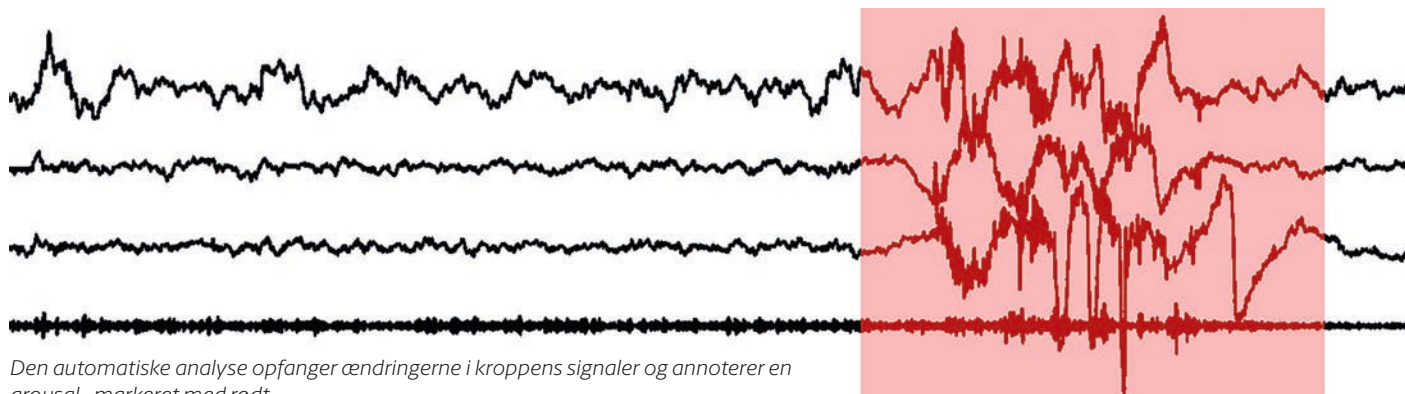
For at annotere arousals i PSG-optagelser er det nødvendigt at fortolke flere samtidige signaler. Det digitale input af søvndata til det automatiske system består af signaler, som måler aktiviteten i hjernen, øjnene og musklerne. Signalerne analyseres effektivt på én gang af

en matematisk model, som består af et dybt neuralt netværk.

Denne type model er udviklet sådan, at den lærer at efterligne lægernes fortolkninger af signaler. Det sker ved at træne modellen på én PSG-optagelse ad gangen, hvorved den forsøger at efterligne arousals, som er annoteret af en læge. Konceptet i denne træningsmetode er simpelt, men den kræver enorme mængder af søvndata for at virke godt.

Behov for data

Værdien af data er blevet mere anerkendt gennem årene, og dette ses også i søvnforskning. For at sikre at en model virker for nye PSG-optagelser, er det vigtigt at have heterogene data. Dette kan opfyldes med tusindvis af PSG-optagelser, som er målt på forskellige typer af patienter i forskellige søvncentre og lande.



Den automatiske analyse opfanger ændringerne i kroppens signaler og annoterer en arousal - markeret med rødt.

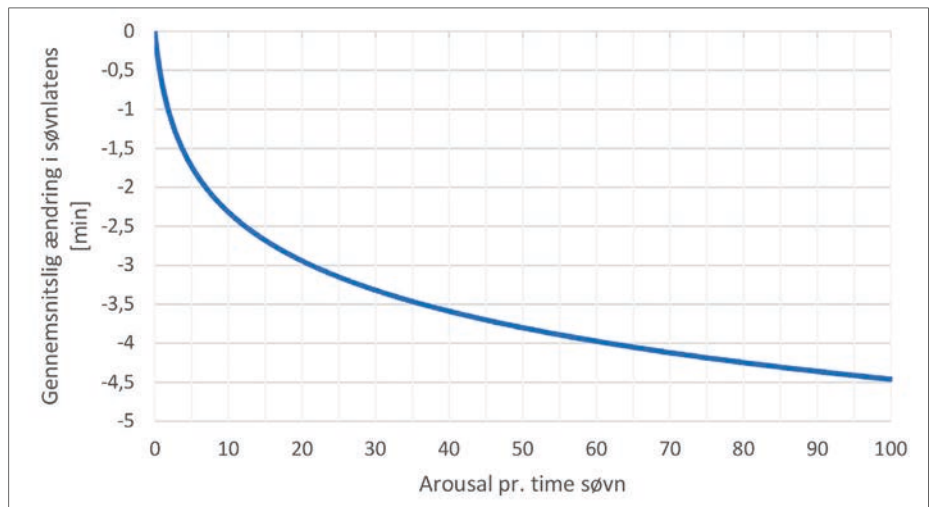
Ordbog

Arousal: Et udtryk for øget vågenhed og bevidsthed. Kan for eksempel forekomme som en reaktion på lyd, lys eller manglende vejrtrækning (apnø).

Polysomnografi (PSG): Undersøgelse af søvnmønstret ved måling af kroppens aktivitet gennem en nat. Her måles den elektriske aktivitet i hjernen, hjertet, muskler samt øjenbevægelser og vejrtrækning.

Multipel Søvn Latens Test (MSLT): En søvnundersøgelse, hvor patienter bliver lagt til at sove fire-fem gange midt på dagen. Hver gang bliver søvnlatensen målt.

Søvnlatens: Den tid det tager at falde i søvn.



Sammenhæng mellem hyppigheden af arousals og den følgende dags søvnlatens - målt med en »Multipel Søvn Latens Test« (MSLT).

Vi bruger mange tusinde PSG-optagelser fra forskellige studier, som vi har samlet i et internationalt samarbejde med Rigshospitalet og Stanford University. For at håndtere den store datamængde bliver træningen af modeller udført ved hjælp af High Performance Computing (HPC) supercomputere på Danmarks Tekniske Universitet (DTU). Når modellen først er trænet, er en almindelig computer tilstrækkelig til at analysere nye PSG-optagelser.

Troværdig model

Når det gælder om at udvikle et brugbart stykke software, er det essentielt at samarbejde tæt med læger. Læger skal kunne stole på, at modellen virker, hvilket kræver en grundig validering. Det handler om, at modellen skal opretholde et kvalitetsniveau, der mindst er på niveau med lægernes.

Her kan det testes, hvor nøjagtigt modellen kan efterligne en læges annoteringer på nye PSG-optagelser. Et problem er dog, at læger ikke er helt enige om, hvornår arousals skal annoteres. Derfor sammenligner vi modellen samt én enkelt læge med en konsensus af en gruppe læger. Ved at gøre dette for flere læger har vi vist, at modellen fungerer på niveau med - eller bedre - end enkelte læger. Selv om man kan vise en høj nøjagtighed fra et automatisk system, er det vigtigt at have det menneskelige element med. Det er stadig nødvendigt, at en læge gennemgår resultaterne fra den automatiske

analyse. Dette gælder især inden for søvn, som er et komplekst fænomen med meget forskellige patienter.

Automatisk analyse

Anvendelsen af denne automatiske metode gør det muligt at annotere større databaser hurtigt og uden omkostninger, hvilket gør metoden ideel til at studere søvndatabaser uden eksisterende arousal-annotationer.

Systemet er foreløbigt blevet brugt til at undersøge forholdet mellem udtalt dagtræthed og hyppigheden af arousals i løbet af natten. Arousals kan del-

vist afbryde søvnen, selv når det kun handler om få sekunder, og dette skaber søvnfragmentering, som kan mindske søvnens effekt. Dette kan lede til udtalt træthed, der kan måles som den tid, det tager at falde i søvn under en Multipel Søvn Latens Test (MSLT).

I en MSLT forsøger man gentagne gange at tage en lur, og dette sker midt på dagen i et kontrolleret miljø. Ved at anvende det automatiske system i et større studie har vi vist en sammenhæng mellem arousal-hyppighed og et gennemsnitligt fald i den følgende dags søvnlatens målt med en MSLT.



Udtalt træthed er ofte resultatet af de gentagne arousals, der giver små afbrydelser i søvnen.

Forskningsprojektet er en del af et større nordatlantisk forskningsprojekt mellem DTU Sundhedsteknologi, Stanford University og Rigshospitalet. Kontaktpersoner: Assoc. professor, Helge B.D. Sørensen, DTU Sundhedsteknologi. Professor Emmanuel Mignot, Stanford University. Professor Poul Jørgen Jennum, Rigshospitalet.

Noninvasiv måling hjælper patienter med søvnapnø

Algoritme baseret på kunstig intelligens kan måle trykændringer i spiserøret hos søvnapnøpatienter, så de slipper for ubehagelige, invasive sensorer.



Af Umaer Hanif.
Ph.d.-studerende
- Institut for
Sundhedsteknologi, DTU

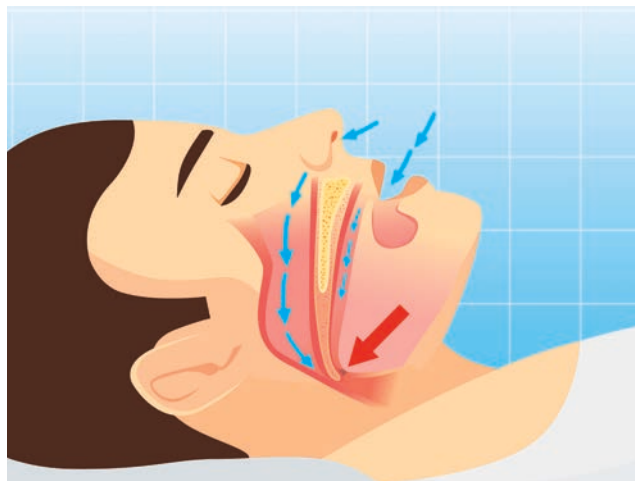
Obstruktiv søvnapnø er en sygdom, hvor patienten stopper med at trække vejret gentagne gange under søvnen, fordi luftvejen blokeres. Patienten vågner derfor utallige gange i løbet af natten, og den forstyrrede søvn medfører, at patienten er ekstremt træt om dagen. Samtidig giver søvnapnø en langt større risiko for hjertekarsygdomme og diabetes. Når søvnapnøpatienter skal diagnosticeres, måles en række medicinske signaler på dem, mens de sover - en såkaldt polysomnografi. Her måles blandt andet trykket i næsen, luftflow i munden, snorkeintensitet og ekspansion af brystkasse og mave. Disse signaler fungerer alle som mål for vejrtrækning, og de bliver analyseret af søvnteknikere, der blandt andet identificerer episoder med søvnapnø i løbet af natten.

Trykændringer i spiserøret

Luftvejens blokering medfører, at tryk-

ket i spiserøret stiger, i takt med at patienten hiver mere efter vejret. Den mest pålidelige metode til at måle disse trykændringer er at stikke et kateter gennem munden eller næsen, så patienten har det siddende i spiserøret i løbet af natten. Denne metode er meget ubehagelig for patienten, så de fleste søvnklinikker bruger den ikke.

Alternative metoder er blevet undersøgt, men ingen har vist sig præcise nok. Derfor har der været et behov for at måle trykændringerne på en ikke-invasiv måde, men med samme pålidelighed som ved den invasive metode. Institut for Sundhedsteknologi på DTU har i en længere årrække haft et transatlantisk samarbejde med Rigshospitalet Glostrup og Stanford University, hvor fokus er på at forbedre diagnosticering og behandling af søvnsygdomme ved hjælp af medicoteknik. Stanfords søvncenter er



Hos patienter med obstruktiv søvnapnø afbrydes vejrtrækningen gentagne gange, fordi luftvejen blokeres.

baseret på avancerede teknikker inden for signalbehandling og maskinlæring.

Noninvasiv trykbestemmelse

Obstruktive søvnapnø-episoder afspejles i polysomnografisignalet som betydeligt reducerede amplituder for tryk i næsen og oralt luftflow samt øget snorkeintensitet. Desuden observeres en faseforskel i signalkurverne for bryst- og maveekspansion, der normalt er synkron, når luftvejen ikke er obstrueret.

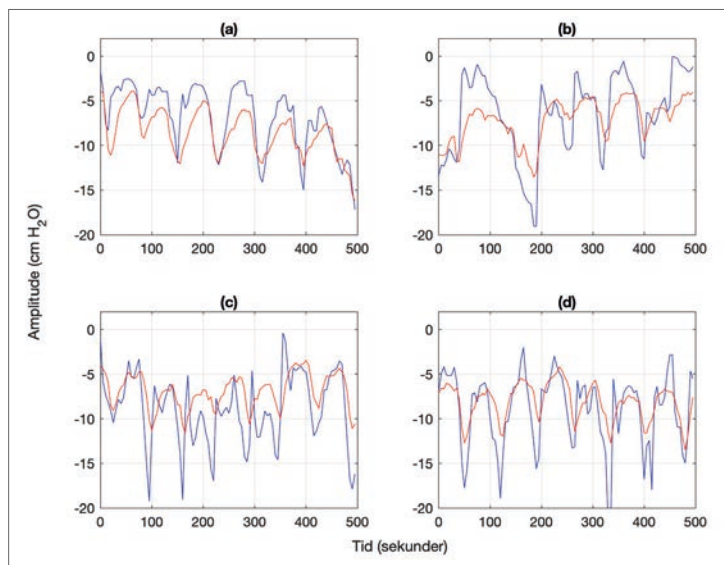
For at træne algoritmen var det nødvendigt at definere features fra de forskellige polysomnografisignaler, der karakteriserer de nævnte kendetegn ved en søvnapnø-episode. En sådan feature kunne for eksempel være energien i signalet, der for trykket i næsen giver en høj værdi under normal vejrtrækning og en lav værdi under en søvnapnø-episode.

Yderligere blev der defineret features, der fanger karakteristiske frekvenser under henholdsvis normal vejrtrækning og søvnapnø-episoder. Samt mere avancerede features for at afspejle eksempelvis faseforskellen i signalkurverne for bryst- og maveekspansion.

Vinduer på 10 sekunder

Alle features blev udregnet for 10 sekunders vinduer af hvert signal, hvor der var 50 procent overlap mellem sideliggende vinduer.

i besiddelse af verdens største database med tryksignaler målt i spiserøret hos søvnapnøpatienter. Denne unikke database har vi brugt til at træne og validere en algoritme, der - udelukkende ved brug af noninvasive polysomnografisignaler som input - leverer trykændringer i spiserøret som output. Algoritmen er



Fire forskellige eksempler på, hvordan det noninvasivt bestemte tryk (det røde signal) følger det invasivt bestemte tryk (det blå signal) for 500 sekunder ad gangen.

En klassisk maskinlæringsalgoritme trænes ved, at man giver den en række input-features samt et eller flere outputs. Algoritmen lærer herefter, hvad forholdet er mellem input og output i en iterativ proces, når den har »set« nok eksempler. Dernæst er det muligt at give algoritmen nye inputs, som den ikke har set før, hvorefter den er i stand til at forudsige outputtet.

I dette tilfælde er outputtet (mediantrykket i spiserøret) beregnet i 10 sekunders vinduer. For at lære forholdet mellem de definerede features og mediantrykket brugte vi et Long-Short Term Memory (LSTM) neuralt netværk. Dette netværk fungerer godt for tidssignaler, fordi det er i stand til at »huske« tidligere outputs fra netværket. Dette er vigtigt i en søvnapnø-kontekst, fordi de ting, der sker før og efter en episode, ofte har en høj prædiktativ værdi.

Algoritmen oplæres

Et datasæt bestående af signaler fra 1.119 patienter blev anvendt til udvikling af algoritmen. Dette datasæt blev delt i tre: 783 patienter til træning, 168 til at optimere forskellige parametre ved hjælp af »trial and error« - og 168 patienter til validering af algoritmen. Dette resulterede i over fire millioner sæt af inputs og outputs til træning - samt over 900.000 sæt til henholdsvis optimering og validering. De senere års fremgang inden for computerkraft har gjort det muligt at træne en model på så store datamængder.

Den trænedte algoritme blev derefter testet på alle patienterne fra valideringssættet med features fra de noninvasive polysomnografisignaler, hvilket resulterede i udregnede trykværdier i spiserøret.

Ved sammenligning mellem det sande tryk og det af algoritmen bestemte tryk i spiserøret ses det, at det noninvasive tryksignal følger udviklingen af det invasive tryksignal meget præcist, dog uden at fange de meget ekstreme værdier.

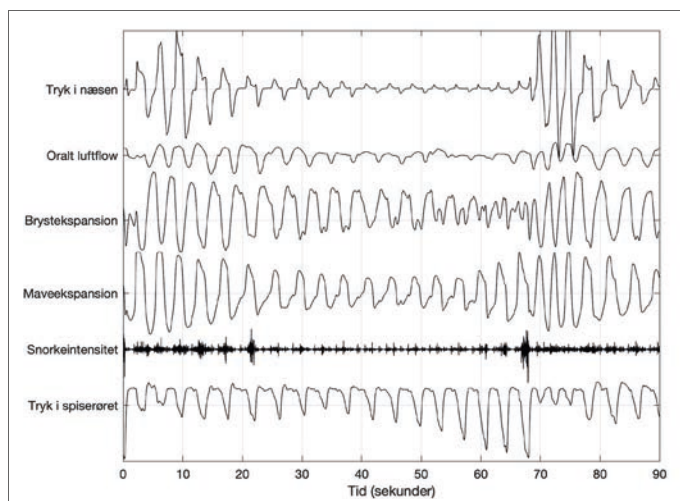
At de ekstreme værdier ikke fanges præcist, er ikke kritisk, da disse værdier formentlig skyldes artefakter i signalet. Det er desuden vigtigere, at algoritmen kan bestemme relative trykændringer frem for de præcise værdier.

Værktøj til søvnklinikere

Yderligere analyser afslørede en lav forskel mellem det invasive tryksignal og det noninvasive tryksignal (medianforskel på 0,61 cmH₂O) samt en relativt høj korrelation (korrelationskoefficient på 0,58 cmH₂O). Endelig viste en statistisk sammenligning mellem det noninvasive tryksignal for normal vejrtrækning og for episoder med søvnapnø en signifikant forskel - helt som forventet.

Den udviklede algoritme, baseret på maskinlæring, demonstrerer, at kliniske polysomnografidata kan anvendes til at udlede et noninvasivt tryksignal i spiserøret, der ligner det faktiske signal målt med et kateter i spiserøret. Dette indikerer, at det udledte signal har potentiale til at give et mål for graden af obstruktion i luftvejen, hvilket afspejles i et stigende tryk i spiserøret.

Det unikke datasæt, som algoritmen er blevet trænet på, sikrer robusthed over for utallige typer af patienter og forskellige grader af søvnapnø, hvilket den efterfølgende validering også bekræfter. Den udviklede algoritme kan derfor fungere som et hjælpværktøj til søvnklinikere i deres analyse og diagnose af patienter, som lider af obstruktiv søvnapnø.



Her forekommer en søvnapnø-episode fra ca. 40-70 sekunder. Trykket i næsen og luftflow i munden falder markant, mens signalkurverne fra bryst- og maveekspansion er i modsat fase. Snorke-intensiteten stiger først mod slutningen, mens trykket i spiserøret stiger gradvist under hele episoden.

Forskningsprojektet er en del af et større nordatlantisk forskningsprojekt mellem DTU Sundhæstetnologi, Stanford University og Rigshospitalet. Kontaktpersoner: Assoc. professor, Helge B.D. Sørensen, DTU Sundhæstetnologi. Professor Emmanuel Mignot, Stanford University. Professor Poul Jørgen Jennum, Rigshospitalet.

Busch Vakuum teknologi til den farmaceutiske industri

Busch tilbyder et bredt produktsortiment, så du kan finde den bedste vakuum løsning til din kemiske eller farmaceutiske proces.

Stol på en pålidelig vakuum partner.
Stol på Busch.

LabDays 2019
11.-12. September
Besøg os!



Busch Vakuumtechnik A/S
+45 87 88 07 77 | info@busch.dk
www.busch.dk

BUSCH
Vakuumpumper og Systemer

Ny visualisering

hjælper hjertet til at slå i rette takt

Prisbelønnet metode, udviklet på Aalborg Universitet, kan forbedre behandlingen af patienter med hjertesvigt.



Af Johannes Jan Struijk.
Professor, ph.d.

Claus Graff. Lektor, ph.d.

Jacob Melgaard. Lektor, ph.d.

- Institut for Medicin
og Sundhedsteknologi,
Aalborg Universitet

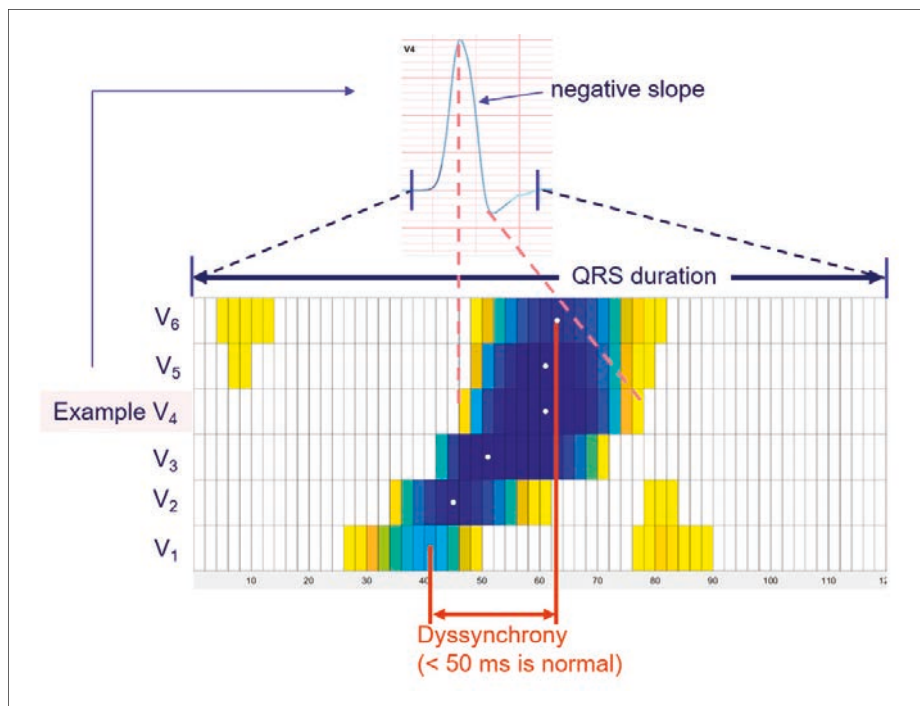
Mange patienter med hjertesvigt og dyssynkroni i hjertet kan hjælpes med en særlig pacemaker, der retter op på dyssynkronien, så symptomerne markant forbedres. Desværre er det langt fra alle patienter, der responderer så godt. En ny metode til at visualisere og måle dyssynkronien kan hjælpe med på forhånd at finde de patienter, som vil respondere positivt. Den kan også hjælpe med at indstille pacemakeren optimalt - og med at finde den bedste placering til pacemakerens elektroder.

Metoden blev offentliggjort på ISCE 2019, den årlige konference hos »International Society for Computerized Electrocardiology« i Atlantic Beach, Florida. Her vandt lektor Jacob Melgaard fra Aalborg Universitet den prestigefyldte »Jos Willems Early Career Investigators«-konkurrence.

Fejl i ledningsnettet

Dyssynkroni i hjertet skyldes en fejl i hjertets ledningssystem. Typisk er det en såkaldt venstresidig grenblok, der helt eller delvist forsinker den normale sammentrækning af venstre hjertekammer. Dele af kammeret trækker sig ikke sammen synkront, og resultatet er nedsat pumpevirkning.

Kardial resynkroniseringsterapi med en biventrikulær pacemaker kan i mange tilfælde rette op på dyssynkronien - og



Figur 1. Øverst ses QRS-komplekset (V4), der farvelægges, så alle positive hældninger kodes med hvid, mens alle negative hældninger kodes fra gul til mørkeblå afhængig af stejlheden.

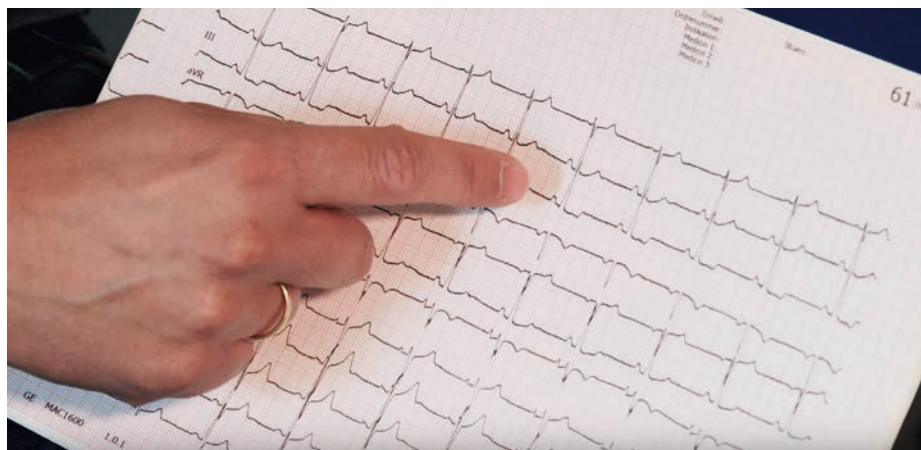
dermed også på den hæmodynamiske problematik. Sådant en pacemaker har tre ledninger, hvor den ene lægges i højre forkammer, og den anden i højre hjertekammer - som med en »normal« pacemaker.

Den tredje ledning positioneres gennem højre forkammer via den store hjertervene (sinus coronarius) ind i en koronarvene på ydersiden af venstre hjertekammer.

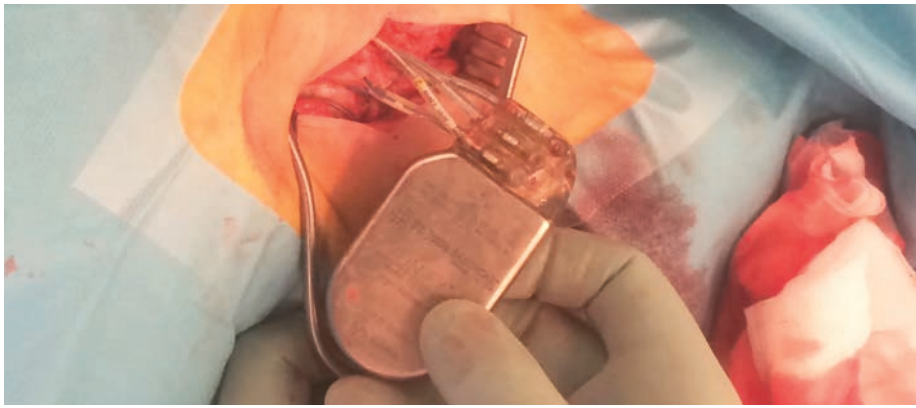
Herfra kan de langsomme dele af venstre hjertekammer aktiveres, så kammeret »resynkroniseres«.

Livsreddende - for nogle

For cirka 60 procent af patienterne er denne resynkroniseringsterapi livsreddende, og de fleste lever mange år med deres pacemaker. Men for cirka 40 procent af patienterne giver pacemake-



Flere hjertesygdomme kan sikkert diagnosticeres, hvis man ser med friske øjne på det mere end 100 år gamle EKG.



Den nye metode viser, hvilke patienter der vil få gavn af en pacemaker.

ren ingen hæmodynamisk forbedring, og kun halvdelen i denne gruppe lever mere end tre år efter implantation af pacemakere.

Udvælgelsen af patienter til denne terapi er i vid udstrækning baseret på elektrokardiogrammet (EKG). De internationale kliniske guidelines lægger stor vægt på varigheden af det såkaldte QRS-kompleks i EKG'et.

Desværre er guidelinekriterierne kun et indirekte mål for dyssynkroni - og bestemt ikke 100 procent korreleret. Derfor er der et stort ønske om bedre mål for dyssynkroni. Og netop her byder den nye metode til visualisering og måling af dyssynkroni ind med en løsning.

Nyt lys over EKG'et

Det såkaldte kardiosynkrogram er baseret på det normale standard-EKG, men en del af EKG'et (QRS-komplekset) visualiseres her på en helt ny måde.

Figur 1 giver et forenklet billede: Øverst ses QRS-komplekset i den prekorale afledning V4. Dette QRS-kompleks farvekodes, således at alle positive hældninger kodes med hvid, mens alle negative hældninger kodes fra gul til mørkeblå, afhængig af støjheden. Når dette er gjort for alle ledninger V1-V6 i det horisontale plan, fås et farvebillede af hjertets elektriske aktivitet i dette plan. Det ses, at tidsforskellen i hjertets aktivering i afledning V1 (højre side af hjertet) og V6 (venstre side af hjertet) er cirka 25 ms, hvilket er normalt.

Dette simplificerede kardiosynkrogram giver et beskedent indblik i hjertets aktiveringsmønster, så det er nødvendigt med en fuld 3D-visualisering, hvor mange flere virtuelle afledninger beregnes på basis af standard-EKG'et. Eksempler ses i figur 2:

Patient 1 (tv.) har en normal QRS-varighed (< 120 ms) og en normal dyssynkroni (< 50 ms).

Patient 2 (i midten) har en normal QRS-varighed, men en abnorm dyssynkroni (> 50 ms). Patient 2 har formentlig et problem, som først vil blive opdaget, når symptomerne forværres, og QRS-varigheden kommer til at overstige de 120 ms. Patient 3 (th.) har et langt QRS-kompleks og kunne være kandidat til en biventrikulær pacemaker. Patient 3 har dog ingen dyssynkroni, som kan eller skal behandles med resynkroniserings-terapi. Det er klart fra disse eksempler, at kardiosynkrogrammet kan spille en rolle i udvælgelsen af patienter til resynkroniserings-terapi.

Hvad øjet ikke ser

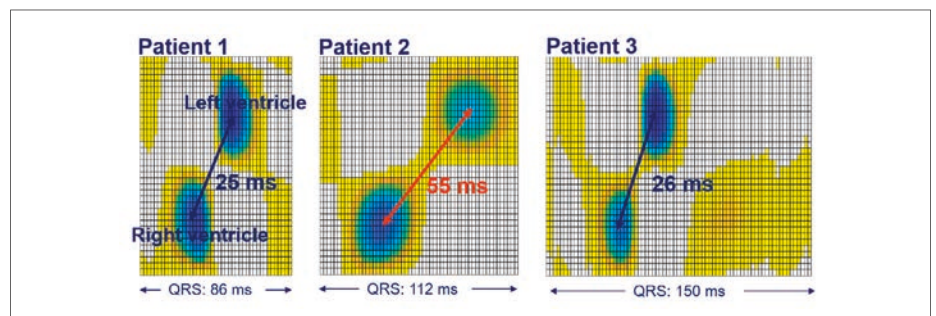
Et andet eksempel ses i figur 3. Til venstre vises kardiosynkrogrammet i en biventrikulær pacemakerpatient, hvor pacemakere er slukket. QRS-varighe-

den er meget stor, og det er dyssynkronien også. Når pacemakere tændes, reduceres dyssynkronien stærkt, mens QRS-varigheden, skønt den er reduceret, stadig er høj.

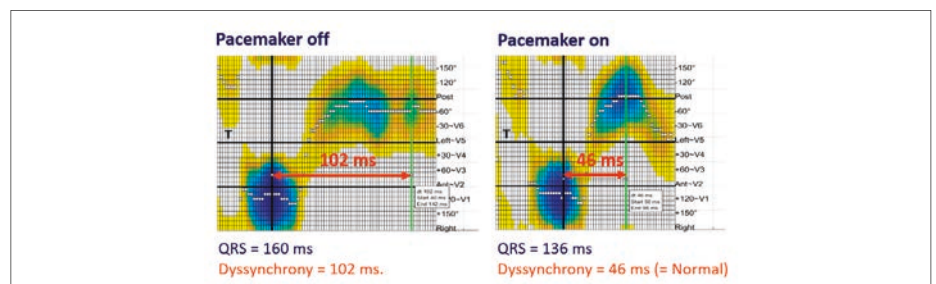
Kardiosynkrogrammet er et godt eksempel på, hvordan man kan synliggøre noget, det blotte øje ikke kan se, selv om nøjagtigt de samme data bruges. Et andet eksempel på dette fænomen er selve EKG'et. Det normale EKG viser seks afledninger i det frontale plan. Disse afledninger måles fra bare tre elektroder: en på venstre arm, en på højre arm og en på venstre ben.

Afledning I måles mellem højre arm og venstre arm. Afledning II mellem højre arm og venstre ben. Afledninger III, aVR, aVL og aVF er bare lineære kombinationer af afledninger I og II. Og alligevel kan kardiologernes øjne ikke se det hele fra afledninger I og II. De har brug for de fire afhængige afledninger også. Så meget endda, at man i Sverige viser dem i en anden rækkefølge (Cabrera: aVL, I, -aVR, II, aVF, III) end i resten af verden, fordi dette igen giver en bedre visualisering af hjertets elektriske aktivitet.

Kardiosynkrogrammet er udviklet med fokus på visualisering af hjertets dyssynkroni, et vigtigt problem i forhold til hjertesvigt. Der findes mange andre hjertesygdomme, og flere af disse kan måske også diagnosticeres ved at se med friske øjne på det mere end 100 år gamle EKG.



Figur 2. Patienten her i midten har et problem, som først vil blive opdaget, når symptomerne forværres.



Figur 3. Til venstre ses kardiosynkrogrammet i en biventrikulær pacemakerpatient, hvor pacemakere er slukket. Når pacemakere tændes, reduceres dyssynkronien (th.).

Kan vi lære af deep learning?

Med deep learning kan vi diagnosticere patienter ud fra et EKG. Men faktisk kan vi også bruge deep learning til at få ny viden om EKG'et.



Af Mathias Buus Lanng.
Ph.d.-studerende
- Institut for Medicin
og Sundhede-teknologi,
Aalborg Universitet

På et elektrokardiogram (EKG) er det muligt at diagnosticere en lang række forskellige hjertesygdomme. Flere af de diagnostiske kriterier, der bygger på EKG'et, er gamle og baseret på data fra papirudskrifter af EKG'er fra få patienter.

Nu om dage indsamles store mængder af digitale EKG-data, som gør det muligt at bruge deep learning til automatisk at diagnosticere hjertesygdomme fra et EKG. Men man kan også bruge deep learning, for eksempel i form af neurale netværk, til at opnå ny viden om EKG'et.

Åbner den sorte boks

En gængs opfattelse er, at det ikke er muligt at vide, hvorfor deep learning-modeller producerer et givent output. Man betragter altså deep learning som en »sort boks«, hvor man ikke har kendskab til systemets interne arbejdsgange. Men der findes metoder, som kan åbne den sorte boks - og dermed skabe indsigt i, hvordan deep learning bruger data til at producere sine outputs.

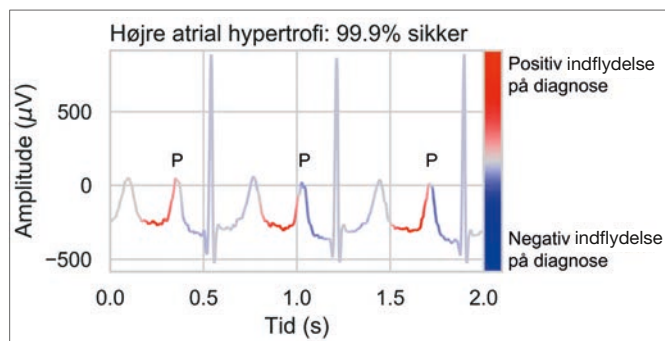
Når den sorte boks åbnes, kan årsagsforklaringer til EKG-baserede diagnoser fremhæves. Denne indsigt kan bruges til at undersøge nye sammenhænge mellem de forskellige diagnoser - og måske opdage nye grupperinger af diagnoser. Det skaber muligheder for at bruge deep learning til at lære os meget mere om EKG'et (se figur 1).

Begrundelse for diagnose

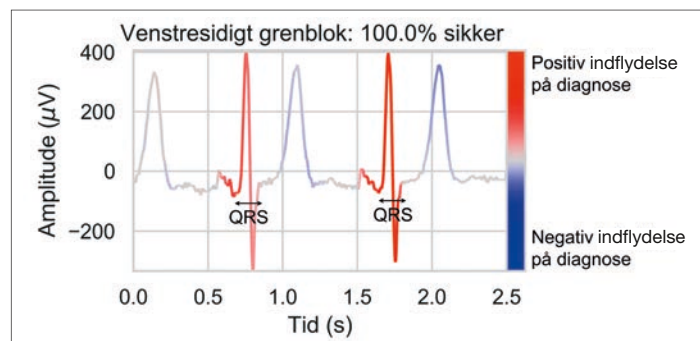
En metode, der kan bruges i deep learning til at forklare grundlaget for et output fra neurale netværk, er den såkaldte Class Activation Mapping (CAM). Metoden, som er bygget direkte ind i arkitekturen af det neurale netværk, kan farvelægge de områder på EKG'et, som har haft en positiv og en negativ indflydelse for en diagnose.

Denne metode ville potentielt kunne understøtte nye veje inden for forskning ved at lede efter farvelagte områder, der måske ikke passer med nuværende viden. Eller områder som måske betyder mere, end man troede førhen.

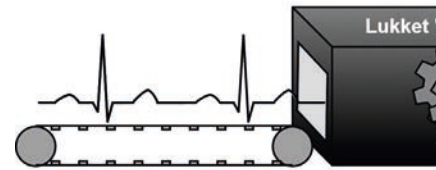
Et eksempel på, hvordan CAM-metoden kan bruges til at give årsagsforklaring (99.9 procent sikkerhed for diagnose), ses i figur 2, hvor et EKG fra en patient med forstørret højre forkammer er illustreret.



Figur 2. Årsagsforklaring til diagnosen »forstørret højre forkammer« er fremhævet med farver på EKG'et.



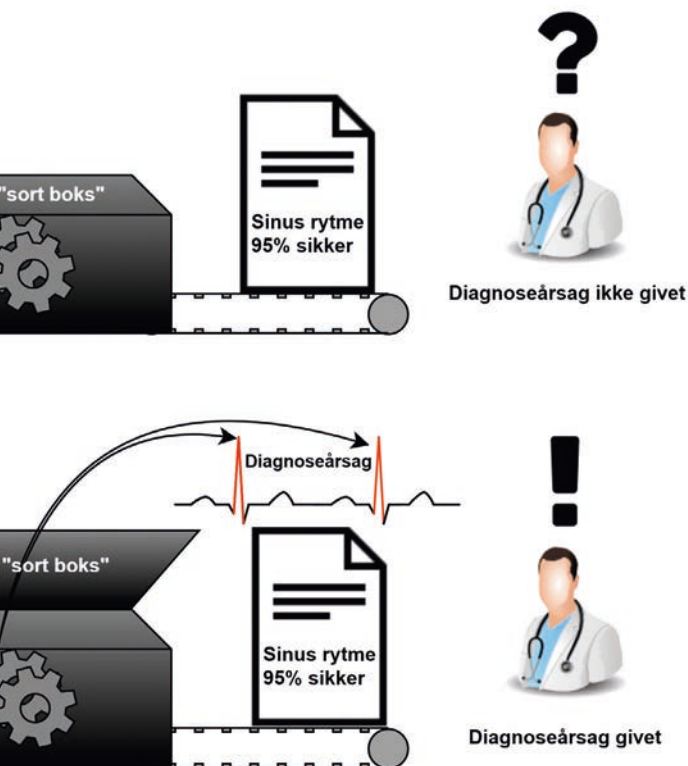
Figur 3. Årsagsforklaring til diagnosen »venstresidigt grenblok« er fremhævet med farver på EKG'et.



CAM-metoden fremhæver, at den forøgede elektriske aktivering på den opadgående del af P-bølgen har positiv indflydelse på diagnosen (der hvor aktivering af højre forkammer sker), og at den nedadgående del af P-takken (der hvor aktivering af venstre forkammer sker) har negativ indflydelse på diagnosen og dermed ikke kan bruges til at forklare forstørrelsen af højre forkammer.

Venstresidigt grenblok

Et andet eksempel på CAM-metodens anvendelse til årsagsforklaring (100 procent sikkerhed for diagnose) kan ses i figur 3, hvor EKG'et fra en patient med venstresidigt grenblok er illustreret. Patienter med venstresidigt grenblok har forsinket elektrisk aktivering af venstre hjertekammer grundet en blokering af det specialiserede ledningssystem i



Figur 1. Når den sorte boks i deep learning-modeller åbnes, kan der gives en årsagsforklaring til EKG-diagnoser.

hjertet. Ledningsforstyrrelsen viser sig i EKG'et ved, at QRS-komplekset bliver bredere.

Det neurale netværk baserer sin sikkerhed i diagnosen på QRS-komplekset, hvilket stemmer overens med vores antagelser om, hvordan venstresidigt grenblok kommer til udtryk på et EKG. Hvad der yderligere kan ses er, at T-takken har haft en negativ indflydelse på diagnosen, hvilket er interessant, idet T-takken med nuværende viden ikke bliver brugt på nogen måder, når diagnosen venstresidigt grenblok stilles.

Sammenhænge mellem diagnoser

En af fordelene ved at bruge deep learning til EKG-diagnostisering er, at diagnosen bliver givet i form af en sandsynlighed. Sådan er det ikke på EKG-apparater i dag, hvor de eksisterende algoritmer til automatisk diagnose kun indikerer, om en diagnose er til stede eller ej.

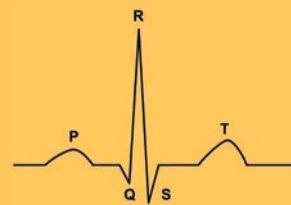
Når man kan få sandsynligheden for forskellige diagnoser, bliver det muligt at lave grupperingsanalyser på disse sandsynligheder. Det åbner op for nye indsigter i sammenhænge mellem diagnoserne.

På figur 4 ses en projicering til 2D af sandsynlighederne for 54 forskellige EKG-baserede diagnoser. Hvert punkt i skyen repræsenterer et EKG, og jo tættere punkterne er på hinanden, desto mere ens er sandsynligheden for diagnoserne.

En af de interessante betragtninger, der kan gøres i denne visualisering, er, at venstresidigt grenblok (VG, øvre højre hjørne) ser ud til at bestå af to grupper med en gradvis overgang fra den ene til den anden gruppe. Dette er især interessant, fordi pacemakerbehandlingen af venstresidigt grenblok er præget af to grupperinger: respondere og ikke-respondere, hvilket kunne være forskellen på disse to grupper.

Vigtige årsagsforklaringer

Alt efter hvilket domæne deep learning benyttes inden for, er der forskel på, hvor vigtigt det er at have en årsagsforklaring for et output.



Elektrokardiogram (EKG)

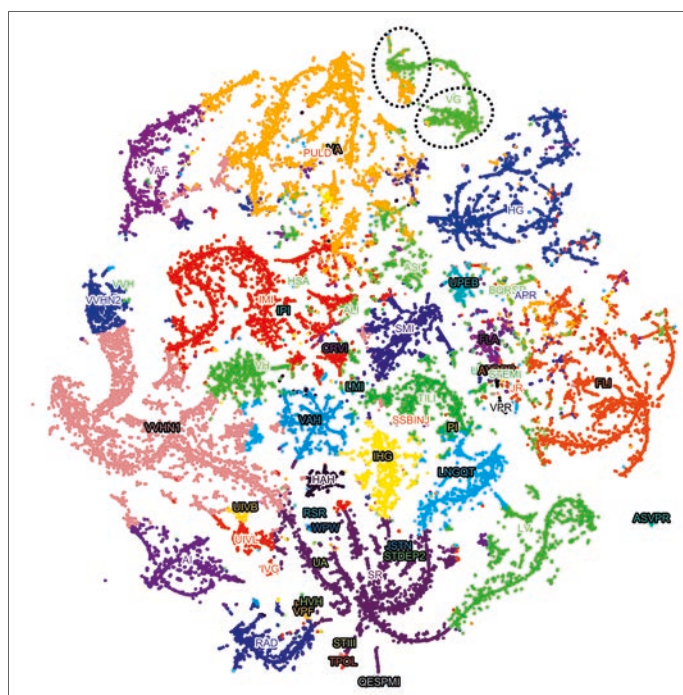
Den elektriske aktivitet i løbet af et enkelt hjerteslag: P-bølgen er fra aktiveringen af forkamrene, QRS-komplekset er fra aktivering af hjertekamrene, og T-bølgen er fra hjertekamrene, som gør sig klar til næste slag.

Deep learning

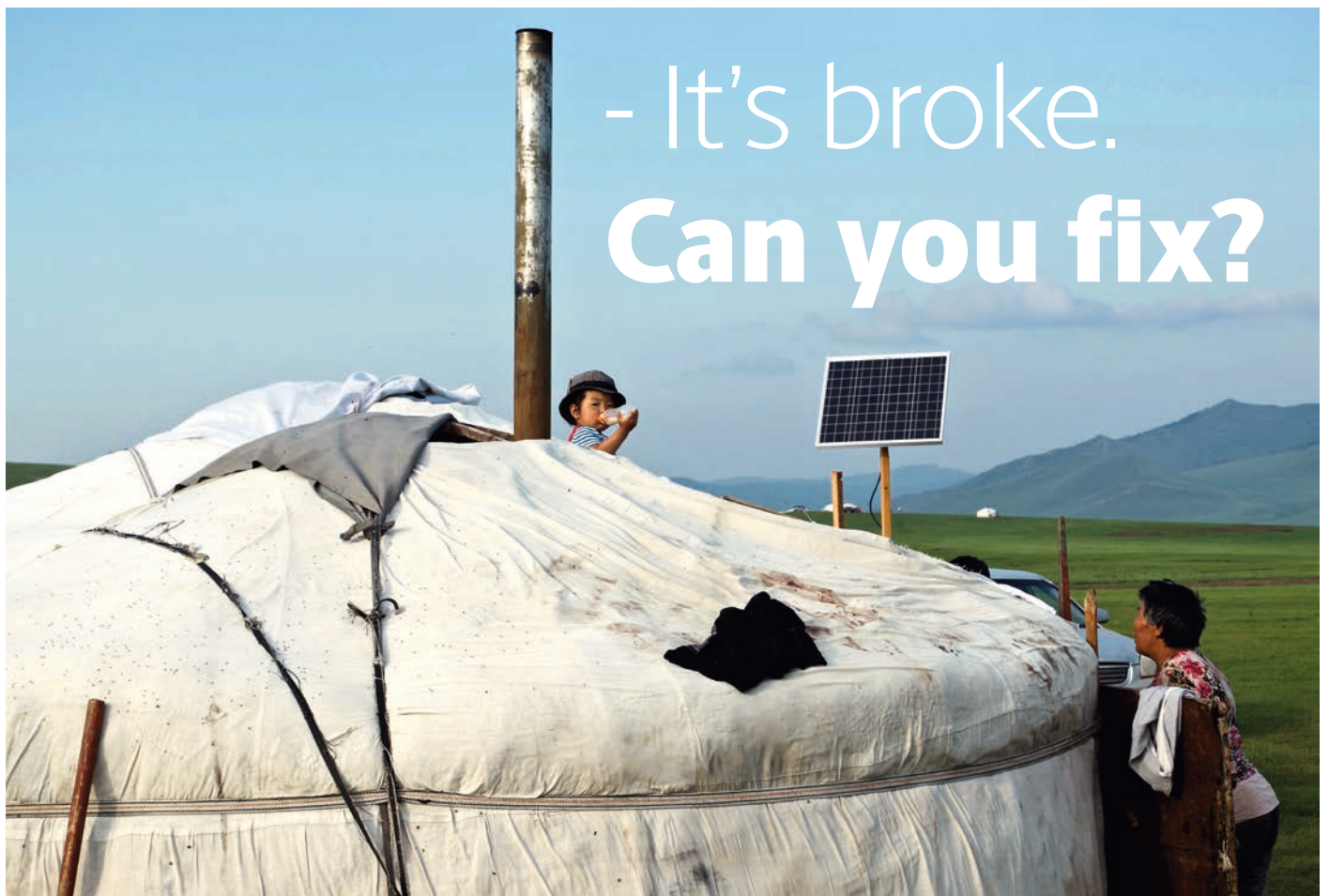
Deep learning er en underdel af det område, der kaldes maskinlæring. Deep learning baserer sig ofte på neurale netværk for at løse en lang række opgaver. For eksempel klassificering, billedgenkendelse, regressionsanalyser, sprog- og talegenkendelse m.m.

Ordet deep betyder, at det neurale netværk består af mange såkaldte lag. Deep learning er boomet de seneste år på grund af større datamængder, stærkere regnekraft og ny forskning inden for neurale netværk.

Da sundhedssektoren er et meget risikopræget domæne, hvor en forkert diagnose kan have store konsekvenser, er årsagsforklaring meget vigtig her. En læge bør derfor præsenteres for årsagsforklaringer til diagnoser fra deep learning-modeller, så de bedste forudsætninger for behandling er til stede. Derfor er videreudvikling og forskning inden for teknikker til at begrunde output fra deep learning-modeller vigtig, hvis modellerne skal bruges i sundhedssektoren.



Figur 4. Projicering til 2D af sandsynlighederne for 54 forskellige EKG-diagnoser.



- It's broke.
Can you fix?

Nomadefamiliens teltbolig på landet. (Foto: Morgane Garreau).

Gennem den frivillige organisation EWH, og med støtte fra DMTS, var Alexander og Anders udstationeret på ressourcetsvage hospitaler i Mongoliet og Nepal. I to artikler deler de deres oplevelser og refleksioner. Her følger vi med Alexander til Mongoliet.



Af Alexander
Borch Kristensen.
Ingeniørstuderende
- DTU

Nerverne begynder så småt at trænge sig på, da flyet nærmer sig hovedstaden Ulan Bator. Uden helt at forstå den historiske kontekst er jeg klar over, at en stærk urbanisering gennem de seneste årtier har lagt et stort pres på infrastrukturen og hospitalssystemet. Netop derfor bliver vi alle sendt til hovedstaden.

I lufthavnen bydes vi varmt velkommen af formanden for Oddariya - en frivillig mongolsk organisation, der arbejder for at forbedre det mongolske sygehusvæsen. Formanden hedder Urga, og hun ledsages af sin ven Amar.

Når man rejser, kredser de første indtryk ofte om, hvordan tingene adskiller sig fra det vante. Nogle indtryk kan give anledning til en lille frygt. I mit tilfælde var frygten primært rettet mod trafikken!

Jeg har fået passagersædet ved siden af Amar. I voldsomme ryk bevæger vi os aggressivt over de brede motorveje ind mod byen, mens Amar - upåvirket af hastigheden - giver snakketøjet frie tøjler. Trods hastigheden formår flere biler at overhale os. Måden at køre på er tydeligvis en del af kulturen her, som jeg bare må acceptere.

Hovedstaden viser tydelige kontraster overalt. Vejene er fyldt med store biler, men de er dårligt vedligeholdt, og mange steder mangler der dræn til regnvandet. Høje bygninger skyder op overalt - klos op ad faldefærdige ruiner og traditionelle mongolske boligtekte.

Værtsfamilien

Bayarlaa er det første ord, jeg lærer: »Tak«. En umiddelbar reaktion af begejstring kan findes i enhver fremmed kultur, når man entusiastisk forsøger at lære deres sprog. Og der var stor begejstring, når ordet blev brugt under vores

velkomst, hvor vi mødte vores værtsfamilier for første gang. Sammen med en amerikansk ph.d.-studerende, Brendyn, bliver jeg indlogeret hos en gæstfri dame. I selskab med vores nye værtsmor, og hendes otte-årige, generte søn, bevæger vi os ud i en bil og kører hjem for at møde resten af værtsfamilien.

I en lejlighed med minimalistisk indretning møder vi den 10-årige datter, der pænt hilser på os med et håndtryk, men ellers upåvirket leger videre med sin jævnaldrende kusine. De følgende seks uger byggede vi et stærkt venskab til alle tre børn. På trods af at de flere gange hang om benet på os for at blive trukket hen ad gulvet. Eller drillede os med, at de ubesværet kunne tælle til langt højere tal på det mongolske sprog end os.

Vores værtsmor byder os suppe til aftenmad. Her er hverken spisebord eller stole, så vi skiftes til at sidde i sofaen eller på gulvet for at spise.

To rejser

- Til dagligt læser Alexander og Anders medicin og teknologi på DTU.
- Seks uger henover sommeren 2018 var de udsendt med den frivillige organisation Engineering World Health (EWH) til udsatte hospitaler i henholdsvis Mongoliet og Nepal.
- Arbejdet går ud på at hjælpe lokalt ved at vedligeholde, reparere og undervise i korrekt brug af medicinsk udstyr.
- Rejserne bød på mange udfordringer, både teknisk, sprogligt og kulturelt. Men erfaringsudvekslingen har været gavnlig. Både for de lokale hospitalers teknikere og ingeniører - og for de studerende selv.



Bo og Alexander - veltilfredse efter at have fikset den første tørretumbler.

»Kom, kom, kom!«

To og to bliver vi fordelt blandt de fem hospitaler i Ulan Bator. Jeg bliver sendt til *National Trauma and Orthopedic Research Center* - sammen med Bo, der tidligere har arbejdet som frivillig på et hospital i Tanzania.

Klokken 9 ankommer vi begge som planlagt, hvor vi skal mødes med en afdelingsingeniør og to frivillige oversættere fra Oddariya. På disse kanter er selv en længere uddannelse som ingeniør eller læge ingen garanti for, at man taler engelsk. De fleste viser sig knap nok at kende til få, simple gloser.

De to tolke ankommer godt 20 minutter senere end aftalt, og der går yderligere 5-10 minutter, før den ansvarlige ingeniør dukker op.

Osor, en mand i midt-30'erne, snakker mongolsk i en hastighed, så det er imponerende, at han når at trække vejret imens. Den bedste oversættelse, vores tolke formår, er: »Kom, kom, kom! ...«.

»Can you fix?«

Vi ledes ned ad nogle trapper, gennem en gang med marmorgulv, ned ad flere trapper og gennem nogle skumle gange. Her møder vi en stor metaldør. Osor begynder straks at hamre løs på døren. Først efter tre minutter kommer en dame og lukker op. Vi går ind, mens Osor fortsætter fremad - uden at give tid til oversættelser. Vi stopper ved en lille industrivaskemaskine. Her opstår pludselig et øjeblikstilhed, hvor alles øjne rettes mod Bo og



I teltet står menuen på diverse indvolde, som spises med hænderne. (Foto: Annika Niittylä).

mig. Og nu får vi endelig en oversættelse: »It's broke, can you fix? ...«. Før vi når at svare, bliver vi trukket videre til to industritørretumblere. »Can you fix?«.

Lige her er vi lettere fortumlede over, at opgaven vedrører maskiner, som er meget større, end hvad vi er trænet i - eller har arbejdet med før. Men efter en smule tøven får vi fremstammet et passende svar: »Maybe. We can try«.

Kogt mavesæk

I weekenderne blev vi ofte inviteret på forskellige udflugter og kulturoplevelser. En af de ture, der gjorde stort indtryk, var besøget hos en nomadefamilie. Efter et par timers bumlede buskørsel

langs et fantastisk landskab tager vi en frakørsel og kører ud over græsstepperne. Snart kommer vi til to boligtelte, hvor vi bliver taget hjerteligt imod af tre børn på omkring fire, syv og 11 år og deres forældre. Kinderne er kraftigt røde af mange timers arbejde og ophold i solen. Vi bliver budt indenfor i hovedteltet til et festmåltid. Et får er blevet slagtet til ære for gæsterne. Ekstra fint er det, at måltidet udelukkende består af kød og mælk. Et fad med tilberedte indvolde bydes rundt, og stykker af lunge, tarm, hjerte og kogt mavesæk med storknet blod bliver skåret af og spist med hænderne. Trods vores sarte vestlige maver forsøger alle at udvise taknemmelighed ved at klemme noget af maden i os.



Alexander samler en funktional infusionspumpe med dele fra defekte pumper.

Sammen med familien og de frivillige tolke fra Oddariya bruger vi resten af dagen på at slappe af i solen og gå ture i landskabet.

Sidste uge

Vi er nu nået til den sidste uge af vores hospitalsophold.

Det undrer både Bo og mig, at vi under hele opholdet er blevet stillet relativt få opgaver.

Vi har haft fri snor til at arbejde på to tørretumblere og en industrivaskemaski-

ne. Desuden blev vi tildelt otte defekte infusionspumper. Det lykkedes os ret hurtigt at samle fem brugbare pumper ud af delene.

Først nu bliver vi klar over, at store dynger af teknisk udstyr er blevet kørt på lossepladsen få uger inden vores ankomst. Det ærgrer os rigtig meget.

Det meste af tiden har vi brugt på at diagnosticere og arbejde på tørretumblerne. Personalet udtrykte nemlig meget stor ærgrelse over ikke at kunne bruge disse. Kitler hang til tørre og stod i vejen overalt i vaskekælderen.

Problemet løst

Det lykkedes os at opdage problemet i en af de to tørretumblere. Med tiden var flere varmeelementer blevet så slidte, at de var knækket. Nu var problemet blevet så slemt, at nogle elementer kortsluttede hinanden og sprængte sikringen. Ved at fjerne de ødelagte elementer og omorganisere forbindelserne fik vi maskinen i brug, og et sæt nye varmeelementer blev bestilt hjem.

Den anden maskine havde samme problem, men sikringen slog fra af andre årsager. En hospitalsingeniør havde udskiftet maskinens sikringer, men forbindelserne var forkert samlet, så maskinen lukkede ned, hver gang den blev startet. Flere dage gik med at søge informationer om tørretumblere, indtil vi endelig fandt fejlen - og rettede den.

Fakta

- EWH er en international organisation, der står for planlægning og udsendelse af frivillige studerende til udsatte hospitaler i udviklingslande.
- Gennem den danske afdeling, EWH DTU, blev studerende i 2018 sendt til Mongoliet og Nepal.
- Deltagerne modtog tre ugers intensiv træning på DTU i grundlæggende teknisk arbejde som lodning, elektriske komponenter og sikkerhed.
- EWH var i 2018 til stede i Nepal på 12 hospitaler, hvor 223 stykker udstyr blev repareret til en samlet værdi af tre millioner kroner.
- Tilsvarende var EWH repræsenteret på syv hospitaler i Mongoliet, hvor 74 stykker udstyr blev repareret til en samlet værdi af en million kroner.
- EWH, DTU og de 15 udsendte studerende (11 til Nepal og fire til Mongoliet) takker for støtten fra Dansk Medicoteknisk Selskab.

Personalet var overmåde taknemmelige over, at kitler og sengelinned ikke længere skulle lufttørres. Og lykkelige over, at de nu kunne få tingene vasket i tide. Hvilket jo er ret afgørende på et traumecenter.



Ved vi, hvor du bor?

Har du skiftet adresse, telefonnummer eller e-mailadresse?

Så husk at opdatere dine medlemsoplysninger!

1. Gå til: www.DMTS.dk
2. Vælg fanen: »Om DMTS«, og vælg »Medlemmer«
3. Find dit navn (vælg fornavnets forbogstav tv.)
4. Klik på dit navn
5. Klik nederst på »Ret dine personlige data«
6. Indtast de nye oplysninger i felterne til højre
7. Husk at udfylde det nederste kontrolfelt
8. Klik på »Send til DMTS«



NYHED

DIAGNOSTIK- OG LABORATORIEBRANCHENS MØDESTED

24.-26. september 2019

dialabxpo.dk

BESØG DIALABXPO – HVOR NETVÆRK SKABES

DiaLabXpo er den nye fagmesse og mødested for hele diagnostik- og laboratoriebranchen. Her kan du møde branchens førende virksomheder, som vil byde dig indenfor til et væld af nye produkter og løsninger til fremtiden.

TRE TEMADAGE MED VIDEN OG INNOVATION

Oplev blandt andet:

- **En debat** om hvordan vi sikrer Danmark som life science-nation?
- **DEKS, DSKM, DSTH og DSKB:** Laboratoriespecialernes fremtid i den danske sundhedssektor
- **En paneldebat** om sygehusvæsenet i Danmark
- **Future Lab konference** med emner som Digitale Verdenslaboratorier, Kunstig Intelligens, Future Lab og nye innovative tilgange til branchen

**SE HELE PROGRAMMET OG HENT
DIN GRATIS BILLET PÅ DIALABXPO.DK**

DiaLabXpo

Lokomotivværkstedet • KBH • 24.-26. september 2019

DiaLabXpo har branchens opbakning:

as **nino lab**

ATI **diagnostics**

BIO-RAD

BIO-LAB

BioNordika

BUCHS **HOLM**

DANDIAG

DiaSorin

DRITZ EBELUND

eppendorf

Holm & Halby

DS
Danmark

In **Vitro**

**SKEM
EN
TEC**
Nordica

Metrohm
Nordic

ORION
DIAGNOSTICA

RAMCON

**SIEMENS
Healthineers**

TRIOLAB

VWF

Lokomotivværkstedet | Otto Busses Vej 5A | 2450 København SV | mch.dk

MCH

Afsender: TechMedia A/S, Naverland 35, DK-2600 Glostrup

MR400 patientmonitor

- MR kompatibel patientmonitor med Touch-skærm



MR400 er installeret på mange hospitaler i Danmark. MR400 kan bl.a. monitorere EKG gennem hele MR scanningen uden udfald, via det trådløse EKG modul. Alle enheder kan køre på batteri i op til 8 timer. MR400 er transportabel og kan let rulles fra rum til rum.

