

Når sygdommen ikke kan ses – men stadig gør skade

På en hospitalsstue kan alt se roligt ud. Patienten ligger stille i sengen. Skærmen ved siden af viser tal og kurver, som tilsyneladende ligger inden for det normale. For det blotte øje er der intet alarmerende at se. Men netop her ligger en af de største udfordringer i moderne medicin: nogle af de mest afgørende forandringer i kroppen er usynlige, indtil de har nået et punkt, hvor det er svært at vende udviklingen.

Infektioner kan udvikle sig langsomt og uden tydelige symptomer. Blodgennemstrømningen i væv kan være nedsat i timevis eller dage, før huden ændrer farve eller temperatur. Små biologiske processer kan være i gang, uden at hverken patient eller sundhedspersonale opdager det. Når tegnene endelig bliver synlige, er situationen ofte mere alvorlig og kræver omfattende behandling.

Denne udfordring danner rammen for mit ph.d.-projekt. Mit arbejde handler om, hvordan ikke-invasive og kontaktløse teknologier kan bruges til at overvåge kroppens tilstand mere kontinuerligt og opdage problemer tidligere end i dag – før de udvikler sig til alvorlige komplikationer.

Et sundhedsvæsen under pres

Behovet for bedre overvågning er ikke kun et klinisk spørgsmål, men også et samfundsmæssigt. Sundhedsvæsenet står over for et stigende pres: flere patienter, mere komplekse sygdomsforløb og begrænsede ressourcer. På hospitaler betyder tid ofte forskellen mellem et ukompliceret forløb og langvarig indlæggelse.

Infektioner, der opdages sent, kan føre til længere hospitalsophold, antibiotikabehandling og i alvorlige tilfælde livstruende tilstande. Mangelfuld overvågning af kredsløb og vævsperfusion kan forsinke heling efter operationer eller forværre kroniske tilstande som diabetiske sår.

Samtidig er mange af de nuværende overvågningsmetoder invasive eller kræver direkte fysisk kontakt med patienten. Det kan være ubehageligt, tidskrævende og i nogle tilfælde forbundet med øget infektionsrisiko. Derfor er der et voksende behov for teknologier, som kan levere pålidelig information om kroppens tilstand uden at belaste patienten yderligere.

Mellem ingeniørvidenskab og klinisk virkelighed

Mit ph.d.-arbejde befinder sig i krydsfeltet mellem ingeniørvidenskab og klinisk praksis. Gennem samarbejde med læger og sundhedspersonale blev det hurtigt tydeligt, at teknologiske løsninger kun har værdi, hvis de kan fungere i en travl klinisk hverdag og adressere konkrete behov.

Projektet består af to kliniske studier og ét laboratoriestudie. Fælles for dem er brugen af bioimpedans og optiske målemetoder til at registrere biologiske processer på en skånsom og ikke-invasiv måde. I stedet for at erstatte eksisterende metoder har målet været at udvikle supplerende værktøjer, som kan give tidligere og mere nuanceret indsigt i patientens tilstand.

At opdage bakterier, før infektionen bryder ud

I laboratoriedelen af projektet arbejdede jeg med bioimpedans – en metode, der måler de elek-

triske egenskaber i væv eller materialer. Når bakterier vokser og danner biofilm, ændrer disse egenskaber sig på måder, der kan registreres elektrisk.

Biofilm er særligt problematiske i sundhedsvæsenet. De kan dannes på medicinsk udstyr som katetre og fungere som skjulte kilder til infektion. Ofte opdages de først, når patienten allerede har udviklet symptomer.

Ved hjælp af en ny tidsdomænebaseret bioimpedansmetode udviklede vi en måde at registrere biofilmdannelse hurtigt og uden brug af kemiske markører. Metoden gjorde det muligt at rekonstruere billeder, som viste bakteriernes udbredelse, og resultaterne stemte overens med avancerede mikroskopiteknikker.

Selvom arbejdet blev udført under kontrollerede laboratorieforhold, peger det på en vigtig mulighed: fremtidige systemer, der kan overvåge bakterievækst i realtid og advare sundhedspersonale, før en infektion bliver klinisk synlig.

Når kameraet bliver et måleinstrument

I det første kliniske studie undersøgte jeg en helt anden tilgang til overvågning: kan et almindeligt kamera bruges som et medicinsk måleinstrument?

Metoden kaldes remote photoplethysmography (rPPG) og udnytter, at små farveændringer i huden opstår, når blodet pulserer gennem blodkarrene. Disse ændringer kan opfanges af et kamera og analyseres til at estimere kredsløbsparametre som hjertefrekvens.

Studiet omfattede mere end 2.500 minutters videodata fra patienter, der modtog intravenøs væskebehandling. Resultaterne viste, at det var muligt at estimere hjertefrekvens med relativt høj nøjagtighed og samtidig udlede information om kredsløbets respons på behandlingen – helt uden fysisk kontakt med patienten.

Denne type teknologi kan på sigt muliggøre mere fleksibel og kontinuerlig overvågning, især i situationer hvor traditionelle sensorer er upraktiske eller generende.

At vurdere blodgennemstrømning uden berøring

Det andet kliniske studie fokuserede på patienter efter åben hjertekirurgi. Her er overvågning af vævsperfusion afgørende for at vurdere heling og opdage komplikationer tidligt.

I studiet kombinerede vi to billedbaserede teknikker: fotoplethysmografi- billeddannelse og infrarød termografi. Sammen gav de information om både blodgennemstrømning og temperatur i hud og underliggende væv.

Ved at sammenholde disse data med kliniske målinger fandt vi sammenhænge mellem temperatur, iltmætning og regionale perfusionsindeks. Resultaterne indikerer, at kontaktløse billedmetoder kan bidrage med værdifuld information om vævets tilstand i det postoperative forløb.

Små skridt med et klart formål

Min forskning lover ikke hurtige løsninger eller teknologiske gennembrud alene. Men den viser, hvordan ikke-invasive metoder kan supplere eksisterende overvågning og bidrage til tidligere indsigt i patientens tilstand.

Tidlig opdagelse giver mulighed for rettidig handling. Det kan reducere komplikationer, forkorte indlæggelser og forbedre livskvaliteten for patienter – samtidig med at sundhedsvæsenets ressourcer udnyttes mere effektivt.

Fra forskning til virkelighed

Resultaterne fra dette ph.d.-projekt er udviklet i tæt samarbejde mellem Syddansk Universitet, Odense Universitetshospital og internationale forskningsmiljøer. Arbejdet har ført til flere videnskabelige publikationer i internationale tidsskrifter og konferencer, herunder bidrag som har opnået særlig faglig anerkendelse.

Forskningen har samtidig dannet grundlag for videre finansiering og et efterfølgende postdoc-forløb med fokus på udvikling af ikke-invasive medicotekniske løsninger til klinisk brug. Ambitionen er at styrke broen mellem teknologisk forskning og sundhedsvæsenets behov, så nye metoder ikke bliver i laboratoriet, men når frem til patienterne.

Når vi bliver bedre til at opdage sygdom, før den viser sig tydeligt, ændrer vi ikke kun behandlingen, men hele forløbet. Fra reaktion til forebyggelse. Fra usikkerhed til viden. Og i sidste ende til et mere skånsomt og bæredygtigt sundhedsvæsen.