

Personlige prognoser

Forudsigelser af fremtiden med kunstig intelligens (AI) i klinisk praksis

Iben Mundbjerg Gjødsbøl¹
Mette Nordahl Svendsen¹

¹Center for Medicinske Videnskabs- og Teknologistudier, Institut for Folkesundhedsvidenskab, Københavns Universitet

ibgj@sund.ku.dk

mesv@sund.ku.dk

Gjødsbøl, Iben Mundbjerg & Svendsen, Mette Nordahl. Personlige prognoser: Forudsigelser af fremtiden med kunstig intelligens (AI) i klinisk praksis. *Tidsskrift for Forskning i Sygdom og Samfund*, nr. 44, 76-99. DOI: 10.7146/TFSS.V25I44.156294

Indsendt 05/25, accepteret 04/26, udgivet 06/26

I politik, sundhedsvæsen og forskning er der store forhåbninger til, at prædiktive algoritmer udviklet med kunstig intelligens (AI) vil individualisere og effektivisere forebyggelse, diagnostik og behandling af sygdomme. Forventningen er, at algoritmer, der kan integrere og processere store mængder og forskellige typer af patientspecifikke data, kan hjælpe sundhedsprofessionelle med at forudsige fremtidige hændelser såsom sygdom, komplikationer ved sygdom samt død for den enkelte patient for at kunne foregribe disse hændelser. Med andre ord fremstilles prædiktive algoritmer som nutidens orakler, der kan se ind i fremtiden med hidtil uset præcision ved at levere 'personlige prognoser' for borgere og patienter. I 2023 blev CARDIA^{IHD}-algoritmen implementeret på forsøgsbasis i det elektroniske patientjournalssystem Sundhedsplatformen i Region Hovedstaden og Region Sjælland. Algoritmen prædikterer risikoen for at dø – eller prognosen for at overleve – for patienter, der indlægges med akut iskæmisk hjertesygdom på regionernes hospitaler. Baseret på et etnografisk feltarbejde blandt kardiologer, der behandler hjerte-

patienter, undersøger artiklen, hvordan kardiologer forstår og integrerer AI-drevne forudsigelser i klinisk praksis. Gennem empiriske eksempler viser vi, hvordan algoritmer som CARDIA^{IHD} ikke kun leverer mere præcise forudsigelser af patienternes fremtider og ej heller blot fratager klinikere opgaver med at integrere og fortolke data. Derimod introducerer algoritmen nye former for epistemisk usikkerhed, som kræver, at klinikerne engagerer sig i nye former for fortolkningsmæssigt arbejde. Derudover kan klinikere have udfordringer med at afkode til hvad og hvordan, de kan bruge algoritmes prædiktioner i den kliniske beslutningstagning. Endelig viser vores analyse, at algoritmers tidlige horisonter ikke nødvendigvis er i overensstemmelse med den tids- og rumlige organisering af kliniske praksisser og patienternes forløb, hvilket udfordrer prædiktionernes relevans for den kliniske beslutningstagning.

Personalized predictions: Predictive Artificial Intelligence (AI) in clinical practice

In politics, healthcare, and biomedical research, there are high expectations that predictive algorithms developed with artificial intelligence (AI) will individualize and enhance the efficiency of prevention, diagnosis, and treatment. The hope is that algorithms capable of integrating and processing large volumes and diverse types of patient-specific data can assist health professionals in predicting future events such as disease, complications, and death for individual patients. In other words, predictive algorithms are portrayed as contemporary oracles that can anticipate the future with unprecedented precision by delivering ‘personalized prognoses’ for citizens and patients. In 2023, the CARDIA^{IHD} algorithm was implemented on a trial basis in the electronic health record system ‘Sundhedsplatformen’ in Denmark’s Capital Region and Region Zealand. The algorithm predicts the risk of death – or the prognosis of survival – for patients admitted with acute ischemic heart disease at the regions’ hospitals. Drawing upon ethnographic fieldwork among cardiologists treating heart patients, this article examines how cardiologists understand and integrate the algorithm’s predictions into clinical practice. Through empirical examples, we show that predictive algorithms like CARDIA^{IHD} do not necessarily deliver more precise predictions of patients’ futures, nor do they merely relieve clinicians of tasks related to integrating and interpreting data. Rather, the algorithm introduces new forms of epistemic uncertainty that require clinicians to engage in interpretive work. Moreover, clinicians may face challenges in decoding what the algorithm’s predictions can be used for and how they can be applied in clinical decision-making. Finally, our analysis demonstrates that algorithmic predictions do not necessarily align with the temporal and spatial organization of clinical practices and patients’ trajectories, which challenges the relevance of algorithmic predictions for clinical decision-making.

Indledning: Kunstig Intelligens (AI) og præcisionsmedicin

I politik, sundhedsvæsen og forskning udråbes Kunstig Intelligens (AI) i stigende grad som en central løsning på det dobbeltdemografiske pres, at et faldende antal sundhedsprofessionelle skal diagnosticere, behandle og drage omsorg for en stadigt større aldrende befolkning (Bajwa et al., 2021). AI og datadrevne teknologier forventes blandt andet at føre til hurtigere og mere præcis diagnostik, individuelt skræddersyet behandling af højere kvalitet og frigørelse af menneskelige ressourcer gennem automatisering og effektivisering af arbejdsgange (Johnson et al., 2021; Yu et al., 2018; Davenport & Kalakota, 2019). Politisk og forskningsmæssigt investeres der derfor massivt i metoder og værktøjer, der går under betegnelsen 'AI', og i både Robusthedskommissionen (2023) og Sundhedsstrukturkommissionens (2024) anbefalinger, samt i uddelingen af forskningsmidler, står en øget udvikling og brug af AI i sundhedsvæsenet helt centralt. I 2024 blev supercomputeren Gefion og det privat-offentlige firma Danish Centre for AI Innovation A/S indviet med en donation fra Novo Nordisk Fonden på 600 millioner kroner. Politisk forventes satsningen på og udviklingen af AI-drevne løsninger at skabe både bedre og sundere liv for borgere og patienter, et bæredygtigt sundhedsvæsen og en større samfundsmæssig rigdom.

I den kliniske praksis anvendes AI i stigende grad til at prædikere helbredsmæssige og medicinske risici (Haug & Drazen, 2023). Mulighederne for at integrere og processere hidtil usete mængder og typer af data, som AI tilbyder, forventes at føre til risikoprædiktioner, der er specifikke for den enkelte patient og dennes særlige karakteristika. Brugen af AI knyttes derfor tæt til ambitionen om at målrette forebyggelse, diagnostik og behandling til det enkelte individ ved brug af store mængder data. Denne tilgang kaldes personlig medicin eller præcisionsmedicin (Johnson et al., 2021; Prainsack, 2017). Potentialet i AI-drevne modeller, der bliver trænet på stigende mængder og modaliteter af populationsdata, er, at de kan integrere og finde mønstre i data på måder, der overgår den menneskelige regnekraft (Obermeyer & Lee, 2017; Topol, 2019). I de offentlige diskussioner fremstilles disse algoritmer og AI mere generelt som vor tids personlige 'orakler' (Frank, 2024), der kan forudsige fremtidige udfald med større præcision (Esposito et al., 2024; Dixon et al., 2024; Ali et al., 2023). Hos både politikere, forskningsfonde og biomedicinske forskere er håbet, at de 'personlige prognoser', som algoritmerne kan beregne, kan hjælpe de sundhedsprofessionelle med at forudsige den enkelte patients risiko for at blive syg, få komplikationer eller dø i fremtiden med henblik på at iværksætte forebyggende tiltag.

Ønsket om at forudsige sygdomme og sygdomsforløb er langt fra nyt i det medicinske felt, og de nye AI-drevne prædiktive værktøjer skriver sig ind i en lang række af teknologier, der beregner risici med henblik på at gøre fremtiden til genstand for intervention (Beck, 1992). Fra videnskabs- og teknologistudier (STS) ved vi imidlertid, at når nye teknologier bliver implementeret i praksis, forhandles deres brug og formål på andre måder end dem, der var intenderet eller forsøgt indlejret i teknologiernes 'scripts' (Akrich, 1992; Timmermans, 1996; Berg 1997). Fra et STS-perspektiv betragtes en algoritmes prædiktions dermed ikke blot som en beregnet sandsynlighed eller et udsagn om fremtiden, men som et fænomen, der bliver 'enacted' på mange forskellige måder i praksis, og som derfor er multipelt og situeret i tid og sted (Mol, 2002). I denne artikel undersøger vi, hvordan sundhedsprofessionelle forstår og integrerer AI-drevne forudsigelser som en ny vidensform i klinisk praksis. Empirisk tager vi afsæt i CARDIA^{IHD}-algoritmen, der i 2023 blev introduceret på hospitaler i Region Hovedstaden og Region Sjælland som et risikovurderingsværktøj til kardiologer i et randomiseret klinisk forsøg. Algoritmen prædikerer overlevelsesprognosen for patienter, der indlægges på regionernes hospitaler med akut iskæmisk hjertesygdom, oftest blodprop i hjertet.

Artiklen er opbygget som følger: Først introducerer vi CARDIA^{IHD}-algoritmen og den måde, den præsenteres på for kardiologerne i den elektroniske patientjournal, Sundhedsplatformen. Dernæst gør vi rede for de teoretiske begreber, der har informeret analysen, og herefter for de metoder og det empiriske grundlag, som artiklen bygger på. I den efterfølgende analyse demonstrerer vi gennem empiriske eksempler, at algoritmens prædiktions ikke nødvendigvis fratager klinikerne arbejdet med at integrere og fortolke data om den enkelte patient. I den praktiske brug introducerer algoritmen derimod nye former for fortolkningsmæssigt arbejde og epistemisk usikkerhed for klinikerne, og det viser sig vanskeligt for dem at anvende algoritmens prædiktions inden for de rammer, der organiserer det kliniske arbejde. Afslutningsvist diskuterer vi, hvordan vores analytiske fund nuancerer faglige og politiske idealer om transparens, explainability og det kliniske arbejdes organisering i samspillet mellem mennesker og algoritmer.

CARDIA^{IHD}-algoritmen

CARDIA^{IHD}-algoritmen prædikerer chancen for at være i live efter et år for patienter, der bliver indlagt på hospitalet med akut iskæmisk hjertesygdom. Algoritmen er udviklet i et nordisk forskningsprojekt, Predict-IHD, med del-

tagelse af kliniske og bioinformatiske forskere fra Danmark, Norge og Island. Det overordnede formål med Predict-IHD-projektet var at udvikle et risikovurderingsværktøj, der beregner en mere præcis og individualiseret mortalitetsrisiko for patienter med akut iskæmisk hjertesygdom end eksisterende værktøjer ved at integrere flere data med betydning for patienternes prognose. Algoritmen er udviklet og trænet på sundhedsdata fra næsten 40.000 patienter med iskæmisk hjertesygdom trukket fra danske nationale registre og elektroniske patientjournaler. Disse data omfatter blandt andet diagnose- og procedurekoder, laboratorieresultater, koronararteriografier (KAG; røntgenundersøgelse af blodgennemstrømningen i hjertets kranspulsårer og dermed blodtilførslen til hjertet), medicin og kliniske målinger, og den endelige algoritme indeholdt op til 584 forskellige features. Algoritmen beregner automatisk en patients overlevelsesprognose cirka ti minutter efter, at patienten har fået lavet en koronararteriografi ved gennem Sundhedsplatformen at trække de patient-specifikke data, som prædiktionen beregnes ud fra. Efter udvikling blev CARDIA^{IHD}-algoritmen valideret i en islandsk kohorte på 8.287 patienter. Det er videnskabeligt dokumenteret, at algoritmen demonstrerer forbedret nøjagtighed i forudsigelsen af overlevelsesprognosen for patienter med akut iskæmisk hjertesygdom sammenlignet med GRACE 2.0-risikoscoren (ikke refereret her af hensyn til anonymitet), som er det mest anerkendte værktøj til at estimere risikoen for at dø af alle årsager hos denne patientgruppe (D'Ascenzo et al., 2012).

Hypotesen, der har drevet udviklingen af algoritmen, er, at kardiologer, som kender den AI-beregne overlevelsesprognose for den individuelle patient, vil træffe bedre valg om behandling og opfølgning. I efteråret 2023 blev algoritmen integreret i Sundhedsplatformen som led i at afprøve algoritmen i et lodtrækningsforsøg (et randomiseret kontrolleret studie (RCT)). Sundhedsplatformen randomiserer automatisk patienter til enten interventionsgruppen (prædiktionen vises i Sundhedsplatformen) eller kontrolgruppen (prædiktionen beregnes men vises ikke i Sundhedsplatformen). Endepunkterne for dette studie er, om den kliniske brug af algoritmen vil forbedre et-års-overlevelsen for patienter i interventionsgruppen, og/eller minimere deres risiko for genindlæggelse sammenlignet med patienterne i kontrolgruppen. Algoritmen er altså implementeret i Sundhedsplatformen som et klinisk forsøg, der skal undersøge dens kliniske effekt, frem for blot at implementere den ukritisk. Spørgsmålet om, hvorvidt det vil forbedre patientens forløb, at de behandlende kardiologer kender CARDIA^{IHD}-algorithms prædiktion, kan derfor først besvares, når resultaterne fra RCT-studiet er klar.

I Sundhedsplatformens datavisning bliver patienten placeret i en af i alt fem risikoklasser sat i forhold til den gennemsnitlige overlevelsesprognose beregnet ud fra en population af 12.000 patienter med iskæmisk hjertesygdom. De fem forskellige risikoklasser er visualiseret som en farveskala fra 'bedste 1-års overlevelse i forhold til gennemsnittet' (grøn) til 'lavere 1-års overlevelse i forhold til gennemsnittet' (rød). Udover selve prædiktionen præsenterer datavisningen også op til ti såkaldte 'forklarende faktorer', der skal hjælpe klinikerne med at forstå, hvorfor algoritmen prædikerer, som den gør. Sammen med prædiktionen præsenteres således fem faktorer, der driver prædiktionen mod død, og fem faktorer, der driver prædiktionen mod overlevelse med henblik på at øge algoritmens 'explainability'. Det er vigtigt at understrege, at de forklarende faktorer er matematisk korrelerede men ikke nødvendigvis kausalt forbundne med overlevelsesprognosen, og at hverken prædiktionen eller de forklarende faktorer giver konkrete anbefalinger til, hvilke beslutninger kardiologen skal træffe.

Det er således helt op til kardiologen selv, hvordan og hvorvidt algoritmens prædiktion bruges i den kliniske beslutningstagning. Uanfægtet algoritmens prædiktion skal kardiologer følge anbefalinger for procedurer og behandlinger med dokumenteret klinisk effekt; de såkaldte Klasse I anbefalinger i nationale og internationale guidelines (Eftekhari et al., 2025; Knuuti et al., 2020). Der er imidlertid også anbefalinger til behandlinger, for hvilke effekten er mindre veldokumenteret, og klinikere kan derfor overveje at justere disse Klasse II og III anbefalinger i lyset af algoritmens prognose. Eksempler på sådanne justeringer inkluderer mængden af opfølgende undersøgelser, antal, mængde og dosering af medicin, indlæggelsesvarighed, anbefalinger for rehabilitering og hyppigheden og intensiteten af den opfølgende behandling. På trods af at algoritmen ikke er eksplicit handlingsanvisende, er det altså hensigten, at dens prognoser, som tidsmæssigt rækker ud over de akutte risici, skal give anledning til overvejelser hos kardiologen om, hvor aggressivt og intensivt en given patient behandles i lyset af dennes langtidsprognose. Det betyder, at kardiologerne i hvert enkelt tilfælde selv skal forhandle, om algoritmen får karakter af beslutningsstøtte.

Derudover er der nogle særlige forudsætninger for CARDIA^{IHD}-algoritmens prædiktioner, herunder at algoritmens prognose gælder i det øjeblik, den bliver beregnet, og at algoritmen ikke kan tage højde for fremtidige hændelser. Derudover skal klinikerne og sundhedsvæsenet mere generelt have sikret sig og registreret alle relevante parametre for en patient, så de er tilgængelige for algoritmen. Hvis en patient for eksempel udvikler hjertestop i forbindelse med en blodprop i hjertet og gennemgår langvarig genoplivning, der medfører mulig hjerneskade – og hjertestoppet ikke bliver registreret som et sådant (det vil

siges med en diagnosekode for hjertestop) i det akutte forløb – kan det påvirke algoritmens beregning i betydelig grad. Disse forhold er en påmindelse om, at en algoritmes prædiktioner afhænger af de data, som den er trænet på, og de data om den enkelte patient, som algoritmen har til rådighed for sin beregning.

På trods af de politiske og faglige forventninger til brugen af AI-drevne løsninger i sundhedsvæsenet og en stigende udvikling af prædiktive algoritmer, er det kun et fåtal af disse, der bliver implementeret og brugt i praksis – selv i et højt digitaliseret samfund og sundhedsvæsen som det danske. Set i lyset af de mange tekniske, juridiske og praktiske udfordringer, der er forbundet med at oversætte en kompleks matematisk model til klinisk brug, er det i sig selv exceptionelt, at det er lykkedes at integrere CARDIA^{IHD}-algoritmen i Sundhedsplatformen, og at Sundhedsplatformen automatisk trækker og integrerer data samt randomiserer patienter til det kliniske lodtrækningsforsøg.

Baseret på samtaler med forskere i Predict-IHD-projektet og skriftligt materiale om algoritmen, som ikke er refereret her af hensyn til anonymitet, er det vores forståelse, at algoritmen går under betegnelsen 'AI', fordi den er udviklet som et neuralt netværk, der gør det muligt at integrere et bredere panel af features fra for eksempel patientjournaler og nationale registre end de allerede kendte risikoestimeringsværktøjer. De traditionelle værktøjer er baseret på klassiske statistiske teknikker og omfatter en begrænset mængde kendte risikofaktorer for iskæmisk hjertesygdom, der indtastes manuelt. Eksempler på sådanne risikovurderingsværktøjer er den førnævnte GRACE 2.0 risiko-score, HEART-scoren som forudsiger 30-dages risikoen for alvorlige kardiovaskulære hændelser (død, myokardieinfarkt eller akut revaskularisering) hos patienter med mistanke om akut koronart syndrom (Backus et al., 2010), og SCORE2, der prædikterer en persons samlede risiko for at udvikle hjertekarsygdom (SCORE2 working group & ESC Cardiovascular risk collaboration, 2021).

Fremtid, risiko og algoritmiske prædiktioner

Teoretisk betragter vi prognose og tid mere generelt som socialt konstitueret og som noget, der etableres i praksis (Gjødsvøl & Svendsen, 2019; Willerslev et al., 2013; Mattingly, 1998; Fabian, 1983). I bogen *Futures Past: On the Semantics of Historical Time* argumenterer historikeren Reinhart Koselleck (1985) for, at et ændret forhold mellem erfaring og forventning markerede fremkomsten af moderniteten. Hvor mennesket i middelalderkirkens eskatologiske tænkning forholdt sig til fremtiden gennem apokalyptiske profetier, så forstår og former det moderne menneske sin fremtid gennem prognoser. Koselleck skriver om fænomenet prognose:

"...time continually emanates from the prognosis in an unforeseeable, but predictable manner. Prognosis produces the time within which and out of which it weaves, whereas apocalyptic prophecy destroys time through its fixation on the End. From the point of view of prophecy, events are merely symbols of that which is already known" (Koselleck, 1985, s. 19).

Hvor profetien repræsenterer en forståelse af tid, som altid er rettet mod verdens ende, og hvor fremtiden dermed fremstår kendt og lukket, så etablerer prognosen fremtidige begivenheder som både "unforeseeable" men samtidig "predictable". I den prognostiske tænkning er fremtiden kendetegnet ved ubestemmelighed og åbenhed, fordi prognoser skaber et rum for menneskelig intervention i nuet, der kan række ind i og forandre fremtiden (Koselleck, 1985).

I medicinsk praksis er beregning af risiko og sandsynlighed for fremtidige hændelser som for eksempel sygdom indbegrebet af den prognostiske tænkning. I en dansk kontekst har eksempelvis Schwennesen et al. (2011) vist og kritiseret, hvordan beregning af risici for Downs syndrom hos fostre er blevet en måde, hvorpå sundhedsvæsenet håndterer og intervenserer i en åben og usikker fremtid. I denne proces etableres fostret som risikoobjekt samtidig med, at forældrene forventes at agere som autonome og ansvarlige beslutningstagere, der handler rationelt på den foreliggende viden for at forhindre bestemte fremtider i at materialisere sig (Schwennesen et al., 2011). Denne form for 'risikologik' bliver kun yderligere forstærket af data-intensive, prædiktive algoritmer, som i stigende grad udvikles til brug i både sundhedsvæsenet og andre velfærdsstatslige institutioner med henblik på rettidig indgriben og forebyggende tiltag. Men hvor de forhenværende statistiske metoder beregnede sandsynlige fremtider på befolknings- og gruppeniveau, muliggør de nye prædiktive værktøjer risiko-beregninger, der er målrettet individet (Amoore, 2013). Dette forhold forandrer betydningen af usikkerhed i forhold til den måde, vi forholder os til fremtiden i hvert enkelt tilfælde. Således argumenterer filosofen Elena Esposito (2024) for, at algoritmiske forudsigelser indsnævrer den åbne fremtid, når mønstre, der er fundet i historiske data, bruges til at forudsige fremtidige begivenheder for individet:

"Such [algorithmic] predictions [...] do not refer (as probabilistic calculations do) to the present observation of the future; rather they refer directly to the structures of the future itself, as they can be inferred from present data" (Esposito et al., 2024, s. 5).

Værdien af den individualiserede prædiktion, der betragtes som grundpille i præcisionsmedicin, er altså, at den muliggør direkte indgriben i og formning af 'the structures of the future' for den enkelte patient. Det er imidlertid ikke så

meget korrektheden af forudsigelserne af fremtiden, der har værdi, men snarere det faktum, at prædiktionen bliver et redskab i nuet til at håndtere usikkerhed om fremtiden. I den medicinske praksis betyder det, at algoritmiske prædiktioner forventes at være brugbare i den kliniske beslutningstagning ved at bidrage med en retning – ‘an orientation’ (Esposito et al., 2024) – for den kliniker, der skal træffe beslutninger om, hvordan den individuelle patient bedst behandles.

Hvorvidt algoritmer får denne kraft til at forme fremtiden i praksis må undersøges lokalt, kontekstuelt og empirisk frem for abstrakt (Ratner og Elmholdt, 2023). Inspireret af klassiske STS-begreber som ‘enactment’ (Mol 2002) og teknologisk indlejrede ‘scripts’ (Akrich, 1992; Timmermans, 1996) undersøger og analyserer vi i det efterfølgende empirisk, hvordan prognose aktivt etableres og forhandles i hverdagspraksis i kraft af relationer og interaktioner mellem klinikere, patienter og CARDIA^{IHD}-algoritmen. Hvor algoritmiske prædiktioner forventes at reducere visse former for usikkerhed om fremtiden og dermed give en retning for de kliniske beslutninger, viser vores empiriske studie, at CARDIA^{IHD}-algoritmen introducerer nye former for usikkerhed, og at klinikerne oplever udfordringer med at forstå og bruge dens forudsigelser i deres beslutningstagning (se også Tyskbo & Nygren, 2024; Lebovitz et al., 2022). Derudover kan algoritmens tidslighed ikke nødvendigvis integreres i de kliniske beslutninger, som allerede er formet af den måde, hvorpå patienters forløb er organiseret i tid og rum. Her trækker vi på Sharon Kaufmans (2006) begreb ‘pathways’, der hjælper os med at belyse, hvordan de tidlige og stedlige rammer for klinisk beslutningstagning aktualiserer bestemte fremtider, mens andre – heriblandt patientens AI-genererede overlevelsesprognose – nemmere udgrænses.

Metode

Artiklen trækker på et etnografisk feltarbejde, som sigtede på at følge CARDIA^{IHD}-algoritmen fra udvikling til implementering i klinikken (Amelang & Bauer, 2019). Feltarbejdet blev udført i perioden 2019 til 2024 af artiklens forfattere, der som samfundsvidenskabelige forskere i Predict-IHD-projektet havde til opgave at undersøge de sociale og etiske implikationer af at udvikle CARDIA^{IHD}-algoritmen med særligt fokus på dens introduktion og brug i klinikken. Tilsammen har vi deltaget i 16 Predict-IHD-møder af én til halvanden times varighed. De første møder var fysiske møder, men grundet COVID-19 overgik møderne til online format. Som både deltagere og observatører på disse møder fik vi løbende viden om, hvordan arbejdet med at udvikle algoritmen skred frem. Udover

mødedeltagelse har vi foretaget ni kvalitative interviews med forskere fra Predict-IHD-projektet, der varede mellem én og halvanden time, og haft løbende udvekslinger med de danske forskere. I efteråret 2023 blev algoritmen integreret i Sundhedsplatformen på hospitaler i Region Hovedstaden og Region Sjælland. I ugerne op til algoritmens kliniske introduktion arrangerede PI for Predict-IHD-projektet en række præsentationer på hospitaler i Østdanmark, som behandler patienter med akut iskæmisk hjertesygdom. Her introducerede PI både det overordnede Predict-IHD-projekt og CARDIA^{IHD}-algoritmen med et slideshow for de kardiologer, der var på arbejde den pågældende dag, enten før eller efter den daglige morgenkonference for at forberede hospitalspersonalet på at skulle bruge algoritmen i praksis. Disse præsentationer varede mellem 30 og 45 minutter og blev afsluttet med 15 minutters Q&A og fælles diskussion, hvor kardiologerne fik mulighed for at stille opklarende spørgsmål. Iben deltog i seks ud af i alt ti præsentationer, hvor hun udelukkende observerede introduktionen af algoritmen og den efterfølgende diskussion.

Endelig trækker artiklen på et klinisk feltarbejde, Iben udførte i efteråret 2023 og efteråret 2024, primært på et højt specialiseret hospital i København men med enkelte besøg til et andet hospital i København og et provinshospital. I alt fulgte Iben fem forskellige kardiologer men langt overvejende kardiologen Hans på det højt specialiserede hospital. Samlet set udførte Iben cirka 55 timers observation fordelt over otte dage, hvor hun fulgte kardiologer i deres arbejde med at behandle patienter med akut iskæmisk hjertesygdom. Formålet med dette feltarbejde var – i regi af Predict-IHD-projektet – at undersøge og få indsigt i, hvordan kardiologer bruger (eller undlader at bruge) CARDIA^{IHD}-algoritmen i deres behandling af hjertepatienter, og hvordan de erfarer algoritmen som klinisk værktøj i deres beslutningstagning. Vores etnografiske positionering var således at undersøge den kliniske brug af algoritmen i hverdagspraksis uden et formål om at lade de etnografiske indsigter informere en eventuel videreudvikling af algoritmen.

I kraft af sin deltagelse i forskningsprojektet havde Iben umiddelbar adgang til at følge det kliniske arbejde, og hun fulgte ikke kardiologer, der selv havde været aktivt involverede i at udvikle algoritmen. Under feltarbejdet var Iben særligt opmærksom på, hvornår kardiologerne konsulterede algoritmen (eller undlod at gøre det), hvordan de forstod og fortolkede både prædiktionen og de tilhørende forklarende faktorer, og endelig hvordan de integrerede dens prædiktioner i den kliniske beslutningstagning. Analytisk har vi været inspireret af den abduktive tilgang (Tavory & Timmermans, 2014), der er karakteriseret ved en løbende vekselvirkning mellem teoretisk informeret analyse og feltarbejde med henblik på at nuancere forståelsen af, hvordan algoritmiske prædiktioner

integreres og mobiliseres som en ny form for viden i det kliniske arbejde. Med denne tilgang udviklede Iben i løbet af feltarbejdet en mere generel analytisk opmærksomhed på tid, og på hvordan kardiologerne etablerede ('enacted') forskellige tidsligheder i mødet med deres patienter, hvad enten de havde en prædiction tilgængelig eller ej. Den analytiske opmærksomhed på temporalitet bidrog til en forståelse af, hvordan algoritmens prognose spillede sammen med allerede eksisterende måder at praktisere fremtid på i behandlingen af patienter med iskæmisk hjertesygdom.

Artiklen her trækker primært på dette kliniske feltarbejde. Alle navne på informanter, forskningsprojektet Predict-IHD og CARDIA^{IHD}-algoritmen er pseudonymer for at sikre anonymitet. Det etnografiske studie af algoritmen er godkendt af Datatilsynet. Dansk lov kræver ikke formel etisk godkendelse af sådanne studier.

Analyse

I den følgende analyse viser vi gennem tre empiriske nedslagspunkter, hvordan CARDIA^{IHD}-algoritmen – på trods af dens dokumenterede prædiktive performance – ikke nødvendigvis kunne informere og kvalificere kardiologernes beslutningstagning. Vores ærinde med at belyse og analysere disse tre empiriske udfordringer er ikke at kritisere eller underkende CARDIA^{IHD}-algoritmen som konkret værktøj, men at undersøge og forstå AI-drevne prognoser som en ny vidensform, der søges integreret i etablerede kliniske praksisser.

Manglende data, fejlagtige prædictioner og lægers imputation af manglende datapunkter

Danmark fremføres ofte som et af de mest digitaliserede og dataficerede lande i verden. I kraft af danske institutioner og myndigheders tradition for at indsamle data om hele befolkningen og danske borgere og patienters høje tillid til selvsamme myndigheder og institutioner, promoveres Danmark som et ideelt land for udvikling og implementering af nye dataintensive teknologier (Hoeyer, 2023). Håbet og ambitionen er, at prædiktive algoritmer trænet på komplette populationsdata af høj kvalitet kan sammenligne den enkelte patients livs- og sygdomsforløb med et stadigt voksende datagrundlag fra andre patienter og borgeres livsforløb – og i kraft af denne sammenligning forudsige med hidtil uset præcision, hvad fremtiden bringer for individet (Bauer, 2013). Antropologen Nick

Seaver argumenterer imidlertid for, at algoritmer mangler en sensitivitet over for den sociale, kulturelle og historiske kontekst, som værktøjerne opererer i (Seaver, 2015). Dermed kan der opstå en mulig kløft mellem en algoritmes prædiction og de former for viden, mennesker anvender til at fortolke verden med, for eksempel intuition og viden om en patients sygdomshistorie (Anicini & Kotras, 2024). CARDIA^{IHD}-algoritmens integration af historiske, patientspecifikke data søger at afhjælpe denne problematik ved at tage patientens helbreds- og sygdomsspecifikke kontekst i betragtning. I praksis viser det sig imidlertid sværere end som så at inddrage kontekst og forbinde individ og population i en præcis og meningsfuld forudsigelse.

En novemberdag i 2023 fulgte Iben kardiologen Hans, der arbejder på et højt specialiseret hospital i København. Den pågældende dag mødte hun en af Hans' patienter, Peter, en mand i midten af 50'erne fra Slagelse. Dagen før havde Peter fået en blodprop i hjertet. Umiddelbart inden ambulancen ankom til hospitalet i Slagelse, fik Peter hjertestop, og ambulancen blev derfor omdirigeret mod København og et mere specialiseret hospital. Undervejs i ambulancen fik Peter adskillige hjertestop og modtog både hjertemassage og elektriske stød på hjertet. Genoplivningsforsøgene lykkedes, og da Peter ankom til hospitalet i København, fik han lavet en ballonudvidelse, der genetablerede hjertets blodtilførsel. Før stuegang hos Peter orienterede Hans sig om hele forløbet i den elektroniske patientjournal. Her informerede et skærmvindue i Sundhedsplatformen om, at der var en CARDIA^{IHD}-prædiction tilgængelig for Peter. Med tanke på Peters blodprop og mange hjertestop i ambulancen var Iben overrasket over at se, at algoritmen klassificerede Peter som havende den bedste 1-års-overlevelse sammenlignet med gennemsnittet. Hans var til gengæld ikke overrasket. Han forklarede: "Algoritmen ved ikke, at han [Peter] har haft hjertestop, så derfor vrøvler den. Jeg vil estimere, at hans overlevelsesprognose er dårligere end gennemsnittet." I Peters tilfælde manglede algoritmen altså afgørende datainput fra ambulancen – enten fordi hjertestopdiagnosen ikke var blevet registreret korrekt, eller fordi algoritmen ikke kunne 'hente' dette datapunkt – og derfor beregnede den en alt for optimistisk overlevelsesprognose.

En kardiolog på et andet hospital i udkanten af København fortalte Iben en lignende historie om en patient fra Rumænien, der var blevet indlagt på deres afdeling med kardiogent chok og altså i en meget kritisk tilstand. Denne patient havde imidlertid ikke nogen 'historie' i det danske sundhedssystem, og derfor havde algoritmen kun meget få data at processere. Resultatet blev som i tilfældet med Peter, at algoritmen klassificerede den livstruende syge patient som havende den bedste overlevelsesprognose i forhold til gennemsnittet. Kardiologen sagde:

“Der skal ikke mange af disse fejl til, før man mister troen på algoritmen og lysten til at bruge den.” Når algoritmen af den ene eller anden årsag mangler kritiske datainput, oplever klinikerne en stærk kontrast mellem algoritmens prædiktioner og patienternes kliniske tilstand. I disse situationer fratager algoritmen ikke kardiologerne det komplekse arbejde med at integrere og fortolke de mange data og informationer, der er tilgængelige om en given patient.

I empiriske studier af AI og andre dataintensive teknologier har STS-forskere vist og begrebsliggjort, hvordan disse teknologier fører til nye former for ‘algoritmearbejde’ (Bailey et al., 2020), ‘dataarbejde’ (Bossen et al., 2019), ‘reparationsarbejde’ (Schwennesen, 2019) og ‘vedligeholdelsesarbejde’ (Lipp, 2022) for de menneskelige aktører. Tilsammen synliggør disse begreber, at nye teknologier og dataintensiv medicin ikke bare forenkler og overtager opgaver, men at de ofte giver anledning til, at opgaver og ansvar forflyttes, eller at nye opgaver opstår. De store forhåbninger om, at prædiktive algoritmer vil gøre det kliniske arbejde både nemmere og mere enkelt, har således vist sig at være vanskelige at indfri i praksis (se også Maiers, 2017; Rather & Elmholdt, 2023; Juestesen & Plesner, 2024). I tråd med disse fund viser vores observationer, at CARDIA^{IHD}-algoritmen giver anledning til en ny form for fortolkningsarbejde, fordi kardiologen nu også skal vide, hvad algoritmen *ikke* ved, for at kunne vurdere rigtigheden og dermed den kliniske værdi af dens prædiktioner. I datavidenskaben betegner begrebet ‘imputation’, at manglende datapunkter udskiftes med en anden værdi, så den statistiske analyse kan inkludere alle individer i et datasæt og ikke kun dem med komplette datapunkter. Situationen med patienten Peter og patienten fra Rumænien uden data i sin elektroniske patientjournal eller danske registre viser, at det er kardiologerne fremfor algoritmen, der skal være i stand til at identificere og ‘imputere’ de manglende datapunkter – eller i hvert fald betydningen af deres fravær – som algoritmen af den ene eller anden grund ikke har til rådighed.

Fortolkning af korrelation som kausalitet

Samtlige af de kardiologer, som Iben talte med under sit feltarbejde, udtrykte positive forventninger til at bruge AI i det kliniske arbejde og var entusiastiske i forhold til implementeringen af CARDIA^{IHD}-algoritmen. De hilste mere data-drevne og dermed ‘objektive’ vurderinger af deres patienters fremtid velkomne. I praksis viste det sig imidlertid også at være udfordrende at mobilisere algoritmens prædiktioner i den kliniske beslutningstagning. Prædiktive algoritmer som CARDIA^{IHD} finder statistiske sammenhænge i data, og det betyder, at de forklarende faktorer, som algoritmen lister op som drivende prædiktionen mod

enten overlevelse eller død, repræsenterer de variable, der statistisk er stærkest associeret med den beregnede prognose – ikke kausale forhold mellem de angivne faktorer og overlevelsesprognosen (cf. Amoore & Piotukh, 2016; Varga et al., 2020).

At algoritmen beregner korrelationer i data skaber udfordringer i den kliniske brug af den. Som eksempel fulgte Iben Hans i klinikken en efterårsdag i 2023, hvor han blandt andet gik stuegang hos en 72-årig mand, Anders, der var blevet indlagt med en blodprop i hjertet. Hans kunne læse i gamle journalnotater i Sundhedsplatformen, at Anders også havde diabetes, og at han var alvorligt syg af iskæmisk hjertesygdom: Han havde tidligere haft en blodprop i hjernen, han var før blevet opereret i hjertets kranspulsårer, og han havde fået amputeret det ene ben. Hans var derfor i dette tilfælde helt enig med CARDIA^{IHD}-algoritmen, der kategoriserede Anders som havende den laveste 1-års-overlevelse i forhold til gennemsnittet. Da Hans kiggede nærmere på algoritmens forklarende faktorer, fremgik det, at algoritmen som forventet listede Anders' diagnoser relateret til åreforkalkning og diagnosen DE10 (Type 1-diabetes) som faktorer, der forringer overlevelsesprognosen. Hans anmærkede også, at diagnosekoderne DE36, (Forandringer i øjets nethinde ved sygdomme klassificeret andetsteds) og DE13, (Andre former for diabetes) drev prædiktionen mod overlevelse. Selvom Hans var helt klar over, at disse korrelationer gav mening statistisk – han kunne give kvalificerede gæt på hvordan men ikke forklare dem grundet modellens kompleksitet – så var de kontraintuitive fra et klinisk perspektiv. Iben observerede et lignende tilfælde hos en patient, hvor algoritmen angav normal koncentration af sukker i blodet, og at patienten ikke var kendt med skulderlidelser som faktorer, der drev prædiktionen mod død. Hans var betænkelig ved, at 'forklaringer' på modellens prædiktioner som disse kunne få nogle af hans kollegaer til ikke at bruge algoritmen, fordi man som kliniker kan være tilbøjelig til at afvise ikke-kausale sammenhænge, som man ikke forstår, eller som ikke passer med ens verdensbillede, og fordi klinikere efterspørger kausale sammenhænge, som de kan handle på.

I en tekstboks under algoritmens forklarende faktorer i Sundhedsplatformens visning fremgår det, at: "De forklarende faktorer kan ikke betragtes som kausale, men som korrelationer, som er identificerede i en stor patientgruppe med IHD [iskæmisk hjertesygdom]. Derfor kan der forekomme risikofaktorer, som virker ulogiske." Hans var dog ikke den eneste, der anmærkede, at algoritmens forklarende faktorer var svære at forstå. En septemberdag i 2024 var Iben på feltarbejde på et andet hospital i Region Hovedstaden. Under morgenkonferencen delte den kardiolog, der tidligere havde fortalt om sin oplevelse med den rumænske patient, sin erfaring med at bruge CARDIA^{IHD}-

algoritmen: "De forklarende faktorer er for svære for os klinikere at forstå og bruge. Det kan godt være, at de giver mening statistisk, men de giver ikke mening klinisk." CARDIA^{IHD}-algoritmen er et risikovurderingsværktøj, og formålet med prædiktionen er derfor ikke at give beslutningsstøtte til, hvilke risikofaktorer der bør påvirkes eller interverneres mod, men snarere at give et mere præcist billede af patientens samlede mortalitetsrisiko. På trods af, at kardiologerne bliver gjort opmærksomme på, at de forklarende faktorer netop er statistiske og ikke kausale sammenhænge, så kommer de, der ikke kender CARDIA^{IHD}-algoritmen eller lignende værktøjer, nemt til at betragte de forklarende faktorer som nogle, der har en kausal forbindelse til overlevelsesprognosen. For klinikerne handler det om at identificere hvilke medicinske tiltag og interventioner, de kan igangsætte for at forbedre patientens situation. Her kan information og algoritmens parametre om patienten, som de ikke umiddelbart kan forstå eller handle på, for eksempel at en patient har forandringer i øjets nethinde, opleves som irrelevante eller som 'støj'. I den praktiske brug af algoritmen er kardiologerne tilbøjelige til at fortolke korrelation som kausalitet, og dette forhold gør algoritmen udfordrende at bruge for nogle kardiologer. For det første er det svært for klinikerne at forstå og acceptere korrelationer, der umiddelbart virker ulogiske fra et klinisk perspektiv. For det andet er det udfordrende for klinikerne ikke at fortolke de forklarende faktorer som nogle, de bør påvirke for at forbedre patientens tilstand. Algoritmer som CARDIA^{IHD} aktualiserer dermed den velkendte problematik fra oversættelsen af epidemiologiske studier til klinisk praksis, hvor associationer let kan blive fortolket og handlet på som kausale forhold i kliniske vejledninger.

En diskussion fra den samme morgenkonference tjener som det sidste eksempel på, hvordan begrebet prognose for klinikerne er forbundet til deres muligheder for at intervenere medicinsk. En af de patienter, lægekollektivet diskuterede denne morgen, var en 90-årig kvindelig patient, der var blevet indlagt på afdelingen med et komplekst sygdomsbillede. Lægerne blev meget hurtigt enige om, at skulle kvinden blive rask, så ville det kræve en aggressiv og omkostningsfuld behandling, som hun ikke ville leve længe nok til at få gevinsten af – en situation som lægerne kalder 'det prognostiske paradoks'. Som afslutning på diskussionen og dermed beslutningen om ikke at igangsætte aggressiv behandling, konkluderede en læge: "Det er livskvalitet frem for prognose." For klinikerne er prognose altså tæt forbundet til deres muligheder for at igangsætte medicinske tiltag, der forlænger patientens liv på en måde, der er meningsfuld for både patienten og sundhedsvæsenet som helhed: Medicinske tiltag skal ikke kun resultere i et længere liv men også i livskvalitet i den tid, patienten har tilbage. Hvis patienten ikke har udsigt til et liv med livskvalitet, opfattes forlængelsen af liv – her

begrebsliggjort som prognose – som en byrde for patienten, der skal leve med mulige bivirkninger, og for sundhedsvæsenet og dermed samfundet, der spilder unødige og knappe ressourcer (Svendsen et al., 2018; Navne & Svendsen, 2017). I denne kliniske kontekst forstås og praktiseres prognose altså som en udsigt eller en levetid for patienten, som klinikeren skal kunne forandre og forlænge på en meningsfuld måde gennem konkret medicinsk intervention. Her kan CARDIA^{IHD}-algoritmens kategoriske overlevelseshorisonter og de forklarende faktorer være svære for kardiologerne at mobilisere som retningsgivende viden for den kliniske beslutningstagning.

Multiple risici og fremtidshorisonter i klinisk praksis

Under feltarbejdet erfarede Iben, at CARDIA^{IHD}-algoritmens prognose blot var én ud af mange forskellige udsagn om fremtiden i den kliniske praksis. En efterårsdag i 2023 fulgte hun Hans, der som nævnt ovenfor er kardiolog på et højt specialiseret hospital, hvor kun de mest kritisk syge og komplicerede patienter bliver indlagt. Hans gik denne dag blandt andet stuegang hos en 65-årig mand, Arne, der var blevet indlagt dagen forinden med tiltagende brystmerter. Arne ventede på at få lavet enten en ballonudvidelse eller en bypass-operation den kommende dag. Under formiddagens stuegang sagde Hans til Arne:

“Men hvis du får ondt i brystet før operationen, så skal vi vide det med det samme, for i det tilfælde vil de lave indgrebet akut [...] Nu tager vi én dag ad gangen. Vi skal have dig levende igennem vores del af behandlingen. Det ser lovende ud, men det er en alvorlig tilstand [...] Hvis indgrebet forløber ukompliceret, så flytter vi dig kort efter til dit hjemsygehus.”

I dette korte uddrag af samtalen mellem Hans og Arne ser vi, at der er flere fremtider med dertil hørende risici på spil i den kliniske situation. Den første tidlige horisont, som Hans etablerer for Arne, rækker ikke længere end et døgnstid. Hans skal i første omgang sikre, at Arnes helbred ikke forværres, eller at han dør af sin hjertesygdom inden for de næste 24 timer og dermed før det planlagte indgreb. Med kommentaren ‘nu tager vi en dag ad gangen’ understreger Hans, at han først og fremmest skal håndtere de risici, der eksisterer i de kritiske timer efter en blodprop og komplicerede kliniske procedurer såsom en bypass-operation. Den næste horisont, Hans etablerer for Arne, omfatter dagene umiddelbart efter den planlagte operation, hvor Arne både er i risiko for at få nye blodpropper og forstyrrelser i hjertets elektriske ledningssystem, der i værste fald kan medføre hjertestop. Med formuleringen ‘vi skal have dig levende igennem vores del af

behandlingen', 'enacter' (Mol, 2002) Hans Arnes allernærmeste fremtid som både uforudsigelig og foranderlig. Set i forhold til disse to 'nære' fremtider præsenterer CARDIA^{IHD}-algoritmen klinikerer for endnu en tidshorisont, nemlig patientens risiko for ikke at være i live efter et år. Formålet med denne AI-beregnete prognose er netop at bidrage til klinikerens risikovurdering i komplekse beslutningssituationer ved at placere patienten i forhold til det historiske datasæt, algoritmen er blevet trænet på, og dermed sammenligne patienten med den observerede overlevelse for lignende patienter. I den akutte fase, hvor nye komplikationer eller risikable indgreb kan ændre patientens tilstand radikalt, har klinikere ofte fokus på at håndtere de nære fremtider og risici. I praksis betyder det, at CARDIA^{IHD}-algoritmens overlevelsesprognose, der er statisk og spår om en mere fjerntliggende fremtid, nemmere udgrænses eller træder i baggrunden.

I bogen *...And a Time to Die: How American Hospitals Shape the End of Life* demonstrerer antropologen Sharon Kaufman (2006), at behandling og omsorg for terminalt syge patienter er organiseret i 'pathways', og dermed hvordan sundhedsprofessionelles praksisser og erfaringer af tid former afslutningen af livet. Kaufman argumenterer for, at hospitalsinstitutionens krav om økonomisk og klinisk effektiv fremdrift gør timing af beslutninger og procedurer samt evnen til at håndtere opgaver til tiden til et dominerende anliggende for sundhedspersonalet: "Time is the marker for things health professionals think should happen and for things that must get done, and it weighs heavily on everyone who works in a hospital" (Kaufman, 2006, s. 7). Der er væsentlige forskelle mellem Kaufmans empiriske felt, der centrerer sig om behandling og omsorg for terminalt syge patienter, og det felt, som CARDIA^{IHD}-algoritmen anvendes i, hvor kardiologer forsøger at redde liv ved pludseligt indsættende livstruende sygdom. Ikke desto mindre ser vi med Kaufmans analytik, at håndteringen af kritisk syge hjertepatienter ikke kan adskilles fra de temporale logikker og praksisser, som karakteriserer hospitalet som institution, og den måde det kliniske arbejde er organiseret på. For Hans, der arbejder på et højt specialiseret hospital, handler det frem for alt om at sikre, at patienter som Arne overlever de første par dage efter en operation, så de kan flyttes til det lokale hospital og dermed gøre plads til nye kritisk syge patienter. Den kliniske håndtering af Arnes risiko for at være død om et år er med andre ord forankret i andre og mere lokale institutioner.

Vi ser altså her, hvordan prognose – bredt forstået som en forudsigelse eller et udsagn om fremtiden – etableres på forskellige måder i det sociale møde mellem læge og patient i en given institutionel ramme (Jain, 2007; Gjødsbøl & Svendsen, 2019; Christakis, 2001). En analytisk opmærksomhed på de mange forskellige fremtider, der etableres i klinikken, viser også, at prognose ikke er et fænomen,

der kan afgrænses til det enkelte individ. Fordi etableringen af patienters 'pathways' er formet af det organisatoriske imperativ om fremdrift og effektivitet i det kliniske arbejde, bliver den enkelte patients fremtid(er) tæt vævet sammen med den måde, tid erfares og gøres på i en given klinisk kontekst. Det betyder også, at prognoser altid er situeret i både tid og sted. Eksemplet med Arnes forløb viser, at AI-drevne værktøjer til etablering af algoritmiske, personlige prognoser skal være nøje tilpasset den organisatoriske sammenhæng, som klinikerne står i, og de temporale horisonter, som er rammesættende for det kliniske arbejde, hvis de skal informere de kliniske beslutninger.

Diskussion

Kardiologien – herunder behandling af akut hjertesygdom – er et højstatus medicinsk speciale, hvor brugen af algoritmer til risikostratificering som tidligere nævnt er velkendt og udbredt. Man kunne derfor forvente, at en algoritme som CARDIA^{IHD} ville være forholdsvis ligetil at integrere i de kliniske ræsonnementer. Når dette ikke viste sig at være tilfældet, indikerer vores empiriske studie, at indføring og brug af komplekse algoritmer til andre medicinske felter og problemstillinger kan være endnu vanskeligere. For det første viser vores case, at selvom de mange og komplette danske populationsdata fra den brede befolkning i princippet muliggør prædiktion af den individuelle patients fremtid, så er datainfrastrukturer som CARDIA^{IHD}-algoritmen skrøbelige, hvis de ikke har adgang til de nødvendige data i realtid og til data af tilstrækkelig kvalitet. Kardiologernes erfaring med og oplevelse af algoritmens upræcise prædiktioner eksemplificerer den mere generelle udfordring med brugen af AI i sundhedsvæsenet: at algoritmer har karakter af 'black boxes'. Black box refererer her til, at brugerne af en algoritme ikke kan gennemskue eller forstå, hvordan input bliver til et givent output (Pasquale, 2015; Gusterson, 2019; Mittelstadt et al., 2016). Manglen på transparens kan gøre, at en algoritme øger klinikernes oplevelse af usikkerhed frem for at reducere den. Denne nye form for epistemisk usikkerhed kan som vist i artiklen her og i et interviewstudie af Tyskbo og Nygren (2024) føre til 'handlingsmæssig usikkerhed' ("actionable uncertainty") frem for at give klinikerne en retning for hvilken beslutning, der bør træffes.

For det andet viser vores analyse, at det kan være svært for kardiologerne at forstå CARDIA^{IHD}-algoritmen og at mobilisere den i deres beslutningstagning, fordi det kræver et fortolkningsmæssigt arbejde, som læger uden tilstrækkeligt kendskab til algoritmen ikke har forudsætningerne for at udføre. 'Explainable

AI fremføres i forskning og politik som løsningen på black box-problematikken beskrevet ovenfor og sigter på at øge gennemsigtigheden og brugernes forståelse af, hvorfor en algoritme når frem til et givent output (Arietta et al., 2020; Mittelstadt et al., 2019). CARDIA^{IHD}-algoritmens forklarende faktorer er netop et sådant forsøg på at øge klinikernes forståelse af algoritmens overlevelsesprognoser. Vores empiriske cases viser dog, at denne transparens har en pris. I oversættelsen af den matematiske model til den kliniske kontekst kan det ske, at modellens beregninger af statistiske sammenhænge i data bliver fortolket som kausale sammenhænge. Hvis forklaringer på statistiske sammenhænge i data ikke giver mening fra et klinisk perspektiv, så får denne information ikke nødvendigvis karakter af en 'forklaring', der kan bidrage til klinikerens forståelse og fortolkning af prædiktionen og dermed være retningsgivende for hvilke kliniske beslutninger, der bør træffes. Med andre ord garanterer visningen af forklarende faktorer ikke nødvendigvis en korrekt og brugbar fortolkning af algoritmens output. I vores tilfælde havde Hans et indgående kendskab til CARDIA^{IHD}-algoritmen og derfor gode forudsætninger for at forstå dens prædiktioner og de forklarende faktorer, samt hvad disse kan og ikke kan bruges til. Kardiologer, der ikke har kendskab til eller været involverede i Predict-IHD-projektet, har imidlertid ikke disse forudsætninger for at forstå algoritmen og vurdere dens prædiktioner derefter. Vi foreslår derfor en nytænkning af Marc Berg og Els Goormans (1999) stadig gyldige og højaktuelle 'Law of medical information', der foreskriver: "The further information has to circulate (i.e. the more different contexts it has to be usable in), the more work is required to disentangle the information from the context of its production" (Berg & Goorman, 1999, s. 51). Omsat til brugen af komplekse AI-drevne algoritmer må gælde, at jo større afstanden er mellem brugere og udviklere af komplekse algoritmer, desto mere fortolkningsmæssigt arbejde kræver det at forstå og bruge disse værktøjer på en sikker og meningsfuld måde.

For det tredje demonstrerer vores analyse betydningen af det kliniske arbejdes organisering i tid og rum for den måde, patienternes fremtider bliver etableret, kommunikeret og handlet på. I bogen *Death Foretold: Prophecy and Prognosis in Medical Care* undersøger læge og sociolog Nicholas A. Christakis (2001), hvordan læger forstår begrebet prognose og deres erfaring af at prognosticere for deres patienter. Christakis viser, at læger er tilbageholdende med at forudsige deres patienters fremtid – særligt døden – og at etableringen af sådanne forudsigelser er forbundet med svære følelser og etiske dilemmaer, fordi lægerne opfatter selve forudsigelsen som en aktør, der har betydning for, hvordan patientens fremtid udspiller sig. Med andre ord er lægerne i Christakis' studie bange for at fremskynde eller være en medvirkende årsag til en patients død ved at forudsige

den. Han argumenterer for, at på trods af den store usikkerhed, som karakteriserer forudsigelser, så er læger moralsk forpligtede på at italesætte og kommunikere deres bedste skøn om patientens fremtid. Uden denne viden, argumenterer Christakis, kan patienten og dennes pårørende ikke tage de fornødne forholdsregler, få mest muligt ud af den sidste tid eller planlægge livets afslutning, så den opfylder patientens og familiens ønsker. Som hjælp til at prognosticere hilser Christakis derfor nye datadrevne værktøjer velkommen. Analysen af de forskellige risici og dertilhørende tidshorisonter, som kardiologen etablerede og skulle håndtere for patienten Arne, viser imidlertid, at uanset hvor præcise, AI-drevne prædiktioner kan blive, så skal de passe ind i gældende organisatoriske krav om effektivitet og fremdrift – og dermed om at flytte patienter i tid og rum – for at blive meningsfulde og brugbare for klinikerne i praksis.

Konklusion

I denne artikel har vi undersøgt den kliniske brug af CARDIA^{IHD}-algoritmen, der afprøves som risikovurderingsværktøj for kardiologer, der behandler patienter med akut iskæmisk hjertesygdom. På trods af at algoritmen udelukkende anvendes på forsøgsbasis, giver vores etnografiske undersøgelse indsigter i, hvordan klinikere reagerer på AI-drevne værktøjer i sundhedsvæsenet. Vores analyse viser, at prædiktive algoritmer ikke kun fratager klinikere opgaver med at integrere og fortolke data, men også introducerer nye former for usikkerhed og kræver, at klinikerne engagerer sig i nye former for fortolkningsmæssigt arbejde for at kunne bruge algoritmen efter hensigten og forstå dens begrænsninger. Derudover peger vores undersøgelse på, at klinikere kan have udfordringer med at afkode, hvad de kan bruge en algoritmes prædiktioner samt eventuelle forklarende faktorer til, samt hvilken adfærd der forventes af dem, når de præsenteres for algoritmens prædiktion. Disse praktiske udfordringer i den kliniske brug af CARDIA^{IHD}-algoritmen vidner om, hvor komplekst – både teknisk, praktisk, organisatorisk og kulturelt – det er at udvikle og implementere nye AI-drevne værktøjer i klinikken. På den ene side kan algoritmer som CARDIA^{IHD} betragtes som en intensivering af risikosamfundets logik (Beck, 1992), idet de producerer stadig mere individualiseret risikovidens frem for risikovidens på befolknings- og gruppeniveau. På den anden side viser vores etnografiske analyse, at de 'personlige prognoser', som genereres af dataintensive, algoritmiske værktøjer, kan skabe nye fortolkningsmæssige udfordringer og være vanskelige for klinikere at omsætte til konkrete beslutninger. Vores studie peger

dermed på, at udbredelsen af algoritmisk risikovidens kan overstige de praktiske handlemuligheder for at omsætte den i praksis.

Afslutningsvist er det vigtigt at understrege, at de udfordringer med at bruge CARDIA^{IHD}-algoritmen i praksis, som artiklen har belyst, primært handler om, hvordan klinikere præsenteres for AI-drevne løsninger i praksis og ikke så meget om, hvorvidt algoritmen fungerer som matematisk model. Algoritmen er som nævnt videnskabeligt valideret som et mere præcist risikovurderingsværktøj i forhold til allerede eksisterende værktøjer, og der kan først konkluderes på dens kliniske effekt, når resultaterne af det kliniske lodtrækningsforsøg foreligger. Uanset hvordan dette studie falder ud, så repræsenterer CARDIA^{IHD}-algoritmen et nybrud som datainfrastruktur, der gør det muligt at arbejde med data-integration, automatisering og risikovurderinger i klinisk praksis på en ny måde. CARDIA^{IHD}-algoritmen kan dermed være med til at bane vejen for udvikling og implementering af nye AI-drevne løsninger i det danske sundhedsvæsen.

Referencer

- Akrich, M. (1992). The De-Description of Technical Objects. In W.E. Bijker & J. Law (Eds.), *Shaping Technology/Building Society: Studies in Sociotechnical Change*. (pp. 205-225). Cambridge, MA: MIT Press.
- Ali, O., Abdelbaki, W., Shrestha, A., Elbasi, E., Alryalat, M.A.A., & Dwivedi, Y.K. (2023). A systematic literature review of artificial intelligence in the healthcare sector: Benefits, challenges, methodologies, and functionalities. *Journal of Innovation & Knowledge*, 8(1), 100333. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2023.100333>.
- Amelang, K., & Bauer, S. (2019). Following the Algorithm: How Epidemiological Risk-Scores Do Accountability. *Social Studies of Science*, 49(4), 476-502. <https://doi.org/10.1177/0306312719862049>.
- Amoore, L. (2013). *The politics of possibility. Risk and security beyond probability*. Durham: Duke University Press.
- Amoore, L., & Piotukh, V. (2016). Introduction. In L. Amoore & V. Piotukh (Eds.), *Algorithmic Life: Calculative devices in the age of big data*. (pp. 1-18). Abingdom and New York: Routledge.
- Anichini, G., & Kotras, K. (2024). Trained Judgements: Artificial Intelligence, Epistemic Tensions and the Production of Scientific Objectivity. *Science, Technology, & Human Values*, 51(3), 631-663. <https://doi.org/10.1177/01622439241262854>.
- Arrieta, A.B., Díaz-Rodríguez, N., Del Ser, J., et al. (2020). Explainable Artificial Intelligence (XAI): Concepts, taxonomies, opportunities and challenges toward responsible AI. *Information Fusion*, 58, 82-115. <https://doi.org/10.1016/j.inffus.2019.12.012>.
- Backus, B.E., Six, A.J., Kelder, J.C., et al. (2010). Chest pain in the emergency room: a multicenter validation of the HEART score. *Critical Pathways in Cardiology*, 15(2), 40-15. <https://doi.org/10.1097/HCP.0000000000000070>.

- Bailey, S., Pierides, D., Brisley, A., Weisshaar, C., & Blakeman, T. (2020). Dismembering organisation: The coordination of algorithmic work in healthcare. *Current Sociology*, 68(4), 546-571. <https://doi.org/10.1177/0011392120907638>.
- Bajwa, J., Munir, U., Nori, A., & Williams, B. (2021). Artificial intelligence in healthcare: transforming the practice of medicine. *Future Healthcare Journal*, 8(2), 188-194. <https://doi.org/10.7861/fhj.2021-0095>.
- Bauer, S. (2013). Modeling Population Health. *Medical Anthropology Quarterly*, 27, 510-530. <https://doi.org/10.1111/maq.12054>.
- Beck, U. (1992). *Risk society: Towards a new modernity*. London: Sage
- Berg, M. (1997). *Rationalizing medical work: Decision support techniques and medical practice*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Berg, M., & Goorman, E. (1999). The contextual nature of medical information. *International Journal of Medical Information*, 56(1-3), 51-60. [https://doi.org/10.1016/s1386-5056\(99\)00041-6](https://doi.org/10.1016/s1386-5056(99)00041-6).
- Bossen, C., Pine, K.H., Cabitza, F., Ellingsen, G., & Piras, E.M. (2019). Data work in healthcare: An Introduction. *Health Informatics Journal*, 25(3), 465-474. <http://doi.org/10.1177/1460458219864730>.
- Christakis, N. (2001). *Death Foretold: Prophecy and Prognosis in Medical Care*. Chicago, IL: Chicago University Press.
- Davenport, T., & Kalakota, R. (2019). The potential for artificial intelligence in healthcare. *Future Healthcare Journal*, 6, 94-98. <http://doi.org/10.7861/futurehosp.6-2-94>.
- D'Ascenzo, F., Biondi-Zoccai, G., Moretti, C., et al. (2012). TIMI, GRACE and alternative risk scores in Acute Coronary Syndromes: a meta-analysis of 40 derivation studies on 216,552 patients and of 42 validation studies on 31,625 patients. *Contemporary Clinical Trials*, 33(3), 507-514. <http://doi.org/10.1016/j.cct.2012.01.001>.
- Dixon, D., Sattar, H., Moros, N., Kesireddy, S.R., Ahsan, H., Lakkimsetti, M., Fatima, M., Doshi, D., Sadhu, K., & Junaid Hassan, M. (2024). Unveiling the Influence of AI Predictive Analytics on Patient Outcomes: A Comprehensive Narrative Review. *Cureus*, 16(5), e59954. <http://doi.org/10.7759/cureus.59954>.
- Eftekhari, A., Sadjadih, G.C., Kyhl, K., Pareek, M., Jacobsen, M.R., Hougaard, M.V., Støttrup, N.B., Jabbari, R. & Fakhri, Y. (2025). Akut koronart syndrom. Dansk Cardiologisk Selskab. Tilgængelig på: *Behandlingsvejledning | Akut koronart syndrom*. [Tilgæet den 27. januar 2026].
- Esposito, E. (2024). Can we use the open future? Preparedness and innovation in times of self-generated uncertainty. *European Journal of Social Theory*, 27(2), 209-224. <https://doi.org/10.1177/13684310231224546>.
- Esposito, E., Hofmann, D., & Coloni, C. (2024). CAN A PREDICTED FUTURE STILL BE AN OPEN FUTURE? ALGORITHMIC FORECASTS AND ACTIONABILITY IN PRECISION MEDICINE. *History and Theory*, 63, 4-24. <https://doi.org/10.1111/hith.12327>.
- Fabian, J. (1983). *Time and the Other: How Anthropology Makes Its Object*. New York: Columbia University Press.
- Frank, L. (2024). Mit personlige orakel. Tilgængelig på: *Mit personlige orakel | Ideer | Weekendavisen*. [Tilgæet den 8. april 2026].
- Gjødsvøl, I.M. & Svendsen, M.N. (2019) Time and Personhood across Early and Late-Stage Dementia. *Medical Anthropology*, 38(1), 44-58. 10.1080/01459740.2018.

- Gusterson, H. (2019). Introduction: Robohumans. In Besteman, C., & Gusterson, H. (Eds.), *Life by Algorithms: How Roboprocesses Are Remaking Our World*. (pp. 1-27). Chicago and London: The University of Chicago Press.
- Haug, C.J., & Drazen, J.M. (2023). Artificial Intelligence and Machine Learning in Clinical Medicine. *The New England Journal of Medicine*, 388(13), 1201-1208. <https://doi.org/10.1056/NEJMra2302038>.
- Hoeyer, K. 2023. *Data Paradoxes: The Politics of Intensified Data Sourcing in Contemporary Healthcare*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Jain, S.L. (2007) Living in prognosis: Toward an Elegiac Politics. *Representations*, 98(1), 77–92. <https://doi.org/10.1525/rep.2007.98.1.77>.
- Johnson, K.B., Wei, W.Q., Weeraratne, D., Frisse, M.E., Misulis, K., Rhee, K., Zhao, J., & Snowdon, J.L. (2021). Precision Medicine, AI, and the Future of Personalized Health Care. *Clinical and Translational Science*, 14(1), 86-93. <http://doi.org/10.1111/cts.12884>.
- Justesen, L., & Plesner, U. (2024). Angry Citizens and Black Belt Employees: Cascading Classifications of and around a Predictive Algorithm. *Valuation Studies*, 11(1), 9-37. <https://doi.org/10.3384/V5.2001-5992.2024.11.1.9-37>.
- Kaufman, S.R. (2006). *...And a Time to Die: How American Hospitals Shape the End of Life*. Chicago, IL: Chicago University Press.
- Koselleck, R. (1985). *Futures Past: On the Semantics of Historical Time*. New York: Columbia University Press.
- Knuuti, J., Wijns, W., Saraste, A., et al. (2020) ESC Guidelines for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes. *European Heart Journal*, 41(3), 407-477. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz425>.
- Lebovitz, S., H. Lifshitz-Assaf, & Levina, N. (2022). To Engage or Not to Engage with AI for Critical Judgments: How Professionals Deal with Opacity When Using AI for Medical Diagnosis. *Organization Science*, 33(1), 126-148. <https://doi-org/10.1287/orsc.2021.1549>.
- Lipp, B. (2022). Caring for robots: How care comes to matter in human-machine interfacing. *Social Studies of Science*, 53(5), 660-685. <https://doi.org/10.1177/03063127221081446>.
- Maiers, C. (2017). Analytics in Action: Users and Predictive Data in the Neonatal Intensive Care Unit. *Information, Communication & Society*, 20(6), 915-929. <https://doi.org/10.1080/1369118X.2017.1291701>.
- Mattingly, C. (1998). *Healing Dramas and Clinical Plots: The Narrative Structure of Experience*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Mittelstadt, B.D., Russell, C., & Watcher, S. (2019). Explaining explanations in AI. *Proceedings of the 2019 conference on fairness, accountability, and transparency*, Atlanta, GA, United States, 279-288. <https://doi.org/10.1145/3287560.3287574>.
- Mol, A. (2002). *The Body Multiple: Ontology in Medical Practice*. Durham, NC: Duke University Press.
- Navne, L.E., & Svendsen, M.N. (2017). Careography: Staff Experiences of Navigating Decisions in Neonatology in Denmark. *Medical Anthropology*, 37(3), 253-266. <https://doi.org/10.1080/01459740.2017.1313841>.
- Obermeyer, Z., & Lee, T. (2017). Lost in thought: The limits of the human mind and the future of medicine. *New England Journal of Medicine*, 377(13), 1209-1211. <https://doi.org/10.1056/NEJMp1705348>.
- Pasquale, F. (2015). *The Black Box Society: The Secret Algorithms that Control Money and Information*. Cambridge, NY: Harvard University Press.
- Prainsack, B. (2017). *Personalized Medicine: Empowered Patients in the 21st Century?* New York: New York University Press.

- Ratner, H.F., & Elmholdt, K. (2023). Algorithmic constructions of risk: Anticipating uncertain futures in child protection services. *Big Data & Society*, 10(2), 1-12. <https://doi.org/10.1177/20539517231186120>.
- Robusthedskommissionen. (2023). Robusthedskommissionens anbefalinger. Tilgængelig på: *Robusthedskommissionens anbefalinger – September 2023*. [Hentet den 3. juni 2026].
- Schwennesen, N. (2019). Algorithmic Assemblages of Care: Imaginaries, Epistemologies and Repair Work. *Sociology of Health and Illness*, 41, 176-192. <https://doi.org/10.1111/1467-9566.12900>.
- Schwennesen, N., Svendsen, M.N., & Koch, L. (2011). Beyond informed choice: prenatal risk assessment, decision-making and trust. *Clinical Ethics*, 5(4), 207-216. 10.1258/ce.2010.010041.
- SCORE2 working group & ESC Cardiovascular risk collaboration (2021). SCORE2 risk prediction algorithms: new models to estimate 10-year risk of cardiovascular disease in Europe. *European Heart Journal*, 42(25), 2439-2454. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehab309>.
- Seaver, N. (2015). The Nice Thing About Context Is That Everyone Has It. *Media, Culture & Society*, 37(7), 1101-1109. <https://doi.org/10.1177/0163443715594102>.
- Sundhedsstrukturkommissionen. (2024). Sundhedsstrukturkommissionens rapport: Beslutningsgrundlag for et mere lige, sammenhængende og bæredygtigt sundhedsvæsen. Tilgængelig på: *Sundhedsstrukturkommissionens rapport*. [Hentet den 3. juni 2026].
- Svendsen, M.N., Gjødsbøl, I.M., Navne, L.E., & Dam, M.S. (2018). A Life Worth Living: Temporality, Care, and Personhood in the Danish Welfare State. *American Ethnologist*, 45(1), 20-33. <https://doi.org/10.1111/amet.12596>.
- Tavory, I., & Timmermans, S. (2014). *Abductive Analysis: Theorizing Qualitative Research*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Timmermans, S. (1996). Saving Lives or Saving Multiple Identities?: The Double Dynamic of Resuscitation Scripts. *Social Studies of Science*, 26(4), 767-797. doi: 10.1177/030631296026004003.
- Topol, E. (2019). High-performance medicine: The convergence of human and artificial intelligence. *Nature Medicine*, 25, 44-56. <https://doi.org/10.1038/s41591-018-0300-7>.
- Tyskbo D., & Nygren, J. (2024). Reconfiguration of uncertainty: Introducing AI for prediction of mortality at the emergency department. *Social Science & Medicine*, 359, 117298. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2024.117298>.
- Varga, T.V., Niss, K., Estampador, A.C., Collin, C.B., & Moseley, P.L. (2020). Association is not prediction: A landscape of confused reporting in diabetes – A systematic review. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 170, 108497. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2020.108497>.
- Willerslev, R., Christensen, D.R., & Meinert, L. (2013). *Introduction. I: Taming Time, Timing Death: Social Technologies and Ritual*. D. R. Christensen & R. Willerslev, eds. (Pp. 1–16). Farnham, UK: Ashgate.
- Yu, K.-H., Beam, A.L., & Kohane, I.S. (2018). Artificial intelligence in healthcare. *Nature Biomedical Engineering*, 2, 719-731. <https://doi.org/10.1038/s41551-018-0305-z>.