






# Koronararterieforkalkning

Frederik Nordberg Jensen, Emil Juul Elberg, Jonas Sadeghi Knudsen

April 2024

## 1 Hvad går projektet overordnet ud på?

Kvinder, der lider af brystkræft, gennemgår en CT-scanning som del af den forudgående undersøgelse for deres strålebehandling. Formålet med vores projekt er at undersøge data uddraget fra disse scanninger, for at kunne vurdere tilstanden af hjertets forkalkning og approximere patienternes Agatston score. Agatston scoren er i kardiologi et mål for den totale volumen af kalkaflejringer i hjertets arterier og densiteten af disse aflejringer. Jo højere en patients Agatston score er, jo større er risikoen for at patienten udvikler hjerteproblemer (se fig 1).

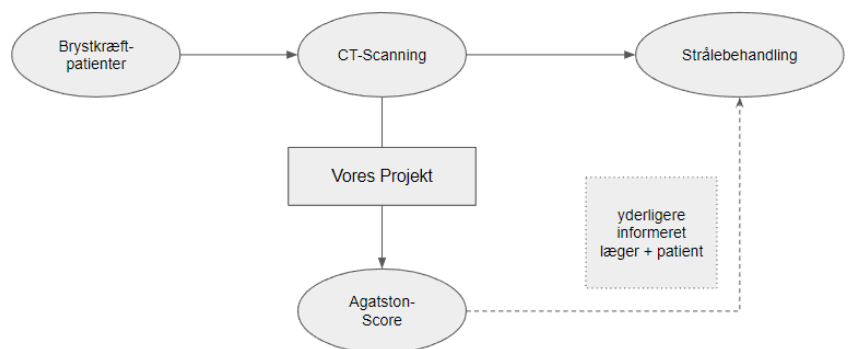
Agatston-Score	Plaque visual	Amount of plaque	Risk of heart disease	Treatment recommendation
0		None	Low	No treatment
1-10		Minimal	Low	Lifestyle change
11-100		Small	Moderate	Lifestyle changes and medication
101-400		Moderate	Moderate to high	Lifestyle changes, medication, and further testing
Over 400		Extensive	High	Immediate testing and treatment

Figur 1: *Forklaring af Agatston score. I kolonne 2 ses et tværsnit af en tilkalket arterie.*

Udover den allerede store risiko kan åreforkalkning i hjertet også udgøre problemer i forbindelse med strålebehandlingen. Dettets skyldes at de ydre arterier i hjertet kan blive ramt af en del af strålingen, og hvis disse arterier er tilkalkede, øges risikoen for dannelse af hjertesygdomme betydeligt. Det kan derfor i særlige tilfælde være fordelagtigt at justere strålebehandlingen.

Denne undersøgelse af hjertet er ikke almen praksis, da det normalt ikke anses som værende relevant i den pågældende behandlingskontekst, og gjort manuelt er for ressourcekrævende. Vi vil med vores projekt derfor gerne automatisere undersøgelsen, så lægerne kan tage denne ekstra information in mente i forbindelse med behandlingen, og samtidig oplyse patienten om deres hjertetilstand uden behovet for et separat hjerte CT-scan. Som visualiseret i figur 2 vil vi altså udvikle et værktøj, som lægerne kan bruge sideløbende i forberedelsen til en patients strålebehandling.

Figur 2: Model af projekt



## 2 Hvad er den faglige problemstilling?

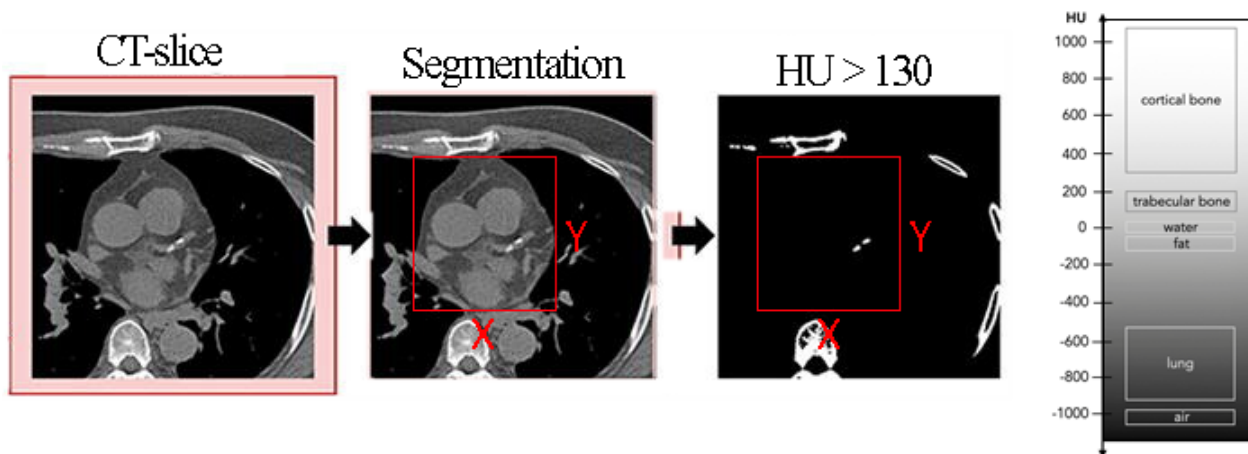
Vi vil gerne producere en model som, med høj nøjagtighed, kan vurdere brystkræftpatienters Agatston score, og derved placere dem i en af de fem kategorier vist i figur 1.

Gennem vores forsøg med lineære modeller, har vi erfaret at disse ikke kan trænes til at prædiktere Agatston scoren korrekt. Sammenhængen mellem Agatston scoren og data er ikke-lineær. For at indkorporere dette i vores model træner vi et neuralt netværk til at forudsige Agatston scoren. Vi har erfaret at neurale netværk har de ikke-lineære kvaliteter som vi leder efter, og har klaret sig bedst i forhold til at bibeholde muligheden for finjustering, baseret på anvendelsen.

## 3 Data vi kigger på

Vores tildelte data består af en række automatisk udledte informationer fra ca. 1300 brystkræfttræmte kvinders CT-scanninger. Disse CT-scanninger består af hundredevis af 2-dimensionelle tværsnit kaldt "slices". En maskine har automatisk gennemgået alle disse slices for hver patient og segmenteret hjertet samt udpeget de pixels heri med en HU (Hounsfield Unit) over 130. HU er et mål for røntgentætheden i et CT-scan, hvor pixels med en lav HU vil tilhøre blandt andet blødt væv og muskelmasse, mens kalk og knoglemasse har en HU større end 130 (se fig. 3). For hver patient har vi altså en liste med tupler  $(x, y, HU)$  som fortæller os den to-dimensionelle position og HU for alle pixels som maskinen har udpeget. Vi har indirekte også adgang til den tredje dimension  $z$  gennem CT-slice nummeret. Det er hovedsagligt disse pixels, der bliver undersøgt, når man bedømmer en patients Agatston score.

Derudover består vores data også af en række manuelt udledte features: Vores vejleder Lasse har selv kigget alle billederne fra CT-scanningerne igennem og konkluderet en endelig Agatston score for hver patient. Det er som udgangspunkt denne manuelt udledte Agatston score, der skal udgøre target value i træningsprocessen af vores neurale netværk.

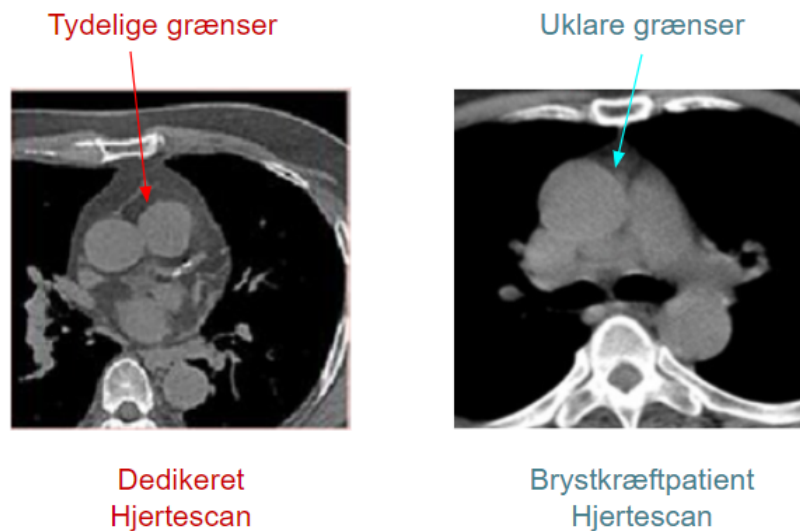


Figur 3: Automatisk segmentering af hjerte og udvinding af pixels med  $HU > 130$ . Til højre ses en skala for Hounsfield units.

## 4 Udfordringer ved vores data

Vi skal være særligt opmærksomme på, at CT-scanningerne ikke er taget til vores formål, og at klarheden af hjertet derfor ikke er den samme som ved normale CT-scan af hjertet. Dette medfører en række problemer, heriblandt forstyrrelser og artefakter. Forstyrrelser kan opstå, når hjertet bevæger sig meget under scanningen, hvilket kan forårsage sløring eller dobbeltkonturer på billederne. Artefakter kan opstå hvis patienten har implanter i hjertet, eksempelvis en pacemaker, da metal absorberer mange flere røntgenstråler end det omgivende væv. Dette resulterer i forvrængninger og streger i CT-scannet, der bliver opfanget som mulige åreforkalkninger i den automatiske feature udvinding.

Billederne brugt ovenfor (fig. 3) er fra et dedikeret hjerte-scan, hvor det er nemt at indentificere grænserne for de forskellige dele af hjertet. De billeder, som vores data er uddraget fra, er betydeligt mere slørede og uklare (fig. 4). Det betyder at det er markant sværere at se om mulig tilkalkning er placeret i selve arterierne.



Figur 4: CT-scan fra en patient med brystkræft

## 5 Hvad håber vi at finde ud af, og hvad skal projektet munde ud i?

Vores hovedmål med projektet ligger i at kunne give et troværdigt ja eller nej til tilstedeværelsen af åreforkalkning i hjertet. Det vigtigste for hospitalets side er at vide, om det er værd at manuelt kigge nærmere på en patients CT-scanning. Derudover har vi et yderligere mål, som består i at træne et regressions netværk, der skal kunne forudsige en mere nøjagtig Agatston score. Dette er et mål, da vi ønsker at kunne bidrage med præcise og mere overskuelige data til lægerne, som giver dem bedre redskaber at arbejde med, og samtidig gør dem i stand til at give patienterne en tidlig varsel, før potentielle hjertesygdomme udvikler sig. Vi ønsker at udgive dette arbejde på et github-repository hvor modellen, og denne projektbeskrivelse vil være tilgængelig.