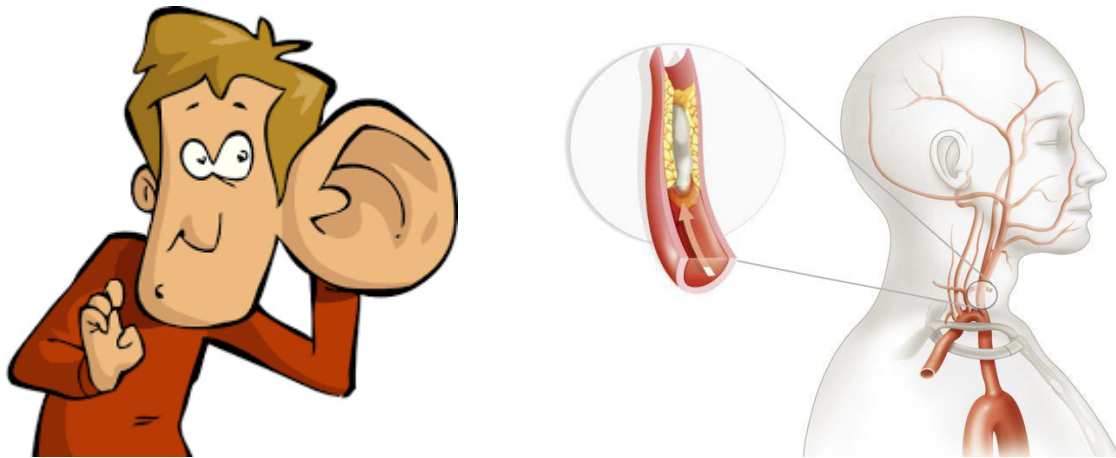


Kan man høre en åreforkalkning?



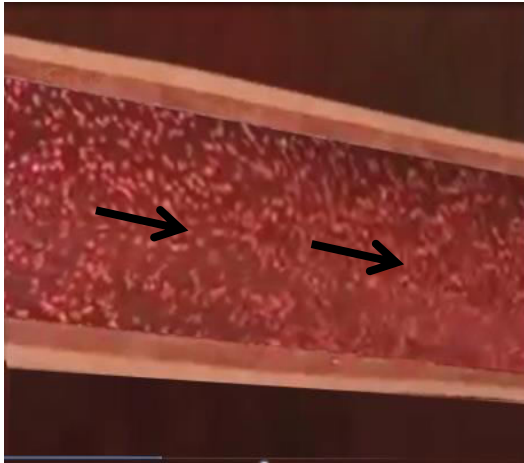
Med omkring 9.000 årlige tilfælde af blodpropper i hjertet i Danmark [1], vil langt de fleste danskere enten kende en eller have hørt om nogen, der har været udsat for en blodprop. Et kardiovaskulært fænomen, der udspringer af en åreforkalkning, og som kan have fatale følger for den implicerede. Så hvor fantastisk ville det ikke være, hvis det rent faktisk var muligt at identificere en begyndende åreforkalkning og gribe ind, før det blev kritisk - hvis det rent faktisk var muligt at høre, om en blodprop var på vej?

Blodpropper og åreforkalkninger

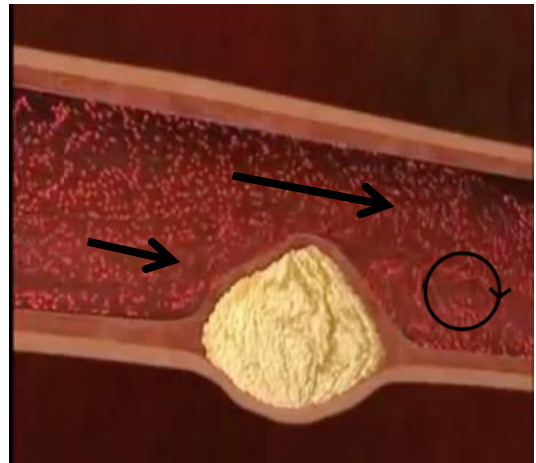
Blodpropper og åreforkalkninger er et meget udbredt fænomen i den vestlige verden, hvor især vores livsstil med fed mad, inaktivitet og rygning er en af hovedårsagerne til det store problem. Hos en rask person, kan det iltede og næringsholdige blod uhindret flyde rundt i årene, og det møder ingen modstand på sin vej. Hos syge personer starter fænomenet ved en gradvis aflejring af fedstoffer (kolesterol) i karvæggen af en blodåre. Denne forsnævring, også kaldet åreforkalkning, nedsætter tilførslen af ilt og næringsstoffer fra blodet til det omkringliggende væv, hvilket resulterer i dårligere funktionalitet. Ved en fortsat ophobning af fedtstoffer i en åre, kan denne i sidste ende helt blokere blodgennemstrømningen. Dette kender vi som en blodprop. Det store spørgsmål er så, hvordan vi kan identificere en begyndende åreforkalkning, langt tid før den overhovedet bliver et problem?

Identificering af en blodprop

For at kunne besvare dette spørgsmål, er det værd at kigge nærmere på et par interessante fænomener, der udspiller sig omkring en begyndende åreforkalkning. For blodet bevæger sig ikke efter samme mønster før forsnævringen og når det passerer selve forsnævringen. Før forsnævringen, bevæger blodet sig relativt langsomt og roligt, for det har masser af plads (figur 1). Desto tættere blodet kommer på forsnævringen, desto hurtigere bliver det nødt til at bevæge sig, da pladsen bliver mere trang, og den samme mængde blod skal igennem et mindre og mindre areal. Blodet vil derfor bevæge sig hurtigst, der hvor passagen i det forsnævrede kar er mindst (figur 2).



Figur 1: Et sundt og raskt blodkar, hvor blodet bevæger sig lige hurtigt rundt, da det ikke støder på nogle forhindringer på sin vej.



Figur 2: Et åreforkalket kar, hvor blodet har forskellige bevægelsehastigheder og retninger, alt efter forsnævringens størrelse.

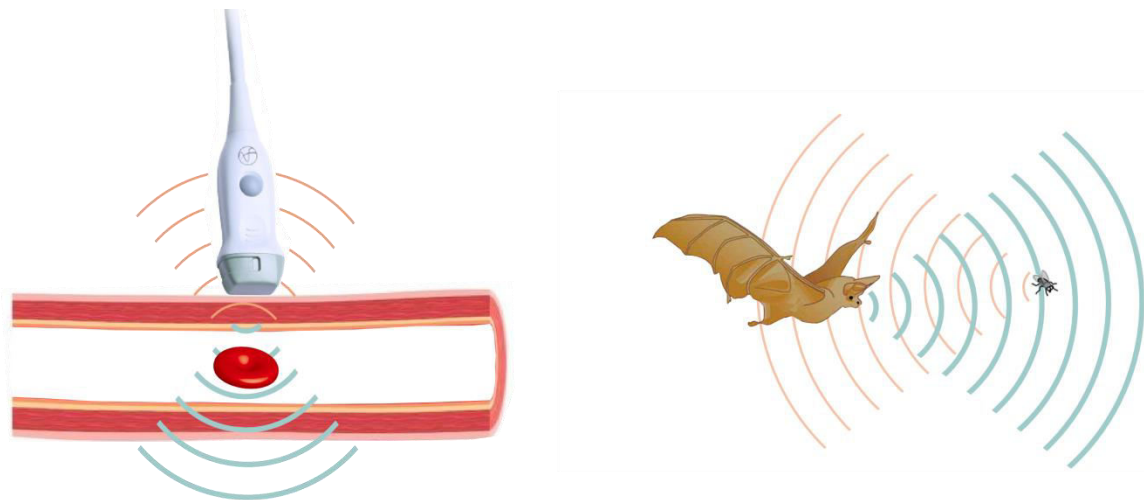
Det er nøjagtig de samme principper, der gør sig gældende, som hvis man lægger en stor sten ned i et lille roligt vandløb. Kommer man en stor sten ned i en ugeneret rolig strøm af vand, vil hastigheden være upåvirket før stenen. Desto tættere vandet er på stenen, desto mere øges hastigheden, for til sidst at løbe hurtigst, i en voldsom brusen, ud for det sted, hvor stenen fylder mest i strømmen.

Kendskab til blodets hastighed målt forskellige steder lokalt i karret kan altså bruges som en vigtig markør for, hvor slem en åreforkalkning er. Blodet kan altså "sladre" om blodårens helbredsmæssige tilstand, uden at blodet i sig selv er sygdomsramt. Det er altså ikke nødvendigt at høre selve åreforkalkningen, vi kan nøjes med at lytte efter, hvor hurtigt blodet bevæger sig forskellige steder i kroppen - og det er her, at ultralyd kommer ind i billedet.

Ultralyd - det lyttende øre

De fleste kender ultralyd fra skanninger af gravide, der har til formål at undersøge det lille fosters tilstand inde i livmoderen. Men ultralyd og ultralydsscannere kan også bruges til mange andre formål, og det vil ofte være at foretrække, da det er helt ufarligt for patienten.

En ultralydsscanner er et apparat til medicinsk brug, der benyttes til at se, hvad der foregår inde i kroppen. Man skal forestille sig, at en ultralydsscanner både kan fungere som en højttaler og som en mikrofon. Når ultralydsscanneren opfører sig som en højttaler, udsender den lyd ved frekvenser så høje, at det menneskelige øre ikke kan høre det. Denne lyd bevæger sig således ind i patientens krop, hvor den støder ind i knogler, muskler, organer, røde blodlegemer osv. på sin vej. Hver gang lyden støder ind i noget, reflekteres en lille del af lyden som et ekko, der kan opfanges af ultralydsscannerens mikrofon. Alt efter styrken af disse ekkoer, samt hvor lang tid der går, før det opfanges, kan et billede af kroppens anatomi genskabes. Hvis man derimod kigger nærmere på, hvordan det modtagne signal ændrer sig mellem to lydudsendinger, er det muligt at bestemme, hvor hurtigt blodets røde blodlegemer bevæger sig samt i hvilken retning. Det er rent faktisk de samme teknikker, som en flagermus benytter sig af, når den jager. Ved at udsende ultralydsbølger i retningen af et bytte, kan det reflekterede ekko bruges til at estimere afstanden og bevægelsesretningen. På denne måde kan flagermusen lokalisere og fange sit bytte som illustreret i figur 3.



Figur 1: Blodets hastighed kan estimeres i et blodkar ved brug af ultralyd. Højfrekvent lyd udsendt fra en scanner bevæger sig ind i kroppen og rammer bl.a. de røde blodkar på sin vej. Et lille ekko reflekteres, og sendes tilbage til scanneren, der nu kan beregne hastigheden og retningen af blodets bevægelse. Det samme princip benyttes af flagermusen til at jage insekter. Flagermusen udsender ultralyd, der rammer insektet og reflekteres. Flagermusen benytter det reflekterede ekko, til at bestemme insektets position og bevægelse.

Umiddelbart burde denne opgave være ligetil, hvis ikke det var fordi, at den lyd, som reflekteres fra de røde blodlegemer, er 100-1000 gange lavere end de ekkoer, som skabes af alt det omkringliggende væv. Det svarer altså til at blive bedt om at lytte rigtig godt efter, for der sværmer en hveps rundt under en rockkoncert, og det er nu din opgave at høre hvor den er, hvor den er på vej hen, og hvor hurtigt den bevæger sig. Det var ikke præcis sådan, min vejleder formulerede min opgave, men det var ikke helt ved siden af.

3-D hastighedsestimering af blodet ved brug af ultralyd

Omdrejningspunktet for min ph.d.-afhandling har været bestemmelse af blodets hastighed ved hjælp af ultralyd, nærmere bestemt at udvikle en metode, der kan estimere blodets dynamik og hastigheder i 3-D. Det at bestemme blodets hastighed ved hjælp af ultralyd er ikke nyt. Men indtil nu har lægerne kun haft mulighed for at bestemme blodets bevægelse i én dimension, altså 1-D. Rent praktisk betyder det, at man kun kan måle, hvor hurtigt blodet bevæger sig imod eller væk fra ultralydsscanneren. Hvis blodet bevæger sig parallelt med scanneren, er det således ikke muligt med nutidens 1-D udstyr at estimere blodets hastighed. Særlig vigtigt er det at kunne estimere blodets hastighed i flere dimensioner, når man har at gøre med åreforkalkede blodkar, hvor blodet netop bevæger sig i et komplekst mønster i alle tre dimensioner. Vi har altså brug for at kunne bestemme blodets udbredelseshastighed i alle tre dimensioner, hvis lægerne skal have det fulde overblik over blodets bevægelse og dermed kunne stille den bedste diagnose så tidligt som muligt. Hvis disse informationer er tilgængelige, kan identificering og diagnosticering af åreforkalkninger lattes betydeligt i det daglige arbejde, og risikoen for at udvikle en blodprop kan mindskes. En hurtig og effektiv diagnose vil ikke alene være til stor gavn for patienterne og deres pårørende, men også kunne bidrage positivt i et samfundsøkonomisk perspektiv.

En af udfordringerne ved at bestemme blodets udbredelse i 3-D er den store datamængde. For den ultralydsscanner, der blev benyttet i min forskning, bestod ikke kun af en enkelt højtaler og en enkelt mikrofon, men derimod af 1024 af slagsen. Det betød, at når en scanning stod på, blev der genereret 40 Gb data i sekundet, hvilket svarer til ti fulde DVD'er i sekundet – hvert sekund! En enorm datamængde, der skal bearbejdes og videreformidles til lægen på en hurtig og intuitiv måde. 3-D-estimering af blodets hastighed er derfor endnu kun forbeholdt forskningsforsøg, men med fremtidens computerregnekraft bliver det også muligt at benytte denne teknik på hospitalerne. Et eksempel på et sådan resultat fra min forskning kan ses i figur 4, hvor blodets hastighed målt i en halspulsåre er vist i 3-D. I fremtiden vil det også være muligt at benytte denne metode til at studere bl.a. de komplekse blodgennemstrømninger i hjertet, hvor tidlige stadier af dysfunktionelle hjerteklapper med større nøjagtighed kan identificeres end med de nuværende tilgængelige metoder.

Så for at vende tilbage til åbningsspørgsmålet: Ja, det er rent faktisk muligt at høre en åreforkalkning. Det handler bare om at lytte rigtig godt efter.



Figur 2: På skærmen illustreres et af resultaterne fra min forskning. Et tværsnit af et blodkar samt blodets hastighed og retning i 3-D. Hastigheden er illustreret ved pilens længde samt farve. Desto hurtigere blodet bevæger, desto længere og lysere er pilen i det punkt. Blodet løber altså hurtigst i midten af karet og langsomt langs karvæggen, hvilket man normalt ser hos raske personer. Dette resultat kan således vises til lægen, som hurtigt kan afgøre, om en åreforkalkning er under opsejling eller ej.

Referencer:

[1] Hjertestatistik 2016. Hjerteforeningen 2016.