



Universiteit
Leiden
The Netherlands

Advancements in cardiovascular imaging: serial coronary CT and myocardial CT perfusion quantification techniques

Driest, F.Y. van

Citation

Driest, F. Y. van. (2026, February 12). *Advancements in cardiovascular imaging: serial coronary CT and myocardial CT perfusion quantification techniques*. Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/4290011>

Version: Publisher's Version

License: [Licence agreement concerning inclusion of doctoral thesis in the Institutional Repository of the University of Leiden](#)

Downloaded from: <https://hdl.handle.net/1887/4290011>

Note: To cite this publication please use the final published version (if applicable).

Appendices

Dutch summary

Hoofdstuk 1 bevat de algemene introductie en scriptieopzet. Coronary computed tomography angiography (CCTA) gecombineerd met computed tomography perfusion (CTP) maakt het mogelijk om een kwantitatieve, kwalitatieve en functionele beoordeling uit te voeren van coronary artery disease (CAD). Myocardiale segmentatie door middel van een Voronoi algoritme in combinatie met de kwantificatie van myocardiale ischemie bij CTP maakt het mogelijk om deze laatste kwantitatief te correleren aan de corresponderende locatie van de coronairstenose, hetgeen van essentieel belang is voor een eventuele revascularisatie. Naar aanleiding van het wijdverspreide gebruik van CCTA is het gebruik van seriële CCTA de laatste jaren in opkomst voor de beoordeling van veranderingen in plaque hoeveelheid en morfologie. Technologische vooruitgang maakt automatische registratie van baseline en follow-up coronair scans mogelijk waarbij ook een kwantitatieve analyse van plaque veranderingen kan worden verricht. Specifieke vooruitgang bij de beeldkwaliteit van CCTA heeft ertoe geleid dat CCTA ook gebruikt kan worden voor de beoordeling van left ventricle (LV) dimensies, een taak welke tot op heden vooral wordt uitgevoerd door magnetic resonance imaging (MRI).

Hoofdstuk 2 bevat een review artikel welke ingaat op het gebruik van seriële CCTA voor de voorspelling van plaque progressie en major adverse cardiac events (MACE). De volgende onderwerpen worden beschreven; Kwantitatieve baseline plaque kenmerken alsmede kwantitatieve plaque veranderingen zijn meer voorspellend voor MACE en/of plaque progressie vergeleken met kwalitatieve plaque kenmerken. Daarnaast werd een hoger epicardial fat volume (EFV) bij baseline geassocieerd met de progressie of ontwikkeling van coronair plaque. Seriële CCTA is ook bewezen effectief gebleken bij de beoordeling van de effectiviteit van statine therapie op plaque progressie. Hierbij is het bewezen dat statines de algehele progressie van het atherosclerose volume vertraagde en een toename induceerde van gecalcificeerde plaque met een afname van high risk plaque features. Toch kent seriële CCTA nog uitdagingen waaronder het gebruik van verschillende scanners bij baseline en follow-up scans hetgeen zal leiden tot een variabiliteit in gemeten plaque volumes. Dit onderstreept het belang van gestandaardiseerde acquisitie protocollen voor zowel baseline als follow-up CT scans. Tevens is er tot op heden geen expert consensus beschikbaar wat betreft het ideale inter-scan interval tussen baseline en follow-up CT scans, alhoewel recente studies hebben aangetoond dat mogelijk een interval van 1-2 jaar kan worden gebruikt. **Hoofdstuk 3** beschrijft het gebruik van patiënt specifieke afkapwaarden voor het bepalen van plaque progressie en/of regressie op seriële CCTA. Contouring van de coronaire vaatwand en het lumen is nodig voor plaque kwantificatie, hetgeen essentieel is voor de beoordeling van CAD bij zowel CCTA als seriële CCTA. Accuraatheid van de contour plaatsing is afhankelijk van de scan kwaliteit welke gekwantificeerd kan worden met behulp van de contrast-to-noise ratio (CNR). Zodoende zijn er afkapwaarden nodig om te kunnen differentiëren tussen reële veranderingen in plaque dikte en veranderingen veroorzaakt door inacuraatheid van de contouren. Een cohort van vijftig patiënten welke CCTA hebben

ondergaan en elk beschikt over 2 scanfasen werd gebruikt voor contourplaatsing van in totaal 300 coronairen, hierbij werd tevens voor elk vat de CNR berekend. De gemiddelde CNR was 13.4 ± 3.6 . De gemiddelde positieve en negatieve verschillen in gemeten plaque dikte waren 0.7 ± 0.3 en -0.9 ± 0.6 mm respectievelijk. De inter-observer correlatie voor de CNR waarden was uitstekend met een correlatiecoëfficiënt van 0.872 ($p < 0.001$). Gevonden plaque verschillen tussen deze twee scan fasen kunnen worden veroorzaakt door inaccuraatheden in de contour plaatsing, aangezien plaque verschillen tussen twee scanfasen van dezelfde patient op dezelfde tijd altijd nul moeten zijn. Vervolgens werden de grootste positieve en negatieve plaque verschillen uitgezet tegen de vaat specifieke CNR. De gecreëerde grafieken toonde een lichte trend waarbij grotere plaque verschillen overeen kwamen met een lagere CNR. Een lineaire regressie analyse werd toegepast op deze grafieken zodat vaat specifieke en patiënt specifieke afkapwaarden kunnen worden verkregen, gebaseerd op de vaat specifieke CNR. **Hoofdstuk 4** toont de mogelijkheid voor volledige kwantificatie van myocardiale perfusiedefecten zoals vastgesteld met CTP. Tegenwoordig wordt CTP nog steeds beoordeeld op een semi-kwantitatieve manier met behulp van visuele analyse. Echter, volledige kwantificatie van myocardiale perfusie defecten en bijhorende myocardiale massa distaal van de stenose lijkt wenselijk aangezien het dan mogelijk is om de distributie van myocardiale ischemie te koppelen aan de coronair stenose(n). Drieëndertig patiënten met een gecombineerd CCTA en CTP protocol met beelden van goede of uitstekende scankwaliteit werden geanalyseerd middels het Voronoi algoritme. Dit algoritme maakt het mogelijk om weefsel te verdelen in segmenten op basis van welk bloedvat het dichtst in de buurt ligt. In totaal werden 64 coronair stenosen geanalyseerd. Gemiddelde waarden voor de totale massa distaal van de coronair stenose(n), massa per stenose, perfusiedefect massa en perfusiedefect massa per stenose waren 69, 36, 7 en respectievelijk 3 gram. Bij 19/33 patiënten (58%) kon de totale perfusiedefect massa worden verdeeld over de relevante coronair stenose(n). **Hoofdstuk 5** onderzoekt de relatie tussen het gekwantificeerde myocardiale gebied “at risk” door een stenose en het gekwantificeerde gebied van myocardiale ischemie. Tweeënveertig patiënten met een gecombineerd CCTA en CTP protocol en op zijn minst een stenose van $\geq 50\%$ op CCTA werden geselecteerd voor analyse. Het myocardiale gebied “at risk” werd berekend met behulp van een Voronoi segmentatie algoritme en werd gedefinieerd als de som van alle myocardiale gebieden gerelateerd aan een $\geq 50\%$ stenose als percentage van de totale LV massa. De ischemische “burden” werd berekend als het gekwantificeerde gebied van myocardiale ischemie als percentage van de totale LV massa. LV contouren werden automatisch geplaatst met behulp van een machine learning algoritme. In totaal werden 77 coronaire lesies beoordeeld met een luminale stenose van $\geq 50\%$. Er werd een separate analyse uitgevoerd voor stenosen van $\geq 50\%$ en $\geq 70\%$. Het gemiddelde myocardiale gebied “at risk” voor stenosen van $\geq 50\%$ en $\geq 70\%$ was respectievelijk 59% en 37%. Gemiddelde ischemische “burden” voor stenosen van $\geq 50\%$ en $\geq 70\%$ was respectievelijk 23% en 24%. Er was een matige correlatie tussen de ischemische “burden” en het myocardiale gebied “at risk” bij een stenose van $\geq 50\%$ ($r = 0.564$; $p < 0.01$). Een goede correlatie werd gevonden voor stenosen van $\geq 70\%$ ($r =$

0.708; $p < 0.01$). **Hoofdstuk 6** beschrijft het gebruik van CCTA voor LV massa en wanddikte bepaling, vergeleken met de gouden standaard, MRI. Zevenenvijftig patiënten met zowel een beschikbare CCTA en MRI met een interscan interval van maximaal 6 maanden werden geanalyseerd. Gemiddelde LV massa en wanddikte voor CCTA en cardiale MRI waren respectievelijk 127 gram, 128 gram, 7mm en 8mm. Bland-Altman grafieken toonde gemiddelde verschillen en een 95% betrouwbaarheidsinterval voor de mate van overeenstemming van -1.26 (25.06; -27.58) en -0.57 (1.78; -2.92), respectievelijk voor LV massa en gemiddelde LV wanddikte. Gemiddelde verschillen en corresponderende 95% betrouwbaarheidsintervallen voor wanddikte per regio waren respectievelijk -0.75 (1.34; -2.83), -0.58 (2.14; -3.30), en -0.29 (3.21; -3.79) voor basale, middelste en apicale regio's. Gebruik van CCTA voor de beoordeling van LV dimensies is mogelijk en toont een goede overeenstemming met cardiale MRI.

