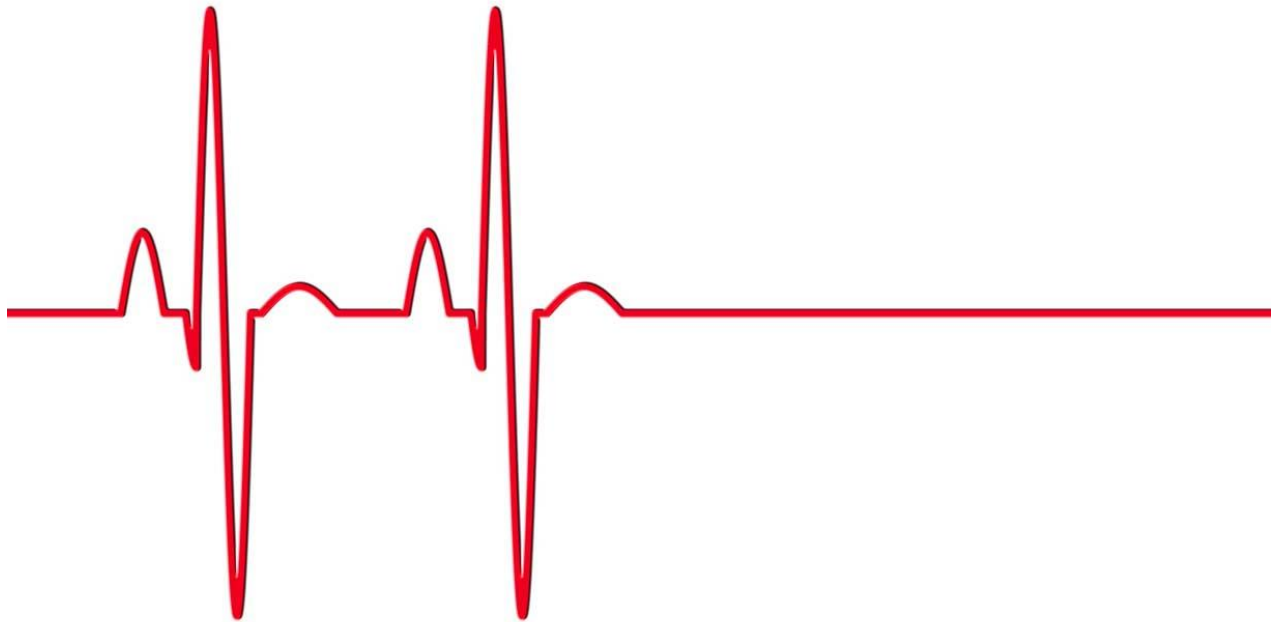


CT-cardiac: het behalen van een acceptabele hartfrequentie

Een retrospectief onderzoek naar het succesvol uitvoeren van een CT-cardiac onderzoek



CT-cardiac: het behalen van een acceptabele hartfrequentie

Een retrospectief onderzoek naar het succesvol uitvoeren van een CT-cardiac onderzoek

Auteurs: Dave Meulman 340286
d.meulman@st.hanze.nl

Annick Greif 341965
a.v.m.greif@st.hanze.nl

Jaar: MBRT 2018-2019

Studieonderdeel: Praktijkgericht Onderzoek

Plaats van uitgave: Groningen

Datum: November 2019

Opdrachtgever: Martini Ziekenhuis Groningen

Begeleiders: Drs. A.J. Verschoor, R. Reijmes,
P. Schenkers

Voorwoord

Dit praktijkgericht onderzoek is geschreven als afstudeeropdracht voor de opleiding Medisch Beeldvormende en Radiotherapeutische Technieken (MBRT) van de Hanzehogeschool te Groningen. Het onderwerp is tot stand gekomen door de radioloog en de laboranten. Zij hebben het gevoel dat de patiënten te vaak niet gescand kunnen worden in verband met een te hoge hartfrequentie. In de periode van het onderzoek hebben wij intensief contact gehad met verschillende personen die wij in dit voorwoord willen bedanken voor hun medewerking en begeleiding.

Onze dank gaat uit naar:

- Alexander Verschoor (Radioloog in het Martini Ziekenhuis en opdrachtgever van het onderzoek) voor het aanbieden van dit onderzoek en de bijbehorende begeleiding.
- Richard Reijmes (CT-laborant in het Martini Ziekenhuis en praktijkbegeleider van het onderzoek) voor de goede begeleiding tijdens ons onderzoek.
- Christiane Geluk en Hilde Tent (Cardiologe in het Martini Ziekenhuis) voor de medewerking waarbij inzichten vanuit de afdeling Cardiologie naar voren kwamen.
- Patrick Schenkers (docent MBRT aan de Hanzehogeschool Groningen) voor de begeleiding, ondersteuning en feedback tijdens het onderzoek.

Samenvatting

In het Martini Ziekenhuis worden jaarlijks 600 CT¹-cardiac onderzoeken uitgevoerd. Het onderzoek gaat alleen door mits de hartfrequentie van de patiënt voldoet aan de grenswaarde van 70 bpm². In 2017 en 2018 werd de grenswaarde van 70 bpm bij 10,25% van de poliklinische patiënten niet behaald, deze patiënten kregen een andere afspraak op een later tijdstip. Middels dit retrospectieve onderzoek met data uit 2017 wordt in kaart gebracht waarom sommige patiënten niet voldoen aan de grenswaarde. De populatie is onderverdeeld in twee groepen: groep één die bij de eerste afspraak een acceptabele hartfrequentie had en groep twee die een niet acceptabele hartfrequentie had. De groepen werden statistisch vergeleken door middel van relevante patiëntkarakteristieken. Variabelen in dit onderzoek zijn de hartfrequentie tijdens consult met de cardioloog en bij het CT-onderzoek en de verschillende manieren waarop bètablokkers voorgeschreven kunnen worden. Ook deze werden statistisch met elkaar vergeleken. Daarna is het protocol van de cardiologie vergeleken met de gevonden data. Uit de resultaten bleek dat groep twee tijdens consult een hogere hartfrequentie van gemiddeld 6,89 bpm ($p=0,000$) had. Beide groepen verschillen niet significant ($p>0,05$) van elkaar aan de hand van de voorgeschreven bètablokkers. Daarnaast heeft de cardiologie geen protocol voor het voorschrijven van bètablokkers, wat terug te zien is in de data. Het is wenselijk om in een vervolgonderzoek een protocol te ontwikkelen. De belangrijkste factor voor het succesvol uitvoeren van een CT-cardiac onderzoek is de hartfrequentie vanwege de grenswaarde van 70 bpm, waarbij de medicamenteuze voorbereiding een grote bijdrage in heeft.

¹ CT: Computer Tomografie

² bpm: beats per minute

Abstract

Every year 600 CT¹-cardiacs are performed at the Martini Hospital. If a patient's heart rate exceeds the threshold 70 bpm² the CT-cardiac will be canceled and a new appointment must be made. This happened with 10,25% of the outpatients in 2017 and 2018. Through this research data from 2017 will be mapped as of why some patients don't meet the threshold. The population is subdivided in two groups. Group one who had an acceptable heart rate at the first appointment and group two who had an unacceptable heart rate. The groups were statistically compared through relevant patient characteristics. Variables in this research were; the heart rate during the consult with the cardiologist and the CT appointment and the different ways to prescribe beta blockers. These were also statistically compared. Afterwards the protocol of the cardiology was compared with the found data. The results shows the second group had a higher heart rate with an average of 6,89 bpm ($p=0,000$) during consult. Both groups did not differ significantly ($p>0,05$) from each other based on the prescription of beta blockers. The cardiology also does not have a protocol for prescribing beta blockers, which can be seen in the data. It is desirable to develop a protocol in a follow-up investigation. The most important factor for successfully performing a CT-cardiac is the heart rate because of the 70 bpm threshold, at which the drug-based preparation has a major contribution.

¹ CT: Computer Tomography

² bpm: beats per minute

Inhoudsopgave

Voorwoord	2
Samenvatting	3
Abstract	4
Inleiding	6
Theoretisch kader	7
<i>Scantechniek</i>	7
<i>Vorbereiding CT-cardiac onderzoek</i>	7
<i>Medicatie</i>	7
<i>Effect van de hartfrequentie op de beeldkwaliteit</i>	7
<i>Invloed van bètablokkers op de hartfrequentie</i>	8
Methode	10
<i>Onderzoeksopzet</i>	10
<i>Onderzoekspopulatie</i>	10
<i>Dataverzameling</i>	11
<i>Data-analyse</i>	11
<i>Statistische analyse</i>	12
Resultaten	13
<i>Patiëntkarakteristieken</i>	13
<i>Hartfrequentie</i>	14
<i>Bètablokkers</i>	15
<i>Cardiologie</i>	17
Discussie en Conclusie	18
Bronnen	20

Inleiding

In Nederland komt bij circa 1,4 miljoen mensen hart- en vaatziekten voor. Dagelijks sterven circa 105 mensen aan hart- en vaatziekten (1). Voor het diagnosticeren van hart- en vaatziekten zijn verschillende medische onderzoeken beschikbaar, zoals een elektrocardiogram (ECG), een hartkatheterisatie (CAG), een Magnetic Resonance Imaging (MRI) scan van het hart en een Computer Tomografie (CT) scan van het hart. Een CT-cardiac onderzoek is in geval van hart- en vaatziekten een onderzoek specifiek bedoeld voor het hart en de coronaire arteriën. Het CT-onderzoek kan coronair lijden aantonen en wordt vaak aangevraagd wanneer patiënten symptomen hebben zoals pijn op de borst, hypertensie, vermoeidheid, etc. Met behulp van een CT-scanner en een jodiumhoudend contrastmiddel worden de structuren van het hart en de arteriën in beeld gebracht (2). Een CT-scanner heeft een hoge effectiviteit voor het detecteren van coronair lijden. Voor een 64-slice multi detector CT-scanner heeft de systematische review van Mowatt, *et al.* een sensitiviteit van 99% en een specificiteit van 89% voor het detecteren van $\geq 50\%$ stenosering van de diameter van het coronaire vat (3). Een andere review van Stein, *et al.* geeft voor het detecteren van $\geq 50\%$ stenosering een negatief voorspellende waarde van 96% - 100% (4).

In het Martini Ziekenhuis worden jaarlijks gemiddeld 600 CT-cardiac onderzoeken uitgevoerd. Bij een CT-cardiac onderzoek wordt in een halve rotatie een volume van maximaal 16 cm in één hartslag gescand. De temporele resolutie van 0,137 seconden zorgt voor een lagere kans op hartbeweging, verlaagd de blootgestelde dosis en de hoeveelheid contrast kan tot een minimum worden beperkt (5). De artikelen van Leschka, *et al.* en Nieman, *et al.* beschrijven beide dat door een hartfrequentie hoger dan 65 beats per minute (bpm) de kans op bewegingsartefacten vergroot, waardoor de scan van mindere kwaliteit is en minder accuraat beoordeeld kan worden (6,7). Om een goede beeldkwaliteit te behouden heeft het Martini ziekenhuis een grenswaarde van 70 bpm gekozen. Wanneer deze hoger is gaat het onderzoek niet door (8). In de praktijk wordt de grenswaarde niet altijd behaald, dit was in 2017 en 2018 bij 10,25% van de poliklinische CT-cardiac patiënten het geval. Bij deze patiënten is het CT-cardiac onderzoek niet uitgevoerd tijdens de eerste afspraak. Deze patiënten hebben een recept met voorbereidende bètablokkers gekregen van de cardioloog en een nieuwe oproep voor de CT-scan.

In het Martini Ziekenhuis is het aantal aangevraagde CT-cardiac onderzoeken groter dan uitgevoerd kan worden. Mede hierdoor is in het Martini Ziekenhuis een wachtlijst. De onderzoeken die niet gescand zijn, worden zo spoedig mogelijk weer ingepland. Het proces zou efficiënter en financieel voordeliger worden wanneer elk onderzoek in één keer goed kan worden afgerond. Dit komt omdat bij elk onderzoek minimaal twee CT-laboranten, een radioloog en eventueel een cardioloog aanwezig zijn.

In dit afstudeeronderzoek wordt in kaart gebracht welke factoren een effect hebben tot het behalen van een acceptabele hartfrequentie voor een CT-cardiac onderzoek. Om te beantwoorden waardoor de hartfrequentie bij sommige patiënten boven de grenswaarde van 70 bpm is, wordt gekeken of er verschillen zijn tussen de groep die de eerste keer een acceptabele hartfrequentie had en de groep die geen acceptabele hartfrequentie had bij het CT-onderzoek, waardoor het onderzoek niet is uitgevoerd. De factoren die een effect hebben op de hartfrequentie en daarom meegenomen worden in het onderzoek zijn: voorgeschiedenis van hypertensie, de hartfrequentie tijdens het consult met de cardioloog en tijdens het CT-onderzoek, de voorgeschreven bètablokkers voor het CT-onderzoek, de standaard bètablokkers die de patiënt dagelijks gebruikt en of Seloken is toegediend tijdens het CT-onderzoek. Tevens worden patiëntkarakteristieken van beide groepen beschreven. Tot slot wordt een vergelijking gemaakt tussen de geanalyseerde data en het actuele protocol van de cardiologie voor het voorschrijven van bètablokkers voor het CT-onderzoek. Het doel van dit onderzoek is nagaan waardoor patiënten een niet acceptabele hartfrequentie hebben bij aanvang van of tijdens het CT-cardiac onderzoek.

Theoretisch kader

Scantechniek

In het Martini Ziekenhuis worden alle CT-cardiac onderzoeken op de 320-slice Toshiba Aquillion One Vision uitgevoerd met de scantechniek volume scannen. Deze CT-scanner heeft een wide-areadetector en kan een Z-coverage van 16 cm in één rotatie bereiken, dit komt door de 320 detectorrijen van 0,5 mm. Het voordeel van scannen met een grotere Z-coverage is dat het mogelijk is het hart in een halve rotatie te scannen. Door de volume scan kan het hart in één hartfrequentie gescand worden in plaats van meerdere hartfrequenties. Een misregistratieartefact ontstaat wanneer een acquisitie gemaakt moet worden van meerdere verschillende hartfrequentie. Omdat elke hartfrequentie anders kan zijn, kan dit in het beeld zichtbaar worden in de vorm van beweging en contrastaanbod. Door de volume scan kan een misregistratieartefact voorkomen worden (5) (8).

De scan voor een CT-cardiac onderzoek wordt 1,5 cm boven de linker coronair aftakking (vlak onder de carina) tot en met 1 cm onder het hart helix gepland. Eerst wordt een CT-calciumscore uitgevoerd, met behulp van een low-dose CT kan kalkvorming in de coronaire arteriën worden aangetoond. De CT-Angiografie van de coronairen (CTA) wordt geannuleerd wanneer het calcium in de coronaire arteriën te hoog is, vanwege het niet langer adequaat kunnen inschatten van de mate van stenose. Deze patiënten worden doorgestuurd voor een CAG. De hoeveelheid calcium wordt op het oog beoordeeld door de radioloog. Na de CT-calciumscore wordt de CTA-coronairen gestart. Bij een CTA-coronairen wordt jodiumhoudend contrastmiddel gebruikt om de coronaire arteriën in beeld te brengen.

Voorbereiding CT-cardiac onderzoek

In het Martini Ziekenhuis geldt voor alle patiënten voor de CT-cardiac dezelfde voorbereiding: vanaf 2 uur voor het CT-onderzoek nuchter zijn en 24 uur voor het onderzoek mag de patiënt geen hartslag verhogende middelen gebruiken. Dit zijn cafeïne houdende producten zoals koffie, thee, cola, chocolade en energiedranken. Ook Viagra, Revatio en Sildenafil verhogen de hartslag en mogen dus 24 uur voorafgaande aan het onderzoek niet worden gebruikt.

Medicatie

Om de hartfrequentie van de patiënt op een gewenst niveau te krijgen kan gebruik worden gemaakt van bètablokkers. Metoprolol is een bètablokker die vaak wordt gekozen voor het CT-cardiac onderzoek. Het is bekend dat Metoprolol effectief helpt om de hartfrequentie te verlagen (<65 bpm) en onregelmatigheid van de hartfrequentie te verminderen. Contra-indicaties voor Metoprolol gebruik zijn patiënten met hypotensie of een hoge mate van AV-blokkade. Daarnaast moet men alert zijn wanneer Metoprolol gebruikt wordt door astmapatiënten, patiënten met obstructieve longziekten, patiënten met gedecompenseerde hartinsufficiëntie en patiënten met vasospastische of vaso-occlusieve ziekte. Dit omdat Metoprolol verergering van de klachten bij deze pathologiën kan veroorzaken (9). Selokeen, met de werkzame stof metoprolol, kan intraveneus worden toegediend wanneer de hartfrequentie tijdens het CT-onderzoek hoger dan is gewenst.

Daarnaast wordt Nitrolingual, met de werkzame stof nitroglycerine, gebruikt om de coronair arteriën te verwijden. Nitrolingual is een vloeistof die met behulp van een spray onder de tong wordt toegediend. In het Martini Ziekenhuis wordt Nitrolingual niet bij patiënten gebruikt die voor alleen de CT-calciumscore, de CTA-aorta ascendens en de CTA-thoracale aorta scans komen, omdat bij deze onderzoeken het geen meerwaarde heeft om de coronaire arteriën te verwijden (10).

Effect van de hartfrequentie op de beeldkwaliteit

De artikelen van Dewey, *et al.* en Hoffmann, *et al.* evalueren beide het effect van de hartfrequentie op de beeldkwaliteit met een 16 slice CT-scanner. De artikelen gebruiken echter wel andere scanmethodes: multisegment reconstructie en retrospectief ECG getriggerde scan. Ondanks de verschillende methodes hebben beide artikelen de conclusie dat wanneer de hartslag vermindert, de

beeldkwaliteit verbetert. Hoffmann, *et al.* heeft een significant negatieve correlatie gevonden tussen de hartfrequentie en de beeldkwaliteit ($p < 0.001$) en beweert dat de beste beeldkwaliteit bij een hartfrequentie van 75 bpm of minder is (11,12).

De artikelen van Giesler, *et al.* en Nieman, *et al.* hebben de invloed van de aanwezigheid van bewegingsartefacten getest op de nauwkeurigheid van de detectie van stenoses bij multidetector CT-systemen (MDCT). Het artikel van Giesler, *et al.* heeft gevonden dat de MDCT een sensitiviteit van 62% bij een hartfrequentie lager dan 70 bpm heeft, maar bij een hartfrequentie hoger dan 70 bpm slechts 33%. Het artikel van Nieman, *et al.* heeft gevonden dat de sensitiviteit 97% was bij een gemiddelde hartfrequentie van 55,8 bpm, 73% bij een gemiddelde hartfrequentie van 66,6 bpm en 67% bij een gemiddelde hartfrequentie van 81,6 bpm. Uit beide artikelen blijkt dat de groep met gemiddeld de laagste hartslag (minstens < 70 bpm) een hogere sensitiviteit en specificiteit had. De conclusies van de artikelen waren daarom hoe lager de hartfrequentie, des te beter de accuratesse van een stenosering in de coronaire vaten is (7,13).

Het artikel van Greuter, *et al.* heeft de invloed van de hartfrequentie op de beeldkwaliteit getest met een fantoom studie. In het onderzoek zijn scans uitgevoerd bij een hartfrequentie van 45 bpm tot 80 bpm met een interval van 5 bpm. Als conclusie geeft het artikel dat bewegingsartefacten voor beginnen te komen bij een hartfrequentie hoger dan 50 bpm. Bewegingsartefacten zijn echter niet alleen gerelateerd aan de hartfrequentie maar ook aan het algoritme, timing en planning van de CT (14).

Het artikel van Roberts, *et al.* heeft gevonden dat heftige bewegingsartefacten plaatsvinden bij 0,9% van de patiënten met een hartfrequentie ≤ 60 bpm, vergeleken met 50% van de patiënten die een hartfrequentie hadden > 70 bpm (15).

Invloed van bètablokkers op de hartfrequentie

Het artikel van Roberts, *et al.* beschrijft een protocol voor het voorschrijven van bètablokkers bij een hartfrequentie hoger dan 60 bpm. Het protocol houdt in dat patiënten met een hartfrequentie hoger dan 60 bpm, 100 mg Metoprolol oraal innemen 60 minuten voorafgaand aan de CT-scan. Patiënten met een contra-indicatie voor Metoprolol kregen oraal 240 mg Verapamil. Totaal kregen 71 patiënten Metoprolol. Hiervan hadden 59 (83%) een hartfrequentie van ≤ 65 bpm en 46 (65%) ≤ 60 bpm. De patiënten die Verapamil (weinig tot geen effect) hadden gekregen, hadden een gemiddelde hartfrequentie van > 70 bpm (15).

Het artikel van Pannu, *et al.* heeft retrospectief gekeken welk effect het geven van orale Metoprolol heeft op de hartfrequentie voorafgaand aan een CT-cardiac onderzoek. Van 217 patiënten werd retrospectief gekeken op welke manier bètablokkers werden voorgeschreven. De hartfrequentie werd bij aankomst voor het CT-onderzoek, 30 minuten en 60 minuten na het innemen van de bètablokkers genoteerd. Bij 56% van de patiënten is een gemiddelde hartfrequentie van 78,3 bpm bij aankomst geconstateerd en kregen bètablokkers. Hiervan kreeg 62,6% 50 mg Metoprolol, terwijl de rest 25 tot 100 mg kreeg. In totaal werd 55,2% gemonitord gedurende een uur, dit waren de patiënten met een gemiddelde begin hartfrequentie van 73,1 bpm (groep 1) en 81,3 bpm (groep 2). Na 30 minuten werd bij beide groepen een gemiddelde daling van de hartfrequentie 9,8 bpm gemeten. Bij het begin van het CT-onderzoek was de hartfrequentie van groep één gedaald naar 56,5 bpm. Groep twee is nogmaals gecontroleerd na 60 minuten, toen werd een gemiddelde daling van 16,9 bpm gemeten. Uiteindelijk bij het CT-onderzoek was de gemiddelde hartfrequentie van groep twee 59,8 bpm. Het geven van Metoprolol gaf geen complicaties tijdens het gehele onderzoek. Hieruit concludeert dit artikel dan ook dat één uur van tevoren gegeven orale Metoprolol effectief is en veilig de hartfrequentie in rust omlaag kan brengen (16).

Het artikel van Shapiro, *et al.* beschrijft de effectiviteit van bètablokkers op de hartfrequentie en de beeldkwaliteit. Het onderzoek bestond uit 150 patiënten. 68 patiënten hadden een hartfrequentie > 65 bpm. 52 patiënten kregen Metoprolol intraveneus toegediend met een gemiddelde dosis van 12 ± 10

mg, hiervan hebben 18 patiënten (35%) een hartfrequentie lager dan 65 bpm gehaald. Van de 98 patiënten die geen Metoprolol hebben gekregen had uiteindelijk 62 patiënten (64%) een hartfrequentie lager dan 65 bpm gehaald. Uit het onderzoek kwam een significante vermindering van bewegingsartefact bij de patiënten die wel de juiste hartfrequentie behaalde en niet ($p=0.001$). Als conclusie gaf het artikel aan dat het gebruik van Metoprolol om de hartfrequentie van <65 bpm te bereiken effectief is, maar het niet altijd even effectief zal werken bij patiënten met een té hoge hartfrequentie. Hoge beeldkwaliteit is afhankelijk van de bètablokkers en de hartfrequentie (17).

Methode

Onderzoeksopzet

Aan de hand van een retrospectief onderzoek werd informatie verzameld om te bepalen welke factoren invloed hebben op het behalen van een acceptabele hartfrequentie ($HF \leq 70$ bpm) voor het CT-cardiac onderzoek. Alle CT-cardiac onderzoeken zijn uitgevoerd op een 320-slice Aquilion One Toshiba CT-scanner. Het onderzoek was kwantitatief transversaal observationeel retrospectief van aard en bevond zich in het diagnostisch onderzoeksdomein.

In het Martini Ziekenhuis werd retrospectieve data geanalyseerd om twee groepen te vergelijken. De eerste groep (groep 1) bestond uit alle poliklinische patiënten die bij de eerste afspraak een acceptabele hartfrequentie van ≤ 70 bpm hadden en vervolgens gescand zijn. De tweede groep (groep 2) bestond uit alle poliklinische patiënten met een hartfrequentie > 70 bpm, waardoor het onderzoek niet werd uitgevoerd. Voor deze tweede groep patiënten werd door de CT-laborant een order “CT hartslag verlagen” aangemaakt. De patiënt kreeg daarop een recept met medicamenteuze voorbereiding voor de volgende afspraak opgestuurd.

Van beide groepen werd uitgezocht wat de relevante voorgeschiedenis, de reden voor het onderzoek en anamnese was. Hieruit werden de volgende punten genoteerd zodat van beide groepen de patiëntkarakteristieken vergeleken kon worden. De punten zijn: het geslacht (m/v), de leeftijd (jaren), het gewicht (kg), roken (ja/nee), familiale belasting, patiënten met pijn op de borst (POB), patiënten die voor controleonderzoek kwamen, hypertensie en of de patiënt een afwijkend ECG of een ergometrisch onderzoek had voorafgaand aan het CT-onderzoek.

Daarnaast werd de hartfrequentie (bpm) tijdens consult met de cardioloog en tijdens het CT-onderzoek genoteerd. Voor groep 1 is dit de hartfrequentie van het CT-onderzoek bij de eerste poging en voor groep 2 de hartfrequentie bij de volgende succesvolle poging. Ook de bètablokkers (mg) die de patiënt dagelijks gebruikt (standaard bètablokkers), de voorgeschreven bètablokkers (mg) voor het CT-onderzoek en de hoeveelheid toegediende Seloken intraveneus (1 mg/mL) tijdens het onderzoek werd genoteerd.

Naast de retrospectieve dataverzameling werd contact gelegd met de cardiologie afdeling van het Martini Ziekenhuis. Aan de cardiologie is gevraagd wat het protocol is voor de voorbereidende bètablokkers van de patiënt voor het CT-cardiac onderzoek en welk protocol gehanteerd wordt na de order “CT hartslag verlagen”.

Onderzoekspopulatie

De onderzoekspopulatie van het Martini Ziekenhuis die voor dit onderzoek gebruikt werd bestond uit 477 patiënten over het jaar 2017. Deze groep bestond enkel uit poliklinische patiënten. Dit was een inclusie criterium voor het onderzoek. De patiënten werden in twee groepen verdeeld, de eerste groep (groep 1) bestond uit patiënten waarbij het CT-onderzoek is uitgevoerd en tweede groep (groep 2) bestond uit patiënten waarbij het CT-onderzoek niet is uitgevoerd door een niet acceptabele hartfrequentie.

In het onderzoek zijn alle poliklinische patiënten uit 2017 die een CT-cardiac onderzoek vanuit de cardiologie hebben ondergaan geïnccludeerd. De onderzoeken die hieronder vielen zijn de CT-calciumscore, de CT-calciumscore + CTA-coronairen, de CTA-coronairen, de CTA-aorta ascendens (ECG-getriggerd), de CTA-cardiofunctie, de CTA-coronairen/cardiofunctie, de CTA-thoracale aorta en CTA-bypass + coronairen.

Het CT TAVI-onderzoek werd geëxcludeerd, omdat het verlagen van de hartfrequentie bij deze scan geen meerwaarde heeft. Bij een CT TAVI-protocol onderzoek is de aortaklep stenotisch en kan de hartfrequentie dermate fluctueren, dat hartfrequentie verlaging doelloos is. Daarnaast werd de

gemoedstoestand van de patiënt niet meegenomen in dit onderzoek, omdat dit geen retrospectief meetbare waarde is.

De verzamelde data bestond uit twee datasets. Eén dataset met alle gevonden data, inclusief patiëntgevoelige data zoals patiëntnummer en geboortedatum, fungeerde als de sleutel. De tweede dataset was geabstraheerd uit de sleutel, met de benodigde informatie voor het onderzoek zonder te herleiden patiënteninformatie. Elke patiënt heeft een datanummer toegewezen gekregen. In de sleutel en de database zijn deze nummers gelijk, waardoor de data te herleiden is naar de patiënt. De sleutel zelf heeft het Martini Ziekenhuis niet verlaten om een datalek te voorkomen en om te voldoen aan de Wet Bescherming Persoonsgegevens (WBP). De proefpersonen zijn niet geïnformeerd over het gebruik van de data, omdat dit een retrospectief onderzoek betreft met data die niet te herleiden is naar de patiënt. Dit onderzoek werd op 1 maart 2019 goedgekeurd door de Medische Ethische Commissie (MEC) van het Martini Ziekenhuis.

Dataverzameling

De dataset werd verzameld vanuit het ziekenhuissysteem HiX (versie 6.1) en het Radiologie Informatiesysteem (RIS) waarmee het Martini Ziekenhuis werkt. De data die voor het onderzoek vanuit het RIS is verzameld betreft de aanvragend arts en specialisme, het uitgevoerde CT-onderzoek, de hartfrequentie tijdens het CT-onderzoek en het gegeven Selokeen (mL) tijdens het CT-onderzoek. Vervolgens werden alle patiënten opgezocht in HiX. Vanuit de consultbrieven van de cardiologie werden het geslacht (m/v), de leeftijd (jaren), het gewicht (kg), hartfrequentie tijdens consult (bpm), de standaard gebruikte bètablokkers (mg) en de bètablokkers die voorgeschreven zijn voor het CT-onderzoek (mg) genoteerd. Daarnaast zijn de vraagstelling voor de CT-onderzoek, anamnese en cardiale voorgeschiedenis meegenomen om meer informatie te verkrijgen over de patiënt-karakteristieken.

Om het aantal poliklinische patiënten waarbij het CT-onderzoek niet is uitgevoerd door een niet acceptabele hartfrequentie (groep 2) te achterhalen, werd gekeken naar de order “CT hartslag verlagen”. Aan het managementinformatiebureau werd de data opgevraagd met de order “CT hartslag verlagen”. De hartfrequentie werd overgenomen uit deze order.

Bij de afdeling cardiologie is het protocol voor de voorbereidende bètablokkers voor het CT-cardiac onderzoek opgevraagd. Uiteindelijk werd de gevonden data vergeleken met het protocol van de cardiologie.

Data-analyse

In het onderzoek werden afhankelijke en onafhankelijke variabelen gebruikt. De afhankelijke variabele is de hartfrequentie. Hieronder viel zowel de hartfrequentie die acceptabel was voor het uitvoeren van het CT-onderzoek als de hartfrequentie die niet acceptabel was voor het CT-onderzoek. De onafhankelijke variabele met het bijhorende meetniveau zijn weergegeven in onderstaande tabel 1.

Tabel 1: Onafhankelijke variabelen met bijbehorend meetniveau.

Onafhankelijke variabele	Meetniveau
Hartfrequentie tijdens consult + CT-onderzoek	Interval
Geslacht	Nominaal
Leeftijd	Ratio
Gewicht	Interval
Voorgeschreven bètablokkers	Interval
Selokeen toediening tijdens scan	Interval
Cardiale voorgeschiedenis	Nominaal

Het hoofddoel van het onderzoek was om de patiënten waarbij het CT-onderzoek is uitgevoerd (groep 1) en de patiënten waarbij het CT-onderzoek niet is uitgevoerd door een niet acceptabele hartfrequentie (groep 2) met elkaar te vergelijken. Om in beeld te brengen hoe de medicamenteuze voorbereiding en de hartfrequentie was van de twee patiëntengroepen, werd een verdeling gemaakt binnen de twee groepen.

Groep één werd verdeeld in vier subgroepen aan de hand van medicamenteuze voorbereiding. De patiënten werden onderverdeeld in het wel of niet hebben van standaard gebruikte bètablokkers, voorgeschreven bètablokkers voor het CT-onderzoek, standaard gebruikte bètablokkers in combinatie met voorgeschreven bètablokkers voor het CT-onderzoek of zonder bètablokkers. De volgende punten werden uitgewerkt: de gemiddelde hoeveelheid gegeven bètablokkers, mate van Seloken toediening, de hartfrequentie tijdens het consult en de hartfrequentie tijdens de CT-onderzoek. Vervolgens werd een vergelijking gemaakt tussen de hartfrequentie tijdens consult en tijdens het CT-onderzoek door middel van een ANOVA-toets.

Voor groep twee is uitgezocht of het CT-onderzoek na de eerste poging wel of niet werd uitgevoerd. De patiënten waarbij de scan wel is uitgevoerd zijn net als groep één de gebruikte bètablokkers en de hartfrequenties uitgezocht. Ook bij deze groep is een verdeling gemaakt binnen de groep om de medicamenteuze voorbereiding in beeld te brengen. Hiervoor zijn dezelfde vier subgroepen gebruikt. De patiënten waarbij het CT-onderzoek alsnog niet is uitgevoerd is de reden hiervoor uitgezocht.

De gevonden data werd vergeleken met het protocol voor de voorbereidende bètablokkers voor het CT-onderzoek van de afdeling cardiologie in het Martini Ziekenhuis.

Statistische analyse

Voor het vergelijken van de twee patiëntengroepen werd een ongepaarde t-toets, een ANOVA-toets en een Chi-kwadraat toets uitgevoerd. De t-toets werd uitgevoerd om een significant verschil aan te tonen met betrekking tot de hartfrequentie en de bètablokkers. Een ANOVA-toets kan bij twee of meer groepen aantonen of deze gelijk zijn en kan alleen uitgevoerd worden bij waarden op het ratio en interval meetniveau. Daarom werd een ANOVA-toets uitgevoerd binnen groep één en twee om verschillen in leeftijd, gewicht en hartfrequentie te beoordelen. Ook werd een ANOVA-toets uitgevoerd om uit te zoeken of de manier van het voorschrijven van de bètablokkers significant verschilt. Voor de patiëntkarakteristieken met waarden van een nominaal meetniveau is een Chi-kwadraat uitgevoerd om een significant verschil aan te kunnen tonen. De onafhankelijke variabelen worden uitgedrukt in gemiddelde, mediaan, range en significantie. Een p -waarde van $\leq 0,05$ werd geaccepteerd als significant verschil.

Resultaten

De onderzoekspopulatie bestond uit twee groepen met in totaal 477 patiënten. De groep waarbij het CT-onderzoek is uitgevoerd (groep 1) bestond uit 429 patiënten en de groep waarbij het CT-onderzoek niet is uitgevoerd door een niet acceptabele hartfrequentie (groep 2) bestond uit 48 patiënten. De vraagstellingen voor het aanvragen van een CT-cardiac onderzoek zijn nagenoeg gelijk bij alle patiënten.

Vanuit het Wilhelmina Ziekenhuis in Assen (WZA) werden 39 patiënten verwezen naar het Martini Ziekenhuis, aangezien het WZA geen CT-cardiac onderzoeken kan vervaardigen. Voor deze patiënten zijn slechts de gegevens van het CT-onderzoek in RIS beschikbaar. De overige gegevens in HiX zijn niet aanwezig omdat dit behoort tot het WZA. Deze patiënten behoren allemaal tot de groep waarbij het CT-onderzoek is uitgevoerd (groep 1).

Zes patiënten uit groep twee zijn geëxcludeerd van het onderzoek. Na de order “CT hartslag verlagen” hebben deze patiënten uiteindelijk geen poliklinisch CT-cardiac onderzoek ondergaan. Hiervan kreeg één patiënt een stress echocardiogram, één patiënt een nucleair onderzoek (myoview) en één patiënt heeft zonder inzichtelijke reden geen onderzoek gehad. Bij drie patiënten werd het CT-onderzoek uitgevoerd in combinatie met een dagbehandeling waar de voorbereiding plaats vond.

Patiëntkarakteristieken

In tabel 2 zijn de patiëntkarakteristieken weergegeven met de bijbehorende percentages, mediaan en range. Per patiëntkarakteristiek is het aantal patiënten, de leeftijd en het gewicht per groep weergegeven. De percentages zijn berekend ten opzichte van het totaal per groep.

Tabel 2: Poliklinische patiënt karakteristieken

	Groep 1 (n=429) (%)	Groep 2 (n=48) (%)
Gemiddelde leeftijd (jaar) (mediaan/range)	56,44 (57/(22, 83))	56,44 (57/(21, 87))
Gemiddeld gewicht (kg) (mediaan/range)	82,14 (81/(48, 130))	84,5 (80,5/(50, 138))
Man	199 (46,39%)	20 (41,67%)
Vrouw	230 (53,61%)	28 (58,33%)
Relevante familiale belasting	126 (29,37%)	5 (10,42%)
Hypertensie	92 (21,45%)	6 (12,5%)
Afwijkend ECG/ ergometrie	20 (4,66%)	1 (2,08%)
POB	242 (56,41%)	27 (56,25%)
Roken	37 (8,62%)	6 (12,5%)
Controle patiënten	50 (11,66%)	3 (6,25%)

Uit tabel 2 blijkt dat bijna alle patiëntkarakteristieken minder dan 5% ($p > 0,05$) van elkaar verschillen. Alleen de factor familiale belasting is significant verschillend ($p = 0,005$). Deze factor was procentueel groter in groep één dan groep twee. Desondanks kan hieruit gesteld worden dat de patiëntengroepen nagenoeg gelijk zijn en dus vergelijkbaar zijn. Echter is deze uitkomst minder gunstig omdat graag gezien werd dat een verschil in groepen aanwezig was, om het probleem te kunnen aankaarten.

Hartfrequentie

De gemiddelde hartfrequentie tijdens het consult met de cardioloog en tijdens het CT-onderzoek van beide groepen zijn in tabel 3 weergegeven. Voor groep twee is de hartfrequentie voorafgaand aan de order “CT hartslag verlagen” weergegeven. De hartfrequentie tijdens het CT-onderzoek van groep twee is van de tweede afspraak. Daarnaast is het totaal aantal keer dat de hartfrequentie werd genoteerd weergegeven.

Tabel 3: Hartfrequentie van groep 1 en 2

	Groep 1 (n=429) (%) (mediaan/range)	Groep 2 (n=48) (%) (mediaan/range)
Gemiddelde hartfrequentie tijdens consult (bpm)	71,60 (70/(43, 115))	78,49 (75/(60,115))
Aantal keer genoteerd	351 ¹ (81,81%)	47 (97,92%)
Gemiddelde hartfrequentie voor order “CT hartslag verlagen” (bpm)	n.v.t.	84,11 (85/(72, 95))
Gemiddelde hartfrequentie tijdens CT-onderzoek (bpm)	60,70 (61/(41, 123))	63,97 (64/(44, 78))
Aantal keer genoteerd	378 (88,11%)	35 ² (72,92%)

¹ De gemiddelde hartfrequentie tijdens het CT-onderzoek is niet genoteerd bij 4 patiënten van het WZA.

² Geen notatie bij 8 patiënten i.v.m. ander onderzoek, met dagbehandeling of later dan 2017 scan uitgevoerd.

De hartfrequenties tijdens het consult met de cardioloog of tijdens het CT-onderzoek zijn niet allemaal genoteerd. Hier is geen verklaring voor gevonden. De patiënten zijn niet geëxcludeerd uit het onderzoek, omdat altijd een van de hartfrequenties aanwezig was.

De gemiddelde hartfrequentie van de patiënten (uit groep 2) waarbij de CT-laborant een order “CT hartslag verlagen” had aangemaakt was 84,11 bpm. Bij alle orders werd de hartfrequentie vermeld.

Door middel van de t-toets is het verschil tussen de hartfrequentie tijdens het consult met de cardioloog van de groep waarbij het CT-onderzoek is uitgevoerd (groep 1) en de groep waarbij het CT-onderzoek niet is uitgevoerd door een niet acceptabele hartfrequentie (groep 2). Hieruit kwam een gemiddeld verschil van 6,89 bpm met een significantie van $p=0,000$. Daarnaast is het verschil in hartfrequentie tussen de groep waarbij het CT-onderzoek is uitgevoerd (groep 1) en de eerste hartfrequentie voorafgaande aan de order “CT hartslag verlagen” van de groep waarbij het CT-onderzoek niet is uitgevoerd (groep 2) bepaald. Hieruit kwam een gemiddeld verschil had van 23,41 bpm met een significantie van $p=0,000$.

In tabel 4 zijn de verschillende hartfrequenties tijdens het consult met de cardioloog uitgewerkt per voorgeschreven medicamenteuze voorbereiding voor beide groepen. In tabel 4 is de relatie tussen de hartfrequentie en de gebruikte bètablokkers weergegeven.

Tabel 4: Gemiddelde hartfrequentie met bijbehorende medicamenteuze voorbereiding tijdens het consult met de cardioloog

	Groep 1 (n=429)		Groep 2 (n=48)	
	Aantal (%)	Hartfrequentie bpm (mediaan/range)	Aantal (%)	Hartfrequentie bpm (mediaan/range)
Standaard gebruikte bètablokkers	112 (26,11%)	71,05 (70/(49, 101))	8 (16,33%)	72,25 (70,5/(60, 82))
Bètablokkers voor CT	118 (27,51%)	74,65 (74/(49, 115))	17 (32,42%)	85,47 (89/(65, 115))
Standaard en bètablokkers voor CT	9 (2,10%)	78,75 (77/(72, 85))	2 (4,17%)	78,00 (78/(76, 80))
Geen gebruikte bètablokkers	190 (44,29%)	68,55 (65/(43, 107))	21 (43,75%)	75,10 (73/(60, 95))

Door middel van de ANOVA-toets binnen groep één is een significant verschil ($p=0,001$) gevonden tussen de patiënten die bètablokkers voorgeschreven kregen voor het CT-onderzoek en de patiënten die geen bètablokkers kregen. Hieruit kan gesteld worden dat een duidelijk verschil aanwezig is tussen deze subgroepen in hartfrequentie tijdens het consult met de cardioloog. Bij de overige subgroepen binnen groep één was geen significant verschil ($p>0,05$) aantoonbaar. Hier kan worden gesteld dat tijdens het consult de groepen vrijwel gelijk zijn met betrekking tot de hartfrequentie. Bij groep twee kwam uit de ANOVA-toets dat alleen de groep die standaard gebruikte bètablokkers in combinatie met voorgeschreven bètablokkers voor het CT-onderzoek kreeg significant verschilde ($p=0,000$) van de groep die bètablokkers alleen voor het CT-onderzoek voorgeschreven kreeg. Bij de overige subgroepen van groep twee is geen significant verschil aanwezig en kan worden gesuggereerd dat de hartfrequentie bij de patiënten van deze subgroepen vrijwel gelijk was.

Uit de ANOVA-toets is gebleken dat bij beide groepen geen significant verschil ($p>0,05$) is tussen de hartfrequentie tijdens consult met de cardioloog en tijdens het CT-onderzoek, al dan niet door beïnvloeding van bètablokkers. Dit kwam doordat de hartfrequentie werd geaccepteerd wanneer dit lager of gelijk was dan de grenswaarde van 70 bpm.

Daarnaast is weergegeven dat voor beide groepen de subgroep die geen bètablokkers heeft gekregen procentueel de grootste groep is.

Bètablokkers

Alle bètablokkers die in de dataset voorkomen zijn gebruikt in dit onderzoek. Dit zijn Metoprolol, Bisoprolol, Atenolol, Carvedilol en Propranolol.

In tabel 5 en 6 zijn de gemiddelde hoeveelheid en het aantal keer dat een bepaalde bètablokker was voorgeschreven weergegeven voor de groep waarbij het CT-onderzoek is uitgevoerd (groep 1) en de groep waarbij het CT-onderzoek niet is uitgevoerd door een niet acceptabele hartfrequentie (groep 2). De inname van de bètablokkers was per patiënt verschillend. Dit varieerde van eenmalig op de dag van het CT-onderzoek tot opbouwend vanaf vier dagen voorafgaand aan het CT-onderzoek.

Tabel 5: Standaard gebruikte bètablokkers of bètablokkers voor CT van groep 1

	Standaard gebruikte bètablokkers		Bètablokkers voor CT	
	Aantal (%)	Gemiddelde hoeveelheid (mg)	Aantal (%)	Gemiddelde hoeveelheid (mg)
Totaal aantal keer voorgeschreven	112 (26,11%)	n.v.t.	118 (27,51%)	n.v.t.
Metoprolol	74 (17,25%)	56,66	102 (23,78%)	64,24
Bisoprolol	30 (6,99%)	3,31	15 (3,50%)	4,82
Atenolol	6 (1,40%)	37,08	1 (0,23%)	100
Carvedilol	1 (0,23%)	6,25	n.v.t.	n.v.t.
Propranolol	1 (0,23%)	40	n.v.t.	n.v.t.

Tabel 6: Standaard gebruikte bètablokkers of bètablokkers voor CT van groep 2

	Standaard gebruikte bètablokkers		Bètablokkers voor CT	
	Aantal (%)	Gemiddelde hoeveelheid (mg)	Aantal (%)	Gemiddelde hoeveelheid (mg)
Totaal aantal keer voorgeschreven	8 (16,67%)	n.v.t.	17 (35,42%)	n.v.t.
Metoprolol	6 (12,5%)	58,33	12 (25%)	64,58
Bisoprolol	1 (2,08%)	2,5	5 (10,42%)	5
Propranolol	1 (2,08%)	80	n.v.t.	n.v.t.

Het verschil van de standaard gebruikte bètablokkers (26,11% en 9,44%) tussen beide groepen is 9,44%. Daarnaast is het verschil van de voorgeschreven bètablokkers voor het CT-onderzoek (27,51% en 35,42%) tussen beide groepen is 7,92%.

Negen patiënten (2,10%) van groep één en twee patiënten (0,47%) van groep twee kregen beide opties voor de voorbereidende bètablokkers. Deze patiënten kregen de standaard gebruikte bètablokkers in combinatie met voorgeschreven bètablokkers voor het CT-onderzoek. In tabel 7 is weergegeven welke en hoeveel bètablokkers zijn voorgeschreven bij deze groepen.

Tabel 7: Standaard gebruikte bètablokkers en bètablokkers voor CT van groep 1 en 2

	Aantal (%)	Standaard gebruikte bètablokkers	Bètablokkers voor CT
		Gemiddelde hoeveelheid (mg)	Gemiddelde hoeveelheid (mg)
Totaal groep 1	9 (2,10%)		
Metoprolol	7	85,71	116,67
Bisoprolol	1	5	10
Atenolol	1	10	10
Totaal groep 2	2 (0,47%)		
Metoprolol	2	37,5	50

In de CT-ruimte kan de keuze worden gemaakt om Selokeen intraveneus toe te dienen. Dit gebeurt wanneer de hartfrequentie hoger dan 70 bpm is en een optimaliserend effect heeft op de beeldkwaliteit. In tabel 8 is weergegeven hoe vaak Selokeen intraveneus werd toegediend en wat de gemiddelde toegediende hoeveelheid was. Bij groep twee is de hoeveelheid Selokeen weergegeven van de succesvolle poging na de order "CT hartslag verlagen".

Tabel 8: Toediening van Selokeen bij groep 1 en 2

	Totaal aantal keer toegediend (%)	Gemiddelde hoeveelheid Selokeen (ml)
Totaal groep 1	25 (5,83%)	4,56
Standaard gebruikte bètablokkers	9	4,44
Bètablokkers voor CT	7	4,56
Standaard en bètablokkers voor CT	1	2
Geen gebruikte bètablokkers	8	5
Totaal groep 2	4 (8,33%)	3,75
Bètablokkers voor CT	2	5
Geen gevonden bètablokkers	2	2,5

Cardiologie

De afdeling cardiologie in het Martini Ziekenhuis heeft geen protocol voor het voorbereiden van poliklinische patiënten die zonder dagbehandeling een CT-cardiac afspraak hebben. Eventuele hartslagverlaging door middel van medicatie voor het CT-onderzoek wordt door de cardioloog naar eigen inzicht voorgeschreven en verschilt per patiënt. Daarnaast is geen protocol voor wat de patiënt voorgeschreven krijgt na de order "CT hartslag verlagen". Hiervoor is wel een aanbeveling, zoals beschreven is in figuur 1.

Bij SR 50-69/min in rust start metoprolol 50 mg zoc 2 dagen vooraf en op dag van CT
Bij SR 70-89/min in rust start metoprolol 100 mg zoc 2 dagen vooraf en op dag van CT
Bij SR >90/min in rust start metoprolol 150-200 mg zoc minimaal 2 dagen vooraf en op dag van CT (vb eerst 2 dagen 100 mg zoc; 2 dagen 150-200 mg zoc inclusief dag van scan)

Figuur 1: Aanbeveling voor het voorschrijven van Metoprolol van de afdeling cardiologie

Discussie en Conclusie

Het doel van dit onderzoek is het in kaart brengen waardoor patiënten een niet acceptabele hartfrequentie hebben bij aanvang van of tijdens het CT-cardiac onderzoek. Dit onderzoek heeft meerdere factoren uitgesloten en achtergrondinformatie voor een vervolgonderzoek verzameld. Echter is dit onderzoek niet conclusief voor het beantwoorden van de onderzoeksvraag.

Uit de resultaten van de patiëntkarakteristieken komt vrijwel geen verschil naar voren tussen de patiënten waarbij het CT-onderzoek is uitgevoerd (groep 1) en de patiënten waarbij het CT-onderzoek niet is uitgevoerd vanwege een niet acceptabele hartfrequentie (groep 2). De hartfrequenties tijdens consult met de cardioloog zijn wel significant verschillend ($p=0,000$) tussen de groep waarbij het CT-onderzoek is uitgevoerd (groep 1) en de groep waarbij het CT-onderzoek niet is uitgevoerd door een niet acceptabele hartfrequentie (groep 2), namelijk 71,45 bpm en 78,49 bpm met een mediaan van 70 bpm en 75 bpm. Daarnaast is gekeken naar de hartfrequentie tijdens het consult met de cardioloog en welke medicamenteuze voorbereidingen de patiënten aan de hand daarvan hebben gekregen (tabel 4). Bij de groep waarbij het CT-onderzoek is uitgevoerd (groep 1) liep de hartfrequentie op naarmate meer bètablokkers werden voorgeschreven. Zo kregen de patiënten met een gemiddelde hartfrequentie van 74,65 bpm bètablokkers voorgeschreven voor het CT-onderzoek. Patiënten met een gemiddelde hartfrequentie van 78,75 bpm kregen naast de standaard gebruikte bètablokkers, extra bètablokkers voorgeschreven voor het CT-onderzoek. Bij de patiënten waarbij het CT-onderzoek niet is uitgevoerd door een niet acceptabele hartfrequentie (groep 2) is dit anders. Hierbij heeft de subgroep met alleen voorgeschreven bètablokkers voor het CT-onderzoek een hogere gemiddelde hartfrequentie van 85,47 bpm dan de subgroep die standaard gebruikte bètablokkers heeft in combinatie met extra bètablokkers voor het CT-onderzoek van 78,00 bpm. Verder blijkt dat van beide groepen de subgroep die geen bètablokkers voorgeschreven hebben gekregen procentueel de grootste subgroep is. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de grootste groep patiënten, in groep één en twee, geen medicamenteuze voorbereiding heeft gekregen. Ook blijkt uit de resultaten dat de patiënten waarbij het CT-onderzoek niet is uitgevoerd door een niet acceptabele hartfrequentie (groep 2) 7,92% meer voorgeschreven bètablokkers voorafgaand aan het CT-onderzoek heeft gekregen dan de groep waarbij het CT-onderzoek is uitgevoerd (groep 1). Daarentegen heeft groep één 9,44% meer patiënten die standaard bètablokkers innemen en 1,63% meer patiënten die standaard bètablokkers in combinatie met bètablokkers voor CT-onderzoek innemen. Tussen de groepen (groep 1 en 2) zijn geen noemenswaardige verschillen met betrekking tot het voorschrijven van de bètablokkers.

De patiëntkarakteristieken van beide patiëntengroepen zijn nagenoeg gelijk en daarom gunstig voor een vergelijking. Echter werd verwacht dat de factoren hypertensie en een afwijkende ECG of ergometrie onderzoek hoger zou zijn bij de groep waarbij het CT-onderzoek niet is uitgevoerd (groep 2), omdat deze factoren de hartfrequentie zouden kunnen verhogen. De factor familiale belasting is procentueel hoger bij groep één dan bij groep twee, dit verschil is significant ($p=0,005$). Ook dit is anders dan verwacht omdat deze factor ook de hartfrequentie zou kunnen verhogen. Daarnaast verschilt de aanvraag voor het CT-cardiac onderzoek vrijwel niet per patiënt. De reden hiervoor is dat complexere ziektebeelden niet in aanmerking komen voor een CT-cardiac onderzoek. Concluderend zijn de resultaten van de patiëntkarakteristieken minder bruikbaar voor het beantwoorden van de onderzoeksvraag, omdat deze geen significant verschil aantonen.

Uit het feit dat de hartfrequenties tijdens het consult met de cardioloog significant verschilt tussen groep één en twee kan worden geconcludeerd dat de patiëntengroep, al voor het CT-onderzoek, met een niet acceptabele hartfrequentie een verhoogde hartfrequentie hebben. Meerdere studies (Dewey *et al.*, Hoffman *et al.*, Giesler *et al.* en Nieman *et al.*) stellen dat de hartfrequentie invloed heeft op de beeldkwaliteit van het CT-onderzoek (7,11–13). Hoffmann *et al.* stelt dat de beste beeldkwaliteit wordt behaald bij een hartfrequentie lager dan 75 bpm (12). Uit het artikel van Nieman *et al.* blijkt dat beelden van de patiëntengroep met een gemiddelde hartfrequentie van 81,6 bpm slechts een sensitiviteit van 67% voor stenoses biedt (7). In tegenstelling tot de patiëntengroep met een

gemiddelde hartfrequentie van 55,8 bpm waarbij een sensitiviteit van 97% werd geconstateerd. Daarnaast kwam uit het onderzoek van Greuter *et al.* een ernstig bewegingsartefact van 50% bij patiënten met een hartfrequentie van >70 bpm, in tegenstelling tot 0,9% bij patiënten met een hartfrequentie van ≤60 bpm (14).

Het kan als merkwaardig gezien worden dat de twee patiëntengroepen nagenoeg gelijk zijn. Dit omdat de gemiddelde hartfrequentie bij het consult met de cardioloog wel verschillend was ($p=0,000$). Bij de groep waarbij het CT-onderzoek niet is uitgevoerd (groep 2) was de gemiddelde hartfrequentie (78,49 bpm) hoger dan de groep waarbij het CT-onderzoek is uitgevoerd (groep 1) (71,45 bpm). Hierdoor kan gedacht worden dat in groep twee mogelijk onvoldoende geanticipeerd is op de hoge hartfrequentie bij het voorschrijven van bètablokkers voor het CT-onderzoek. De oorzaak waarom verschillen aanwezig zijn bij het voorschrijven van bètablokkers is niet te achterhalen uit de retrospectieve data. Dit kan komen doordat de afdeling cardiologie geen protocol heeft voor de voorbereiding van de poliklinische patiënten voor het CT-cardiac onderzoek. De artikelen van Roberts *et al.* en Pannu *et al.* beschrijven een protocol voor het gebruik van bètablokkers (15,16). Bij het artikel van Roberts *et al.* heeft 83% van de patiënten die metoprolol heeft ingenomen een hartfrequentie van ≤65 bpm en 65% een hartfrequentie van ≤60 bpm (15). Ook het artikel van Pannu *et al.* concludeert dat het gebruik van orale metoprolol effectief en veilig is om de hartfrequentie te verlagen (16). Uit de resultaten van de artikelen kan gesteld worden dat het gebruik van bètablokkers een positieve invloed kan hebben voor het verlagen van de hartfrequentie (15,16). Daarom is het voor een vervolgonderzoek aan te raden om een protocol te bedenken voor de voorbereiding van de poliklinische patiënten.

Het is voor zowel het Martini Ziekenhuis als patiënten klinisch relevant dat CT-cardiac onderzoek direct worden uitgevoerd. Wanneer een CT-onderzoek niet door kan gaan heeft dit voor patiënten als gevolg dat een diagnose later gesteld wordt, waardoor een eventuele behandeling wordt uitgesteld. Een zwakte van dit onderzoek is het feit dat van de medicatie alleen bètablokkers betrokken zijn in het onderzoek en geen andere hartfunctie gerelateerde medicijnen. Omwille van de duidelijkheid van het onderzoek is hiervoor gekozen. Uit vervolgonderzoek moet blijken welke andere medicatie invloed heeft op de hartfrequentie en toegepast kan worden als voorbereiding op een CT-cardiac onderzoek. Daarnaast is door het retrospectieve aspect van dit onderzoek een beperkte dataset beschikbaar. Een voorbeeld hiervan is de gemoedstoestand van de patiënt. Dit zou mogelijk invloed kunnen hebben op de hartfrequentie van de patiënt. De gemoedstoestand van de patiënt zou met een kwalitatief onderzoek onderzocht kunnen worden om te bepalen of dit een belangrijke factor is voor het succesvol uitvoeren van een CT-cardiac onderzoek. Een sterkte van dit onderzoek is dat een grote patiëntenpopulatie geselecteerd is, wat dit onderzoek betrouwbaar maakt. Daarnaast kan dit onderzoek ook toegepast worden op andere ziekenhuis die hetzelfde probleem ondervinden.

Met een vervolgonderzoek over een optimaal protocol met betrekking tot het voorschrijven van bètablokkers, kan ervoor gezorgd worden dat meer poliklinische patiënten een acceptabele hartfrequentie behalen. Door een duidelijk protocol zou structureel meer patiënten de gewenste hartfrequentie van ≤70 bpm kunnen bereiken en extra afspraken voorkomen kunnen worden. Hierdoor kunnen meer CT-onderzoeken worden uitgevoerd en wachtlijsten worden teruggedrongen.

Dit onderzoek kan geen volledig antwoord geven op waardoor patiënten een niet acceptabele hartfrequentie hebben. De reden hiervoor is dat niet voldoende data beschikbaar is om dit volledig te onderzoeken. Een kwalitatief onderzoek over de gemoedstoestand van de patiënt en een duidelijk protocol voor de voorbereiding van de patiënt moet nader worden uitgezocht om deze onderzoeksvraag te beantwoorden. Uit dit onderzoek kan wel worden geconcludeerd dat de hartfrequentie de belangrijkste factor is voor het behalen van een succesvol uit te voeren CT-cardiac onderzoek. Hierbij is het dus belangrijk dat de patiënt goed wordt voorbereid door middel van bètablokkers om een acceptabele hartfrequentie te behalen voor een CT-cardiac onderzoek.

Bronnen

1. Hartstichting. Bekijk de cijfers over hart- en vaatziekten | Hartstichting [Internet]. 2018. Available from: <https://www.hartstichting.nl/hart-en-vaatziekten/feiten-en-cijfers-hart-en-vaatziekten>
2. Shi H, Aschoff AJ, Brambs HJ, Hoffmann MHK. Multislice CT imaging of anomalous coronary arteries. *Eur Radiol*. 2004;14(12):2172–81.
3. Mowatt G, Cook JA, Hillis GS, Walker S, Fraser C, Jia X, et al. 64-Slice computed tomography angiography in the diagnosis and assessment of coronary artery disease: Systematic review and meta-analysis. *Heart*. 2008;94(11):1386–93.
4. Stein PD, Yaekoub AY, Matta F, Sostman HD. 64-Slice CT for Diagnosis of Coronary Artery Disease: A Systematic Review. *Am J Med*. 2008;121(8):715–25.
5. Canon Medical Systems Europe B.V. Aquilion ONE - Canon Medical Systems Europe [Internet]. Canon. 2018. Available from: <https://eu.medical.canon/product-solutions/computed-tomography/aquilion-one/>
6. Leschka S, Wildermuth S, Boehm T, Desbiolles L, Husmann L, Plass A, et al. Noninvasive coronary angiography with 64-Section CT: Effect of average heart rate and heart rate variability on image quality. *Radiology*. 2006;241(2):378–85.
7. Nieman K, Rensing BJ, Van Geuns RJM, Vos J, Pattynama PMT, Krestin GP, et al. Non-invasive coronary angiography with multislice spiral computed tomography: Impact of heart rate. *Heart*. 2002;88(5):470–4.
8. Hakkert M, Tempelman G, Dam T, Dol-Jansen J, Geers-van Gemeren S. Computertomografie. Techniek, onderzoek en stralingshygiëne. In: Elsevier Gezondheidszorg. 2010.
9. Khan M, Cummings KW, Gutierrez FR, Bhalla S, Woodard PK, Saeed IM. Contraindications and side effects of commonly used medications in coronary CT angiography. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2011;27(3):441–9.
10. nitroglycerine voor onder de tong | Apotheek.nl [Internet]. Available from: <https://www.apotheek.nl/medicijnen/nitroglycerine-voor-onder-de-tong>
11. Dewey M, Teige F, Laule M, Hamm B. Influence of heart rate on diagnostic accuracy and image quality of 16-slice CT coronary angiography: Comparison of multisegment and halfscan reconstruction approaches. *Eur Radiol*. 2007;17(11):2829–37.
12. Hoffmann MHK, Shi H, Manzke R, Schmid FT, De Vries L, Grass M, et al. Noninvasive coronary angiography with 16-detector row CT: Effect of heart rate. *Radiology*. 2005;234(1):86–97.
13. Giesler T, Baum U, Ropers D, Ulzheimer S, Wenkel E, Mennicke M, et al. Noninvasive Visualization of Contrast-Enhanced Multidetector CT : October. 2002;(October):911–6.
14. Greuter MJW, Dorgelo J, Tukker WGJ, Oudkerk M. Study on motion artifacts in coronary arteries with an anthropomorphic moving heart phantom on an ECG-gated multidetector computed tomography unit. *Eur Radiol*. 2005;15(5):995–1007.
15. Roberts WT, Wright AR, Timmis JB, Timmis AD. Safety and efficacy of a rate control protocol for cardiac CT. *Br J Radiol*. 2009;82(976):267–71.
16. Pannu HK, Sullivan C, Lai S, Fishman EK. Evaluation of the effectiveness of oral beta-blockade in patients for coronary computed tomographic angiography. *J Comput Assist Tomogr*. 2008;32(2):247–51.
17. Shapiro MD, Pena AJ, Nichols JH, Worrell S, Bamberg F, Dannemann N, et al. Efficacy of pre-

scan beta-blockade and impact of heart rate on image quality in patients undergoing coronary multidetector computed tomography angiography. *Eur J Radiol.* 2008;66(1):37–41.