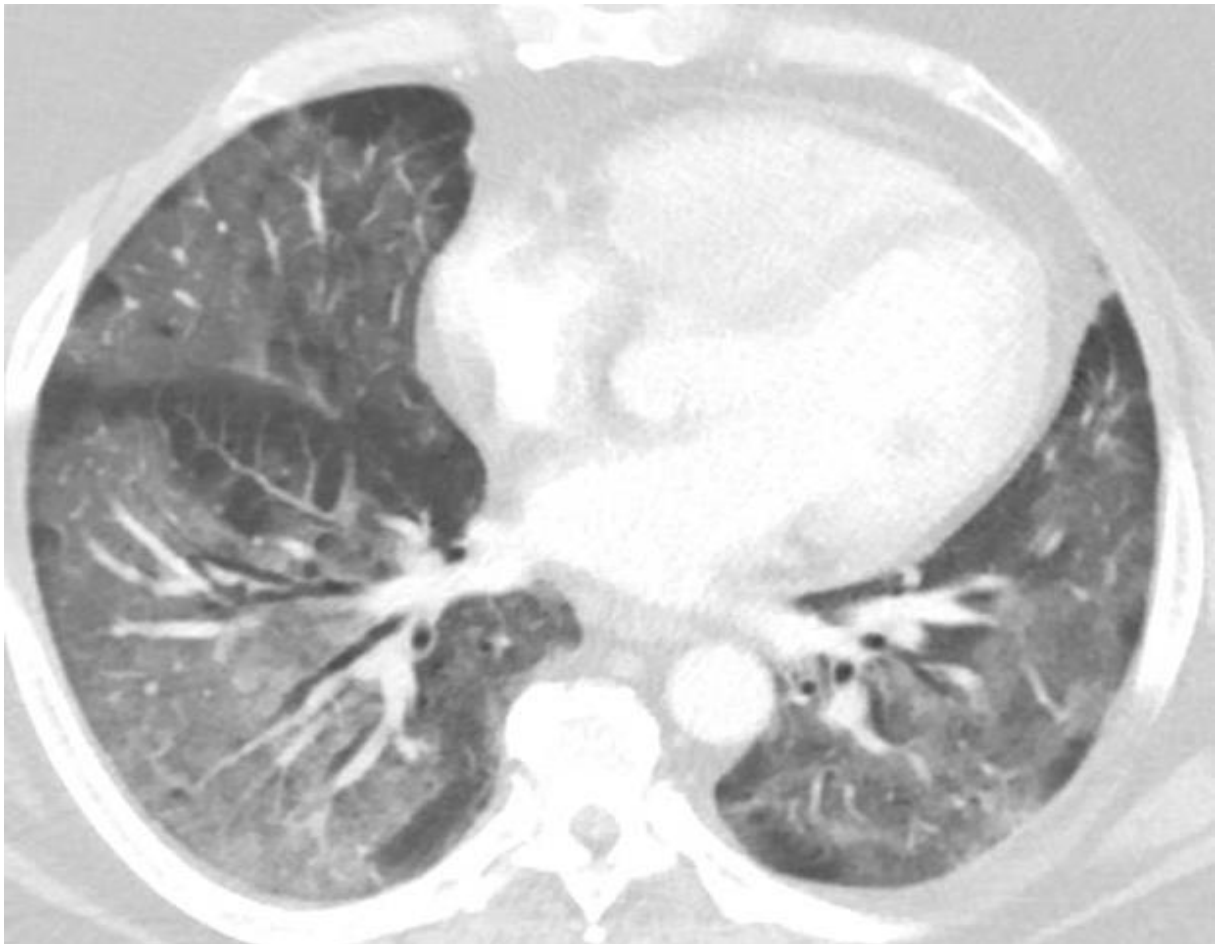


De waarde van CT bij de diagnose COVID19

Een retrospectieve analyse van de eerste golf in het WZA



N.J. Hooiveld

Bachelorscriptie Medisch Beeldvormende en Radiotherapeutische Technieken

Januari 2021

De waarde van CT bij de diagnose COVID19

Een retrospectieve analyse van de eerste golf in het WZA

Opleiding: Medisch Beeldvormende en Radiotherapeutische Technieken

Onderdeel: Praktijkgericht onderzoek

Opdrachtgever: Wilhelmina Ziekenhuis Assen

Drs. R.B.G. de Jong

J.W. Jonges-Boerman

L. de Veen

Begeleider: Hanzehogeschool Groningen

P.G. Schenkers

A. van der Heij-Meijer

Auteur: N.J. Hooiveld

Studentnummer: 356594

E-mail: nick.hooiveld@wza.nl / n.j.hooiveld@st.hanze.nl

Plaats: Assen

Datum: 10 januari 2021

Voorwoord

Beste lezer,

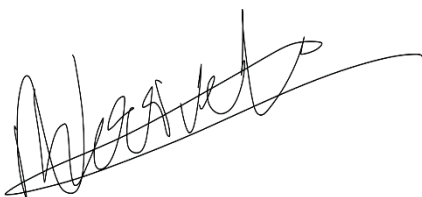
voor u ligt het verslag van het praktijkgericht onderzoek “de waarde van CT bij de diagnose COVID19”. Bij uitzondering is dit onderzoek niet uitgevoerd door een duo, maar door één persoon. Toch was dit resultaat er niet geweest zonder een aantal personen, die mij de laatste maanden en jaren hebben ondersteund.

Allereerst mijn voormalig scriptiemaatje Sanne Botter. Door de gevolgen van de coronacrisis hebben we beide een ander pad genomen. Sanne schreef een prachtige scriptie, en won daar de Crux mee. Hoewel ik haar expertise en kennis moest missen, gaf dit wel de nodige inspiratie.

De afdeling radiologie van het Wilhelmina Ziekenhuis Assen heeft ook bijzonder veel voor mij betekend. Niet alleen twee stages en een onderzoek, maar ook de start van een carrière heb ik daar gevonden. In het bijzonder dank aan Annemieke Jonges, die eigenhandig een tweede stageplaats heeft gecreëerd. Dat verbond mij verder met de afdeling en scheelde een hoop studievertraging. Peptalks en sturing zijn ook aan haar besteed, iets waar elke komende stagiair iets aan zal hebben. Dank ook aan alle anderen op de afdeling, dankzij jullie parafen en aftekenlijstjes werden mijn stages een succes. Extra dank aan alle collega's die op enige manier een bijdrage hebben geleverd aan dit onderzoek. Dokter Roy de Jong, bedankt voor het extra paar ogen en de lessen pathologie tijdens het verslaan van onderzoeken.

Voor de begeleiding van de Hanzehogeschool ook veel dank. Hoewel digitaal werd alle feedback erg op prijs gesteld. Daarbij wil ik in het bijzonder Dieuwertje Toonen-Bok bedanken, die als SLB'er veel voor mij heeft betekend. Niet alleen bij het maken van keuzes, ook bij het beoordelen van praktisch de afgelopen twee jaar.

Het past hier niet om iedereen te noemen, maar aan iedereen die ik niet heb genoemd: mijn dank is groot.



Nick Hooiveld

Samenvatting

Achtergrond: De gouden standaard bij de diagnose COVID19 is de RT-PCR test. De accuratesse van die test kan echter in twijfel worden getrokken. Doel van het onderzoek is het bepalen van de waarde van de CT-thorax bij de diagnose COVID19. Bij de beoordeling van CT-thorax worden CORADS en CTSS gebruikt.

Methode: In het Wilhelmina Ziekenhuis Assen werd in de periode 1 maart tot en met 12 juni 2020 een CT-thorax en RT-PCR test afgenomen bij 200 patiënten. Retrospectief werden CORADS en CTSS opgehaald uit het radiologisch verslag. Uit het patiëntendossier werd onder andere de uitslag van de RT-PCR en het aantal ziekte-dagen verzameld. De sensitiviteit en specificiteit van CT-thorax binnen deze populatie werden bepaald aan de hand van de gouden standaard RT-PCR.

Resultaten: CT-thorax heeft een sensitiviteit van 0,91 met een specificiteit van 0,93 voor COVID19. CORADS en CTSS zijn significante voorspellers voor een opname op een verpleegafdeling of de intensive care.

Conclusie: De gevonden sensitiviteit van CT-thorax is hoger dan in de literatuur wordt beschreven voor de RT-PCR. Ook lijkt het mogelijk om een voorspelling te doen wat betreft een ziekenhuisopname. De waarde van CT-thorax wordt onderschat, en er lijkt mogelijkheid om CT-thorax breder in te zetten bij het stellen van de diagnose COVID19.

Abstract

Background: RT-PCR is the gold standard in diagnosing COVID19. However, the accuracy of this test can be disputed. The aim of this study is to determine the value of chest CT imaging in the diagnosis of COVID19. In the assessment CORADS and CTSS are used to describe the diagnosis and its severity.

Methods: 200 patients underwent chest CT imaging and a RT-PCR test in the Wilhelmina Hospital Assen from March 1 to June 12 2020. Retrospectively CORADS and CTSS were taken from the radiology report. Duration of symptoms and results of RT-PCR testing were found in patient files. Sensitivity and specificity of chest CT for COVID19 were determined with RT-PCR as gold standard.

Results: Chest CT has a sensitivity and specificity for COVID19 of 0,91 and 0,93 respectively. CORADS and CTSS show significant results in predicting hospitalization and admission to an intensive care unit

Conclusion: Sensitivity of chest CT found in this study is higher than sensitivity of RT-PCR. CORADS and CTSS may be used to predict hospitalization or even admittance to the intensive care unit. The value of thoracic CT imaging is may be underestimated. Chest CT can be deployed more in diagnosing COVID19.

Inhoud

Voorwoord	3
Samenvatting.....	4
Abstract	4
Inleiding.....	6
Theoretisch kader.....	7
Methode.....	9
Design	9
Populatie	9
Dataverzameling.....	10
Apparatuur	10
Werkwijze.....	11
Ethische aspecten.....	12
Resultaten	12
Discussie	17
Referenties	19
Bijlagen	22
1. Standaardverslag COVID19 van NVvR (21).....	22
2. Goedkeuring raad van bestuur Wilhelmina Ziekenhuis Assen.....	23
3. Berekening sensitiviteit en specificiteit.....	24

Inleiding

Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) is de naam van het virus dat de wereld sinds het voorjaar van 2020 in zijn greep houdt. Het virus veroorzaakt de ziekte Coronavirus disease 2019 (COVID19). Op het moment van schrijven zijn er wereldwijd meer dan 65 miljoen besmettingen bekend bij de Wereldgezondheidsorganisatie WHO (1). In Nederland wordt de eerste besmetting op 27 februari gemeld door het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM)(2). In de daarop volgende maanden grijpt het virus om zich heen in de provincie Noord-Brabant, en worden er de eerste regionale maatregelen getroffen (3,4). In normale omstandigheden zijn er 1150 intensive-care bedden beschikbaar in Nederland. Terwijl de besmettingen in maart en april bleven toenemen is dat aantal uitgebreid naar ongeveer 1700 (5). Op 7 april waren 1323 van die bedden in gebruik voor patiënten met COVID19 (6), met daarnaast zeer beperkt de ruimte voor reguliere zorg. Om binnen het ziekenhuis de verspreiding van het virus te voorkomen moeten besmette en verdachte patiënten in isolatie worden verpleegd. De werkzaamheden van het zorgpersoneel zijn zwaarder door de beschermende kleding en extra handelingen die zij moeten verrichten bij een geïsoleerde patiënt. Daarbij speelt ook emotie een rol, en voelt ruim 80% van het zorgpersoneel zich overbelast (7). Ook is men bang om naasten te besmetten of zelf besmet te raken.

Snelle diagnose bij de verdenking COVID19 kan de druk op het zorgpersoneel en de zorg in het algemeen verlichten. Immers kan de patiënt onder normale omstandigheden verpleegd worden zodra een COVID19 besmetting is uitgesloten. Door het stellen van de juiste diagnose wordt ook de verspreiding van het virus beperkt. Op dit moment is de real-time polymerasekettingreactietest (RT-PCR-test) de gouden standaard voor het stellen van de diagnose COVID19 (8). Dit is een microbiologische methode waarmee de aanwezigheid van SARS-CoV-2 virus kan worden aangetoond op basis van een keel- en neusuitstrijk. Een groot nadeel van deze test is dat het tot 24 uur kan duren voordat de uitslag bekend is (9). Daardoor verblijven patiënten achteraf gezien in veel gevallen ten onrechte in isolatie. Daarnaast bestaat het risico dat de RT-PCR-test vals-negatief terugkomt, in sommige gevallen tot wel 29% (10). Het gevaar van een gouden standaard met een lage sensitiviteit is dat de verspreiding van het virus onderschat wordt (11). In de klinische setting kan dit zorgen voor infectiebrandhaarden.

Symptomen van COVID19 presenteren zich erg breed (12) en verschillen in ernst. Sommigen vertonen geen symptomen, waar anderen zich met ernstige klachten melden op de spoedeisende hulp (SEH). Het komt ook voor dat een patiënt geen benauwdheidsklachten ervaart en toch een lage saturatie blijken te hebben (13). In dergelijke gevallen is direct ingrijpen noodzakelijk, en zal de patiënt worden opgenomen in het ziekenhuis.

Door het brede scala van symptomen is het van belang een eventuele alternatieve diagnose aan te tonen. Naast de RT-PCR test wordt daarom ook vaak radiodiagnostisch onderzoek ingezet. Dit kan een conventionele röntgenopname (X-thorax) of een computertomografie-scan (CT) van de thorax zijn. Medische beeldvorming is daarnaast ook een manier om de ernst van een aandoening in beeld te brengen. Zodoende is er in het Wilhelmina Ziekenhuis Assen (WZA) gekozen om CT-thorax in te zetten bij COVID19 verdachte patiënten.

De CT-thorax lijkt een meerwaarde te hebben bij het stellen van de diagnose COVID19 (14). De CT-thorax zou zelfs sensitiever zijn dan de RT-PCR (15). Een literatuurstudie binnen het WZA beschreef al een hoge sensitiviteit van CT-Thorax voor COVID19 (16). Overwogen kan worden om de modaliteit CT breder in te zetten bij het stellen diagnose COVID19. Er kan een inschatting van de uitgebreidheid

van de afwijkingen worden gemaakt. Op basis daarvan kan mogelijk het ziekteverloop voorspeld worden.

Microbiologie zal bij de diagnose van infectieziekten nooit gepasseerd kunnen worden, echter kan medische beeldvorming een goede aanvulling hierop zijn. Extra informatie kan nuttig zijn wanneer de RT-PCR geen uitsluitsel geeft of de uitslag hiervan nog onbekend is. Er is behoefte aan meer informatie wat betreft het gebruik van CT-thorax bij COVID19 in de dagelijkse praktijk. De vakgroep radiologie in het WZA is benieuwd naar de accuratesse van CT-thorax binnen de eigen populatie. Sinds maart 2020 zijn er honderden CT-scans uitgevoerd bij COVID-verdachte patiënten. Het doel van deze studie is het vaststellen van de waarde van CT bij de diagnose COVID19.

Theoretisch kader

Zoals eerder beschreven zijn de symptomen van COVID19 per patiënt anders wat betreft presentatie en ernst. Al in februari 2020 beschreef de WHO in een rapport verschillende symptomen. Onder andere droge hoest, koorts en kortademigheid werden als veelvoorkomend beschreven (12). Later werden ook verlies van smaak en reuk ook beschreven als symptoom (17). Voor een overzicht van de meest voorkomende symptomen zie tabel 1. De incubatietijd van het SARS-Cov-2 virus ligt rond de tien a veertien dagen, waarbij symptomen zich meestal presenteren rond de vijfde dag.

Tabel 1 symptomen COVID19 (12,17)

Symptoom	Voorkomen in %
Koorts	87,9
Droge hoest	67,7
Vermoeidheid	38,1
Kortademigheid	18,6
Keelpijn	13,9
Hoofdpijn	13,6
Spier- of gewrichtspijn	14,8
Misselijkheid/braken	5,0
Neusverkoudheid	4,8
Diarree	3,7
Verlies van smaak en/of reuk	15

Verspreiding van het virus vindt plaats via aerosolen (18). Door niezen en hoesten verspreiden de druppels zich. Tussen mensen kan zodoende directe besmetting plaatsvinden. Daarnaast raken contactoppervlakken besmet en is indirecte besmetting mogelijk.

Typische bevindingen op CT scans bij COVID19 zijn onder andere matglasopaciteiten, crazy paving en consolidatie (19,20). Matglas gebieden, ook beschreven als ground-glass opacities (GGO) zijn gebieden met hogere densiteit in de long, waarbij bronchiale en vasculaire structuren nog zichtbaar zijn. Deze afwijkingen zijn vaak bilateraal zichtbaar. Wanneer ook sprake is van verdikking van de intra- en interlobulaire fissuren wordt dit crazy paving genoemd.

Bij de verslaglegging van CT-thorax met de vraagstelling COVID19 wordt in Nederland gewerkt met een tweetal classificaties: COVID19 reporting and data system (CORADS) en CT severity score (CTSS).

Beide zijn onderdeel van het standaardverslag voor CT-thorax met verdenking COVID19 (21), deze is opgenomen in bijlage 1. CORADS is ontwikkeld door de Nederlandse Vereniging voor Radiologie (NVVR) en is vergelijkbaar met het breast imaging reporting and data system (Bi-RADS) welke wordt gebruikt binnen de mammografie. Door het gebruik van CORADS kan systematisch en eenduidig de verdenking op COVID19 worden beschreven in radiologische verslagen (22). Daarbij lijkt het een grote waarde te hebben bij het stellen van de diagnose COVID19 met een goede interbeoordelaar betrouwbaarheid(23). CORADS bestaat uit zeven categorieën met elk een niveau van verdenking voor COVID19, zie tabel 2. In het WZA wordt de CT-thorax als COVID19 positief beschouwd bij CORADS 4, 5 en 6.

Tabel 2 CORADS (22)

CORADS	Verdenking	Samengevat
0	Niet beoordeelbaar	Scan technisch onvoldoende
1	Erg laag	Normaal of afwijking kan anders verklaard worden
2	Laag	Typisch voor infectie maar niet duidelijk of COVID19 aanwezig is
3	Onzeker	Beeld vergelijkbaar met COVID19 en andere infectieziekten
4	Hoog	Verdacht voor COVID19
5	Erg hoog	Typisch voor COVID19
6	RT-PCR positief	-

De CTSS kan worden gebruikt om de hoeveelheid aangedaan longweefsel van patiënten te classificeren (24). De beide longen worden verdeeld op basis van de anatomische kwabben (rechter-bovenkwab (RBK), middenkwab (MK), rechter-onderkwab (ROK), linker-bovenkwab (LBK) en linker-onderkwab (LOK)). Per kwab wordt bepaald welk percentage is aangedaan door COVID19, op basis van de specifieke kenmerken van COVID19. Dit percentage wordt omgezet in een aantal punten, zie tabel 3. Elke kwab wordt zodoende gescoord, met een maximum van 25 voor beide longen. De CTSS wordt beschreven wanneer de CT-thorax als COVID19 positief wordt gezien.

Tabel 3 bepaling van CTSS

Percentage aangedaan longweefsel	Punten per kwab
0%	0 punten
1-5%	1 punt
5-25%	2 punten
25-50%	3 punten
50-75%	4 punten
>75%	5 punten

De RT-PCR test is al langere tijd een bewezen methode om op basis van virusdetectie infecties van de luchtwegen aan te tonen. Middels een keel- en neusuitstrijk wordt materiaal afgenomen. Dit materiaal wordt vervolgens in vitro geanalyseerd. Door gebruik van verschillende reagentia wordt eventueel aanwezig RNA van het virus vermenigvuldigd. Dit wordt meerdere keren herhaald, tot er

genoeg materiaal is om te beoordelen op aanwezigheid van het virus. Dankzij het openbaar maken van het genoom van het SARS-CoV-2 virus werd dit ook in korte tijd mogelijk voor COVID19 (25). De betrouwbaarheid van de RT-PCR kan in twijfel worden getrokken. De sensitiviteit varieert en is in sommige gevallen zo laag als 83% (26) of zelfs 71% (27). Voor klinisch testen wordt de sensitiviteit op 70% geschat (28).

Methode

Aan de hand van de beschreven doelstelling is de volgende hoofdvraag geformuleerd: Wat is de waarde van CT-thorax bij het diagnosticeren van COVID19 verdachte patiënten? Daarbij zijn onderstaande deelvragen beschreven:

1. Wat is de sensitiviteit en specificiteit van CT-thorax voor COVID19?
2. Wat is de correlatie tussen de CORADS en RT-PCR test?
3. Wat is de correlatie tussen de CTSS en RT-PCR test?
4. Is een ziekenhuisopname te voorspellen op basis van CT-thorax?
5. Wat is de correlatie tussen CORADS/CTSS en de ziektedagen?

Design

Deze studie betreft een retrospectief kwantitatief onderzoek. Het betreft een diagnostische en prognostische studie. Er werden verschillende methoden voor diagnose beschreven en vergeleken. Daarnaast was er aandacht voor variabelen met mogelijk voorspellende waarde. Het betreft een observationeel onderzoek, er is namelijk geen interventie uitgevoerd.

Populatie

De populatie bestaat uit patiënten van het WZA die tijdens de zogenaamde “eerste corona golf” gezien zijn in het ziekenhuis en op basis van hun klachten zijn gekenmerkt als COVID19-verdacht. Deze periode loopt van eind februari tot juni 2020. In het WZA is de keuze gemaakt om alle COVID19-verdachte patiënten te onderzoeken op dezelfde CT-scanner (*Philips, ingenuity*). Andere (non-COVID19) onderzoeken werden zoveel mogelijk in een andere CT-ruimte uitgevoerd. Door de patiëntstromen gescheiden te houden wordt de kans op verspreiding van het virus beperkt. De populatie zal worden geselecteerd op basis van gegevens in het elektronisch patiëntendossier (EPD) en radiologie informatie systeem (RIS).

Een overzicht van de uitgevoerde onderzoeken is uitgelezen in de historie van de werklIJst op de modaliteit. De periode 1 maart tot en met 12 juni 2020 was daarbij het uitgangspunt. Vervolgens is de populatie geselecteerd. De inclusiecriteria waren daarbij als volgt:

- Het onderzoek is uitgevoerd op de vastgestelde CT (*Philips, ingenuity*)
- Het onderzoek betreft een CT-thorax of CT-thorax abdomen;
- De aanvraag bij het onderzoek bevat minimaal de vraag COVID, COVID19, corona of een variant daarop;
- Er is een RT-PCR test afgenomen en de uitslag hiervan is bekend.

Patiënten werden geëxcludeerd wanneer het onderzoek niet beoordeelbaar is. Dit zal zijn beschreven in het radiologisch verslag. Wanneer de duur van de klachten (ziektedagen) niet bekend is werden die patiënten ook geëxcludeerd.

Dataverzameling

Uit het RIS zijn de benodigde gegevens betreffende de CT onderzoeken opgehaald. De geboortedatum en geslacht van de patiënt, onderzoeksdatum, en het onderzoeksprotocol (blanco, embolie, thorax-bovenbuik of thorax-abdomen) werden afgelezen uit de werklift van het RIS. De CORADS en CTSS werden uitgelezen in het radiologisch verslag. In de meeste gevallen is deze beschreven, aangezien er gebruik wordt gemaakt van een standaardverslag bij de vraagstelling COVID19. Wanneer deze waarden niet of onvolledig waren beschreven, werden ze alsnog bepaald door een radioloog. De geboortedatum en de onderzoeksdatum werden gebruikt om de leeftijd van de patiënt op het moment van onderzoek vast te stellen.

In het EPD werd de uitkomst van de RT-PCR test opgevraagd. De datum van afname en uitkomst (positief/negatief) werden opgenomen in de studie. Ook is vastgesteld of een patiënt is opgenomen in isolatie op een COVID19-afdeling. Opname op de intensive care (IC) en eventueel overlijden werden ook beschreven. De duur van de klachten werd afgelezen uit het anamnese verslag. Deze is geregistreerd bij aanmelding op de spoedeisende hulp.

Apparatuur

Alle CT-onderzoeken geïnccludeerd in deze studie zijn vervaardigd middels een 128-slice CT-scanner (Philips, Ingenuity). Patiënten zijn in rugligging gescand. Er is gebruik gemaakt van een scanprotocol met afbeelding van minimaal de thorax. Daaronder zullen de zogenaamde protocollen CT-thorax blanco, CT-Thorax embolie (met intraveneus contrast), CT thorax-bovenbuik (inclusief lever) en CT-thorax abdomen zijn. De scan- en reconstructieparameters zijn beschreven in tabellen 4 en 5. De noodzaak tot gebruik van intraveneus jodiumhoudend contrastmiddel is in de differentiaal diagnose op de SEH veelvoorkomend. In dit geval wordt er in verband met de stralingsdosis vaak geen blanco CT-thorax vervaardigd. Het gebruik van contrastmiddel is onderdeel van het beleid in het WZA en is niet van invloed op de reconstructieparameters van de CT longsetting.

Tabel 4 Scanparameters

Protocol	kV	mAs	Pitch	Increment	Collimatie	DRI	Contrast
Thorax blanco	100	98	1,55	0,45	64x0,625	11	-
Thorax abdomen	100	98	1,55	0,45	64x0,625	11	90ml; 4ml/s Delay 20s veneus
Thorax longembolie	100	98	1,4	0,45	64x0,625	12	65ml; 4ml/s Triggered
Thorax lever	100	98	1.55	0,45	64x0,625	11	90ml; 4ml/s Delay 20s veneus

Tabel 5 Reconstructieparameters

Protocol	WW/WL	Slice	Kernel	iDose	Matrix	Field of View
Thorax blanco	1600/-600	0,9mm	Y-sharp (YA)	4	512	300mm
Thorax abdomen	1600/-600	0,9mm	Y-sharp (YA)	4	512	300mm
Thorax longembolie	1660/-600	0,9mm	Y-sharp (YA)	4	512	300mm
Thorax lever	1600/-600	0,9mm	Y-sharp (YA)	4	512	300mm

Werkwijze

De verzamelde data is samengevoegd in een database in *Microsoft Excel*. Voor de statistische analyse is gebruik gemaakt van *IBM SPSS Statistics 27*. In tabel 6 is de operationalisering van de variabelen weergegeven.

Tabel 6 Variabelen en meetniveau

Variabele	Uitkomstmaat	Meetniveau	(On)afhankelijk
Geslacht	Man/vrouw	Ordinaal	Onafhankelijk
Leeftijd	Jaren	Discreet	Onafhankelijk
Duur klachten	Dagen	Ratio	Onafhankelijk
RT-PCR	Positief/negatief	Nominaal	Onafhankelijk
CORADS	Orde 1 t/m 6	Ordinaal	Onafhankelijk
CT COVID19	Positief/negatief	Nominaal	Onafhankelijk
CTSS	Score 0 t/m 25	Ratio	Onafhankelijk
Opname verpleegafdeling	Wel/niet	Nominaal	Afhankelijk
Opname IC	Wel/niet	Nominaal	Afhankelijk
Overlijden	Wel/niet	Nominaal	Afhankelijk

Zoals eerder beschreven wordt de CT-thorax beschouwd als positief voor COVID19 wanneer de CORADS hoger is dan 4. Bij CORADS 6 was vooraf al een positieve RT-PCR bekend, en zal de beoordeling van de CT daardoor beïnvloed zijn. Onderzoeken met CORADS 6 zullen om die reden worden uitgesloten bij het bepalen van sensitiviteit en specificiteit van CT-thorax voor COVID19. Deze is berekend op basis van de CORADS ten opzichte van de gouden standaard (RT-PCR). De berekening is als volgt:

$$\text{Sensitiviteit} = \frac{\text{aantal terecht positief}}{\text{aantal terecht positief} + \text{aantal foutnegatief}}$$

$$\text{Specificiteit} = \frac{\text{aantal terecht negatief}}{\text{aantal terecht negatief} + \text{aantal foutpositief}}$$

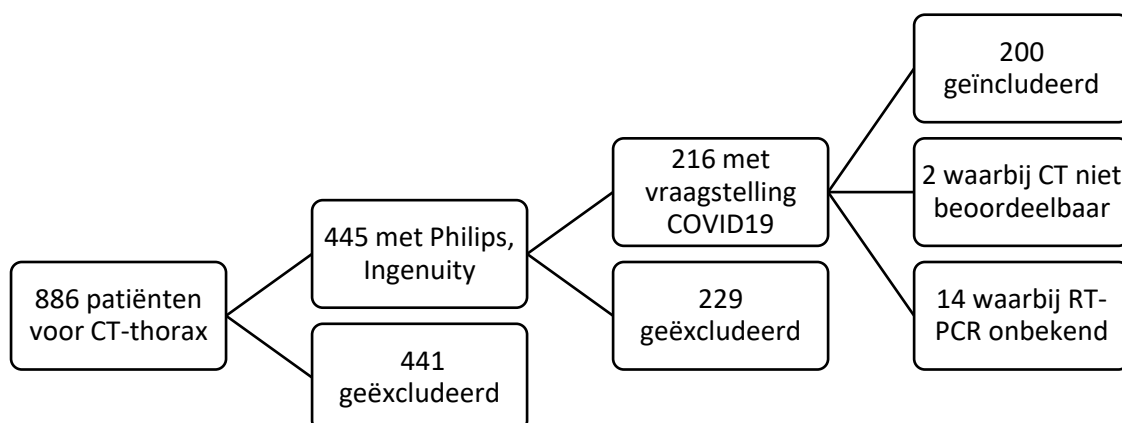
Om de relatie tussen CT-thorax en de verschillende uitkomsten (deelvraag 2, 3 en 5) te bepalen zal een logistisch regressie model gebruikt worden. Daarmee kan eventueel de uitslag van de RT-PCR voorspeld worden. Om tot een geschikt model te komen is backwards elimination worden toegepast. Wanneer de P-waarde $<0,05$ is werd de uitkomst als statistisch significant beoordeeld. Het verband tussen CORADS, CTSS en het aantal ziektedagen is beoordeeld middels Spearman's rho analyse.

Ethische aspecten

Binnen deze studie hebben alle patiënten een vergelijkbare behandeling ondergaan. Het betreft een retrospectief database onderzoek waarbij geen interventie werd gedaan. De data is verzameld binnen het WZA en werd anoniem verwerkt zodra de database compleet is. Resultaten van dit onderzoek zijn niet te herleiden zijn tot een individu. De onderzoeker is in dienst van de afdeling radiologie WZA en is zodoende gebonden aan het medisch beroepsgeheim. De uitvoering van deze studie en het gebruik van benodigde gegevens is beoordeeld en goedgekeurd door de raad van bestuur van het WZA. Een verklaring hiervan is te vinden in de bijlage 2.

Resultaten

In de periode 1 maart tot en met 12 juni 2020 zijn 886 patiënten gescand middels een CT-thorax protocol. Dataverzameling werd uitgevoerd tussen september en november 2020. Na toepassing van de in- en exclusiecriteria is er een populatie vastgesteld van 200 patiënten. Dit is weergegeven in figuur 1. In de beschreven periode zijn 886 patiënten gescand middels een CT-thorax protocol. Daarvan werden 445 scans uitgevoerd op de Philips, Ingenuity. In de aanvraag werd in 216 gevallen expliciet COVID19 genoemd en zijn zodoende geïnccludeerd. Twee onderzoeken werden geëxcludeerd aangezien deze niet beoordeelbaar zijn. In veertien gevallen was er geen uitslag van de RT-PCR bekend en zijn om die reden geëxcludeerd.



Figuur 1 weergave selectie patiënten

In de populatie was 58% van de populatie mannelijk, ten opzichte van 42% vrouwelijk. De gemiddelde leeftijd was 66 met een minimum van 20 en maximum van 96. Patiënten hadden gemiddeld 6 dagen klachten op het moment van onderzoek. Op 1 patiënt na werden de RT-PCR-test en CT-thorax binnen een dag van elkaar afgenomen. Een positieve uitslag van de RT-PCR werd gevonden bij 24 patiënten, waaronder 16 mannen en 8 vrouwen. 21 COVID19 positieve patiënten werden opgenomen op een verpleegafdeling, waarvan 7 later werden opgenomen op de IC. 1 patiënt is direct opgenomen op de IC. Per november 2020 zijn 54 patiënten overleden, waaronder 2 positief werden getest middels RT-PCR. In totaal 35 patiënten werden op basis van CT-Thorax beoordeeld als COVID19 positief. Daarvan zijn 10 patiënten overleden. CORADS 4 kwam 9 maal voor, CORADS 5 werd 24 maal gevonden. CORADS 6 werd tweemaal gevonden. De karakteristieken van de populatie zijn weergegeven in tabel 7.

Tabel 7 Karakteristieken populatie

	Totaal	RT-PCR +	RT-PCR -	CT +	CT -
N	200	24 (12)	176 (88)	35	165
Man	116 (58)	16 (66,6)	100 (56,8)	22 (63)	71 (43)
Vrouw	84 (42)	8 (33,3)	76 (43,2)	13 (37)	94 (57)
Leeftijd (jaren)					
Gemiddelde	66	61	66	68	65
Minimum	20	38	20	40	20
Maximum	96	81	96	93	96
Standaard deviatie	16,5	11,4	17,0	14,3	16,9
Duur klachten (dagen)					
Gemiddelde	6,3	8,6	5,9	7,6	5,9
Minimum	0	0	0	0	0
Maximum	35	21	35	21	35
Standaard deviatie	6,6	5,8	6,6	5,6	6,8
Verloop					
Opname verpleegafdeling	23 (11,5)	20 (83,3)	3 (1,7)	19 (54,3)	4 (2,4)
Opname IC	8 (4)	8 (33)	0 (0)	8 (22,9)	0 (0)
Overleden	54 (27)	2 (8,3)	52 (29,5)	10 (28,6)	44 (26,7)
Protocol					
Thorax blanco	163 (81,5)	20 (83,3)	143 (81,3)	30 (85,7)	133 (80,6)
Thorax embolie	30 (15)	4 (16,7)	26 (14,8)	5 (14,3)	25 (15,2)
Thorax bovenbuik	1 (0,5)	0 (0)	1 (0,6)	0 (0)	1 (0,6)
Thorax abdomen	6 (3)	0 (0)	6 (3,4)	0 (0)	6 (3,6)
CORADS					
0	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
1	121 (60,5)	1 (4,2)	120 (68,2)	-	121 (73,3)
2	20 (10)	1 (4,2)	19 (10,8)	-	20 (12,1)
3	24 (12)	0 (0)	24 (13,6)	-	24 (14,5)
4	9 (4,5)	3 (12,5)	6 (3,4)	9 (25,7)	-
5	24 (12)	16 (66,7)	7 (4,0)	23 (65,7)	-
6	2 (1)	3 (12,5)	0 (0)	3 (8,6)	-
CTSS (score)					
	<i>N.v.t.</i>	<i>N.v.t.</i>	<i>N.v.t.</i>		<i>N.v.t.</i>
Minimum	-	-	-	2	-
Maximum	-	-	-	25	-
Gemiddelde	-	-	-	12,8	-
Standaard deviatie	-	-	-	6,1	-

Tenzij anders aangeven zijn getallen patiënten aantallen met percentages tussen haakjes

Bij het bepalen van sensitiviteit en specificiteit is CORADS 6 uitgesloten, wat maakt dat bij 33 patiënten CT-thorax positief was voor COVID19 en 165 maal negatief. In tabel 8 zijn de uitkomsten van CT-thorax en RT-PCR tegen elkaar uitgezet. Het valt op dat CT-thorax bij twee patiënten foutnegatief was. CT-thorax was foutpositief bij 13 patiënten. Dit geeft een sensitiviteit van 0,91 met een specificiteit van 0,93. De berekening van sensitiviteit en specificiteit is weergegeven in bijlage 3.

De uitkomst van het logistisch regressie model voor een positieve RT-PCR is weergegeven in tabel 9. Overige variabelen waaronder leeftijd, geslacht en de duur van de klachten droegen niet significant bij, en zijn middels backwards elimination uit het model verwijderd. Zowel CORADS als CTSS waren significant ($P < 0,05$) met een R^2 van respectievelijk 0,640 en 0,484.

Voor het voorspellen van een ziekenhuisopname waren CORADS en CTSS significant (tabel 10). Daarbij past CORADS met een R^2 van 0,503 en CTSS met R^2 van 0,349. Ook voor een IC-opname droegen CORADS en CTSS significant bij (tabel 11). De R^2 voor CORADS blijkt 0,466 en 0,469 voor CTSS. In tabel 12 wordt de relatie tussen de CT-thorax uitkomsten en het aantal ziektedagen weergegeven. Deze bleek in geen geval statistisch significant.

Tabel 8 Uitkomsten RT-PCR versus CT-Thorax

		RT-PCR		
		Negatief	Positief	Totaal
CT-Thorax	Negatief	163 (92,6%)	2 (9,1%)	165 (83,3%)
	Positief	13 (7,4%)	20 (90,9%)	33 (16,7%)
	Totaal	176 (100%)	22 (100%)	198 (100%)

Tabel 9 CORADS en CTSS als voorspeller voor een positieve RT-PCR

	N	P	Exp(B)	Nagelkerke R ²
CORADS	200	0,001	4,886	0,640
CTSS	200	0,001	1,312	0,484

0= RT-PCR negatief, 1= RT-PCR positief

Tabel 10 CT-thorax als voorspeller voor ziekenhuisopname

	N	Significantie	Exp(B)	Nagelkerke R ²
CORADS	200	0,001	3,321	0,503
CTSS	200	0,001	1,226	0,349

0= geen opname, 1 = wel opname

Tabel 11 CT-thorax als voorspeller voor IC opname

	N	Significantie	Exp(B)	Nagelkerke R ²
CORADS	200	0,002	4,577	0,466
CTSS	200	0,001	1,280	0,469

0= geen opname, 1 = wel opname

Tabel 12 Relatie tussen CT-Thorax en aantal ziekte-dagen

	N	Sig. Correlation	Sig. Spearmans ρ
CORADS	200	0,308	0,148
CTSS (alle)	200	0,328	0,112
CTSS (corads $\geq$ 4)	35	0,818	0,809

Discussie

Het doel van deze studie is het bepalen van de waarde van CT-thorax bij COVID19 verdachte patiënten. De sensitiviteit en specificiteit van CT-thorax voor COVID19 in deze studie zijn 91% en 93%. In soortgelijke studies vond men een sensitiviteit rond 97% en specificiteit van 25% (15,27). In deze studie is er een relatief kleine groep die fout-positief bleek voor COVID19. Dit kan een verklaring zijn voor het verschil in specificiteit. In een studie naar de inzet van CT-thorax bij triage voor COVID-19 heeft CT-thorax vergelijkbare sensitiviteit van 90,2% (29). In dezelfde studie vonden de onderzoekers een specificiteit van 88,2%.

In het geval dat de RT-PCR uitslag lang op zich laat wachten is het nuttig deze te kunnen voorspellen. In deze studie bleek CORADS een voorspellende waarde te hebben voor een positieve RT-PCR. De gevonden R^2 duidt erop dat de RT-PCR in 64% van de gevallen juist voorspeld kan worden op basis van CORADS. Daarbij geeft elke stap in de CORADS 4,9 keer meer kans op een positieve RT-PCR. Dit is een te verwachten uitkomst.

De CTSS kan op eenzelfde manier worden beschreven. In 48% van de gevallen kan de RT-PCR worden voorspeld middels de CTSS. Daarbij is er 1,3 keer meer kans op een positieve RT-PCR voor elke punt op de CTSS. Alle andere onderzochte variabelen hadden geen significant voorspellende waarde. De CORADS en CTSS lijken nuttig om de uitslag van de RT-PCR te voorspellen, hoewel met beperkte zekerheid. Wanneer er meer variabelen aan een dergelijk model worden toegevoegd, kan die zekerheid worden vergroot. Een grotere populatie en een betere balans tussen COVID19 positieve en negatieve patiënten kunnen daaraan bijdragen.

Het voorspellen van een ziekenhuisopname middels CT-thorax lijkt mogelijk. Voor een opname op de verpleegafdeling geven CORADS en CTSS een R^2 van 0,503 en 0,349. Daarmee kan een redelijke voorspelling worden gedaan, hoewel ook dit model verbeterd kan worden wanneer er meer variabelen aan worden toegevoegd. In deze studie waren andere variabelen echter niet significant. Voor een opname op de IC geeft CORADS een R^2 van 0,466. De CTSS laat hier een R^2 van 0,469 zien. Daarmee kan wederom bijna de helft van de ziekenhuisopnames voorspeld worden. Echter is het ook hier aan te raden verder onderzoek te doen om tot een model te komen.

Een verband tussen de duur van de klachten en afwijkingen uitgedrukt in CORADS of CTSS is niet aangetoond. Dit kan worden veroorzaakt door de kleine groep COVID19 positieve patiënten binnen deze studie. Eerder onderzoek heeft aangetoond dat het longbeeld op CT in de tijd snel kan veranderen (16). Het is daarom van belang deze temporele component verder te onderzoeken. De duur van de klachten wordt tijdens de anamnese beschreven door de patiënt. De betrouwbaarheid van die informatie kan daarom laag zijn. Mogelijk is er hierdoor en de wisselende expressie van de ziekte, geen significant verband aangetoond.

In deze studie is de sensitiviteit van CT-thorax hoger dan die van de RT-PCR, 91% ten opzichte van 71% (27). In totaal werden 33 patiënten op basis van CT-thorax beoordeeld als COVID19 positief. Daarvan werden 13 negatief getest middels RT-PCR. Deze groep “fout-positieven” ten opzichte van de RT-PCR is relatief groot, namelijk 39%. Omdat de sensitiviteit van de RT-PCR laag is, is de kans dat deze patiënten wel degelijk COVID19 hebben groot. Op basis van de CT-thorax zou deze groep als COVID19 positief gekenmerkt kunnen worden. Herhaling van de RT-PCR is in ieder geval aangeraden. Patiënten die op basis van CT-thorax COVID19 positief zijn dienen dan ook in isolatie te worden verpleegd. Zo wordt verdere verspreiding van het virus tegengegaan.

Binnen deze studie zijn de diagnostische beelden beoordeeld door zes radiologen, waarbij interbeoordelaarbetroouwbaarheid buiten beschouwing is gelaten. Dit kan echter wel een invloed hebben op waarden zoals CORADS en CTSS. Er zijn algoritmen in ontwikkeling die dergelijke waarden zouden kunnen bepalen, waaronder CORADS-AI van Lessmann et al. (30). Hoewel nog niet gepubliceerd lijken uitkomsten veelbelovend. Eventueel kunnen algoritmen bijdragen aan de waarde van CT-thorax bij COVID19.

Een tweetal patiënten binnen deze studie werden op basis van CT-thorax gezien als COVID19 negatief, terwijl de RT-PCR positief bleek. De CT-thorax kan de RT-PCR als gouden standaard niet volledig vervangen. Echter in de periode waarin de uitslag van de RT-PCR nog niet bekend is kan CT-thorax een betrouwbare voorspeller zijn. Dit is waardevol bij capaciteitsmanagement in het geval dat een ziekenhuis te maken heeft met veel COVID19 (verdachte) patiënten.

De waarde van CT-thorax bij de diagnose COVID19 wordt in de praktijk mogelijk onderschat. De hogere sensitiviteit ten opzichte van de RT-PCR in deze studie maakt dat in de klinische setting CT-thorax een grotere rol zou kunnen spelen in het vaststellen van COVID19. De modaliteit kan laagdrempelig worden ingezet, zeker wanneer de RT-PCR (nog) onbekend of negatief is. Verder onderzoek kan hierover uitsluitsel bieden en de voorspellende waarde mogelijk verbeteren. Het inzetten van CT-thorax is echter wel afhankelijk van de capaciteit binnen de afdeling radiologie.

Referenties

1. World Health Organization. WHO Coronavirus Disease (COVID-19) Dashboard [Internet]. [geciteerd 9 januari 2021]. Beschikbaar op: <https://covid19.who.int>
2. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Patiënt met nieuw coronavirus in Nederland | RIVM [Internet]. [geciteerd 9 januari 2021]. Beschikbaar op: <https://www.rivm.nl/nieuws/patient-met-nieuw-coronavirus-in-nederland>
3. Trepels L. Aantal coronabesmettingen in Brabant gestegen tot 1739 [Internet]. Omroep Brabant. 2020 [geciteerd 9 januari 2021]. Beschikbaar op: <https://www.omroepbrabant.nl/nieuws/3177367/aantal-coronabesmettingen-in-brabant-gestegen-tot-1739>
4. Rijksoverheid M van AZ. Sociale terughoudendheid in Brabant tot en met 16 maart - Nieuwsbericht - Rijksoverheid.nl [Internet]. Ministerie van Algemene Zaken; 2020 [geciteerd 9 januari 2021]. Beschikbaar op: <https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2020/03/10/sociale-terughoudendheid-in-brabant-tot-en-met-16-maart>
5. Rijksoverheid M van AZ. Het coronavirus en zorg op de intensive care (ic-plekken) - Coronavirus COVID-19 - Rijksoverheid.nl [Internet]. Ministerie van Algemene Zaken; 2020 [geciteerd 9 januari 2021]. Beschikbaar op: <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/coronavirus-covid-19/gezondheid-en-zorg/ic-plekken>
6. van Dijk T. Het zwarte scenario dat niet uitkwam: waarom de verwachte piek van 2.400 coronapatiënten op de ic's er bij lange na niet kwam [Internet]. de Volkskrant. 2020 [geciteerd 9 januari 2021]. Beschikbaar op: <https://www.volkskrant.nl/gs-bfdc254b>
7. Nieuwenhuis M. Zorgpersoneel uitgeput door coronacrisis: 'Ze behandelen je echt als dienstmeid' [Internet]. AD.nl. 2020 [geciteerd 9 januari 2021]. Beschikbaar op: <https://www.ad.nl/binnenland/zorgpersoneel-uitgeput-door-coronacrisis-ze-behandelen-je-echt-als-dienstmeid~aa3452b9/>
8. World Health Organization. Naming the coronavirus disease (COVID-19) and the virus that causes it [Internet]. [geciteerd 9 januari 2021]. Beschikbaar op: [https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/technical-guidance/naming-the-coronavirus-disease-\(covid-2019\)-and-the-virus-that-causes-it](https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/technical-guidance/naming-the-coronavirus-disease-(covid-2019)-and-the-virus-that-causes-it)
9. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Testen | RIVM [Internet]. [geciteerd 9 januari 2021]. Beschikbaar op: <https://www.rivm.nl/coronavirus-covid-19/testen>
10. Watson J, Whiting PF, Brush JE. Interpreting a covid-19 test result. BMJ. 12 mei 2020;m1808.
11. West CP, Montori VM, Sampathkumar P. COVID-19 Testing. Mayo Clin Proc. juni 2020;95(6):1127–9.
12. Aylward B, Liang W. Report of the WHO-China Joint Mission on Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) [Internet]. China: World Health Organization; 2020 feb p. 40. Beschikbaar op: [https://www.who.int/publications/i/item/report-of-the-who-china-joint-mission-on-coronavirus-disease-2019-\(covid-19\)](https://www.who.int/publications/i/item/report-of-the-who-china-joint-mission-on-coronavirus-disease-2019-(covid-19))
13. Brouqui P, Amrane S, Million M, Cortaredona S, Parola P, Lagier J-C, e.a. Asymptomatic hypoxia in COVID-19 is associated with poor outcome. Int J Infect Dis. januari 2021;102:233–8.

14. Zimmerman M. Corona-virus/COVID-19 en CT-scan van de longen uitgelegd [Internet]. 2020 [geciteerd 9 januari 2021]. Beschikbaar op: <https://www.radiologen.nl/nieuws/corona-viruscovid-19-en-ct-scan-van-de-longen-uitgelegd>
15. Ai T, Yang Z, Hou H, Zhan C, Chen C, Lv W, e.a. Correlation of Chest CT and RT-PCR Testing for Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) in China: A Report of 1014 Cases. *Radiology*. augustus 2020;296(2):E32–40.
16. Botter SD. De Diagnostische Waarde van CT en Temporele CT-karakteristieken bij COVID-19 Patiënten. juni 2020;38.
17. Lee Y, Min P, Lee S, Kim S-W. Prevalence and Duration of Acute Loss of Smell or Taste in COVID-19 Patients. *J Korean Med Sci*. 2020;35(18):e174.
18. Esakandari H, Nabi-Afjadi M, Fakkari-Afjadi J, Farahmandian N, Miresmaeili S-M, Bahreini E. A comprehensive review of COVID-19 characteristics. *Biol Proced Online*. december 2020;22(1):19.
19. Shi H, Han X, Jiang N, Cao Y, Alwalid O, Gu J, e.a. Radiological findings from 81 patients with COVID-19 pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study. *Lancet Infect Dis*. april 2020;20(4):425–34.
20. Wang D, Hu B, Hu C, Zhu F, Liu X, Zhang J, e.a. Clinical Characteristics of 138 Hospitalized Patients With 2019 Novel Coronavirus–Infected Pneumonia in Wuhan, China. *JAMA*. 17 maart 2020;323(11):1061.
21. Zimmerman M. Handreiking Standaardverslag CT-thorax COVID inclusief CO-RADS en CT-score [Internet]. 2020 [geciteerd 9 januari 2021]. Beschikbaar op: <https://www.radiologen.nl/secties/netwerk-covid-19/documenten/handreiking-standaardverslag-ct-thorax-covid-inclusief-co-rads>
22. Radiology Assistant. The Radiology Assistant : COVID-19 CO-RADS classification [Internet]. [geciteerd 9 januari 2021]. Beschikbaar op: <https://radiologyassistant.nl/chest/covid-19/corads-classification#typical-findings>
23. Prokop M, van Everdingen W, van Rees Vellinga T, Quarles van Ufford H, Stöger L, Beenen L, e.a. CO-RADS: A Categorical CT Assessment Scheme for Patients Suspected of Having COVID-19—Definition and Evaluation. *Radiology*. augustus 2020;296(2):E97–104.
24. Chang Y-C, Yu C-J, Chang S-C, Galvin JR, Liu H-M, Hsiao C-H, e.a. Pulmonary Sequelae in Convalescent Patients after Severe Acute Respiratory Syndrome: Evaluation with Thin-Section CT. *Radiology*. september 2005;236(3):1067–75.
25. Corman VM, Landt O, Kaiser M, Molenkamp R, Meijer A, Chu DK, e.a. Detection of 2019 novel coronavirus (2019-nCoV) by real-time RT-PCR. *Eurosurveillance* [Internet]. 23 januari 2020 [geciteerd 9 januari 2021];25(3). Beschikbaar op: <https://www.eurosurveillance.org/content/10.2807/1560-7917.ES.2020.25.3.2000045>
26. Long C, Xu H, Shen Q, Zhang X, Fan B, Wang C, e.a. Diagnosis of the Coronavirus disease (COVID-19): rRT-PCR or CT? *Eur J Radiol*. mei 2020;126:108961.
27. Fang Y, Zhang H, Xie J, Lin M, Ying L, Pang P, e.a. Sensitivity of Chest CT for COVID-19: Comparison to RT-PCR. *Radiology*. augustus 2020;296(2):E115–7.
28. Woloshin S, Patel N, Kesselheim AS. False Negative Tests for SARS-CoV-2 Infection — Challenges and Implications. *N Engl J Med*. 6 augustus 2020;383(6):e38.

29. Hermans JJR, Groen J, Zwets E, Boxma-De Klerk BM, Van Werkhoven JM, Ong DSY, e.a. Chest CT for triage during COVID-19 on the emergency department: myth or truth? *Emerg Radiol.* december 2020;27(6):641–51.
30. Lessmann N, Sánchez CI, Beenen L, Brink M, Calli E, Charbonnier J-P, e.a. Automated Assessment of CO-RADS and Chest CT Severity Scores in Patients with Suspected COVID-19 Using Artificial Intelligence. :44.

Bijlagen

1. Standaardverslag COVID19 van NVvR (21)

In bold items die het meest belangrijk zijn. Dit standaardverslag is zelf om te bouwen naar het voor het ziekenhuis gebruikelijke en meest makkelijke format. De items zijn nu genummerd, met uitleg in de kopjes eronder.

1. Aard van klachten: *** Duur van klachten: *** dagen

2. CO-RADS: ***

3. CT Severity Score: ***

4. Pleuravocht * Pericardvocht *** Vergrote lymfeklieren:**

5. Relevante nevenbevindingen: ***

Conclusie:

*** CT Thorax.

CO-RADS ***

CT Severity Score: ***

Relevante co-morbiditeit: ***

6. Disclaimer

2. Goedkeuring raad van bestuur Wilhelmina Ziekenhuis Assen



Wilhelmina Ziekenhuis Assen

De heer N. Hooiveld
Student Radiologie

Europaweg-Zuid 1
9401 RK Assen

Postbus 30001
9400 RA Assen

0592-32 55 55

www.wza.nl

Datum
14 oktober 2020

Onderwerp
Studie: Waarde CT bij vaststellen Covid-19

Kenmerk
120/goedkeuring
Paginanummer
1

Telefoon rechtstreeks
0592-325146
E-mail
greta.harders@wza.nl

Geachte heer Hooiveld,

Hierbij laat ik u weten dat de Raad van Bestuur van het Wilhelmina Ziekenhuis Assen kennis heeft genomen van voornoemd protocol "Waarde van CT bij vaststellen Covid-19", en positief adviseert over de lokale uitvoerbaarheid van bovengenoemd onderzoeksprotocol in haar instelling.

De Raad van Bestuur baseert dit advies op de volgende overwegingen:

- de deskundigheid en bekwaamheid van lokale uitvoerders en ondersteunend personeel van het onderzoek;
- het beroepsmatig inlichten van alle personen die een bijdrage moeten leveren aan het onderzoek over het onderzoeksprotocol;
- de geschiktheid van de faciliteiten en de instelling voor een gedegen uitvoering van het onderzoek;
- de niet gelijktijdige uitvoering van andere onderzoeken in het Wilhelmina Ziekenhuis Assen waardoor het welslagen van het onderzoek en van andere onderzoeken bemoeilijkt kan worden;
- het onderzoek wordt uitgevoerd onder begeleiding van de heer R. de Jong, radioloog in het Wilhelmina Ziekenhuis Assen in het kader van uw opleiding.

De raad van bestuur van het Wilhelmina Ziekenhuis Assen,

Dr. P. van der Wijk
voorzitter raad van bestuur

cc. Dhr. R. de Jong, radioloog WZA
Researchbureau WZA

KvK nummer
41017323

3. Berekening sensitiviteit en specificiteit

$$\text{Sensitiviteit} = \frac{\text{aantal terecht positief}}{\text{aantal terecht positief} + \text{aantal foutnegatief}} = \frac{20}{20 + 2} = 0,91$$

$$\text{Specificiteit} = \frac{\text{aantal terecht negatief}}{\text{aantal terecht negatief} + \text{aantal foutpositief}} = \frac{163}{163 + 13} = 0,93$$