

Inleiding

Radiotherapeutisch Instituut Verbeeten wil de bijwerkingen voor patiënten met een keel-neus-oor tumor reduceren. Hiervoor dienen de bestralingsmarges verkleind te worden (1). Om dit mogelijk te maken zal een matchmethode toegepast moeten worden waarbij de patiëntligging het best overeenkomt met de planning-computertomografiebeelden, ook wel reproduceerbaarheid genoemd. Daarnaast dienen de uitgevoerde matches geanalyseerd te worden. Dit gebeurt volgens het stoplichtprotocol (2). Aan de hand van dit protocol wordt beoordeeld of de patiënt correct gepositioneerd is en of anatomische veranderingen optreden, eventuele vervolgstappen staan hier ook bij vermeld. Echter, sinds de invoering van het stoplichtprotocol is nooit onderzocht of het protocol correct wordt toegepast. Daarnaast is het onbekend welke matchmethode leidt tot de beste reproduceerbaarheid. Dit leidt tot de doelstelling:

Verifiëren hoe vaak de stappen van het stoplichtprotocol bij patiënten met een KNO-tumor correct worden toegepast en onderzoeken welke matchmethode – 4D matchmethode op de wervels, 6D matchmethode op wervels of 6D matchmethode met verkleind Region Of Interest (ROI) – de beste reproduceerbaarheid oplevert.

Methode

Dit onderzoek is uitgevoerd aan de hand van een kwantitatieve retrospectieve cohortstudie. Alle gegevens hebben betrekking op patiënten die in de periode van 1 juni 2018 t/m 31 december 2018 zijn bestraald op een KNO-tumor en/of de klieren in de hals.

In dit onderzoek is voor 45 patiënten nagegaan of per aspect van het stoplichtprotocol de juiste vervolgacties waren uitgezet. De verschillende aspecten betreffen de afwijking tussen de wervel en kaak, contourveranderingen en de tafeloverride. Het stoplichtprotocol dient als hulpmiddel tijdens het matchen en geeft per kleurcode aan welke partijen geïnformeerd dienen te worden. Voor dit onderzoek heeft de onderzoeker in de ARIA – Offline Review onderzocht welke acties uitgezet hadden moeten worden. In het elektronisch patiënten dossier, Process2Cure, is opgezocht welke vervolgacties daadwerkelijk zijn uitgezet. De resultaten zijn verwerkt in stroomschema's.

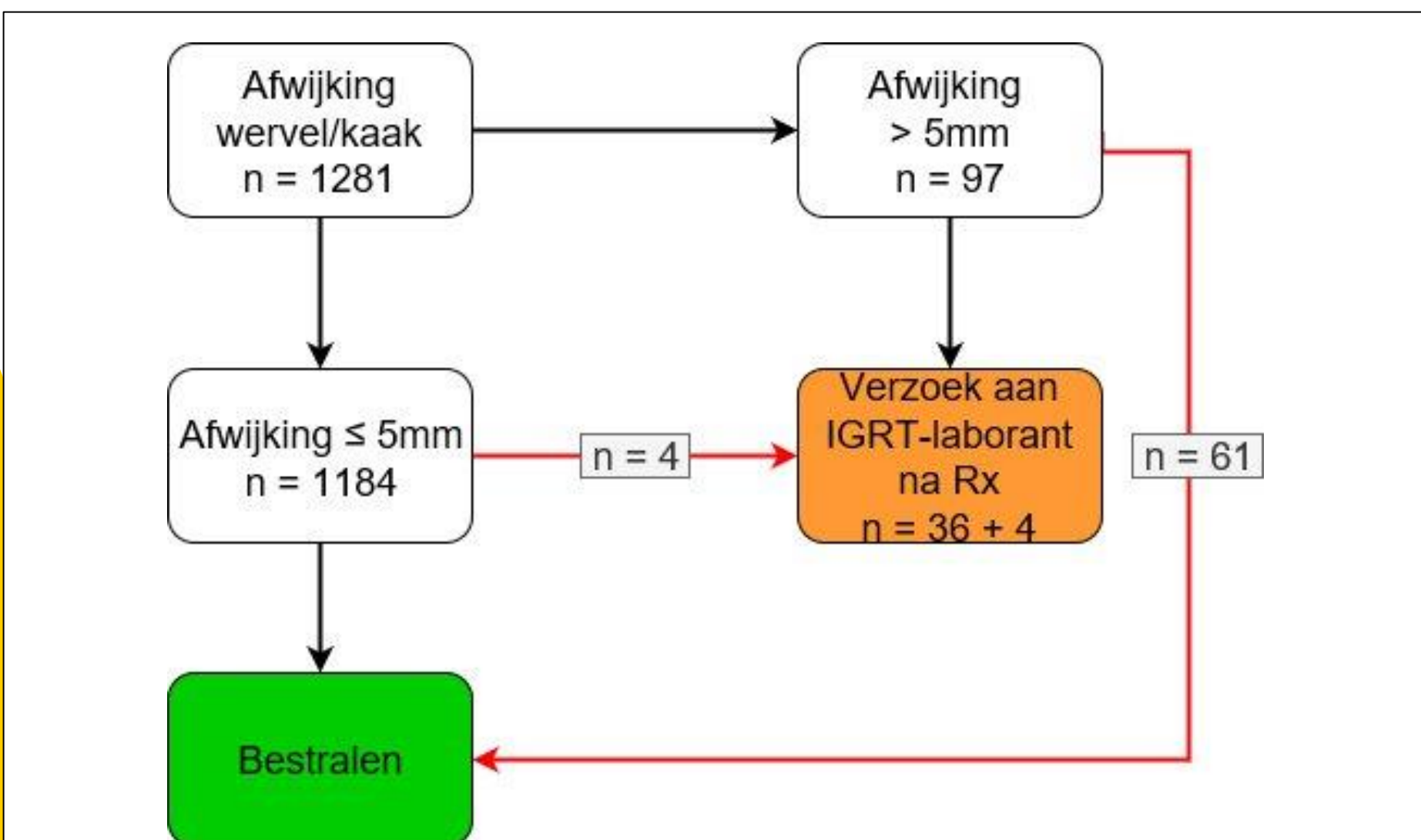
Tot slot zijn voor 39 patiënten drie verschillende matchmethodes met elkaar vergeleken. De tafelverschuivingen van de 4D matchmethode waren terug te vinden in ARIA – Offline Review en konden worden overgenomen. De tafelverschuivingen van de 6D matchmethode op de wervels werden bekend door een automatische match uit te voeren op alle botstructuren binnen het ROI. Het ROI werd geplaatst om het totale beeld van de cone-beam computertomografie (CBCT). De match mocht daarna indien nodig handmatig worden aangepast. Het ROI bij de andere 6D matchmethode werd geplaatst om het totale planning target volume (PTV). Deze automatische match werd niet handmatig aangepast. Daarnaast is per matchmethode onderzocht of het clinical target volume (CTV) binnen het PTV lag en of volgens een visuele beoordeling de CTV-PTV marge verkleind kon worden van 5,0 mm naar 3,0 mm. Het gebruik van de pitch- en roll-rotatie is verwerkt in histogrammen en de beoordeling of het CTV binnen het PTV lag en of de margeverkleining mogelijk was, wordt weergegeven in een tabel.

Resultaten

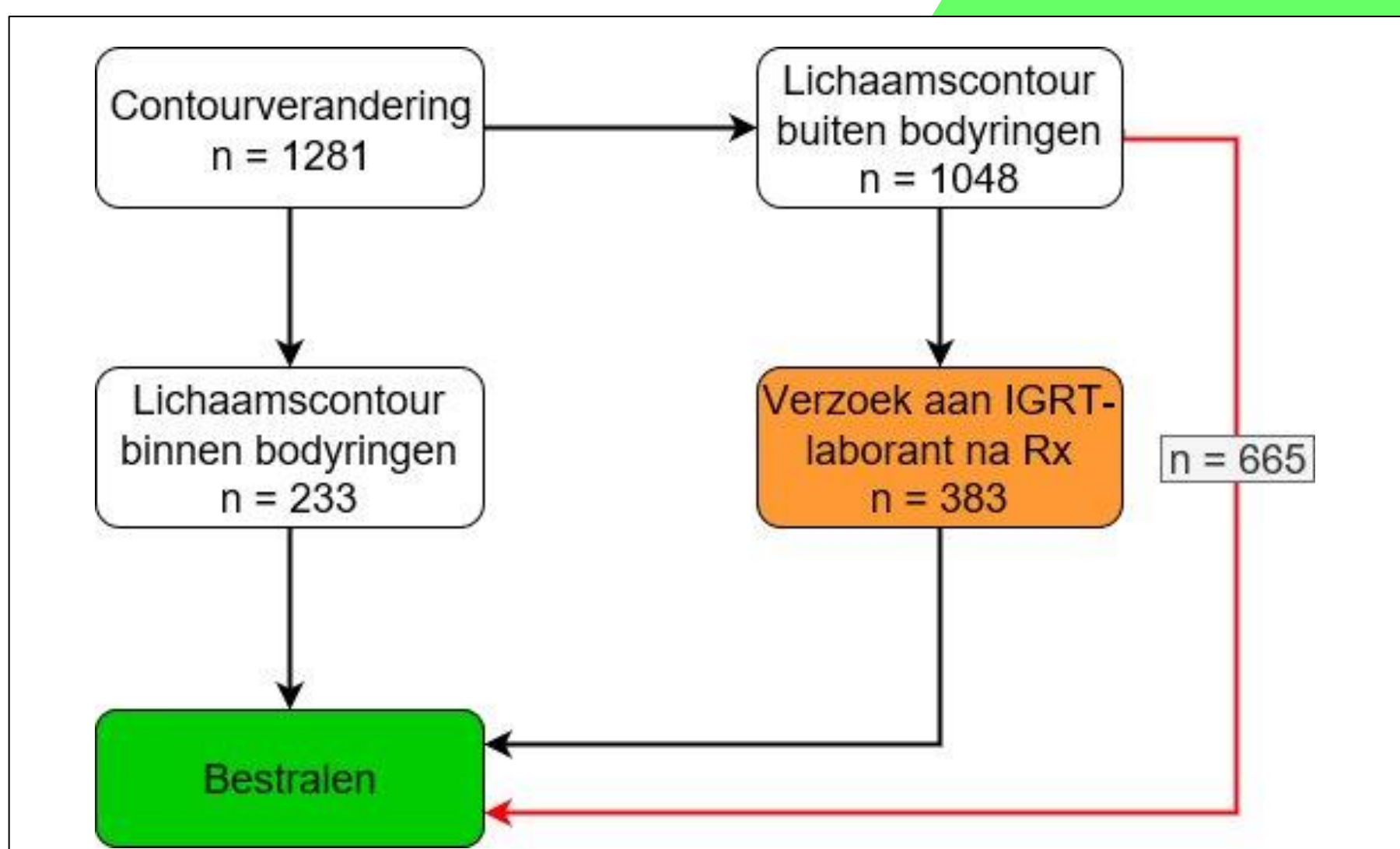
In de stroomdiagrammen van figuur 1, 2 en 3 zijn de resultaten weergegeven met betrekking tot de verschillende aspecten en de daarbij behorende kleurcodes volgens het stoplichtprotocol. De zwarte lijnen geven de juiste routes weer en de rode de afwijkende. Uit figuur 1 blijkt dat 65 stappen (5,1%) niet volgens het protocol zijn uitgevoerd met betrekking tot de afwijking tussen de wervel en kaak. Uit figuur 2 blijkt dat 665 stappen (51,9%) met betrekking tot de contourverandering niet volgens het protocol zijn uitgevoerd. Tot slot blijkt uit figuur 3 dat 17 stappen (0,3%) niet volgens het protocol zijn uitgevoerd met betrekking op de tafeloverride.

In figuur 4 en 5 zijn de pitch- en roll-rotaties weergegeven zoals toegepast bij de 6D matchmethode met verkleind ROI. Instituut Verbeeten heeft gesteld dat 6D matchen als toegevoegde waarde wordt gezien, indien de pitch- en roll-rotatie in meer dan 33% van het aantal fracties groter of gelijk is aan 0,5 graden. Uit dit onderzoek blijkt dat deze gewenste pitch- en roll-rotatie bij de 6D matchmethode met verkleind ROI in respectievelijk 67% en 59% van het aantal fracties werd toegepast. Bij de 6D matchmethode op de wervels dient de gewenste pitch- en roll-rotatie in respectievelijk 65% en 53% van het aantal fracties toegepast te worden.

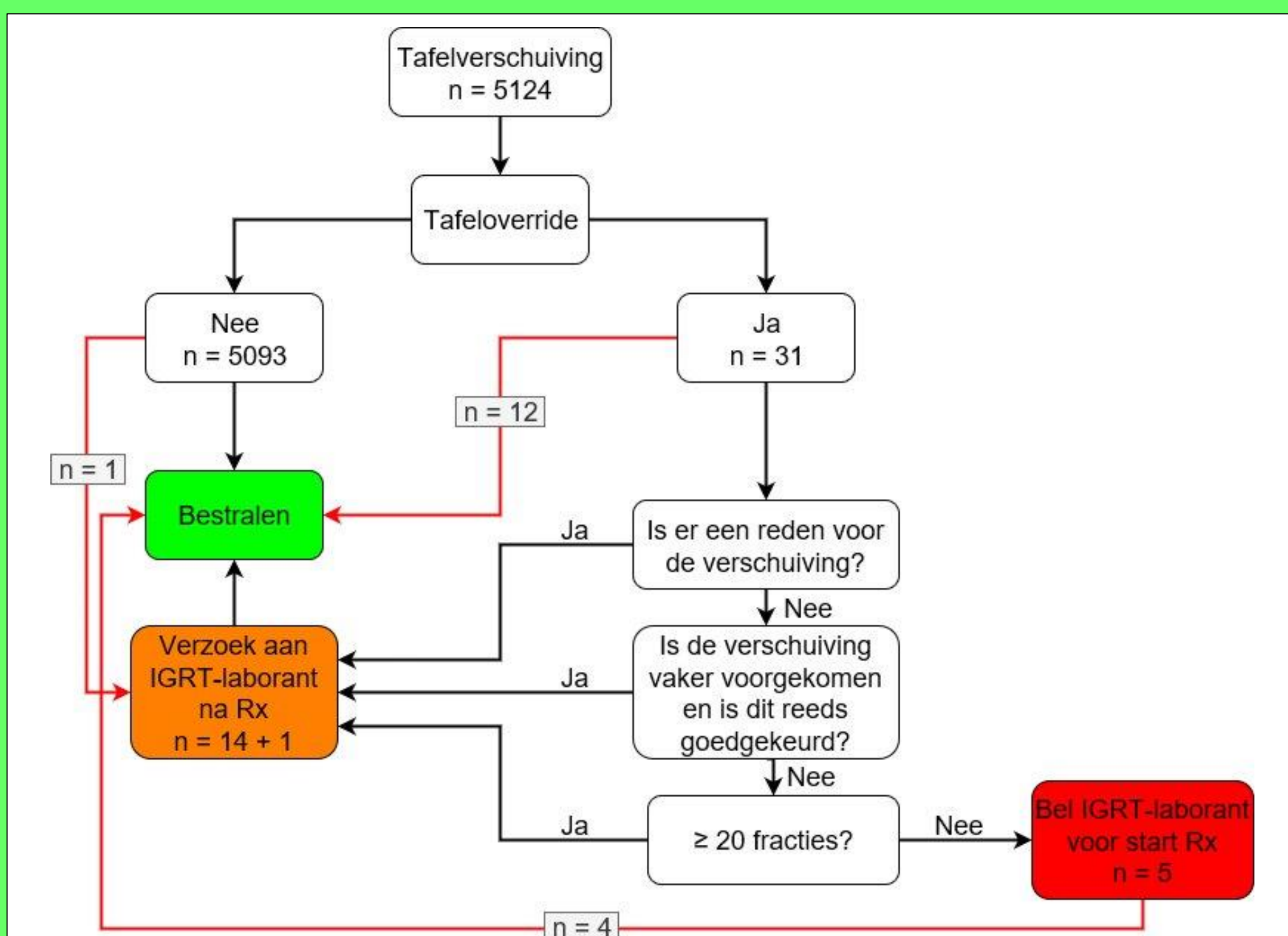
Tot slot is in tabel 1 per matchmethode weergegeven hoeveel fracties het CTV binnen het PTV gepositioneerd was en hoeveel fracties de CTV-PTV marge verkleind had kunnen worden naar 3,0 mm. Hieruit blijkt dat dit het vaakst mogelijk was bij de 6D matchmethode met verkleind ROI, namelijk respectievelijk 93,9% en 60,6%. Echter, de margeverkleining blijkt afhankelijk te zijn van het exacte doelgebied. 34 patiënten zijn bestraald op de klieren, waarbij in 41,2% van het aantal fracties de marge niet verkleind kon worden. Bij 36 patiënten is de tumor in het KNO-gebied bestraald, waarbij in 33,3% van het aantal fracties de marge niet verkleind kon worden.



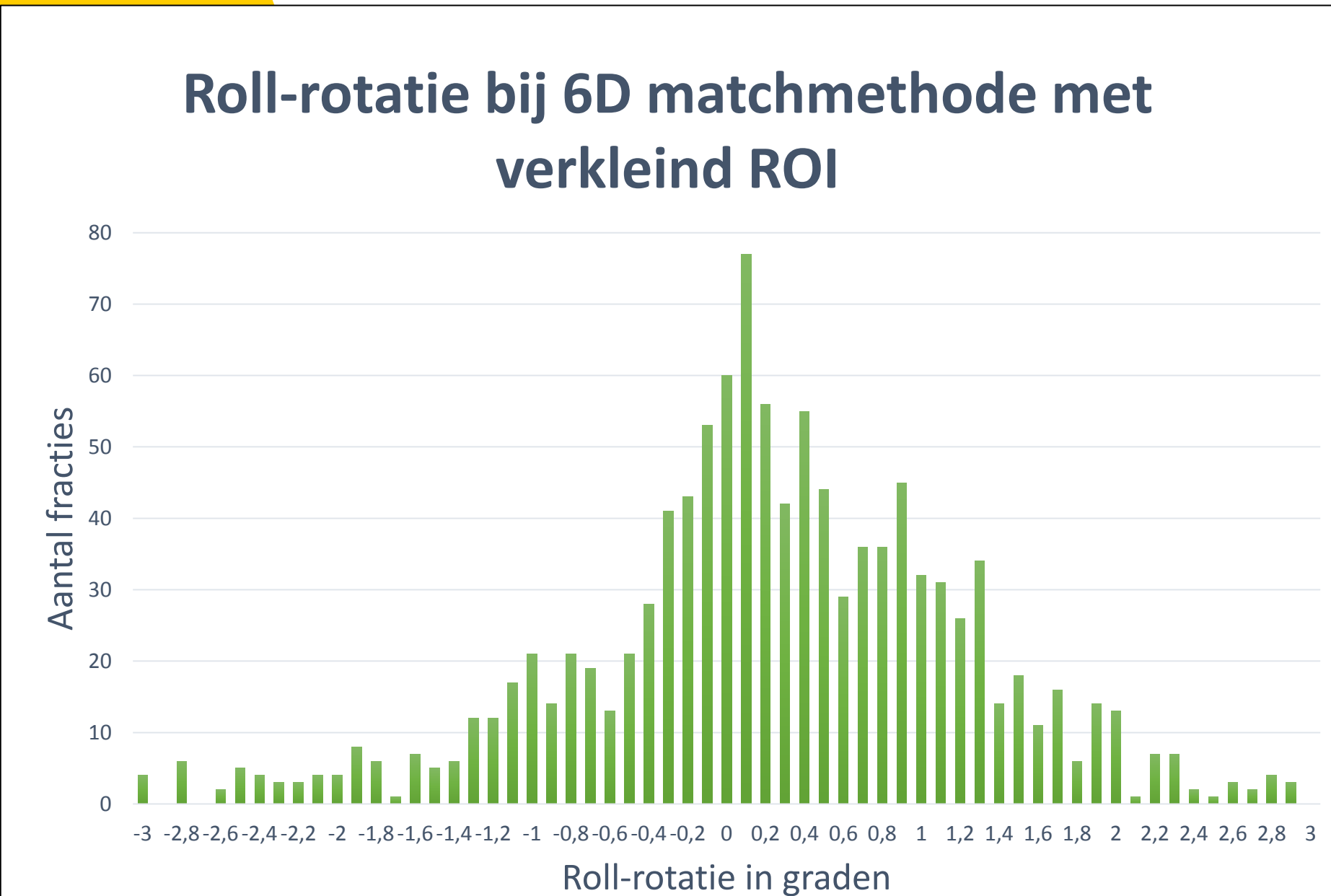
Figuur 1: Aantal afwijkingen van de wervel ten opzichte van de kaak en de bijbehorende vervolgstappen volgens het stoplichtprotocol. De zwarte lijnen geven de juiste routes weer en de rode de afwijkende. N = aantal fracties, groen = geen actie nodig, oranje = verzoek sturen aan IGRT-laborant na de bestraling.



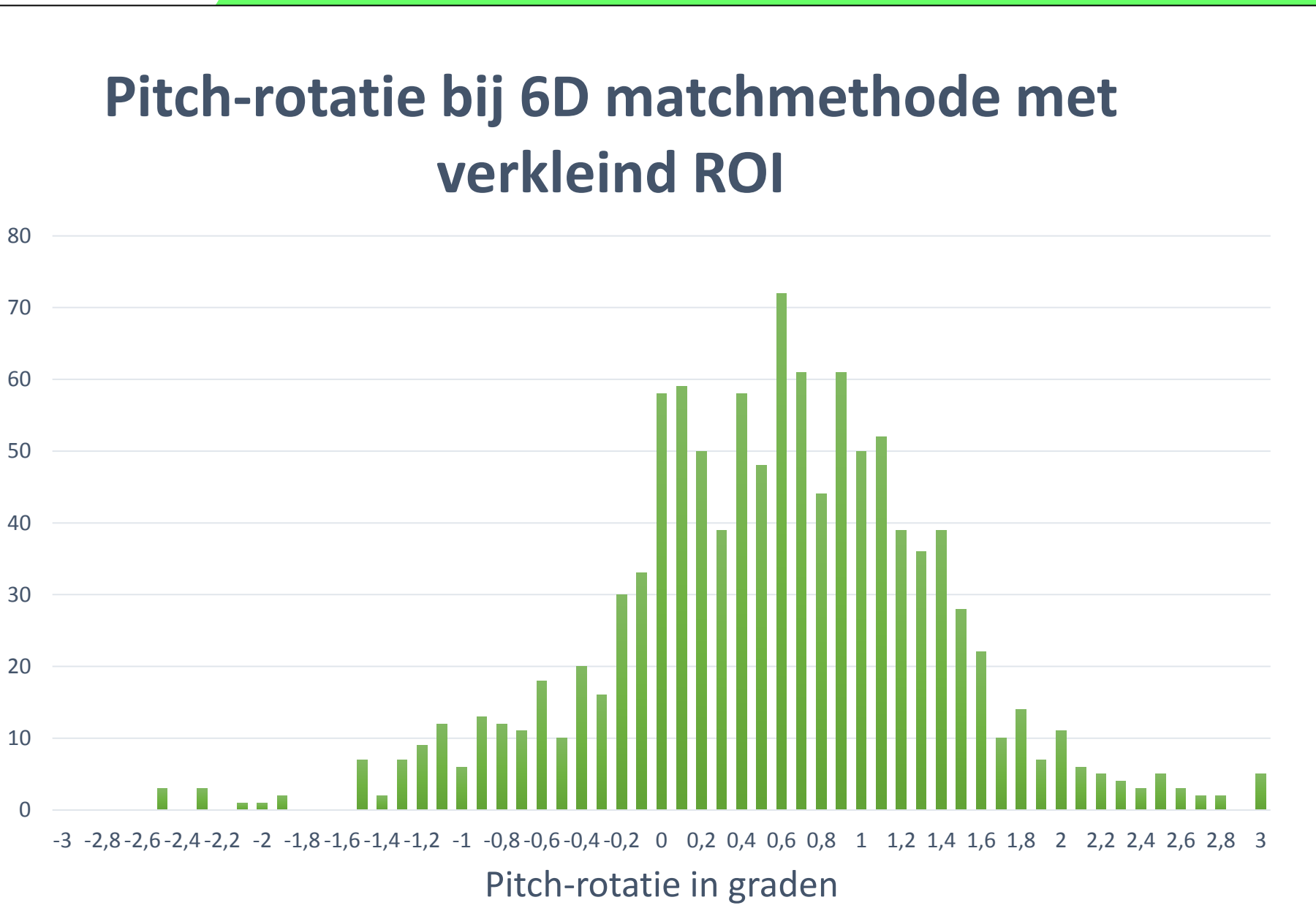
Figuur 2: Aantal afwijkingen met betrekking tot de contourverandering en de bijbehorende vervolgstappen volgens het stoplichtprotocol. De zwarte lijnen geven de juiste routes weer en de rode de afwijkende. N = aantal fracties, groen = geen actie nodig, oranje = verzoek sturen aan IGRT-laborant na de bestraling.



Figuur 3: Aantal afwijkingen met betrekking tot de tafeloverride en de bijbehorende vervolgstappen volgens het stoplichtprotocol. De zwarte lijnen geven de juiste routes weer en de rode de afwijkende. N = aantal fracties, groen = geen actie nodig, oranje = verzoek sturen aan IGRT-laborant na de bestraling, rood = IGRT-laborant bellen voor start van de bestraling.



Figuur 4: Roll-rotatie zoals toegepast bij de 6D matchmethode met ROI om het totale PTV.



Figuur 5: Pitch-rotatie zoals toegepast bij de 6D matchmethode met ROI om het totale PTV.

Tabel 1: Per matchmethode weergegeven hoeveel fracties het CTV binnen het PTV gepositioneerd was en hoeveel fracties de CTV-PTV marge verkleind kon worden naar 3,0 mm.

	4D matchmethode wervels	6D matchmethode wervels	6D matchmethode verkleind ROI
CTV binnen het PTV gepositioneerd	1003 fracties 90,0%	1030 fracties 92,4%	1047 fracties 93,9%
CTV-PTV marge 3,0 mm mogelijk	598 fracties 53,6%	644 fracties 57,8%	676 fracties 60,6%

CTV = clinical target volume, PTV = planning target volume, ROI = region of interest.

Discussie

Het stoplichtprotocol verbeterd de nauwkeurigheid van de behandeling, waardoor het toegevoegde waarde heeft (3-4). Desondanks worden regelmatig foute vervolgacties uitgezet, wat de kwaliteit van de behandeling kan beïnvloeden.

Het gebruik van de pitch- en roll-rotatie blijkt van toegevoegde waarde. Bij tumoren in het hoofd-halsgebied dienen deze rotaties het vaakst toegepast te worden (5). Het lijkt in de toekomst mogelijk te zijn de bestralingsmarges te verkleinen, waardoor patiënten minder last van bijwerkingen zullen ervaren (6). Echter blijkt de mogelijkheid tot margeverkleining afhankelijk te zijn van het niveau van het doelgebied. Hoe lager in het hoofd-halsgebied de tumor gelegen is, hoe meer variatie in positionering (7-8). De klieren zijn lager in de nek gelegen waardoor de CTV-PTV marge hier groter dient te zijn ten opzichte van hoger gelegen tumoren (7).

Sterke punten binnen dit onderzoek zijn:

- Grote onderzoekspopulatie;
- De automatische match is in bepaalde richtingen niet handmatig aangepast, waardoor de objectiviteit toeneemt.

Zwakke punten binnen dit onderzoek:

- Sinds augustus 2018 worden de keuzes van het stoplichtprotocol digitaal vastgelegd, waardoor de acties correcter worden uitgevoerd. In dit onderzoek is hier geen onderscheid in gemaakt, waardoor de resultaten geen beeld schetsen van de huidige praktijk;
- De beoordeling omtrent de margeverkleining is mogelijk onnauwkeurig omdat geen marge van 3,0 mm was ingetekend.

Aanbevelingen:

- Gebruik van het stoplichtportaal onderzoeken, zodat een beeld van de huidige praktijk wordt verkregen;
- Overstappen op 6D matchen;
- Mogelijkheid tot margeverkleining onderzoeken per doelgebied, omdat het hiervan afhankelijk is.

Referenties

1. Hansen CR, Christiansen RL, Nielsen TB, Bertelsen AS, Johansen J, Brink C. Comparison of three immobilisation systems for radiation therapy in head and neck cancer. Acta Oncologica 2013; 53:3: 423-427.
2. Antoni van Leeuwenhoek. XVI Protocols: Netherlands Cancer Institute. Netherlands Cancer Institute Antoni van Leeuwenhoek 2015.
3. Wouters J. De ontwikkeling van stoplicht-beslis protocollen voor dagelijkse online matching op de lineaire versnellers binnen Mastro Clinic. Mastro Clinic 2016.
4. Antoni van Leeuwenhoek. XVI Protocols: Netherlands Cancer Institute. Netherlands Cancer Institute Antoni van Leeuwenhoek 2015.
5. Mancosu P, Reggiori G, Gaudino A, Lofefalo F, Paganini L, Palumbo V, Stravato A, Tomatis S, Scorsetti M. Are pitch and roll compensations required in all pathologies? A data analysis of 2945 fractions. British Institute of Radiology 2015; 88; 20150468.
6. Hansen CR, Christiansen RL, Nielsen TB, Bertelsen AS, Johansen J, Brink C. Comparison of three immobilisation systems for radiation therapy in head and neck cancer. Acta Oncologica 2013; 53:3: 423-427.
7. Anjanappa M, Rafi M, Bhasi S, Kumar R, Cessal Thommachan K, Bhattacharya T, Ramadas K. Setup uncertainties and PTV margins at different anatomical levels in intensity modulated radiotherapy for nasopharyngeal cancer. Reports of practical oncology and radiotherapy 2017; 22(5); 396-401.
8. Yang J, Garden S, Zhang Y, Zhang L, Dong L. Variable planning margin approach to account for locoregional variations in setup uncertainties. Medical Physics 2012; 39(8);5136-5144..

Conclusie

Uit het onderzoek met betrekking tot het verifiëren of alle stappen van het stoplichtprotocol bij KNO-patiënten volgens de juiste werkwijze worden toegepast, kan geconcludeerd worden dat op basis van de 7686 beoordeelde stappen voor 747 stappen (9,7%) een onjuiste vervolgactie is uitgezet.

Uit het onderzoek naar de matchmethode met de beste reproduceerbaarheid, kan geconcludeerd worden dat de 6D matchmethode met ROI om het PTV de beste reproduceerbaarheid oplevert.