Universiteit
Leiden
The Netherlands

Blood flow dynamics in the total cavopulmonary connection long-term after Fontan completion

Rijnberg, F.M.

Citation
Rijnberg, F. M. (2023, December 20). *Blood flow dynamics in the total cavopulmonary connection long-term after Fontan completion*. Retrieved from https://hdl.handle.net/1887/3674148

Version:	Publisher's Version
License:	Licence agreement concerning inclusion of doctoral thesis in the Institutional Repository of the University of Leiden
Downloaded from:	https://hdl.handle.net/1887/3674148

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

APPENDICES

List of Publications

Rijnberg FM, Butler CR, Bieli C, Kumar S, Nouraei R, Asto J, et al. Aortopexy for the treatment of tracheobronchomalacia in 100 children: a 10-year single-centre experience. European Journal of CardioThoracic Surgery. 2018.

Rijnberg FM, Butler CR, Speggiorin S, Fierens A, Wallis C, Nouraei R, et al. The influence of stents on microbial colonization of the airway in children after slide tracheoplasty: a 14-year single-center experience. Pediatric Pulmonology. 2015

Butler CR, Speggiorin S, **Rijnberg FM**, Roebuck DJ, Muthialu N, Hewitt RJ, et al. Outcomes of slide tracheoplasty in 101 children: a 17-year single-center experience. Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery. 2014

Rijnberg FM, Butler Cr et al. Aortopexy for the treatment of tracheobronchomalacia in children. Multimedia Manual Cardiothoracic Surgery. 2020

Rijnberg FM, Hazekamp MG, Wentzel JJ, de Koning PJH, Westenberg JJM, Jongbloed MRM, et al. Energetics of Blood Flow in Cardiovascular Disease: Concept and Clinical Implications of Adverse Energetics in Patients With a Fontan Circulation. Circulation. 2018

Rijnberg FM, van Assen HC, Hazekamp MG, Roest AAW: Tornado-like flow in the Fontan circulation: insights from quantification and visualization of viscous energy loss rate using 4D flow MRI. European Heart Journal. 2019

Rijnberg FM, Sojak V, Blom NA, Hazekamp MG. Long-term outcome of direct relief of subaortic stenosis in single ventricle patients. World journal of pediatric and congenital heart surgery. 2018

Rijnberg FM, Blom NA, Sojak V, Bruggemans EF, Kuipers IM, Rammeloo LAJ, Jongbloed MRM, Bouma BJ, Hazekamp MG. 45-year experience with the Fontan procedure: tachyarrhythmia is an important predictor of late adverse outcome. Interactive journal cardiovascular and Thoracic surgery. 2019

Rijnberg FM, Elbaz MSM, Blom NA, Westenberg JW, Kroft LJ, Kamphuis V, Helbing WA, Hazekamp MG, Roest AAW. 4D flow MRI blood flow energetics of the inferior vena cava-to-extracardiac conduit junction in Fontan patients. European Journal of Cardiothoracic Surgery. 2019

Rijnberg FM, van Assen HC, Juffermans JF, Kroft LJM, van den Boogaard PJ, de Koning PJH, Hazekamp MG, van der Woude SFS, Warmerdam EG, Leiner T, Grotenhuis HB, Goeman JJ, Lamb HJ, Roest AAW, Westenberg JJM. Reduced scan time and superior image quality with 3D flow MRI compared to 4D flow MRI for hemodynamic evaluation of the Fontan pathway. Scientific Reports. 2021

Rijnberg FM, van der Woude SFS, van Assen HC, Juffermans JF, Hazekamp MG, Jongbloed MRM, Kenjeres S, Lamb HJ, Westenberg JJM, Wentzel JJ, Roest AAW. Non-uniform mixing of hepatic venous flow and inferior vena cava flow in the Fontan conduit. Journal of the Royal Society Interface. 2021

Rijnberg FM, Juffermans JF, Hazekamp MG, Helbing WA, Lamb HJ, Roest AAW, Westenberg JJM, van Assen HC. Segmental assessment of blood flow efficiency in the total cavopulmonary connection using 4D flow MRI: vortical flow is associated with increased viscous energy loss. European Heart Journal open. 2021.

van der Woude SFS, **Rijnberg FM (shared first author**), Hazekamp MG, Jongbloed MRM, Kenjeres S, Lamb HJ, Westenberg JJM, Roest AAW, Wentzel JJ. The influence of respiration on blood flow in the Fontan circulation: insights for imaging-based clinical evaluation of the total cavopulmonary connection. Frontiers Cardiovascular medicine, subsection pediatric cardiology. 2021.

Rijnberg FM, van Assen HC, Hazekamp MG, Roest AAW, Westenberg JJM. Hemodynamic consequences of an undersized extracardiac conduit in an adult Fontan patient revealed by 4D flow MRI. Circulation Cardiovascular imaging. 2021.

Rijnberg FM, van der Woude SFS, Hazekamp MG, van den Boogaard PJ, Lamb HJ, Terol Espinosa de Los Monteros C, Kroft LJM, Kenjeres S, Karim T, Jongbloed MRM, Westenberg JJM, Wentzel JJ, Roest AAW. Extracardiac conduit adequacy along the respiratory cycle in adolescent Fontan patients. European Journal of Cardiothoracic Surgery. 2021.

Rijnberg FM, van t' Hul L, Hazekamp MG, van den Boogaard PJ, Juffermans JF, Lamb HJ, Terol Espinosa de Los Monteros C, Kroft LJM, Kenjeres S, le Cessie S, Jongbloed MRM, Westenberg JJM, Roest AAW, Wentzel JJ. Hemodynamic performance of 16-20mm extracardiac Goretex conduits in adolescent Fontan patients at rest and during simulated exercise. European Journal of Cardiothoracic Surgery. 2022

Rijnberg FM, Westenberg JJM, van Assen HC, Juffermans JF, Kroft LJM, van den Boogaard PJ, Terol Espinosa de los Monteros C, Warmerdam E, Leiner T, Grotenhuis HB, Jongbloed MRM, Hazekamp MG, Roest AAW, Lamb HJ. 4D flow MRI derived energetics

in the Fontan circulation correlate with exercise capacity and MR-derived liver fibrosis/ congestion. Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance. 2022

Arrigoni SC, IJsselhof R, Postmus D, Vonk JM, François K, Bové T, Hazekamp MG, **Rijnberg FM**, Meyns B, van Puyvelde J, Poncelet AJ, de Beco G, van de Woestijne PC, Bogers AJJC, Schoof PH, Ebels T. Long-term outcomes of atrioventricular septal defect and single ventricle: A multicenter study. Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery. 2021

Van den Eynde J, Bartelse S, **Rijnberg FM**, Kutty S, Jongbloed MRM, de Bruin C, Hazekamp MG, Le Cessie S, Roest AAW. Somatic growth in single ventricle patients: A systematic review and meta-analysis. Acta Paediatrica. 2023

Roos PR, **Rijnberg FM**, Westenberg JJM, Lamb HJ. Particle Tracing Based on 4D Flow Magnetic Resonance Imaging: A Systematic Review into Methods, Applications, and Current Developments. Journal of Magnetic Resonance Imaging. 2023

Hut T, Roest AAW, Gaillard D, Hazekamp M, van den Boogaard P, Lamb HJ, Kroft LJM, Jongbloed MRM, Westenberg JJM, Wentzel JJ, **Rijnberg FM (shared last author),** Kenjeres S. Virtual surgery to predict optimized conduit size for adult fontan patients with 16mm conduits. Interdisciplinary Cardiovascular and Thoracic Surgery. 2023

Warmerdam EG, Westenberg JJM, Voskuil M, **Rijnberg FM**, Roest AAW, Lamb HJ, van Wijk B, Sieswerda GT, Doevendans PA, Ter Heide H, Krings GJ, Leiner T, Grotenhuis HB. Comparison of Four-Dimensional Flow MRI, Two-Dimensional Phase-Contrast MRI and Echocardiography in Transposition of the Great Arteries. Pediatric Cardiology. 2023

Van den Eynde J, Westenberg JJM, Hazekamp MG, Lamb HJ, Jongbloed MRM, Wentzel JJ, Kenjeres S, Dekkers IA, van de Bruaene A, **Rijnberg FM (shared last author)**, Roest AAW. Non-Invasive Cardiovascular Magnetic Resonance-Derived Fontan Hemodynamics Are Associated With Reduced Kidney Function But Not Albuminuria. Submitted

Grants and Awards

2019: Personal Grant Dutch Heart Foundation (Dekkerbeurs)

2019: Best oral presentation Dutch association for Thoracic surgery

2020: Travel award Society of Cardiovascular Magnetic Resonance, 2020, Orlando

2021: Young Investigator Award Congenital European Association of CardioThoracic Surgery annual meeting 2021, Barcelona

2021: Best oral presentation 12th Rembrandt symposium

Curriculum Vitae

Friso Matthijs Rijnberg was born on 30 September 1990 in Rotterdam, the Netherlands. After graduating secondary school (Stedelijk Gymnasium Arnhem) in 2008, he started to study medicine at the Leiden University in 2008. During his study he did a clinical internship at the Department of Otorhinolaryngology – Head and Neck surgery at the Groote Schuur Hospital, Cape Town, South Africa. From October 2011 to April 2012 he completed a research internship on the subject congenital long-segmental tracheal stenosis in children at the renowned Great Ormond Street Hospital in London, United Kingdom, under supervision of pediatric cardiothoracic surgeon Prof. dr. Martin Elliott. Due to this internship he became interested in cardiothoracic surgery and congenital heart disease in particular. He got in contact with prof. dr. Mark Hazekamp, pediatric cardiothoracic surgeon Leiden University Medical Center (LUMC), and the early foundations for this PhD about the Fontan circulation were made. He obtained his medical degree in December 2015. From March 2016 to July 2017 he worked as a resident at the department of Cardiothoracic Surgery at the LUMC. From July 2017 to September 2021 he worked as a PhD Candidate on the work presented in this thesis (supervision of prof. dr. M.G. Hazekamp, department of Cardiothoracic surgery, Dr. A.A.W. Roest, department of Pediatric Cardiology and Dr. ir. J.J.M. Westenberg, department of Radiology, LUMC), including the analysis of blood flow in the Fontan circulation using four-dimensional flow MRI (VELOCITY project, funded by Stichting Hartekind). In 2019 he received a personal Dekker grant by the Dutch Heart Foundation which allowed him to expand the research on the Fontan circulation with computational fluid dynamic modelling and virtual surgery under supervision of Prof. dr. S. Kenjeres, department of Chemical Engineering, TU Delft and Dr. ir. J.J. Wentzel, department of Cardiology, Biomechanical Engineering, Erasmus Medical Center, Rotterdam. In October 2021 he started his training in Cardiothoracic surgery at the LUMC.

Dankwoord

Veel dank voor de vruchtbare samenwerking tussen de afdelingen (kinder)cardiologie, radiologie, cardiothoracale chirurgie en de engineering afdelingen in Delft en Rotterdam, het was een zeer inspirerend en leerzaam project. Grote dank aan alle betrokken medewerkers van de radiologie, zonder wie een "imaging" proefschrift onmogelijk zou zijn.

Ik dank alle patiënten, in het bijzonder alle kinderen en hun ouders, voor de bereidheid de 1.5 uur durende MRI-scans te trotseren. Alle betrokken collega's binnen het CAHAL, van de Holter/fietstest kamers, uit het UMC Utrecht, dank voor de fijne samenwerking. Alle vrijwilligers, familie en vrienden die 2 uur in de MRI-scanner hebben gelegen, jullie hart is groot.

Daarnaast dank ik een aantal mensen in het bijzonder:

Allereerst mijn promotor, prof. dr. M.G. Hazekamp, beste Mark, samen met een zak varkensorganen, tuinslangen en een compressor in je garage klussen om een idee te onderzoeken zal ik niet snel vergeten. Het samen filosoferen over problemen en mogelijke out-of-the-box oplossingen waardeer ik enorm.

Mijn co-promotor, dr. A.A.W. Roest, beste Arno, niet alleen je aanstekelijke enthousiasme en positiviteit, maar ook je wetenschappelijke kijk op problemen waren enorm waardevol. Met verwondering samen naar nieuwe bevindingen kijken en de daaropvolgende lange discussies over nieuwe concepten heeft mij altijd enthousiast gehouden.

Mijn co-promotor, dr. ir. J.J.M. Westenberg, beste Jos, de passie en toewijding waarmee jij je hebt ingezet voor dit MRI-onderzoek is ongelofelijk. Al balancerend op de grens van de MRI-scanner, en geregeld er net over, zijn we veel te weten gekomen over de Fontan circulatie, dank voor alles.

Pieter van den Boogaard, beste Pieter, dank voor al die dagen dat je als scanbuddy mij hebt geholpen. Jouw rust en kennis hebben ons door de vele MRI-crashes geloodst.

Dr. ir. H.C. van Assen, Joe Juffermans, beste Hans en Joe, dank voor de gezellige tijd en hulp bij ontwikkeling van de analyse tools, ik heb veel met jullie gelachen.

Prof. dr. H.J. Lamb, beste Hildo, dank voor alle mogelijkheden voor het uitvoeren van dit onderzoek binnen de radiologie en het CVIG.

Dr. L.J.M. Kroft, beste Lucia, dank voor de fijne samenwerking en je klinische input.

Dr. ir. J.J. Wentzel en prof. dr. ir. S. Kenjeres, beste Jolanda en Sasa, jullie kijk als engineer op de Fontan circulatie is waardevol en zeer leerzaam. Veel dank voor jullie enthousiasme en tijd voor het begeleiden van talloze getalenteerde studenten.

Séline, Luca, Duco, Tawab, Tjerry, Rosemary en alle andere studenten, dank voor jullie enthousiasme en inzet. Een simpele arts leren werken met MATLAB en CFD simulatie modellen is een prestatie op zich.

Ron Slagter, dank voor de vele prachtige figuren.

Prof. dr. N.A. Blom, beste Nico, dank voor de fijne samenwerking. Het uitzoeken van de lange-termijn follow-up was een hels karwei en je klinische input hierbij werd gewaardeerd.

Prof. dr. M.R.M. Jongbloed, beste Monique, dank voor je hulp bij het rekruteren van patiënten en je klinische input.

Mijn opleider, prof. dr. R.J.M. Klautz, beste Robert, dank voor het gestelde vertrouwen in mij. Het is een voorrecht om het vak cardiothoracale chirurgie in Leiden te mogen leren.

Prof. dr. J. Braun, beste Jerry, jouw vermogen om altijd kritisch en scherp te zijn en de gesprekken over hoe zaken fysiologisch in elkaar steken waardeer ik enorm. Wegkomen met een half verhaal is onmogelijk.

Alle stafleden van de afdeling Thoraxchirurgie, assistenten, PA's en overige collegae, dank voor de fijne samenwerking, het is een bijzondere werkomgeving en ik voel me bevoorrecht dit als werk te mogen doen.

Prof. dr. A.F. Cohen, beste Adam, op een aantal sleutelmomenten aan het begin van mijn carrière ben je er voor mij geweest. Je hebt mijn toekomstige carrière als cardiothoracaal chirurg mede vorm gegeven. Veel dank daarvoor.

Prof. dr. M.J. Elliott, my time at Great Ormond Street Hospital was fantastic and inspired me to pursue a career in cardiothoracic surgery and got me interested in congenital heart disease. I'm very grateful to you and the entire team at GOSH.

Lieve vrienden, dank voor de gewenste afleiding tijdens dit promotieonderzoek. Samen trainen voor een zware fietstocht in de Alpen was een hoogtepunt.

Lieve schoonzussen, beste zwagers, lieve Alexandra, beste Karel, lieve Marjo en Fer, dank voor jullie betrokkenheid.

Lieve Nynke, Dolf en Marnix, onze band is sterk. Dolf, ik ben trots dat je mijn paranimf bent.

Lieve pap en mam, aan jullie heb ik veel te danken. Jullie betekenen veel voor me.

Lieve Elise, ik heb veel bewondering voor je en ik ben je veel dank verschuldigd voor de afgelopen jaren. Een promotieonderzoek en het leven als thoraxchirurg in spé zijn vaak veeleisend, maar desondanks ben je er altijd, onvoorwaardelijk, voor mij en onze kinderen en steun je alle keuzes die dit leven met zich meebrengt. De oprechte trots en glundering waarmee je aangaf mijn paranimf te willen zijn doet me veel. Jij en de kinderen betekenen alles voor me.

Lieve Emilie en Hugo, jullie komst maakt alles zoveel mooier. Jullie lieve, ontwapenende persoontjes zijn magisch.