



Universiteit
Leiden
The Netherlands

Innovations in prehospital emergency cardiac care: alleviating the strain on overcrowded hospitals

Koning, E.R. de

Citation

Koning, E. R. de. (2026, January 27). *Innovations in prehospital emergency cardiac care: alleviating the strain on overcrowded hospitals*. Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/4287795>

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/1887/4287795>

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

List of abbreviations

ACS: Acute Coronary Syndrome
AI: Artificial Intelligence
CCU: Cardiac Care Unit
CI: Confidence Interval
COVID-19: Coronavirus disease 2019
ECG: Electrocardiogram
ED: Emergency Department
ELI5: Explain Like I'm 5
EMS: Emergency Medical Services
EPD: Electronic Patient File (or Elektronisch Patiënten Dossier in Dutch)
ESC: European Society of Cardiology
FDA: United States Food and Drugs Administration
GDP: Gross Domestic Product (or BNP: Bruto Nationaal Product in Dutch)
GP: General Practitioner
HART-c: Hollands Midden Acute Regional Triage
(hs)-cTn: (high sensitivity) Cardiac Troponin
ICU: Intensive Care Unit
IQR: Interquartile Range
IZA: Integral Healthcare Agreement (or Integraal Zorg Akkoord in Dutch)
LCPS: National Capacity and Patient Transfer Service (or Landelijk Coördinatiecentrum Patiënten Spreiding in Dutch)
LPA: National Protocol of Paramedic care (or Landelijk Protocol Ambulancezorg in Dutch)
LUMC: Leiden University Medical Center
MACE: Major Adverse Cardiac Events
MICU: Mobile Intensive Care Unit
ML: Machine Learning
NLP: Natural Language Processing
NPV: Negative Predictive Value
NSTE-ACS: Non ST-elevation Acute Coronary Syndrome
NSTEMI: Non ST-elevation Myocardial Infarction
NZA: Dutch Health Authority (or Nederlandse Zorg Autoriteit in Dutch)
OHCA: Out-of-hospital Cardiac Arrest
OR: Odds Ratio
PCI: Percutaneous Coronary Intervention
PMR: Patient Movement Request
POC: Point-of-care
PPV: Positive Predictive Value
RAVHM: Regional Ambulance Service Hollands-Midden (or Regionale Ambulance Voorziening Hollands-Midden in Dutch)
RCPS: Regional Capacity and Patient Transfer Service (or Regionaal Coördinatiecentrum Patiënten Spreiding in Dutch)
RR: Relative Risk
SD: Standard Deviation
STEMI: ST-elevation Myocardial Infarction

List of publications

1. Prehospital triage of patients with acute cardiac complaints: study protocol of HART-c, a multicentre prospective study. **de Koning ER**, Biersteker TE, Beeres S, Bosch J, Backus BE, Kirchhof CJ, Alizadeh Dehnavi R, Silviu HA, Schalij M, Boogers MJ. *BMJ Open*. 2021 Feb 12;11(2):e041553. doi: 10.1136/bmjopen-2020-041553. PMID: 33579765; PMCID: PMC7883865.
2. Emergency medical services evaluations for chest pain during first COVID-19 lockdown in Hollands-Midden, the Netherlands. **de Koning ER**, Boogers MJ, Bosch J, de Visser M, Schalij MJ, Beeres SLMA. *Neth Heart J*. 2021 Apr;29(4):224-229. doi: 10.1007/s12471-021-01545-y. Epub 2021 Feb 18. PMID: 33599968; PMCID: PMC7890775.
3. Managing Hospital Capacity: Achievements and Lessons from the COVID-19 Pandemic. **de Koning ER**, Boogers MJ, Beeres SL, Kramer ID, Dannenberg WJ, Schalij MJ. *Prehosp Disaster Med*. 2022 Oct;37(5):600-608. doi: 10.1017/S1049023X22001169. Epub 2022 Aug 11. PMID: 35950299; PMCID: PMC9411723.
4. Improved prehospital triage for acute cardiac care: results from HART-c, a multicentre prospective study. **de Koning ER**, Beeres SLMA, Bosch J, Backus BE, Tietge WJ, Alizadeh Dehnavi R, Groenwold RHH, Silviu AM, van Lierop PTS, Jukema JW, Schalij MJ, Boogers MJ. *Neth Heart J*. 2023 May;31(5):202-209. doi: 10.1007/s12471-023-01766-3. Epub 2023 Mar 29. PMID: 36988817; PMCID: PMC10050817.
5. AI Algorithm to Predict Acute Coronary Syndrome in Prehospital Cardiac Care: Retrospective Cohort Study. **de Koning E**, van der Haas Y, Saguna S, Stoop E, Bosch J, Beeres S, Schalij M, Boogers M. *JMIR Cardio*. 2023 Oct 31;7:e51375. doi: 10.2196/51375. PMID: 37906226; PMCID: PMC10646678.
6. Management of patients suspected for non-ST elevation-acute coronary syndrome in the prehospital phase. Tolsma RT, **de Koning ER**, Fokkert MJ, van der Waarden NW, van 't Hof AW, Backus BE. *Future Cardiol*. 2023 Oct;19(13):639-647. doi: 10.2217/fca-2023-0049. Epub 2023 Nov 2. PMID: 37916603.

Currently under review

7. Prehospital Triage of Patients with Suspected Acute Coronary Syndrome - A Consensus Statement of the National Working group Prehospital Triage under Auspices of the Netherlands Society of Cardiology.
8. A multicentre randomized controlled trial of point-of-care hs-cTnI in prehospital ACS triage: impact on diagnosis and cost-effectiveness.

Other

de Koning, ER. Letter to the Editor: On the importance of publishing. *Donald Duck Weekblad*, 10th ed (2020, February 27). ISSN 0165-1293.

About the author

Enrico Raun de Koning was born on August 9, 1991, in The Hague, the Netherlands. After completing high school at the Maerlant Lyceum, he began studying Medicine at Leiden University in 2009. During his studies, he developed a strong interest in cardiology and cardiac research. Following a successful internship as a student researcher, he started working as a resident not in training (ANIOS) at the Department of Cardiology at Leiden University Medical Center (LUMC).



In 2019, he commenced his PhD research on improving prehospital triage at the same department, under the supervision of Prof. Dr. Martin Schalij, Dr. Mark Boogers, and Dr. Saskia Beeres. The results of this research are presented in this thesis.

In addition to his clinical research, Enrico was active in teaching medical students and obtained his Basic University Teaching Qualification (BKO). He also served as head of the event committee of the LUMC Association for PhD Candidates (LAP). During his time as a PhD candidate, his two children, Jules (2020) and Louise (2022), were born.

After completing three years of research, he began his specialist training in cardiology at Haaglanden Medical Center (locations Westeinde and Bronovo) and the Groene Hart Hospital in Gouda. During this period, he co-founded the cardiology podcast Hart op de Tong, a spin-off of a surgery podcast produced by Orly Media. As of June 2025, he serves on the Junior Council of the Netherlands Society for Cardiology (NVVC), representing all cardiology residents and researchers.

He currently lives in The Hague with his partner Saskia and their two children, Jules and Louise.

Over de auteur

Enrico Raun de Koning werd op 9 augustus 1991 geboren in Den Haag. Na het afronden van zijn middelbare schoolopleiding aan het Maerlant Lyceum begon hij in 2009 met de studie Geneeskunde aan de Universiteit Leiden. Tijdens zijn studie ontwikkelde hij een sterke interesse in cardiologie en onderzoek. Na een succesvolle onderzoeksstage als student begon hij als arts-niet-in-opleiding (ANIOS) op de afdeling Cardiologie van het Leids Universitair Medisch Centrum (LUMC).

In 2019 startte hij met zijn promotieonderzoek naar het verbeteren van prehospital triage, onder begeleiding van Prof. dr. Martin Schalij, dr. Mark Boogers en dr. Saskia Beeres. De resultaten van dit onderzoek werden in dit proefschrift beschreven.

Naast zijn klinisch onderzoek was Enrico actief betrokken bij het onderwijs aan geneeskundestudenten en behaalde hij zijn Basiskwalificatie Onderwijs (BKO). Ook was hij hoofd van de evenementencommissie van de LUMC Association for PhD Candidates (LAP). Tijdens zijn promotietraject werden zijn twee kinderen geboren: Jules (2020) en Louise (2022).

Na drie jaar wetenschappelijk onderzoek, startte hij zijn opleiding tot cardioloog in het Haaglanden Medisch Centrum (locaties Westeinde en Bronovo) en het Groene Hart Ziekenhuis in Gouda. In deze periode was hij medeoprichter van de cardiologiepodcast Hart op de Tong, een spin-off van een chirurgische podcast geproduceerd door Orly Media. Daarnaast was hij vanaf juni 2026 lid van de Juniorkamer van de Nederlandse Vereniging voor Cardiologie (NVVC), waar hij alle ANIOS, onderzoekers en AIOS binnen de cardiologie vertegenwoordigd.

Hij woont momenteel in Den Haag met zijn partner Saskia en hun twee kinderen, Jules en Louise.



Dankwoord

Dit proefschrift is geschreven op de afdeling Hartziekten van het LUMC. Tijdens het schrijven en opzetten van de hier beschreven onderzoeken heb ik het geluk gehad om samen te mogen werken met collega's uit het Alrijne, Groene Hart Ziekenhuis, RAVHM, ROAZ, RCPS West, LCPS en LAP en daarnaast vertegenwoordigers van zorgverzekeraars en de Harteraad. Ik wil graag iedereen bedanken die direct of indirect meegeholpen heeft aan het tot stand komen van dit proefschrift en de hierin beschreven artikelen. Daarnaast wil ik een aantal personen in het bijzonder bedanken.

Geachte professor Schali, beste Martin, dank voor het vertrouwen dat je mij hebt gegeven om aan dit proefschrift te beginnen. Ik heb jouw leiderschapsstijl van dichtbij mogen ervaren—binnen mijn promotietraject, op de afdeling en in het ziekenhuis en de manier waarop jij verantwoordelijkheid draagt en daarmee vertrouwen uitstraalt, is inspirerend en iets dat ik mijn hele carrière met me mee zal dragen.

Geachte dr. Beeres, beste Saskia, zonder jou was ik hier nooit gekomen. Al tijdens mijn studie geneeskunde wees je me het juiste pad, en ook daarna, als beginnend clinicus, wist je me te inspireren voor de cardiologie.

Geachte dr. Boogers, beste Mark, dank voor je eindeloze geduld en vertrouwen in mij. Jouw vermogen om mensen te verbinden en hen ieder op hun eigen manier tot hun recht te laten komen, is bijzonder en bewonderenswaardig en heeft geleid tot de voltooiing van ons onderzoek en dit proefschrift.

Beste Jan, jouw tomeloze inzet voor de goede zaak is van onschatbare waarde geweest voor dit proefschrift. Zonder jou geen patiënten, en zonder de geweldige medewerkers van de RAVHM geen inclusie. Ik heb met eigen ogen gezien wat voor bijzonder en belangrijk werk jij en je collega's dagelijks verrichten. Dit proefschrift had zonder de inzet van alle ambulancehulpverleners simpelweg niet kunnen bestaan—mijn oprechte dank daarvoor.

Ook wil ik alle medewerkers van de afdeling Hartziekten bedanken. De gesprekken met jullie—vaak onder het genot van de beste koffie van het ziekenhuis—maakten zelfs de meest uitdagende dagen draaglijk. Mijn collega arts-onderzoekers van 'de Tuin' droegen daar minstens zoveel aan bij. De vele borrels, skireizen en koffierondjes hielpen niet alleen om scherp te blijven op het eigen werk, maar ook om af en toe even te relativiseren. Ik kijk er enorm naar uit om samen met jullie de toekomst van de (cardiovasculaire) zorg in Nederland vorm te geven.

Dank aan al mijn vrienden die mij de afgelopen jaren hebben gesteund. Edmond en Joep, bedankt dat jullie mijn paranimfen willen zijn. Met twee juristen aan mijn zijde weet ik zeker dat ik mijn verdediging zonder kleerscheuren zal doorstaan. Ook mijn huisgenoten van de Gortstraat—Hidde, Lodewijk en Eric—bedankt. Aan al mijn clubgenoten die tot dit punt in

het proefschrift zijn gekomen: chapeau. Ik kijk nu al uit naar onze volgende reizen—hopelijk de volgende keer weer in volledige bezetting.

Fabian, grote kleine broer, hoewel we misschien niet veel discussies hebben gevoerd over de inhoud van dit proefschrift, geloof ik echt dat al onze (toch vaak onzinnige) gesprekken mijn kritisch denken hebben aangescherpt. Je hebt altijd sterke argumenten, en om bij jou een punt te maken, moet deze wel erg goed onderbouwd zijn. Dank je wel dat je mijn blik op de wereld af en toe uitdaagt.

Lieve pap en mam, er zijn eigenlijk geen woorden die volledig kunnen uitdrukken hoe dankbaar ik ben voor alles wat jullie voor mij hebben gedaan. Pap, dank je wel voor het ontwikkelen van mijn kritische blik—een eigenschap die me enorm heeft geholpen tijdens het schrijven van dit proefschrift. Lieve mam, jij hebt me geleerd hoe belangrijk het is om verbinding te maken met anderen. Die les is van onschatbare waarde geweest, juist in contact met al diegenen die hierboven genoemd zijn. Dank jullie wel voor jullie onvoorwaardelijke steun—vroeger in mijn jeugd, tijdens het schrijven van dit proefschrift, en nu in ons gezin.

Lieve Jules en Louise, heel eerlijk: zonder jullie was dit proefschrift waarschijnlijk een jaar eerder af geweest. Maar elke dag jullie te zien groeien en jullie in mijn armen te mogen houden, heeft me laten voelen wat er écht toe doet in het leven. Jullie aanwezigheid heeft me door de stressvolle en moeilijke momenten heen geholpen.

Allerliefste Sas, dank je wel dat je het al die tijd met me hebt volgehouden. Dank je voor je geduld wanneer ik me weer urenlang had teruggetrokken in de studeerkamer, zelfs op onze gezamenlijke vrije dagen. En dank je dat je mijn eindeloze geratel over cardiologie en dit onderzoek telkens weer hebt aangehoord. Je houdt me met beide benen op de grond en houdt mijn ogen open voor de mooie dingen in het leven. Ik houd ongelooflijk veel van je, en ben elke dag opnieuw gelukkig met jou aan mijn zijde. Jij en ik, voor altijd.