



Universiteit
Leiden
The Netherlands

Exploring the role of the microbiota: in defence against *Clostridioides difficile* and multidrug resistant Gram-negatives

Terveer, E.M.

Citation

Terveer, E. M. (2021, June 17). *Exploring the role of the microbiota: in defence against Clostridioides difficile and multidrug resistant Gram-negatives*. Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/3188577>

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/1887/3188577>

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

Cover Page



Universiteit Leiden



The handle <https://hdl.handle.net/1887/3188577> holds various files of this Leiden University dissertation.

Author: Terveer, E.M.

Title: Exploring the role of the microbiota: in defence against *Clostridioides difficile* and multidrug resistant Gram-negatives

Issue Date: 2021-06-17

List of publications

Microbiota-associated risk factors for asymptomatic gut colonization with multidrug resistant organisms in a Dutch nursing home

Q.R. Ducarmon*, **E.M. Terveer***, S. Nooij, M.N. Bloem, K.E.W. Vendrik, M.A.A. Caljouw, I.M.J.G. Sanders, S.M. van Dorp, R.D. Zwittink*, E.J. Kuijper*

* Both authors contributed equally to this work

Genome Medicine. 2021. 13(1):54 doi: 10.1186/s13073-021-00869-z.PMID: 33827686

Ten year follow-up of patients treated with fecal microbiota transplantation for recurrent *Clostridioides difficile* infection from a randomized controlled trial and review of the literature

R.E. Ooijevaar, E. van Nood, A. Goorhuis, **E.M. Terveer**, J. van Prehn, H.W. Verspaget, Y.H. van Beurden, M.G.W. Dijkgraaf, J.J. Keller

Microorganisms. 2021. 6;9(3)548. doi: 10.3390/microorganisms9030548.

Periodic screening of donor faeces with a quarantine period to prevent transmission of multidrug resistant organisms during faecal microbiota transplantation: a retrospective cohort analysis

K.E.W. Vendrik, **E.M. Terveer**, E.J. Kuijper, S. Nooij, E. Boeije-Koppenol, I.M.J. Sanders, E. van Lingen, H.W. Verspaget, E.K.L. Berssenbrugge, J.J. Keller*, J. van Prehn*

*Both authors contributed equally to this work

Lancet Infectious diseases. 2020. in press. doi: 10.1016/s1473-3099(20)30473-4

A standardised model for stool banking for faecal microbiota transplantation: a consensus report from a multidisciplinary UEG working group

J.J. Keller, R.E. Ooijevaar, C.L. Hvas, **E.M. Terveer**, S.C. Lieberknecht, C. Högenauer, P. Arkkila, H. Sokol, O. Gridnyev, F. Mégraud, P.K. Kump, R. Nakov, S.D. Goldenberg, R. Satokari, S. Tkatch, M. Sanguinetti, G. Cammarota, A. Dorofeev, O. Gubska, G. Ianiro, E. Mattila, R.P. Arasaradnam, S.K. Sarin, A. Sood, L. Putignani, L. Alric, S.M. Baunwall, J. Kupcinkas, A. Link, A.G. Goorhuis, H.W. Verspaget, C. Ponsioen, G.L. Hold, H. Tilg, Z. Kassam, E.J. Kuijper, A. Gasbarrini, C.J. Mulder, H.R. Williams, M.J. Vehreschild

United European Gastroenterology Journal. 2020. doi: 10.1177/2050640620967898:2050640620967898.

Faecal microbiota transplantation for *Clostridioides difficile* infection: Four years' experience of the Netherlands Donor Feces Bank

E.M. Terveer, K.E. Vendrik, R.E. Ooijevaar, E. van Lingen, E. Boeije-Koppenol, E. van Nood, A. Goorhuis, M.P. Bauer, Y.H. van Beurden, M.G. Dijkgraaf, C.J. Mulder, C.M. Vandenbroucke-Grauls, J.F.M.L. Seegers, J. van Prehn, H.W. Verspaget, E.J. Kuijper, J.J. Keller. 2020

United European Gastroenterol Journal. 2020. doi:10.1177/2050640620957765:2050640620957765.

The Bacterial Gut Microbiota of Adult Patients Infected, Colonized or Noncolonized by *Clostridioides difficile*

M.J.T. Crobach, Q.R. Ducarmon, **E.M. Terveer**, C. Harmanus, I.M.G.J. Sanders, K.M. Verduin, E.J. Kuijper, R.D. Zwiittink.

Microorganisms. 2020. 8

Plasmid-mediated metronidazole resistance in *Clostridioides difficile*

I.M. Boekhoud, B.V.H. Hornung, E. Sevilla, C. Harmanus, I.M.J.G. Sanders, **E.M. Terveer**, R. Bolea, J. Corver, E.J. Kuijper, W.K. Smits.

Nature Communications. 2020. 11:598.

Letter: Donated stool for faecal microbiota transplantation is not a drug, but guidance and regulation are needed

J.J. Keller, M.J. Vehreschild, C.L. Hvas, S.M. Jørgensen, J. Kupcinskis, A. Link, C.J. Mulder, S.D. Goldenberg, R. Arasaradnam, H. Sokol, A. Gasbarrini, C. Högenauer, **E.M. Terveer**, E.J. Kuijper, P. Arkkila.

United European Gastroenterol Journal. 2020. 8:353-354.

Letter: Stool for fecal microbiota transplantation should be classified as a transplant product and not as a drug

J.J. Keller, M.J. Vehreschild, C.L. Hvas, S.M. Jørgensen, J. Kupcinskis, A. Link, C.J. Mulder, S.D. Goldenberg, R. Arasaradnam, H. Sokol, A. Gasbarrini, C. Högenauer, **E.M. Terveer**, E.J. Kuijper, P. Arkkila.

United European Gastroenterol Journal. 2019. 7:1408-1410.

Human transmission of Blastocystis by Fecal Microbiota Transplantation without development of gastrointestinal symptoms in recipients

E.M. Terveer, T. van Gool, R.E. Ooijevaar, I.M.G.J. Sanders, E. Boeijs-Koppenol, J.J. Keller, A. Bart*, E.J. Kuijper*, on behalf of the NDFB work-group

*Both authors contributed equally to this work

Clinical Infectious Diseases. 2019. doi:10.1093/cid/ciz1122.

International consensus conference on stool banking for faecal microbiota transplantation in clinical practice

G. Cammarota, G. Ianiro, C.R. Kelly, B.H. Mullish, J.R. Allegretti, Z. Kassam, L. Putignani, M. Fischer, J.J. Keller, S.P. Costello, H. Sokol, P. Kump, R. Satokari, S.A. Kahn, D. Kao, P. Arkkila, E.J. Kuijper, M.J.G. Vehreschild, C. Pintus, L. Lopetuso, L. Masucci, F. Scaldaferri, **E.M. Terveer**, M. Nieuwdorp, A. Lopez-Sanroman, J. Kupcinskas, A. Hart, H. Tilg, A. Gasbarrini

Gut. 2019. 68:2111-2121.

Letter: Treatment of (recurrent) *Clostridioides difficile* infections in children and adults

E.J. Kuijper, J.E. Coia, M.J.G.T. Vehreschild, J.J. Keller, E.M. **E.M. Terveer**

Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition. 2019. 69:e57-e58

Spread of ESBL-producing *Escherichia coli* in nursing home residents in Ireland and the Netherlands may reflect infrastructural differences

E.M. Terveer, M. Fallon, M.E.M. Kraakman, A. Ormond, M. Fitzpatrick, M.A.A. Caljouw, A. Martin, S.M. van Dorp, M.C. Wong, E.J. Kuijper, F. Fitzpatrick

Journal of Hospital Infection. 2019. 103:160-164.

Fifty shades of graft: How to improve the efficacy of faecal microbiota transplantation for decolonization of antibiotic-resistant bacteria

B. Davido, R. Batista, A. Dinh, P. de Truchis, **E.M. Terveer**, B. Roberts, E.J. Kuijper, S. Caballero

International Journal of Antimicrobial Agents 53:553-556.

Chronic diarrhoea in daily practice; article for education and training purposes

A.C.W. Vos, **E.M. Terveer**, J.W. van 't Wout, M.A.M. van Wijk, J.J. Keller

Nederlands Tijdschrift voor Geneeskunde. 2019. 163.

Clinical Application and Potential of Fecal Microbiota Transplantation

R.E. Ooijevaar, **E.M. Terveer**, H.W. Verspaget, E.J. Kuijper, J.J. Keller

Annual Review Medicine. 2019. 70:335-351.

Mechanistic Insights in the Success of Fecal Microbiota Transplants for the Treatment of *Clostridium difficile* Infections

A.Baktash, **E.M. Terveer**, R.D. Zwitterink, B.H.V. Homung, J. Cover, E.J. Kuijper, W.K. Smits

Frontiers in Microbiology. 2018. 9:1242.

Update of treatment algorithms for *Clostridium difficile* infection

R.E. Ooijevaar, Y.H. van Beurden, **E.M. Terveer**, A. Goorhuis, M.P. Bauer, J.J. Keller, C.J.J. Mulder, E.J. Kuijper

Clinical Microbiology and Infection. 2018. 24:452-462

Nucleic Acid Amplification Test Quantitation as Predictor of Toxin Presence in *Clostridium difficile* infection

M.J.T. Crobach, N. Duszenko, **E.M. Terveer**, C.M. Verduin, E.J. Kuijper

Journal of Clinical Microbiology. 2018. 56

Faecal microbiota transplantation: indications in perspective

Y.H. van Beurden, **E.M. Terveer**, J.J. Keller, E.J. Kuijper, C.J.J. Mulder, C.M. Vandenbroucke-Grauls

Nederlands Tijdschrift voor Geneeskunde. 2017. 161:D1623

Prevalence of colistin resistance gene (*mcr-1*) containing Enterobacteriaceae in feces of patients attending a tertiary care hospital and detection of a *mcr-1* containing, colistin susceptible *E. coli*

E.M. Terveer, R.H.T. Nijhuis, M.J.T. Crobach, C.W. Knetsch, K.E. Veldkamp, J. Gooskens, E.J. Kuijper, E.C.J. Claas

PLoS One. 2017. 12:e0178598.

How to: Establish and run a stool bank

E.M. Terveer, Y.H. van Beurden, A. Goorhuis, J.F.M.L. Seegers, M.P. Bauer, E. van Nood, M.G.W. Dijkgraaf, C.J.J. Mulder, C.J.J. Mulder, C.M. Vandenbroucke-Grauls, H.W. Verspaget, J.J. Keller, E.J. Kuijper

Clinical Microbiology and Infection. 2017. 23:924-930.

Fecal Microbiota Transfer for Multidrug-Resistant Gram-Negatives: A Clinical Success Combined With Microbiological Failure

J.E. Stalenhoef*, **E.M. Terveer***, C.W. Knetsch, P.J. van't Hof, I.N. Vlasveld, J.J. Keller, L.G. Visser, E.J. Kuijper

Open Forum Infectious Diseases. 2017. 4:ofx047.

Letter: Faecal microbiota transplantation in clinical practice

E.M. Terveer, Y.H. van Beurden, A. Goorhuis, C.J.J. Mulder, E.J. Kuijper, J.J. Keller
Gut. 2018. 67:196.

Detection of *Clostridium difficile* in feces of asymptomatic patients admitted to the hospital

E.M. Terveer, M.J.T. Crobach, I.M.J.G. Sanders, M.C. Vos, C.M. Verduin, E.J. Kuijper
Journal of Clinical Microbiology. 2017. 55:403-411

Late manifestation of a mixed *Plasmodium falciparum* and *Plasmodium malariae* infection in a non-immune toddler after traveling to Chad

E.M. Terveer, E.A. Brienen, M.A. Erkens, L. van Lieshout
Travel Medicine and Infectious Diseases. 2016. 14:533-534

Letter: Effect of detecting and isolating asymptomatic *Clostridium difficile* carriers

M.J.T. Crobach, **E.M. Terveer**, E.J. Kuijper
JAMA Internal medicine. 2016. 176:1572-1573.

Fecal microbiota transplantation, a novel therapy for recurrent *Clostridium difficile* infection

E.M. Terveer, Y.H. van Beurden, E.J. Kuijper, J.J. Keller
Nederlands Tijdschrift voor Tandheelkunde. 2016. 123:406-9.

European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases: update of the diagnostic guidance document for *Clostridium difficile* infection

M.J.T. Crobach, T. Planche, C. Eckert, F. Barbut, **E.M. Terveer**, O.M. Dekkers, M.H. Wilcox, E.J. Kuijper
Clinical Microbiology and Infectious Diseases. 2016. 22 Suppl 4:S63-81

Letter: Is the lower gastrointestinal route really preferred over the upper gastrointestinal route for fecal microbiota transfer?

E.M. Terveer, Y.H. van Beurden, S. van Dorp, J.J. Keller, E.J. Kuijper
Journal Clinical Gastroenterology. 2016. 50:895

Diagnosis and management of aspergillosis in the Netherlands: a national survey

P.P. Lestrade, J.F. Meis, J.P. Arends, M.T. van der Beek, E. de Brauwer, K. van Dijk, S.C. de Greeff, P.J. Haas, C.J. Hodiament, E.J. Kuijper, T. Leenstra, A.E. Muller, A.M. Oude Lashof, B.J. Rijnders, E. Roelofsen, W. Rozemeijer, M. Tersmette, **E.M. Terveer**, C.M. Verduin, M.J. Wolfhagen, W.J. Melchers, P.E. Verweij

Mycoses. 2016. 59:101-7.

Comparative analysis of an expanded *Clostridium difficile* reference strain collection reveals genetic diversity and evolution through six lineages

C.W. Knetsch, **E.M. Terveer**, C. Lauber, A.E. Gorbalenya, C. Harmanus, E.J. Kuijper, J. Cover, H.C. van Leeuwen HC

Infection, Genetics and Evolution. 2012. 12:1577-85.

Virtual reality in laparoscopic skills training: is haptic feedback replaceable?

E. Hiemstra, **E.M. Terveer**, M.K. Chmarra, J. Dankelman, F.W. Jansen

Minimally Invasive Therapy & Allied Technologies. 2011. 20:179-84

Oral polio vaccine influences the immune response to BCG vaccination. A natural experiment

E. Sartono, I.M. Lisse, **E.M. Terveer**, P.J. van de Sande, H. Whittle, A.B. Fisker, A. Roth, P. Aaby, M. Yazdanbakhsh, C.S. Benn

PLoS One. 2010. 5:e10328.

The tortuous history of the implementation of early ambulation after delivery

K.J. van Stralen, **E.M. Terveer**, C.J. Doggen, F.M. Helmerhorst, J.P. Vandenbroucke

Journal of the Royal Society of Medicine. 2007. 100:90-6

Curriculum vitae

Liz Terveer was born on September 15th, 1984 in Klaaswaal, the Netherlands. After graduating at Luzac college in Rotterdam, she attended the University of Leiden in 2002 to study Biology. In 2005 she received a bachelor degree in Biology. The molecular and human medicine part of the Biology study was very challenging and exciting, so she switched to a Biomedical Sciences master which was subsequently followed with a Medicine study. In 2011, Liz received both her Biomedical sciences Masters and Medical degree of the University of Leiden. During her Biomedical sciences internship the passion for microbiology and *Clostridioides difficile* was sparked at the Experimental Bacteriology of the Department of Medical Microbiology at the Leiden University Medical Center. At the same department her training as medical microbiologist started in 2011. Four years later in 2015, Liz was involved in the establishment and development both of the Netherlands Donor Feces Bank (NDFB) and subsequently the Center for Microbiota Analysis and Therapeutics (CMAT) in 2017, which became the starting points of this thesis. Under supervision of prof. dr. Ed Kuijper and dr. Josbert Keller, Liz started to coordinate the Netherlands Donor Feces Bank (NDFB) and to investigate the role of the microbiota in the defense against multidrug resistant Gram negative bacteria and *C. difficile*. She completed her residency in 2016 and since then works as a registered medical specialist with a focus on Bacteriology. Together with Bas Huisman, Liz has two children; Olivier and Seppe. Liz became chairman of the executive board of the NDFB in 2020 and supervises all activities, varying from donor screening and patient treatment with feces microbiota transplantations (FMT), to analyses of the microbiota and studies for new applications of FMT for various diseases.

Dankwoord

Met samenwerking is deze parel tot stand gekomen. Daarom wil ik velen bedanken voor de prettige samenwerking en de uiteindelijke totstandkoming van dit proefschrift. Dank aan alle patiënten die deel hebben genomen in de studies, hun behandelend artsen en physician assistants.

Enkelen wil ik in het bijzonder bedanken;

Ed, jij hebt mij altijd gesteund, uitgedaagd en gestimuleerd om verder te gaan. Heel veel dank voor je zeer betrokken supervisie zowel op wetenschappelijk als klinisch vlak. De begeleiding hoefde nooit structureel te worden ingepland, er was altijd wel een mogelijkheid wanneer nodig. Dag of nacht, de passie voor het vak kent geen kantoor-tijden. Dank dat ik de 'good cop' mocht zijn, ik moet nog wat oefenen op die andere variant. Jij en Josbert hebben mij beide de kans en daarmee het vertrouwen gegeven de fecesbank tezamen met jullie op te bouwen, hier ben ik jullie beide dankbaar voor. Josbert, anonieme beller vóór etenstijd... Dank voor de introductie in de maag-darm en lever wereld; het vak en de Europese community. Je enthousiasme en vrolijk, sociale manier van werken is aanstekelijk. Dank voor je vertrouwelijkheid, enthousiasme en grootste en creatieve ideeën.

Eric B. & Ingrid; jullie zijn goud! Jullie zijn de beste analisten die een fecesbank en onderzoeker maar kan wensen. Secuur en betrouwbaar & de stabiele, inventieve alles-kunner. Beide met zoveel hart voor de zaak.

Beste werkgroepleden van de Nederlands Donor Feces Bank; beste Bas, Bram, Chris, Christina, Ed, Eline, Els, Emilie, Eric B., Hein, Joffrey, Josbert, Karuna, Marcel, Martijn, Rogier & Yvette: dank voor jullie inzet, en fijne samenwerking waarmee de we van de wens een poepbank op te zetten, een multidisciplinaire microbiota modificatie expertise instituut hebben gemaakt. Veel heb ik te danken aan dit top-team. Dank Joffrey; voor de immer beschikbare ruggespraak. Hein; dank voor jouw rustige wijze van sturing geven aan de NDFB. Als jij akkoord bent weet ik dat ik goed zit.

Romy, Quinten, Sam, Maria & Wiep Klaas; het is een genoegen om met zulke reteslimme microbiota onderzoekers te werken. Wilco, Erika, Marjolein, Jeroen & Hans; jullie waren er toen ik startte als biomedische wetenschappen student met mijn allereerste microbiologisch onderzoek. Misschien ben ik daarom wel blijven plakken... Sofie, Monique & Karuna, de klinisch-epidemiologisch georiënteerde statistiek wonders waar ik altijd zo fijn mee kon kletsen. Samen onderzoek doen, dat was een vanzelfsprekendheid.

Maria Vehreschild, Fidelma Fitzpatrick & Christina van de Broucke-Grauls; thank you for your positive way of approaching me, performing research and life itself. You are inspiring and a true role model in combining the clinics with cool research.

Roel Nijhuis & Eric Claas; dank voor het simpeler maken van onderzoek (en zoveel andere zaken) en het plezier dat jullie mij geven hebben in het gezamenlijke onderzoek.

Anneloes & Linda, dank voor het aanhoren van mijn (de gebruikelijke) promotie perikelen. Daardoor ben ik een gezelliger mens voor anderen. Anneloes, we zijn van een hok zonder ramen gepromoveerd naar de pijpenla met uitzicht op een blinde muur. Wat ongezellig van je dat je nu een riant kantoor in de periferie verkiest. Ik ga je heel erg missen.

Martha, Linda, Karin Ellen, Joffrey, Sandra, Jairo, Anneloes wat een fijn team aan bacteriologen hebben we. Dank voor jullie collegialiteit in tijden van wel en wee, de leerzame discussies, en ongevroegde opmerkingen over poep, of een 'uitwerpselen herkenningkaart van dieren' in het bijzonder.

Louis, dank voor het vertrouwen mijn promotie af te maken in combinatie van de klinische taken als microbioloog, en de flexibiliteit die je mij hebt gegeven in alle werkzaamheden.

So I say, lovely, lovely, lovely, lovely, lovely, lovely, lovely, lovely, lovely, love my family (Family, the Roots)

Mijn Bas, Olivier & Seppe; dank dat jullie deze promotie en het werkend leven zoveel eenvoudiger & leuker maken, en alles in perspectief zetten. Jullie zijn mijn allerleukste boys.

Love's the greatest thing, that we have (Tender, Blur).

