

University of Groningen

Staying on track

Stoter, Inge

DOI:
[10.33612/diss.113131465](https://doi.org/10.33612/diss.113131465)

IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

Document Version
Publisher's PDF, also known as Version of record

Publication date:
2020

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

Citation for published version (APA):
Stoter, I. (2020). *Staying on track: the road to elite performance in 1500m speed skating*.
<https://doi.org/10.33612/diss.113131465>

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

Appendices



SUMMARY

The road to elite performance is long and different for the few individuals who make it. To enable evidence-informed guidance of junior speed skaters, the present thesis studies the road to elite 1500m performance and aims to unravel underlying performance characteristics by cross-sectional and longitudinal studies.

Chapter 2 focuses on the performance development of the previous elites to set benchmarks for the future elites. To define elite performance in a universal way and make it comparable for multiple generations, 1500m performance is presented as a percentage of the prevailing world record. Elite performance in speed skating at a low-land ice track was set at 110% above the prevailing world record. From 2855 speed skaters racing between 1993-2013, 63 female and 100 male speed skaters were identified as elite speed skaters. Based on their development from age 13 to 26 years, elite performance benchmarks were defined as an upper limit per age category to stay on track for elite performance. Secondly, average performance development of the elites is provided and compared with the development of over 2500 non-elites. The later elites appeared to be faster from a young age onward, but over 300 sub-elites and high competitive athletes were able to skate within the elite performance benchmarks at a young age as well. This indicates that not all later elites outperform their peers from a young age onward. The elite performance benchmark is not a selection tool, but more a tool to not miss any talent. The newly introduced standardized performance variable, presenting performance as a percentage of the world record, made it additionally possible for future speed skaters to set age-related performance goals for the 1500m.

Subsequently, in **chapters 3-5** the underlying performance characteristics ‘pacing’, ‘technique’ and ‘muscle fatigue’ are studied to understand performance development at different age categories. Pacing behavior is quantified by the percentage of end-time needed for the four race sections; 0-300m, 300-700m, 700-1100m and 1100-1500m. Technique is quantified by changes in knee, hip, trunk, and push-off angles during the race and fatigue measurements focused on distinguishing peripheral and central muscle fatigue and lactate measures.

Chapter 3 studied pacing behavior and peripheral and central contributions to muscle fatigue in 1500-m speed-skating (n=9) and cycling time trials (n=9) when a faster or slower start is instructed. Despite similar instructions, behavioral adaptations in pacing differed between the 2 sports, resulting in equal central and peripheral contributions to muscle fatigue in both sports. This provides evidence for the importance of neurophysiological aspects in the regulation of pacing. It also stresses the notion that optimal pacing needs to be studied sport specifically, and coaches should be aware of this.

Chapter 4 is a longitudinal study of 104 junior male speed skaters (age 13-19 years) investigating pacing behavior in relation to performance and the development of pacing behavior from age 13-14 years, to 15-16 years, to 17-18 years. Pacing behavior was analyzed using the 0- to 300-m, 300- to 700-m, 700- to 1100-m, and 1100- to 1500-m section times, expressed as a percentage of final 1500m end-time. Maintaining high speed into 700- to 1100-m, accompanied by a relatively slower start, appears crucial for high performance in 1500-m speed skating. Generally, junior speed skaters develop towards this profile. **Chapter 4** was to our knowledge the first study to show that pacing behavior changes during adolescence. More precisely, it was found that those 17 athletes who performed better than their peers developed more towards the senior elite pacing profile, with a relative faster 700-1100m race section, than their less performing peers. This highlights the relevance of pacing behavior for the performance development of youth athletes towards elite performance.

In **chapter 5**, the peculiar characteristics of speed skating with the crouched position and sideward push-off is investigated in 120 (56 female, 64 male, age 17.6 ± 1.1 years) elite junior speed skaters. The profile of changes in technique throughout a 1500-m time-trial was investigated to explore differences between sexes, performance level and competitive seasons. At (inter)national 1500-m competitions, knee and push-off angles were obtained per lap at 250m (lap 1), 650m (lap 2), 1050m (laps 3) and 1450m (lap 4). Additionally, 1500m end-time and lap-times were obtained to divide skaters in faster and slower performance groups and to analyze pacing behavior. Fifteen out of 120 skaters (8 female, 7 male, age 17.3 ± 1.5 years) were measured twice at (inter)national competitions with 1.6 ± 0.6 years in between measures. Similar to the results in **chapter 4**, a relative slower start and faster 700-1100m race section were observed in faster male as well as female skaters with respect to slower skaters. **Chapter 5** additionally showed that technique throughout the 1500m deteriorated, regardless of performance level. Faster skaters had lower knee and push-off angles than slower skaters. Also, men showed lower body angles than women. Male increased push-off angles more than female skaters throughout the first three laps. Longitudinal development over competitive seasons suggest a shift towards lower push-off angles and less decay in knee angles from lap 2-3, though more research on longitudinal development is needed to confirm this. Both cross-sectional and longitudinal results highlight the importance of studying junior athletes separately from senior athletes.

The present thesis describes ecologically valid measurements and methods leading to a standardized performance variable, age-related performance goals, age-related pacing profiles and profiles of changes in technique of the previous elites. Based upon this, practical guidelines are presented to enable evidence-informed guidance of the future elites in 1500m speed skating. While doing so, the present study showed the importance of longitudinal analyses in studying junior athletes as they keep on developing and are not yet equal to senior athletes.

Future research should continue with this longitudinal research in order to better understand performance of junior athletes and in return enable more evidence-informed guidance of the future elites in speed skating as well as in other sports.

NEDERLANDSE SAMENVATTING

De weg naar de top is lang en is verschillend voor de weinigen die het uiteindelijk halen. Goede begeleiding van junioren is belangrijk om de top te halen. Maar hoe doe je dat als de weg voor iedereen anders is? Dit proefschrift biedt middels cross-sectionele en longitudinale studies wetenschappelijke en praktische inzichten over ontwikkeling van schaatser op de 1500m. Er wordt ten eerste gekeken naar prestatieontwikkeling van schaatsters die in het verleden de top hebben gehaald op de 1500m en ten tweede naar onderliggende prestatievariabelen.

Hoofdstuk 2 focust zich op degene die de top hebben gehaald in het verleden en analyseert retrospectief hun prestatieontwikkeling om daarmee richtlijnen te ontwikkelen voor de schaatsters van de toekomst. Om verschillende generaties met elkaar te vergelijken is er een universele methode ontwikkeld voor het definiëren van prestatie. Elke 1500m tijd is weergegeven als een percentage van het wereldrecord dat gold op de datum dat de 1500m is gereden. Het niveau voor topprestaties op een laaglandbaan is voor deze studie gezet op 110% boven het heersende wereldrecord. Van de 2855 schaatsters die schaatsten tussen 1993 en 2013, waren 63 dames en 100 heren gedefinieerd als topschaatsters. Gebaseerd op hun ontwikkeling van 13 tot 26 jaar zijn 'elite performance benchmarks' ontwikkeld. Deze benchmark staat voor de boven limiet van prestaties die schaatser op elke leeftijd vanaf 13 jaar moeten rijden om nog in de race te blijven om de top te halen in het schaatsen. Ten tweede is de gemiddelde prestaties ontwikkeling van de 163 topschaatsters weergegeven en vergeleken met de meer dan 2500 schaatsters die de top niet hebben gehaald. De topschaatsters bleken sneller te zijn vanaf een jonge leeftijd, maar meer dan 300 schaatsters die de top niet hebben gehaald, schaatsten een of meerdere keren binnen de elite performance benchmarks. Dit laat zien dat niet alle latere topschaatsters beter zijn dan hun leeftijdgenoten vanaf 13 jaar. Daarmee zijn de elite performance benchmark geen selectie tool, maar meer een tool om geen talent te missen. Tevens zorgt de nieuwe methode om prestatie te standaardiseren als een percentage van het wereldrecord ervoor dat junioren wetenschappelijk onderbouwde en leeftijd gerelateerd prestatiedoelen kunnen zetten voor de 1500m.

Na het in kaart brengen van de prestatieontwikkeling, zijn in **hoofdstuk 3 tot 5** de onderliggende prestatievariabelen 'pacing gedrag', 'techniek' en 'spiervermoeidheid' onderzocht om meer inzicht te krijgen in de prestatieontwikkeling van junioren. Pacing gedrag is daarbij de indeling van de race en is gekwantificeerd door de start (0-300) en rondetijden (300-700m, 700-1100m en 1100-1500m) weer te geven als percentages van de eindtijd. Techniek is gekwantificeerd door de veranderingen in knie-, heup-, romp- en afzethoeken te bepalen gedurende de race. Voor de spiervermoeidheid is er onderscheid gemaakt tussen perifere en centrale vermoeidheid en is er lactaat gemeten.

Hoofdstuk 3 gaat specifiek in op pacing gedrag en spiervermoeidheid op de 1500m in schaatsen (n=9) en in wielrennen (n=9). Schaatsers en wielrenners waren geïnstrueerd om sneller en langzamer te starten dan ze gewend zijn. Ondanks dezelfde instructies, waren de aanpassingen in pacing gedrag verschillend tussen de twee sporten. Toch resulteerde het in vergelijkbare perifere en centrale spiervermoeidheid in de twee sporten. Dit hoofdstuk geeft het belang aan van neurofysiologische aspecten in de regulatie van pacing en tevens dat pacing gedrag sport specifiek is.

Hoofdstuk 4 is een longitudinale studie met 104 mannelijke junior schaatsers (13-19 jaar). De ontwikkeling van pacing gedrag in relatie tot prestatie over drie leeftijdscategorieën; 13-14 jaar, 15-16 jaar en 17-18 jaar is onderzocht. Pacing gedrag is geanalyseerd door de start (0-300m) en rondetijden (300-700m, 700-1100m en 1100-1500m) weer te geven als een percentage van de 1500m eindtijd. Het vasthouden van een relatieve hoge snelheid in de 700-1100m ronde, samen met een relatieve langzame start van belang voor een goede 1500m prestatie in het schaatsen. De betere schaatsers laten dit gedrag zien en over het algemeen lijken alle junioren zich te ontwikkelen richting een relatief sneller middengedeelte van de race en een start die relatief langzamer is ten opzichte van de eindtijd. Hoofdstuk 4 was, bij ons weten, de eerste studie die laat zien dat pacing gedrag verandert tijdens de adolescentie. Daarbij is gevonden dat de 17 best presterende junioren verder door ontwikkelen naar een relatief snellere 700-1100m ronde dan hun minder presterende leeftijdgenoten. Dit is in de richting van het pacing gedrag die ook bij de senioren topschaatsers is gevonden, wat de relevantie van pacing gedrag laat zien voor de ontwikkeling van junioren richting de top.

In **hoofdstuk 5** wordt de schaatstechniek, met een compacte houding en een zijwaartse afzet, onderzocht bij 120 junioren (56 dames, 64 heren, leeftijd 17.6 ± 1.1 jaar) tijdens (inter)nationale 15100m schaatswedstrijden. Het profiel van veranderingen in de techniek gedurende de 1500m was onderzocht om verschillen tussen geslacht, prestatieniveau en wedstrijd seizoenen te exploreren. De knie- en afzethoek werden middels video opnames gemeten per ronde op 250m (start = ronde 1), 650m (ronde 2), 1050m (ronde 3) en 1450m (ronde 4). Bijbehorende 1500m tijden en rondetijden werden gebruikt om schaatsers te verdelen in snellere en langzamere prestatie groepen en tevens om het pacing gedrag te analyseren. Vijftien (8 dames, 7 heren, 17.3 ± 1.5 jaar) van de 120 schaatsers zijn twee keer gemeten tijdens (inter)nationale competities met 1.6 ± 0.6 jaar tussen de metingen. Gelijk aan de resultaten in hoofdstuk 4 hadden de snellere junioren heren, maar ook de snellere junioren dames, een relatief langzamere start en relatief snellere 700-1100m dan de minder presterende junioren. Hoofdstuk 5 laat aanvullend zien dat de techniek gedurende de 1500m verslechtert, onafhankelijk van het prestatieniveau. De snellere schaatsers hadden wel lagere knie- en afzethoeken dan de langzamere schaatsers. Junioren heren lieten ook lagere knie- en afzethoeken zien dan junioren dames. Hierbij hadden de

heren in de eerste drie ronden een grotere toename in afzethoeken dan de dames. Longitudinale ontwikkeling over wedstrijd seizoenen suggereert een verschuiving richting lagere afzethoeken en minder afname van kniehoeken van ronde 2 naar ronde 3. Toch is er meer onderzoek nodig naar de longitudinale ontwikkeling om dit te bevestigen. Zowel de cross-sectionele als longitudinale resultaten benadrukken het belang van het bestuderen van junioren los van senioren.

Dit proefschrift beschrijft ecologisch gevalideerde metingen en methoden die leiden tot een gestandaardiseerde prestatie maat, leeftijd gerelateerde prestatiedoelen, leeftijd gerelateerd pacing profielen en profielen van verandering in techniek gedurende de 1500m van voormalige topschaatsers. Ook al is de individuele weg naar de top voor iedereen anders, de brede richtlijnen en gemiddelde ontwikkeling van verschillende prestatiegroepen kunnen gebruikt worden om wetenschappelijk onderbouwde begeleiding te bieden aan de huidige en toekomstige junioren om zo bij te dragen aan de opleiding van de toekomstige topschaatsers op de 1500m. Dit proefschrift geeft verder het belang aan van longitudinale studies bij junioren, omdat de junioren nog vol in ontwikkeling zijn en niet gelijk zijn aan de senioren. Meer longitudinaal onderzoek is nodig om prestaties bij junioren nog beter te begrijpen en met nieuwe inzichten de wetenschappelijk onderbouwde begeleiding verder uit te breiden binnen de schaatssport, maar ook in andere sporten.

ABOUT THE AUTHOR

Inge Stoter was born November 5th 1987 in Eindhoven, The Netherlands. After finishing high school in 2006, she started studying Human Movement Sciences at the University of Groningen. During her master, she specialized in Sport Science and did her internship in Calgary, Canada. For her master thesis she studied the interaction of pacing, technique and muscle fatigue during the 1500m, resulting in her first publication as first author (Stoter et al. 2016). During her master she was a teaching assistant of Dr. Joanne Smith in the statistical course “Modelling”. After finishing her master in 2012, she got a research assignment, resulting in her second publication on an evidence-based classification system for golfers with a physical impairment (Stoter et al. 2017). From April 2012 until August 2016 Inge Stoter was the first manager of the Sport Science Institute Groningen (SSIG), led by Chris Visscher. The institute unites sport scientific research from the University Medical Center Groningen, the University of Groningen and the Hanze Institute of Applied Sciences in one institute. As manager of the SSIG she developed the interdisciplinary minor sport science and was teacher of the course Talent Development in Sport from 2012 to 2016. In 2014 she was given the opportunity to start her PhD of which the results are described in this thesis. From August 2016 she combined her PhD with setting-up and managing Innovation Lab Thialf in Heerenveen, The Netherlands. Currently, Inge Stoter still works as manager of Innovation Lab Thialf, aiming to bring science closer to the speed skating practice and to work on sport innovations in collaboration with sport, business and science.



SCIENTIFIC OUTPUT

Journal publications:

Stoter I.K., Koning R.H., Visscher C., Elferink-Gemser M.T. (2019). Creating performance benchmarks for the future elites in speed skating. *Journal of Sports Sciences*, 37 (15), 1770-1777. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1593306>

Wiersma, R.¹, **Stoter, I.K.**¹, Visscher, C., Hettinga, F.J., & Elferink-Gemser, M.T. (2017). Development of 1500-m Pacing Behavior in Junior Speed Skaters: A Longitudinal Study. *International journal of sports physiology and performance*, 12(9), 1224-1231. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0517>

Stoter, I.K., Hettinga, F. J., Altmann, V., Eisma, W., Arendzen, H., Bennett, T., Van der Woude, L.H., Dekker, R. (2017). Initial steps towards an evidence-based classification system for golfers with a physical impairment. *Disability and Rehabilitation*, 39(2), 152-163. <https://doi.org/10.3109/09638288.2015.1095949>

Stoter, I.K., MacIntosh, B.R., Fletcher, J.R., Pootz, S., Zijdevind, I., & Hettinga, F. J. (2016). Pacing Strategy, Muscle Fatigue and Technique in 1500m Speed Skating and Cycling Time-Trials. *International journal of sports physiology and performance*, 11(3), 337-343. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2014-0603>

Konings, M.J., Elferink-Gemser, M.T., **Stoter, I.K.**, van der Meer, D., Otten, E., & Hettinga, F.J. (2015). Performance Characteristics of Long-Track Speed Skaters: A Literature Review. *Sports Medicine*, 45(4), 505-516. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0298-z>

Under review:

Stoter I. K., Hettinga F.J., Otten E., Visscher C., Elferink-Gemser M.T. (submitted). Changes in technique throughout a 1500-m speed skating time-trial in junior elite athletes: differences between sex, performance level and competitive seasons.

Conference proceedings

Stoter, I.K., Hettinga, F.J., Wiersma, R., Visscher, C., Elferink-Gemser, M.T. (2019). The importance of pacing behavior for current and future performance in junior elite speed skating. 24th annual congress of the European College of Sport Science, Prague, Czech Republic

¹ Authors contributed equally

Blaauw, F., Emerencia, A. C., den Hartigh, J.R., Milovanović, M., **Stoter, I.**, & de Jonge, P. (2018). Predictions from the cloud: using data science to predict sports performance. 6. Abstract from Science and Engineering Conference on Sports Innovation, Groningen, Netherlands.

Driessen, J., Gerritsma, M., **Stoter, I. K.**, Westbroek, J., Hacken, N. H., & Jongh, F. (2018). The Effect of Nebulized Salbutamol or Isotonic Saline on Exercise-Induced Bronchoconstriction in Elite Skaters. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 197.

Stoter, I.K., Wiersma, R., Visscher, C., Hettinga, F.J., Elferink-Gemser M.T. (2018). From science to practice: tool for guiding junior speed skaters in 1500m pacing. Science and Engineering Conference on Sports Innovation, Groningen, The Netherlands.

Stoter, I.K., Koning, R., Visscher, C., Elferink-Gemser, M. (2018). How to use time-trial performance of elites from previous generations to select the future elites? 23rd Annual Congress of the European College of Sport Science, Dublin, Ireland

Stoter, I.K., Wiersma, R., Visscher, C., Hettinga, F.J., Elferink-Gemser, M.T. (2017). From talent to elite by developing an appropriate pacing behaviour in junior speed skating. 22nd Annual Congress of the European College of Sport Science, MetropolisRuhr, Germany

Stoter, I.K., Elferink-Gemser, M.T., Te Wierike, S.C.M., Jonker, L., Visscher, C. (2016). How current performance and planning explain future performance of junior elite speed skaters. Exercise Sports Science Australia Research to Practice Conference. Melbourne, Australia

Te Wierike, S.C.M., **Stoter, I.K.**, Huijgen, B.C.H., Jonker, L., Elferink-Gemser, M.T., Visscher, C. (2015). Reflection and ball control in youth basketball players for different positions, 20th Annual Congress of the European College of Sport Science, Malmo, Sweden

Stoter, I.K., Elferink-Gemser, M.T., Jonker, L., Te Wierike, S.C.M., Visscher, C. (2015). To improve or not to improve; the psychological profile of elite youth speed skaters. 20th Annual Congress of the European College of Sport Science, Malmo, Sweden

Stoter I.K., Hettinga F.J., Otten E., Stam, A., Elferink-Gemser M.T., Visscher C. (2013). Pacing and Technique of talented speed skaters: Persist to the end. 18th Annual Congress of the European College of Sport Science, Brugge, Belgium.

Research Institute SHARE

This thesis is published within the **Research Institute SHARE** (Science in Healthy Ageing and healthcaRE) of the University Medical Center Groningen / University of Groningen.

Further information regarding the institute and its research can be obtained from our internet site: <http://www.share.umcg.nl/>

More recent theses can be found in the list below.

(supervisors are between brackets)

2019

Löwik CAM

Early prosthetic joint infection anfter primary total joint arthroplasty; risk factors and treatment strategies

(*prof SK Bulstra, dr M Stevens, dr PC Jutte*)

Bosker RJI

Teaching, learning and implementation of laporoscopic colon surgery

(*prof JPEN Pierie, prof RJ Ploeg*)

Graaf G de

Eyes on the prize: early economic evaluation to guide translational research; Examples from the development of biomarkers for type 2 diabetes

(*prof E Buskens, dr D Postmus*)

Bernardes TP

Hypertensive disorders of pregnancy; occurrence, recurrence and management

(*prof HM Boezen, prof P van den Berg, prof BW Mol, dr H Groen*)

Tuitert I

Synergies and end-effector kinematics in upper limb movements

(*dr RM Bongers, prof RJ Bootsma, prof E Otten*)

Velthuis F

Unraveling the complexities of enacting change in undergraduate medical curricula

(*prof ADC Jaarsma, dr E Helmich, dr H Dekker*)

Brown NJL

Can positive emotions improve physical health? An examination of some claims from positive psychology
(*prof AV Ranchor, dr CJ Albers*)

Hagedoorn EI

Collaborative partnership between family caregivers and nurses in the care of older hospitalized persons
(*prof CP van der Schans, prof T Jaarsma, dr W Paans, dr JC Keers*)

Botes R

Aging and wellbeing: investigating elderly preferences and values
(*prof E Buskens, prof AVR Ranchor, dr KM Vermeulen*)

Ong KJ

Economic aspects of public health programmes for infectious disease control; studies on Human Immunodeficiency Virus & Human Papillomavirus
(*prof MJ Postma, prof M Jit, dr K Soldan, dr AJ van Hoek*)

Oosterhaven J

Hand eczema; impact, treatment and outcome measures
(*dr MLA Schuttelaar, prof PJ Coenraads*)

Postma DBW

Affordance-based control in running to catch fly balls
(*prof KAPM Lemmink, dr FTJM Zaal*)

Nuenen FM van

Screening of distress and referral need in Dutch oncology practice
(*prof HBM van de Wiel, dr JEHM Hoekstra-Weebers, dr SM Donofrio*)

Olthof SBH

Small-sided games in youth soccer; performance and behavior compared to the official match
(*prof KAPM Lemmink, dr WGP Frencken*)

For earlier theses visit our website

DANKWOORD

Lieve, lieve, lieve lezer, zoveel warmte en vriendschap heb ik gevoeld in de afgelopen jaren waarin ik aan dit proefschrift heb gewerkt. Het was, en is, mijn passie om meer te weten te komen over die gekke sport waarbij ze in een squat houding van links naar rechts bewegen om vooruit te komen. Het tikken van dit boekje werkte niet veel anders, alleen dan met een stoel onder mijn kont voor het gemak, en in plaats van schaatsen, vliegen er woorden van links naar rechts over het papier. Het hele traject heeft me zoveel verder gebracht dan ik vooraf had kunnen bedenken. Daarom heb ik heel veel mensen om te bedanken, dus veel leesplezier!

Om met jou te beginnen Chris, promotor van het eerste uur. Ik hoor het je zo zeggen: 'Weet je nog toen je voor het eerst kwam informeren naar een PhD positie, wat was het, begin 2000 ergens?'. Een klein geintje om de lange samenwerking te illustreren en misschien ook wel mijn ongeduld. Dank dat je de weg naar een PhD voor me hebt vrijgemaakt, me hebt begeleid en vooral hebt uitgedaagd! Mooi om van dichtbij jouw leiderschap te zien binnen Bewegingswetenschappen, samen met 5 andere professoren het SSIG op te zetten en jouw commitment te zien aan de wetenschap, ook nadat de verplichtingen over zijn.

Marije, wat ben ik onder de indruk van hoe jij familie, werk en passie kan combineren. Met name de laatste jaren heb ik je beter leren kennen en merkte ik hoe je klaar staat voor mensen om je heen. Dank dat je mij ook hebt meegenomen in jouw wereld; de wereld van je gezin, van het schaatsen en van de (talent)wetenschappers. Ik zie er naar uit om in de toekomst nog meer samen te werken!

Floor, eigenlijk ben jij de grootste aanstichter geweest van dat ik überhaupt aan mijn PhD ben begonnen. Door jou ben ik naar Calgary gegaan en hebben we het eerste artikel gerealiseerd. Calgary heeft mijn ogen geopend voor hoe je werk en passie kan combineren. Dank voor die mogelijkheid en dat je me hebt meegetrokken naar mijn eerste ECSS, waarna er nog vele zouden volgen! Dank voor alle mogelijkheden die je me hebt geboden in de afgelopen jaren, je kritische blik en uiteraard de vele borrels in de Toeter en daarbuiten.

Lieve Ruby, collega, vriendin en tijdelijke huisgenoot, waar zal ik eens beginnen je te bedanken. Je was er aan het begin van mijn PhD en een inspiratie voor mij om te beginnen aan het traject. Samen alle ECSS congressen afstruinen, inclusief vakantie tripjes, maakte het werk nog zoveel leuker! Dank dat je in voor en tegenspoed mijn werk- en privéleven mooier hebt gemaakt! Je bent een super sterke vrouw en ik ben zo blij dat ik de komende jaren weer intensiever met je mag samenwerken!

Lief broertje van me, wat vind ik het bijzonder dat we zo naar elkaar toe zijn gegroeid in de afgelopen decennia. Dank voor de goede open gesprekken en een vakantie om nooit te vergeten! Dank voor je betrokkenheid en dat je me het leven ook van een andere kant laat zien. Vooral dank dat je hier naast me wil staan, zoals je eigenlijk altijd doet!

Wouter, je bent voor mij net als Ruby vanaf het begin een inspiratie geweest voor het oppakken van mijn PhD, voor het combineren van passie met werk en voor het maken van de stap richting management. Dank voor je openheid, inspiratie en vriendschap in de afgelopen jaren!

Michel, dank dat ik jouw ervaring, expertise en gezelligheid in kamer 312 mocht meenemen in mijn promotie en daarbuiten. Kerstmiddag in Hengelo was legendarisch.

Legendarisch waren ook de avonden, wintersporten en cabaret bezoeken met jou, Sigrid! Ook al zit je nu in Michigan, gedurende de afgelopen jaren heb jij me enorm gesteund. Dank voor je uitdagende discussies, luisterend oor en zondagse koffie, schaak- en werkdagen!

Bert Otten, het is niet de eerste keer dat je in mijn dankwoord staat. Jouw bijdrage aan het schaatsonderzoek is niet te onderschatten. Dank voor je geduldige uitleg, zorgvuldige modellen en doortastende vragen. Ik heb veel waardering voor wat je doet binnen het werk, maar ook daarbuiten op de fiets en achter een camera. Dank dat we jaarlijks met je mee mogen fietsen langs de mooiste plekken van het noorden.

Inge Zijdwind, dank voor je intensieve ondersteuning rondom mijn eerste artikel en afstudeer onderzoek. Jouw kennis en expertise waren daarbij onmisbaar!

Ruud Koning, dank voor je motiverende energie. Zonder dat je het weet heb je me door mijn zwaarste periode van mijn PhD geholpen. De rust, kunde en steun die je tegelijkertijd uit kunt dragen is uniek. Dank daarvoor!

Ron, Gerard, Nico en Koen, ook jullie dank voor de support in de start van mijn PhD. Als SSIG bestuur motiveerden jullie me de wetenschap verder in te gaan en de steun en interesse die daarop volgde heeft me erg goed gedaan!

Robert Lamberts, dank voor je glimlach, kennis en gastvrijheid. Wat heb je mij een fantastische tijd en ervaring in Kaapstad gegeven. Dank daarvoor en voor de fantastische tijd op congressen. Dank voor je toegankelijkheid en het delen van je netwerk, vrienden en familie.

Brian Macintosh, Shane Esau and Jared Fletcher, thanks for the time in Calgary. My first PhD paper is thanks to you guys. And if your Dutch is good enough, you might have noticed that Calgary played a big role for me getting into science. Thanks for the fun and work at the Olympic Oval and Kinesiology lab!

Dank ook aan Marck De Greeff, voor het verkennen van het talentonderzoek in het schaatsen en aan Rikstje Wiersma, voor haar werk in het pacing artikel. Sanne, jij ook bedankt voor je inhoudelijke steun tijdens de eerste artikelen en je enthousiaste overname van mijn SSIG functie. Het is altijd fijn samenwerken, dus ik hoop dat we dat nog veel zullen doen!

Lieve Martine en Joanne, jullie kunnen hier ook niet ontbreken. Jo, je hebt me zo goed geholpen bij het oppakken van onderwijs. 'Modelling' gaf me de eerste handvatten tot goed onderwijs. Ik heb door en met jou de minor sport science goed op kunnen zetten. Dank voor je wijsheid, stiptheid en openheid! Martine, als we het over stiptheid hebben, dan moet ik ook aan jou denken, in de positieve zin van het woord. Dank voor je vrolijkheid, openheid en behulpzaamheid door de jaren heen!

Lieve PhD-ers van het afgelopen decennium. Als master student hebben jullie me al in je armen gesloten en zelfs nu laten jullie me niet los. Generaties heb ik meegemaakt en ik wil jullie ALLEMAAL bedanken! Wintersporters en Nooit-Meer-Toeter gangers in het bijzonder!

Ook andere collega's van Bewegingswetenschappen, hartelijk dank voor alle support, de Noorderrondrit en de warmte van de afdeling. Koen, dank dat je mij de ruimte hebt gegeven mijn promotie af te maken en dat je me steunt in mijn werkzaamheden bij Innovatielab Thialf. Claudine, dank dat je me tot het einde toe scherp hebt gehouden, me af en toe wat duwtjes in de rug gaf, maar me ook hebt geprezen en geïnspireerd tijdens het laatste jaar.

Ook wil ik de collega's uit de schaatssport bedanken en in het bijzonder Jeroen van der Lee, Aart van der Wulp, Arie Koops, Jetske Wiersma, Sander van Ginkel, Bjorn De Laat, Remy de Wit en Jildou Gemser. Dank allen voor het inhoudelijk meedenken en faciliteren van het onderzoek en de vertaling naar de praktijk. De KNSB, ISU en Thialf wil ook bedanken voor hun bijdrage aan de animatie video te vinden op www.stayingontrack.nl.

Lief huisje 34, slimste huis dat er ooit is geweest! Wat een inspiratie en support zijn jullie geweest. Meer dan ik ooit van te voren had verwacht in mijn 'tijdelijke' onderkomen.

Lieve dot.jes, wat is werk zonder sociaal leven. Dank dat jullie me altijd volledig uit mijn werk haalden en we konden keten zonder einde! Lieve Floor, Roos, Ed en Ber, jullie wil ik zo'n dikke knuffel geven als dank voor jullie support tijdens de afgelopen jaren!

Lieve Bianc, Eva en Anne, voor jullie geldt hetzelfde; dankzij de ontspanning die ik bij jullie vond, kon ik deze inspanning leveren! Al 20 jaar steunen jullie me door dik en dun. Dank voor jullie waardevolle vriendschap en onophoudelijke liefde en steun!

Sjoerdje, stoertje! Dank voor de sportieve uitdagingen die je de afgelopen jaren op me af hebt gevuurd! Van surfen tot kickboksen tot zingen, nieuwe hobby's beginnen bij jou!

Lieve paps en mams, mijn dank voor jullie is oneindig! De afgelopen jaren is er veel op me afgekomen, maar jullie zijn altijd mijn baken van rust, liefde en wijsheid. Dank voor de stabiele basis en vrijheid die jullie me hebben gegeven. Pap, dank dat je betrokkenheid doorging tot vele tips over schaats-gerelateerde artikelen en tv- en radioprogramma's. Mam, dank voor stelling vijf en dat je altijd open overal naar durft te vragen, zonder mening en vooroordeel. En beide dank voor twee fantastische broers! Ruud, en dan noem ik meteen Ina en Noa, dank voor jullie warmte, eerlijkheid en betrokkenheid! Dank dat ik me altijd welkom voel in jullie huis en een beetje onderdeel van het gezin.

Jan-Wigbold, ook al heb je maar een klein deel meegemaakt van het proces, met jou hoop ik hier nog heel lang op te kunnen proosten! Dank, dat je me nu al laat verheugen op de tijd zonder PhD!

Wat zal ik genieten van deze prestatie, van de kennis die ik heb opgedaan en alle lieve vrienden, familie en collega's die mij hebben gesteund en hopelijk blijven doen! Dank allemaal, het was een fantastische tijd!