



# 'Pacing' in de schaatssport

Hoe bepaalt een atleet wanneer en hoe hij/zij zijn energie inzet, en is dit bij het schaatsen een extra complexe opgave?

Door: F. Hettinga, M. Konings, B. Smits

## Samenvatting

Het schaatsen is door de interessante combinatie van het belang van houding, coördinatie en biomechanica en de daarmee samenhangende fysiologische responsen wetenschappelijk gezien een erg interessante sport. Recentere studies richten zich er dan ook vooral op deze samenhang te begrijpen. Het kiezen van een adequate wedstrijdstrategie in het schaatsen lijkt hierdoor wat complexer te zijn dan in andere sporten zoals fietsen. Met het verschijnen van drie recente overzichtsartikelen en een boek over de onderliggende mechanismen van pacing zien we dat het een actueel en hot topic is, en dat recent de pijlen vanuit de wetenschap gericht staan op het begrijpen van dit complexe proces: hoe bepaalt een atleet wanneer en hoe hij/zij zijn energie inzet, en is dit bij het schaatsen een extra complexe opgave?

al verschenen.<sup>1</sup> Het belang en het unieke karakter van de karakteristieke schaatshouding werd toen al opgemerkt, en het schaatsen werd zelfs gekoppeld aan mogelijke veranderingen in anthropometrie: het krijgen van kleinere armen (doordat ze nutteloos op de rug liggen) en lange platte voeten (door het strak aantrekken van de veters van de schaatsen). Na dit eerste schaatsartikel is het een tijdje stil geweest in het schaatsonderzoek, om in de laatste decennia van de vorige

## Introductie

Met de zachte winter dit jaar is het helaas voor de echte schaatsliefhebber nog niet mogelijk geweest erop uit te trekken. Het was niet koud genoeg om op natuurijs, bewapend met (bivak)muts, warme handschoenen en eventueel een touw en priemset de meren en rivieren rond te toeren door prachtige winterse landschappen, en te schaatsen op plekken waar je te voet nooit zult komen. Maar gelukkig is er dan ook nog de wedstrijdssport schaatsen, in mooie overdekte hallen waar altijd ijs ligt, en de Olympische Spelen in Sochi voor de deur. Als de televisie zendtijd vergelijkbaar is met Vancouver 2010 zal het schaatspubliek (in 2010 gemiddeld 2,5 miljoen kijkers) kunnen genieten van bijna 200 uur olympisch schaatsen. Voorafgaand hieraan kan een bijdrage over de mooie Nederlandse wintersport schaatsen in deze editie niet ontbreken. Want ook de (sport)wetenschap heeft zich door de jaren heen geïnteresseerd voor de intrigerende sport schaatsen. Natuurlijk vanuit oranjegekleurde hoek, maar ook o.a. Canada, Amerika en Engeland (shorttrack) deden hun duit in het zakje. Het eerste wetenschappelijke artikel (bekend bij de auteurs) over schaatsen is al in 1898

eeuw weer op te bloeien met Nederlands onderzoek geleid door Gerrit Jan van Ingen Schenau naar o.a. de vermogensbalans en de klapschaats<sup>2,3,4,5,6,7</sup>, inmiddels niet meer weg te denken uit het langebaanschaatsen. Daarnaast is het schaatsen door de interessante combinatie van het belang van houding, coördinatie en biomechanica en de daarmee samenhangende fysiologische responsen wetenschappelijk gezien een erg interessante sport. Meer recente studies richten zich dan ook vooral op het begrijpen van deze samenhang.<sup>8,9,10</sup> Uit één van deze studies bleek dat het kiezen van een adequate wedstrijdstrategie in het schaatsen<sup>8</sup> hierdoor wat complexer lijkt te zijn dan in andere sporten zoals fietsen<sup>11</sup>, en dat is dan ook waar het huidige overzichtsartikel zich op zal richten: hoe bepaalt een atleet wanneer en hoe hij/zij zijn energie inzet, en is dit bij het schaatsen een extra complexe opgave?

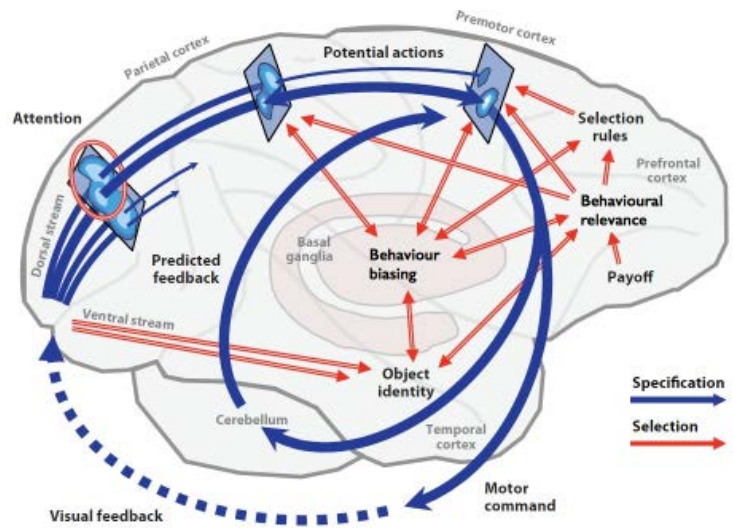
## 'Pacing' in het schaatsen

In Nederland denken we bij het woord wedstrijdsschaatsen meteen aan de langebaan. Sinds 1924 staat het schaatsen op de olympische agenda, en kunnen er maar liefst 12 me-

dailles op de langebaan worden behaald (500m, 1000m, 1500m, 5000m, 3000m/10000m en de ploegenachtervolging). Daarnaast zijn er ook nog de internationaal bekende onderdelen shorttrack, kunstrijden en ijshockey. In elk van deze onderdelen is het kiezen van de juiste wedstrijdstrategie en het aanpassen van inspanningsintensiteit aan de omstandigheden tijdens de wedstrijd aanwezig, zij het in verschillende vormen. Dit proces van het verdelen van beschikbare energie over de rit en het omgaan met daarmee gepaard gaande vermoeidheid is in de Nederlandse taal moeilijk in een woord te vatten. In de Engelse taal, en dus ook in de wetenschappelijke literatuur, staat het bekend als ‘pacing’. In het langebaanschaatsen is een snelle tijd het belangrijkste einddoel, en heb je geen directe tegenstanders tegen wie je moet rijden. Het kiezen van de juiste wedstrijdstrategie is in dit type ‘tijdrit’-sport uitgebreid onderzocht, en in de laatste vijf jaar zijn ook drie artikelen verschenen die zich specifiek op pacing in het schaatsen hebben gericht.<sup>8,12,13</sup>

Zo zijn World Cup races geanalyseerd, waaruit bleek dat atleten op de 500m en 1000m onderdelen ‘all-out’ starten, en dus zo hard mogelijk weggaan en dan zien waar het schip strandt.<sup>12</sup> Op de langere afstanden kiezen de schaatsers een gelijkmatigere verdeling van snelheid over de rit. Op de 3000m (dames) en 5000m (dames en heren) volgt na een snelle start een gradueel aflopend snelheidsprofiel<sup>13</sup>, wellicht veroorzaakt door een verminderde effectiviteit van de afzet.<sup>14</sup> Op de 10km (heren) starten de schaatsers relatief langzaam, en vervolgden de rit met een nog gelijkmatiger snelheidsverloop over de rit.<sup>13</sup> Dit komt overeen met voorspellingen uit modelleerstudies bij fiets- en schaatstijdritten op basis van de vermogensbalans<sup>6,7,8,11,15,16</sup>: Afstanden onder de 1500m kunnen theoretisch gezien het beste voluit gestart worden: alles uit de kast. Op de langere afstanden is het beter om, na zo snel mogelijk op gang te komen in de eerste 10-20 seconden, de energie gelijkmatiger over de rit te verdelen. Pacing bleek verder onafhankelijk van geslacht, hoogte en positie in het klassement.<sup>13</sup>

Zoals eerder al even genoemd lijkt het kiezen van een adequate wedstrijdstrategie in het schaatsen wat complexer te zijn. De interessante combinatie van het belang van houding, coördinatie en biomechanica leidt tot een eigen dynamiek. Bij het fietsen van een 1500m zien we bijvoorbeeld duidelijk dat een hoog gemiddeld vermogen gerelateerd is aan een snelle start strategie.<sup>11</sup> Ook zien we dat fietsers goed in staat zijn om een adequate strategie te kiezen, aangepast op hun ‘vorm van de dag’. Er is niet veel ruimte om



**Figuur 1.** Sketch of the affordance competition hypothesis in the context of visually-guided movement [96, p. 278]. Uit: Cisek & Kalaska.<sup>26</sup>

nog te verbeteren als we de resultaten vergelijken met voorspelde optimale strategieën. Bij het schaatsen was dit anders: de schaatsers zaten verder af van hun optimum, en er was dus ruimte voor verbetering door sneller te starten.<sup>8</sup> Helaas lukte dit niet in een experimentele test: schaatsers startten sneller, maar de daarmee geassocieerde eerder optredende vermoeidheidsverschijnselen leidden tot grote technische bewegingsconsequenties. Het is dus van belang om ook de tweede helft van de rit, en het omgaan met vermoeidheid, te trainen. Alleen dan kunnen mogelijk de energetische voordelen van een snellere start benut worden. Vervolgonderzoek is erop gericht deze verschillen tussen de sporten verder te begrijpen.<sup>9,10</sup>

**Het is van belang om ook de tweede helft van de rit, en het omgaan met vermoeidheid, te trainen**

### Onderliggende mechanismen & theorievorming

Om adequaat te ‘pacen’ is het nodig dat de atleet continu beslissingen neemt over hoe en wanneer hij/zij de beschikbare energie spendeert. Lange tijd werd het onderliggende mechanisme van ‘pacing’ verklaard door het toe te schrijven aan de in 1997 geïntroduceerde ‘central governor’.<sup>17</sup> De ‘central governor’ is erop gericht de homeostase in het lichaam te bewaren en complete uitputting te voorkomen, en functioneert zo ook als een beschermingsmechanisme.



**Op de langere afstanden is het beter om, na zo snel mogelijk op gang te komen in de eerste 10-20 seconden, de energie gelijkmatiger over de rit te verdelen**

Daarbij is het van belang de taak van te voren te plannen: teleoanticipatie.<sup>18</sup> De laatste tijd komt echter naar voren dat pacing een breder proces is dan het vooraf plannen van een tijdrif alleen. Het is een vaardigheid die te maken heeft met inschattingsvermogen, het aanvoelen van signalen van je eigen lichaam, en het interpreteren van je omgeving.<sup>19</sup> Deze vaardigheid ‘pacing’ is relevant binnen een wedstrijd, maar ook bijvoorbeeld over een serie van wed-

strijden zoals bij het fietsen van de Tour de France/Vuelta/Giro<sup>20</sup> of de trainingsopbouw over een geheel jaar. Deze vaardigheid wordt ontwikkeld door ervaring<sup>21,22</sup> en is dus wellicht van belang in talent herkenning en te beïnvloeden door training. Ook is de informatie uit de omgeving, en het reageren hierop, van belang.<sup>19</sup> Een voorbeeld van het belang van het oppikken van informatie uit de omgeving voor pacing werd beschreven in een studie gericht op optische expansie en pacing.<sup>23</sup> Als de omgeving (geprojecteerd op een videoscherm) trager voorbij gaat bij eenzelfde opgegeven fietssnelheid, geven proefpersonen een lagere score op ‘Ervaren mate van inspannings’, terwijl ze tegelijkertijd wel een hoger vermogen gaan leveren om deze waargenomen lagere belasting te compenseren. Recent zijn er twee overzichtsaikelen geschreven die zich specifiek richten op ‘pacing’ als vorm van beslissingsgedrag<sup>19,24</sup>, waarin er ook voor omgevingsinvloeden plaats is in het theoretisch kader. Er wordt gesteld dat de omgeving zo complex is, dat het onwaarschijnlijk is dat ‘pacing’ door vooraf opgestelde, altijd geldende regels bepaald wordt.<sup>24</sup> De heuristiek (‘de kunst van het vinden’, d.w.z. langs methodische weg tot een oplossing komen) biedt hier een uitweg: ‘pacing’ wordt geregeld door een proces gebaseerd op methodisch en gestructureerd uitvinden wat het beste werkt. Daarnaast wordt pacing vanuit een ecologisch georiënteerd oogpunt bekeken in onze eigen recente studie.<sup>19</sup> Het belang van de koppeling tussen waarneming en actie (tot dusver niet meegenomen in theorieën over onderliggende mechanismen van pacing) wordt aangewezen en opgenomen in het theoretisch kader. In plaats van een traditionele cognitieve seriële planningsaanpak wordt de ‘affordance-competiton-hypothese neergezet<sup>25,26</sup>. Meerdere potentiële actiemogelijkheden zijn in competitie met elkaar door wederzijdse inhibitie en excitatie. Verschillende

signalen vanuit het lichaam kunnen dus parallel verwerkt worden, wat voor het begrijpen van team-/spelsporten een interessant uitgangspunt biedt. Om pacing in een tijdrif sport als schaatsen te begrijpen is het belangrijk ook concepten uit de neurofysiologie hieraan toe te voegen, en na te denken over bijvoorbeeld invloeden van vermoeidheid. Ook vanuit de neurofysiologie zijn dan ook recent stappen gezet om ‘pacing’ te kunnen begrijpen.<sup>27</sup> Het lijkt erop dat een complex samenspel van verschillende neurotransmittersystemen een rol speelt bij het optreden van vermoeidheid en het daaraan verbonden ‘pacing’.

In 2013 zijn drie interessante, vernieuwende overzichtsaikelen in de internationale literatuur gepubliceerd over de onderliggende mechanismen verantwoordelijk voor ‘pacing’.<sup>19,24,27</sup> De pijlen vanuit de wetenschap staan gericht op het begrijpen van dit complexe proces. Het belang van zowel de omgeving (informatie, klimaat) als de atleet (werkingsmechanismen van vermoeidheid) worden benadrukt, en lijken tot dusver onderschat te zijn geweest. Voor het schaatsen zijn deze nieuwe ontwikkelingen in het begrijpen van pacing erg interessant, met name in bijvoorbeeld de onderdelen ploegenachtervolging en short track, waar mederijders en tegenstanders een rol spelen in het beslissingsproces: Wat is de optimale race tactiek?

**Pacing in de verschillende onderdelen**

In shorttrack is pacing nog complexer dan in het langebaanschaatsen, want hier rijd je in heats met directe tegenstanders. Niet de eindtijd, maar de klassering telt. Slechts vier artikelen hebben zich op shorttrack gericht.<sup>28-31</sup> De focus ligt vooral op doorbloedingaspecten, belangrijk voor vermoeidheid en prestatie. Het lijkt erop dat het shorttrack leidt tot een zeer asymmetrische belasting, die verschilt van de langebaan. Dit kan leiden tot het anders ervaren van vermoeidheid, wat weer een effect heeft op ‘pacing’. Daarnaast rijst hier ook de vraag: hoe beïnvloedt de omgeving (tegenstanders, het rijden in heats etc) de beslissingen die atleten maken? En kunnen de recente ontwikkelingen in het vormen van het theoretisch kader rond pacing hier een nieuw licht op schijnen? Deze vraag kunnen we ook stellen gericht op de teamsport ijshockey. Ook in teamsporten is recent de aanwezigheid van pacing aangetoond, en heeft de wetenschap de sport kunnen adviseren m.b.t. keuzes over bijvoorbeeld het wisselen van spelers, en de fysieke voorbereiding van spelers in de rugby league.<sup>32</sup> Gewisselde spelers bijvoorbeeld pacen anders dan spelers die de hele wedstrijd actief zijn. Geen enkele studie heeft zich tot nu toe specifiek op ijshockey en pacing gericht.

## Paralympisch?

Naast de Olympische Spelen zullen ook de Paralympische spelen gehouden worden in Sochi. In tegenstelling tot het grote aantal Paralympische zomersporten (er staan 23 sporten op de Paralympische zomeragenda) staan er maar 6 wintersporten op het programma: Alpineskiën, Biatlon, rolstoelcurling, cross-country skiën, ice sledge hockey en Para-Snowboarden. De vier mogelijke schaatsdisciplines zouden een mooie aanvulling zijn op deze selectie, mits hier een goed, 'evidence-based' classificatie system voor ontworpen kan worden.<sup>33</sup> Recent zijn we begonnen met een opzet tot het ontwikkelen van een aanpak om hier een start mee te maken.<sup>34</sup> Naast biomechanische en visuele aspecten waarop geïnclassificeerd wordt, zijn ook intellectuele beperkingen van belang. En zo komen we weer terug bij het belang van pacing: kan een intellectuele beperking de vaardigheid 'pacing' verstoren? De studies die tot dusver hebben gekeken naar pacing zijn bijna altijd gericht op atleten, d.w.z.: mensen die heel goed kunnen pacen. Maar wat als je je op de andere kant van het continuüm gaat richten? We hopen met vervolgonderzoek hier een duidelijker beeld over te kunnen geven, zodat we het belang van pacing in een Paralympische Classificatie context kunnen doorgronden, en ook het mechanisme achter pacing nog beter kunnen begrijpen.

## Conclusie

Het schaatsen is door de interessante combinatie van het belang van houding, coördinatie en biomechanica en de daarmee samenhangende fysiologische responsen wetenschappelijk gezien een erg interessante sport. Dit maakt het een zeer interessante sport om de complexe vaardigheid 'pacing' beter te leren begrijpen. Meer onderzoek naar de onderliggende mechanismen kan in de toekomst ondersteunend zijn bij het maken van strategische keuzes in de verschillende schaatsonderdelen en het begeleiden van talenten. Ook in generieke context is het beter begrijpen van pacing interessant: Hoe bepalen mensen op welke intensiteit ze zich inzetten voor verschillende taken?

## Referenties

1. Mackenzie RT. (1898) Natural Selection, as Shown in the Typical Speed-Skater. *Journal of Anatomy and Physiology*. 32(3): 468-476.3.
2. De Koning JJ, Houdijk H, de Groot G, Bobbert MF. (2000) From biomechanical theory to application in top sports: the klapskate story. *Journal of Biomechanics*. 33(10):1225-9.
3. Houdijk H, Heijndijk EA, de Koning JJ, de Groot G, Bobbert MF. (2000a) Physiological responses that account for the increased power output in speed skating using klapskates. *European Journal of Applied Physiology*. 83(4-5):283-288.
4. Houdijk H, de Koning JJ, de Groot G, Bobbert MF, And, van Ingen Schenau GJ. (2000b) Push-off mechanics in speed skating with conventional skates and klapskates. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 32(3):635-41.
5. Houdijk H, Bobbert MF, De Koning JJ, De Groot G. (2003) The effects of klapskate hinge position on push-off performance: a simulation study. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 35(12): 2077-84.
6. Van Ingen Schenau GJ, Cavanagh PR. (1990) Power equations in endurance sports. *Journal of Biomechanics*. 23(9): 865-881.
7. Van Ingen GJ, De Koning JJ, De Groot G. (1990) A simulation of speed skating performances based on a power equation. *Med Sci Sports Exerc*. 22(5): 718-28.
8. Hettinga FJ, De Koning JJ, Schmidt L, Wind N, MacIntosh BR, Foster C. (2011) Optimal pacing strategy: from theoretical modelling to reality in 1500-m speed skating. *British Journal of Sports and Medicine*. 45: 30-35
9. Stoter IK, MacIntosh BR, Fletcher JR, Pootz S, Zijdwind I, Hettinga FJ. (2012) The effect of pacing strategy on muscle fatigue and technique in 1500m speed skating and cycling. 17th Annual Meeting of the ECSS, Bruges, 167.
10. Stoter IK, Hettinga FJ, Otten E, Stam A, Elferink-Gemser MT, Visscher C. (2013) Pacing and technique of talented speed skaters: persist to the end. 17th Annual Meeting of the ECSS, Barcelona.
11. Hettinga FJ, de Koning JJ, Hulleman M, Foster C. (2012). Relative importance of pacing strategy and mean power output in 1500-m self-paced cycling. *British Journal of Sports Medicine*. 46(1): 30-35.
12. Muehlbauer T, Schindler C, Panzer S. (2010c) Pacing and Sprint Performance in Speed Skating During a Competitive Season. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 5: 165-176
13. Muehlbauer T, Panzer S, Schindler C. (2010a) Pacing pattern and speed skating performance in competitive long-distance events. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 24(1): 114-119
14. Noordhof DA, Foster C, Hoozemans MJM, De Koning JJ. (2013) Changes in speed skating velocity in relation to push-off effectiveness. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 8(2): 188-194.
15. De Koning JJ, Foster C, Lampen J, Hettinga F, Bobbert MF. (2005) Experimental evaluation of the power balance model of speed skating. *Journal of Applied Physiology*. 98(1): 227-33.
16. De Koning JJ, Bobbert MF, Foster C. (1999) Determination of optimal pacing strategy in track cycling with an energy flow model. *J. Sci. Med. Sport* 2: 266-277.
17. Noakes TD. (1997) 1996 JB Wolffe Memorial Lecture. Challenging beliefs: Ex africa semper aliquid novi. *Med Sci Sports Exerc*. 29(5): 571-90.



### Over de auteurs

F. Hettinga<sup>1</sup>, M. Konings<sup>1,2</sup>,  
B. Smits<sup>2</sup>

<sup>1</sup>University of Essex, School of  
Biological Sciences, Centre of  
Sport and Exercise Science,  
Wivenhoe Park, Colchester, UK

<sup>2</sup>University of Groningen,  
University Medical Center  
Groningen, Center of Human  
Movement Sciences, Groningen,  
The Netherlands

18. Ulmer HV. (1996) Concept of an extracellular regulation of muscular metabolic rate during heavy exercise in humans by psychophysiological feedback. *Experientia*. 52(5): 416-20.
19. Smits BLM, Pepping G-J, Hettinga FJ. Pacing and decision-making in sport and exercise: The roles of perception and action in the regulation of exercise intensity. [Conditionally accepted 2014].
20. Foster C, Hendrickson KJ, Peyer K, Reiner B, Lucia A, Battista RA, et al. Pattern of developing the performance template. (2009) *Br J Sports Med*. 43(10) :765-9.
21. Hulleman M, De Koning JJ, Hettinga FJ, Foster C. (2007) The effect of extrinsic motivation on cycle time trial performance. *Med Sci Sports Exerc*. 39(4): 709-715.
22. Foster C, Hoyos J, Earnest C, Lucia A. (2005) Regulation of energy expenditure during prolonged athletic competition. *Med Sci Sports Exerc*. 37(4): 670-5.
23. Parry D, Chinnasamy C, Micklewright D. (2012) Optic flow influences perceived exertion during cycling. *Journal of Sport and Exercise Psychology*. 34(4): 444-56
24. Renfree A, Martin L, Micklewright D, St Clair Gibson A. (2013) Application of decision-making theory to the regulation of muscular work rate during self-paced competitive endurance activity. *Sports Med*. 1-12.
25. Cisek P. Cortical mechanisms of action selection: The affordance competition hypothesis. (2007) *Philosophical Transactions of the Royal Society B*. 362(1485):1585-99.
26. Cisek P, Kalaska JF. (2010) Neural mechanisms for interacting with a world full of action choices. *Annu Rev Neurosci*. 33: 269-98.
27. Roelands B, De Koning JJ, Foster C, Hettinga FJ, Meeusen R. (2013) Neurophysiological determinants of theoretical concepts and mechanisms involved in pacing. *Sports Med*. 43(5): 301-11.
28. Hesford CM, Laing S, Cardinale M, Cooper CE. (2013) Effect of race distance on muscle oxygenation in short-track speed skating. *Med Sci Sports Exerc*. 45(1): 83-92.
29. Hesford CM, Laing SJ, Cardinale M, Cooper CE. (2012) Asymmetry of quadriceps muscle oxygenation during elite short-track speed skating. *Med Sci Sports Exerc*. 44(3): 501-508.
30. Rundell KW. (1996) Compromised oxygen uptake in speed skaters during treadmill in-line skating. *Med Sci Sports Exerc*. 28(1): 120-7.
31. Rundell KW, Nioka S, Chance B. (1997) Hemoglobin/myoglobin desaturation during speed skating. *Med Sci Sports Exerc*. 29(2): 248-58.
32. Black GM, Gabett TJ. (2013, published ahead of print). Match intensity and pacing strategies in rugby league: An examination of whole-game and interchange players, and winning and losing teams. *Journal of Strength and Conditioning*. doi: 10.1519/JSC.0b013e3182a4a225
33. Tweedy SM, Vanlandewijck YC. (2011) International Paralympic Committee position stand--background and scientific principles of classification in Paralympic sport. *Br J Sports Med* 45(4):259-69.
34. Timans W, Altmann VC, Hettinga FJ. Paralympic ice-skating; What are the steps for a classification system? A review. (2014) 5th State of the Art Congress 'Rehabilitation: Mobility, Exercise and Sports 2014', Groningen.