

Het effect van een hoog intensieve warming up op de prestatie van een daaropvolgende fysieke inspanning

Ludo Remerie, Afstudeeropdracht op de Hogeschool van Utrecht, Faculteit Gezondheidszorg, Fysiotherapie. Juni 2014.

Samenvatting

Doel: Het doel van deze studie is om te onderzoeken wat het effect is van een hoog intensieve warming up op de prestatie van een daaropvolgende fysieke inspanning van getrainde, gezonde personen. **Methoden:** In Pubmed, SPORTdiscus, Science Direct en PEDro werd systematisch naar literatuur gezocht waarin onderzoek werd gedaan naar het effect van intensiteit van een warming up op een daaropvolgende fysieke inspanning. De methodologische kwaliteit van de geïncludeerde studies is beoordeeld met de PEDro-schaal. **Resultaten:** 7 artikelen werden geïncludeerd. In 3 van de 7 studies (43%) heeft een hoog intensieve warming up een significant positief effect ($P < 0.05$) op een daaropvolgende fysieke inspanning. De overige 4 van de 7 studies (57%) vonden geen significant effect ($P > 0.05$) op een fysieke inspanning na een hoog intensieve warming up. **Conclusie:** Er is geen bewijs dat een hoog intensieve warming up een significant positief effect heeft op de prestatie van een fysieke inspanning. Er is geen negatief effect van een hoog intensieve warming up op de prestatie van een fysieke inspanning gevonden. **Key words:** high intensity; warm up; physical activity; performance.

Abstract

Purpose: The purpose of this study is to investigate the effect of a high intensity warm up on performance of a subsequent physical activity in trained, healthy subjects. **Methods:** In Pubmed, SPORTdiscus, Science Direct and PEDro was systematically searched for studies that investigated the effect of warm up intensity on performance during subsequent physical activity. The methodological quality of the included studies were determined using the PEDro-scale. **Results:** 7 articles were included. Significant positive effects ($P < 0.05$) were found in 3 of 7 studies while 4 of 7 studies found no significant effects ($P > 0.05$) on performance of subsequent physical activity. **Conclusion:** There is no evidence that a high intensity warm up has significant effects on performance of subsequent physical activity. No negative effects of high intensity warm up on performance of subsequent physical activity were found. **Key words:** high intensity; warm up; physical activity; performance.

Inleiding

Het uitvoeren van een warming up is in alle takken van sport ongeacht het niveau een veel gezien verschijnsel. Warming up kan grofweg in twee categorieën worden verdeeld: actieve- en passieve warming up.

Een actieve warming up is waarschijnlijk de meest uitgevoerde warming up (Bishop, 2003b).

Hoewel er al sinds 1930 onderzoek wordt gedaan naar de invloed van een warming up op een naderende inspanning is er in de literatuur nog geen eenduidige

conclusie getrokken over of een warming up een positief-, negatief- of geen effect op een lichamelijke prestatie heeft. Wel is het algemeen aangenomen dat het doen van een warming up een positieve bijdrage levert aan het verbeteren van een lichamelijke prestatie (Fradkin, Zazrin, & Smoliga, 2010) en het voorkomen van spier en pees gerelateerde blessures (Brunner-Ziegler, Strasser, & Haber, 2011; Fradkin, Gabbe, & Cameron, 2006; Woods, Bishop, & Jones, 2007).

Een prestatie kan worden gezien als het uitvoeren van een taak (fysieke inspanning). Een prestatie is meetbaar. Zo kan bijvoorbeeld een fysieke inspanning langer worden volgehouden, uitgevoerd worden met meer kracht of in een kortere tijd. Het begrip fysieke inspanning duidt op alle activiteiten waarbij een krachtsinspanning van skeletspieren resulteert in méér energieverbruik dan in rustende toestand. Zodoende is een fysieke inspanning in te delen naar type activiteit (bijvoorbeeld fietsen, zwemmen), naar intensiteit waarmee de activiteit wordt verricht (bijvoorbeeld wandelen, hardlopen) en naar manieren waarop de activiteit wordt uitgevoerd.

Verbetering van lichamelijke prestaties in navolging op een warming up wordt voor een deel toegeschreven aan het toenemen van de lichaamstemperatuur. Gesuggereerd wordt dat door deze verhoogde lichaamstemperatuur de weerstand van zowel gewrichten als spieren afneemt, dat de snelheid van oxidatieve reacties toeneemt, er door een toegenomen bloedtoevoer makkelijker zuurstof (O_2) naar de spieren getransporteerd kan worden en dat bij een zelfde O_2 -spanning (pO_2) de percentuele saturatie van hemoglobine en myoglobine met O_2 afneemt zodat de O_2 dissociatie groter is, wat dus leidt tot een grotere beschikbaarheid van O_2 in onder andere de actieve spieren. (Bishop, 2003b; Fradkin et al., 2010; Mandengue, Seck, Bishop, Cissé, Tsala-Mbala, & Ahmaidi, 2005).

In de literatuur worden verschillende vormen van passieve warming up beschreven. Brunner-Ziegler, et al. (2011) beschrijven ultrageluid, kortegolf therapie en onderdompeling in warm water als passieve vormen van warming up, welke allen resulteren in een toename van de temperatuur van onder andere de spieren.

Het doen van een actieve warming up heeft echter naast de effecten die optreden na een passieve warming up, meer effecten die positief kunnen zijn voor een daaropvolgende fysieke inspanning.

Gevolgen van actieve warming up zijn onder andere een lagere pCO_2 , hogere concentratie H^+ en 2,3-bifosfoglyceraat in het bloed. Deze zorgen er, net als toename van de lichaamstemperatuur, voor dat de O_2 -dissociatiecurve van oxihemo- en myoglobine verschuift. Daarnaast zorgen de verlaagde pO_2 en verhoogde H^+ concentratie in combinatie met een verhoogde K^+ concentratie voor vasodilatatie en een toegenomen bloedtoevoer naar de spieren (Bishop, 2003b).

Ook heeft het activeren van het aërobe metabolisme tijdens de warming up een verhoogde VO_2 uitgangswaarde voor de daaropvolgende fysieke inspanning tot gevolg, met als resultaat dat bij hoog intensieve inspanningen de anaërobe capaciteit gespaard wordt voor later tijdens de inspanning. (Bishop, 2003b; Cone, 2007).

Ajemian, D'Ausilio, Moorman en Bizzi (2010) stellen dat het sensomotorische systeem een snel lerend en ingewikkeld systeem is dat constant wordt bijgesteld naar de taak die op dat moment wordt uitgevoerd. Zij concluderen daarom dat een sporter altijd sportspecifieke onderdelen op zou moeten nemen in zijn warming up protocol om het sensomotorische systeem bij te stellen voor de uitvoering van de daaropvolgende taak. De inhoud van de sportspecifieke fase van de warming up is afhankelijk van uit welke van de componenten, kracht, lenigheid, coördinatie, snelheid en/of

uithoudingsvermogen, een sport bestaat. Een warming up zou moeten bestaan uit dezelfde onderdelen die terugkomen in de daaropvolgende taak.

Zoals eerder al benoemt, komt in een warming up vaak een rekprotocol voor. Woods et al. (2007) concluderen dat rekoefeningen een positief effect hebben op de flexibiliteit van het houding- en bewegingsapparaat omdat deze oefeningen zorgen voor een vergrote elasticiteit van zowel spieren als pezen met als gevolg een vergrote range of motion (ROM). Dit geeft waarschijnlijk vermindering van de kans op blessures.

In navolging op deze overtuigingen doen atleten vaak een actieve warming up die bestaat uit verschillende onderdelen. Deze warming up is meestal actief, bevat sport specifieke oefeningen en een rekprotocol (Hajoglou, Foster, De Koning, Lucia, Kernozek, & Porcari, 2005).

Uit de literatuur blijkt dus dat een warming up in ieder geval actieve onderdelen zou moeten bevatten. Over de optimale intensiteit van een actieve warming up zijn in de literatuur nog geen eenduidige conclusies getrokken. Mandengue, Miladi, Bishop, Temfemo, Cisse en Ahmaidi (2009) deden onderzoek naar hoe de optimale intensiteit van een warming up kan worden berekend. Zij concluderen dat een warming up op een intensiteit van $75.6 \pm 10.4\%$ van de VO_2 -max optimaal is. Zij stellen dat de grote standaarddeviatie van 10.4% een gevolg kan zijn van de grote variëteit van sporten die de proefpersonen beoefenden. De optimale intensiteit voor een warming up zoals geconcludeerd in dit onderzoek is dus zeer algemeen, niet sport specifiek en afhankelijk van de getraindheid van een individu. Hoewel dit een goed uitgangspunt lijkt voor het bepalen van de optimale intensiteit is meer onderzoek over dit onderwerp gewenst (Mandengue, et al., 2009).

Bovendien stelt Bishop (2003c) dat door te variëren in intensiteit, duur en

rusttijd, verschillende warming up protocollen mogelijk vergelijkbare veranderingen in fysiologische effecten en prestatie kunnen bewerkstelligen en het effect van intensiteit van een warming up dus mede afhankelijk is van deze factoren. Bishop (2003c) stelt ook dat hierdoor een optimale intensiteit voor warming up niet te bepalen lijkt, echter kan onderzoek betreffende intensiteit van een warming up algemene kaders scheppen waarbinnen een individueel optimale warming up kan worden bepaald.

Er zijn reviews geschreven over de fysiologische effecten van een warming up en over welke onderdelen een warming up zou moeten bevatten en hoe je deze zou moeten structureren. Echter is er nog geen review volledig gewijd aan het effect van de intensiteit van een warming up op prestatie tijdens een fysieke inspanning. Vanuit deze bevinding is een onderzoeksvraag geformuleerd waarop de auteur door middel van systematisch literatuuronderzoek een antwoord gaat trachten te geven.

Deze studie heeft als doel om te onderzoeken wat het effect is van een hoog intensieve warming up op de prestatie van een daaropvolgende fysieke inspanning van getrainde, gezonde personen.

Voor onderzoek naar de effecten van een warming up worden uiteenlopende protocollen gebruikt met betrekking tot de intensiteit (Mandengue et al., 2009). De intensiteit van een warming up wordt bepaald op basis van de VO_2 -max/ VO_2 -piek maar ook op basis van 1RM, uitwendig geleverd wattage of maximale hartslag. Hierdoor heerst er een grote diversiteit in de gebruikte protocollen voor de warming up. Zo komen namen voor de verschillende intensiteiten van warming up wel vaak overeen (easy, moderate, hard, sprint), maar worden deze niet altijd gedefinieerd door dezelfde parameters. Het samenvatten van de resultaten van verschillende studies waarin het effect van een actieve warming up een fysieke

inspanning is onderzocht, is daardoor erg lastig (Bishop, 2003c).

In de literatuur wordt de intensiteit van een warming up het vaakst bepaald aan de hand van VO_2 -max/ VO_2 -piek. Om een goede vergelijking te kunnen maken bevat deze review artikelen die voor het bepalen van de intensiteit van de warming up VO_2 -max-piek of wattage als uitgangspunt namen. Verondersteld wordt namelijk dat zuurstofopname en belasting een strakke fysiologische koppeling hebben. Er wordt aangenomen dat de $\Delta VO_2/\Delta W$ -relatie onafhankelijk is van leeftijd, gewicht en lengte (Ooij van, Takken, Houtkooper, & Hulst van, 2009).

De onderzoeksvraag die in deze review zal worden behandeld luidt: Wat is het effect van een hoog intensieve warming up op de prestatie van een daaropvolgende fysieke inspanning van getrainde, gezonde personen?

Methode

De indeling van intensiteit van de warming up (easy/moderate/hard) is bepaald op basis van intensiteiten die voorkomen in de literatuur. Aan de hand van hiervan is er een gemiddelde genomen van de percentages van VO_2 -max/piek of W die gebruikt zijn in de geïnccludeerde studies, om zo te bepalen waar de grenzen liggen voor lichte ($< 50\%$ VO_2 -max/piek of W), gemiddelde ($50 - 75\%$ VO_2 -max/piek of W) en zware intensiteit ($> 75\%$ VO_2 -max/piek of W) van de warming up (bijlage 1). Deze indeling komt overeen met de parameters beschreven door Mandengue et al. (2005).

Zoekstrategie

Studies die worden geïnccludeerd voor dit artikel worden gezocht in verschillende wetenschappelijke databanken: PubMed (1994 - april 2014), SPORTDiscus (1994 - april 2014), ScienceDirect (1994 – april 2014), PEDro (1994 – april 2014).

De databanken worden doorzocht met de termen: “warming up”, “warm up” en “prior exercise” welke vervolgens worden gecombineerd met “performance”, “physical activity”, “sport” en/of “intensity”. Van de gevonden studies worden de literatuurlijsten doorzocht voor literatuur waarin onderzoek werd gedaan naar intensiteit van een warming up die niet in de databanken wordt gevonden. Zowel de titel als de abstract van alle gevonden artikelen worden doorgelezen om te bepalen of het artikel onderzoek deed naar het effect van warming up op een fysieke inspanning. Artikelen die niet het effect van een warming up op een fysieke inspanning onderzoeken worden geëxcludeerd. Vervolgens wordt de full-text versie van de geselecteerde artikelen doorgelezen om te bepalen of deze voldoen aan de inclusiecriteria.

In- en exclusiecriteria

Voor dit artikel worden studies geïnccludeerd die onderzoek deden naar het effect van intensiteit van een warming up op een daaropvolgende fysieke inspanning. Alleen studies waarbij de participanten gezonde en getrainde personen zijn, de intensiteit van de warming up bepaald is op basis van de VO_2 -max/piek of W en de uitkomstmaat een fysieke inspanning is, worden geïnccludeerd. Studies geschreven in het Engels en vanaf 1998 – heden worden geïnccludeerd. Studies in andere talen dan Engels worden niet geïnccludeerd. Randomized controlled trials (RCT's) en controlled trials (CCT's) worden geïnccludeerd. Studies met een ander studiedesign dan een RCT of CCT worden geëxcludeerd.

Beoordeling van de kwaliteit van de studies

De geïnccludeerde artikelen worden op methodologische kwaliteit beoordeeld aan de hand van de PEDro-schaal die gebaseerd is op de Delphi-lijst van

Verhagen et al. (1998) (bijlage 2). Van de 11 items van de PEDro-schaal bepaalt de somscore van 10 items de classificatie van methodologische kwaliteit (Aufdemkampe, Berg van den, & Windt van der, 2007). Een item dat in een artikel niet wordt gerapporteerd, krijgt de score -. Een item dat met 'ja' beantwoord kan worden krijgt de score +. Artikelen met een somscore lager dan 4 worden geëxcludeerd. De mate van bewijskracht wordt bepaald aan de hand van de best evidence synthese volgens Van Tulder, Assendelft, Koes en Bouter (1997) (bijlage 3).

Resultaten

Zoekresultaten

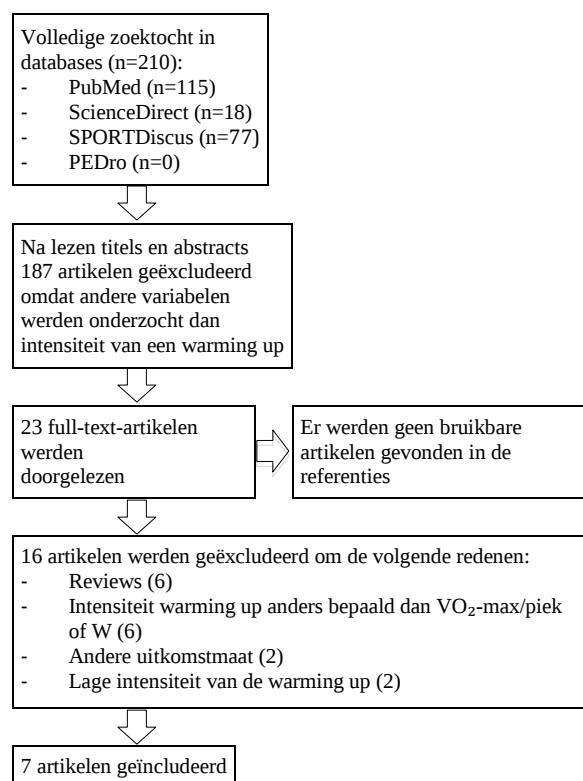
Bij het doorzoeken van de databanken met de gebruikte termen, werden 210 studies gevonden. Na het lezen van de titels en abstracts werden 187 artikelen geëxcludeerd omdat er andere variabelen werden onderzocht dan de intensiteit van een warming up. Verder werden 6 artikelen geëxcludeerd omdat het reviews zijn, 6 artikelen werden geëxcludeerd omdat de intensiteit van de warming up anders werd bepaald dan door middel van de VO_2 -max/peik of W, 2 studies werden geëxcludeerd omdat een andere uitkomstmaat werd gebruikt dan een sportprestatie of lichamelijke prestatie en 2 studies werden geëxcludeerd omdat de intensiteit van de warming up laag/gemiddeld was. Een stroomdiagram is weergegeven in figuur 1. Uiteindelijk werden 7 artikelen geïncludeerd. De opzet van de studies zijn weergegeven in tabel 1.

Methodologische kwaliteit van de studies

Van de geïncludeerde studies varieerden de scores op de PEDro-schaal van 5–6 (5,4 ± 0,49) van 10 (bijlage 2). De studies vallen daarmee in de categorie redelijk tot goed (Maher, Sherrington, Herbert, Moseley, & Elkins, 2003) en worden

geclassificeerd als hoge kwaliteit volgens Van Tulder et al. (1997). Geen van de geïncludeerde artikelen scoorden punten op de items 2 en 3 van de PEDro-schaal. De items 2 en 3 geven weer of patiënten random zijn toegewezen aan de groepen en of de blindingprocedure van de randomisatie is gewaarborgd. Ook scoren de geïncludeerde artikelen nagenoeg geen punten op de items 5 en 6, welke weergeven of de therapeuten en/of patiënten zijn geblindeerd.

Figuur 1. Stroomdiagram



Eigenschappen van de studies en Resultaten

Een overzicht van de methodologie en eigenschappen van de warming ups, zoals uitgevoerd in de geïnccludeerde studies zijn weergegeven in tabel 1.

Alle geïnccludeerde studies zijn crossovers, wat betekent dat een onderzoeksgroep alle interventies, zoals beschreven in het onderzoek, in willekeurige volgorde ondergingen.

Het totale aantal participanten in de geïnccludeerde studies is 63. De grootte van de onderzoekspopulaties per studie in de geïnccludeerde studies varieert van 7 – 12 participanten, met een gemiddelde van 9 participanten per studie. Alle participanten waren getraind en man. In 5 studies waren de participanten specifiek getraind in de sport waaruit de warming up en de fysieke inspanning in het onderzoek bestond (Bishop et al., 2003a; Burnley et al., 2005; Hajoglou et al., 2005; Wittekind & Beneke, 2009; Wittekind & Beneke, 2011). In 2 studies was dit niet het geval. In de studie van Jones et al. (2003) werden de participanten enkel beschreven als algemeen goed getraind en in de studie van Stewart en Sleivert (1998) werden rugby spelers onderworpen aan een warming up en een fysieke inspanning die bestond uit lopen.

Er zijn variaties in de warming ups die in de studies werden uitgevoerd in soort inspanning en parameters (tabel 1).

De warming up werd in 1 studie (Bishop et al., 2003a) op de kajakergometer, in 4 studies (Burnley et al. 2005; Hajoglou et al. 2005; Jones et al., 2003; Wittekind & Beneke, 2011) op de fietsergometer en in 2 studies (Stewart & Sleivert, 1998; Wittekind & Beneke, 2009) op de loopband uitgevoerd.

De parameters van de warming ups zijn in tabel 1 weergegeven in intensiteit, duur en rusttijd van een warming up. De intensiteit van de warming ups varieerde van 40 tot 200% VO_2 -max/piek of W, de duur van 30 seconden tot 15 minuten en de rusttijd van

2 tot 10 minuten. In alle studies was de rust na een warming up passief, echter in de studie van Burnley et al. (2005) is gekozen voor een combinatie van actieve- en passieve rust. Opvallend is dat er een grote variatie is tussen de warming ups in zowel de gebruikte intensiteit, duur als rusttijd. Ook waren er verschillen in de opbouw van de warming ups. Zo worden in 2 studies (Burnley et al. 2005; Stewart en Sleivert, 1998) de warming ups uitgevoerd op een constante intensiteit, terwijl in de studies van Bishop, et al. (2003a) en Wittekind en Beneke (2009) is gekozen voor interval, waarbij lagere en hogere intensiteiten worden afgewisseld en in de studies van Hajoglou, et al. (2005), Jones, et al. (2003) Wittekind en Beneke (2009) en Wittekind en Beneke (2011) een keuze is gemaakt voor opbouw in intensiteit tijdens de warming up.

In 5 studies was behalve één of meer groepen die een warming up uitvoerde ook een controlegroep aanwezig, deze groep voerde geen warming up uit.

Tabel 2 geeft een overzicht van de eigenschappen van de fysieke inspanningen die volgden op de warming up.

Het type activiteit van de fysieke inspanningen was in alle studies dezelfde als die van de warming up.

De fysieke inspanningen varieerden in intensiteit van ~90% VO_2 -max/piek of W tot maximaal, uitkomstmaten (vermogen, tijd en tijd tot uitputting) en duur (waarvan boven- en ondergrens niet te definiëren zijn). De duur van de fysieke inspanningen worden niet beschreven in 4 studies (Hajoglou et al., 2005; Jones et al., 2003; Stewart, & Sleivert, 1998; Wittekind & Beneke, 2009). In al deze studies is de uitkomstmaat tijd of tijd tot uitputting waardoor de duur van de fysieke inspanning afhankelijk is van individuele prestatie van de participanten en dus niet vooraf gedefinieerd kan worden.

In 4 studies (Bishop et al., 2003a; Hajoglou et al., 2005; Stewart & Sleivert,

1998; Wittekind & Beneke, 2011) is de intensiteit van de fysieke inspanningen niet in absolute waarden uitgedrukt. De intensiteit van de fysieke inspanningen kan in de studies van Bishop, et al. (2003a) en Wittekind en Beneke (2011) echter worden gedefinieerd als maximaal (participanten kregen instructies om zich gedurende de test maximaal in te spannen) en submaximaal tot maximaal in de studie van Stewart en Sleivert (1998) (er werd gebruik gemaakt van een maximaaltest met oplopende belasting). De intensiteit van de fysieke inspanning in de studie van Hajoglou, et al. (2005) is onbekend. In 3 studies (Burnley, et al., 2005; Jones, et al., 2003; Wittekind, & Beneke, 2009) werd de intensiteit van de fysieke inspanningen wel in absolute waarden uitgedrukt. Deze varieerden van ~90 tot 120% VO₂-max/piek of W. Opgemerkt moet worden dat er in de studie van Jones et al. (2003) voor drie fysieke inspanningen is gekozen, deze varieerden enkel in intensiteit (100-, 110 en 120% VO₂-max/piek of W) en kwamen in duur en uitkomstmaat overeen.

In tabel 3 zijn de resultaten en het effect van de geïncludeerde studies weergegeven. De gegevens in tabel 3 geven weer dat in 3 studies (43%) een hoog intensieve warming up (WH) een significant positief effect ($P < 0.05$) heeft op de prestatie van een daaropvolgende fysieke inspanning (Bishop et al., 2003; Hajoglou et al., 2005; Jones et al., 2003). In de studie van Bishop et al. (2003a) worden de effecten van een WH gemeten op zowel het piek- als gemiddeld vermogen. De overige 4 studies (57%) vonden geen significant effect ($P > 0.05$) op de prestatie van een fysieke inspanning na een WH (Burnley et al., 2005; Stewart & Sleivert, 1998; Wittekind & Beneke, 2009; Wittekind & Beneke, 2011). In 5 studies (71%) werd een WH vergeleken met een controle groep (GW). In de studies van Bishop et al. (2003a) en

Wittekind en Beneke (2011) werden de effecten van een hoog intensieve warming up vergeleken met een laag/gemiddeld intensieve warming up.

Geen van de 7 studies toont aan dat een hoog intensieve warming up een negatief effect heeft op de prestatie van een daaropvolgende fysieke inspanning. In het artikel van Stewart en Sleivert (1998) worden geen absolute waarden gegeven.

Tabel 1. Overzicht methodologie studies

Studie	Design	Participanten	Beschrijving warming up				
			Soort inspanning	Groep	Intensiteit (% VO ₂ -max/ piek of W)	Duur (sec/ min)	Rusttijd (min)
Bishop et al., 2003a	Cross over	7 kajakkers, man	Kajak ergometer	W1	65	15'	5' p
				W2	65	10'	5' p
					200 (x5)	10''	
					55 (x5)	(x5)	
						10''	
						(x5)	
Burnley et al. 2005	Cross over	12 goed getrainde fietsers, man	Fiets ergometer	GW	-	-	-
				W1	~40	10-12'	1' a 7' p
				W2	~70	6'	1' a 7' p
				W3	>150	30''	1' a 7' p
Hajoglou et al. 2005	Cross over	8 goed getrainde fietsers, man	Fiets ergometer	GW	-	-	-
				W1	40 50 56	5' 5' 5'	2' p
				W2	40 50 56 78	5' 5' 5' 3'	6' p
Jones et al., 2003	Cross over	7 gezonde mannen	Fiets ergometer	GW	-	-	-
				W1	20W 76	3' 6'	7' p
Stewart & Sleivert, 1998	Cross over	9 getrainde rugby spelers, man	Loopband	GW	-	-	-
				W1	60	15'	3' p
				W2	70	15'	3' p
				W3	80	15'	3' p
Wittekind & Beneke, 2009	Cross over	9 lange afstand lopers, man	Loopband	GW	-	-	-
				W1	60	10'	5' p
				W2	60 105 (x6)	10' 15''	5' p
						(x6)	
Wittekind & Beneke, 2011	Cross over	11 getrainde fietsers, man	Fiets ergometer	W1	40	6'	10' p
				W2	40 80	5' 1'	10' p
				W3	40 110	5' 1'	10' p

a = actieve rust
p = passieve rust

Tabel 2. Eigenschappen fysieke inspanning

Studie	Fysieke inspanning			
	Groep	Duur (sec/min)	Intensiteit (% VO ₂ -max/ piek of W)	Uitkomstmaat
Bishop et al., 2003a	F	2'	maximaal	vermogen
Burnley et al., 2005	F	7'	~90	vermogen
Hajoglou et al., 2005	F	-	onbekend	tijd
Jones et al., 2003	F1	-	100	tijd tot uitputting
	F2	-	110	
	F3	-	120	
Stewart & Sleivert, 1998	F	-	submaximaal/ maximaal	tijd tot uitputting
Wittekind & Beneke, 2009	F	-	105	tijd tot uitputting
Wittekind & Beneke, 2011	F	1'	maximaal	vermogen

Tabel 3. Resultaten en effect

Studie	Groep	Resultaten	Effect
Bishop et al., 2003a	F	Piek vermogen W1: 601 ± 204 W W2: 629 ± 199 W	Piek vermogen W1 < W2 (P < 0.05)
		Gemiddeld vermogen W1: 321 ± 42.4 W W2: 328 ± 39.0 W	Gemiddeld vermogen W1 < W2 (P < 0.05)
Burnley et al., 2005	F	gw: 330 ± 42 W W1: 338 ± 39 W W2: 339 ± 42 W W3: 324 ± 45 W	gw < W1 (P < 0.001) gw < W2 (P < 0.001) gw = W3
Hajoglou et al., 2005	F	gw: 274.4 ± 12.1 s W1: 266.8 ± 12.0 s W2: 267.3 ± 10.4 s	gw < W1 (P < 0.05) gw < W2 (P < 0.05)
Jones et al., 2003	F1	gw: 386 ± 92 s W1: 613 ± 161 s	gw < W1 (P < 0.05)
	F2	gw: 218 ± 26 s W2: 284 ± 47 s	gw < W2 (P < 0.05)
	F3	gw: 139 ± 18 s W3: 180 ± 29 s	gw < W3 (P < 0.05)
Stewart & Sleivert, 1998	F	-	gw < W1 (P < 0.05) gw < W2 (P < 0.05) gw = W3 (P < 0.05)
Wittekind & Beneke, 2009	F	gw: (290 s (-77,43)) W1: (324 s (-77,43)) W2: (316 s (-77,43))	gw = W1 gw = W2
Wittekind & Beneke, 2011	F	W1: 516 ± 28 W W2: 521 ± 26 W W3: 526 ± 34 W	W1=W2=W3

Discussie

In dit artikel wordt het effect van een hoog intensieve warming up ($>75\%$ $\text{VO}_2\text{-max}$ /piek of W) op de prestatie van een daaropvolgende fysieke inspanning onderzocht. Verschillende wetenschappelijke databanken werden doorzocht. Van de 210 gevonden artikelen werden 7 artikelen, waarbij in totaal 63 participanten betrokken waren, geïnccludeerd. De methodologische kwaliteit van deze studies werd beoordeeld aan de hand van de PEDro-schaal (bijlage 2).

In geen van de geïnccludeerde studies is er een negatief effect van een hoog intensieve warming up op de prestatie van een fysieke inspanning gevonden. Het lijkt waarschijnlijk dat een warming up een positieve bijdrage levert aan het verbeteren van een lichamelijke prestatie, en het hier geen negatief effect heeft. Dit wordt bevestigd door een systematisch literatuuronderzoek met meta-analyse van Fradkin et al. (2010). Met deze kennis lijkt het logisch dat er in deze review geen studies zijn die een negatief effect vonden.

De 7 geïnccludeerde studies hebben gemeen dat ze allemaal onderzoek doen naar het effect van intensiteit van een warming up op een daaropvolgende fysieke inspanning. Deze studies worden echter gekenmerkt door een diversiteit aan gebruikte protocollen waarbij de auteurs zelf kiezen voor de vorm, duur, rusttijd en intensiteit van de warming up. Ook verschillen de fysieke inspanningen van de studies van elkaar in duur, soort inspanning en uitkomstmaat om het effect van een warming up te meten (tabel 1, 2). Zoals beschreven in de inleiding van dit artikel kunnen variaties in intensiteit, duur en rusttijd van een warming up invloed hebben op de fysiologische effecten en prestatie van een fysieke inspanning volgend op die warming up (Bishop, 2003c). Bovenstaande kan worden onderschreven door de warming ups en de resultaten uit de studies van Jones et al.

(2003) en Stewart en Sleivert (1998) te vergelijken. De intensiteit van de warming ups in de studies komen nagenoeg overeen (respectievelijk 76% en 80% van de $\text{VO}_2\text{-max}$ /piek of W). Jones et al. (2003) vinden in tegenstelling tot Stewart en Sleivert (1998) een significante toename van tijd tot uitputting. Stewart en Sleivert (1998) concluderen dat de tijd tot uitputting na een WH niet verschilt ten opzichte van GW. Hoewel de intensiteit dus vergelijkbaar was verschilden wel de duur van de warming up (respectievelijk 9 en 15 minuten) en de rusttijd (respectievelijk 7 en 3 minuten) die gebruikt werden in deze studies van elkaar.

Bishop (2003c) stelt dat de herstelperiode na een warming up lang genoeg moet zijn om energievoorraden te kunnen laten herstellen maar niet langer dan 5 minuten. Tijdens de herstelperiode daalt de verhoogde VO_2 uitgangswaarde binnen ~ 5 minuten naar de beginwaarde. Een verhoogde VO_2 uitgangswaarde aan het begin van een inspanning blijkt een gunstig effect op deze inspanning te hebben. Voor het bereiken van een verhoogde VO_2 uitgangswaarde dient een actieve warming up een duur te hebben van 10-20 minuten. Wanneer nu gekeken wordt naar gegevens uit de studie van Stewart en Sleivert (1998) kan het uitblijven van een effect van de warming up op de prestatie van de fysieke inspanning mogelijk worden verklaard door een relatief lange duur van de warming up (15 minuten) in combinatie met een (te) korte rusttijd (3 minuten) waardoor de energievoorraden mogelijk niet voldoende konden herstellen en een effect uit bleef.

Een warming up op $\sim 80\%$ van de $\text{VO}_2\text{-max}$ /piek of W (WH) zorgt niet in beide studies voor een significant effect op de prestatie van een daaropvolgende fysieke inspanning.

Het verkrijgen van een positief effect van een warming up op de prestatie van een daaropvolgende fysieke inspanning lijkt dus af te hangen van de juiste afstemming

van intensiteit, duur en rusttijd van de warming up.

Beperkingen van deze review

Er zijn een aantal zwakke punten in deze review.

Zo heerst er in de literatuur geen duidelijkheid over welke parameters horen bij een laag/gemiddeld- en hoog intensieve warming up. De voor deze review geïnccludeerde artikelen zijn ingedeeld in een van deze twee categorieën op basis van 1 referentie en gemiddelden die werden gevonden in de literatuur (bijlage 1). Door deze methode kan de conclusie van dit artikel worden beïnvloed daar de intensiteiten van een WL en een WH soms dicht bij elkaar liggen. Mogelijk zou een studie die in dit onderzoek als WL is gecategoriseerd behoren tot de WH categorie met het gevolg dat resultaten van dit artikel een positiever, of juist een negatiever effect van WH op prestatie van een fysieke inspanning laten zien dan wanneer de verdeling tussen WL en WH onderbouwd kon worden met meer literatuur.

De geïnccludeerde artikelen zijn op methodologische kwaliteit gescoord aan de hand van de PEDro-schaal (bijlage 2). De PEDro-schaal is niet volledig valide. Toch heeft deze wel de voorkeur voor onderzoek naar de kwaliteit van dergelijke studies (Verhagen et al., 1998). De scores variëren van 5 – 6/10 punten met een gemiddelde score van 5,4/10 punten. Alle studies vallen in de categorie redelijk tot goed (Teasell, Foley, Salter, Bhogal, Jutai, & Speechley, 2012). Geen van de geïnccludeerde artikelen scoorden punten op de items 2 en 3 van de PEDro-schaal. In de wetenschap dat bij gerandomiseerde studies naar bewegingstherapie de items 5 en 6 vrijwel nooit te realiseren zijn (Aufdemkampe et al., 2007), zijn de geïnccludeerde artikelen wellicht van betere methodologische kwaliteit dan de PEDro-scores doen vermoeden.

Niet alle studies hebben het effect van een warming up vergeleken met een controle groep (tabel 1). De effecten van deze warming ups werden vergeleken met een warming up met een lagere intensiteit. Hoewel het is toegestaan om effecten op een prestatie aan te tonen door een interventie te vergelijken met een andere interventie (WH – WL), geeft dit geen goed beeld van de werkelijke verandering ten opzichte van de beginsituatie, omdat de beginsituatie idealiter zou moeten bestaan uit geen interventie (geen warming up) (Fradkin et al., 2010). Het gevolg van dit gegeven is dat resultaten van dit artikel een positiever, of een negatiever effect van WH op prestatie van een fysieke inspanning laten zien dan wat in werkelijkheid het geval is.

Aanbevelingen

Artikelen van goede methodologische kwaliteit die onderzoek doen naar het effect van verschillende hoog intensieve warming ups op een daaropvolgende fysieke inspanning zijn gewenst, om meer duidelijkheid te scheppen in de praktijk over de effecten van een hoog intensieve warming up op de prestatie van een daaropvolgende fysieke inspanning. Mogelijk draagt dit bij aan het scheppen van kaders waardoor de intensiteit van een warming up met een zo groot mogelijk effect op de prestatie van een fysieke inspanning bepaald kan worden.

Door auteurs worden diverse termen gebruikt om warming ups te categoriseren. Meer eenduidigheid in deze terminologie is gewenst om studies beter met elkaar te kunnen vergelijken en daar conclusies aan te verbinden.

Praktische toepassingen

Hoewel dit artikel geen bewijs heeft gevonden voor een effect van een hoog intensieve warming up op de prestatie van een fysieke inspanning kan worden gesteld dat:

- Een warming up op 76 tot 78% VO₂-max/peik of W, van 9 tot 18 minuten en een passieve rust van 6 tot 7 minuten een positief effect heeft op de prestatie van een daaropvolgende fysieke inspanning.
- Een warming up op 65% VO₂-max/peik of W met sprints op 200% kan leiden tot een verbetering van de prestatie van een daaropvolgende fysieke inspanning.
- Een juiste afstemming van duur en intensiteit van de warming up en herstelperiode van belang is voor het verkrijgen van een effect.

Conclusie

Concluderend kan worden gesteld dat het effect van een hoog intensieve warming up op prestatie tijdens een daaropvolgende fysieke inspanning kan worden beïnvloed door variaties in duur en rusttijd van de warming up. Een juiste afstemming van

deze variabelen en de intensiteit van een warming up lijkt van belang voor het verkrijgen van een positief effect op prestatie tijdens een fysieke inspanning. In 43% van de geïncludeerde studies wordt een significant positief effect ($P < 0.05$) van een hoog intensieve warming up op de prestatie van een daaropvolgende fysieke inspanning gevonden. Volgens de best evidence synthese van Van Tulder et al. (1997) is er, aangezien het aantal studies dat een significant positief effect vond uit minder dan 50% van het totale aantal gevonden studies van hetzelfde studiedesign en methodologische kwaliteit bestond, daarom geen of onvoldoende bewijs dat een hoog intensieve warming up een significant positief effect heeft op de prestatie van een daaropvolgende inspanning.

Er is geen negatief effect van een hoog intensieve warming up op de prestatie van een fysieke inspanning gevonden.

Literatuur

- Aufdenkampe, G., Van Den Berg, J., & Van Der Windt, DAWM. (2007). Hoe vind ik het? Zoeken, interpreteren en opzetten van fysiotherapeutisch onderzoek. *Bohn Stafleu van Loghum*.
- Ajemian, R., D'Ausilio, A., Moorman, H., & Bizzi, E. (2010). Why Professional Athletes Need a Prolonged Period of Warm-Up and Other Peculiarities of Human Motor Learning. *Journal of Motor Behavior*, 42(6), 381-388.
- Bishop, D., Bonetti, D., & Spencer, S. (2003). The effect of an intermittent, high-intensity warm-up on supramaximal kayak ergometer performance. *Journal of Sports Sciences*, 21, 13-21.
- Bishop, D. (2003). Warm up I Potential Mechanisms and the Effects of Passive Warm Up on Exercise Performance. *Sports Medicine*, 33(6), 439-454.
- Bishop, D. (2003). Warm Up II Performance Changes Following Active Warm Up and How to Structure the Warm Up. *Sports Medicine*, 33(7), 483-498.
- Brunner-Ziegler, S., Strasser, B., & Haber, P. (2011) Comparison of metabolic and biomechanic responses to active vs. passivewarm-up procedures before physical exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(4), 909–914.

- Burnley, M., Doust, J. H., & Jones, A. M. (2005). Effects of Prior Warm-up Regime on Severe-Intensity Cycling Performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37(5), 838-845.
- Cone, J. R. (2007). Warming Up for Intermittent Endurance Sports. *National Strength and Conditioning Association*, 29(6), 70-77.
- Fradkin, A., Gabbe, B., & Cameron, P. (2006). Does warming up prevent injury in sport? The evidence from randomised controlled trials? *Journal of Science and Medicine in Sport*, (9), 214-220.
- Fradkin, A. J., Zazryn, T. R., & Smoliga, J. M. (2010). Effects of warming up on physical performance: A systematic review with meta-analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(1), 140-148.
- Hajoglou, A., Foster, C., De Koning, J. J., Lucia, A., Kernozek, T. W., & Porcari, J. P. (2005). Effect of Warm-Up on Cycle Time Trial Performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37(9), 1608-1614.
- Jones, A., Wilkerson, M., Burnley, & Koppo, K. (2003). Prior Heavy Exercise Enhances Performance during Subsequent Perimaximal Exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(12), 2085-2092.
- Maher, C. G., Sherrington, C., Herbert, R. D., Moseley, A. M., & Elkins, M. (2003). Reliability of the PEDro Scale for Rating Quality of Randomized Controlled Trials. *Physical Therapy*, 83.
- Mandengue, S., Miladi, I., Bishop, D., Temfemo, A., Cisse, F., & Ahmaidi, S. (2009). Methodological approach for determining optimal active warm-up intensity: predictive equations. *Science & Sports*, 24, 9-14.
- Mandengue, S., Seck, D., Bishop, D., Cisse, F., Tsala-Mbala, P., & Ahmaidi, S. (2005). Are athletes able to self-select their optimal warm up? *Journal of Sports Science and Medicine*, 8(1), 26-34.
- Van Ooij, P.J.A.M., Takken, T., Houtkoper, A., & Van Hulst, R.A. (2009). Gemeten versus berekende maximale zuurstofopname: een wereld van verschil? *Tijdschrift voor bedrijfs en verzekeringsgeneeskunde*.
- Stewart, B., & Sleivert, G. (1998). The Effect of Warm-up Intensity on Range of Motion and Anaerobic Performance. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 27(2), 154-161.
- Teasell, R., Foley, N., Salter, K., Bhogal, S., Jutai, J., Speechley, M. (2012). Evidence-based review of stroke rehabilitation. 15th edition ed. London (ON): EBRSR.
- Van Tulder, M. W., Assendelft, W. J., Koes, B. W., & Bouter, L.M. (1997). Method guidelines for systematic reviews in the Cochrane Collaboration Back Review Group for Spinal Disorders. *Spine*, 22, 2323-2330.

- Verhagen, A.P., de Vet, H.C.W., de Bie R.A., Kessels, A.G.H., Boers, M., Bouter, LM., en Knipschild, P.G. (1998). The Delphi list: A criteria list for quality assessment of randomised clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. *Journal of Clinical Epidemiology*, 51(12), 1235-1241.
- Wittekind, A. L., & Beneke, R. (2009). Effect of warm-up on run time to exhaustion. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12, 480-484.
- Wittekind, A., & Beneke, R. (2011). Metabolic and performance effects of warm-up intensity on sprint cycling. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 21, 201-207.
- Woods, K., Bishop, P., & Jones, E. (2007). Warm-up and stretching in the prevention of muscular injury. *Sports medicine*, 37(12), 1089-1099.

Bijlage 1: Overzicht literatuur voor verdeling intensiteit warming up

Titel	Easy <50% VO_2-max of W	Moderate 50-75% VO_2-max of W	Hard >75% VO_2-max of W
Wittekind en Beneke, 2009		60% VO_2 -max	60% VO_2 -max 105% VO_2 -max
Wittekind en Beneke, 2011	40% piek aeroob vermogen		40% piek aeroob vermogen 80 en 110% piek aeroob vermogen
Stewart en Sleivert, 1998		60% VO_2 -max 70% VO_2 -max	80% VO_2 -max
Jones, et al., 2003			76% VO_2 -max
Bishop, et al., 2003		65% VO_2 -max	65% VO_2 -max 200% VO_2 -max
Bishop, et al., 2001		55% VO_2 -max 65% VO_2 -max 75% VO_2 -max	
Hajoglou, et al., 2005		44, 50 en 56% VO_2 -piek	44, 50 en 56% VO_2 -piek. 78% VO_2 -piek
Yaicharoen, et al., 2012		55% VO_2 -piek	
Burnley, et al., 2005	~40% Wpiek	~70% Wpiek	>150 Wpiek

Bijlage 2: Kwaliteit van de artikelen volgens de PEDro-schaal

Studie	Scores op de PEDro-schaal*											Totaal
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Bishop, et al., 2003	Nee	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	6
Burnley et al., 2005	Nee	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	5
Hajoglou et al., 2005	Nee	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	5
Jones, et al., 2003	Nee	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	6
Stewart en Sleivert, 1998	Nee	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	5
Wittekind en Beneke, 2009	Nee	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	5
Wittekind en Beneke, 2011	Nee	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	6

*nummers komen overeen met de volgende criteria op de PEDro-schaal:

1. De in- en exclusiecriteria zijn duidelijk beschreven.
 2. Patiënten zijn random toegewezen aan de groepen.
 3. Blindingprocedure van de randomisatie is gewaarborgd.
 4. De groepen zijn wat betreft de belangrijkste prognostische indicatoren vergelijkbaar.
 5. Patiënten zijn geblindeerd.
 6. Therapeuten zijn geblindeerd.
 7. Beoordelaars zijn geblindeerd voor ten minste 1 primaire uitkomstmaat.
 8. Er wordt ten minste 1 primaire uitkomstmaat gemeten bij > 85% van de geïncludeerde patiënten.
 9. Patiënten ontvingen de toegewezen experimentele of controlebehandeling.
 10. Van ten minste 1 primaire uitkomstmaat is de statistische vergelijkbaarheid tussen de groepen gerapporteerd.
 11. Van ten minste 1 primaire uitkomstmaat zijn zowel puntschattingen als spreidingsmaten gepresenteerd.
- + indiceert dat volledig voldaan werd aan het criterium.
- indiceert dat niet volledig voldaan werd aan het criterium.

Bijlage 3: Best evidence synthese (Van Tulder et al., 1997)

Sterk bewijs	Gebaseerd op statistisch significante resultaten gemeten in ≥ 4 RCT's van hoge kwaliteit
Matig bewijs	Gebaseerd op statistisch significante resultaten gemeten in ≥ 2 RCT's van hoge kwaliteit en ≥ 1 RCT van lage kwaliteit of ≥ 1 CCT van hoge kwaliteit
Gering bewijs	Gebaseerd op statistisch significante resultaten gemeten in ≥ 1 RCT van hoge kwaliteit of ≥ 2 CCT's van hoge kwaliteit (in afwezigheid van RCT's van hoge kwaliteit)
Aanwijzingen	Gebaseerd op statistisch significante resultaten gemeten in ≥ 1 CCT van hoge kwaliteit of RCT van lage kwaliteit of ≥ 2 studies van niet-experimentele aard met voldoende kwaliteit
Geen of onvoldoende bewijs	In die gevallen waarin de resultaten van de geïnccludeerde studies niet voldoen aan de bovengenoemde niveaus van bewijskracht, of in die gevallen waarin conflicterende resultaten aanwezig zijn tussen RCT's en CCT's, of in die gevallen waarin geen enkele studie geïnccludeerd kon worden

Aan de hand van de PEDRO-schaal kun je RCT's en CCT's classificeren als hoge kwaliteit (≥ 4 punten) en als lage kwaliteit (≤ 3 punten).

Indien het aantal studies dat bewijs aantoont minder dan 50% bedraagt van het totale aantal gevonden studies in dezelfde categorie van methodologische kwaliteit en studiedesign (RCT, CCT of pre-experimentele studie) wordt het resultaat als 'geen bewijs' geclassificeerd.