

Samenvattig

Het effect van pre-cooling op koefficiëntie
en duursportprestaties

Duursportprestaties worden negatief beïnvloed in een warme omgeving. Deze invloed kan worden verminderd door het toepassen van koeling van de atleten voorafgaand aan de inspanning, bekend als *pre-cooling*. In de praktijk wordt *pre-cooling* toegepast door middel van persoonlijk koelsystemen. Momenteel bestaat er onduidelijkheid over: i) hoe het koelvermogen van het systeem het best kan worden gekwantificeerd, ii) wat het optimale koelvermogen en de koelfrequentie zijn voor het verbeteren van duursportprestaties in een warme omgeving, en iii) of het toepassen van *pre-cooling* gunstig is voor duursporten anders dan fietsen en hardlopen. Het doel van het werk dat in dit proefschrift wordt beschreven is om meer duidelijkheid te scheppen met betrekking tot deze onbekenden.

Thermische effecten van *pre-cooling* zijn onderzocht, met name het koelvermogen, thermofysiologische aspecten en perceptie. Het onderzoek vond plaats met behulp van i) proefpersonen, ii) een thermische manikin, en iii) een numeriek thermofysiologische mensmodel. In de eerste plaats ondergingen de proefpersonen en een thermisch manikin twee *pre-cooling*-sessies waarbij een koelshirt (mild koelvermogen) of een ijsvest (hoog koelvermogen) werden toegepast. Als laatste is het numeriek thermofysiologische mensmodel ingezet om de reacties van de huid en de rectale temperatuur te simuleren tijdens virtuele sessies. Het koelvermogen gemeten met de thermische manikin was twee maal hoger dan bij de proefpersonen voor het koelshirt en anderhalf maal hoger voor het ijsvest. Het koelvermogen van het koelshirt, berekend aan de hand van de waarden van het numeriek thermofysiologische mensmodel, resulteerde in gelijke waarden als gevonden in de sessies met proefpersonen. Voor het ijsvest onderschatte het model het koelvermogen met een factor 2. Wij concluderen dat het numeriek thermofysiologische mensmodel een bruikbaar instrument is voor het voorspellen van de thermofysiologische reacties, met name voor het toepassen van milde koeling onder heterogene omstandigheden. Maar voordat het model kan worden ingezet voor het voorspellen van thermofysiologische reacties bij hoge koelvermogens zal het moeten worden verbeterd.

Koefficiëntie van persoonlijke koelsystemen zijn onderzocht in twee verschillende studies waarin de volgende twee parameters centraal stonden: i) het koelvermogen en ii) het herhaaldelijk koelen. De hypothese van de eerste studie was dat milde koeling, ten opzichte van een hoog koelvermogen, de koefficiëntie bevordert door niet of minder vasoconstrictie in de huid te veroorzaken alsmede minder thermogenese. Verwacht werd dat milde koeling in een betere koefficiëntie resulteerde en een langere volhoudtijd bij inspanning. In deze studie ondergingen acht mannen drie sessies in een willekeurige volgorde. In elke sessie werd een fysieke inspanning voorafgegaan door een pre-fase. De pre-fase vond plaats in een kamer met een temperatuur van 24.6 ± 0.4 °C en $24 \pm 6\%$ relatieve luchtvochtigheid. Tijdens deze fase ondergingen de proefpersonen 45 minuten milde koeling door middel van een koelshirt gebaseerd op waterverdamping (matig koelvermogen) of koeling met een ijsvest (hoog koelvermogen). Ook ondergingen de

proefpersonen ter controle een sessie zonder *pre-cooling*. Aansluitend op de pre-fase leverde de proefpersonen een fietsergometer inspanning van $65\% \dot{V}O_{2\text{peak}}$ in een klimaatkamer met een temperatuur van 29.3 ± 0.2 °C en een relatieve luchtvochtigheid van $80 \pm 3\%$. Tijdens de pre-fase was de huiddoorbloeding lager voor het milde en het hoge koelvermogen vergeleken met de controleconditie. Er werden geen verschillen in huiddoorbloeding vastgesteld tussen beide *pre-cooling*-methoden. Voor de thermogenese is geen verschil gevonden tussen beide *pre-cooling*-methoden. Een hoog koelvermogen leidt tot een afname van de lichaamswarmte ($39.5 \pm 8.4 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$) die tweemaal zo groot was als de afname bij milde koeling ($21.2 \pm 5.1 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$). De tijd tot fysieke uitputting door fietsergometerinspanning was het langst na koeling met een hoog koelvermogen. Wij concluderen dat beide *pre-cooling*-methoden een gelijk effect hadden op de koefficiëntie (vasoconstrictie en thermogenese) en dat de verbeterde fysieke prestatie na toepassing van het hoge koelvermogen, is toe te schrijven aan een grotere afname van de lichaamswarmte.

In een tweede studie werd de hypothese getoetst dat herhaaldelijk blootstelling aan koude, acclimatisatie kan veroorzaken. Acclimatisatie zou kunnen leiden tot verbetering van de koefficiëntie, die tot uiting komt in een verbetering van fysieke prestatie. Dit werd onderzocht door acht gezonde mannelijke proefpersonen op tien achtereenvolgende dagen bloot te stellen aan koeling met een ijsvest. Elke sessie duurde 60 minuten en vond plaats in een klimaatkamer met een temperatuur van 20.8 ± 0.6 °C en een relatieve luchtvochtigheid van $47 \pm 2\%$. Op de eerste, vijfde en tiende dag werd de koeling gevolgd door i) 30 minuten fysieke inspanning van $65\% \dot{V}O_{2\text{peak}}$ op een fietsergometer, en ii) een stapsgewijs zwaarder wordende inspanning tot uitputting. De inspanning werd verricht bij een temperatuur van 30.8 ± 0.3 °C en een relatieve luchtvochtigheid van $72 \pm 3\%$. De doorbloeding van de huid bleef onveranderd gedurende de verschillende dagen, ook werd geen effect gevonden op de huidtemperatuur en de kerntemperatuur gemeten in het darmstelsel. Als consequentie werd ook geen effect waargenomen op de totale lichaamswarmte. Desalniettemin voelden de proefpersonen zich op de tiende dag minder koud en dus thermisch comfortabeler vergeleken met de eerste dag. De tijd tot uitputting bleef ongewijzigd voor de stapsgewijs zwaarder wordende inspanning tussen de eerste dag ($14:51 \pm 05:25$ minuten), vijfde ($15:32 \pm 05:27$ minuten) en tiende dag ($15:29 \pm 05:21$ minuten). Geconcludeerd werd dat herhaaldelijk koelen de temperatuurperceptie alsmede het thermisch comfort verbetert, zonder effect op koefficiëntie en fysieke prestatie. Het herhaald gebruik van een ijsvest heeft waarschijnlijk geen effect op fysieke prestatie in een warme omgeving.

Om te onderzoeken of *pre-cooling* naast fietsen en hardlopen ook andere fysieke inspanningsprestatie kan verbeteren werden acht triatleten onderworpen aan twee sessies. Elke sessie bestond uit i) een 10 minuten durende opwarmfase op een fietsergometer met een inspanning van $40\% \dot{V}O_{2\text{peak}}$ en ii) aansluitend 1500 m zwemmen op maximale snelheid. Het zwemmen vond plaats in water met een temperatuur van 27.6 ± 0.3 °C. De

eerste sessie was de controleconditie. Tijdens de tweede sessie werd *pre-cooling* toegepast gedurende 45 minuten vóór het zwemmen, opgedeeld in 35 minuten koeling tijdens rust en 10 tijdens de opwarmfase. Koeling verlaagde de kerntemperatuur (0.2 ± 0.2 °C) tijdens rust en verminderde de stijging van de kerntemperatuur tijdens de opwarmfase. Hierdoor was de kerntemperatuur vlak vóór het zwemmen voor de conditie met koeling lager (37.1 ± 0.4 °C) dan in de controleconditie (37.7 ± 0.4 °C). Tijdens het zwemmen bleef het verschil in kerntemperatuur bijna tot het einde bestaan, maar resulteerde niet in een kortere zwemtijd. De gemiddelde zwemtijd was voor de controleconditie $23:04 \pm 02:02$ minuten en voor de koelingconditie $22:47 \pm 02:09$ minuten. De perceptie van de temperatuur was lager voor de koelingconditie tijdens de opwarmfase. Wij concluderen dat *pre-cooling* de thermische belasting verlaagt tijdens de opwarmfase alsmede de zwemfase, doch niet leidt tot verbetering van de zwemtijd.

Uit de hierboven samengevatte resultaten concluderen wij dat de thermische effecten van persoonlijke koelingssystemen gekwantificeerd kunnen worden door middel van een thermische manikin gekoppeld aan een numeriek thermofysiologische mensmodel. Daarnaast is het niet aannemelijk dat de koefficiëntie van persoonlijke koelsystemen verbetert door het koelvermogen te verlagen of door herhaald koelen. De resultaten laten zien dat fysieke prestatie verbetert na toepassing van *pre-cooling* met een hoog koelvermogen. Ten slotte concluderen wij dat positieve effecten van *pre-cooling* ook voor zwemmen gelden, althans voor zover dit het verminderen van thermische belasting betreft.