

*DIE EFFEK VAN KRIOTERAPIE OP DIE AKUTE HERSTEL  
VAN UNIVERSITEIT-NETBALSPELERS SE  
ONDERBEENSPIERE*



Jacque Orlandini

BA. Hons.

Verhandeling voorgelê vir gedeeltelike nakoming van die vereistes van die graad  
Magister Artium in die Skool vir Biokinetika, Rekreasie en Sportwetenskap aan  
die Noordwes-Universiteit, Potchefstroomkampus

Studieleier: Mnr. B. Coetzee

Desember 2007

Potchefstroom

# DIE EFFEK VAN KRIOTERAPIE OP DIE AKUTE HERSTEL VAN NETBALSPELERS SE ONDERBEENSPIERE.



Jacque Orlandini

BA. Hons

# VOORWOORD

Graag wil ek 'n paar mense bedank vir die hulp en ondersteuning wat hulle my gebied het terwyl ek besig was met my studies. Aan my ouers, sussie en broer, baie dankie vir al die geduld wat julle gehad het, asook al die ondersteuning en vertroue. Baie dankie aan al die res van my familie ook wat my gedra en geondersteun het. Aan my vriende, dankie vir julle gebede, ondersteuning en belangstelling wat julle gehad het. Aan my pastoor, dankie vir al jou gebede, ondersteuning, vriendskap en aanmoediging in tye wat dit moeilik gegaan het.

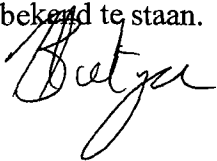
Aan my studieleier, Ben, baie dankie vir al jou hulp, laat werk, en tye wat jy opgegee het, dit word rerig opreg waardeer. Dankie vir die ondersteuning en vir als wat jy vir my gedoen het gedurende my studentelewe.

Dank aan Mev Cecilia vd Walt vir die noukeurige taalversorging. Dank aan die Skool vir Biokinetika, Rekreasie en Sportwetenskap wat my die geleentheid gebied het om die studie te voltooi.

Dankie Jesus vir al die hulp wat U my gegee het, vir vriende en familie wat my gedra en geondersteun het. Dankie dat U altyd daar is, en dat ek op U kan vertrou. Dankie ook vir die liefde wat U gee, en dat ek U kan volg met 'n liefde in my hart vir U wat net vir U bedoel is.

## VERKLARING

Die mede-outeur van die twee artikels, byname Mnr. Ben Coetzee (Studieleier), gee hiermee toestemming aan Mnr. J. Orlandini dat die twee artikels as deel van die Meestersgraadverhandeling ingesluit mag word. Voorts word verklaar dat die laasgenoemde kandidaat se insette tot die verhandeling genoegsaam is om as primêre outeur van die artikels bekend te staan.



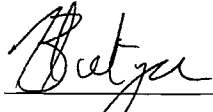
---

Mnr. B. Coetzee

Studieleier en mede-outeur

VERKLARING RAKENDE OORSPRONKLIKHEID VAN ARTIKEL 1

Hiermee verklaar ek, Ben Coetzee dat die artikel, “’n Oorsig van krioterapie as ‘n herstelfasiliteringstegniek by sportlui”, ’n oorspronklike artikel is en nie voorheen of elders vir publikasie aangebied is nie.

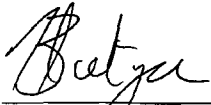


Ben Coetzee

18/12/2007

## VERKLARING RAKENDE OORSPRONKLIKHEID VAN ARTIKEL 2

Hiermee verklaar ek, Ben Coetzee dat die artikel, “Die invloed van krioterapie op die akute herstel van Universiteite-netbalspelers se onderbeenspiere na afloop van ’n isokinetiese enkeloefening”, ’n oorspronklike artikel is en nie voorheen of elders vir publikasie aangebied is nie.



---

Ben Coetzee

18/12/2007

## ABSTRACT

### **THE EFFECT OF CRYOTHERAPY ON THE ACUTE RECOVERY OF NETBALL PLAYERS' LOWER LEG MUSCLES**

In the last few years researchers have more and more focussed on the possible use of cryotherapy as an acute and long term recovery facilitating technique by sportsmen and women. Barnette (2006) did, however, state that research supporting cryotherapy as a recovery facilitating technique, is not convincing and that the majority of research show that it has a negative impact on the recovery of subjects after exercise. It is against this background that the aim of the study was firstly to critically analyse the available literature of the past fifteen years (1992-2007) with regard to the study subject; die nature of the cryotherapy technique that was used as well as the findings with regards to the effects of these types of techniques on a wide variety of physiological variables, physical and motor performance; secondly, to provide guidelines for the use of cryotherapy as a recovery facilitating technique and thirdly to determine the effect of cryotherapy on the acute recovery of University netball players' lower leg muscles in an isokinetic ankle exercise.

Firstly, it was shown that ice water immersion and ice pack application are the most common techniques that are used in cryotherapy studies. The results in the majority of articles indicated that cryotherapy had a non-significant acute effect on isokinetic, eccentric and concentric peak torque as well as time to reach peak torque and the angle at which the peak torque was reached; isometric, maximal and sub-maximal strength and accuracy of strength execution; normalized, average vertical ground reaction force as well as time of reaching peak power and vertical jump height; baseball pitching accuracy, proprioception, ankle joint range of movement, positioning and speed during execution of a movement; blood lactate removal and blood flow speed as well as muscle soreness after completion of an exercise. With regard to the long term effects of cryotherapy research showed that isotonic hand grip strength and endurance, plasma adrenaline, non-adrenaline, dopamine, renine, aldosterone, heart rate and blood pressure after 6 weeks; respiratory gas exchange ratio, heart rate, muscle glycogen concentration, plasma lactate, glucose and free fatty acids after 8 weeks or brachial artery cross-section and vascular endothelial growth factor after 4 weeks of exercise and cryotherapy did not experience any significant changes between the cryotherapy and control group. Other physical, motor performance and physiological variables did not show a certain trend with regards to the way they were affected by cryotherapy. In some cases variables were affected

significantly negatively while the opposite was true in other cases where variables were significantly positively influenced.

With regard to the results of the study on the acute recovery of University netball players' lower leg muscles due to cryotherapy, it was found that the acute recovery of only four isokinetic variables were significantly influenced ( $p = 0.05$ ) by cryotherapy, namely: left leg relative total dorsiflexion work, average peak dorsiflexion torque, right dorsiflexion and plantarflexion endurance. The acute recovery of the first mentioned strength endurance related variable was significantly negatively influenced by the cryotherapy. In contrast with this result the acute recovery of the three last mentioned isokinetic muscle relative peak torque and endurance related variables were significantly positively influenced by the cryotherapy.

The overall conclusion that can therefore be drawn from the above-mentioned results show that the majority of isokinetic plantar- and dorsiflexion torque variables (12 out of 16, 75%) as well as other physical, motor performance and physiological variables experience no significant effect with regards to acute and long term recovery due to cryotherapy.

The research did, however, show that the effectiveness of cryotherapy was influenced by the adiposity thickness, nature of the cryotherapy application, type of medium that was used for cryotherapy application and the length of time during which cryotherapy was applied. The recommendation for the use of cryotherapy as a recovery facilitating technique can be summarised as follows: the temperature of the cryotherapy medium that is used, must vary between 5°C and 10°C; the duration of cryotherapy between 15 and 20 minutes; the most general application area: for ice water immersion – immersed up until the level of the gluteal fold or crista ileac and the whole arm or forearm; for ice pack application – on the thigh, ankle and peripheral of the shoulder; the most common and effective ice pack application is direct on the skin surface by means of a bag filled with between 500 g and 1 500 g cubic formed ice. For long term use more that 2 consecutive days of cryotherapy application is recommended.

**Key words:** Cryotherapy; Ice water immersion; Ice pack application; Cold therapy; Effects; Physiology.

## OPSOMMING :

**DIE EFFEK VAN KRIOTERAPIE OP DIE AKUTE HERSTEL VAN  
NETBALSPELERS SE ONDERBEENSPIERE**

Gedurende die afgelope aantal jare het navorsers al hoe meer ondersoek begin instel na die moontlike gebruik van krioterapie as 'n akute en langtermynspier herstelfasiliteringstegniek by sportlui. Barnett (2006) wys egter daarop dat navorsing wat krioterapie as sodanige herstelfasiliteringstegniek ondersteun, nie oortuigend is nie en dat die meerderheid navorsing daarop dui dat dit negatief inwerk op die herstel van proefpersone na afloop van oefening. Dit teen die agtergrond dat die doel van die studie ten eerste was om deur middel van 'n kritiese ontleding van die beskikbare literatuur van die afgelope vyftien jaar (1992-2007) wat oor die krioterapie-onderwerp handel, te bepaal wat die aard van krioterapie is wat toegepas word, sowel as die bevindinge rakende die akute en langtermyn effek van dié tipe tegnieke op die fisieke, motoriese en fisiologiese veranderlikes; tweedens om te bepaal watter aanbevelings uit laasgenoemde literatuurontleding met betrekking tot die gebruik van krioterapie as 'n herstelfasiliteringstegniek vir sportlui gemaak kan word; en derdens om te bepaal wat die uitwerking van krioterapie is op die akute herstel van Universiteite-netbalspelers se onderbeenspiere na afloop van 'n isokinetiese enkeloefening.

Literatuur het aangetoon dat yswateronderdompeling en yspaktoepassing die mees algemene tegnieke is wat in die krioterapie-studies toegepas word. Die resultate van die meerderheid van die artikels het getoon dat krioterapie 'n nie-betekenisvolle akute effek het op isokinetiese, eksentriese en konsentriese piekwingkrag sowel as tyd tot piekwingkragbehaling en hoek waarteen piekkrag voorgekom het; isometriese, maksimale en submaksimale krag en akkuraatheid van kraguitvoering; genormaliseerde, gemiddelde vertikale grondreaksiekragspoed tydens behaling van piekkragspoed en vertikale spronghoogte tydens behaling van piekkragspoed; bofbalgooi-akkuraatheid, proprioepsie, enkelgewrigsbewegingsomvang, -verplasing en -spoed tydens die uitvoering van 'n beweging; bloeddrukverwydering en bloedsnelheid sowel as spierseerheid na afhandeling van 'n oefening het. Met betrekking tot die langtermyn effek van krioterapie het navorsing getoon dat isotoniese handgreepkrag en uithouvermoë, plasma-adrenalin, -noradrenalin, -dopamin, -renien, aldosteron, harttempo en bloeddruk na 6 weke; respiratoriese gaswisselingsratio, harttempo, spierglikogeenkonsentrasie, plasmalaktat, -glukose en vrye vetsure na 8 weke of bragiale arteriedeursnee en vaskulêre endoteliale groeifaktore na afloop van 4 weke van oefening en krioterapie geen betekenisvolle veranderinge tussen die

krioterapie- en die kontrolegroep getoon het nie. Ander fisieke, motoriese en fisiologiese veranderlikes het nie 'n bepaalde tendens getoon met betrekking tot die wyse waarop dit deur krioterapie beïnvloed is nie. In sommige gevalle is die veranderlikes betekenisvol negatief geaffekteer terwyl die teenoorgestelde voorgekom het in ander gevalle waar die veranderlikes betekenisvol positief deur krioterapie beïnvloed is.

Wat die resultate van die studie oor die akute herstel van Universiteite-netbalspelers se onderbene vanweë krioterapie-behandeling betref, is bevind dat dat die akute herstel van slegs vier isokinetiese veranderlikes betekenisvol ( $p = 0.05$ ) deur krioterapie beïnvloed is, waaronder linkerbeen, relatiewe, totale dorsifleksiewerk en gemiddelde piek dorsifleksiewringkrag, regterbeen dorsifleksie- en plantaarfleksie-spiuithou vermoë. Die akute herstel van die eersgenoemde verbandhoudende kraguithou-veranderlike is betekenisvol negatief deur die krioterapie beïnvloed. In teenstelling hiermee is die akute herstel van die laasgenoemde drie relatiewe piek wringkrag en spieruithou vermoë veranderlikes betekenisvol positief deur die krioterapie beïnvloed.

Die gesamentlike gevolgtrekking wat dus vanuit die bogenoemde resultate af gemaak is, is dat die meerderheid isokinetiese plantaar-dorsifleksiewringkrag-veranderlikes (12 uit 16, 75%) sowel as ander fisieke, motoriese en fisiologiese veranderlikes geen betekenisvolle effek as gevolg van die akute of langtermyn herstel vanweë krioterapie ondervind het nie.

Die navorsing het ook getoon dat die effektiwiteit van krioterapie deur die adiposietdikte, aard van die krioterapieblootstelling, tipe medium wat vir krioterapie gebruik word en die lengte van die tydperk waarin krioterapie toegepas word beïnvloed is. Aanbevelings vir die gebruik van krioterapie as spierherstelfasiliteringstechniek kan soos volg opgesom word: Die temperatuur wat gebruik word, moet tussen  $5^{\circ}\text{C}$  en  $10^{\circ}\text{C}$  wees; die tydsduur tussen 15 tot 20 minute, die algemeenste blootstellingsareas - onderdompeling tot by die vlak van die gluteale vou of crista iliaca en die hele arm of voorarm; - yspaktoepassing op die dy, enkel en periferie van die skouer; die algemeenste en doeltreffendste yspaktoepassing direk op die vel deur middel van 'n sak wat gevul is met tussen 500 g en 1 500 g kubusvormige ys. Vir langtermyngebruik word meer as 2 dae van krioterapieblootstelling na mekaar voorgestel.

**Sleutelwoorde:** Krioterapie, Kouewater-onderdompeling; Yspaktoepassing; Koue terapie; Effekte; Fisiologie.

---

## INHOUDSOPGAWE

---

VOORWOORD	I
VERKLARINGS	II
ABSTRACT	V
OPSOMMING	VII
INHOUDSOPGAWE	IX
LYS VAN TABELLE	XII
LYS VAN AFKORTINGS	XIII

---

### HOOFSTUK 1

#### PROBLEEM EN DOEL VAN DIE STUDIE

---

1.1 Probleemstelling	3
1.2 Doelstellings	5
1.3 Hipoteses	6
1.4 Struktuur van die verhandeling	6
1.5 Bibliografie	7

---

---

## HOOFSTUK 2

### 'N OORSIG VAN KRIOTERAPIE AS 'N SPIERHERSTELFASILITERINGSTEGNIEK BY SPORTLUI

---

Titelbladsy	13
Abstract	14
Inleiding	15
Metode van ondersoek	16
Kategorisering	16
Bevindinge en besprekings	16
Die effek van 'n krioterapie-ingreep op 'n verskeidenheid fisieke, motoriese en fisiologiese veranderlikes	27
Moontlike redes vir die voordelige akute herstel effek/te van 'n krioterapie-ingreepprogram op 'n verskeidenheid fisieke, motoriese en fisiologiese veranderlikes	32
Riglyne vir die gebruik van krioterapie-toepassing	33
Aspekte wat in ag geneem moet word met die interpretering van bogenoemde bevindinge	35
Samevattings, Gevolgtrekkings en Aanbevelings	36

---

 HOOFSTUK 3

 DIE INVLOED VAN KRIOTERAPIE OP DIE AKUTE HERSTEL VAN  
 UNIVERSITEITE-NETBALSPELERS SE ONDERBEENSPIERE NA  
 AFLOOP VAN 'N ISOKINETIESE ENKELOEFENING
 

---

Titelbladsy	48
Abstract	49
Inleiding	50
Metode van ondersoek	52
Navorsingsontwerp	52
Die proefpersone	52
Die toetsingsprosedure	52
Statistiese verwerking	53
Resultate	54
Bespreking	58
Gevolgtrekking	60
Summary	62
Verwysings	63

---

## HOOFSTUK 4

 SAMEVATTING, GEVOLGTREKKING EN AANBEVELINGS
 

---

4.1 Samevatting	68
4.2 Gevolgtrekkings	70
4.2.1 Gevolgtrekking 1	70
4.2.2 Gevolgtrekking 2	71
4.3 Aanbevelings	72

---

 HOOFSTUK 5

 BYLAË
 

---

Bylaag A: Outeursvoorskrifte

74

---

 LYS VAN TABELLE
 

---

 HOOFSTUK 2 :
 

---

 Tabel 1: Opsomming van verkrygte literatuur wat handel oor die yswateronderdompelings-  
krioterapietegniek se invloed op 'n verskeidenheid van veranderlikes (1997-2007)

17

 Tabel 2: Opsomming van verkrygte literatuur wat handel oor die yspaktoepassings-  
krioterapietegniek se invloed op 'n verskeidenheid van veranderlikes (1997-2007)

22

---

 HOOFSTUK 3 :
 

---

 Tabel 1: Beskrywende statistiek se verskille tussen die pre- en posttoetswaardes van die  
onderskeie groepe met betrekking tot die isokinetiese plantaar-dorsifleksie-  
wringkragveranderlikes van die netbalspelers (N = 14)

54

 Tabel 2: Resultate van die genestelde ANOVA om daardeur vas te stel of oordrag wel 'n  
effek op die isokinetiese toetsresultate van die netbalspelers (N = 14) gehad het

56

 Tabel 3: Die resultate van die hoofeffekte-ANOVA om die effek van krioterapie op die  
isokinetiese wringkragveranderlikes van die netbalspelers (N = 14) vas te stel

57

---

## LYS VAN AFKORTINGS

---

RRPDW	Regterbeen, relatiewe, piek dorsifleksiewringkrag (%)
RRPPW	Regterbeen, relatiewe, piek plantaarfleksiewringkrag (%)
LRPDW	Linkerbeen, relatiewe, piek dorsifleksie wringkrag (%)
LRPPW	Linkerbeen, relatiewe, piek plantaarfleksie wringkrag (%)
RRTDW	Regterbeen, relatiewe, totale dorsifleksiewerk (%)
R RTPW	Regterbeen, relatiewe, totale plantaarfleksiewerk (%)
LRTDW	Linkerbeen, relatiewe, totale dorsifleksiewerk (%) (
L RTPW	Linkerbeen, relatiewe, totale plantaarfleksiewerk (%)
RRGPK	Regterbeen, relatiewe, gemiddelde piek dorsifleksiekrag (%)
RRGPK	Regterbeen, relatiewe, gemiddelde piek plantaarfleksiekrag (%)
LRGPK	Linkerbeen, relatiewe, gemiddelde, piek dorsifleksiekrag (%)
LRGPK	Linkerbeen, relatiewe, gemiddelde piek plantaarfleksiekrag (%) (
RDU	Regterbeen dorsifleksie uithouvermoë by 150°/sek (eenheid)
RPU	Regterbeen plantaarfleksie uithouvermoë by 150°/sek (eenheid)
LPU	Linkerbeen plantaarfleksie uithouvermoë by 150°/sek (eenheid)
LDU	Linkerbeen dorsifleksie uithouvermoë by 150°/sek (eenheid)
LOWT	Loughborough onderbroke wissellooptoets
$\bar{x}$	Gemiddelde
SA	Standaardafwykings
reps	Repetisies
sek	Sekondes
<	Kleiner as
min	Minute
p	Betekenisvol
%	Persentasie
kg	Kilogram
°	Grade

N	Aantal
cm	Centimeter
°C	Grade celsius
VO <sub>2</sub> maks	Maksimum suurstofopname
N	Aantal
DOMS	“Delayed onset of muscle soreness”

# HOOFTUK 1



# 1

## PROBLEEM EN DOEL VAN STUDIE

---

1.1 PROBLEEMSTELLING	3
1.2 DOELSTELLINGS	5
1.3 HIPOTEESES	6
1.4 STRUKTUUR VAN DIE VERHANDELING	6
1.5 BIBLIOGRAFIE	7

## 1.1 PROBLEEMSTELLING

Krioterapie of anders gestel die terapeutiese gebruik van koue (Alter, 2004:103), is 'n tegniek wat reeds sedert tussen 480 vC en 377 vC gebruik is om sekere sagteweefsel- en ander muskuloskeletale beserings te behandel (Cooper & Dawber, 2001:196). Sedertdien het verskeie navorsers gewys op die fisiologiese voordele van krioterapie, wat onder andere die volgende insluit: 'n verhoging in vasokonstriksie en afname in bloedvloei in die area van toediening; 'n afname in motoriese impulsgeleiding; 'n verhoging in kapillêre deurlaatbaarheid; 'n afname in ensiemfunksionering en selmetabolisme (Longacre & Peck, 1999:345; Merrick *et al.*, 2003:1516; Prentice, 2003:379). Genoemde fisiologiese voordele van krioterapie het moontlik daartoe gelei dat al hoe meer navorsers gedurende die afgelope dekade op krioterapie as 'n spierherstelfasiliteringstegniek begin fokus het. Die navorsingsresultate wat in hierdie verband na vore gekom het, het egter heelwat teenstrydighede aan die lig aangetoon.

So byvoorbeeld het 'n aantal studies getoon dat krioterapie na afloop van oefening 'n betekenisvol negatiewe akute effek op die krag- en eksplosiewe kragverbandhoudende veranderlikes van persone het. In hierdie verband is onder andere bevind dat isokinetiese, konsentriese piek en gemiddelde spierwringkrag (Howard *et al.*, 1994:131; Hatzel & Kaminski, 2000:105) sowel as hoekspesifieke wringkrag tesame met gemiddelde isometriese spierkrag (Howard *et al.*, 1994:131) en gerandomiseerde vertikale impuls en piek grondreaksiemag asook gemiddelde vertikale spronghoogte (Kinzey *et al.*, 2000:7; Jameson *et al.*, 2001:138; Richendollar *et al.*, 2006:367) betekenisvol laer as prekrioterapie en passiewe herstelwaardes gereageer het. In teenstelling hiermee het ander navorsers bevind dat krioterapie betekenisvol positiewe akute veranderinge met betrekking tot krag en eksplosiewe kragverbandhoudende veranderlikes tot gevolg het. Die veranderlikes wat onder andere hierdie effek getoon het, was totale eksentriese isokinetiese werk (Kimura *et al.*, 1997:125); maksimale isometriese krag (Burke *et al.*, 2000:23); en piek eksentriese stimulasie-uitsetintensiteit (Van Lunen *et al.*, 2003:243). Daarbenewens het 'n groot aantal navorsers daarop gewys dat krioterapie geen betekenisvolle effek op krag en eksplosiewe kragverbandhoudende veranderlikes het nie (Kinzey *et al.*, 2000:10; Bailey *et al.*, 2007:1166; Jameson *et al.*, 2001:7). Die resultate met betrekking tot die langtermyn effek van krioterapie

op laasgenoemde veranderlikes het voorts getoon dat daar geen duidelike tendense voorkom wat die reaksie van dié veranderlikes op krioterapie beskryf nie (Yanagisawa *et al.*, 2003a:196; Ohnishi *et al.*, 2004:841).

Die prentjie van die bevindinge met betrekking tot die invloed van krioterapie op ander veranderlikes lyk nie veel beter wanneer gepoog word om sekere definitiewe tendense vas te stel nie. Navorsing het getoon dat byvoorbeeld maksimale en gemiddelde fietsrykrag (Schniepp *et al.*, 2002:563), 40 treë- en ratsheidswisselloop-naeltyd (Richendollar *et al.*, 2006:367) asook gooi-akkuraatheid (Verducci, 2001:283) betekenisvol negatief op krioterapie gereageer, terwyl veranderlikes soos bofbalgooisnelheid en –uitputting (Verducci, 2001:282) weer betekenisvol positief op krioterapie gereageer het.

'n Verdere ontleding van literatuur dui ook daarop dat kreatienkinase- en mioglobien-konsentrasies, wat as merkers van spierskade dien, betekenisvol laer is na afloop van oefening by die krioterapie, vergeleke met die kontrolegroep (Eston & Peters, 1999:234; Bailey *et al.*, 2007:1167). Daar is egter nie eenstemmigheid oor die invloed van krioterapie op die spierseerheid van proefpersone nie. Yanagisawa *et al.* (2003b:1520) het gevind dat geen betekenisvolle verskille in spierseerheid voorgekom het tussen persone wat aan krioterapie, passiewe herstel of ander behandelingsmodaliteite na afloop van oefening blootgestel is nie. Op hul beurt het Bailey *et al.* (2007:1166) tot die gevolgtrekking gekom dat spierseerheid wel betekenisvol deur krioterapie verlaag word, vergeleke met passiewe herstel na afloop van oefening.

Wat die tipe krioterapietegnieke betref wat hoofsaaklik in studies van hierdie aard gebruik word, kan die tegnieke hoofsaaklik in twee kategorieë verdeel word, naamlik: yswateronderdompeling (Paddon-Jones & Quigley, 1997:589; Eston & Peters, 1998:232; Burke *et al.*, 2000:22; Hatzel & Kaminski, 2000:104; Kinzey *et al.*, 2000:6) en yspaktoepassing (Ohkuwa *et al.*, 1992:972; Tsang *et al.*, 1997:345; Jameson *et al.*, 2001:135; Jutte *et al.*, 2001:846; Otte *et al.*, 2002:1502). Die doeltreffendheid van die krioterapietegnieke met betrekking tot die afkoelingseffek op die vel- en intramuskulêre temperatuur is egter afhanklik van die velvou (adiposiet)-diktes – sommige proefpersone vertoon groter velvoudiktes en moet dan langer aan krioterapie blootgestel moet word om die gewenste intramuskulêre temperatuurdaling te ervaar (Otte *et al.*, 2002:1504).

Dit is teen die literatuuragtergrond rakende die invloed van krioterapie op 'n wye verskeidenheid fisieke, motoriese en fisiologiese veranderlikes dat die studie onderneem word.

Die noodsaaklikheid van 'n studie van hierdie aard word beklemtoon deur die feit dat heelwat teenstrydige navorsingsbevindinge voorkom met betrekking tot die akute en langtermyn effek van krioterapie op genoemde veranderlikes. Voorts is daar ook besonder min studies gedoen wat van 'n sportdeelnemende populasie as proefpersone gebruik gemaak het om die invloed van krioterapie te bepaal. In aansluiting hierby wys Barnett (2006) verder daarop dat navorsing wat krioterapie as 'n herstelfasiliteringstegniek ondersteun, nie oortuig nie en dat die meerderheid navorsing volgens hom daarop dui dat dit negatief inwerk op die herstel van sportlui na afloop van oefening.

In die lig van bogenoemde probleem is die volgende navorsingsvrae gestel: Eerstens is die vraag gestel oor wat die aard van die krioterapietegniek is wat toegepas word, en wat die bevindinge is rakende die effek van die tipe tegnieke op fisieke, motoriese en fisiologiese veranderlikes. Om dit te kon bepaal is 'n kritiese ontleding gedoen van die beskikbare literatuur van die afgelope vyftien jaar (1992-2007) wat oor laasgenoemde onderwerp handel. Tweedens is die vraag gestel ten opsigte van watter aanbevelings uit laasgenoemde literatuurontleding gemaak kan word met betrekking tot die gebruik van krioterapie as 'n spierherstelfasiliteringstegniek vir sportlui. Derdens is gevra wat die invloed van krioterapie is op die akute herstel van Universiteit-netbalspelers se onderbeenspiere na afloop van 'n isokinetiese enkeloefening.

Die resultate wat moontlik uit die beantwoording van die vrae verkry kan word, kan die gebruik van krioterapie as 'n akute en langertermyn-herstelfasiliteringstegniek by sportlui bevestig sowel as die aard van voordele wat dalk deur die toepassing van die tegniek verkry kan word, aan die lig bring. Laastens, sal dit ook moontlik lig werp op die riglyne wat gevolg moet word as krioterapie as 'n herstelfasiliteringstegniek by sportlui gebruik wil word.

## 1.2 DOELSTELLINGS

Die doelstellings van die studie is

- Om deur middel van 'n kritiese ontleding van die beskikbare literatuur van die afgelope vyftien jaar (1992-2007) wat oor die krioterapie-onderwerp handel, te bepaal wat die aard van krioterapie is wat toegepas word, sowel as die bevindinge rakende die akute en langtermyn effek van dié tipe tegnieke op fisieke, motoriese en fisiologiese veranderlikes;

- Om te bepaal watter aanbevelings uit laasgenoemde literatuurontleding met betrekking tot die gebruik van krioterapie as 'n spierherstelfasiliteringstegniek vir sportlui gemaak kan word; en
- Om te bepaal wat die uitwerking van krioterapie is op die akute herstel van Universiteit-netbalspelers se onderbeenspiere na afloop van 'n isokinetiese enkeloefening.

### 1.3 HIPOTEESES

Hierdie studie is op die volgende hipoteses gegrond:

- 'n Kritiese ontleding van die beskikbare literatuur van die afgelope vyftien jaar (1992-2007) wat oor die krioterapie-onderwerp handel, toon dat yswateronderdompeling en yspaktoepassing die mees algemene tegnieke is wat in die krioterapie-studies toegepas word en dat die krioterapie-tegnieke in die meeste gevalle 'n nie-betekenisvolle akute en langtermyneffek op die fisieke, motoriese en fisiologiese veranderlikes het.
- Vanweë die feit dat die aanbevelings met betrekking tot die gebruik van krioterapie as 'n spierherstelfasiliteringstegniek vir sportlui vanuit die volledige literatuurontleding verkry moet word, sal geen hipotese ten opsigte van hierdie doelstelling gestel word nie.
- Krioterapie het 'n nie-betekenisvolle invloed op die akute herstel van Universiteit-netbalspelers se onderbeenspiere na afloop van 'n isokinetiese enkeloefening.

### 1.4 STRUKTUUR VAN DIE VERHANDELING

**Die verhandeling is in artikelformaat aangebied en is soos volg saamgestel:**

Hoofstuk 1: Probleem en doel van die studie – Bronnelys sowel as bibliografie van hierdie hoofstuk word volgens die voorskrifte van die Noordwes-Universiteit weergegee.

Hoofstuk 2: Artikel 1 – 'n Oorsig van krioterapie as 'n herstelfasiliteringstegniek by sportlui sal aangebied word vir die Suid-Afrikaanse tydskrif vir Navorsing in Sport, Liggamlike Opvoedkunde en Ontspanning. Die bronverwysings sowel as die bronnelys van die hoofstuk sal volgens die voorskrifte van die laasgenoemde tydskrif weergegee word. Figure en illustrasies sal anders as die voorskrifte bepaal, in die teks ingesluit word om daardeur die leesbaarheid van die artikel te vergemaklik.

- Hoofstuk 3: Artikel 2 – Die invloed van krioterapie op die akute herstel van Universiteite-netbalspelers se onderbeenspiere na afloop van 'n isokinetiese enkeloefening sal aangebied word vir die Suid-Afrikaanse tydskrif vir Navorsing in Sport, Liggamlike Opvoedkunde en Ontspanning. Die bronverwysings sowel as die bronnelys van die hoofstuk sal volgens die voorskrifte van die laasgenoemde tydskrif weergegee word. Figure en illustrasies sal anders as die voorskrifte bepaal, in die teks ingesluit word om daardeur die leesbaarheid van die artikel te vergemaklik.
- Hoofstuk 4: Samevatting, gevolgtrekkings en aanbevelings. Vir bronnelys sowel as die bibliografie van hierdie hoofstuk word die voorskrifte van die Noordwes-Universiteit gevolg.
- Hoofstuk 5: Bylae – voorskrifte aan outeurs word as bylae aangeheg.

Vervolgens word Hoofstuk 2 aangebied in die vorm van die eerste artikel van hierdie verhandeling, naamlik: 'n Oorsig van krioterapie as 'n herstelfasiliteringstegniek by sportlui.

## 1.5 BRONNELYS

- ALTER, M.J. (2004). *Science of flexibility* (3<sup>rd</sup> ed.) (pp. 1-57). Champaign, IL.: Human Kinetic Publishers.
- BAILEY, D. M., ERITH, S. J., GRIFFIN, P. J., DOWSON, A., BREWER, D. S., GANT, N. & WILLIAMS, C. 2007. Influence of cold-water immersion on indices of muscle damage following prolonged intermittent shuttle running. *Journal of sports exercise and sciences*, 25(11):1163-1171, Oct.
- BARNETT A. (2006). Using recovery modalities between training sessions in elite athletes: does it help? *Sports Medicine*, 36(9): 781-796.
- BURKE, D.G., MACNEIL, S.A., HOLT, L.E., MACKINNON, N.C. & RASMUSSEN, R.L. 2000. The effect of hot or cold water immersion on isometric strength training. *Journal of strength and conditioning research*, 14(1):21-25.
- COOPER, S.M. & DAWBER, R.P.R. 2001. The history of cryosurgery. *Journal of the royal society of medicine*, 94:196-201, Apr.

- ESTON, R. & PETERS, D. 1999. Effects of cold water immersion on the symptoms of exercise-induced muscle damage. *Journal of sports sciences*, 17:231-238.
- HATZEL, B.M. & KAMINSKI, T.W. 2000. The effects of ice immersion on concentric and eccentric isokinetic muscle performance in the ankle. *Journal of isokinetic and exercise science*, 8:103-107.
- HOWARD, R.L., KRAEMER, W.J., STANLEY, D.C. & ARMSTRONG, L.E. 1994. The effects of cold immersion on muscle strength. *Journal of strength and conditioning research*, 8(3):129-133.
- JAMESON, A.G., KINZEY, S.J. & HALLAM, J.S. 2001. Lower-extremity-joint cryotherapy does not affect vertical ground-reaction forces during landing. *Journal of sports rehabilitation*, 10:132-142.
- JUTTE L.S, MERRICK M.A., INGERSOLL C.D. & EDWARDS J.E. 2001. The relationship between intramuscular temperature, skin temperature, and adipose thickness during cryotherapy and rewarming. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 82(6):845-50, Jun.
- KIMURA, I.F., GULICK, D.T., THOMPSON, G.T. 1997. The effect of cryotherapy on eccentric plantar flexion peak torque and endurance. *Journal of athletic training*, 32(2):124-126, Jun.
- KINZEY, S.J., CORDOVA, M.L., GALLEN, K.J., SMITH, J.C. & MOORE, J.B. 2000. The effects of cryotherapy on ground-reaction forces produced during a functional task. *Journal of sport rehabilitation*, 9:3-14.
- MERRICK, M.A., JUTTE, L.S. & SMITH, M.E. 2003. Cold modalities with different thermodynamic properties produce different surface and intramuscular temperatures. *Journal of athletic training*, 38(1):28-33, Jan/Mar.
- OHKUWA T, ITOH H, YASUDA Y. & MIYAMURA M. 1992. The effects of leg-cooling on blood lactate disappearance following supramaximal exercise. *The Japanese journal of sports medicine*, 42(6):971-976.

- OHNISHI, N., YAMANE, M., UCHIYAMA, N., SHIRASAWA, S., KOSAKA, M., SHIONO, H. & OKADA, T. 2004. Adaptive changes in muscular performance and circulation resistance with regular cold application. *Journal of thermal biology*, 29:839-843.
- OTTE, J.W., MERRICK, M.A., INGERSOLL, C.D. & CORDOVA, M.L. 2002. Subcutaneous adipose tissue thickness alters cooling time during cryotherapy. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 83(11):1501-1504, Nov.
- PADDON-JONES, D.J. & QUIGLEY, B.M. 1997. Effect of cryotherapy on muscle soreness and strength following eccentric exercise. *International journal of sports medicine*, 18:588-593.
- PRENTICE, W.E. (2003). *Arnheim's principles of athletic training. A competency-based approach*. (11<sup>th</sup> ed). NY: McGraw-Hill.
- LONGACRE, M.E. & PECK, K.M. 1999. Physical therapy modalities. (In Mellion, M.B., ed. *Sports medicine secrets*. 2<sup>nd</sup> ed. Philadelphia: Medical Publishers. p. 345-346.)
- RICHENDOLLAR, M.L., DARBY, L.A. & BROWN, T.M. 2006. Ice bag application, active warm-up, and 3 measures of maximal functional performance. *Journal of athletic training*, 41(4):364-370, Oct/Dec.
- SCHNIEPP, J., CAMPBELL, T.S., POWELL, K.L. & PINCIVERO, D.M. 2002. The effects of cold-water immersion on power output and heart rate in elite cyclists. *Journal of strength and conditioning research*, 16(4):561-566.
- SCIENCE OF FLEXIBILITY. 2004. (3<sup>rd</sup> ed.) Champaign, IL. : Human Kinetic Publishers. Alter, M.J. 1-57p.
- TSANG, K.K.W., BUXTON, B.P., GUION, W.K., JOYNER, A.B. & BROWDER, K.D. 1997. The effects of cryotherapy applied through various barriers. *Journal of sport rehabilitation*, 6(4):343-354.

- VAN LUNEN, B.L., CARROLL, C., GRATIAS, K. & STRALEY, D. 2003. The clinical effects of cold application on the production of electrically induced involuntary muscle contractions. *Journal of sport rehabilitation*, 12(3):240-248 9, Aug.
- VERDUCCI, F.M. 2001. Interval cryotherapy and fatigue in university baseball pitchers. *Research quarterly for exercise and sport*, 72(3):280-286, Sept.
- YANAGISAWA, O., MIYANAGA, Y., SHIRAKI, H., SHIMOJO, H., MUKAI, N., NIITSU, M. & ITAI, Y. 2003a. The effects of various therapeutic measures on shoulder strength and muscle soreness after baseball pitching. *Journal of sports medicine and physical fitness*, 43(2):189-201, Sept.
- YANAGISAWA, O., NIITUSU, M., TAKAHASHI, H., GOTO, K. & ITAI, Y. 2003b. Evaluations of cooling exercised muscle with MR imaging and 31P MR spectroscopy. *Medicine and science in sports and exercise*, 35(9):1517-1523, Sept.

# HOOFSTUK 2



'N OORSIG VAN KRIOTERAPIE AS 'N  
SPIERHERSTELFASILITERINGSTEGNIEK BY  
SPORTLUI

---

2.1 TITELBLADSY	13
2.2 ABSTRACT	14
2.3 INLEIDING	15
2.4 METODE VAN ONDERSOEK	16
2.4.1 KATEGORISERING	16
2.5 BEVINDINGE EN BESPREKING	16
2.5.1 DIE EFFEK VAN 'N KRIOTERAPIE-INGREEP OP 'N VERSKEIDENHEID FISIEKE, MOTORIESE EN FISIOLOGIESE VERANDERLIKES	27
2.5.2 MOONTLIKES REDES VIR DIE VOORDELIGE AKUTE HERSTEL EFFEK/TE VAN 'N KRIOTERAPIE-INGREEPPROGRAM OP 'N VERSKIEDENHEID FISIEKE, MOTORIESE EN FISIOLOGIESE VERANDERLIKES	32
2.5.3 RIGLYNE VIR DIE GEBRUIK VAN KRIOTERAPIETOEPASSING	33
2.5.4 ASPEKTE WAT IN AG GENEEM MOET WORD MET DIE INTERPRETERING VAN BOGENOEMDE BEVINDINGE	35
2.6 SAMEVATTING, GEVOLGTREKKINGS EN AANBEVELINGS	36

**'N OORSIG VAN KRIOTERAPIE AS 'N  
SPIERHERSTELFASILITERINGSTEGNIEK  
A LITERATURE OVERVIEW OF CRYOTHERAPY AS A MUSCLE RECOVERY  
FACILITATING TECHNIQUE**

**Mnr Jacque ORLANDINI**

*011-976 2637 (h)*

*082 450 0384 (sel)*

*12128260@nwu.ac.za (e-pos)*

*Sportwetenskap (Menslike Bewegingskunde)*

*Mongoosestraat 16*

*Ester Park*

*Kempton Park*

*1619*

**Mnr Ben COETZEE (Korrespondensie)**

*018-2991803 (w)*

*018-2933401 (h)*

*018-2991825 (faks)*

*10090053@nwu.ac.za (e-pos)*

*Toegepaste Sportfisiologie*

*Skool vir Biokinetika, Rekreasie en Sportwetenskap*

*FNB High Performance Institute of Sport*

*Noordwes-Universiteit, Potchefstroomkampus*

*Potchefstroom, Republiek van Suid-Afrika*

**'N OORSIG VAN KRIOTERAPIE AS SPIERHERSTELFASILITERINGSTEGNIEK**

**ABSTRACT**

The purposes of this literature review was, to critically analyse the available literature of the past fifteen years (1992-2007) with regard to the study subject, die nature of the cryotherapy technique that was used as well as the findings with regards to the effects of these types of techniques on a wide variety of physical, motor performance and physiological variables and secondly, thus to provide guidelines for the use of cryotherapy as a muscle recovery facilitating technique. The available literature that pertains to cryotherapy was analysed under two categories, namely: studies (16) that dealt with the effects of ice water immersion, and secondly, studies (18) that dealt with the effects of ice pack applications. The results of the majority of articles indicated that cryotherapy had a non-significant acute effect on isokinetic, eccentric and concentric peak torque as well as time to reach peak torque and the angle at which the peak torque was reached, isometric, maximal and sub-maximal strength and accuracy of strength execution, normalized, average vertical ground reaction force as well as time of reaching peak power and vertical jump height, baseball pitching accuracy, proprioception, ankle joint range of movement, positioning and speed during execution of a movement, blood lactate removal and blood flow speed as well as muscle soreness after completion of an exercise. With regard to the long term effects of cryotherapy research indicated that isotonic hand grip strength and endurance, plasma adrenaline, non-adrenaline, dopamine, renine, aldosterone, heart rate and blood pressure (after 6 weeks), respiratory gas exchange ratio, heart rate, muscle glycogen concentration, plasma lactate, glucose and free fatty acids (after 8 weeks) or brachial artery cross-section and vascular endothelial growth factor after 4 weeks of exercise and cryotherapy did not experience any significant changes between the cryotherapy and control group. Other physical, motor performance and physiological variables did not show a specific trend with regards to the way they were affected by cryotherapy. In some cases variables were negatively affected significantly while the opposite was true in other cases where variables were significantly positively influenced. The research did, however, show that the effectiveness of cryotherapy was influenced by the subcutaneous adiposity thickness, nature of the cryotherapy application, type of medium that was used for cryotherapy application and the length of time during which cryotherapy was applied.

**Key words:** Cryotherapy, Ice water immersion, Ice pack application, Cold therapy, Effects, Physiology.

## 'N OORSIG VAN KRIOTERAPIE AS 'N SPIERHERSTELFASILITERINGSTEGNIEK BY SPORTLUI

### INLEIDING

Die gebruik van koue (krioterapie) as 'n terapeutiese intervensie vir die behandeling van sagteweefsel-beserings, tendinitis, sinovitis en muskuloskeletale beserings word dekades lank reeds aanbeveel (Longacre & Peck, 1999; Kinzey *et al.*, 2000; Hatzel & Kaminski, 2000; Burke *et al.*, 2000; Jameson *et al.*, 2001; Yanagisawa *et al.*, 2003c; Alter, 2004). Die term *krioterapie* is 'n gekombineerde term wat volgens die literatuur afgelei is van twee woorde, naamlik “*kreos*” (Grieks), wat “koue” beteken en “*terapie*”, wat beteken “om te behandel” (Grieks, “*therapeia*”) (Brink, 2001). Krioterapie kan dus beskryf word as die terapeutiese aanwending van koue (Alter, 2004). Die literatuur toon dat Hippocrates alreeds tussen 480 vC en 377 vC gebruik gemaak het van krioterapie om sekere beserings te behandel (Cooper & Dawber, 2001). Sedertdien het verskeie navorsers op die fisiologiese voordele van krioterapie gewys, wat onder andere die volgende insluit: 'n verhoging in vasokonstriksie en afname in bloedvloei in die area van toediening, 'n afname in motoriese impulsgeleiding, 'n verhoging in kapillêre deurlaatbaarheid, 'n afname in ensiemfunksionering en 'n afname in selmetabolisme (Longacre & Peck 1999; Kinzey *et al.*, 2000; Mac Auley, 2001; Jameson *et al.*, 2001). Gedurende die afgelope aantal jare het navorsers egter al hoe meer ondersoek begin instel na die moontlike gebruik van krioterapie as 'n akute spierherstelfasiliteringstegniek by proefpersone. Barnett (2006) wys egter daarop dat navorsing wat krioterapie as 'n herstelfasiliteringstegniek ondersteun, nie oortuigend is en dat die meerderheid navorsing daarop dui dat dit negatief inwerk op die herstel van proefpersone na afloop van oefening.

Dit is in die lig van laasgenoemde inligting en die toename in die aantal studies wat op krioterapie as 'n spierherstelfasiliteringstegniek fokus dat 'n kort literatuuroorsig van die onderwerp gedoen is. Die doel van die literatuuroorsig was om die beskikbare literatuur van die afgelope vyftien jaar (1992-2007) met betrekking tot die navorsingsonderwerp krities te ontleed, die aard van die krioterapietegniek wat gevolg is aan te teken, asook om die bevindinge rakende die effek van dié tipe tegnieke op die fisieke, motoriese en fisiologiese veranderlikes te ondersoek, en tweedens om aanbevelings met betrekking tot die gebruik van krioterapie as 'n herstelfasiliteringstegniek aan die hand te doen.

## METODE VAN ONDERSOEK

Rekenaarsoektogte is deur middel van die SportDiscus, Medline en Highwire Press databasisse uitgevoer. Die MetaCrawler- sowel as Yahoo-soekenjin is ook gedurende die literatuursoektog ingespan. Vanweë die resenteheid en omvang van die navorsingsliteratuur wat oor krioterapie as 'n herstellfasiliteringstegniek handel, is besluit om slegs van die afgelope vyftien jaar (1992-2007) se literatuur gebruik te maak. Sleutelwoorde wat gedurende die soektogte gebruik is, het onder andere die volgende ingesluit: krioterapie, yswater-onderdompeling, koue behandeling en yspaktoepassing.

### Kategorisering

Vanweë die wye verskeidenheid krioterapiestudies wat opgespoor is, word dit op grond van die spesifieke ingrepe wat bestudeer is, gekategoriseer. Die kategorieë sien soos volg daar uit: studies wat van yspaktoepassing gebruik gemaak het (Ohkuwa *et al.*, 1992; Tsang *et al.*, 1997; Enwemeka *et al.*, 2001; Jameson *et al.*, 2001; Jutte *et al.*, 2001; Otte *et al.*, 2002; Verducci 2001; Merrick *et al.*, 2003; Sumida *et al.*, 2003; Uchio *et al.*, 2003; Van Lunen *et al.*, 2003; Yanagisawa *et al.*, 2003a; Yanagisawa *et al.*, 2003b; Atnip & McCrory 2004; Borgmeyer *et al.*, 2004; Kanlayanaphotporn & Janwantanakul 2005; Richendollar *et al.*, 2006; Wassinger *et al.*, 2007), en studies waarby yswateronderdompeling toegepas is (Howard *et al.*, 1994; Young *et al.*, 1995; Jansky *et al.*, 1996; Eston & Peters 1999; Paddon-Jones & Quigley 1997; Sendowski *et al.*, 1997; Burke *et al.*, 2000; Hatzel & Kaminski 2000; Kinzey *et al.*, 2000; Schniepp *et al.*, 2002; Rubley *et al.*, 2003a; Rubley *et al.*, 2003b; Yanagisawa *et al.*, 2003c; Ohnishi *et al.*, 2004; Bailey *et al.*, 2007).

Die bespreking is vervolgens daarop gemik om 'n oorsig te gee van die beskikbare krioterapieliteratuur van die afgelope vyftien jaar, die aard van die krioterapietegnieke wat in die vaktydskrifartikels gebruik is, sowel as die effek wat dié tipe tegnieke op 'n verskeidenheid veranderlikes gehad het.

## BEVINDINGE EN BESPREKINGS

Vier-en-dertig studies, wat tussen 1992 en 2007 gepubliseer is en oor krioterapie as 'n herstellfasiliteringstegniek handel, is geïdentifiseer. Die titel, outeurs en metode van elk van die tydskrifartikels word in tabelvorm (Tabelle 1 en 2) op grond van die geïdentifiseerde kategorieë weergegee.

**TABEL 1. OPSOMMING VAN VERKRYGDE LITERATUUR WAT HANDEL OOR DIE INVLOED VAN YSWATERONDERDOMPELINGSKRIOTERAPIE-TEGNIK OP 'N VERSKEIDENHEID VERANDERLIKES (1992-2007)**

Outer/s, datum en titel van publikasie	Aantal, geslag en ouderdom (jaar) van proefpersone	Programingreep	Duur en frekwensie van ingreep
Howard <i>et al.</i> , (1994) Die effek van kouewater-onderdompeling op spierkrag.	10 Mans 22.90 ± 2.20	Om te bepaal wat die effek is van: <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Groep A:</b> onderdompeling van die onderste ledemate tot by die gluteale vou in koue water van 12°C, 45 min lank (eksperimentele groep 1)</li> <li><b>Groep B:</b> onderdompeling van die onderste ledemate tot by die gluteale vou in warm water van 35.5°C, 45 min lank (eksperimentele groep 2)</li> <li><b>Groep C:</b> passiewe rus in 'n vertrek waarin die temperatuur van 22°C-23°C gehandhaaf is (kontrolegroep)</li> </ul> op die isokinetiese knie-ekstensie piek wringkrag, tyd tot piek wringkrag, grade van piek wringkrag, grade-spesifieke wringkrag (45°), gemiddelde krag en totale werk by 'n spoed van 30°, 180°, 300° en 400°/sek sowel as op die isometriese krag wat uitgevoer is by 'n 45° hoek vir 2 x 5 sek.	Nie bekend
Young <i>et al.</i> , (1995) Metaboliese en termiese adaptasie vanweë uithouvermoë-inoefening in warm of koue water.	18 Mans 20.00 ± 1.00	Om te bepaal wat die effek is van: <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Groep A:</b> onderdompeling tot by die nek in water van 35°C terwyl 'n fiets-ergometeroefening, 60 min lank, gedoen word teen 40 rpm by 60% van die VO<sub>2maks</sub>-harttempo vir 'n periode van 5 weke, 5 x per week (eksperimentele groep 1)</li> <li><b>Groep B:</b> onderdompeling tot by die nek in water van 20°C terwyl 'n fiets-ergometeroefening, 60 min lank, gedoen word teen 40 rpm by 60% van die VO<sub>2maks</sub>-harttempo vir 'n periode van 5 weke, 5 x per week (eksperimentele groep 2)</li> </ul> op die respiratoriese gaswisselingsratio, harttempo, glikoogeenkonsentrasie in die vastus lateralis-spier sowel as plasmakonsentrasie van laktaat, glukose, vrye vetsure en gliserol vanweë 'n verandering in vel-, liggaams- en spier temperatuur en na afloop van 5 weke se oefening.	8 weke 5 x per week
Jansky <i>et al.</i> , (1996) Veranderinge in simpatiese aktiwiteit, kardiiovaskulêre funksies en plasma hormoon-konsentrasies as gevolg van kouewater-onderdompeling by mans.	10 Mans 22.50 ± 0.70	Om te bepaal wat die effek is van: <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Groep A:</b> 'n eenmalige onderdompeling in water van 14°C terwyl daar 60 min op 'n stoel gesit word (eksperimentele groep 1)</li> <li><b>Groep B:</b> herhaaldelike onderdompeling in water van 14°C terwyl daar 60 min op 'n stoel gesit word oor 'n periode van 6 weke heen, 3 maal per week (eksperimentele groep 2)</li> </ul> op die simpatiese senuweesisteem (plasma-adrenalin, -nor-adrenalin, -dopamin, plasmarenienaktiwiteit en aldosteroonkonsentrasie) en die kardiiovaskulêre verbandhoudende veranderlikes (harttempo, bloeddruk) sowel as veltemperatuur.	6 Weke 3 x per week
Eston & Peters (1999) Die effek van kouewater-onderdompeling op die simptome van spierskade wat deur oefening teweeg gebring is.	15 Dames 22.0 ± 0.00	Om te bepaal wat die effek is van: <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Groep A:</b> onderdompeling van die geoefende arm (op sodanige wyse dat die hele biceps onder die water gehou is) in 15 ± 1°C, 7 x 15 minutesessies oor 'n periode van 3 dae heen (eksperimentele groep)</li> <li><b>Groep B:</b> geen behandeling nie (kontrolegroep)</li> </ul> op die tekens en simptome van spierskade na afloop van 'n isokinetiese, maksimale, resiprokale elmboogflexie-oefening teen 0.58 rad/sek (5 repetisies, 3 stelle).	3 Dae elke 12 uur

Outer/s, datum en titel van publikasie	Aantal, geslag en ouderdom (jaar) van proefpersone	Programingreep	Duur en frekwensie van ingreep
Kimura <i>et al.</i> , (1997) Die effek van krioterapie op eksentriese plantaarfleksie, piek wringkrag en uithouvermoë.	11 Mans en 11 dames 23.8 ± 3.5	Om te bepaal wat die effek is van: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Groep A:</b> onderdompeling van die onderste ledemate tot by die mid-dy in water van 10°C, 30 min lank, na afloop van 'n isokinetiese, eksentriese plantaarfleksie, piek wringkragtoets van 5 repetisies (reps) teen 30°/sek en 120°/sek (eksperimentele groep 1)</li> <li>• <b>Groep B:</b> geen onderdompeling na afloop van 'n isokinetiese, eksentriese plantaarfleksie, piek wringkragtoets van 5 reps teen 30°/sek en 120°/sek nie (kontrolegroep 1)</li> <li>• <b>Groep C:</b> onderdompeling van die onderste ledemate tot by die mid-dy in water van 10°C, 30 min lank, na afloop van 'n isokinetiese, plantaarfleksie, uithouvermoëtoets van 100 reps teen 120°/sek (eksperimentele groep 2)</li> <li>• <b>Groep D:</b> geen onderdompeling na afloop van 'n isokinetiese, plantaarfleksie, uithouvermoëtoets van 100 reps teen 120°/sek nie (kontrolegroep 2)</li> </ul> op die isokinetiese, piek plantaarfleksie-wringkrag en -uithouvermoë.	1 Dag Eenmalig
Paddon-Jones & Quigley (1997) Die effek van krioterapie op spierseerheid en krag na afloop van 'n eksentriese oefening.	8 Mans 23.00 ± 2.50	Om te bepaal wat die effek is van: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Groep A:</b> onderdompeling van die dominante arm in water van 5 ± 1°C, 5 x 20 min lank (eksperimentele groep 1)</li> <li>• <b>Groep B:</b> onderdompeling van die nie-dominante arm in water van 5 ± 1°C water, 5 x 20 min lank (eksperimentele groep 2)</li> <li>• <b>Groep C:</b> passiewe rus vir 5 x 20 min lank (kontrolegroep)</li> </ul> op armvolume, spierseerheid (“delayed onset of muscle soreness”, “DOMS”) na afloop van agt stelle van agt eksentriese, “seated dumbbell curls” by 110% van die konsentriese 1 repetisie maksimum met 30 sek rus tussen stelle op isometriese, piek elmboogfleksiekrag.	1 Dag Eenmalig
Sendowski <i>et al.</i> , (1997) Koue-geïnduseerde vasodilatasie en kardiiovaskulêre respons in mense gedurende kouewater-onderdompeling van verskillende boonste ledemaatareas.	20 Mans 24.00 ± 2.00	Om te bepaal wat die verskil is tussen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Groep A:</b> onderdompeling van die indeksvinger in water van 5°C, 30 min lank (eksperimentele groep 1)</li> <li>• <b>Groep B:</b> onderdompeling van die regterhand in water van 5°C, 30 min lank (eksperimentele groep 2)</li> <li>• <b>Groep C:</b> onderdompeling van die regtervoorarm en hand in water van 5°C, 30 min lank (eksperimentele groep 3)</li> </ul> op die “hunting respons” asook die fisiologiese response, naamlik veltemperatuur, vel-bloedvloei, harttempo en bloeddruk.	3 Weke

Outer/s, datum en titel van publikasie	Aantal, geslag en ouderdom (jaar) van proefpersone	Programingreep	Duur en frekwensie van ingreep
Burke <i>et al.</i> , (2000) Die effek van warm- of kouewater-onderdompeling op isometriesekrag-inoefening.	24 Mans en 21 dames 18-25 jaar	Om te bepaal wat die effek is van: ➤ <b>Groep A:</b> onderdompeling van die onderste ledemate tot by die gluteale vou in water van $8 \pm 1^\circ\text{C}$ , 10 min lank per dag, oor 'n tydperk van 5 dae heen (eksperimentele groep 1) ➤ <b>Groep B:</b> onderdompeling van die onderste ledemate tot by die gluteale vou in water van $43 \pm 1^\circ\text{C}$ , 10 min lank per dag, oor 'n tydperk van 5 dae heen (eksperimentele groep 2) ➤ <b>Groep C:</b> geen onderdompeling nie, maar passiewe rus, 10 min lank per dag, oor 'n tydperk van 5 dae heen (kontrolegroep) op die maksimale, isometriese heupekstensorkrag by die eind-heupfleksie-bewegingsomvang.	5 Dae Elke dag
Hatzel & Kaminski (2000) Die effek van yswateronderdompeling op die konsentriese en eksentriese, isokinetiese spierkraguitsette van die enkel.	20 Mans $19.60 \pm 1.30$	Om te bepaal wat die effek is van: • onderdompeling van die dominante enkel in $10^\circ\text{C}$ water, 20 min lank (eksperimentele groep) op die isokinetiese, eksentriese en konsentriese plantaardorsifleksie en inversie-eversie piek wringkrags by $60^\circ$ en $120^\circ/\text{sek}$ .	2 Dae 1 <sup>ste</sup> dag vir kragtoetsing 2 <sup>de</sup> dag vir krioterapie en kragtoetsing.
Kinzey <i>et al.</i> , (2000) Die effek van krioterapie op funksionele eksplosiewe kragoefeninge.	7 Mans en 8 dames $22.30 \pm 2.10$	Om te bepaal wat die effek is van: • onderdompeling van die dominante onderbeen tot by die inferior grens van die patella, 20 min lank, in water van $10^\circ\text{C}$ na afloop van 5 reps eenbeen-vertikale spronge op 'n kragplaat (eksperimentele groep) op die piek en gemiddelde grondreaksiekrigte sowel as die vertikale impuls wat verkry is met uitvoering van 20 reps, eenbeen vertikale spronge.	1 Dag
Schniepp <i>et al.</i> , (2002) Die effek van kouewater-onderdompeling op die kraguitset en harttempo van elitefietsryers.	10 Nie bekend $29.70 \pm 6.30$	Om te bepaal wat die effek is van: • <b>Groep A:</b> onderdompeling van die liggaam (tot by die vlak van die crista iliaca) in water van $12^\circ\text{C}$ , 15 min lank, na afloop van 'n maksimale fietsry-naelpoging van 30 sek lank op 'n Compu-trainer teen 'n lading van 1.68 kg op die agterwiel (eksperimentele groep) • <b>Groep B:</b> passiewe rus, 15 min lank, na afloop van 'n maksimale fietsry-naelpoging, 30 sek lank, op 'n Compu-trainer teen 'n lading van 1.68 kg op die agterwiel (kontrolegroep) op die maksimale en gemiddelde eksplosiewe fietsrykrag en tyd wat dit geneem het om die piek eksplosiewe fietsrykrag te behaal, sowel as op gemiddelde en maksimale harttempo wat tydens 'n maksimale fietsry-naelpoging van 30 sek op 'n Compu-trainer behaal is.	2 Dae 1 x per dag

Outer/s, datum en titel van publikasie	Aantal, geslag en ouderdom (jaar) van proefpersone	Programingreep	Duur en frekwensie van ingreep
Rublely <i>et al.</i> , (2003a) Periode van gewoondmaking na ysbadonderdompeling van die enkel.	14 Mans en 14 dames 23.30 ± 4.20	Om te bepaal wat die effek is van: <ul style="list-style-type: none"> <li>• vyf yswater-onderdompelings van die regterenknel in water van 1°C, 20 min lank, oor 'n periode van 5 dae heen (eksperimentele groep)</li> </ul> op die vlak van ongemak (volgens 'n Borg-pynskaal), 1 min voor onderdompeling, elke 3 min tydens onderdompeling, onmiddellik en 1, 3 min en 5 min na afhandeling van die onderdompeling.	5 Dae 1 x per dag
Rublely <i>et al.</i> , (2003b) Krioterapie, sensasie, en isometriese krag-variasie.	8 Mans en 7 dames 22.00 ± 3.00	Om te bepaal wat die effek is van: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Groep A:</b> onderdompeling van die arm vanaf 2.54 cm proksimaal van die mediale epikondiel van die humerus tot by die distale einde van die vinger in water van 10°C, 15 min lank, na afloop van die bepaling van 'n maksimale, willekeurige isometriese kontraksie van die duim en indeksvinger sowel as 'n sensasietoets van laasgenoemde vingers (eksperimentele groep)</li> </ul> op die sensasie, akkuraatheid en submaksimale isometriese krag van laasgenoemde vingers by 10%, 25% en 40% van die maksimale, willekeurige, isometriese kontraksiëkrag.	2 Dae 1 x per dag
Yanagisawa <i>et al.</i> , (2003c) Evaluering van afgekoelde, geoefende spiere deur middel van "MR Imaging" en "PMR" Spektroskopie.	14 Mans 23.90 ± 2.80	Om te bepaal wat die effek is van: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Groep A:</b> onderdompeling van die onderste ledemate tot by die vlak van die fibulakop in water van 5°C, 15 min lank, na afloop van 'n isotoniese, konsentriese en eksentriese plantaarfleksie-oefening (30% van maksimale, willekeurige kontraksiëkrag, 5 stelle van 12 reps met 1 min rus tussen stelle (eksperimentele groep)</li> <li>• <b>Groep B:</b> passiewe rus, 15 min lank, na afloop van 'n isotoniese, konsentriese en eksentriese plantaarfleksie-oefening (30% van maksimale, willekeurige kontraksiëkrag, 5 stelle van 12 reps met 1 min rus tussen stelle (kontrolegroep)</li> </ul> op die intrasellulêre omgewing (verhouding van anorganiese fosfaat tot fosfokreatien en pH), intramuskulêre waterinhoud en spierselskade met spierseerheid in die gastrocnemiuspier.	Nie bekend

Outer/s, datum en titel van publikasie	Aantal, geslag en ouderdom (jaar) van proefpersone	Programingreep	Duur en frekwensie van ingreep
Ohnishi <i>et al.</i> , (2004) Adapterende veranderinge in spiervermoë en sirkulasie by weerstandsoefening met gereelde koue toepassing.	16 Mans 20.70 ± 2.30	Om te bepaal wat die effek is van: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Groep A:</b> onderdompeling van die linker-voorarm in water van 10 ± 1°C, 20 minute lank, na afloop van 5 reps van agt handgreepoefeninge oor 'n periode van 6 weke heen, 3 maal per week (eksperimentele groep)</li> <li>• <b>Groep B:</b> passiewe rus, 20 min lank, na afloop van 5 reps van agt handgreepoefeninge oor 'n periode van 6 weke heen, 3 maal per week (kontrolegroep)</li> </ul> op die vooramontrek, isotoniese maksimale handgreepkrag, isotoniese spieruithouvermoë, bragiale arterie-deursnee tydens rus sowel as op die plasma-interleukin-6 en vaskulêre endoteliale groeifaktor na 4 weke se oefening.	6 Weke 3 x per week
Bailey <i>et al.</i> , (2007) Die invloed van kouewateronderdompeling op die indikators van spierskade na 'n verlengde, onderbroke, wisselloop.	20 Mans 22.3 ± 3.3	Om te bepaal wat die effek is van: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Groep A:</b> onderdompeling van die onderste ledemate tot by die vlak van die crista iliaca in water van 10°C, 10 min lank (eksperimentele groep)</li> <li>• <b>Groep B:</b> passiewe rus, 10 minute lank (kontrolegroep)</li> </ul> na afloop van die Loughborough onderbroke wissellooptoets (LOWT) (90 min lank by 'n intensiteit van 75% van VO <sub>2maks</sub> ) op die beoordeling van waargenome spierseerheid (soos bepaal dmv 'n visuele analogskaal), spierfunksie (soos bepaal dmv isometriese, kniefleksie en ekstensiekontraksies, vertikale spronghoogte en naeltyd van die LOWT) en uitvloeï van intrasellulêre proteïne (serum kreatienkinase en die konsentrasie van mioglobien) voor oefening, gedurende die behandeling en met gereelde intervalle tot en met 7 dae postoefening.	1 Week Behandeling was eenmalig Monitering vir 7 dae na afloop van behandeling.

**TABEL 2. OPSOMMING VAN VERKRYGDE LITERATUUR WAT HANDEL OOR DIE INVLOED VAN YSPAKTOEPASSINGSKRIOTERAPIE-TEGNIK OP 'N VERSKEIDENHEID VERANDERLIKES (1997-2007)**

Outers, datum en titel van publikasie	Aantal, geslag en ouderdom (jaar) van proefpersone	Programingreep	Duur en frekwensie van ingreep
Ohkuwa <i>et al.</i> , (1992) Die effek van beenverkoeling op bloedlaktat-verwydering na afloop van 'n supramaksimale oefening.	8 Mans 20.30 ± 1.30	Om te bepaal wat die effek is van: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Groep A:</b> yspaktoepassing op die onderste ledemate (op die dy, knie en voet), 23 min lank, tydens 'n 60 min herstelperiode (eksperimentele groep)</li> <li>• <b>Groep B:</b> passiewe rus, 60 min lank (kontrolegroep)</li> </ul> na afloop van 'n supramaksimale trapmeulhardloop-oefening teen 'n konstante spoed en helling van 5% van die maksimale spoed wat 1 min lank gehandhaaf kon word op die bloedlaktat-verwydering en bloedvloeisirkulasie in die kuit voor en na opwarming en by 1.5, 10, 20, 30, 40, 50 en 60 min na herstel.	3 Dae 1 x per dag
Tsang <i>et al.</i> , (1997) Die effekte van krioterapie wat toegepas is deur van verskillende mediums gebruik te maak.	9 Nie bekend 22.00 ± 1.00	Om te bepaal wat die effek is van: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Groep A:</b> yspaktoepassing (0.68 kg van kubusvormige ys) op die voorarm deur middel van 'n droë katoenhanddoek, 30 min lank (eksperimentele groep 1)</li> <li>• <b>Groep B:</b> yspaktoepassing (0.68 kg van kubusvormige ys) op die voorarm deur middel van 'n droë, elastiese verband, 30 min lank (eksperimentele groep 2)</li> <li>• <b>Groep C:</b> yspaktoepassing (0.68 kg van kubusvormige ys) direk op die vel van die voorarm, 30 min lank (kontrolegroep)</li> </ul> op die veltemperatuur van die mid-voorarm wat elke 2.5 min vanaf behandeling tot en met 20 min postbehandeling geneem is.	3 Dae 1 x per dag
Enwemeka <i>et al.</i> , (2001) Sagteweefsel-termodinamika voor, gedurende en na yspakbehandeling.	8 Mans en 8 dames 25.40 ± 3.60	Om te bepaal wat die effek is van: <ul style="list-style-type: none"> <li>• yspaktoepassing op die quadricepspier deur middel van 'n droë handdoek (19 x 29 cm area), 20 min lank (eksperimentele groep)</li> </ul> op die kutanese en 1, 2 en 3 cm diep muskulêre temperatuur (elke 2 min, 20 min lank) en na yspaktoepassing (elke 2 min tot temperatuur tot basislynwaardes terugkeer het).	1 Dag Eenmalig

Outeur/s, datum en titel van publikasie	Aantal, geslag en ouderdom (jaar) van proefpersone	Programingreep	Duur en frekwensie van ingreep
Jameson <i>et al.</i> , (2001) Onderste ledemaat gewrigskrioterapie affekteer nie vertikale grondreaksiekrigte gedurende landing nie.	10 Mans 22.40 ± 1.26	Om te bepaal wat die effek is van: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Groep A:</b> passiewe rus, 20 min lank (kontrolegroep)</li> <li>• <b>Groep B:</b> yspaktoepassing (1.5 kg, 25 x 30 x 5 cm) op die enkel, 10 min lank (eksperimentele groep 1)</li> <li>• <b>Groep C:</b> yspaktoepassing (1.5 kg, 25 x 30 x 5 cm) op die knie, 10 min lank (eksperimentele groep 2)</li> <li>• <b>Groep D:</b> yspaktoepassing (1.5 kg, 25 x 30 x 5 cm) op die enkel en knie, onderskeidelik, 10 minute lank (eksperimentele groep 3)</li> </ul> na afloop van 5 reps van twee-voet vertikale spronge by 'n hoogte van 90% van die maksimale springhoogte op die genormaliseerde, piek, gemiddelde en geïntegreerde vertikale grond-reaksiekrigte sowel as tyd tot piek krag tydens uitvoering van 5 reps van twee-voet vertikale spronge by 'n hoogte van 90% van die maksimale springhoogte.	1 Dag vir gewoondmaking. 1 Dag vir die behandeling.
Jutte <i>et al.</i> , (2001) Die verband tussen intramuskulêre temperatuur, veltemperatuur en subkutanese adiposietdikte gedurende krioterapie en herverhitting.	15 Nie bekend 22.90 ± 1.50	Om te bepaal wat die effek is van: <ul style="list-style-type: none"> <li>• yspaktoepassing (sak van 500 g kubusvormige ysblokkies) op die regterdy, 20 min lank (eksperimentele groep)</li> </ul> op die vel-, intramuskulêre (IM) (2 cm onder die subkutanese adiposietlaag) en liggaamskerntemperatuur (elke 30 sek geneem) voor (3 min), tydens (30 min) en na behandeling (120 minute). Asook om te bepaal wat die verhouding tussen IM-, kamer-, vel- en liggaamskerntemperatuur sowel as subkutanese adiposietdikte is.	1 Dag Eenmalig
Otte <i>et al.</i> , (2002) Subkutanese adiposietdikte verander die afkoeltyd gedurende krioterapie.	18 Mans en 29 dames 23.00 ± 3.00	Om te bepaal watter effek <ul style="list-style-type: none"> <li>• subkutanese, adiposietdikte het op die tydsduur wat dit sal neem om intramuskulêre temperatuur van die blootgestelde area af te bring tot by 7°C onder die basislyntemperatuur-waarde, as yspaktoepassing (sak van 750g fyngemaakte ys) op die dy geplaas word (eksperimentele groep)</li> </ul>	1 Dag Eenmalig
Verducci, (2001) Interval-krioterapie en uitputting by Universiteite- bofbalgooiers.	6 Mans 22.3 ± 1.6	Om te bepaal wat die effek is van: <ul style="list-style-type: none"> <li>• interval-yspaktoepassing (sakke wat 33% met fyngemaakte ys gevul is) op die skouer en arm (1 sak) sowel as op die arm en elmboog (2 sakke), 3 min lank tydens 'n 8 min hersteltyd (eksperimentele groep) tussen verskillende bofbalgooibeurte op bofbalgooi-uitputting, -spoed en -akkuraatheid.</li> </ul>	1 Dag Eenmalig

Outer/s, datum en titel van publikasie	Aantal, geslag en ouderdom (jaar) van proefpersone	Programingreep	Duur en frekwensie van ingreep
Merrick <i>et al.</i> , (2003) Koue modaliteite met verskillende termodinamiese eienskappe produseer verskillende oppervlak- en intramuskulêre temperature.	15 Mans Damesgetal nie aangedui 21.70 ± 1.20	Om die effek van: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Groep A:</b> yspaktoepassing (1 kg ys in 'n 4 l plastieksak) op die dy, 30 min lank (eksperimentele groep 1)</li> <li>• <b>Groep B:</b> nat-ystoepassing (Wet-Ice) op die dy, 30 min lank (eksperimentele groep 2)</li> <li>• <b>Groep C:</b> Flexi-i-Cold-toepassing op die dy, 30 min lank (eksperimentele groep 3)</li> </ul> op die vel en intramuskulêre (1 cm en 2 cm subadiposiet) temperatuur van die dy te bepaal.	4 Dae 48 uur tussen elke behandeling.
Sumida <i>et al.</i> , (2003) Warm jel-pakke en die verlaging van "delayed onset muscle soreness" 30 minute na behandeling.	27 Mans en 44 dames 21-30	Om te bepaal wat die effek is van: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Groep A:</b> warmpak-toepassing (43.3 ± 2.8 °C) op die anterior oppervlakte van die arm, 20 min lank (eksperimentele groep 1)</li> <li>• <b>Groep B:</b> kouepak-toepassing (1.7 ± 2.8 °C) op die anterior oppervlakte van die arm, 20 min lank (eksperimentele groep 2)</li> <li>• <b>Groep C:</b> kamertemperatuurpak-toepassing (22.8 ± 2.8 °C) op die anterior oppervlakte van die arm, 20 min lank (eksperimentele groep 3)</li> <li>• <b>Groep D:</b> passiewe rus, 20 min lank (kontrolegroep)</li> </ul> na afloop van isokinetiese, eksentriese elmboogflexie-oefeninge (2 stelle van 35 reps teen 1 rep/15 sek en 5 min rus tussen stelle) wat 48 uur na die behandeling voorgekom het, op die "delayed onset of muscle soreness" wat 30 min na die behandeling nog voorgekom het.	2 Dae 52 uur tussen elke behandeling.
Uchio <i>et al.</i> , (2003) Krioterapie affekteer gewrigstraagheid en posisieaanvoeling van die gesonde kniegewrig.	10 Mans en 10 dames 21-28	Om te bepaal wat die effek is van: <ul style="list-style-type: none"> <li>• die "Icing System 2000 cooling pod" van 4°C wat 15 min lank op die antero-mediale aspek van 1 knie geplaas is (eksperimentele groep)</li> </ul> op die veltemperatuur van die antero-mediale gedeelte van die knie, die gewrigstraagheid en posisie-aanvoeling van die knie.	1 Dag Eenmalig
Van Lunen <i>et al.</i> , (2003) Die kliniese effek van koue toepassing op die lewering van elektriesgeïnduseerde, onwillekeurige spierkontraksies.	20 Mans en 15 dames M: 26.00 ± 5.60 en D: 23.90 ± 4.84	Om te bepaal wat die effek is van: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Groep A:</b> yspaktoepassing (2 x 1 gelling sakke wat elk met 24 onse fyngkapte ys gevul is) op die totale anterior oppervlakte van die dy, 20 min lank (eksperimentele groep)</li> <li>• <b>Groep B:</b> passiewe rus, 20 min lank (kontrolegroep)</li> </ul> op die piek elektriese stimulasie-uitsetintensiteit (in mV) en isometriese piek wringkrag van die rectus femoris- en vastus medialispiere elke 4 minute tydens behandeling.	1 Dag Eenmalig

Outer/s, datum en titel van publikasie	Aantal, geslag en ouderdom (jaar) van proefpersone	Programingreep	Duur en frekwensie van ingreep
Yanagisawa <i>et al.</i> , (2003a) Die effek van verskeie terapeutiese metodes op skouerkrags en spierseerheid na bofbalgooie.	7 Mans 23.00 ± 1.29	Om te bepaal wat die effek is van: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Groep A:</b> yspaktoepassing op die periferie van die skouer, 20 min lank (eksperimentele groep 1)</li> <li>• <b>Groep B:</b> yspaktoepassing op die periferie van die skouer, 20 min lank en 'n ligte skoueroefening, 20 min lank (50 rev/min teen 30 W), op 'n bolyffiets (eksperimentele groep 2)</li> <li>• <b>Groep C:</b> passiewe rus, 20 min lank (kontrolegroep)</li> <li>• <b>Groep D:</b> 'n ligte skoueroefening, 20 min lank (50 rev/min teen 30 W), op 'n bolyffiets (eksperimentele groep 3)</li> </ul> na afloop van 98 bofbalgooie op die skouer-abduksie, interne-eksterne rotasie-isometriese skouerkrags sowel as interne en eksterne skouerrotasie-seerheid voor en onmiddellik na bofbalgooie sowel as gedurende die behandeling, en 24 uur na afloop van die bofbalgooie.	3 Dae
Yanagisawa <i>et al.</i> , (2003b) Die effek van verskillende terapeutiese metodes op die skouerbewegingsomvang en dwarsdeursnee-areas van die rotatorkraagspiere na bofbalgooie.	7 Mans 23.00 ± 1.29	Om te bepaal wat die effek is van: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Groep A:</b> yspaktoepassing op die periferie van die skouer, 20 min lank (eksperimentele groep 1)</li> <li>• <b>Groep B:</b> yspaktoepassing op die periferie van die skouer, 20 min lank en 'n ligte skoueroefening, 20 min lank (50 rev/min teen 30 W), op 'n bolyffiets (eksperimentele groep 2)</li> <li>• <b>Groep C:</b> passiewe rus, 20 min lank (kontrolegroep 1)</li> <li>• <b>Groep D:</b> 'n ligte skoueroefening, 20 min lank (50 rev/min teen 30 W), op 'n bolyffiets (eksperimentele groep 3)</li> </ul> na afloop van 98 bofbalgooie op die aktiewe interne en maksimale interne sowel as aktiewe eksterne en maksimale eksterne skouerrotasiebewegingsomvang en die spierdwarsdeursnee-areas van die supraspinatus-, eksterne (teres minor en infraspinatus) en subskapularis-spiere voor en onmiddellik na die bofbalgooie sowel as gedurende en direk na die behandeling en 24 uur na afloop van die bofbalgooie.	3 Dae
Atnip & McCrory (2004) Die effek van krioterapie op die driedimensionele enkelkinematika systap, gedurende 'n insny-maneuver.	7 Mans en 14 Dames 21.6 ± 1.5	Om te bepaal wat die effek is van: <ul style="list-style-type: none"> <li>• yspaktoepassing op die mediale en laterale aspekte van die nie-dominante enkel, 10 min lank, na afloop van 'n aantal systap, insny-maneuvers (eksperimentele groep 1)</li> </ul> op die enkel/subtalare gewrig se bewegingsomvang, verplasing en spoed terwyl 'n 45° systap, insnymaneuver uitgevoer word.	1 Dag Eenmalig

Outer/s, datum en titel van publikasie	Aantal, geslag en ouderdom (jaar) van proefpersone	Programingreep	Duur en frekwensie van ingreep
Borgmeyer <i>et al.</i> , (2004) Die effek van ysmassering op maksimale isokinetiese wringkragsproduksie.	11 Mans 20.90 ± 1.10	Om te bepaal wat die effek is van: <b>Groep A:</b> ysmassering op die anterior oppervlakte van die spierliggaam van die biceps brachii teen 2 slae/sek, 10 min lank (eksperimentele groep) • <b>Groep B:</b> passiewe rus, 10 min lank (kontrolegroep) op die isokinetiese, konsentriese, piek armfleksie-wringkragswaardes (by 30°/sek) wat reg deur die 20 min se oefening behaal is.	2 Weke 1 x 'n week
Kanlayanaphotporn & Janwantanakul (2005) Vergelykings van veltemperatuur gedurende die aanwending van verskillende krioterapeutiese behandelings.	50 Dames 20.6 ± 0.8	Om te bepaal wat die effek is van: • <b>Groep A:</b> yspaktoepassing op die regterdy, 20 min lank (eksperimentele groep 1) • <b>Groep B:</b> jelpaktoepassing ("3M Nexcare Reusable ColdHot gel pack") op die regterdy, 20 min lank (eksperimentele groep 2) • <b>Groep C:</b> die toepassing van 'n pak gevriesde ertjies op die regterdy, 20 min lank (eksperimentele groep 3) • <b>Groep D:</b> die toepassing van 'n mengsel van water en alkohol (70%) op die regterdy, 20 min lank (eksperimentele groep 4) op die veloppervlakte-temperatuur van die dy voor, tydens en 20 min na voltooiing van die behandeling.	2 Dae Elk van die behandelings het 24 uur uit mekaar plaasgevind.
Richendollar <i>et al.</i> , (2006) Yssak-toepassing, aktiewe opwarming en drie metings van maksimaal funksionele prestasie.	24 Mans 18-24 jaar	Om te bepaal wat die effek is van: • <b>Groep A:</b> yssaktoepassing (3.79 l plastieksak met 1.36 kg fyngemaakte ys) op die anterior-dy, 20 min lank (eksperimentele groep 1) • <b>Groep B:</b> yspaktoepassing (3.79 l plastieksak met 1.36 kg fyngemaakte ys) op die anterior-dy, 20 min lank gevolg, deur 6.5 minute se aktiewe opwarming (3 min se ligte draoefeninge gevolg deur 3 min se strekking) (eksperimentele groep 2) • <b>Groep C:</b> passiewe rus, 20 min lank, gevolg deur 6.5 minute se aktiewe opwarming (3 min se ligte draoefeninge gevolg deur 3 min se strekking) (kontrolegroep 1) • <b>Groep D:</b> passiewe rus, 20 min lank (kontrolegroep 2) op die enkelbeen, vertikale spronghoogte, ratsheidswisselloop- en 40-treë-naeltoetstyd.	1 Dag Eenmalig

Outer/s, datum en titel van publikasie	Aantal, geslag en ouderdom (jaar) van proefpersone	Programingreep	Duur en frekwensie van ingreep
Wassinger <i>et al.</i> , (2007) Propriosepsie en gooiakkuraatheid in die dominante skouer na afloop van krioterapie.	14 Mans en 8 Dames 21.6 ± 2.4	Om te bepaal wat die effek is van: <ul style="list-style-type: none"> <li>yspaktoeassing (1.15 l sak gevul met 1 500 g kubusvormige ysblokkies) op die middel van die akromion, 20 min lank, na afloop van aktiewe gewrigsposisionering-nabootsing, baan van gewrigsbeweging-nabootsing en funksionele gooiprestasi-eindeksevaluering (eksperimentele groep)</li> </ul> op die propriosepsie en funksionele vermoë van die gooiskouer.	2 Dae

### Die effek van 'n krioterapie-ingreep op 'n verskeidenheid fisieke, motoriese en fisiologiese veranderlikes

Uit die literatuurbevindinge van die vier-en-dertig artikels wat bestudeer is, blyk dit dat heelwat teenstrydige bevindinge met betrekking tot die akute en langtermyninvloed van krioterapie op 'n wye verskeidenheid veranderlikes voorkom. Voorts toon die bestudeerde artikels dat die meerderheid navorsers (sewe-en-twintig uit 'n moontlike vier-en-dertig – 79.41%) eerder op die akute invloed van krioterapie gefokus het. Slegs vier navorsers het op die langtermyn effek van krioterapie gekonsentreer (Young *et al.*, 1995; Burke *et al.*, 2000; Schniepp *et al.*, 2002; Rubley *et al.*, 2003a) terwyl drie (Jansky *et al.*, 1996; Eston & Peters 1999; Bailey *et al.*, 2007) beide die akute en langtermyn effek van krioterapie nagevors het. In 'n verdere analise van die literatuur is ook gevind dat die meerderheid artikels (een-en-dertig) slegs op krioterapie en verskillende krioterapietegnieke as 'n behandelingstegniek gefokus het terwyl drie van die artikels op 'n kombinasie van krioterapie en ander modaliteite gekonsentreer het (Jutte *et al.*, 2001; Yanagisawa *et al.*, 2003a; Yanagisawa *et al.*, 2003b). Sestien van die bogenoemde artikels het op yswateronderdompeling as krioterapietegniek navorsing gedoen terwyl die oorblywende agtien artikel op yspaktoeassing as krioterapietegniek gefokus het.

Wat die akute invloed van krioterapie op 'n verskeidenheid isokinetiese veranderlikes betref, het twee artikels getoon dat isokinetiese, konsentriese knie-ekstensie piek wringkrag, gemiddelde wringkrag, totale werk, grade-spesifieke wringkrag sowel as isokinetiese konsentriese dorsifleksie piek wringkrag betekenisvol ( $p = 0.05$ ) negatief na afloop van krioterapie (Howard *et al.*, 1994; Hatzel & Kaminski, 2000). Howard *et al.* (1994) het egter daarop gewys dat isokinetiese waardes wat by hoër snelhede ( $180^\circ$ ,  $300^\circ$  en  $400^\circ/\text{sek}$ ) verkry is, meer deur krioterapie benadeel word as wat dit die geval is by laer snelhede ( $30^\circ/\text{sek}$ ). Slegs een artikel het bevind dat krioterapie wel 'n betekenisvol ( $p < 0.05$ ) positiewe, akute effek

op die isokinetiese, eksentriese, plantaarfleksie totale werk (by 120°/sek) van proefpersone gehad het (Kimura *et al.*, 1997). Die meerderheid artikels wat egter oor die akute effek van krioterapie op isokinetiesverbandhoudende veranderlikes handel, het getoon dat die hoek waarby isokinetiese, konsentriese, knie-ekstensie piek wringkrag behaal is sowel as tyd tot piek wringkrag-behaling, isokinetiese, eksentriese, plantaarfleksie sowel as enkelinversie-eversie piek wringkrag (by 30°, 60° en 120°/sek) en isokinetiese, konsentriese armfleksie piekwringkragwaardes (by 30°/sek) nie betekenisvol deur krioterapie beïnvloed is nie (Howard *et al.*, 1994; Kimura *et al.*, 1997; Hatzel & Kaminski, 2000; Borgmeyer *et al.*, 2004).

Sovêr dit die akute effek van krioterapie op isometriesverbandhoudende veranderlikes betref, het die meerderheid artikels ook tot die gevolgtrekking gekom dat krioterapie 'n nie-betekenisvolle effek op laasgenoemde veranderlikes het, vergeleke met passiewe herstel of ander behandelingsvorme. In hierdie verband is gerapporteer dat isometriese, maksimale, elmboogfleksie- sowel as knie-ekstensie- en submaksimale duim- en indeksvinger-krag na afloop van krioterapie nie betekenisvol verskil het van passiewe herstel of pre-krioterapiewaardes nie (Paddon-Jones & Quigley, 1997; Rubley *et al.*, 2003a; Van Lunen *et al.*, 2003; Bailey *et al.*, 2007). Hierbenewens het Rubley *et al.* (2003a) tot die gevolgtrekking gekom dat krioterapie nie die akkuraatheid van isometriese kraguitvoering betekenisvol beïnvloed nie, alhoewel druksensasie-sensitiwiteit betekenisvol afneem na afloop van krioterapie. Andersoortige resultate is egter deur Howard *et al.* (1994) verkry, aangesien hulle bevind het dat isometriese, knie-ekstensie gemiddelde krag en totale werk van proefpersone post-krioterapie betekenisvol laer was, vergeleke met passiewe herstel en onderdompeling in warm water. In teenstelling hiermee het navorsing getoon dat isometriese, maksimale skouerabduksie en interne-eksterne skouerrotasiekrag sowel as piek elektriese stimulasie-uitsetintensiteit van die rectus femoris- en vastus medialispiere betekenisvol hoër was na afloop van krioterapie, vergeleke met ander behandelings was en dat die afname in isometriese, maksimale knie-ekstensie- en fleksiekrag betekenisvol minder na afloop van wissellope en krioterapie, vergeleke met passiewe herstel (Howard *et al.*, 1994; Van Lunen *et al.*, 2003; Bailey *et al.*, 2007).

In die studies van Burke *et al.* (2000) en Bailey *et al.* (2007) is die langtermyn effek van krioterapie op isometriese veranderlikes ondersoek. Burke *et al.* (2000) het bevind dat isometriese, maksimale heupekstensiekrag by eind-heupfleksiebewegingsomvang na afloop van krioterapie oor 5 dae heen betekenisvol hoër was as pre-krioterapie. Voorts het Bailey *et al.* (2007) daarop gewys dat isometriese, maksimale kniefleksiekrag betekenisvol hoër was na

'n wisselloopoefening en krioterapie, 24 en 48 uur na behandeling, vergeleke met passiewe herstel. In nog 'n langtermynstudie het Ohnishi *et al.* (2004) aangetoon dat isotoniese, maksimale handgrypkrag en spieruithou vermoë nie betekenisvol verskil het tussen persone wat aan krioterapie en passiewe herstel blootgestel is na 'n inoefeningsperiode nie.

'n Heel aantal studies het ook die effek van krioterapie op eksplosiewe kragverbandhoudende veranderlikes ondersoek en bevind dat die meerderheid veranderlikes, naamlik genormaliseerde, gemiddelde vertikale grondreaksie-krag by eenbeen vertikale spronge en genormaliseerde piek gemiddelde en geïntegreerde vertikale grondreaksie-krag sowel as tyd tot behaling van piek krag en vertikale spronghoogte by die tweevoet vertikale sprongtoets nie betekenisvol deur krioterapie beïnvloed is nie vergeleke met 'n passiewe hersteltegniek (Kinzey *et al.*, 2000; Jameson *et al.*, 2001; Bailey *et al.*, 2007). In Kinzey *et al.* (2000) en Richendollar *et al.* (2006) se studies het die gerandomiseerde vertikale impuls, piek vertikale grondreaksie-krag en gemiddelde vertikale spronghoogte egter betekenisvol ná krioterapie gedaal. Bailey *et al.* (2007) het 'n soortgelyke resultaat gerapporteer met piek vertikale spronghoogte wat 24 uur en 48 uur postoefening betekenisvol gedaal het vanweë krioterapie.

Die moontlike invloed van krioterapie op 'n aantal vaardigheidsverbandhoudende veranderlikes is ook ondersoek. Navorsing het getoon dat maksimale fietsrykrag en gemiddelde kraguitset sowel as die LOWT-, 40 treë- en ratsheidswisselloop-naeltyd betekenisvol benadeel is na toepassing van krioterapie, vergeleke met ander behandelingstegnieke en die prekrioterapiewaardes (Schniepp *et al.*, 2002; Richendollar *et al.*, 2006; Bailey *et al.*, 2007). Verducci (2001) het egter gevind dat bofbalgooisnelheid en uitputting wat vanweë bofbalgooie meegebring word, betekenisvol bevoordeel is vanweë krioterapie. Bofbalgooi-akkuraatheid is egter nie betekenisvol deur krioterapie beïnvloed nie (Verducci, 2001). 'n Ander studie deur Wassinger *et al.* (2007) het egter getoon dat proprioepsie van die dominante skouer nie betekenisvol deur krioterapie beïnvloed is nie, alhoewel gooi-akkuraatheid na afloop van krioterapie betekenisvol afgeneem het. Min of meer soortgelyke resultate is ook in Atnip en McCrory (2004) se studie gevind, deurdat enkelgewrigsbewegingsomvang, -verplasing en -spoed tydens 'n systap insny-maneuver nie betekenisvol deur krioterapie beïnvloed is nie. Laasgenoemde bevindings stem nie ooreen met die resultate van Uchio *et al.* (2003) nie wat daarop gedui het dat afkoeling van die knie deur middel van krioterapie aanleiding gee tot 'n betekenisvolle afname in gewrigstraagheid en posisie-aanvoeling. 'n Teenstrydige navorsingsbevinding is egter deur Yanagisawa *et al.* (2003b) na gemaak. Hulle het bevind dat maksimale skouerrotasiebewegingsomvang

betekenisvol verhoog is na afloop van bofbalgooie en krioterapie, vergeleke met passiewe herstel.

Fisiologiese response en veranderlikes as gevolg van krioterapie is ook ondersoek. In hierdie verband het Schniepp *et al.* (2002) bevind dat maksimale en gemiddelde harttempo na afloop van oefening betekenisvol laer was by die krioterapieherstelgroep, vergeleke met die passiewe herstelgroep. Bloedlaktatverwydering en bloedvloeisirkulasie is egter nie in die studie van Ohkuwa *et al.* (1992) betekenisvol anders deur krioterapie in vergelyking met passiewe herstel geaffekter nie. In teenstelling hiermee het Jansky *et al.* (1996) bewys dat krioterapie wel aanleiding gee tot 'n betekenisvolle, akute verhoging in plasma-noradrenalin en 'n betekenisvolle afname in plasma-renien.

Die langtermynondersoek van Jansky *et al.* (1996) het egter geen betekenisvolle veranderinge met betrekking tot plasma-adrenalin, -nor-adrenalin, -dopamin, -renien en aldosteroon, harttempo sowel as bloeddruk na 3 weke se krioterapie gerapporteer nie. Gepaard hiermee het Young *et al.* (1995) geen betekenisvolle verskille met betrekking tot die veranderinge in respiratoriese gaswisselingsratio, harttempo, glikogeenkonsentrasie in die vastus lateralispiers, plasmakonsentrasie van laktat, glukose, vrye vetsure en gliserol gevind vanweë 8 weke se oefening in koue en warm water nie. Ohnishi *et al.* (2004) het egter tot die gevolgtrekking gekom dat krioterapie oor 'n periode van 4 weke heen tot 'n betekenisvolle postoefeningverhoging in plasma-interleukin-6, maar nie aanleiding gee tot betekenisvolle veranderinge in bragiële arterie-deursnee en vaskulêre endoteliale groeifaktor nie.

'n Verdere ontleding van die literatuur dui daarop dat ontspanne elmooghoek (wat 'n aanduiding is van spierstyfheid en sagteweefsel-verkorting) betekenisvol hoër was na afloop van maksimale oefening by 'n krioterapie-groep, vergeleke met 'n kontrolegroep (Eston & Peters, 1997). Voorts was die kreatienkinase-aktiwiteit by dag 2 en 3, 1 uur na oefening betekenisvol hoër by die kontrolegroep, vergeleke met die krioterapiegroep (Eston & Peters, 1999). Mioglobienkonsentrasies (merker van spierseerheid) was ook betekenisvol laer by die krioterapiegroep, 1 uur na oefening in vergelyking met passiewe herstel in Bailey *et al.* (2007) se studie. Hierbenewens het Yanagisawa *et al.* (2003c) gevind dat krioterapie voordeliger is om T2-ontspanningstyd (wat 'n aanduiding is van intramuskulêre watervlak) te verlaag sowel as intramuskulêre pH na afloop van oefening betekenisvol te verhoog as wat die geval was by passiewe herstel.

In Paddon-Jones en Quigley (1997), Sumida *et al.* (2003) en Yanagisawa *et al.* (2003c) se studies het die proefpersone egter geen betekenisvolle verskille getoon wat spierseerheid betref tussen die krioterapie, passiewe herstel en ander behandelingsmodaliteite nie. Verder het Yanagisawa *et al.* (2003c) ook geen betekenisvolle verskille met betrekking tot die verhoging in anorganiese fosfaat tot fosfokreatien by die onderskeie proefpersone gevind nie. Bailey *et al.* (2007) het wel gevind dat spierseerheid betekenisvol deur krioterapie verlaag word, vergeleke met passiewe herstel.

Verskeie navorsers het ook ondersoek ingestel na die invloed van verskillende mediums, adiposietdiktes en krioterapie-blootstellings op vel- en intramuskulêre temperatuur sowel as op verskeie fisiologiese response. In hierdie verband het Tsang *et al.* (1997) getoon dat yspaktoepassing direk op die vel, die veltemperatuur betekenisvol meer laat daal as wat die geval is by yspaktoepassing deur middel van 'n handdoek, droë, elastiese verband. In samehang hiermee het Enwemeka *et al.* (2001) bewys dat vel- en die 1 cm diep muskulêre temperatuur vanweë krioterapietoepassing deur middel van 'n droë handdoek oor 'n periode van 20 min heen betekenisvol daal maar dat dit nie die 2 cm en 3 cm diep muskulêre temperatuur betekenisvol beïnvloed nie. Merrick *et al.* (2003) het wel gevind dat yspaktoepassing deur middel van 'n plastieksak en nat-ystoepassing meer effektief was om 'n daling in 1 cm en 2 cm subadiposiet-temperatuur van die dy mee te bring. In aansluiting hierby het Kanlayanaphotporn en Janwantanakul (2005) getoon dat yspak- en jelpaktoepassing betekenisvol doeltreffender was om veloppervlaktemperatuur na 20 min te laat daal, vergeleke met die toepassing van gevriesde ertjies en 'n mengsel van water en alkohol.

Wat die verband tussen subkutaneuse adiposietdikte, 'n afname in intramuskulêre temperatuur en die tyd wat dit neem vir die afname om plaas te vind betref, het Jutte *et al.* (2001) tot die gevolgtrekking gekom dat intramuskulêre temperatuur en velvoudikte 'n korrelasie van 0.37 toon in vergelyking met 'n korrelasiekoëffisiënt van -0.59 tussen tyd en intramuskulêre temperatuur. Verder het Otte *et al.* (2002) laasgenoemde bevindinge bevestig deur te bewys dat die subkutanese, adiposietdikte wel die tydsduur van intramuskulêre afkoeling betekenisvol beïnvloed.

Volgens Sendowski *et al.* (1997) sal 'n kleiner area van krioterapieblootstelling tot betekenisvol vinniger kouegeïnduseerde vasodilatasie in die blootgestelde area lei, sowel as 'n betekenisvol laer harttempo en bloeddrukrespons met die aanvang van krioterapie (1 min) tot gevolg hê.

Laastens het navorsing getoon dat persone wat aan 'n paar opeenvolgende dae se krioterapie blootgestel is, teen dag 4 en 5 se krioterapie 'n betekenisvol laer ongemaksvlak toon, vergeleke met dag 1 (Rublely *et al.*, 2003a). Dit blyk egter ook dat proefpersone betekenisvol meer ongemak ervaar gedurende die 1<sup>ste</sup> en 3<sup>de</sup> minuut van krioterapieblootstelling, vergeleke met die 5<sup>de</sup> minuut, alhoewel die 5<sup>de</sup> minuut se ongemakpersepsie hoër was as die res van die 20-minuutperiode.

### **Moontlike redes vir die voordelige akute herstel effek/te van 'n krioterapie-ingreepprogram op 'n verskeidenheid fisieke, motoriese en fisiologiese veranderlikes**

Laasgenoemde bevindinge gee 'n aanduiding dat krioterapie oorwegend 'n betekenisvol negatiewe effek of geen betekenisvolle effek het op fisieke, motoriese en fisiologiese veranderlikes. Eston en Peters (1999) sowel as Kinzey *et al.* (2000) noem in hierdie verband dat krioterapie tot 'n afname in motoriese sensuwee-impulsgeleiding in die area van toediening lei, wat spiersametrekking en gevolglik kraglewering moontlik negatief kan beïnvloed. Gepaard hiermee het Douris *et al.* (2003) tot die gevolgtrekking gekom dat spiersametrekking ook nadelig beïnvloed kan word vanweë die vasokonstriksie-effek wat krioterapie op die area van toediening het. Die gevolg hiervan is dat kalsiumvrystelling deur die sarkoplasmiese retikulum afneem en dat splyting van die fosfaatenergiebron, naamlik adenosientrifosfaat, en gevolglike spierkraglewering, daardeur benadeel word. Jameson *et al.* (2001) beweer verder dat die sensoriese geleiding van die Paccini-liggaampies wat onder andere in die gewrigte sowel as die tendons en fassia van spiere geleë is (Guyton & Hall, 2000; Widmaier *et al.*, 2004) vanweë krioterapie afneem. Aangesien die Paccini-liggaampies onder andere as posisionele, sensoriese reseptore optree, sal dit beteken dat die bewegingsuitvoering rondom die gewrigte wat aan krioterapie blootgestel is, moontlik benadeel word. Hierdie bewering is gestaaf deur Uchio *et al.* (2003) wat daarop gewys het dat afkoeling van die kniegewrig deur krioterapie tot 'n betekenisvolle afname in posisie-aanvoeling gelei het. Kimura *et al.* (1997) stel voorts dat die metabolismetempo in die area van krioterapietoediening daal as gevolg van 'n afname in bloedtoevoer en dat dit moontlik nadelig kan wees vir die uitvoering van fisieke en motoriese take. In aansluiting hierby is navorsers ook van mening dat krioterapie 'n hoër viskositeit van bloed in die area van toediening tot gevolg het, wat moontlik tot 'n afname in spier-saamtrekbaarheid kan lei (Prentice, 2003).

Die literatuur maak egter ook melding van betekenisvol positiewe veranderinge in 'n verskeidenheid motoriese, fisieke en fisiologiese veranderlikes vanweë krioterapie. Volgens 'n hele aantal navorsers is die positiewe effek van krioterapie moontlik toe te skryf aan die

anestetikum-effek wat krioterapie op die area van toediening het (Burke *et al.*, 2000; Alter, 2004). In hierdie verband het Knight (soos aangehaal deur Alter, 2004) met etlike teorieë vorendag gekom wat as verklarings kan dien vir die anestetikum-effek van krioterapie waaronder die volgende: 'n afname in sensuiewe-impuls-oordraging in die vesels wat pynstimuli gelei, 'n afname in die prikkelbaarheid van die sensuiewe-eindpunte, 'n verhoging in pyn drempel, 'n vrystelling van endorfiene, koue dien as 'n teen-prikkelmiddel en koue inhibeer die neurone van die rugmurg. Hierbenewens toon navorsing dat krioterapie sodanige effek op die afferente spierspoele in die area van blootstelling het dat dit tot 'n afname in spierspanning lei (Eston & Peters, 1998). Die spier sal dus meer ontspan, wat moontlik voordelig kan wees vir die uitvoering van sekere aktiwiteite. Laastens beklemtoon navorsing ook die akute anti-inflammatoriese respons wat as gevolg van krioterapie voorkom (Bailey *et al.*, 2007). Weereens is die respons te wyte aan vasokonstriksie van die arterioles en venules in die area van toediening sowel as 'n afname in metabolismetempo (Meeusen & Lievens, 1986; Kimura *et al.*, 1997). 'n Afname in metabolismetempo kan ook daartoe lei dat metaboliese afbraakprodukte wat vanweë intense oefening geproduseer word, afneem (Kimura *et al.*, 1997). Proefpersone sal dus vanweë 'n kleiner konsentrasie inhiberende, metaboliese afbraakprodukte daartoe in staat wees om in sekere take beter te presteer.

### **Riglyne vir die gebruik van krioterapietoepassing**

Teen die voorafgaande agtergrond volg 'n bespreking van die riglyne wat van belang is in die toepassing van krioterapie. Dit is baie moeilik om 'n uitspraak te lewer oor die temperatuur waarteen krioterapie moet plaasvind om doeltreffend te wees. Die temperatuur wissel van 1°C tot en met 20°C, alhoewel dit lyk asof die meeste navorsers tydens wateronderdompeling van temperature tussen 5°C en 10°C gebruik maak. Die tydsduur van krioterapie het tussen 10 en 100 minute gewissel, alhoewel die meeste navorsers 15 tot 20 minute verkies het. Wat yswateronderdompeling betref, het die meerderheid navorsers tot by die vlak van die gluteale vou of crista iliaca krioterapieblootstelling toegepas terwyl ander algehele onderdompeling van die voorarm en enkel verkies het. Ander blootgestelde areas het die volgende ingesluit: onderdompeling tot by die vlak van die nek, mid-dy, inferior grens van die patella en die fibulakop, sowel as onderdompeling van die vinger, hand en arm tot by 2.54 cm proksimaal van die mediale epikondiel van die humerus.

In die geval van yspaktoepassing het die meerderheid navorsers die dy, enkel en periferie van die skouer as areas van blootstelling geïdentifiseer. Ander areas wat ook geteiken is, was die hele been (dy, knie en voet) en arm (skouer en arm) sowel as knie en bo-arm. Die algemene

wyse waarop yspaktoepassing plaasgevind het, is deur middel van 'n sak wat met tussen 500 g en 1.5 kg kubusvormige ys gevul en direk op die vel van die geïdentifiseerde area geplaas is.

Soos reeds genoem, het die meerderheid proewe wat in tydskrifartikels gerapporteer is, ondersoek ingestel na die akute invloed van krioterapie en het behandeling gewoonlik eenmalig plaasgevind. Sommige navorsers het egter ook ondersoek ingestel na die langtermyn effek van krioterapie, met tydperke wat gewissel het tussen 3 dae en 8 weke. In hierdie gevalle het die frekwensies van die krioterapie gewissel tussen 3 en 5 maal per week. Dit lyk egter asof krioterapie beter hanteer word as proefpersone langer as 5 minute met 'n slag en meer as 2 dae na mekaar aan krioterapie blootgestel word.

### **Aspekte wat in ag geneem moet word met die interpretering van bogenoemde bevindinge**

Wat die literatuur van die effekte van krioterapie op 'n wye verskeidenheid fisieke, motoriese en fisiologiese veranderlikes betref, handel die meerderheid (vier-en-twintig uit vier-en-dertig artikels) (Ohkuwa *et al.*, 1992; Howard *et al.*, 1994; Young *et al.*, 1995; Eston & Peters, 1999; Kimura *et al.*, 1997; Paddon-Jones & Quigley, 1997; Sendowski *et al.*, 1997; Tsang *et al.*, 1997; Burke *et al.*, 2000; Hatzel & Kaminski, 2000; Kinzey *et al.*, 2000; Enwemeka *et al.*, 2001; Jameson *et al.*, 2001; Jutte *et al.*, 2001; Otte *et al.*, 2002; Merrick *et al.*, 2003; Rubley *et al.*, 2003a, b; Uchio *et al.*, 2003; Yanagisawa *et al.*, 2003c; Borgmeyer *et al.*, 2004; Ohnishi *et al.*, 2004; Kanlayanaphotporn & Janwantanakul, 2005; Bailey *et al.*, 2007; Wassinger *et al.*, 2007) oor sedentêre of matig aktiewe individue en slegs sewe artikels oor sportlui (Jansky *et al.*, 1996; Verducci, 2001; Schniepp *et al.*, 2002; Atnip & McCrory, 2004; Yanagisawa *et al.*, 2003a, b; Richendollar *et al.*, 2006). In twee van die studies word daar nie eens melding gemaak van die aard van die proefpersone waarvan gebruik gemaak is nie (Sumida *et al.*, 2003; Van Lunen *et al.*, 2003). Uit laasgenoemde feite is dit dus moeilik om die bevindinge wat uit die bestudeerde artikels na vore gekom het na die sportdeelnemende populasie te veralgemeen.

'n Verdere leemte wat by die genoemde studies geïdentifiseer is, is dat kontrolegroepe nie in alle gevalle gebruik is nie. Veertien van die studies (Young *et al.*, 1995; Jansky *et al.*, 1996; Sendowski *et al.*, 1997; Hatzel & Kaminski, 2000; Kinzey *et al.*, 2000; Enwemeka *et al.*, 2001; Jutte *et al.*, 2001; Otte *et al.*, 2002; Verducci, 2001; Merrick *et al.*, 2003; Rubley *et al.*, 2003a, b; Uchio *et al.*, 2003; Kanlayanaphotporn & Janwantanakul, 2004) het nie van kontrolegroepe gebruik gemaak nie. Volgens Altman (1999) is dit noodsaaklik om wel 'n

kontrolegroep te hê waarteen die resultate getoets kan word, aangesien dit die gevolgtrekkings, wat uit die resultate gemaak word, versterk.

Sommige navorsers het verder van besonder klein groepgroottes in hul navorsing gebruik gemaak. So byvoorbeeld het die volgende navorsers slegs ses tot en met elf proefpersone by hul studies betrek: Ohkuwa *et al.* 1992; Howard *et al.* 1994; Jansky *et al.* 1996; Paddon-Jones & Quigley; 1997; Tsang *et al.* 1997; Verducci, 2001; Schniepp *et al.* 2002; Yanagisawa *et al.* 2003a, b en Borgmeyer *et al.* 2004. Hierbenewens het geeneen van die studies aangedui dat groepgrootte voor die aanvang van die studies aan die hand van 'n statistiese formule bepaal is nie. Klein groepgroottes kon die mate van betekenisvolheid van verskille tussen groepe beïnvloed het. Verder sal groepgroottes voor die aanvang van studies statisties vasgestel moet word om te verseker dat die korrekte aantal proefpersone per groep gekies word om betekenisvolheid van resultate te verseker.

Nog 'n leemte wat in die studies uitgewys kan word, is dat slegs drie (Howard *et al.*, 1994; Jameson *et al.*, 2001; Richendollar *et al.*, 2006) van die studies van gewoondmakingsessies voor die aanvang van toetsing gebruik gemaak het. Die interne geldigheid van die studieresultate kan hierdeur benadeel word, aangesien proefpersone moontlik vanweë die aanleerproses beter resultate behaal het en nie vanweë die krioterapie-ingreep as sodanig nie (Thomas *et al.*, 2005).

Laastens kom leemtes voor wat betref die beskrywing van die metodologie en krioterapie-ingrepe wat in elke studie gebruik is. Slegs vier artikels het byvoorbeeld die presiese temperatuur van die yswater wat gebruik is vir onderdompeling gemeet en weergegee (Eston & Peters, 1999; Paddon-Jones & Quigley, 1997; Burke *et al.*, 2000; Ohnishi *et al.*, 2004). Voorts het heelwat van die navorsingsartikels wat van yspaktoepassing gebruik gemaak het, geen beskrywing gegee van die aard van yspaktoepassing wat gebruik is nie (Ohkuwa *et al.*, 1992; Enwemeka *et al.*, 2001; Jameson *et al.*, 2001; Sumida *et al.*, 2003; Yanagisawa *et al.*, 2003a, b; Atnip & McCrory, 2004; Borgmeyer *et al.*, 2004; Kanlayanaphotporn & Janwantanakul 2005). Die weglating van sulke relevante inligting maak dit moeilik vir die leser om vergelykings tussen verskillende studieresultate te maak of om die studies te herhaal.

**SAMEVATTING, GEVOLGTREKKINGS EN AANBEVELINGS**

Uit bogenoemde is dit duidelik dat krioterapie 'n tegniek is wat reeds tussen 480 vC en 377 vC gebruik is om sekere beserings te behandel. Gedurende die afgelope aantal jare het al hoe meer navorsers egter begin ondersoek instel na die moontlike gebruik van krioterapie as 'n akute herstelfasiliteringstegniek. Die literatuur bevat 'n hele aantal artikels wat beide die akute en langtermyneffekte van krioterapie (wat in die vorm van yswateronderdompeling en yspaktoepassing) gedoen is op 'n wye verskeidenheid fisieke, motoriese en fisiologiese veranderlikes ondersoek het. Wat krag en eksplosiewe kragverbandhoudende veranderlikes betref, het die meerderheid literatuur daarop gedui dat krioterapie 'n nie-betekenisvolle akute effek op veranderlikes soos isokinetiese, eksentriese en konsentriese piekwringkrag sowel as tyd tot piekwringkragbehaling en hoek waarteen piek krag voorgekom het, isometriese, maksimale en submaksimale krag en akkuraatheid van kraguitvoering, genormaliseerde, gemiddelde vertikale grondreaksiekrage asook tyd tot behaling van piek krag en vertikale spronghoogte het. Die meerderheid krag- en eksplosiewe kragverbandhoudende veranderlikes het egter betekenisvol positiewe akute veranderinge vanweë krioterapie getoon, waaronder isokinetiese, eksentriese totale werk, isometriese, maksimale krag, sowel as piek elektriese stimulasie-uitsetintensiteit. Die oorblywende krag en eksplosiewe kragverbandhoudende veranderlikes het betekenisvol laer waardes na afloop van krioterapie getoon, wat die volgende ingesluit het: isokinetiese, konsentriese piek en gemiddelde wringkrag sowel as hoekspesifieke wringkrag, isometriese gemiddelde krag en totale werk, gerandomiseerde vertikale impuls en piek grondreaksiekrage sowel as gemiddelde vertikale spronghoogte.

Met betrekking tot die langtermyneffek van krioterapie op die krag en eksplosiewe kragverbandhoudende veranderlikes het navorsing getoon dat daar geen duidelike tendense bestaan wat die reaksie van die veranderlikes op krioterapie beskryf nie. Isometriese, maksimale piek krag het byvoorbeeld betekenisvol hoër waardes 24, 48 en 120 uur postkrioterapie, vergeleke met post-passiewe herstel, getoon. In teenstelling hiermee het isotoniese handgreepkrag en uithouvermoë geen betekenisvolle verskille na afloop van 6 weke tussen 'n krioterapie- en kontrolegroep getoon nie. Vertikale spronghoogte het wel 'n betekenisvolle postkrioterapie-afname getoon na 24 uur en 48 uur, vergeleke met 'n kontrolegroep.

In die geval van de vaardigheidsverbandhoudende veranderlikes het die meerderheid veranderlikes betekenisvolle afnames as gevolg van krioterapie getoon. Maksimale en gemiddelde fietsrykrag, LOWT-, 40 treë- en ratsheidswisselloop-naeltyd sowel as gooi-

akkuraatheid en gewrigstraagheid asook posisie-aanvoeling het deel van dié groep uitgemaak. Bofbalgooi-akkuraatheid, proprioepsie, enkelgewrigsbewegingsomvang, -verplasing en -spoed tydens die uitvoering van 'n beweging het deel uitgemaak van die groep wat geen betekenisvolle veranderinge vanweë krioterapie getoon het nie. Bofbalgooisnelheid en -uitputting sowel as skouerrotasiebewegingsomvang was die enigste vaardigheidverbandhoudende veranderlikes wat betekenisvol beter waardes as gevolg van krioterapie behaal het.

Die grootste aantal veranderlikes wat egter nie-betekenisvolle langtermynveranderinge vanweë krioterapie getoon het, was die fisiologiese veranderlikes. Krioterapie het nie aanleiding gegee tot betekenisvolle langtermynveranderinge in plasma-adrenalien, -noradrenalien, -dopamien, -renien, aldosteroon, harttempo en bloeddruk na 6 weke se krioterapie of in respiratoriese gaswisselingsratio, harttempo, spierglikogeenkonsentrasie, plasmalaktaat, -glukose en vrye vetsure na 8 weke of in bragiale arteriedeursnee en vaskulêre endoteliale groeifaktore na afloop van 4 weke van krioterapie nie. Plasma-interleuken-6 was die enigste fisiologiese veranderlikes wat vanweë die invloed van krioterapie 'n betekenisvol hoër 4-week postoefening-waarde getoon het. Andersoortige resultate is egter met betrekking tot die akute respons van fisiologiese veranderlikes as gevolg van krioterapie verkry. Maksimale en gemiddelde harttempo vanweë oefening was betekenisvol laer in die krioterapiegroep teenoor plasma-noradrenalien wat betekenisvol hoër waardes na afloop van krioterapie getoon het. Bloedlaktaatverwydering en bloedvloeiensnelheid is postoefening egter nie betekenisvol deur krioterapie beïnvloed nie.

Dit blyk wel dat krioterapie 'n betekenisvol voordelige effek kan hê op die herstel van spiere na afloop van oefening. In hierdie verband het navorsing getoon dat spierstyfheid en sagteweefselverkorting, kreatienkinase-aktiwiteit en mioglobienkonsentrasies wat as merkers van spierseerheid dien, intramuskulêre pH en edeem, sowel as spierseerheid betekenisvol positiewer gereageer met betrekking tot herstel na krioterapie as na afloop van passiewe herstel. Sommige studies het wel ook bevind dat krioterapie geen aanleiding gee tot betekenisvolle verskille met betrekking tot spierseerheid tussen 'n passiewe herstel-, krioterapie- en 'n ander behandelingsmodaliteitgroep nie.

Verskeie faktore beïnvloed ook die doeltreffendheid van krioterapie, waaronder die adiposietdikte, aard van die krioterapieblootstelling, tipe medium wat vir krioterapie gebruik word en die lengte van die tydperk waarin krioterapie toegepas word. Die negatiewe effekte

wat vanweë krioterapie verkry word, kan verklaar word aan die hand van 'n afname in die sensoriese geleiding van die Paccini-liggaampies sowel as motoriese sensuue-impulsgeleiding, 'n toename in vasokonstriksie en gevolglike daling in bloedviskositeit in die area van toediening. Positiewe effekte is moontlik te danke aan die anestetikum-effek sowel as die anti-inflammatoriese respons en afname in metabolismetempo by die area van toediening wat vanweë krioterapie voorkom.

Aanbevelings vir die gebruik van krioterapie as herstelfasiliteringstegniek kan soos volg opgesom word: Die temperatuur wat gebruik word, is tussen 5°C en 10°C, die tydsduur tussen 15 tot 20 minute, die algemeenste blootstellingsareas - onderdompeling tot by die vlak van die gluteale vou of crista iliaca en die hele arm of voorarm, - yspaktoepassing op die dy, enkel en periferie van die skouer, die algemeenste en doeltreffendste yspaktoepassing direk op die vel deur middel van 'n sak wat gevul is met tussen 500 g en 1 500 g kubusvormige ys. Vir langtermyngebruik word meer as 2 dae van krioterapieblootstelling na mekaar voorgestel.

'n Hele aantal leemtes is egter uit die tabelaangeduide studies geïdentifiseer, waaronder die feit dat vier-en-twintig uit die vier-en-dertig geïdentifiseerde artikels nie oor sportlui handel het nie maar oor sedentêre of matig aktiewe individue. Dit is dus moeilik om al die bevindinge van die artikels te veralgemeen na die sportdeelnemende populasie. Voorts het veertien van die studies nie van kontrolegroepe in hul navorsing gebruik gemaak nie. Die leemte bring mee dat die resultate in 'n groot aantal van genoemde studies nie volledig aan die hand van die oefeningsingreep verklaar kan word nie. Twaalf studies het van elf of minder proefpersone gebruik gemaak. Klein groepgroottes kon die mate van betekenisvolheid en verskille tussen groepe beïnvloed het. Geeneen van die geïdentifiseerde studies het van 'n statistiese tegniek gebruik gemaak om die groepgroottes te bepaal nie. Slegs drie van die studies het van 'n gewoondmakingsessie voor die aanvang van die toetsing gebruik gemaak. Dit kon moontlik daartoe gelei het dat die aanleerproses die studieresultate beïnvloed en die interne geldigheid van die studies benadeel het. Laastens kom leemtes voor wat betref die beskrywing van die metodologie en krioterapie-ingrepe wat in elke studie gebruik is.

## **SUMMARY**

### **A literature review of cryotherapy as a recovery technique**

Cryotherapy has been used as a therapeutic technique for the treatment of injuries since 480 to 377 BC. In the last few years researchers have, however, focussed more on the acute and long term effect of cryotherapy as a recovery facilitating modality due to the physiological benefits

that it has. It is in light of this fact that the purposes of this literature review study was, firstly to critically analyse the available literature of the past fifteen years (1992-2007) with regard to the study subject, die nature of the cryotherapy technique that was used as well as the findings with regards to the effects of these types of techniques on a wide variety of physical, motor performance and physiological variables and secondly, to provide guidelines for the use of cryotherapy as a recovery facilitating technique.

Firstly, it was showed that ice water immersion and ice pack application are the most common techniques that are used in cryotherapy studies. The results of majority of articles indicated that cryotherapy had a non-significant acute effect on isokinetic, eccentric and concentric peak torque as well as time to reach peak torque and the angle at which the peak torque was reached, isometric, maximal and sub-maximal strength and accuracy of strength execution, normalized, average vertical ground reaction force as well as time of reaching peak power and vertical jump height, baseball pitching accuracy, proprioception, ankle joint range of movement, positioning and speed during execution of a movement, blood lactate removal and blood flow speed as well as muscle soreness after completion of an exercise. With regard to the long term effects of cryotherapy research showed that isotonic hand grip strength and endurance, plasma adrenaline, non-adrenaline, dopamine, renine, aldosterone, heart rate and blood pressure after 6 weeks, respiratory gas exchange ratio, heart rate, muscle glycogen concentration, plasma lactate, glucose and free fatty acids after 8 weeks or brachial artery cross-section and vascular endothelial growth factor after 4 weeks of exercise and cryotherapy did not experience any significant changes between the cryotherapy and control group.

Isokinetic, eccentric total work, isometric, maximal strength, as well as peak electrical stimulation output intensity, baseball pitching speed and endurance as well as shoulder rotation range of movement, plasma nor-adrenaline, muscle stiffness and soft tissue shortening, creatine kinase activity and myoglobine concentrations which act as markers of muscle soreness, intra muscular pH and edema, as well as muscle soreness acted significantly more positive with regards to recovery after cryotherapy compared to after passive rest. The same applied to isometric, maximal peak strength (24, 48 en 120 hours), vertical jump height (24 and 48 hours) as well as plasma interleukin-6 (4 weeks), with significant higher values post cryotherapy compared to post passive rest when more long term studies were undertaken.

The rest of the strength, explosive power, skill and physiological related variables reached significantly lower acute values after cryotherapy, which included the following: isokinetic,

concentric peak and average torque as well as angle specific torque, isometric average strength and total work, randomized vertical impulse and peak ground reaction force as well as average vertical jump height, maximal and average cycling power, the Loughborough shuttle run, 40 yards and agility shuttle run sprinting times as well as throwing accuracy and joint laxity together with positional sense, maximal and average training heart rate.

Various factors influence the effectiveness of cryotherapy, namely: the adiposity thickness, nature of the cryotherapy application, type of medium that is used for cryotherapy application and the length of time during which cryotherapy is applied.

The negative effects of cryotherapy are probably due to a decrease in the sensory conduction of the Paccini bodies as well as the motor nerve impulse conduction, an increase in vasoconstriction and decrease in blood viscosity in the area of application. The positive effects of cryotherapy seem to lie in the fact that it has an anaesthetic effect as well as an anti inflammatory response and a decrease in the metabolic tempo in the area of application.

The recommendation for the use of cryotherapy as a recovery facilitating technique can be summarised as follows: the temperature of the cryotherapy medium that is used, must vary between 5°C and 10°C, the duration of cryotherapy between 15 and 20 minutes, the most general application area: for ice water immersion – immersed up until the level of the gluteal fold or crista iliaca and the whole arm of forearm, for ice pack application – on the thigh, ankle and peripheral of the shoulder, the most common and effective ice pack application is direct on the skin surface by means of a bag filled with between 500 g and 1 500 g cubic formed ice. For long term use more that 2 consecutive days of cryotherapy application is recommended.

Certain shortcomings were, however, identified from the cryotherapy research articles that were investigated. Seven out of the possible thirty-four articles did not use sportsmen or women as their research population but sedentary or moderate active individuals. Furthermore, fourteen of the studies did not utilize control groups in their research. Most (thirty-one) of the studies also did not use familiarization sessions prior to the use of certain tests and cryotherapy or passive rest. Also, the small group sizes in twelve of the identified studies could have negatively influenced the degree of statistical significant differences between the groups of subjects. Lastly, in a lot of cases researchers fail to give a thorough description of all the methodology and intervention information that are necessary.

**VERWYSINGS**

- ALTER, M.J. (2004). *Science of flexibility* (3<sup>rd</sup> ed.) (pp. 1-57). Champaign, IL.: Human Kinetic Publishers.
- ALTMAN, D.G. (1999). *Practical statistics for medical research*. Boca Raton, FL: CRC Press.
- ATNIP, B.L. & MCCRORY, J.L. (2004). The effect of cryotherapy on three dimensional ankle kinematics during a sidestep cutting maneuver. *Journal of Sports Science and Medicine*, 3: 83-90, Jun.
- BAILEY, D. M.; ERITH, S. J.; GRIFFIN, P. J.; DOWSON, A.; BREWER, D. S.; GANT, N. & WILLIAMS, C. (2007). Influence of cold-water immersion on indices of muscle damage following prolonged intermittent shuttle running. *Journal of Sports Sciences*, 25(11): 1163-1171, Oct.
- BARNETT A. (2006). Using recovery modalities between training sessions in elite athletes: does it help? *Sports Medicine*, 36(9): 781-796.
- BORGMEYER, J.A.; SCOTT, B.A. & MAYHEW, J.L. (2004). The effects of ice massage on maximum isokinetic-torque production. *Journal of Sport Rehabilitation*, 13(1): 1-8, Feb.
- BRINK, A.J. (2001). *Woordeboek van Afrikaanse geneeskundeterme*. Kaapstad: Pharos.
- BURKE, D.G.; MACNEIL, S.A.; HOLT, L.E.; MACKINNON, N.C. & RASMUSSEN, R.L. (2000). The effect of hot or cold water immersion on isometric strength training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14(1): 21-25.
- COOPER, S.M. & DAWBER, R.P.R. (2001). The history of cryosurgery. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 94: 196-201, Apr.
- DOURIS, P.; MCKENNA, R.; MADIGAN, K.; CESARSKI, B.; COSTIERA, R. & LU, M. (2003). Recovery of maximal isometric grip strength following cold immersion. *Journal of Strength and conditioning research*, 17(3): 509-513.
- ENWEMEKA, C.S.; ALLEN, C.; AVILA, P.; BINA, J.; KONRADE, J. & MUNNS, S. (2001). Soft tissue thermodynamics before, during and after cold pack therapy. *Medicine & Science in Sports and Exercise*, 34(1): 45-50.
- ESTON, R. & PETERS, D. (1999). Effects of cold water immersion on the symptoms of exercise-induced muscle damage. *Journal of Sports Sciences*, 17: 231-238.
- GUYTON, A.E. & HALL, J.E. (2000). *The Textbook of Medical Physiology* (10<sup>th</sup> ed.). Philadelphia, PA: W.B. Saunders.

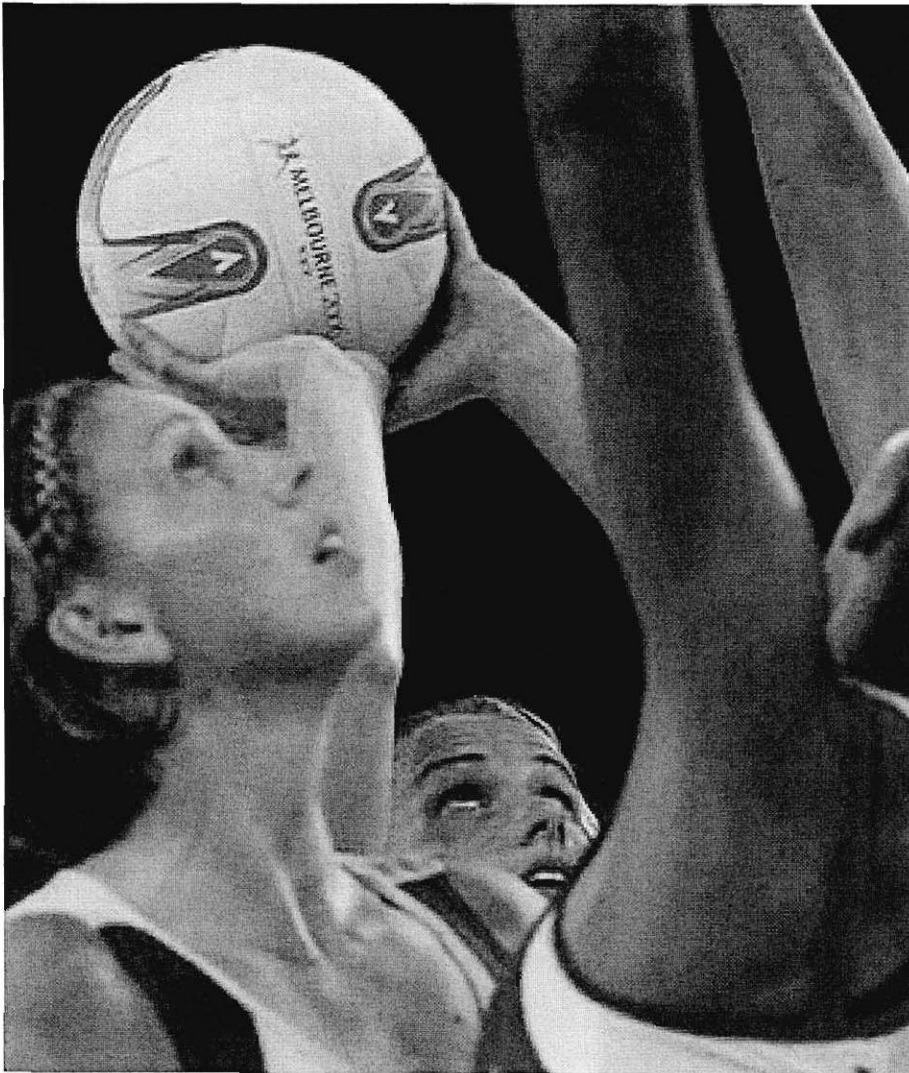
- HATZEL, B.M. & KAMINSKI, T.W. (2000). The effects of ice immersion on concentric and eccentric isokinetic muscle performance in the ankle. *Isokinetic and Exercise Science*, 8: 103-107.
- HOWARD, R.L.; KRAEMER, W.J.; STANLEY, D.C. & ARMSTRONG, L.E. (1994). The effects of cold immersion on muscle strength. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 8(3): 129-133.
- JAMESON, A.G.; KINZEY, S.J. & HALLAM, J.S. (2001). Lower-extremity-joint cryotherapy does not affect vertical ground-reaction forces during landing. *Journal of Sports Rehabilitation*, 10: 132-142.
- JANSKY, L.; SRAMEK, P.; SAVLIKOVA, J.; ULICNY, B.; JANAKOVA, H. & HORKY, K. (1996). Change in sympathetic activity, cardiovascular functions and plasma hormone concentrations due to cold water immersion in men. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 74(1/2): 148-152, Aug.
- JUTTE L.S.; MERRICK M.A.; INGERSOLL C.D. & EDWARDS J.E. (2001). The relationship between intramuscular temperature, skin temperature, and adipose thickness during cryotherapy and rewarming. *Archives Of Physical Medicine And Rehabilitation*, 82(6): 845-50, Jun.
- KANLAYANAPHOTORN R. & JANWANTANAKUL P. (2005). Comparison of skin surface temperature during the application of various cryotherapy modalities. *Archives Of Physical Medicine And Rehabilitation*, 86(7): 1411-1415, Jul.
- KIMURA, I.F.; GULICK, D.T.; THOMPSON, G.T. (1997). The effect of cryotherapy on eccentric plantar flexion peak torque and endurance. *Journal of Athletic Training*, 32(2): 124-126, Jun.
- KINZEY, S.J.; CORDOVA, M.L.; GALLEN, K.J., SMITH, J.C. & MOORE, J.B. (2000). The effects of cryotherapy on ground-reaction forces produced during a functional task. *Journal of Sport Rehabilitation*, 9: 3-14.
- LONGACRE, M.E. & PECK, K.M. (1999). Sports medicine secrets. In M.B. Mellion (Ed.), *Physical therapy modalities* (345-346). Philadelphia: Medical Publishers.
- MAC AULEY, D.C. (2001). Ice therapy: How good is the evidence? *International journal of sports medicine*, 22(5): 379-384, Jul.
- MEEUSEN, R. & LIEVENS, P. (1986). The use of cryotherapy in sports injuries. *Sports Medicine*, 3: 398-414.
- MERRICK, M.A.; JUTTE, L.S. & SMITH, M.E. (2003). Cold modalities with different thermodynamic properties produce different surface and intramuscular temperatures. *Journal of Athletic Training*, 38(1): 28-33, Jan/Mar.

- OHKUWA T, ITOH H, YASUDA Y. & MIYAMURA M. (1992). The effects of leg-cooling on blood lactate disappearance following supramaximal exercise. *The Japanese Journal Of Physiology*, 42(6): 971-976.
- OHNISHI, N.; YAMANE, M.; UCHIYAMA, N.; SHIRASAWA, S.; KOSAKA, M.; SHIONO, H. & OKADA, T. (2004). Adaptive changes in muscular performance and circulation resistance with regular cold application. *Journal of Thermal Biology*, 29: 839-843.
- OTTE, J.W.; MERRICK, M.A.; INGERSOLL, C.D. & CORDOVA, M.L. (2002). Subcutaneous adipose tissue thickness alters cooling time during cryotherapy. *Archives Of Physical Medicine And Rehabilitation*, 83(11): 1501-1504, Nov.
- PADDON-JONES, D.J. & QUIGLEY, B.M. (1997). Effect of cryotherapy on muscle soreness and strength following eccentric exercise. *International Journal of Sports Medicine*, 18: 588-593.
- PERRIN, D.H. (1993). *Isokinetic exercise and assessment* (11<sup>th</sup> ed). Champaign, Ill.: Human Kinetic Publishers.
- PRENTICE, W.E. (2003). *Arnheim's principles of athletic training. A competency-based approach*. (11<sup>th</sup> ed). NY: McGraw-Hill.
- RICHENDOLLAR, M.L.; DARBY, L.A. & BROWN, T.M. (2006). Ice bag application, active warm-up, and 3 measures of maximal functional performance. *Journal of Athletic Training*, 41(4): 364-370, Oct/Dec.
- RUBLEY, M.D.; HOLCOMB, W.R. & GUADAGNOLI, M.A. (2003a). Time course of habituation after repeated ice-bath immersion of the ankle. *Journal of Sport Rehabilitation*, 12(4): 323-332, Sept.
- RUBLEY, M.D.; DENEGAR, C.R.; BUCKLEY, W.E. & NEWELL, K.M. (2003b). Cryotherapy, sensation, and isometric-force variability. *Journal of Athletic Training*, 38(2): 113-119, Apr-Jun.
- SCHNIEPP, J.; CAMPBELL, T.S.; POWELL, K.L. & PINCIVERO, D.M. (2002). The effects of cold-water immersion on power output and heart rate in elite cyclists. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16(4): 561-566.
- SENDOWSKI, I.; SAVOUREY, G.; BESNARD, Y. & BITTEL, J. (1996). Cold induced vasodilatation and cardiovascular responses in humans during cold water immersion of various upper limb areas. *European Journal of Applied Physiology*, 75: 471-477.
- SUMIDA, K.D.; GREENBERG, M.B. & HILL, J.M. (2003). Hot gel packs and reduction of delayed-onset muscle soreness 30 minutes after treatment. *Journal of Sport Rehabilitation*, 12(3): 221-228, Aug.

- THOMAS, J.R.; NELSON, J.K. & SILVERMAN, S.J. (2005). *Research methods in physical activity* (3<sup>rd</sup> ed). Champaign, IL: Human Kinetics.
- TSANG, K.K.W.; BUXTON, B.P.; GUION, W.K.; JOYNER, A.B. & BROWDER, K.D. (1997). The effects of cryotherapy applied through various barriers. *Journal of Sport Rehabilitation*, 6(4): 343-354.
- UCHIO, Y.; OCHI, M.; FUJIHARA, A.; ADACHI, N.; IWASA, J. & SAKAI, Y. (2003). Cryotherapy influences joint laxity and position sense of the healthy knee joint. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 84(1): 131-135, Jan.
- VAN LUNEN, B.L.; CARROLL, C.; GRATIAS, K. & STRALEY, D. (2003). The clinical effects of cold application on the production of electrically induced involuntary muscle contractions. *Journal of Sport Rehabilitation*, 12(3): 240-248 9, Aug.
- VERDUCCI, F.M. (2001). Interval cryotherapy and fatigue in university baseball pitchers. *Research Quarterly For Exercise And Sport*, 72(3): 280-286, Sept.
- WASSINGER, C.A.; MYERS, J.B.; GATTI, J.M.; CONLEY, K.M. & LEPHART, S.M. (2007). Proprioception and throwing accuracy in the dominant shoulder after cryotherapy. *Journal of Athletic Training*, 42(1): 84-89, Jan-Mar.
- WIDMAIER, E.P.; RAFF, H. & STRANG, K.T. (2004). *Human Physiology: The mechanisms of body function* (9<sup>th</sup> ed.). New York, McGraw-Hill.
- YANAGISAWA, O.; MIYANAGA, Y.; SHIRAKI, H.; SHIMOJO, H.; MUKAI, N.; NIITSU, M. & ITAI, Y. (2003a). The effects of various therapeutic measures on shoulder strength and muscle soreness after baseball pitching. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 43(2): 189-201, Sept.
- YANAGISAWA, O.; MIYANAGA, Y.; SHIRAKI, H.; SHIMOJO, H.; MUKAI, N.; NIITSU, M. & ITAI, Y. (2003b). The effects of various therapeutic measures on shoulder range of motion and cross-sectional areas of rotator cuff muscles after baseball pitching. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 43(3): 356-366, Sept.
- YANAGISAWA, O.; NIITUSU, M.; TAKAHASHI, H.; GOTO, K. & ITAI, Y. (2003c). Evaluations of cooling exercised muscle with MR imaging and 31P MR spectroscopy. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(9): 1517-1523, Sept.
- YOUNG, A.J.; SAWKA, M.N.; LEVINE, L.; BURGOON, P.W.; LATZKA, W.A.; GONZALEZ, R.R. & PANDOLF, K.B. (1995). Metabolic and thermal adaptations from endurance training in hot or cold water. *Journal of Applied Physiology*, 78(3): 793-801, Mar.



# HOOFSTUK 3



## 3

DIE INVLOED VAN KRIOTERAPIE OP DIE AKUTE  
HERSTEL VAN UNIVERSITEITE-NETBALSPELERS SE  
ONDERBEENSPIERE NA AFLOOP VAN 'N  
ISOKINETIESE ENKELOEFENING

---

3.1 TITELBLADSY	48
3.2 ABSTRACT	49
3.3 INLEIDING	50
3.4 METODE VAN ONDERSOEK	52
3.4.1 NAVORSINGSONTWERP	52
3.4.2 PROEFPERSONE	52
3.4.3 TOETSINGSPROSEDURE	52
3.4.4 DATAVERWERKING	53
3.5 RESULTATE	54
3.6 BESPREKING	58
3.7 GEVOLGTREKKINGS	60
3.8 SUMMARY	62
3.9 VERWYSINGS	63

**DIE INVLOED VAN KRIOTERAPIE OP DIE AKUTE HERSTEL VAN  
UNIVERSITEIT-NETBALSPELERS SE ONDERBEENSPIERE NA AFLOOP VAN 'N  
ISOKINETIESE ENKELOEFENING  
THE INFLUENCE OF CRYOTHERAPY ON THE ACUTE RECOVERY OF  
UNIVERSITY NETBALL PLAYERS' LOWER LEG MUSCLES AFTER AN  
ISOKINETIC ANKLE EXERCISE**

**Mnr. Jacque ORLANDINI**

*011-976 2637 (h)*

*082 450 0384 (sel)*

*12128260@nwu.ac.za (e-pos)*

*Sportwetenskap (Menslike Bewegingskunde)*

*Mongoosestraat 16*

*Ester Park*

*Kempton Park*

*1619*

**Mnr. Ben COETZEE (Korrespondensie)**

*018-2991803 (w)*

*018-2933401 (h)*

*018-2994622 (faks)*

*Ben.Coetzee@nwu.ac.za (e-pos)*

*Toegepaste Sportfisiologie*

*Skool vir Biokinetika, Rekreasie en Sportwetenskap*

*FNB High Performance Institute of Sport*

*Noordwes-Universiteit, Potchefstroomkampus*

*Potchefstroom, Republiek van Suid-Afrika*

**DIE INVLOED VAN KRIOTERAPIE OP SPIERHERSTEL**

**ABSTRACT**

The purpose of this study was to determine the effect of cryotherapy on the acute recovery of University netball players' lower leg muscles after an isokinetic ankle exercise. Fifteen injury-free netball players ( $20 \pm 1.03$  years) who were randomly chosen from the top three netball teams of the North-West University of South-Africa were selected to participate in the study. Tests were done over a period of three days, with a day's rest between the two test days. On each test day players had to perform six maximal isokinetic, concentric plantar-dorsiflexion repetitions at  $30^\circ/\text{sec}$ , after which a rest period of 60 sec followed before commencement of twenty-five repetitions at  $150^\circ/\text{sec}$ . The protocol was repeated after a rest period of 10 minutes during which the players' lower legs were immersed in ice water ( $10 \pm 1^\circ\text{C}$ ), or the players received passive rest, depending on the random allocation of each player to a control or experimental group. The nested design ANOVA showed that only one variable, namely left leg, relative, total plantarflexion work (LRTPW) showed a significant ( $p = 0.04$ ) transfer effect from one testing day to the next. The proceeding independent t-test revealed that cryotherapy had no significant effect on the acute recovery of the last mentioned variable. The main effect ANOVA which were calculated for the remaining variables did, however, show that left leg, relative, total dorsiflexion work (LRTDW) was significantly negatively ( $p = 0.05$ ) influenced by cryotherapy compared to the average peak dorsiflexion torque (LRAPDT), right dorsiflexion (RDE) and plantarflexion endurance (RPE) which were significantly positively ( $p = 0.05$ ) influenced. The conclusion that can therefore be drawn is that cryotherapy has a significant negative effect on the acute recovery of isokinetic, ankle strength endurance related variables (LRTDW) compared to a significant positive effect on the acute recovery of isokinetic ankle muscle endurance related variables (LRAPDT, RDE and RPE) of University netball players' lower leg muscles after an isokinetic ankle exercise.

**Key words:** Cryotherapy; Ice water immersion; Ice pack application; Effects; Physiology; Isokinetic.

**DIE INVLOED VAN KRIOTERAPIE OP DIE AKUTE HERSTEL VAN  
UNIVERSITEITE-NETBALSPELERS SE ONDERBEENSPIERE NA AFLOOP VAN  
'N ISOKINETIESE ENKELOEFENING**

**INLEIDING**

Krioterapie of anders gestel die terapeutiese gebruik van koue (Alter, 2004), is 'n tegniek wat gedurende die afgelope aantal jare toenemend gebruik word vir die akute behandeling van sagteweefsel- en ander muskuloskeletale beserings (Longacre & Peck, 1999). Die primêre voordeel van krioterapie is dat dit soos 'n anestetikum optree en tot effektiewe pynverligting en spierontspanning lei (Alter, 2004). Laasgenoemde en ander voordele van krioterapie is moontlik toe te skryf aan verskeie fisiologiese response wat dit in die area van toediening tot gevolg het, waaronder: 'n verhoging in vasokonstriksie en afname in bloedvloei; 'n verhoging in kapillêre deurlaatbaarheid; 'n afname in ensiematiese funksionering; 'n afname in motoriese sensuwee-impulsgeleiding; 'n verlaging in spierkontraksie en selmetabolisme-tempo (Longacre & Peck 1999; Kinzey *et al.*, 2000; Jameson *et al.*, 2001; Mac Auley, 2001). Laasgenoemde fisiologiese response van krioterapie het moontlik daartoe gelei dat navorsers gedurende die afgelope dekade al hoe meer ondersoek begin instel het na die moontlike voordele wat krioterapie as 'n akute herstelfasiliteringstegniek by sportlui kan inhou. Heelwat navorsers het veral ondersoek ingestel na die akute effek wat krioterapie moontlik op die kragwaardes van proefpersone kan hê en met heelwat teenstrydige navorsingsresultate vorendag gekom. Vervolgens sal die resultate van die studies kortliks uitgelig en bespreek word.

'n Groot aantal studies het getoon dat krioterapie na afloop van oefening 'n negatiewe effek op die kragwaardes van persone het. So byvoorbeeld het Hatzel en Kaminski (2000) in 'n studie op twintig universiteite-mans (ouderdom:  $19.6 \pm 1.3$  jaar) bevind dat krioterapie (onderdompeling in koue water van  $10^{\circ}\text{C}$  vir 20 min) tot 'n betekenisvolle afname ( $p < 0.05$ ) in isokinetiese, konsentriese, piek enkeldorsifleksie-wringkrag (by  $60^{\circ}$  en  $120^{\circ}/\text{sek}$ ) gelei het in verhouding tot die pre-krioterapiewaardes. Krioterapie in hierdie studie het egter geen betekenisvolle effek op die konsentriese en eksentriese piek, enkel-interne, enkel-eversie, eksentriese dorsifleksie, plantaarfleksie en konsentriese plantaarfleksie-wringkragwaardes van proefpersone (by  $60^{\circ}$  en  $120^{\circ}/\text{sek}$ ) gehad nie, maar het wel 'n inhiberende effek op konsentriese, dorsifleksie, piek wringkragwaardes (by  $60^{\circ}$  en  $120^{\circ}/\text{sek}$ ) gehad. Howard *et al.* (1994) het tien fisiek aktiewe, universiteite-mans (ouderdom:  $22.9 \pm 2.2$  jaar) blootgestel aan krioterapie (onderdompeling in koue water van  $12^{\circ}\text{C}$  vir 45 min) en op hul beurt bevind dat krioterapie 'n betekenisvolle afname ( $p < 0.05$ ) in isokinetiese en isometriese knie-ekstensie,

piek wringkrag sowel as gemiddelde en totale wringkrag, by 'n isokinetiese spoed van 30, 180, 300 en 'n isometriese spoed van 0°/sek teen 'n hoek van 45° meebring. Die maksimale en gemiddelde fietsry-kraguitset van 10 elitefietsryers is ook betekenisvol benadeel ( $p < 0.01$ ) deur die akute gebruik van krioterapie (onderdompeling in koue water van 12°C, 15 minute lank) voor die aanvang van 'n maksimale fietsrytoets in 'n studie van Schniepp *et al.* (2002). In aansluiting hierby toon Paddon-Jones en Quigley (1997) dat geoefende mans (ouderdom:  $23.0 \pm 2.5$  jaar) betekenisvolle afnames ( $p < 0.05$ ) met betrekking tot hul isokinetiese piek en gemiddelde elmboogflexie, eksentriese wringkrag (by 60 en 300°/sek) ervaar het na afloop van krioterapie (onderdompeling in koue water van 5°C, 5x20 minute lank).

'n Groot aantal studies het egter andersoortige navorsingsbevindinge met betrekking tot die akute invloed van krioterapie op krag na vore gebring. Navorsing deur Burke *et al.* (2000) het byvoorbeeld daarop gewys dat krioterapie (onderdompeling in koue water van 8°C, 10 minute lank) voor die aanvang van 'n maksimale isometriese onderbeenspierskragtoets aanleiding gegee het tot betekenisvol hoër kragwaardes ( $81.6 \pm 24$  N vir kontrolegroep teenoor  $167.1 \pm 73$  N vir eksperimentele groep), vergeleke met onderdompeling in warm water en geen behandeling nie. Feitlik soortgelyke resultate is ook in 'n studie van Kinzey *et al.* (2000) gerapporteer. Hulle het getoon dat krioterapie (onderdompeling in koue water van 10°C vir 10 min) aanvanklike piek, vertikale grond-reaksiekrags, in die eksperimentele groep, negatief beïnvloed het maar na afloop van 'n verdere 10 min 'n betekenisvol positiewe ( $p = 0.02$ ) invloed op kraguitvoering gehad het.

Bogenoemde literatuurbevindinge dui daarop dat heelwat teenstrydige navorsingsbevindinge bestaan met betrekking tot die akute invloed van krioterapie op die kraguitset van proefpersone. Voorts is daar ook baie min studies wat van 'n sportdeelnemende populasie gebruik gemaak het om dié invloed te bepaal. Dit is in die lig van dié agtergrond en die tendens dat sportlui in Australië en Amerika al hoe meer van krioterapie as 'n herstelfasiliteringstegniek gebruik maak (La Mere, 2001), dat die volgende navorsingsvraag gestel word: Wat is die invloed van krioterapie op die akute herstel van Universiteite-netbalspelers se onderbeenspiere na afloop van 'n isokinetiese enkeloefening?

Die resultate wat moontlik uit die beantwoording van die vraag verkry word, kan die gebruik van krioterapie as 'n akute herstelfasiliteringstegniek by sportlui bevestig en ook die aard van voordele wat moontlik deur die gebruik van die tegniek verkry kan word, aan die lig bring.

## METODE

### Navorsingsontwerp

'n Pre-posttoets, gerandomiseerde, oorkruis-groepsontwerp is vir die doel van die studie aangewend.

### Proefpersone

Vyftien netbalspelers tussen die ouderdomme van 19 en 23 jaar ( $\bar{x} = 20 \pm 1.03$  jaar) is ewekansig uit die top drie netbalspanne van die Noordwes-Universiteit gekies om aan die studie deel te neem. Kandidate wat reeds onderbeenbeserings getoon het, is nie vir die studie oorweeg nie. Een kandidaat het egter in die loop van die studie onttrek vanweë tydsbeperkinge in haar program. Met die aanvang van die toetsperiode is elke netbalspeler deeglik ingelig oor haar regte, die toetsprosedures en ook moontlike risiko's wat verband hou met deelname aan die studie. Na afloop van die inligtingsessie het elke speler 'n ingeligte toestemmingsvorm geteken sowel as 'n algemene inligtingsvraelys ingevul. Die studie is deur die Noordwes-Universiteit se Etiekkomitee goedgekeur, met die nommer 05M02.

### Toetsprosedures

Die toetse is oor 'n tydperk van 3 dae uitgevoer, met 'n dag rus tussen die twee toetsdae. Elke proefpersoon is presies op dieselfde tyd van die dag tydens die twee toetsgeleenthede getoets om daardeur die invloed van circadiaanse ritmes uit te skakel. Die proefpersone is ewekansig afgepaar na 'n eksperimentele of kontrolegroep wat dan, afhangende van die toewysing op dag 1 of 3 aan krioterapiebehandeling blootgestel is. Die isokinetiese plantaar-dorsifleksie-oefening is op die Cybex-Norm-770-model, isokinetiese dinamometer (Cybex International, Inc., Ronkonkoma, New York) uitgevoer. Die primêre spiergroepe wat betrokke was by die isokinetiese oefening, is die soleus, gastrocnemius, tibialis anterior, ekstensor digitorum longus en die peroneus brevis. Die isokinetiese plantaar-dorsifleksie-oefening kan uitgevoer word deur middel van 'n volle knie-ekstensie om daardeur die gastrocnemius-spier te isoleer of by 90°-kniefleksie om die soleus-spier te isoleer. Navorsing toon in hierdie verband dat plantaarfleksiewringkrag hoër is as dit met die knie in die 0°-posisie geëvalueer word (Fugl-Meyer, soos aangehaal deur Perrin, 1993). Die omgekeerde geld egter vir die dorsifleksiebeweging, waar dorsifleksiewringkrag die hoogste is by 'n kniehoek van 90°. Vir die doel van die studie is die 0°-kniehoek gebruik aangesien die meeste navorsers dié posisie verkies (Berg *et al.*, 1985; Tabin *et al.*, 1985; Alexander, 1990; Seymour & Bacharach, 1990).

Elke speler is voor aanvang van die isokinetiese toets onderwerp aan 'n opwarming om hul voor te berei vir die hoofstel en hulleself met die toetsingsprosedures te vereenselwig. Gedurende die opwarming en gewoondmakingsperiode, is elke speler versoek om vyf plantaar- dorsifleksie repetisies teen 'n matige spoed van 150°/sekonde uit te voer, waarna 'n 30 sek rustyd toegelaat is. Daarna is 'n verdere twee repetisies teen 30°/sekonde uitgevoer. 'n Rusperiode van 2 min het hierna gevolg voor aanvang van die hoofstel. Die plantaar- en dorsifleksiewringkragewaluerings het plaasgevind teen 30°/sekonde. Ses maksimale repetisies is vir die ewaluering van die onderbeenspierwringkragwaardes uitgevoer, waarna die plantaar-dorsifleksie-wringkraguithouvermoë-ewaluering na afloop van 'n passiewe rusperiode van 1 minuut lank voortgegaan het. Die proefpersone het tydens die uithouvermoë-bepaling gepoog om 25 repetisies teen 150°/sekonde te doen. Na afloop van 'n passiewe rusperiode van 10 minute lank is die protokol herhaal. Die protokol is op beide die linker- en regterbeen toegepas.

Die eksperimentele groep het egter in die plek van die passiewe rusperiode, krioterapie-behandeling (yswater-onderdompeling) ontvang wat behels het dat die onderbene 'n tydperk van 10 minute in 'n houer gevul met koue yswater ( $10 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ) onderdompel is.

### **Dataverwerking**

Die Statistiese Konsultasiedienste van die Noordwes-Universiteit is genader vir inligting rakende die aard van statistiese metodes wat in die studie gebruik moet word. Die Statistica-statistiekverwerkingspakket (StatSoft, 2006) is gebruik om die data te verwerk. Die volgende statistiese metodes is vir verwerking van die data gebruik. Beskrywende statistiek (bestaande uit gemiddeldes, standaardafwykings, minimum en maksimum waardes) is eerstens bereken. Tweedens is die verskille van die onderskeie proefpersone se isokinetiese pre- en posttoetswaardes bepaal waarna die gemiddeldes en standaardafwykings vir elk van die veranderlikes vasgestel is. Dit is opgevolg met 'n genestelde, herhaalde analise van variansie (ANOVA) om te bepaal of daar wel 'n oordrageffek van een toetsgeleentheid na 'n volgende plaasgevind het. Die genestelde ANOVA is gedoen met proefpersoon-nommer en behandelingsvolgorde (krioterapie) as faktore en proefpersoon-nommer ingenes in behandelingsvolgorde. Die verskillende isokinetiese wringkragveranderlikes is as die afhanklike veranderlike gestel. Indien die resultate in die genestelde ANOVA wel daarop gedui het dat 'n oordrageffek met betrekking tot 'n spesifieke veranderlike van een toetsgeleentheid na 'n volgende voorgekom het, is slegs die eerste toetsgeleentheid se data van die geïdentifiseerde veranderlike gebruik. In sulke gevalle is 'n onafhanklike t-toets

aangewend om te bepaal of die behandeling wel 'n statisties betekenisvolle invloed op die resultate gehad het. Laastens is 'n hoofeffekte-ANOVA op die veranderlikes wat nie 'n oordrageffek van een toetsgeleentheid na 'n volgende getoon het nie, uitgevoer. Die hoofeffekte-ANOVA het vir die navorsers 'n aanduiding gegee van die moontlike effek wat krioterapie op die isokinetiese veranderlikes gehad het. Proefpersoon-nommer, fase van behandeling en behandeling is in hierdie analise as kategorieese voorspellers gekies en die isokinetiese wringkragsveranderlikes as die afhanklike veranderlike. Die vlak van betekenisvolheid is op  $p = 0.05$  gestel.

## RESULTATE

Ten eerste word die beskrywende statistiek asook die verskille tussen die pre- en posttoetsresultate van die onderskeie groepe met betrekking tot die isokinetiese wringkragsveranderlikes weergegee (Tabel 1).

**TABEL 1. BESKRYWENDE STATISTIEK ASOOK VERSKILLE TUSSEN DIE PRE- EN POSTTOETSWAARDES VAN DIE ONDERSKEIE GROEPE MET BETREKKING TOT DIE ISOKINETIESE WRINGKRAGVERANDERLIKES**

Groep	Pre-toets		Post-toets		Verskil tussen pre- en post-toets	
	$\bar{X}$	SA	$\bar{X}$	SA	$\bar{X}$	SA
Regterbeen, relatiewe, piek dorsifleksiewringkrag (%) (RRPDW)						
Kontrole	52.53	9.72	61.06	11.02	8.53	9.13
Eksperimentele	56.11	12.51	60.66	13.78	4.54	9.85
Regterbeen, relatiewe, piek plantaarfleksiewringkrag (%) (RRPPW)						
Kontrole	144.00	43.32	156.71	36.93	12.71	26.62
Eksperimentele	140.29	48.03	160.38	39.05	20.09	40.45
Linkerbeen, relatiewe, piek dorsifleksie wringkrag (%) (LRPDW)						
Kontrole	53.70	12.88	55.96	15.47	25.96	15.47
Eksperimentele	55.80	11.50	55.64	18.90	-0.16	13.38
Linkerbeen, relatiewe, piek plantaarfleksie wringkrag (%) (LRPPW)						
Kontrole	144.10	38.88	151.57	35.01	7.07	34.60
Eksperimentele	133.34	31.23	150.50	26.12	17.16	30.92
Regterbeen, relatiewe, totale dorsifleksiewerk (%) (RRTDW)						
Kontrole	30.00	4.65	37.75	6.88	7.75	6.57
Eksperimentele	29.45	6.26	36.61	8.15	7.16	7.46
Regterbeen, relatiewe, totale plantaarfleksiewerk (%) (RRTPW)						
Kontrole	71.92	25.08	82.71	19.48	10.79	20.01
Eksperimentele	65.07	20.08	83.69	20.06	18.61	16.06
Linkerbeen, relatiewe, totale dorsifleksiewerk (%) (LRTDW)						
Kontrole	29.14	7.50	35.94	9.92	6.81	7.90
Eksperimentele	29.56	8.17	33.31	10.17	3.75	9.75

$\bar{X}$  = Gemiddeldes SA = Standaardafwykings

Negatiewe teken by verskil dui op groter pre- as postwaardes en positiewe teken op groter post- as prewaardes

**TABEL 1. BESKRYWENDE STATISTIEK ASOOK VERSKILLE TUSSEN DIE PRE- EN POSTTOETSWAARDES VAN DIE ONDERSKEIE GROEPE MET BETREKKING TOT DIE DIE ISOKINETIESE WRINGKRAGVERANDERLIKES (VERVOLG)**

Groep	Pre-toets		Post-toets		Verskil tussen pre- en post-toets	
	$\bar{X}$	SA	$\bar{X}$	SA	$\bar{X}$	SA
Linkerbeen, relatiewe, totale plantaarfleksiewerk (%) (LRTPW)						
Kontrole	58.70	22.32	78.84	17.72	20.14	24.17
Eksperimentele	59.70	19.14	77.00	14.83	17.30	18.24
Regterbeen, relatiewe, gemiddelde piek dorsifleksiekrag (%) (RRGPK)						
Kontrole	17.92	3.99	22.44	4.57	4.51	4.10
Eksperimentele	20.39	4.65	21.89	6.07	1.51	4.19
Regterbeen, relatiewe, gemiddelde piek plantaarfleksiekrag (%) (RRGPPK)						
Kontrole	46.33	14.69	49.46	12.60	3.13	7.58
Eksperimentele	47.45	18.82	51.74	13.94	4.29	15.17
Linkerbeen, relatiewe, gemiddelde, piek dorsifleksiekrag (%) (LRGPK)						
Kontrole	19.52	4.62	20.68	5.85	1.16	4.67
Eksperimentele	21.01	4.59	20.41	7.16	-0.61	5.17
Linkerbeen, relatiewe, gemiddelde piek plantaarfleksiekrag (%) (LRGPPK)						
Kontrole	48.18	14.63	49.34	14.41	1.16	12.22
Eksperimentele	42.99	10.66	48.61	9.85	5.61	9.54
Regterbeen dorsifleksie uithouvermoë (RDU) by 150°/sek (eenheid)						
Kontrole	86.93	22.04	80.86	12.36	-6.07	19.03
Eksperimentele	90.32	20.26	97.31	32.03	6.99	34.27
Regterbeen plantaarfleksie uithouvermoë (RPU) by 150°/sek (eenheid)						
Kontrole	92.71	19.46	84.19	12.18	-8.52	22.05
Eksperimentele	94.00	19.67	94.43	15.72	0.43	23.97
Linkerbeen plantaarfleksie uithouvermoë (LPU) by 150°/sek (eenheid)						
Kontrole	100.25	24.62	88.89	24.14	-11.36	37.64
Eksperimentele	89.99	19.76	87.23	25.24	-2.76	40.68
Linkerbeen dorsifleksie uithouvermoë (LDU) by 150°/sek (eenheid)						
Kontrole	90.99	23.77	80.54	15.46	-10.45	23.25
Eksperimentele	87.21	20.81	85.79	22.96	-1.43	33.69

$\bar{X}$  = Gemiddeldes SA = Standaardafwykings

Negatiewe teken by verskil dui op groter pre- as postwaardes en positiewe teken op groter post- as prewaardes

In die vergelyking tussen die pre- en posttoetswaardes van die eksperimentele groep is gevind dat die oorgrote meerderheid (12 uit 16) van die gemete isokinetiese veranderlikes positief deur die krioterapie beïnvloed is. Die resultaat is ook met betrekking tot die kontrolegroep gevind met 12 isokinetiese veranderlikes wat positief op passiewe herstel gereageer het. Wat die verskillende kategorieë van isokinetiese veranderlikes betref, het relatiewe piek wringkrags met betrekking tot die enkeldorsi- en -plantaarfleksore in alle gevalle positief gereageer op die passiewe herstel (kontrolegroep) terwyl die dorsifleksore van die linkerbeen negatief gereageer het op krioterapie (eksperimentele groep) vergeleke met die res van die

veranderlikes wat positief reageer het wat dié behandeling betref. Die werkverbandhoudende isokinetiese veranderlikes het in alle gevalle positief op die passiewe herstel en behandeling gereageer. Gepaard hiermee het slegs een relatiewe, gemiddelde, piek wringkrag-veranderlike, naamlik LRGPDK negatief op die krioterapie gereageer, vergeleke met die res van die veranderlikes wat positief gereageer het. Al die relatiewe, gemiddelde, piek wringkrag-veranderlikes het positief op die passiewe herstel gereageer. Andersoortige resultate is met betrekking tot die isokinetiese uithouvermoëveranderlikes gevind. RDU en RPU was die enigste veranderlikes wat positief deur krioterapie beïnvloed is terwyl al die uithouvermoëveranderlikes negatief op passiewe herstel gereageer het.

In die volgende stap is 'n genestelde ANOVA uitgevoer om te bepaal of oordrag van een toetsgeleentheid na 'n volgende nie moontlik 'n effek op die toetsresultate gehad het nie. Die resultate van laasgenoemde analise word in Tabel 2 weergegee.

**TABEL 2. RESULTATE VAN DIE GENESTELDE ANOVA OM DAARDEUR VAS TE STEL OF OORDRAG WEL 'N EFFEK OP DIE ISOKINETIESE TOETS-RESULTATE GEHAD HET**

Veranderlike	Behandelingsvolgorde	
	F-waarde	P-waarde
RRPDW	0.1484	0.7067
RRPPW	0.0088	0.9265
LRPDW	0.2516	0.6250
LRPPW	0.3257	0.5786
RRTDW	0.0112	0.9173
R RTPW	0.0013	0.9718
LRTDW	3.2346	0.0972
L RTPW	5.1842	0.0419*
RRGPDK	0.0062	0.9384
RRGPPK	0.2228	0.6453
LRGPDK	0.4165	0.5307
LRGPPK	1.2817	0.2797
RDU	1.0028	0.3363
RPU	0.0697	0.7961
LPU	1.2465	0.2860
LDU	0.9069	0.3597

\*p = 0.05

Behandelingsvolgorde het dus wel 'n betekenisvolle effek ( $p = 0.04$ ) op die LRTPW gehad. Dié resultaat het die navorsers genoop om 'n onafhanklike t-toets op die resultate van die kontrole- en die eksperimentele groep se eerste toetsgeleentheid uit te voer om daardeur die

effek van krioterapie op laasgenoemde veranderlike te bepaal. Die t-toetsresultate het egter geen betekenisvolle resultate opgelewer nie. In 'n opeenvolgende stap is 'n hoofeffekte-ANOVA op die oorblywende isokinetiese veranderlikes uitgevoer om die effek van die behandeling op die isokinetiese wringkrag- en uithouvermoëwaardes vas te stel. Die resultate van dié analise is in Tabel 3 vervat.

**TABEL 3. DIE RESULTATE VAN DIE HOOFEFFEKTE-ANOVA OM DIE EFFEK VAN KRIOTERAPIE OP DIE ISOKINETIESE WRINGKRAG-VERANDERLIKES VAS TE STEL**

Veranderlike	Behandeling	
	F-waarde	P-waarde
RRPDW	1.6766	0.2197
RRPPW	0.3445	0.5680
LRPDW	0.2827	0.6046
LRPPW	1.5863	0.2317
RRTDW	0.0408	0.8432
R RTPW	1.2800	0.2799
LRTDW	16.8646	0.0014*
RRGPK	0.5662	0.4662
RRGPPK	0.0604	0.8099
LRGPK	9396.862	0.0000*
LRGPPK	0.1397	0.7150
RDU	7.6603	0.0170*
RPU	7.0715	0.0208*
LPU	0.0814	0.7801
LDU	1.8950	0.1937

\* $p = 0.05$

Bogenoemde resultate dui daarop dat die akute herstel van vier veranderlikes wel betekenisvol ( $p = 0.05$ ) deur krioterapie beïnvloed is, naamlik LRTDW, LRGPK, RDU sowel as RPU. Tabel 1 toon egter dat die herstel van LRTDW negatief deur krioterapie beïnvloed is, terwyl die herstel van LRGPK, RDU en RPU positief deur die behandeling beïnvloed is.

## BESPREKING

Soos uit die inleiding afgelei kan word, het verskeie navorsers (Howard *et al.*, 1994; Paddon-Jones & Quigley, 1997; Hatzel & Kaminski, 2000) ondersoek ingestel na die akute effek van krioterapie op 'n wye verskeidenheid kragverbandhoudende veranderlikes. Dié literatuur sal dus onder andere aangewend word om vergelykings te tref met die bevindinge van dié studie en ook om verklarings te bied vir sekere van die bevindinge.

Die beskrywende statistiek en verskille tussen die onderskeie pre- en posttoetswaardes wys ten eerste daarop dat die meerderheid gemete isokinetiese veranderlikes (12 uit 16) positief deur passiewe herstel en krioterapie beïnvloed is. Voordat enige afleidings met betrekking tot laasgenoemde bevindinge gemaak kan word, is dit van belang om te bepaal of die effek van krioterapie statisties betekenisvol was, al dan nie.

Die oorkruis-studieontwerp wat in hierdie studie gebruik is, het egter die navorsers van dié studie genoop om eers 'n genestelde ANOVA uit te voer om die moontlike effek van oordrag op sommige van die veranderlikes te ondersoek. Slegs een veranderlike, naamlik LRTPW, het 'n betekenisvolle oordrageffek getoon. Dit is baie moeilik om die resultaat te verklaar, alhoewel dit moontlik toegeskryf kan word aan die feit dat al die netbalspelers regsdominant is en tydens netbaloefeninge en wedstryde bewegings soos spronge eerder van hul regterbene af sal uitvoer. Dit sal beteken dat die plantaarflexore van die regterbeen in die algemeen beter gekondisioneer sal wees as die plantaarflexore van die linkerbeen. Volgens Zatsiorsky en Kraemer (2006) sal 'n goed gekondisioneerde spier nie geneig wees om maklik aanpassing vanweë 'n oefeningsingreep te ondergaan nie. Die regterbeen-plantaarflexore sal vanweë meer gereelde gebruik 'n hoër oefeningsdrempel toon wat nie maklik oorskry sal word nie. In teenstelling hiermee sal die plantaarflexore van die linkerbeen makliker aanpassing toon met blootstelling aan 'n oefeningsingreep aangesien die oefeningsdrempel vir aanpassing makliker oorskry sal word. Die linkerbeen-plantaarflexore het dus aanpassing getoon vanweë die eerste toetsgeleentheid en dit het daartoe gelei dat die resultate van die tweede toetsgeleentheid vanweë die oordrageffek beïnvloed is.

Die t-toetsanalise wat op die LRTDW-waardes uitgevoer is, het egter geen betekenisvolle resultaat na vore gebring nie. Dit is opgevolg met 'n hoofeffekte-ANOVA wat slegs vier betekenisvolle veranderlikes uitgelig het, naamlik LRTDW, LRGPDK, RDU en RPU. Laasgenoemde inligting dui dus daarop dat slegs vier uit die sestien veranderlikes (21%) betekenisvol deur die krioterapie beïnvloed is. LRTDW het egter betekenisvol negatief op die krioterapie gereageer, terwyl LRGPDK, RDU en RPU betekenisvol positief op die behandeling gereageer het. Aangesien LRTDW op die totale, relatiewe werkkuitset van die linker-dorsifleksore dui, kan die afleiding gemaak word dat dié kraguithou-verbandhoudende, isokinetiese veranderlike negatief deur die krioterapie beïnvloed word, wat dus beteken dat die herstel van die dorsifleksie-spiere geïnhibeer is.

Laasgenoemde bevinding stem ooreen met die bevinding van Howard *et al.* (1994) wat getoon het dat mans na afloop van krioterapie 'n betekenisvolle afname in isokinetiese knie-ekstensie, totale wringkrag by 30°/sek ondervind het. Volgens 'n hele aantal navorsers lei krioterapie tot 'n afname in motoriese sensuïe-impulsgeleiding in die area van toediening, wat spiersametrekking negatief kan beïnvloed (Eston & Peters, 1999; Kinzey *et al.*, 2000). Voorts word 'n verhoging in vasokonstriksie van die bloedvate en 'n afname in die bloetoevoer na die area van krioterapie-toediening ook gerapporteer (Meeusen & Lievens, 1986; Enwemeka *et al.*, 2001; Ohnishi *et al.*, 2004). Hierbenewens lei krioterapie ook tot inhibering van die spierspoel-proprio reseptore en 'n afname in die metabolismetempo van die weefsel wat afkoeling ervaar het. Douris *et al.* (2003) het ook bevestig dat krioterapie en die gevolglike vasokonstriksie in die area van toediening meebring dat kalsiumvrystelling deur die sarkoplasmiese retikulum afneem en dat splyting van die fosfaatenergiebron, naamlik adenosientrifosfaat, daardeur benadeel word. Spiersametrekking sal dus nie so effektief kan plaasvind nie vanweë 'n afname in energievrystelling vir spiersametrekking. Laastens beweer Jameson *et al.* (2001) dat die Paccini-liggaampies wat onder andere in die gewrigte sowel as die tendons en fassia van spiere geleë is (Guyton & Hall, 2000; Widmaier *et al.*, 2004), se sensoriese geleiding vanweë krioterapie afneem. Aangesien die Paccini-liggaampies onder andere as posisionele, sensoriese reseptore optree, sal dit beteken dat die uitvoer van bewegings rondom die enkel moontlik benadeel sal word, wat tot gevolg sal hê dat die kraguitsetwaardes daal.

LRGPKD verwys na die totale werk wat per tydseenheid verrig is (gemiddelde piek dorsifleksiekrag) terwyl totale werk soos dit in die geval van LRTDW bereken word, nie vir tyd korreger nie (Davies *et al.*, 2000). Die resultaat dat LRGPKD betekenisvol positief op krioterapie gereageer het, is teenstryding met die navorsing van Howard *et al.* (1994) wat bevind het dat mans na afloop van krioterapie 'n betekenisvolle afname in isokinetiese knie-ekstensie, gemiddelde piek-wringkrag by 30°/sek ondervind het. Dit is moeilik om dié resultaat te verklaar. 'n Hoë variasie tussen die waardes van die verskillende spelers kon die resultate van die ANOVA negatief beïnvloed het. So byvoorbeeld het die individuele pretoetswaardes van die LRGPKD tussen 12.90% (minimum) en 28.90% (maksimum) gevarieer, terwyl die posttoetswaardes met tussen 12.00% (minimum) en 31.60% (maksimum) gevarieer het.

Die resultaat dat RDU en RPU betekenisvol positief op die krioterapie gereageer het, is soortgelyk aan die resultate van ander studies wat ook die effek van krioterapie op

spieruithouvermoë ondersoek het (Bundschuh & Clarke, 1982; Haymes & Rider, 1983). Mattacola en Perrin (1993) was egter die enigstes wat ook die effek van krioterapie op die isokinetiese plantaarfleksie-spieruithouvermoë-waardes ondersoek het en bevind het dat krioterapie wel 'n positiewe invloed op laasgenoemde waardes gehad het. Die RDU- en RPU-resultate is moontlik toe te skryf aan die bevinding dat krioterapie soos 'n anestetikum wat pynverligting tot gevolg het, optree (Burke *et al.*, 2000; Alter, 2004). Spelers sal dus beter daartoe in staat wees om die isokinetiese, plantaarfleksie-uithouvermoë-oefening uit te voer vanweë die sensasie van pyn en ongemak wat gedemp word. Voorts beweer Kimura *et al.* (1997) dat die afname in metabolismetempo wat vanweë 'n afname in bloedtoevoer in die area van krioterapie-toediening voorkom, ook tot gevolg het dat die metaboliese byprodukte soos melksuur wat tydens oefening gevorm word, afneem. Die aansuureffek wat 'n groot konsentrasie melksuur tot gevolg mag hê, kan verdere glikogeenafbraak demp aangesien die daling in pH tot die inhibering van glikolitiese ensiemfunksionering lei (Wilmore & Costill, 2004). Die netbalspelers sal dus na blootstelling aan krioterapie daartoe in staat wees om beter spieruithouvermoë-waardes te toon vanweë die kleiner konsentrasie inhiberende metaboliese afbraakprodukte.

Die resultate van hierdie studie wys egter daarop dat die meerderheid isokinetiese veranderlikes nie betekenisvol deur krioterapie beïnvloed is nie. Laasgenoemde bevinding ondersteun die navorsingsresultate van Hatzel en Kaminski (2000) wat getoon het dat krioterapie geen betekenisvolle effek op die meerderheid konsentriese enkelwringkragwaardes van die proefpersone in hulle studie gehad het nie. 'n Aantal verklarings kan vir laasgenoemde bevinding gebied word. Die groot variasie tussen die verskillende waardes van die onderskeie groepe netbalspelers kon die ANOVA-resultate negatief beïnvloed het. So byvoorbeeld is die standaardafwykings van die verskille tussen die onderskeie pre- en posttoetswaardes in heelwat gevalle baie hoog. 'n Verdere ontleding van die data toon voorts dat heelwat uitskieters met betrekking tot sekere veranderlikes voorgekom het. So byvoorbeeld het proefpersoonnommers elf en dertien na afloop van krioterapie 'n 13.7%- en 6%-toename onderskeidelik met betrekking tot LRTDW ervaar, vergeleke met die res van die proefpersone wat geen of laer postkrioterapie-waardes getoon het. Dit is ook moontlik dat die tydperk waartydens krioterapie toegepas is, te kort was om 'n werklike effek op die posttoetswaardes te hê.

**GEVOLGTREKKINGS**

Die resultate van die studie het ten eerste getoon dat die meerderheid gemete isokinetiese veranderlikes (12 uit 16) positief deur passiewe herstel en krioterapie beïnvloed is. Die statistiese analise het egter getoon dat die akute herstel van slegs vier isokinetiese veranderlikes betekenisvol ( $p = 0.05$ ) deur krioterapie beïnvloed is, waaronder LRTDW, LRGPDK, RDU en RPU. Die akute herstel van die eersgenoemde piekkraguithou-verbandhoudende veranderlike is betekenisvol negatief deur die krioterapie beïnvloed. In teenstelling hiermee is die akute herstel van die laasgenoemde drie veranderlikes betekenisvol positief deur die krioterapie beïnvloed.

Die finale gevolgtrekking wat dus uit die studie gemaak kan word, is dat krioterapie na afloop van 'n isokinetiese enkeloefening moontlik 'n betekenisvol negatiewe effek het op die akute herstel van enkel-piekkraguithou-verbandhoudende (LRTDW) en 'n betekenisvol positiewe effek het op enkelspieroefening-verbandhoudende veranderlikes (LRGPDK, RDU en RPU) van Universiteite-netbalspelers se onderbeenspiere. Ten spyte van die betekenisvolle resultate met betrekking tot dié veranderlikes het die statistiese analises getoon dat die meerderheid isokinetiese plantaar-dorsifleksiewringkrag-veranderlikes (12 uit 16, 75%) geen betekenisvolle effek met betrekking tot akute herstel vanweë krioterapie ondervind het nie. In die lig van laasgenoemde blyk dit dus dat krioterapie na afloop van 'n isokinetiese enkeloefening nie werklik 'n noemenswaardig groot effek op die akute herstel van Universiteite-netbalspelers se onderbeenspiere het nie.

Die bevinding van die studie is dus dat daar geen meriete in steek om krioterapie as 'n akute herstelfasiliteringstechniek vir enkelkraguithou-verbandhoudende veranderlikes toe te pas nie aangesien dit dié veranderlikes moontlik betekenisvol negatief mag beïnvloed. Moontlike redes hiervoor is dat krioterapie onder andere tot gevolg het dat die motoriese impulsgeleiding, die bloedtoevoer, die metabolismetempo en die funksionering van sekere proprioceptore in die area van toediening afneem. Dit blyk wel dat daar meriete in steek om krioterapie vir die akute herstel van spieroefening-verbandhoudende veranderlikes te gebruik. Die anestetikum-effek en afname in die konsentrasie van metaboliese byprodukte wat vanweë krioterapie ondervind word, kan moontlik as redes vir laasgenoemde bevinding aangevoer word.

Verskeie tekortkominge en aanbevelings moet egter onder die soeklig geplaas word wanneer bogenoemde studieresultate geïnterpreteer word. Die klein aantal proefpersone wat in die

studie gebruik is, is 'n leemte, aangesien uitskieters en die groot variasie tussen die verskillende waardes van die onderskeie netbalspelers die gemiddelde waardes en ANOVA-resultate nadelig kon beïnvloed het. Daar word dus aanbeveel dat soortgelyke toekomstige ondersoeke van groter groepe gebruik moet maak. Daarbenewens is daar slegs van netbalspelers uit 'n klein geografiese gebied gebruik gemaak. Veralgemening van dié bevindinge kan dus nie gemaak word ten opsigte van netbalspelers reg oor Suid-Afrika nie. Dit sal gevolglik raadsaam wees om in opeenvolgende studies van spelers reg oor Suid-Afrika gebruik te maak. Dit is ook moontlik dat die tydperk van krioterapieblootstelling nie genoegsaam was om die gewenste effek tot gevolg te hê nie. Dus, ten spyte van die tendens dat heelwat navorsers van 'n periode van 10 minute lank vir krioterapieblootstelling gebruik maak, kan aanbeveel word dat die periode eerder langer as 10 minute moet duur. Ten slotte sal dit raadsaam wees om 'n uitgebreide studie te onderneem waarin die studie-ontwerp sodanig verander word dat dit die herstelfasiliteringskapasiteit van krioterapie in 'n werklike oefenings- of kompetisie-opset bepaal kan word. Die huidige studie vorm egter 'n basis vir verdere navorsing wat op krioterapie gerig is.

## SUMMARY

### **The influence of cryotherapy on the acute recovery of University netball players' lower leg muscles after an isokinetic ankle exercise.**

Cryotherapy or the therapeutic use of cold for the treatment of soft-tissue and musculoskeletal injuries is well documented. The physiological benefits of cryotherapy include the following: an increase in vasoconstriction and decrease in blood flow; an increase in capillary permeability; a decrease in enzymatic functioning and cell metabolism as well as in muscle contraction ability. These and other benefits have probably led researchers to believe that cryotherapy can also be used as an acute recovery facilitation technique among athletes. The state of knowledge concerning the influence of cryotherapy on the acute recovery of athletes' strength-related values after completion of an exercise is, however, very contradictory and scarce. It is in view of these problems that the purpose of this study was to determine the effect of cryotherapy on the acute recovery of University netball players' lower leg muscles after an isokinetic ankle exercise.

Fifteen injury-free netball players ( $20 \pm 1.03$  years) who were randomly chosen from the top three netball teams of the North-West University of South Africa were selected to participate in the study. Players were randomly divided into an experimental and control group. Isokinetic, ankle plantar- and dorsiflexion tests were done over a period of three days with a

day's rest between the two test days. On each of the days the players had to perform six maximal isokinetic, concentric plantar-dorsiflexion repetitions at 30°/sec on a Cybex 770 Dynamometer, after which a rest period of 60 sec was allowed. This was followed by the execution of twenty-five repetitions at 150°/sec. The protocol was then repeated after a rest period of 10 min during which the players' lower legs were immersed in ice water ( $10 \pm 1^\circ\text{C}$ ) or during which they received a passive resting period, depending on the group allocation.

Firstly, the descriptive statistics (means and standard deviations) of the netball players were calculated. This was followed by the calculation of differences between each of the groups' pre- and postcryotherapy values. In another step a nested design ANOVA was performed to determine whether any of the variables displayed a transfer effect from one testing day to the next. In cases where a transfer effect was identified, the researchers made use of an independent t-test to determine the statistical significance of differences between the two groups' isokinetic values. Finally, a main effect ANOVA provided the researchers with answers regarding the significance of cryotherapy's effect on the different isokinetic variables, acute recovery. The level of significance was set at  $p = 0.05$ .

The results of the study firstly showed that only one variable, namely left leg, relative total plantarflexion work (LRTPW) showed a significant ( $p = 0.04$ ) transfer effect from one testing day to the next. The proceeding independent t-test revealed that cryotherapy had no significant effect on the acute recovery of the last-mentioned variable. The main effect ANOVA, which were calculated for the remaining variables did, however, show that left leg relative total dorsiflexion work (LRTDW) was significantly negatively influenced by cryotherapy compared to average peak dorsiflexion torque (LRAPDT), right dorsiflexion (RDE) and plantarflexion endurance (RPE) which were significantly positively influenced. None of the other isokinetic variables' acute recovery was significantly influenced by cryotherapy.

The conclusion that can therefore be drawn is that cryotherapy has a significantly negative effect on the acute recovery of isokinetic ankle strength endurance related variables compared to a significant positive effect on the isokinetic ankle muscle endurance related variables of University netball players' lower leg muscles after an isokinetic ankle exercise.

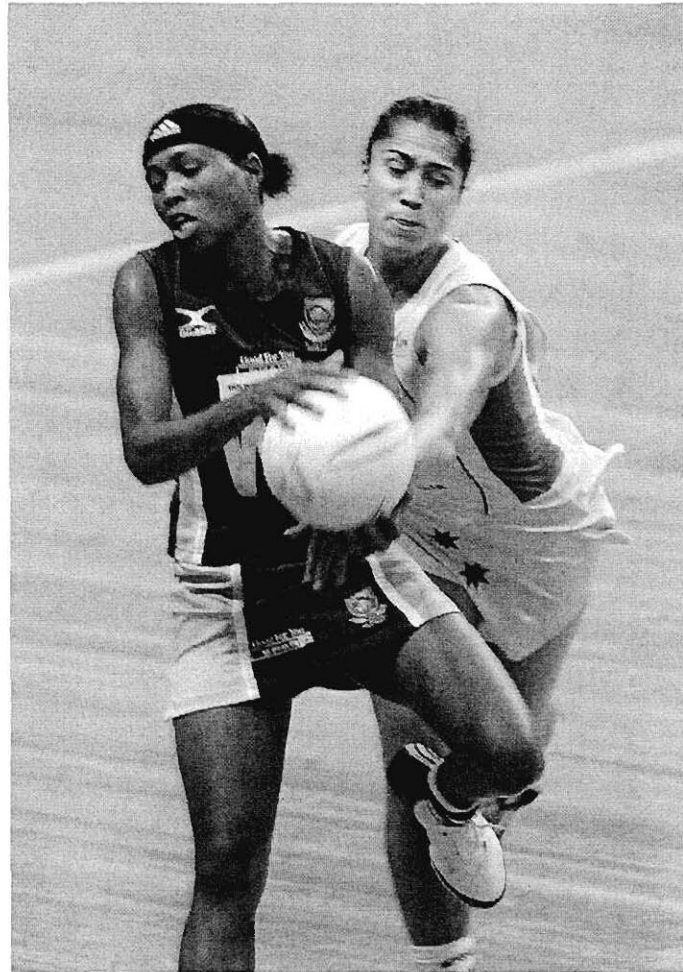
**VERWYSINGS**

- ALEXANDER, M.J.L. (1990). Peak torque values for antagonist muscle groups in concentric and eccentric contraction types for elite sprinters. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 71: 334-339.
- ALTER, M.J. (2004). *Science of flexibility* (3<sup>rd</sup> ed.) (pp. 1-57). Champaign, IL.: Human Kinetic Publishers.
- BAILEY, D. M.; ERITH, S. J.; GRIFFIN, P. J.; DOWSON, A.; BREWER, D. S.; GANT, N. & WILLIAMS, C. (2007). Influence of cold-water immersion on indices of muscle damage following prolonged intermittent shuttle running. *Journal of Sports Sciences*, 25(11): 1163-1171, Oct.
- BERG, K.; BLANKE, D. & MILLER, M. (1985). Muscular fitness profile of female college basketball players. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 7: 59-64.
- BUNDSCHUH, E.L. & CLARKE, D.H. (1982) Muscle response to maximal fatiguing exercise in cold water. *American Corrective Therapy Journal*, 36(3): 82-87, May/June.
- BURKE, D.G.; MACNEIL, S.A.; HOLT, L.E.; MACKINNON, N.C. & RASMUSSEN, R.L. (2000). The effect of hot or cold water immersion on isometric strength training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14(1): 21-25.
- DAVIES, G.J.; HEIDERSCHEIT, B. & BRINKS, K. (2000). Isokinetics in human performance. In L.E. Brown (Ed.), *Test interpretation* (3-24). Champaign, Ill.: Human Kinetic Publishers.
- DOURIS, P.; MCKENNA, R.; MADIGAN, K.; CESARSKI, B.; COSTIERA, R. & LU, M. (2003). Recovery of maximal isometric grip strength following cold immersion. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(3): 509-513.
- ENWEMEKA, C.S.; ALLEN, C.; AVILA, P.; BINA, J.; KONRADE, J. & MUNNS, S. (2001). Soft tissue thermodynamics before, during and after cold pack therapy. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(1): 45-50.
- ESTON, R. & PETERS, D. (1999). Effects of cold water immersion on the symptoms of exercise-induced muscle damage. *Journal of Sports Sciences*, 17: 231-238.
- GUYTON, A.E. & HALL, J.E. (2000). *The Textbook of Medical Physiology* (10<sup>th</sup> ed.). Philadelphia, PA: W.B. Saunders.
- HATZEL, B.M. & KAMINSKI, T.W. (2000). The effects of ice immersion on concentric and eccentric isokinetic muscle performance in the ankle. *Isokinetic and Exercise Science*, 8: 103-107.
- HAYMES, E.M. & RIDER, R.A. (1983). Effects of leg cooling on peak isokinetic torque and endurance. *American Corrective Therapy Journal*, 37(4): 109-115, Jul/Aug.

- HOWARD, R.L.; KRAEMER, W.J.; STANLEY, D.C. & ARMSTRONG, L.E. (1994). The effects of cold immersion on muscle strength. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 8(3): 129-133.
- JAMESON, A.G.; KINZEY, S.J. & HALLAM, J.S. (2001). Lower-extremity-joint cryotherapy does not affect vertical ground-reaction forces during landing. *Journal of Sports Rehabilitation*, 10: 132-142.
- KIMURA, I.F.; GULICK, D.T.; THOMPSON, G.T. (1997). The effect of cryotherapy on eccentric plantar flexion peak torque and endurance. *Journal of Athletic Training*, 32(2): 124-126, Jun.
- KINZEY, S.J.; CORDOVA, M.L.; GALLEN, K.J.; SMITH, J.C. & MOORE, J.B. (2000). The effects of cryotherapy on ground-reaction forces produced during a functional task. *Journal of Sport Rehabilitation*, 9: 3-14.
- LA MERE, V. 2001. The road to faster recovery. [Web:] <http://www.nifs.org/newsletter/sportwinter0.1PDF> [Datum van gebruik: 29 April 2001].
- LONGACRE, M.E. & PECK, K.M. (1999). Sports medicine secrets. In M.B. Mellion (Ed.), *Physical therapy modalities* (345-346). Philadelphia: Medical Publishers.
- MAC AULEY, D.C. 2001. Ice therapy: How good is the evidence? *International Journal of Sports Medicine*, 22(5): 379-384, Jul.
- MATTACOLA, S. & PERRIN, D. (1993). Effects of cold water application on isokinetic strength on the plantar flexors. *Isokinetics and Exercise Science*, 3(3): 152-154.
- MEEUSEN, R. & LIEVENS, P. (1986). The use of cryotherapy in sports injuries. *Sports Medicine*, 3: 398-414.
- OHNISHI, N., YAMANE, M., UCHIYAMA, N., SHIRASAWA, S., KOSAKA, M., SHIONO, H. & OKADA, T. (2004). Adaptive changes in muscular performance and circulation resistance with regular cold application. *Journal of Thermal Biology*, 29: 839-843.
- PADDON-JONES, D.J. & QUIGLEY, B.M. (1997). Effect of cryotherapy on muscle soreness and strength following eccentric exercise. *International Journal of Sports Medicine*, 18: 588-593.
- PERRIN, D.H. (1993). *Isokinetic exercise and assessment* (11<sup>th</sup> ed). Champaign, Ill.: Human Kinetic Publishers.
- SCHNIEPP, J.; CAMPBELL, T.S.; POWELL, K.L. & PINCIVERO, D.M. (2002). The effects of cold-water immersion on power output and heart rate in elite cyclists. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16(4): 561-566.

- SEYMOUR, R.J. & BACHARACH, D.W. 1990. The effect of position and speed on ankle plantar flexion in females. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 12: 153-156.
- STATSOFT, INC. (2006). Statistica (data analysis software system), version 7.1. Hyperlink [<http://www.statsoft.com>] Datum van gebruik 30 Maart 2007.
- TABIN, G.C.; GREGG, J.R. & BONCI, T. 1985. Predictive leg strength values in immediately prepubesant and postpubesant athletes. *American Journal of Sport Medicine*, 13: 387-389.
- WIDMAIER, E.P.; RAFF, H. & STRANG, K.T. (2004). *Human Physiology: The mechanisms of body function* (9<sup>th</sup> ed.). New York, McGraw-Hill.
- WILMORE, J.H. & COSTILL, D.L. (2004). *Physiology of sport and exercise* (3<sup>rd</sup> ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- ZATSIORSKY, V.M. & KRAEMER, W.J. (2006). *Science and Practice of Strength Training* (2<sup>nd</sup> ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.

# HOOFSTUK 4



## 4

SAMEVATTING, GEVOLGTREKKINGS EN  
AANBEVELINGS

---

4.1 SAMEVATTING	68
4.2 GEVOLGTREKKINGS	70
4.2.1 GEVOLGTREKKING 1	70
4.2.2 GEVOLGTREKKING 2	71
4.3 AANBEVELINGS	72

## 4.1 SAMEVATTING

Die doel van die studie was ten eerste om deur middel van 'n kritiese ontleding van die beskikbare literatuur van die afgelope vyftien jaar (1992-2007) wat oor die krioterapie-onderwerp handel, te bepaal wat die aard van krioterapie is wat toegepas word, sowel as die bevindinge rakende die akute en langtermyn effek van dié tipe tegnieke op die fisieke, motoriese en fisiologiese veranderlikes; tweedens om te bepaal watter aanbevelings uit laasgenoemde literatuurontleding met betrekking tot die gebruik van krioterapie as 'n herstelfasiliteringstegniek vir sportlui gemaak kan word; en derdens om te bepaal wat die uitwerking van krioterapie is op die akute herstel van Universiteite-netbalspelers se onderbeenspiere na afloop van 'n isokinetiese enkeloefening. In hoofstuk 1 is die probleem, doelstellings en hipoteses van die studie deeglik uiteengesit.

Hoofstuk 2, wat in die vorm van 'n artikel aangebied is, bied die resultate wat gevind is met betrekking tot die aard van krioterapie wat toegepas word, sowel as die bevindinge rakende die akute en langtermyn effek van dié tipe tegnieke op die fisieke, motoriese en fisiologiese veranderlikes asook die aanbevelings met betrekking tot die gebruik van krioterapie wat uit die literatuur van die afgelope vyftien jaar (1992-2007) na vore gekom het. Die literatuur bevat 'n heel aantal artikels wat beide die akute en langtermyn effekte van krioterapie (wat in die vorm van yswateronderdompeling en yspaktoepassing) gedoen is op 'n wye verskeidenheid fisieke, motoriese en fisiologiese veranderlikes ondersoek het. Wat krag, eksplosiewe krag, vaardigheids- en fisiologiese-verbandhoudende veranderlikes betref, het die meerderheid literatuur daarop gedui dat krioterapie 'n nie-betekenisvolle akute effek op veranderlikes soos isokinetiese, eksentriese en konsentriese piekwingkrag sowel as tyd tot piekwingkragbehaling en hoek waarteen piek krag voorgekom het; isometriese, maksimale en submaksimale krag en akkuraatheid van kraguitvoering; genormaliseerde, gemiddelde vertikale grondreaksie krag asook tyd tot behaling van piek krag en vertikale spronghoogte; bofbalgooi-akkuraatheid, proprioepsie, enkelgewrigsbewegingsomvang, -verplasing en -spoed tydens die uitvoering van 'n beweging; bloeddaktaatverwydering en bloedvloeiensnelheid sowel as spierseerheid na afloop van oefening het.

Isokinetiese, eksentriese totale werk; isometriese, maksimale krag; sowel as piek elektriese stimulasie-uitsetintensiteit; bofbalgooisnelheid en -uitputting sowel as skouerrotasiebewegingsomvang; plasma-noradrenalin; spierstyfheid en sagteweefselverkorting; kreatienkinase-aktiwiteit en mioglobienkonsentrasies wat as merkers

van spierseerheid dien; intramuskulêre pH en edeem; sowel as spierseerheid het betekenisvol positiewer gereageer met betrekking tot herstel na krioterapie as na afloop van passiewe herstel.

Die res van die krag, eksplosiewe krag, vaardigheids- en fisiologiese-verbandhoudende veranderlikes wat bestudeer is, het betekenisvol laer akute waardes na afloop van krioterapie getoon, wat die volgende ingesluit het: isokinetiese, konsentriese piek en gemiddelde wringkragsowel as hoekspesifieke wringkrags; isometriese gemiddelde krag en totale werk; gerandomiseerde vertikale impuls en piek grondreaksiekragsowel as gemiddelde vertikale spronghoogte; maksimale en gemiddelde fietsrykrags, LOWT-, 40 treë- en ratsheidswisselloop-naeltyd sowel as gooi-akkuraatheid en gewrigstraagheid asook posisie-aanvoeling; maksimale en gemiddelde harttempo vanweë oefening.

Met betrekking tot die langtermyn effek van krioterapie op krag, eksplosiewe krag, vaardigheids- en fisiologiese-verbandhoudende veranderlikes het navorsing getoon dat daar geen duidelike tendense bestaan wat die reaksie van die veranderlikes op krioterapie beskryf nie. Handgreepkrags en -uithou vermoë, plasma-adrenalin, -nor-adrenalin, -dopamin, -renin, aldosteron, harttempo en bloeddruk het geen betekenisvolle verskille na afloop van 6 weke of in respiratoriese gaswisselingsratio, harttempo, spierglikogeenkonsentrasie, plasmalaktaat, -glukose en vrye vetsure na 8 weke of in bragiële arteriedeursnee en vaskulêre endoteliale groeifaktore na afloop van 4 weke tussen 'n krioterapie- en kontrolegroep getoon nie. Isometriese, maksimale piekkrags (24, 48 en 120 uur), vertikale spronghoogte (24 uur en 48 uur) sowel as plasma-interleuken-6 (4 weke) het egter betekenisvol hoër waardes postkrioterapie, vergeleke met post-passiewe herstel, getoon.

Verskeie faktore beïnvloed ook die doeltreffendheid van krioterapie, waaronder die adiposietdikte, aard van die krioterapieblootstelling, tipe medium wat vir krioterapie gebruik word en die lengte van die tydperk waarin krioterapie toegepas word. Die negatiewe effekte wat vanweë krioterapie verkry word, kan verklaar word aan die hand van 'n afname in die sensoriese geleiding van die Paccini-liggaampies sowel as motoriese sensuiewe-impulsgeleiding; 'n toename in vasokonstriksie en gevolglike daling in bloedviskositeit in die area van toediening. Positiewe effekte is moontlik te danke aan die anestetikum-effek sowel as die anti-inflammatoriese respons en afname in metabolismetempo by die area van toediening wat vanweë krioterapie voorkom.

Aanbevelings vir die gebruik van krioterapie as herstelfasiliteringstechniek kan soos volg opgesom word: Die temperatuur wat gebruik word, is tussen 5°C en 10°C; die tydsduur tussen 15 tot 20 minute; die algemeenste blootstellingsareas - onderdompeling tot by die vlak van die gluteale vou of crista iliaca en die hele arm of voorarm; - yspaktoepassing op die dy, enkel en periferie van die skouer; die algemeenste en doeltreffendste yspaktoepassing direk op die vel deur middel van 'n sak wat gevul is met tussen 500 g en 1 500 g kubusvormige ys. Vir langtermyngebruik word meer as 2 dae van krioterapieblootstelling na mekaar voorgestel.

Die tweede artikel wat in Hoofstuk 3 aangebied is, het ondersoek ingestel na die uitwerking van krioterapie op die akute herstel van Universiteite-netbalspelers se onderbeenspiere na afloop van 'n isokinetiese enkeloefening. Die resultate van die studie het getoon dat die akute herstel van slegs vier isokinetiese veranderlikes betekenisvol ( $p = 0.05$ ) deur krioterapie beïnvloed is, waaronder linkerbeen, relatiewe, totale dorsifleksiewerk en gemiddelde piek dorsifleksie-wringkrag, regterbeen dorsifleksie- en plantaarflexie-spiëruithouvermoë. Die akute herstel van die eersgenoemde enkel-kraguithou-verbandhoudende veranderlike is egter betekenisvol negatief deur die krioterapie beïnvloed. In teenstelling hiermee is die akute herstel van die laasgenoemde drie veranderlikes betekenisvol positief deur die krioterapie beïnvloed.

## **4.2 GEVOLGTREKKINGS**

Die gevolgtrekkings in hierdie studie word gevorm aan die hand van die hipoteses wat gestel is.

### **4.2.1 Gevolgtrekking 1**

Hipotese 1 stel dat die 'n kritiese ontleding van die beskikbare literatuur van die afgelope vyftien jaar (1992-2007) wat oor die krioterapie-onderwerp handel, toon dat yswateronderdompeling en yspaktoepassing die mees algemene tegnieke is wat in die krioterapie-studies toegepas word en dat die krioterapie-tegnieke in die meeste gevalle 'n nie-betekenisvolle akute en langtermyn effek op die fisieke, motoriese en fisiologiese veranderlikes het.

Hipotese 1 word aanvaar vanweë die gevolgtrekking dat krioterapie 'n nie-betekenisvolle akute effek op isokinetiese, eksentriese en konsentriese piekwringkrag sowel as tyd tot

piekwingkragbehaling en hoek waarteen piek krag voorgekom het; isometriese, maksimale en submaksimale krag en akkuraatheid van kraguitvoering; genormaliseerde, gemiddelde vertikale grondreaksiekrags asook tyd tot behaling van piek krag en vertikale spronghoogte; bofbalgooi-akkuraatheid, proprioepsie, enkelgewrigsbewegingsomvang, -verplasing en -spoed tydens die uitvoering van 'n beweging; bloedlaktatverwydering en bloedvloeiensnelheid sowel as spierseerheid na afloop van oefening het. Met betrekking tot die langtermyn effek van krioterapie het navorsing bewys dat handgreepkrag en -uithouvermoë, plasma-adrenalin, -nor-adrenalin, -dopamin, -renin, aldosteron, harttempo en bloeddruk geen betekenisvolle verskille na afloop van 6 weke of in respiratoriese gaswisselingsratio, harttempo, spierglikogeenkonsentrasie, plasmalaktat, -glukose en vrye vetsure na 8 weke of in bragiale arteriedeursnee en vaskulêre endoteliale groeifaktore na afloop van 4 weke tussen 'n krioterapie- en kontrolegroep getoon het nie. Dit is dus uit die laasgenoemde bevindinge duidelik dat krioterapie in die meeste gevalle 'n nie-betekenisvolle akute en langtermyn effek op die fisieke, motoriese en fisiologiese veranderlikes het. Voorts is ook bewys dat yswateronderdompeling en yspaktoepassing die mees algemene tegnieke is wat in die krioterapie-studies toegepas word.

#### 4.2.2 Gevolgtrekking 2

Hipotese 2 stel dat krioterapie 'n nie-betekenisvolle invloed sal hê op die akute herstel van Universiteite-netbalspelers se onderbeenspiere na afloop van 'n isokinetiese enkeloefening.

Hipotese 2 word ook aanvaar vanweë die bevinding dat slegs vier isokinetiese veranderlikes se akute onderbeenspierherstel na afloop van 'n isokinetiese enkeloefening betekenisvol ( $p = 0.05$ ) deur krioterapie beïnvloed is, waaronder linkerbeen, relatiewe, totale dorsifleksiewerk en gemiddelde piek dorsifleksie-wringkrag, regterbeen dorsifleksie- en plantaarfleksie-spierruithouvermoë. Die akute herstel van die eersgenoemde enkel-kraguithouverbandhoudende veranderlike is egter betekenisvol negatief deur die krioterapie beïnvloed. In teenstelling hiermee is die akute herstel van die laasgenoemde drie veranderlikes betekenisvol positief deur die krioterapie beïnvloed. Ten spyte van die betekenisvolle resultate met betrekking tot dié veranderlikes het die statistiese analyses getoon dat die meerderheid isokinetiese plantaar-dorsifleksiewringkrag-veranderlikes (12 uit 16, 75%) geen betekenisvolle effek met betrekking tot akute herstel vanweë krioterapie ondervind het nie.

Die finale gevolgtrekking wat dus uit al die bogenoemde gemaak kan word, is dat die meerderheid isokinetiese plantaar-dorsifleksiewringkrag-veranderlikes (12 uit 16, 75%) sowel as ander fisieke, motoriese en fisiologiese veranderlikes geen betekenisvolle effek met betrekking tot die akute of langtermyn herstel vanweë krioterapie ondervind het nie.

### 4.3 AANBEVELINGS

Die resultate van die studie dui dus daarop dat daar dat daar geen meriete in steek om krioterapie as 'n akute of langtermyn herstellfasiliteringstechniek vir fisieke, motoriese en fisiologiese veranderlikes toe te pas nie aangesien dit dié veranderlikes nie betekenisvol beïnvloed het. Die resultate van die studie moet egter teen die tekortkominge en aanbevelings wat vanweë die tekortkominge gemaak kan word, beoordeel word. Ten eerste sal aanbevelings op grond van die oorsigartikel gemaak word terwyl daar laastens aandag gegee sal word aan die tekortkominge en aanbevelings wat vanuit die akute studie gemaak kan word:

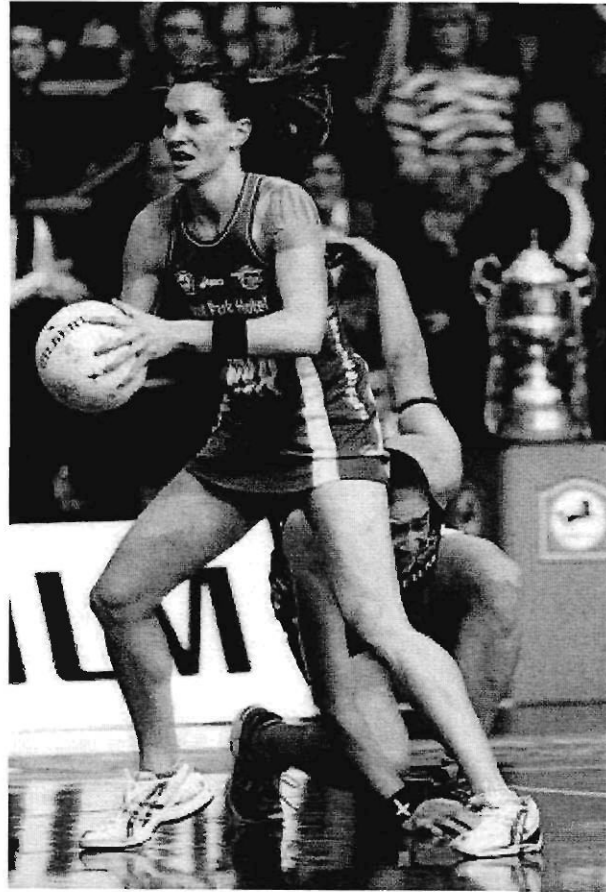
- 4.3.1 Wat die literatuur van die effekte van krioterapie op 'n wye verskeidenheid fisieke, motoriese en fisiologiese veranderlikes betref, handel die meerderheid (vier-en-twintig uit vier-en-dertig artikels) oor sedentêre of matig aktiewe en slegs sewe artikels oor sportlui. Uit laasgenoemde feite is dit dus baie moeilik om die bevindinge wat uit die bestudeerde artikels na vore gekom het te veralgemeen na die sportdeelnemende populasie.
- 4.3.2 'n Verdere leemte wat by die genoemde studies geïdentifiseer is, is dat kontrolegroepe slegs in veertien van die studies gebruik is. Die studieresultate sal versterk word as kontrolegroepe ook by die studies ingesluit kan word.
- 4.3.3 Twaalf studies het verder van besonder klein groepgroottes (elf of minder proefpersone) in hul navorsing gebruik gemaak. Hierbenewens het geneen van die studies aangedui dat groepgrootte voor die aanvang van die studies aan die hand van 'n statistiese formule bepaal is nie. Die laasgenoemde tekortkominge kon alles die mate van betekenisvolheid van verskille tussen groepe beïnvloed het.
- 4.3.4 Nog 'n leemte wat uit die studies na vore getree het, was die feit dat slegs drie van die studies van gewoondmakingsessies voor die aanvang van toetsing gebruik gemaak het. Die interne geldigheid van die studieresultate kan hierdeur benadeel word, aangesien proefpersone moontlik vanweë die aanleerproses beter resultate behaal het en nie vanweë die krioterapie-ingreep as sodanig nie.
- 4.3.5 Laastens kom leemtes voor wat betref die beskrywing van die metodologie en krioterapie-ingrepe wat in elke studie gebruik is. Slegs vier artikels het byvoorbeeld die

presiese temperatuur van die yswater wat gebruik is vir onderdompeling gemeet en weergegee. Voorts het heelwat van die navorsingsartikels wat van yspaktoepassing gebruik gemaak het, geen beskrywing gegee van die aard van yspaktoepassing wat gebruik is nie, Die weglating van sulke relevante inligting maak dit moeilik vir die leser om vergelykings tussen verskillende studieresultate te maak of om die studies te herhaal.

Aanbevelings en tekortkominge wat uit die akute studie na vore gekom het, sien soos volg daar uit:

- 4.3.6 Die klein aantal proefpersone wat in die akute studie gebruik is, is 'n leemte, aangesien uitskieters en die groot variasie tussen die verskillende waardes van die onderskeie netbalspelers die gemiddelde waardes en ANOVA-resultate nadelig kon beïnvloed het. Daar word dus aanbeveel dat soortgelyke toekomstige ondersoeke van groter groepe gebruik moet maak.
- 4.3.7 Daarbenewens is daar slegs van netbalspelers uit 'n klein geografiese gebied gebruik gemaak. Veralgemening van dié bevindinge kan dus nie gemaak word ten opsigte van netbalspelers reg oor Suid-Afrika nie. Dit sal gevolglik raadsaam wees om in opeenvolgende studies van spelers reg oor Suid-Afrika gebruik te maak.
- 4.3.8 Ten slotte sal dit raadsaam wees om 'n uitgebreide studie te onderneem waarin die studie-ontwerp sodanig verander word dat dit die herstelfasiliteeringskapasiteit van krioterapie in 'n werklike oefenings- of kompetisie-opset bepaal word. Die huidige studie vorm egter 'n basis vir verdere navorsing wat op krioterapie gerig is.

# HOOFSUK 5



5

BYLAE

---

BYLAAG A:

OUTEURSVOORSKRIFTE

---

## BYLAAG A

### OUTEURSVOORSKRIFTE

SUID-AFRIKAANSE TYDSKRIF VIR NAVORSING IN SPORT, LIGGAAMLIKE  
OPVOEDKUNDE EN ONTSPANNING

#### INLIGTING AAN OUTEURS

Die *Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Navorsing in Sport, Liggaamlike Opvoedkunde en Ontspanning* word gepubliseer deur die Universiteit Stellenbosch. Bydraes op die terreine van Sportwetenskap, Bewegingsopvoedkunde, Rekreasiekunde, Oefenkunde en Dansstudies sal vir publikasie oorweeg word. Die voorgelegde manuskrip sal deur 'n vakredakteur gadministreer word en deur twee of meer referente geëvalueer word. Die beslissing oor die geskiktheid van 'n bepaalde artikel vir publikasie berus by die Redaksionele Komitee.

#### VOORLEGGING

Manuskripte moet in een-en-'n-half-spasiëring getik en in laserkwaliteit in "Times New Roman" met 12-punt-lettergrootte op A4-papier gedruk word. 'n Maksimum van 20 bladsye (tabelle, figure, verwysings, ens. ingesluit) sal toegelaat word. Die oorspronklike kopie (duidelik aangedui) en drie eksemplare moet gestuur word aan:

Die Redakteur

*Redaksionele Kantoor*

S.A. Tydskrif vir Navorsing in Sport, Liggaamlike

Tel: 021-808 4915 / 4724

Opvoedkunde en Ontspanning

Faks: 021-808 4817

Departement Sportwetenskap

E-pos: [floris@sun.ac.za](mailto:floris@sun.ac.za)

Privaatsak X1

7602 Matieland

*Republiek van Suid-Afrika*

LW. Artikels kan ook per e-pos ingedien word.

#### VOORWAARDES

'n Getekende verklaring rakende oorspronklikheid moet die manuskrip vergesel. Ten tye van die voorlegging moet die outeur 'n geskrewe verklaring indien dat die artikel nie voorheen gepubliseer is nie en ook nie tans elders vir publikasie voorgelê word nie. Indien die artikel uit

'n Magistertesis of Doktorale proefskrif voortvloei, vereis navorsingsetiek dat die student as eerste outeur dien, ongeag wie die artikel geskryf het. Manuskripte moet TAALVERSORG wees en die naam, adres en telefoonnommer van die taalversorger moet verskaf word met die voorlegging. Na ontvangs van 'n geskrewe bevestiging van die Redakteur dat die artikel vir publikasie in die Tydskrif aanvaar is, moet 'n finale uitdruk van die manuskrip en 'n virusvrye disket aangebied word. Die "DOC"-lêer op die disket moet in MS WORD verskaf word (sien Figure). Dit kan ook per e-pos as 'n aangehegte lêer gestuur word.

## VOORBEREIDING VAN DIE MANUSKRIP

### Titelblad

Die eerste bladsy van elke manuskrip moet die *titel* in Afrikaans én Engels bevat, asook die *name* (titel, eerste naam voluit en ander voorletters, van) van die outeur(s), die *telefoonnommers* (werk en huis), *faksnommer*, *e-posadres* (indien beskikbaar) en die *studieveld*. Die volledige posadres van die eerste outeur en die inrigting waar die werk uitgevoer is, moet verskaf word. 'n Beknopte titel van nie meer as 45 karakters (spasies ingesluit) word benodig vir gebruik as lopende opskrif ("running heading").

### Uittreksel

Elke manuskrip moet vergesel wees van 'n uittreksel (*abstract*) van ongeveer 150-200 woorde *in Engels* as 'n enkelparagraaf met een-en-'n half-spasiëring. 'n Lys van drie tot sewe Engelse sleutelwoorde ("keywords") is noodsaaklik vir indekseringsdoeleindes en moet onderaan die uittreksel getik word.

Slegs Afrikaanse artikels moet 'n bykomende *langer* opsomming (500-1000 woorde) in Engels insluit met die Engelse titel van die artikel vooraan. Dit moet net voor die bronnelys op 'n nuwe bladsy begin.

### Teks

Die titel van die artikel moet, sonder die name van die outeurs, gesentreer bo-aan die teks verskyn. Gaan voort met die teks en verseker dat die tegniese uitleg (opskrifte, sy-opskrifte, ens.) ooreenkom met dié van die jongste uitgawe van hierdie Tydskrif. Gebruik net een spatie tussen sinne.

### Tabelle en figure

Elke tabel en figuur moet met *Arabiesse* syfers (1,2, ens.) genommer wees en elkeen op 'n aparte bladsy aangebied word (ook op die disket). Tabelle moet 'n opskrif *bo-aan* hê en figure benodig 'n byskrif *onderaan* wat nie deel van die figuur moet uitmaak nie. Vir die skanderingsproses moet die uitdrukke van figure en tekeninge van hoogstaande lasergehalte wees. Slegs *oorspronklike* foto's sal aanvaar word (fotokopieë of negatiewe is onaanvaarbaar). Dui aan waar in die teks die tabel/figuur moet verskyn. Verskaf die waardes vir die koördinate vir lyn- of pilaargrafieke (figure) as 'n MS EXCEL-lêer (.exl) of WORD-dokument (.doc), asook die werklike grafiese figure in dieselfde lêer. Die naam van die outeur moet duidelik op die agterkant van die uitdruk van elke tabel en figuur aangedui word. Nota: Maak gebruik van die desimale PUNT (nie die desimale komma nie).

### Verwysings

In die *teks* moet die Harvard-verwysingsmetode gebruik word deur die naam van die outeur te noem en die datum tussen hakies te plaas, *byvoorbeeld*: Daly (1970); King en Leathes (1986); (Botha & Sonn, 2002); McGuines *et al.*(1985) of (Daly, 1970:18) waneer die naam van die outeur nie in die sin self gebruik word nie. Wanneer meer as een outeur genoem word, word hulle chronologies gerangskik. Let daarop dat *et al.* in die teks gebruik word wanneer daar meer as twee outeurs is, maar nooit in die verwysingslys nie.

### Lys van verwysings

Slegs die bronne waarna in die teks verwys word, moet alfabeties volgens die van van die outeur (in hoofletters) in die verwysingslys, met die opskrif 'Verwysings' (hoofletters), opgeneem word. Die verwysingslys begin op 'n nuwe bladsy.

Wanneer daar na artikels in *TYDSKRIFTE* verwys word, moet die vanne en voorletters (hoofletters) van al die outeurs aangegee word, die publikasiedatum (tussen hakies), die volledige titel van die artikel, die volledige naam van die tydskrif (kursief), die volumenummer, die reeksnommer (weglating slegs as die betrokke tydskrif nie reeksnommers het nie) tussen hakies, gevolg deur 'n dubbelpunt, spasie, en die eerste en laaste bladsynommer met 'n koppelteken tussenin.

---

*Voorbeeld:*

VAN WYK, G.J. & AMOORE, J..N. (1995). Die bepaling van momentwaardes van spanning in die ekstensor spiere van die kniegewrig tydens fleksie en ekstensie. *Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Navorsing in Sport, Liggaamlike Opvoedkunde en Ontspanning*, 18(1): 77-97.

---

In die geval van *BOEKE* as verwysingsbron, moet die naam van outeur of redakteur (Red.) aangegee word, gevolg deur die datum van uitgawe tussen hakies, die titel van die boek (kursief) soos dit op die *titelblad* verskyn, die druknommer tussen hakies, die plek van uitgawe (in die geval van die VSA, sluit die afkorting vir die staat in hoofletters in), gevolg deur 'n dubbelpunt, en die uitgewer se naam.

---

*Voorbeeld:*

JEWETT, A.E.; BAIN, L.L. & ENNIS, C.E. (1995). *The curriculum process in physical education* (2<sup>nd</sup> ed.). Madison, WI: Brown & Benchmark.

---

Vir 'n HOOFTUK in 'n boek word die bladsynommers van die hoofstuk tussen hakies (nie kursief nie) na die titel van die boek gegee. Verdere voorbeelde en besonderhede kan in die jongste uitgawe van die Tydskrif geraadpleeg word.

---

*Voorbeeld:*

DE RIDDER, J.H. (1999). Kinanthropometry in exercise and sport. In L.O. Amusa; A.L. Toriole & I.U. Onyewadume (Eds.), *Physical education and sport in Africa* (235-263). Ibadan (Nigeria): LAP Publications.

---

Wanneer daar na *ELEKTRONIESE BRONNE* verwys word, geld dieselfde reëls as by 'n gedrukte medium (waar beskikbaar). Die elektroniese verwysing volg op die bibliografiese verwysing. 'n Webbladsy sal byvoorbeeld die volgende inligting bevat: Naam van outeur(s) (indien bekend), jaartal van publikasie of laaste hersiening, titel van werk tussen aanhalingstekens, titel van webbladsy in kursiewe letters, URL ("Uniform Resource Locater") of webadres tussen tekshakies (geen punt volg op die adres nie) en datum van soektog. Kyk byvoorbeeld na "*How to cite information from the internet and the world wide web*" by <http://www.apa.org/journals/webref.html> vir spesifieke voorbeelde. Om na 'n webadres in die teks te verwys word slegs die adres genoem. Let op dat na persoonlike kommunikasie, soos e-pos, net in die teks

---

---

verwys word en dat dit nie in die lys van verwysings opgeneem word nie.

---

*Voorbeeld van Webwerf:*

Ackermann, E. (1996). "Writing your own Web Pages." *Creating Web Pages*.  
Hyperlink [<http://www.mwc.edu/ernie/writeweb.html>]. Retrieved 22 October 1999.

---

#### ADMINISTRASIE

Ten einde te verseker dat die proses nie vertraag word nie, word u versoek om asseblief die bogenoemde voorskrifte noukeurig na te volg. Artikels wat nie aan die voorskrifte voldoen nie, sal sonder evaluering aan die outeur teruggestuur word. Outeurs is verantwoordelik vir die verkryging van kopiereg en reproduksieregte ten opsigte van alle figure. Die oorspronklike manuskripte en illustrasies sal een maand na publikasie vernietig word tensy die aangevra word.

'n Komplimentêre kopie van die tydskrif en vyf stelle oordrukke van die artikel sal aan die korresponderende outeur gestuur word. Bladfooie van R80 per bladsy moet na ontvangs van 'n rekening aan die redakteur betaal word.