



Cold Packs



Geschreven door | Anouk Dantuma - S.0191108
Datum | 2 September 2011
In opdracht van | Pronova Laboratories B.V.
& Universiteit Twente,
Opleiding Industrieel Ontwerpen



UNIVERSITEIT TWENTE.

Dit rapport is bestemd voor:



Pronova Laboratories B.V.	Universiteit Twente
Kruitpad 16	Opleiding Industrieel Ontwerpen
1398 CP Muiden	postbus 217, 7500 AE Enschede
tel. (0294) 466611	tel. (053) 4899111

Cold packs

Geschreven door:
Anouk Dantuma | s.0191108

A handwritten signature in black ink that reads 'Anouk Dantuma'.

Examencommissie:
Prof. dr. ir. W.A. Poelman
W.O. Schotborgh
R. Jongerius

19 september 2011 | oplage: 4
aantal pagina's: 52 | aantal bijlagen: 8
Rapportkenmerk: UT/IO-0191108.1104-02.09.11

Dit rapport is geschreven in het kader van de Bachelor Eindopdracht Industrieel Ontwerpen.



Samenvatting

Het doel van deze opdracht is Pronova Laboratories B.V. te helpen bij het ontwikkelen van een nieuw type koelkompres dat gebruikt kan worden bij de behandeling van zoveel mogelijk verschillende blessures, en liefst kan koelen zonder dat hiervoor een diepvries voor nodig is. Dit doel wordt nagestreefd door te onderzoeken welke mogelijkheden er zijn om dit te realiseren en op basis hiervan twee tot vier productvoorstellen te doen. De realisatie van dit doel kan worden onderverdeeld in drie fasen:

In de eerste fase is onderzocht hoe het lichaam reageert op koude en wanneer koude therapie toegepast wordt. Uit verschillende literaire bronnen is gebleken dat het lichaam reageert op koude met een aantal reacties waarvan vaatvernauwing (vasoconstrictie) de belangrijkste is. Bij het behandelen van een blessure is vasoconstrictie van belang, omdat hiermee de bloedtoevoer geremd wordt, en er zodoende minder zwelling en pijn optreedt. Ook het uitoefenen van druk en het hoogleggen van het gebliesseerde lichaamsdeel kan hier een bijdrage aan leveren. Om de zwelling zoveel mogelijk tegen te gaan is het dan ook van belang dat er zo snel mogelijk nadat de blessure is opgelopen gekoeld wordt.

In het tweede deel van deze opdracht is een marktonderzoek gedaan. Zo is er onderzocht welke concurrerende producten er op de markt zijn. Hieruit is naar voren gekomen dat er naast de welbekende cold packs ook cold sprays, cold gels, cold wraps en cold patches zijn. Daarnaast is er in deze fase van de opdracht een enquête uitgevoerd om te achterhalen hoe er door de consument wordt omgegaan met blessures. Hieruit is sterk naar voren gekomen dat men zich ervan bewust is dat koelen helpt bij een blessure, maar dat veel consumenten echter niet goed weten wanneer, hoe lang en hoe vaak er het best gekoeld kan worden. De consument gebruikt bij het behandelen van een blessure het liefst de bekende gel packs, en gelooft vaak niet zo in de werking van de minder bekende producten zoals de cold gel of cold spray.

De derde en laatste fase van deze opdracht betreft het daadwerkelijke ontwerpen. Er is onderzocht welke verschillende koelprincipes er beschikbaar zijn, en er is middels een berekening bepaald welke van deze methoden geschikt zijn om toegepast te worden in een koelproduct. Hieruit is gebleken dat het warmte-overdrachtsprincipe, een endotherme oplosreactie en verdampingswarmte de beste principes zijn om een product op te baseren. De overige principes bieden ofwel niet voldoende koeling, waardoor er teveel materiaal voor nodig is, of zijn te duur voor een consumentenproduct. Op basis van deze koelprincipes zijn de nodige productideeën geschetst, welke

vervolgens aan het programma van eisen getoetst zijn om te bepalen welke van deze ideeën verder uitgewerkt zouden worden. De uitgewerkte concepten zijn tevens de gedane productvoorstellen.

Het eerste concept, koelvleugels, betreft een gelkompres dat is verwerkt in een soort zwemvleugeltje. Het oefent compressie uit op de blessure en blijft gemakkelijk op zijn plaats zitten. Het kompres is voorzien van een warmte-reflecterend folie, waardoor het product langer koud blijft. Het product is biologisch afbreekbaar. De geschatte verkoopprijs is €14,00.

Het tweede concept, flexibel kompres, betreft een gelkompres dat in een speciaal hoesje gestopt kan worden. Het hoesje is voorzien van een warmte-reflecterend folie en is bedekt met klittenband. De banden blijven kleven in dit klittenband, en zorgen ervoor dat er druk wordt uitgeoefend en het kompres op zijn plaats blijft zitten. Het kompres is biologisch afbreekbaar. De geschatte verkoopprijs is €14,76.

Het derde concept, zout in zakje, is een nieuw type instant cold pack. Doordat het geactiveerd wordt door het kompres uit elkaar te trekken kan het gemaakt worden van een dikkere folie, waardoor het product beter schokbestendig is dan de bestaande modellen. Het product is biologisch afbreekbaar. De geschatte verkoopprijs is €1,75.

Het laatste concept, instant gaskompres, lijkt op het koelvleugels concept, maar maakt gebruik van het verkoelende CO₂-gas om het product op te blazen. CO₂ capsules kunnen gemakkelijk worden in- en uitgeschoefd, wat het product herbruikbaar maakt. De prijs van het product is geschat op €11,55, nieuwe CO₂ capsules kosten ca. €5,06 per stuk.

Naar aanleiding van het onderzoek en de hieruit volgende concepten is op te maken dat er voldoende mogelijkheden zijn om een nieuw type koelkompres te ontwikkelen. Hierbij moet wel worden opgemerkt, dat veel van deze mogelijkheden niet of nauwelijks aansluiten bij de wensen van de consument, die zich toch grotendeels vastklampt aan de eenvoud en de lage(re) prijzen van de standaard koelconcepten. Een product zoals het concept 'zout in zakje' beschrijft, zal naar verwachting dan ook de meeste successen boeken op de markt. Of dit voldoende innovatief is om een product te kunnen zijn van Pronova Laboratories, is echter te betwijfelen.

Summary

The goal of this project is to assist Pronova Laboratories B.V. in developing a new type of cold pack, which can be used to treat as many injuries as possible. Preferably, this product does not need a fridge to cool. Based on an analysis of the possibilities for developing this product, two to four product suggestions will be made. The process so far can be divided into three parts:

During the first part, research has been done on how the human body responds to cold and when cryotherapy is used. Different literary sources showed the body responds to cold with a number of reactions of which vasoconstriction is the most important. In treating injuries like sprains, vasoconstriction is important because it restrains the blood flow towards the injured body part, which reduces swelling and pain. To prevent swelling, it is important to cool the injury as quickly as possible. Also, elevation and compression are often used to further help reduce swelling.

The second part of the project contains market research. Research has been done to find competing products. This showed that except for the well-known cold packs, there are also products like cold sprays, cold gels, cold wraps and cold patches. During this part of the project, a survey has also been done to find out about the way consumers treat their sprains. The survey showed that most people do know about the positive effect of cryotherapy, though they don't know how long, how often and when to cool their injuries. They tend to prefer the use of cold packs over the less-known products like cold gel or cold spray, and seem to think these products are less useful.

The last part is all about designing the product suggestions. Before starting with drawing, research has been done to find out which methods could be used for cryotherapy, and which of these are suitable for a product like this one. This showed that heat flow, endothermic reactions and evaporation heat are the best methods to be used in a consumer product. The other methods didn't cool enough, which means the product would get way too big, or were too expensive for a consumer product. Based on the three methods that are suitable, a number of product ideas have been sketched. By scoring these ideas using the earlier set requirements, four ideas have been selected for further development. These further developed concepts are also the product suggestions.

The first concept, inflatable cooling armband, is a gel pack which is incorporated in what looks like an inflatable armband. It puts pressure on the injured body part, and keeps the cold pack in place. The product is provided with a heat-reflecting foil, which makes the product stay cold longer. The product is biologically degradable and costs about € 14,00.

The second concept, flexible cold pack, consists of a gel pack that can be put in a special cover. This cover is lined with a heat-reflecting foil and covered with Velcro on one side. The straps, which are used to position the cold pack and come in different lengths, cling into the Velcro which makes this product useful to treat all kinds of injuries. The product is biologically degradable and costs about € 14,75.

The third concept, salty pouch, is a new type of instant cold pack. Since it can be activated by pulling the pack apart, instead of squeezing it, the foil of which the product is made can be thicker, which makes it harder to be broken by accident. The product is biologically degradable. The price is about € 1,75.

The last concept, instant gas pack, is quite alike to the first concept, except for the fact that it is inflated with the cooling gas CO₂. CO₂ capsules can easily be screwed on and off, which makes the product reusable. The price is around €11,55. New CO₂ capsules can be purchased for a price of about €5,06.

The process has shown there are several possibilities to develop a new type of cold pack. Important to notice, however, is that most of these possibilities don't meet up with the consumer's wishes; the consumer prefers the simplicity of the cheaper cold packs. A product like described in the 'salty pouch' concept, will probably be most successful on the market. However, it can be questioned whether a product like this is innovative enough to fit in Pronova Laboratories' portfolio.

Inhoud

Samenvatting.....	5	7.2. Endotherme reactie	31
Summary	6	7.2.1. Losse zoutkristallen	31
Inhoud.....	7	7.2.2. Zoutkristallen in zakje.....	31
Inleiding	9	7.2.3. Endotherm pompkompres	31
1. Cryotherapie	11	7.2.4. Instant zoutkompres	32
1.1. Waarneming van koude.....	11	7.3. Warmtestroom	32
1.2. Cryotherapie.....	11	7.3.1. Verkoelende sok.....	32
1.2.1. Directe behandeling	12	7.3.2. Standaard gelkompres	32
1.3. Een bijdrage aan cryotherapie.....	12	7.3.3. Verkoelend schoeisel.....	33
2. Concurrentie	13	7.3.4. Flexibel kompres	33
2.1. Cold packs.....	13	7.3.5. Koelvleugels.....	33
2.1.1. Ice packs	13	8. Conceptselectie.....	35
2.1.2. Instant cold packs	13	9. Koelvleugels	37
2.1.3. Gel packs.....	13	9.1. Ontwerp.....	37
2.2. Cold spray.....	14	9.2. Afmetingen	37
2.3. Cold gel.....	14	9.3. Materialen	38
2.4. Cold wrap	15	9.4. Kostenschatting.....	38
2.5. Cold patch	15	10. Flexibel kompres	39
2.6. Overzicht	15	10.1. Ontwerp.....	39
3. De consument.....	17	10.2. Afmetingen	39
3.1. Onderzoekopzet.....	17	10.3. Materialen	40
3.2. Resultaten.....	18	10.4. Kostenschatting.....	40
3.3. Conclusies.....	19	11. Zout in zakje.....	41
3.4. Reflectie op kwaliteit	19	11.1. Ontwerp.....	41
4. Programma van eisen	21	11.2. Afmetingen	41
5. Gebruiksscenario.....	23	11.3. Materialen	42
6. Koelprincipes	25	11.4. Kostenschatting.....	42
6.1. Verdampingswarmte	25	12. Instant gaskompres.....	43
6.2. Endotherme reactie.....	26	12.1. Ontwerp	43
6.3. Warmtestroom	26	12.2. Afmetingen.....	44
6.4. Thermo-elektrisch effect	27	12.3. Materialen.....	45
6.5. Overige principes.....	27	12.4. Kostenschatting.....	45
6.5.1. Verkoelende ingrediënten	27	13. Overzicht.....	47
6.5.2. Vasoconstrictoren	28	Conclusies	48
6.6. Conclusies.....	28	Aanbevelingen.....	49
7. Ideevorming	29	Literatuurlijst.....	50
7.1. Verdampingswarmte.....	29	Bijlagen.....	i-xxvii
7.1.1. Verkoelende spray	29		
7.1.2. Gaskompres.....	29		
7.1.3. Pompkompres	30		
7.1.4. Instant gaskompres.....	30		



Inleiding

Pronova Laboratories B.V., ofwel Pronova, is opgericht in 1997. Pronova ontwikkelt en verwerft medische consumptieproducten welke zonder doktersrecept gebruikt kunnen worden, en brengt deze vervolgens op de markt. Het bedrijf focust op innovatieve producten die gebruiksvriendelijker en/of effectiever zijn dan soortgelijke producten. Het bedrijf richt zich vooral op marketing en verkoop, de productie van haar producten is uitbesteed. Het succes van Pronova is gebaseerd op haar vaardigheden en haar grote distributienetwerk (Pronova Laboratories B.V., z.d.).

Op dit moment heeft Pronova vijf producten op de markt gebracht: Wartner, WartnerPro, Licatack, Prevner en Tickner. Op dit moment zijn al deze producten doorverkocht, en is het bedrijf druk bezig om nieuwe producten toe te voegen aan haar portfolio. Pronova streeft ernaar om ieder jaar tenminste twee nieuwe producten op de markt te brengen (Pronova Laboratories B.V., z.d.). Ideeën voor een nieuw product worden vaak binnen het bedrijf zelf aangedragen, maar niet verder uitgewerkt; hiervoor zoekt Pronova contact met een onderzoeks- of ontwerpbureau.

Voor mijn bachelor eindopdracht ben ik voor Pronova bezig geweest met de bekende koelkompressen, welke vaak gebruikt worden om de zwelling en pijn bij blessures tegen te gaan. Hoewel het gebruik van dergelijke koelkompressen effectief is, kleven er een aantal nadelen aan. Zo is er een vriezer nodig om de kompressen koud te kunnen houden, iets dat in veel gevallen (zoals langs het voetbalveld) niet mogelijk is. Daarbij is het formaat van deze kompressen volgens de opdrachtgever (Pronova Laboratories B.V.) niet geschikt om de blessure goed te kunnen behandelen; of het kompres is te groot, of het is te klein.

Pronova hoopt het eerste probleem te kunnen oplossen door een koelkompres te ontwikkelen dat koelte biedt door middel van de verdamping van een sterk verkoudend gas, een principe dat ook in andere producten van Pronova, Wartner en Tickner, erg succesvol is gebleken. In het ontwerp van dit product kan dan tevens worden geprobeerd het tweede probleem op te lossen, door de grootte van het koeloppervlak variabel te maken. Op deze manier kan het bedrijf met de kennis die al beschikbaar is een nieuw innovatief product ontwikkelen dat, gezien de grote voordelen die het met zich mee brengt, naar verwachting succesvol op de markt te brengen is.

Het doel van deze opdracht is dan ook Pronova Laboratories B.V. te helpen bij het ontwikkelen van een innovatief type koelkompres dat geschikt is om te gebruiken bij de

behandeling van zoveel mogelijk verschillende blessures, waarbij het wenselijk is dat dit product koelt zonder dat hiervoor een vriezer nodig is. Dit doel wordt nagestreefd door te onderzoeken welke mogelijkheden er zijn om dit te realiseren en op basis hiervan twee tot vier productvoorstellen te doen.

De realisatie van dit doel kan worden onderverdeeld in drie fasen, waarvan het verloop opeenvolgend in dit verslag is beschreven:

In de *eerste fase*, beschreven in *hoofdstuk 1* van dit verslag, is onderzocht hoe het lichaam reageert op koude, in welke situaties koude therapie wordt toegepast, welke andere technieken gebruikt worden om een behandeling met koude therapie te ondersteunen en wat fysiek gezien belangrijk is bij het koelen van een blessure.

De *tweede fase*, beschreven in de *hoofdstukken 2 en 3*, omvat het marktonderzoek. In deze fase is onderzocht welke concurrerende producten er op de markt zijn. Tevens is een enquête uitgevoerd om te achterhalen hoe de consument momenteel omgaat met blessures, welke producten hiervoor gebruikt worden en hoeveel men eigenlijk weet van koude therapie als eerste hulpmiddel bij een blessure. In deze fase is veel duidelijk geworden omtrent de gebruikseisen die gesteld worden aan een koelproduct en wat de meest voorkomende blessures zijn.

De *derde en laatste fase* is de ontwerpfase van deze opdracht. Deze fase omvat het programma van eisen (*hoofdstuk 4*), gevolgd door een illustratie van het gewenste gebruik middels een scenario (*hoofdstuk 5*), een onderzoek naar de verschillende koelprincipes waarop het nieuwe koelproduct gebaseerd zou kunnen worden (*hoofdstuk 6*) en het daadwerkelijke ontwerpproces (*hoofdstuk 7 en verder*). In deze fase wordt toegewerkt naar een totaal van 4 productvoorstellen welke tot hetzelfde niveau zijn uitgewerkt. Het doel is om voor ieder concept de werking, het formaat en de materialen uit te werken, zodat het mogelijk is een goed beeld te vormen van hoe het product eruit zal zien en hoeveel het ongeveer zal kosten.

Het verslag wordt afgesloten met een overzicht van de concepten, de conclusies die getrokken zijn tijdens de duur van deze opdracht en aanbevelingen voor het voortzetten van het ontwikkelingstraject horende bij dit nieuwe type koelproduct.



Fig. 1. Zereenkel

1. Cryotherapie

Wanneer gesproken wordt over koude speelt de huid een belangrijke rol; ten slotte is het de huid waarmee koude wordt waargenomen. Maar welke temperatuur wordt nu als koud ervaren? Iedereen heeft hier een andere mening over, maar er moet toch een medische oorzaak zijn voor het ervaren van koude. In dit hoofdstuk wordt dieper ingegaan op de huid en hoe zij koude waarneemt. Tevens wordt uitgelegd wat cryotherapie is, en wat ervoor nodig is om een blessure goed te kunnen behandelen.

1.1. Waarneming van koude

De huid is het grootste orgaan in het menselijk lichaam. Het beschermt het lichaam tegen kwalijke invloeden van buitenaf, zoals ziektekiemen en UV-straling, maar zorgt er ook voor dat de temperatuur van het lichaam niet te hoog of laag wordt (Farzana, 2001). Hoewel de temperatuur van het lichaam constant rond 37 °C schommelt, is de temperatuur van de huid niet constant. De huidtemperatuur is afhankelijk van de omgevingstemperatuur; bij een omgevingstemperatuur van 50 °C zal de huidtemperatuur tussen 35 en 37,5 °C liggen, terwijl deze bij een omgevingstemperatuur van 15-20 °C lager ligt, zo tussen 32 en 35 °C (Freitas, 1999). Daarnaast is de temperatuur van de huid ook niet overal over het lichaam gelijk; in een extreem koude omgeving kan het verschil zelfs bijzonder groot worden: in een expeditie in Denali is 6 °C in de extremiteiten en 31 °C op de borst gemeten (NOVA, 2000).

Of een temperatuur als warm of koud wordt ervaren, is afhankelijk van de energiestroom naar en van de huid. Wanneer de omgevingstemperatuur lager ligt dan de temperatuur van de huid, zal deze als koud worden ervaren, en vice versa. Het lichaam probeert de omgevingstemperatuur hierop tegen te gaan door warmer of kouder te worden; wanneer de omgevingstemperatuur als warm ervaren wordt probeert het lichaam af te koelen, wanneer de omgevingstemperatuur als koud ervaren wordt zal het lichaam proberen op te warmen (Farzana, 2001).

Zoals geldt voor alle tactiele waarnemingen, verloopt ook de waarneming van koude via de zenuwen in de huid. De zenuwen in de huid bestaat uit vele verschillende receptoren, waaronder ook koude receptoren: de TRPM8-proteïnen. Wanneer de huid in contact komt met iets kouds, worden deze receptoren geactiveerd. Ook sommige stoffen, zoals bijvoorbeeld menthol, kunnen deze activatie tot stand brengen (Sherkheli et. al., 2007). De activatie van deze proteïnen zorgen ervoor dat cal-

cium- en natriumionen de cel binnengelaten worden. De chemische reactie die het intreden van deze stoffen veroorzaakt wordt door ons ervaren als koude (Sherkheli et. al., 2007). Koude receptoren zijn zowel aan het oppervlak als dieper in de huid te vinden. Hierdoor kan het verloop van de temperatuur naar binnen worden waargenomen, wat voor het lichaam belangrijk is om de benodigde reactie te kunnen bepalen (Schafer et. al., 1986).

Een van de eerste reacties van het lichaam op koude is het welbekende rillen; het lichaam probeert zichzelf hiermee warm te houden door te bewegen. Wanneer de waargenomen temperatuur laag genoeg ligt, zal vervolgens vasoconstrictie ofwel vaatvernauwing optreden (Pozos & Danzl, 2001). Wanneer iemand zich in het geheel in een koude omgeving begint, zullen als eerst de bloedvaten in de extremiteiten (vingers en tenen) vernauwen, gevolgd door de handpalmen en de voeten, en zo verder tot men onderkoeld begint te raken en meer lichamelijke functies begint te verliezen. Wanneer het lichaam echter plaatselijk koude ondergaat, zoals bij het koelen van een blessure, is dit niet het geval en worden de bloedvaten op deze specifieke plaats van het oppervlak af vernauwd.

1.2. Cryotherapie

Cryotherapie betekent letterlijk koude therapie; het is de medische behandeling waarbij een substantie wordt aangebracht op het lichaam waardoor warmte aan (een deel van) het lichaam wordt onttrokken, wat ertoe leidt dat de temperatuur in het weefsel daalt. (Knight, 1995).

Cryotherapie is dus een breed begrip, een soort overkoepelende term voor veel verschillende technieken. Gebaseerd op het doel waarvoor het wordt gebruikt, kunnen cryotherapeutische technieken worden onderverdeeld in vijf categorieën (Knight, 1995):

1. Directe behandeling: het koelen van verwondingen zoals blessures of brandwonden direct nadat het letsel is opgelopen, als onderdeel van eerste hulp
2. Revalidatie: het koelen van weefsel tijdens het herstel van verschillende spierletsels als bij-behandeling
3. Chirurgie-ondersteuning: het koelen van weefsel voor, tijdens of na chirurgische behandeling, bijvoorbeeld om organen te preserven tijdens transplantatie
4. Cryo-chirurgisch: het bevriezen van weefsel voor chirurgische doeleinden, zoals het bevriezen van wratten of tumoren
5. Overige technieken

Omdat dit project is gericht op het onderzoeken van de mogelijkheden van een nieuw type koelkompres, wordt hieronder verder ingegaan op de eerste categorie: cryotherapie bij directe behandelingen. De overige categorieën zijn in dit project niet interessant en zullen dan ook niet verder worden uitgelicht.

1.2.1. Directe behandeling

Bij directe behandeling is er sprake van twee duidelijke doelen; ten eerste moet verder letsel worden voorkomen, en ten tweede moeten eventuele vervelende gevolgen van het letsel zoveel mogelijk worden beperkt (Knight, 1995). Het eerste doel is in de meeste gevallen gemakkelijk te realiseren door de gewonde persoon uit de omgeving te halen waarin hij of zij gewond is geraakt. In het geval van een blessure betekent dit dat het geblesseerde lichaamsdeel beter niet teveel belast kan worden, wat in veel gevallen alleen behaald kan worden door tijdelijk niet (of minder) te sporten.

Het tweede doel kan worden behaald door zo snel mogelijk nadat het letsel is opgelopen cryotherapie toe te passen; wanneer het weefsel wordt gekoeld tot een temperatuur tussen 1 en 10 °C, worden een aantal fysiologische reacties opgeroepen in het lichaam die kunnen bijdragen aan het verlichten van de pijn en het verminderen van zwelling, waardoor de herstelprocedure in veel gevallen sneller verloopt (Knight, 1995). Koude beïnvloedt ten eerste de microcirculatie en doorbloeding, doordat de bloedvaten door de kou krimpen (vasoconstrictie). Hierdoor kan het lichaam niet de extra hoeveelheid bloed naar de beschadigde cellen pompen, zoals het anders gedaan zou hebben. Zodoende kan zwelling worden tegengegaan en kunnen ontstekingsreacties grotendeels worden onderdrukt (Meijboom, 2004). Daarnaast werkt koude op zenuwuiteinden in de opperhuid en beïnvloedt het waargenomen pijnniveau, wat ervoor zorgt dat de pijn wordt verlicht en de spieren zich kunnen ontspannen (Chiropractisch Centrum voor rug & nek, z.d.).

De blessure kan het best direct nadat deze is opgelopen worden gekoeld, zodat de meeste zwelling kan worden tegengegaan. Dit mag niet langer dan 15 a 20 minuten achter elkaar, en met tussenpozen van tenminste 2 uur (Chiropractisch Centrum voor rug & nek, z.d.). Wanneer langer gekoeld wordt, gaat het lichaam proberen deze kou te compenseren door meer bloed naar de koude plek te sturen, en dat is nou juist wat je probeert te voorkomen door cryotherapie toe te passen (Meijboom, 2004).



Fig. 2. RICE behandeling

1.3. Een bijdrage aan cryotherapie

Naast het daadwerkelijke koelen zijn er een aantal andere factoren die kunnen bijdragen aan het verminderen van de zwelling en pijn bij een blessure: compressie en elevatie. Door compressie (ofwel druk) uit te oefenen op het geblesseerde lichaamsdeel, door middel van bijvoorbeeld een drukverband, kan zwelling worden tegengegaan. Ook het hoogleggen (elevatie) van een been op een stoeltje of de arm in een mitella kan ervoor zorgen dat er minder zwelling optreedt; Dankzij de druk en de zwaartekracht zal er minder bloed naar de zere plek toe stromen, waardoor er minder sprake zal zijn van zwelling (Meijboom, 2004). Goed koelen blijft echter het meest effectief.

2. Concurrentie

Uit het vorige hoofdstuk is naar voren gekomen dat de toepassing van cryotherapie bij blessures de pijn sterk kan verminderen en de hersteltijd aanzienlijk kan verkorten. Het is dan ook niet vreemd, dat er zoveel producten op de markt zijn die gebaseerd zijn op deze therapie. Dit hoofdstuk geeft een overzicht van deze producten, hun werking en de voor- en nadelen, zodat een goed beeld gevormd kan worden van de concurrentie van het nieuw te ontwikkelen product.

2.1. Cold packs

Een cold pack is een kunststof zakje met daarin water of een gel, dat in de vriezer gelegd kan worden om koud te worden of door middel van een chemische reactie koud wordt. Een cold pack kan worden gebruikt om pijn te verlichten en zwelling terug te dringen. Op de plaats waar de pijn wordt gevoeld wordt het cold pack op het lichaam gedrukt of gelegd. Om ervoor te zorgen dat de klachten niet erger worden dan ze al waren, is het belangrijk om het kompres niet direct uit de vriezer op de huid te leggen. Dit kan ertoe leiden dat bevriezingsverschijnselen, zoals blaren, optreden. Wanneer een cold pack wordt gebruikt moet altijd een dun doekje, zoals een washandje, tussen de coldpack en de huid gelegd worden, zodat deze verschijnselen voorkomen kunnen worden (Meijboom, 2004). In veel gevallen wordt er een hoesje bijgeleverd

wanneer je een cold pack koopt. Cold packs zijn te koop in veel verschillende soorten, vormen en maten, waardoor er eigenlijk altijd wel een te vinden is die aansluit bij de wensen van de gebruiker en de situatie. De verschillende cold packs zullen hieronder kort worden uitgelicht.

2.1.1. Ice packs

Ice packs zijn cold packs gevuld met water, welke in de vriezer of koelkast koud gemaakt dienen te worden. Het water stolt, waardoor het ice pack hard wordt. Een ice pack kan ook gemakkelijk thuis gemaakt worden door bijvoorbeeld ijsblokjes in een washandje te doen en deze te versnipperen. Ice packs zijn uiteraard meerdere malen te gebruiken. Hoe lang het ice pack te gebruiken is hangt af van de grootte, en of het ijs uit een stuk is of dat het meerdere kleine stukjes ijs zijn.

2.1.2. Instant cold packs

Een instant cold pack is een cold pack met water, waarin zich een compartiment met een chemische stof in kristalvorm, meestal ammoniumnitraat, bevindt. Door stevig in de cold pack te knijpen wordt het binnenste compartiment kapot gemaakt, waardoor het ammoniumnitraat en het water met elkaar mengen. De twee stoffen reageren met elkaar volgens een endotherme chemische reactie, waardoor het kompres snel afkoelt tot een temperatuur die ca. 23 °C lager ligt dan kamertemperatuur en 20 – 30 minuten rond deze temperatuur blijft (Liao, 2001). Hierdoor zijn deze coldpacks slechts eenmalig te gebruiken.

2.1.3. Gel packs

Gel packs, ook wel hot/cold packs genoemd, zijn zakjes met daarin een polymeer gel, dezelfde substantie als gebruikt wordt in luiers (Custom Gelpax Inc., z.d.). Hoewel de meeste fabrikanten de ingrediënten van deze gel liever niet bekend maken, is er volgens US patent 4462224 tenminste een type gemaakt van water, propyleenglycol en hydroxypropyl methylcellulose. Voor gebruik als cold pack dient het zakje in de koelkast of vriezer te worden gekoeld. Een gel pack van ca. 10x24 cm dat tot -23 °C wordt gekoeld, blijft gedurende 30 minuten geschikt om een bles-



Fig. 3. Instant cold packs

sure te koelen. Daarna komt de temperatuur van de gel boven 10 °C en is de temperatuur te hoog om nog goed te functioneren (Dunshee & Chang, 1984). Voor gebruik als hot pack dient het zakje te worden verwarmd in de magnetron of in een pan heet water. Gel packs zijn meerdere malen te gebruiken en blijven tijdens gebruik vloeibaar, zelfs wanneer ze bevroren worden tot een temperatuur van -18 °C (Dunshee & Chang, 1984).

2.2. Cold spray

Cold spray is een verkoelende spray, waarvan de werking gebaseerd is op de kooktemperatuur van de actieve stof; wanneer het kookpunt van deze stof gelijk of lager is dan de temperatuur van de huid, zal de stof energie aan de huid onttrekken om te kunnen verdampen. Het gevolg hiervan is dat de temperatuur van de huid en het onderliggende weefsel daalt (Podo 2000, z.d.). Hoe ver de temperatuur van het weefsel daalt is logischerwijs dan ook afhankelijk van de hoeveelheid spray die wordt gebruikt. Over het algemeen wordt aangeraden om met een aantal korte pompstoten te spuiten, en dit tot 4 maal per dag te herhalen (BSN Medical B.V., z.d.).

Er zijn verschillende coldsprays op de markt, waarbij de variatie te vinden is in het actieve ingrediënt. Enkele voorbeelden van dit actieve ingrediënt zijn chloorethaan (Walter Ritter GmbH, z.d.) en isopropyl alcohol (Nexcare cold spray, z.d.). Het voordeel van een spray ten opzichte van een kompres is dat men de handen vrijhoudt, waardoor men tijdens de behandeling andere dingen kan gaan doen.

2.3. Cold gel

Cold Gel werkt volgens een ander principe dan de sprays en kompressen; cold gel brengt geen directe kou aan op de blessure, maar is een mengsel van verschillende stoffen die een verkoelende of helende werking hebben, zoals menthol, glucosamine en MSM (methylsulfonyl-methaan) (Orthopedic Pharmaceuticals, z.d.). De gel zorgt voor een temperatuurdaling van 5 a 6 °C binnen enkele minuten. Deze temperatuur blijft voor tenminste 3 uur gehandhaafd (IcePower, z.d.). Hoewel dit allemaal erg mooi lijkt, is van sommige van de ingrediënten nog niet wetenschappelijk bewezen dat het echt bijdraagt aan weefselherstel of het verminderen van pijn, zoals wel vaak wordt beweerd door fabrikanten van producten zoals deze cold gels (Lang, 2001; Sawitzke et. al., 2008).



Fig. 4. Cold spray

De verkoelende werking van menthol is onlangs wel wetenschappelijk bewezen. Of menthol ook bijdraagt aan weefselherstel is echter niet duidelijk.

Cold Gel is te koop als zalf, of in de vorm van een roller waarmee de zalf direct kan worden ingemasseed op de geblesseerde lichaamsdelen.



Fig. 5. Cold wrap



Fig. 6. Cold patch

2.4. Cold wrap

Een cold wrap is een (elastische) band die doordrenkt of gevuld is met cold gel. De wrap kan om het geblesseerde lichaamsdeel worden gewikkeld, waardoor tijdens het koelen ook direct compressie geleverd wordt (Cold One, z.d.).

De wraps die gevuld zijn met gel zijn over het algemeen speciaal geschikt voor een specifiek lichaamsdeel. Ze moeten voor gebruik in de koelkast of diepvries worden gekoeld. Daarna kunnen ze net als een cold pack, gedurende 20-30 minuten om het geblesseerde lichaamsdeel gewikkeld worden (Cold One, z.d.). Sommige van deze wraps kunnen ook worden gebruikt voor warmte therapie (Elastogel, z.d.).

De wraps die doordrenkt zijn met gel zijn te vergelijken met een elastisch drukverband; deze kunnen toegepast worden op ieder lichaamsdeel. Het beste resultaat kan met deze doordrenkte wraps worden bereikt door ze te koelen voor gebruik, echter zijn deze ook op kamertemperatuur goed bruikbaar, dankzij de warmte-afvoerende werking van de gel waarmee de wrap is doordrenkt (Medisport-Foxx, z.d.).

2.5. Cold patch

De cold patch is een soort pleister die op het geblesseerde lichaamsdeel geplakt kan worden en gedurende 3 uur koud blijft. De cold patch hoeft niet van tevoren gekoeld te worden in koelkast of diepvries en werkt op basis van de verdamping van water op de huid (Deep Freeze, z.d.), volgens hetzelfde principe als de cold spray. De cold patch is erg flexibel, waardoor deze ook geschikt is om op de gewrichten te gebruiken.

2.6. Overzicht

In de vorige paragrafen zijn de verschillende producten die momenteel voor de consument beschikbaar zijn om een blessure te koelen kort behandeld. Voor het overzicht zijn alle producten en de belangrijkste kenmerken in tabel 1 samengevat.

Product	Temperatuur	Gebruiksduur	Flexibel	Eenmalig	Meenemen
Ice pack	als diepvries	20-30 minuten	nee	nee	nee
Instant cold pack	ca. 23 graden daling	20-30 minuten	ja	ja	ja
Gel pack	als diepvries	30 minuten	ja	nee	nee
Cold spray	afhankelijk van gebruikte hoeveelheid	1x aanbrengen	n.v.t.	ja	ja
Cold gel	5-6 graden daling	1x aanbrengen	n.v.t.	ja	ja
Cold wrap	als diepvries	20-30 minuten	ja	nee	ja/nee*
Cold patch	5-6 graden daling	1x aanbrengen	ja	ja	ja

Tabel 1. Overzicht concurrentie



Fig. 7. De meeste blessures worden opgelopen tijdens het sporten

3. De consument

In de eerste twee hoofdstukken is beschreven wat het nut is van cryotherapie, en welke middelen er op de markt zijn om een blessure te kunnen koelen. Dit heeft een goed overzicht geboden van de mogelijkheden die de consument heeft, maar zegt niets over hoe er in werkelijkheid door de consument wordt omgesprongen met blessures en cryotherapie. Door de consument een aantal vragen voor te leggen, kan dit worden onderzocht. Uit het onderzoek zal naar voren komen welke personen het meest gebruik maken van koelproducten, alsmede welke producten en productkenmerken de voorkeur van de consument genieten.

3.1. Onderzoekopzet

Ieder onderzoek begint met een aantal hypothesen die getoetst zullen worden. De hypothesen van dit onderzoek zijn als volgt:

1. Vrouwen en mensen met kleine kinderen (tot 12 jaar) koelen een blessure het vaakst.
2. De meeste blessures worden opgelopen tijdens het sporten.
3. Tenminste 80% van de consumenten heeft wel eens cryotherapie toegepast op zichzelf of op iemand anders.
4. Tenminste 80% van de consumenten weet dat koelen helpt bij blessures.
5. Veel mensen (70%) weet echter niet precies hoe en wanneer cryotherapie het best toegepast kan worden.
6. De consument is het meest bekend met koelcompressen; vooral ice packs en gel packs zijn bekend. Deze worden ook het meest gebruikt.
7. Consumenten kiezen de bekende middelen voor cryotherapie over de minder bekende middelen.

Deze hypothesen zijn getoetst door middel van een schriftelijke enquête. Een enquête is een goed middel om in korte tijd veel mensen te bereiken en zodoende veel resultaten te verkrijgen. Omdat blessures iets is waar vrijwel iedereen wel eens mee te maken krijgt, is het belangrijk een zo groot mogelijke variëteit aan consumenten te bereiken, zodat een realistisch resultaat bereikt kan worden. Hiervoor is een schriftelijke enquête bij uitstek geschikt.

De enquête begint met een aantal vragen over de geënquêteerde zelf: het geslacht en de leeftijd alsmede het gegeven of de geënquêteerde kinderen heeft (en in welke leeftijdscategorie) worden gevraagd. Deze persoonlijke gegevens zouden mogelijkerwijs effect kunnen hebben

op de antwoorden die deze personen geven op de vragen in de verdere enquête.

Vervolgens worden een aantal vragen gesteld over blessures en hoe hiermee wordt omgegaan. Er zal worden gevraagd of de geënquêteerde wel eens een blessure heeft opgelopen, en in welke situatie dit dan eventueel was. Hiermee kan worden bepaald hoeveel personen in hun leven te maken krijgen met een blessure, en in welke situaties blessures het meest worden opgelopen. Hieropvolgend wordt de consumenten gevraagd of zij deze blessure (of een blessure die door iemand anders is opgelopen) gekoeld hebben, hoe lang nadat deze blessure is opgelopen en hoe vaak toen cryotherapie is toegepast, en waarom zo gehandeld is. Op basis van deze gegevens kan een goed beeld worden gevormd van hoeveel de consument weet van de gevolgen die het toepassen van cryotherapie kan hebben voor het herstel van de blessure en of men weet hoe cryotherapie correct toegepast kan worden.

Ten derde wordt een korte definitie gegeven van cryotherapie, wat de gevolgen hiervan zijn en wat de correcte manier van handelen is bij een blessure. Er wordt de geënquêteerden gevraagd of zij dit wisten, en of dit verandert hoe zij tegen cryotherapie aankijken en hoe zij een eventuele toekomstige blessure zouden behandelen, nu zij bekend zijn met deze informatie.

De laatste fase in de enquête is gericht op de verschillende producten die op de markt zijn om cryotherapie te kunnen toepassen. Er wordt gevraagd welke producten de consument kent, en welke hij/zij ook wel eens heeft geprobeerd. Dit geeft een impressie van de bekendheid van de verschillende producten. Vervolgens worden een aantal uitspraken gegeven, waarbij de consument dient aan te geven welke van deze uitspraken hij/zij bij ieder product vindt passen. Samen met twee andere handelingen waarbij de consument ieder product een cijfer moet geven en de producten op volgorde moet zetten van best gewaardeerd tot minst gewaardeerd, geeft dit een goede basis om een beeld te vormen van hoe de consument denkt over de verschillende producten, en naar welk product de voorkeur uitgaat.

De vragen die tijdens de enquête aan bod zijn gekomen, zijn in bijlage A weergegeven. Hierin is tevens het verloop van de vragen weergegeven, waarbij rekening gehouden is met voorgaande antwoorden. Bij het opstellen van de vragen is rekening gehouden met de sturendheid; de vragen moesten voldoende sturend zijn om de consu-

ment direct duidelijk te maken welk type antwoord gewenst is, maar de consument niet 'dwingen' tot een specifiek antwoord.

3.2. Resultaten

Hoewel de respons niet maximaal was, zijn toch 44 mensen geënquêteerd. De uitgebreide resultaten van de enquête zijn te vinden in bijlage B. Hieronder worden de resultaten uitgelicht aan de hand van de gestelde hypothesen.

1. *Vrouwen en mensen met kleine kinderen (tot 12 jaar) koelen een blessure het vaakst: GEACCEPTTEERD.*

Wanneer een vergelijking wordt gemaakt tussen hoe vaak vrouwen en personen met kleine kinderen een blessure van zichzelf of iemand anders koelen en hoe vaak mannen zonder kleine kinderen dit doen, is te zien dat vrouwen (81,25%) vaker gebruik maken van cryotherapie dan de mannen (66,67%) wanneer een blessure van een ander behandeld wordt. Wanneer het een eigen blessure betreft, koelen de mannen (60%) echter wel vaker dan de vrouwen (54,55%). Gemiddeld levert dit een percentage van 65,79% voor de vrouwen tegen 62,5% voor de mannen. De hypothese mag dus worden geaccepteerd, echter wel met bovenstaande kanttekening.

2. *De meeste blessures worden opgelopen tijdens het sporten: GEACCEPTTEERD.*

Deze hypothese is juist. Vrijwel alle respondenten die zeggen wel eens een blessure te hebben opgelopen geeft aan dat dit tijdens het sporten is geweest.

3. *Tenminste 80% van de consumenten heeft wel eens cryotherapie toegepast op zichzelf of op iemand anders: VERWORPEN.*

In totaal hebben 35 van de 44 respondenten wel eens cryotherapie toegepast op zichzelf of iemand anders, wat overeenkomt met 79,55%. De hypothese vraagt om tenminste 80%, wat betekent dat deze moet worden verworpen.

4. *Tenminste 80% van de consumenten weet dat koelen helpt bij blessures: GEEN UITSPRAAK.*

79,55% van alle respondenten heeft wel eens een blessure gekoeld. Verreweg het merendeel van deze personen geeft aan dat zij een blessure een volgende keer weer hetzelfde zullen behandelen, omdat het koelen duidelijk een positieve invloed heeft gehad op de pijn en de zwelling van de blessure. De respondenten die aangeven het koelen een volgende keer anders aan te pakken, geven vaak aan dat zij een volgende blessure sneller en langer zullen koelen of niet meer door zullen sporten. Onder de

respondenten die hun blessure niet gekoeld hebben is de reden vaak het ontbreken van koelmateriaal of het hebben van open wonden, waarbij koelen juist afgeraden wordt. Op basis van deze resultaten kan worden gesteld dat veel mensen nadat zij een keer geblesseerd zijn geweest inzien dat koelen helpt. Belangrijk om hierbij op te merken is echter wel, dat dit alleen de consumenten betreft die wel eens een blessure gekoeld hebben, en dat de andere consumenten (die mogelijk ook afweten van de gunstige gevolgen van koelen) niet zijn meegenomen in deze berekening. Met echte zekerheid kan deze hypothese dus niet worden beantwoord. Zodoende zal er geen uitspraak worden gedaan over de juistheid van deze hypothese.

5. *Veel mensen weten niet precies hoe en wanneer cryotherapie het best toegepast kan worden: GEACCEPTTEERD.*

De mensen die hun blessure gekoeld hebben, geven aan vrijwel direct te hebben gekoeld. Vaak blijft het echter bij een keer koelen, terwijl vaker koelen toch betere resultaten heeft voor het herstel van de blessure. Bovendien geven de respondenten vaak een antwoord als 'het schijnt te helpen' of 'omdat de EHBO regels dit voorschrijven' wanneer wordt gevraagd waarom zij zo gehandeld hebben. Hieruit kan worden opgemaakt, dat mensen vaak een blessure koelen omdat zij gehoord hebben dat dit gunstiger uitpakt dan niet koelen, maar dat zij verder niet precies weten hoe de blessure het best gekoeld kan worden. Deze hypothese is dus juist.

6. *De consument is het meest bekend met koelcompressen; vooral ice packs en gel packs zijn bekend. Deze worden ook het meest gebruikt: GEACCEPTTEERD.*

Uit de enquête is gebleken, dat ice packs en gel packs met respectievelijk 87,1 en 70,96 procent de meest bekende koelproducten zijn. Opmerkelijk is wel, dat de cold sprays en gels onder de consumenten beter bekend zijn dan de instant cold packs. Wat betreft het gebruik steken de ice en gel packs met kop en schouders boven de andere koelproducten uit. De hypothese mag hiermee worden geaccepteerd.

7. *Consumenten kiezen de bekende middelen voor cryotherapie over de minder bekende middelen: GEACCEPTTEERD.*

Als gekeken wordt naar de associaties die de respondenten hebben bij ieder product, is op te maken dat vrijwel ieder product als handig, veilig en comfortabel wordt afgeschreven. De verschillen tussen de producten zijn hierbij over het algemeen niet groot. De consument heeft tot nu toe eigenlijk alleen de ice en gel packs al eens geprobeerd, en wil graag de instant cold packs ook eens

uitproberen. Bij de uitspraak 'zou ik willen proberen', zijn alle producten op deze ene uitspringer na vrijwel even onpopulair. De resultaten van de al eens gebruikte producten en de producten die de consument wil proberen samen, leveren een duidelijk beeld: de consument is redelijk conservatief, en is tevreden met de koelkompresen die ze al eerder gebruikt heeft. Voor onderweg zijn de instant cold packs echter wel erg handig, dus daar durven de respondenten wel een gokje aan te wagen.

3.3. Conclusies

De gebruikersenquête heeft veel belangrijke resultaten geleverd. Wat met name duidelijk is geworden, is dat de consument weliswaar weet dat koelen belangrijk is bij het behandelen van een blessure, maar dat men vaak niet weet hoe lang en hoe vaak gekoeld moet worden voor het beste resultaat. Bovendien gebruikt men liever een koelkompres dan een van de andere middelen die beschikbaar zijn, ondanks dat sommige andere producten het grote voordeel hebben dat deze niet voor gebruik gekoeld hoeven te worden. De meeste consumenten waarderen dit kenmerk echter wel in een product.

Voor het ontwikkelen van een nieuw type koelproduct moet rekening gehouden worden met de consument. Zodoende moet er worden gezocht naar een product dat in gebruik zoveel mogelijk gelijk is aan een koelkompres, maar het liefst niet in de diepvries op temperatuur gebracht hoeft te worden. Daarnaast zou het handig zijn als het product de consument helpt bij het goed koelen van hun blessure, door bijvoorbeeld aan te geven hoe lang er gekoeld moet worden.

3.4. Reflectie op kwaliteit

De kwaliteit van het onderzoek bepaalt voor een groot deel de betrouwbaarheid van de gevonden resultaten. Het is vrijwel onmogelijk om een onderzoek precies zo uit te voeren als van te voren gepland was, maar het is belangrijk om niet teveel af te wijken van het initiële idee, om ervoor te zorgen dat er op de resultaten verder gebouwd kan worden.

Bij dit onderzoek geldt dat het verloop ervan van te voren al vastgelegd was in de enquête, waardoor iedere respondent automatisch de juiste vragen voor zich heeft gekregen. Of de respondent deze vragen naar alle waarheid heeft beantwoord is een tweede, maar dit is iets waar je in ieder onderzoek waar mensen aan te pas komen mee te maken hebt.

Het lastige aan een enquête is om de juiste mensen te bereiken. Door de vragenlijst op te sturen naar zoveel mogelijk verschillende mensen, is de verwachting dat je

respons krijgt van een variërende groep personen, en zo ook resultaten die ieder deel van de consumentengroep dekt. Dit is vaak het probleem, omdat de ene groep meer geneigd is om (sneller) te reageren dan de andere groep, zoals ook deze keer. De resultaten van deze enquête zijn vooral gebaseerd op de antwoorden van personen met een leeftijd tussen de 20 en 25 jaar; zo'n 65% van de respondenten valt in deze leeftijdscategorie. Meer dan twee derde van de respondenten is bovendien een vrouw.

Het gevolg hiervan is, dat de resultaten die gebaseerd zijn op een bepaalde vraag een verkeerde weergave van de werkelijkheid kunnen geven. Sommige hypothesen, zoals in dit geval de eerste, moeten hierdoor zelfs volledig in twijfel getrokken worden.

Over het algemeen geldt voor dit onderzoek, dat de resultaten een goede weergave geven van hoe de categorie van twintig tot vijftientwintigjarigen tegenover het onderwerp staan. Wanneer het nieuw te ontwikkelen koelproduct op deze doelgroep wordt afgestemd, zullen er ook geen problemen ontstaan. Wanneer het product echter voor de gehele consumentengroep geschikt moet zijn, moeten de resultaten van dit onderzoek met een korreltje zout worden genomen.



Fig. 8. Cryotherapie helpt bij blessures

4. Programma van eisen

Tijdens het vooronderzoek en een gesprek met de producent/opdrachtgever, Pronova Laboratories, is veel duidelijk geworden over de belangen van de gebruiker en de producent. Middels een interview met een aantal fysiotherapeuten, welke is terug te vinden in bijlage C, is gezocht naar een verklaring voor het gedrag van de consument en de visie van een expert ten opzichte van het onderwerp blessures koelen. Door de resultaten van het vooronderzoek, interviews en enquêtes samen te nemen, kan een overzicht worden gemaakt van de verschillende eisen en wensen die aan een koelproduct gesteld worden door de verschillende belanghebbenden. Deze eisen en wensen zijn hieronder overzichtelijk weergegeven, en zullen als leidraad worden gebruikt tijdens het ontwerpen van het nieuwe type koelproduct in de rest van deze opdracht.

Medische eisen

- De huid moet gekoeld worden tot een temperatuur tussen 1 en 10 °C.
- Het product moet voldoende verkoeling bieden in maximaal 15 minuten.
- Het product moet verkoeling brengen aan zowel de huid als het dieper liggende weefsel.
- Het product moet vriesschade aan het lichaam voorkomen.
- Het product levert compressie op het geblesseerde lichaamsdeel (wens).

Eisen voor gebruik

- Het product moet met maximaal één hand te gebruiken zijn (aanbrengen niet meegerekend).
- Het gebruik van het product moet logisch zijn; d.w.z. geen handleiding nodig.
- Het product is bruikbaar om de meest voorkomende blessures te kunnen koelen (knie en enkel).
- Het product is bruikbaar om alle blessures mee te koelen (wens).
- Het product is niet te groot; d.w.z. wanneer niet in gebruik, heeft het een volume van maximaal 2 dm³.
- Het product is klein genoeg om overal mee naartoe te nemen; d.w.z. wanneer niet in gebruik, heeft het een volume van maximaal 0,5 dm³ (wens).
- Het product is ook bruikbaar zonder koelkast/diepvries.
- Het product is gemakkelijk te reinigen.
- Het product helpt de gebruiker lang genoeg en op de juiste manier te koelen (wens).
- Het product is herbruikbaar (wens).
- Het product is 'groen' (wens).

Eisen van de producent: Pronova Laboratories B.V.

- De verkoopprijs moet competitief zijn aan soortgelijke producten (productieprijs ca. 10x lager dan verkoopprijs)
- Het product is vernieuwend
- Het product is een medisch hulpmiddel van klasse I of lager.

1.



2.



4.



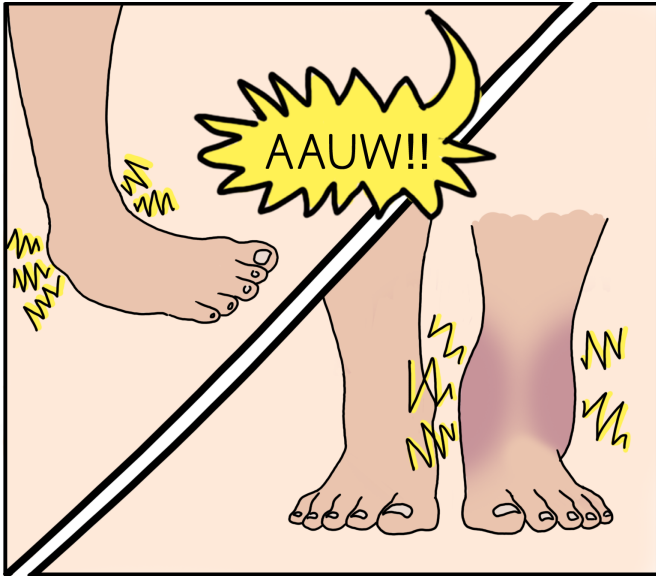
5.



Fig. 9. Gebruiksscenario koelproduct

5. Gebruiksscenario

3.



In het programma van eisen wordt al grotendeels beschreven hoe het te ontwikkelen product eruit moet zien en wat het moet kunnen. Hoewel zo'n puntenlijstje erg handig is om de ontwerpen naar terug te koppelen, is het vaak lastig om op basis hiervan een idee te vormen van hoe het product er daadwerkelijk uit komt te zien en hoe het gebruikt moet worden. Een gebruiksscenario is vaak een handige manier om voor jezelf én voor anderen duidelijk te maken hoe het te ontwerpen product gebruikt moet worden. Het vertaalt het programma van eisen als het ware naar een situatie die men zich goed kan voorstellen. Doordat men zich vaak gemakkelijk kan verplaatsen in een situatie die wordt beschreven in een gebruiksscenario, is het vaak ook gemakkelijker om in te zien of het programma van eisen nog verder aangevuld of aangepast moet worden.

Belangrijk om op te merken, is dat alles in een gebruiksscenario een bepaalde vorm krijgt toegewezen, terwijl dit niet per definitie de vorm is die het product uiteindelijk ook zal krijgen. Zodoende is het belangrijk tijdens het ontwerpen niet té veel vast te houden aan de afgebeelde situatie, maar het ontwerp slechts te baseren op de belangrijkste verhaallijnen.

6.



Het scenario voor het te ontwerpen koelproduct is te zien in fig. 9. Het beschrijft een alledaagse situatie, waarbij duidelijk naar voren komt dat een blessure gemakkelijk is op te lopen. In dit scenario verstuikt het meisje haar enkel tijdens het sporten, maar natuurlijk kan dit ook rondom het huis gebeuren. Het belangrijkste om hierbij te onthouden is dat een blessure vaak op de meest onverwachte momenten komt opzetten, en dat snel koelen in zulke situaties een gunstig effect heeft op de pijn en zwelling die hiermee gepaard gaan. Het scenario laat bovendien ook zien dat het geblesseerde lichaamsdeel beter zo min mogelijk belast kan worden om ervoor te zorgen dat de schade niet groter wordt. Het koelproduct in het gebruiksscenario levert compressie, wat extra helpt om de zwelling te reduceren. Daarnaast hoeft het niet te worden vastgehouden, en geeft het zelf aan wanneer lang genoeg is gekoeld.



Fig. 10. Ijsblokjes

6. Koelprincipes

Om een nieuw type koelproduct te ontwikkelen is het behalve om te weten wat de concurrerende producten zijn ook belangrijk om te weten welke verschillende koelprincipes er zijn, en welke geschikt zijn om toegepast te worden in een koelproduct. Dit hoofdstuk beschrijft de verschillende principes waarop een koelproduct gebaseerd zou kunnen worden, gevolgd door de resultaten van een berekening die bepaalt in hoeverre ieder koelprincipe geschikt is om toegepast te worden in een koelproduct. In de laatste paragraaf worden ten slotte de principes beschreven die niet zozeer gericht zijn op koelen, maar wel dezelfde reacties in het lichaam oproepen en zodoende mogelijk ook geschikt zouden kunnen zijn om gebruikt te worden bij het behandelen van blessures.

6.1. Verdampingswarmte

Verdamping wordt in de natuurkunde beschreven als de overgang van vloeistof naar gas (KNMI, z.d.). Verdamping van een vloeistof treedt op aan het oppervlak, zolang de stof zich in de vloeistoffase bevindt. Op iedere temperatuur kan de vloeistof verdampen, echter treedt meer verdamping op naarmate de temperatuur hoger ligt, doordat de moleculen dan sneller bewegen en dus ook gemakkelijker los kunnen raken van het oppervlak (Newton, 2002). Wanneer de vloeistof haar kooktemperatuur bereikt, zullen ook moleculen die zich niet aan het oppervlak bevinden beginnen te verdampen. Pas nadat alle deeltjes de gasfase bereikt hebben zal de temperatuur weer gaan stijgen, wat betekent dat deze verdamping energie kost (de Schouwer, 2008).

Om een blessure te koelen kan de energie die nodig is om een vloeistof te verdampen worden onttrokken aan de huid en het onderliggende weefsel. Hierdoor zullen de huid en het onderliggende weefsel afkoelen. De cold spray uit hoofdstuk 2 werkt volgens dit principe. Hoe veel het weefsel afkoelt is vanzelfsprekend afhankelijk van de soort en hoeveelheid vloeistof die verdampt moet worden, het oppervlak waarop de vloeistof wordt aangebracht en de omgevingstemperatuur en -druk. Voor het beste resultaat kunnen stoffen worden gebruikt die bij kamertemperatuur snel verdampen, dus waarvan het kookpunt onder kamertemperatuur ligt. Onder andere de koolwaterstoffen met maximaal vier koolstofatomen voldoen hieraan (Ophardt, 2003). Veelgebruikte koelstoffen zijn dan ook dimethylether (DME, $(\text{CH}_3)_2\text{O}$), Difluorethaan (R152A, $\text{F}_2\text{HC}-\text{CH}_3$) en Tetrafluorethaan (R134A, CH_2-FCF_3). Door de stof te bewaren in een houder onder druk, kan deze als vloeistof worden bewaard, waardoor de verdamping volledig aan de huid zal plaatsvinden, in plaats van in de verpakking.

Wanneer de behandeling goed op de omstandigheden wordt afgestemd, kan de blessure met een product dat werkt volgens dit principe optimaal worden behandeld; er kan precies genoeg energie worden onttrokken aan het gebleesde weefsel om de juiste temperatuur te bereiken. Hier ligt echter ook direct de zwakte van deze koelmethode: de gebruikssituatie zal in geen twee gevallen precies gelijk zijn, waardoor het erg lastig zal zijn om een algemene gebruikshandleiding op te stellen voor een product dat werkt volgens dit principe. Uit de berekening in bijlage D blijkt dat er tenminste 230 ml dimethylether nodig is om een enkelblessure te koelen. Dit komt overeen met ruim anderhalve bus deodorant die in een keer leeggespoten moet worden om de juiste temperatuur te bereiken. Hierdoor kun je je afvragen of dimethylether wel de meest geschikte stof is voor een koelproduct.

Omdat de opdrachtgever heeft aangegeven potentie te zien in een koelproduct op basis van een verkoelende spray, is wat verder gekeken dan alleen de meest gebruikte koelstoffen. Na een brainstormsessie op het kantoor van Pronova, waarbij een paar heren aanwezig waren die veel kennis hebben over CO_2 , is gebleken dat deze stof vermoedelijk beter geschikt is dan bijvoorbeeld dimethylether. Uit de berekening blijkt dat zij hierin gelijk hadden; er is slechts 86,4 ml koolstofdioxide nodig.

Het nadeel van koolstofdioxide is wel, dat dit niet in normale spuitbussen geleverd wordt; CO_2 komt in zogenoemde canisters, waarin het gas onder hogere druk bewaard kan worden dan in een gewone spuitbus. Doordat er hoge eisen gesteld worden aan deze canisters, zijn deze logischerwijs duurder dan gewone spuitbussen. Daarnaast zijn reguliere spuitbussen hersluitbaar, terwijl de meeste canisters dit niet zijn. Een canister zal dus moeten worden voorzien van een speciaal dopje, dat de canister afsluit en het gas gecontroleerd kan laten ontsnappen (de druk in de canisters kan erg hoog zijn). Vanwege de hoge druk zijn de canisters daarentegen wel veel kleiner dan een reguliere spuitbus.

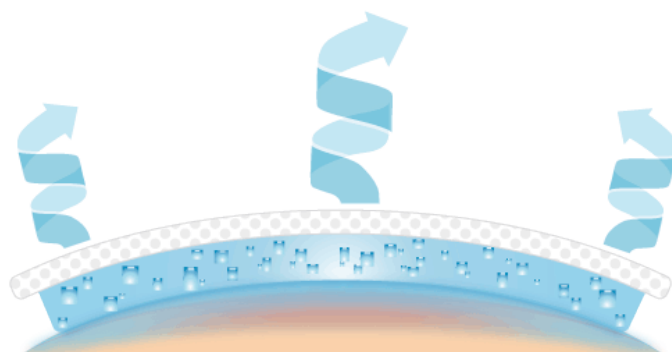


Fig. 11. Verdamping aan de huid

6.2. Endotherme reactie

Een endotherme reactie is een chemische reactie waarvoor energie nodig is. Deze energie wordt hiertoe in de vorm van warmte onttrokken aan de omgeving, wat resulteert in een temperatuurverlaging in de directe omgeving van de reactie (Encyclo.nl, z.d.).

De instant cold packs maken gebruik van dit principe; wanneer het binnenste compartiment verbroken wordt, begint het zout op te lossen in het water volgens een endotherm proces, en wordt het geheel snel erg koud.

Zoals te verwachten is, zijn er veel verschillende combinaties van chemische stoffen geschikt om een endotherme reactie te vormen waarbij genoeg warmte onttrokken wordt aan de omgeving om geschikt te zijn als koelmiddel bij blessures. Veel van deze combinaties van chemische middelen zijn echter niet bepaald milieuvriendelijk, of reageren tot een agressief middel, waardoor men eigenlijk steeds terugkomt op eenzelfde aantal combinaties. De meest gebruikte combinatie is ammoniumnitraat en water. Andere zouten die volgens een endotherme reactie oplossen in water zijn bijvoorbeeld natriumchloride en kaliumchloraat (Lide, 2009).

Uit de berekening in bijlage D blijkt dat een oplossing van ammoniumnitraat niet voor niets de meest gebruikte oplossingsreactie is; zowel de hoeveelheid zout als de hoeveelheid water om het zout in op te lossen ligt voor deze stof het laagst, wat betekent dat het totale volume van het koelkompres hierdoor het kleinst is. Het totale volume van het zout en het water bij elkaar opgeteld bedraagt 267 ml, wat een mooi formaat is om een enkel- of knieblessure mee te koelen.

6.3. Warmtestroom

Wanneer twee systemen niet in thermisch evenwicht zijn, dat wil zeggen: de temperatuur van beide systemen is niet gelijk, zal warmtestroom optreden. Energie in de vorm van warmte verplaatst zich hierbij van het systeem met de hogere temperatuur naar het systeem met de lagere temperatuur, tot het evenwicht is hersteld (encyclo.nl, z.d.). De temperatuur van de beide systemen is in het evenwicht gelijk. Een koelproduct dat gebruik maakt van het warmteoverdracht-principe is het koelkompres.

Warmteoverdracht kan plaatsvinden op drie verschillende manieren: geleiding, convectorie (stroming) en radiatie (straling). Geleiding en convectorie zijn vrijwel gelijk aan elkaar; beide vinden plaats wanneer twee systemen in direct contact met elkaar staan, echter vindt geleiding plaats in vaste stoffen en convectorie tussen een gas of vloeistof en de wand van het vat waarin het zich bevindt (encyclo.nl, z.d.). Radiatie is de derde vorm van warmte-

overdracht, en vindt plaats wanneer de twee systemen niet met elkaar in contact staan; hierbij wordt warmte overgebracht door middel van elektromagnetische golven of deeltjes (encyclo.nl, z.d.).

Doordat er bij radiatie geen direct contact is met de huid zou het erg gunstig zijn om een koelproduct te baseren op dit principe; immers is er geen kans op aanvriezen wanneer er geen direct contact gemaakt wordt. Het grote nadeel aan radiatie is echter, dat de straling in alle richtingen wordt verzonden, waardoor het rendement ontzettend laag ligt. Om de blessure te koelen zou het koelproduct zodoende behoorlijk groot moeten zijn, wat betekent dat het lastig zal zijn om er mee om te gaan, en het ook veel ruimte zal innemen in de diepvries. Zodoende lijkt het beter om ons hier te beperken tot het principe van convectorie (geleiding vindt alleen plaats binnen een enkel voorwerp).

Uit de berekening in bijlage D blijkt dat een koelproduct gevuld met water wat betreft warmtecapaciteit de gunstigste resultaten levert; de soortelijke warmte van water is verreweg het grootst van alle stoffen, waardoor er veel minder water nodig is dan iedere andere stof om dezelfde blessure te koelen. Echter heeft water een relatief hoog vriespunt, waardoor het tijdens het koelen van de blessure gedurende het grootste deel van de tijd bevroren is, en het zodoende minder geschikt zal zijn om een goede aansluiting op de krommingen van het lichaam te vinden. Door het water te mengen met propyleenglycol, komt de warmtecapaciteit van het kompres weliswaar iets lager te liggen, maar blijft het wel vloeibaar tot -22 °C, wat het product vele malen gebruiksvriendelijker maakt. Wanneer dit mengsel gebruikt wordt, is een hoeveelheid van 928 ml voldoende om de blessure goed te kunnen koelen.

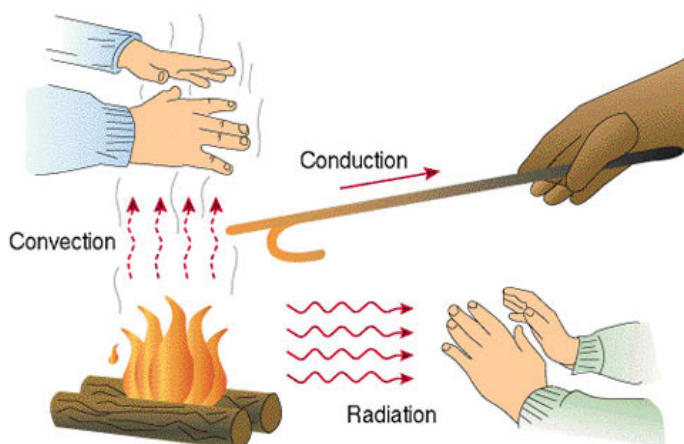


Fig. 12. Warmtestroom op drie manieren

6.4. Thermo-elektrisch effect

Het effect van verwarmen of koelen aan de kruispunten van twee conductoren waardoor een stroom loopt is genoemd naar de Franse horlogemaker Jean Peltier (TEC Microsystems, z.d.). Hij ontdekte in 1834 dat een temperatuurverschil ontstaat tussen twee conductoren in een stroomkring wanneer er een stroom doorheen loopt (TEC Microsystems, z.d.). Tussen de twee geleiders zal hierbij een temperatuurverschil ontstaan, waarbij de temperatuur van de 'koude' geleider onder omgevings-temperatuur komt te liggen. Deze temperatuurverschillen kunnen soms erg groot zijn.

De laatste jaren wordt steeds meer gebruik gemaakt van peltier-elementen voor verschillende toepassingen, wat niet vreemd is gezien deze systeempjes een hoge betrouwbaarheidsfactor hebben en dankzij het kleine formaat flexibel zijn in ontwerp (TEC Microsystems, z.d.). Ondanks deze voordelen zijn er geen producten op de markt om blessures te koelen die werken volgens dit principe. Wel zijn er producten op de markt om bijvoorbeeld frisdrank te koelen wanneer men onderweg is, een principe dat qua temperatuur en afmetingen vrij dicht bij het koelen van blessures ligt. Door de batterij van een koelproduct dat koelt met peltier-elementen op te laden, zou een dergelijk product vaker gebruikt kunnen worden dan bijvoorbeeld een instant cold pack, wat flink kan schelen in de hoeveelheid afval.

Uit de berekening in bijlage D blijkt dat het lastig is om een geschikt peltier-element te vinden. Een peltier-element dat geschikt is om een blessure in 15 minuten voldoende te koelen, moet een temperatuursverschil van ongeveer 20 °C opleveren bij een omgevingstemperatuur van 25 °C, wat betekent dat het onder deze omstandigheden een vermogen van tenminste 87,71 W moet hebben. Ieder peltier-element heeft echter zijn eigen curve, waaruit blijkt dat het maximale vermogen (het vermogen dat door de fabrikant gegeven wordt) afneemt naarmate het temperatuursverschil kleiner is. Kortgezegd: het rendement van peltier-elementen is over het algemeen erg laag, wat betekent dat een zwaarder element nodig is om het gewenste vermogen te kunnen realiseren. In de berekening is gerekend met een element dat een maximaal vermogen van 123,5 W levert, waarvan er onder de gestelde omstandigheden slechts 80 W overblijft. Dit element van 123,5 W kost maar liefst € 42,21 en zal dus voor het gewenste resultaat bijgestaan moeten worden door een tweede element, wat betekent dat een koelproduct op basis van peltier-elementen een duur grapje zal worden. Men kan zich zodoende afvragen of een koelproduct op basis van peltier-elementen wel het beste idee is.

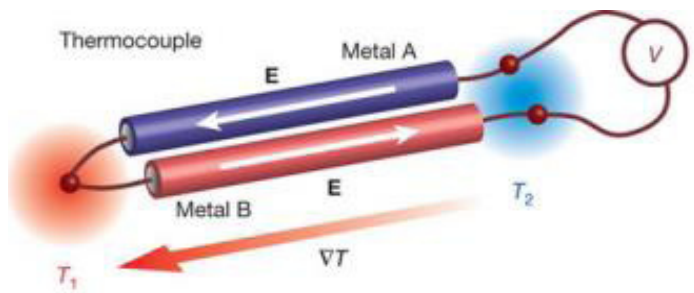


Fig. 13. Thermo-elektrisch effect



Fig. 14. Peltier element

6.5. Overige principes

Behalve principes die puur gericht zijn op het daadwerkelijk koelen, zijn er een aantal middelen die dezelfde lichamelijke reacties oproepen als koude. Omdat deze middelen in het kader van deze opdracht mogelijk interessant kunnen zijn, worden hieraan in deze paragraaf een paar woorden gewijd.

6.5.1. Verkoelende ingrediënten

Menthol staat bekend om de frisse of verkoelende sensatie die het geeft in de mond en op de huid. Deze werking is te danken aan het effect dat menthol heeft op de zenuwuiteinden; net als lage temperaturen activeert menthol de koude receptoren in de zenuwuiteinden, met als gevolg dat koude wordt ervaren (Sherkheli et. al., 2007). Vanwege de sterke, overheersende geur van menthol wordt de laatste jaren veel onderzoek gedaan naar stoffen die ook de reactie van de koude receptoren kunnen oproepen. Enkele voorbeelden van stoffen waarvan deze werking is aangetoond zijn kamfer, kaneelaldehyde (3-fenyl-2-propeen-aldehyde) en icilin (Andersson et al., 2004; Macpherson et. al., 2006).

Een koelproduct dat werkzaam is dankzij de verkoelende werking van menthol is de cold gel. Volgens producenten van deze gel, zorgt het eenmalig aanbrengen van de gel voor een snelle temperatuurdaling van zo'n 5 °C, en blijft deze temperatuur tenminste drie uur lang ge-

handhaafd (ICE Power, z.d.). Uitgaande van een gemiddelde huidtemperatuur van 33 °C, zal behandeling met een mentholbevattende gel het weefsel onvoldoende afkoelen om voldoende vasoconstrictie te laten optreden in het lichaam om de zwelling effectief te verminderen. Hiertoe zal het product dus andere ingrediënten moeten bevatten. Wél zorgt deze temperatuurverlaging ervoor dat de zenuwuiteinden zich terugtrekken, met als gevolg dat de pijn vermindert.

6.5.2. Vasoconstrictoren

Vasoconstrictoren, ofwel vasopressoren zijn medicijnen die vasoconstrictie veroorzaken. Deze medicijnen worden vaak voorgeschreven bij een lage bloeddruk of in de vorm van een spray of druppels voor de behandeling van een verstopte neus. In het geval van een verstopte neus zorgt het medicijn ervoor dat de bloedvaatjes in de neus krimpen, waardoor er automatisch meer ruimte wordt gecreëerd om te ademen (Apotheek van Vaerenberg, z.d.). Veel voorkomende ingrediënten zijn antihistaminica, decongestiva (medicijnen tegen een verstopte neus) en stimulators die vooral bij de behandeling van ADHD worden voorgeschreven.

Zoals in hoofdstuk 1 al is genoemd, is vasoconstrictie een van de eerste reacties die optreden wanneer het lichaam wordt blootgesteld aan koude. Het zorgt ervoor dat er minder bloed door de aderen kan stromen, waardoor afkoeling van het lichaam wordt tegengegaan. Voor de behandeling van blessures is dit gunstig, doordat dankzij deze verminderde bloedtoevoer minder zwelling optreedt. Om deze reden zouden vasoconstrictoren wellicht een uitkomst kunnen bieden bij ernstige blessures. Hoewel de pijn hiermee niet wordt bestreden wordt de zwelling wel beperkt, wat de genezing ten goede is.

Een vasoconstrictor in de vorm van een spray, zoals ook wel eens voorgeschreven wordt bij een verstopte neus zou bij de behandeling van een blessure geschikt kunnen zijn, doordat deze plaatselijk aangebracht kan worden. De vraag is echter, of deze spray ook de dieperliggende bloedvaten kan bereiken; de vaten in de neus liggen erg oppervlakkig, terwijl dit op andere plaatsen zoals de enkel niet zo is. Bovendien is niet bekend hoe lang zo'n spray werkzaam is, om nog maar niet te spreken over de gevolgen die het kan hebben voor de gezondheid; bij personen met hoge bloeddruk zou zo'n spray mogelijk vervelende gevolgen kunnen hebben. Naar verwachting zijn deze medicijnen daarnaast ook alleen te verkrijgen op doktersrecept, waardoor het eigenlijk al direct buiten bereik komt te liggen.

6.6. Conclusies

Op basis van de berekeningen is veel duidelijk geworden over de geschiktheid van de verschillende koelprincipes. Met name kompressen op basis van water of een endotherme reactie zijn erg geschikt voor het koelen van een blessure. Daarnaast zou een verdampingsreactie van koolstofdioxide ook uitkomsten kunnen bieden, echter zal de prijs van zo'n product vermoedelijk hoger uitvallen dan de kompressen, omdat hier met hoge drukverschillen gewerkt zal moeten worden. Peltier elementen zouden in principe ook erg handig kunnen zijn, maar de prijs van een product op basis van dit principe zal zonder twiifel te hoog komen te liggen om goed met de bestaande koelproducten te kunnen concurreren.

7. Ideevorming

Nu bekend is wat er mogelijk is op technisch gebied en waaraan het product moet voldoen, kan worden begonnen met het genereren van ideeën. Voor het gemak zijn alle mogelijke oplossingen voor verschillende eisen en problemen weergegeven in het morfologisch schema, te vinden in bijlage. E. Dit biedt een handig beginpunt tijdens het creëren van de eerste productideeën. Telkens kunnen een aantal oplossingen worden gecombineerd om een productidee te vormen. Door deze basisideeën aan te vullen met een extra element dat de verschillende deeloplossingen met elkaar combineert of verbindt, komen de ideeën tot stand. In dit hoofdstuk worden de verschillende productideeën beschreven. De ideeën zijn ingedeeld naar het technische principe waarop ze gebaseerd zijn.

7.1. Verdampingswarmte

Zoals in hoofdstuk 6 is beschreven, is voor de verdamping van koolstofdioxide (CO_2) energie nodig, welke onttrokken wordt aan de omgeving. Zodoende kan het uitkomsten bieden voor een nieuw type koelproduct. CO_2 is te verkrijgen in zogenaamde canisters in plaats van reguliere spuitbussen. Deze canisters, waarin het gas onder hoge druk wordt bewaard, zullen ook het uitgangspunt zijn van de hieronder beschreven productideeën. Doordat het mogelijk is nieuwe canisters aan te sluiten, is het product herbruikbaar.

7.1.1. Verkoelende spray

De CO_2 -canister wordt middels het schroefdraad dat op beide delen aanwezig is aangesloten op een speciale spraykop. Door aan de rand van de spraykop te draaien, is de grootte van de spraybundel te regelen. De spraykop zorgt er tevens voor dat het gas met beleid uit de canister geleid wordt.

Voordelen:

- Meermaals te gebruiken

Nadelen:

- Maken van een gebruikshandleiding is lastig, door dat de gebruikssituatie steeds anders is
- Kan gevaarlijk zijn bij hoge temperaturen (hoge druk)
- Minder geschikt voor kinderen (hoge druk)

7.1.2. Gaskompres

De CO_2 -canister wordt middels het schroefdraad dat op beide delen aanwezig is aangesloten op het kompres, welke volstroomt met het gas. Doordat het gas in de capsule onder hogere druk staat dan in het kompres, krijgt het de ruimte om te verdampen (moleculen staan dan verder uit elkaar) en zal de temperatuur van het gas dalen. Doordat het mogelijk is nieuwe canisters aan te sluiten, is het product herbruikbaar.

Voordelen:

- Meermaals te gebruiken
- Is een totaal nieuw type product

Nadelen:

- Kan gevaarlijk zijn bij hoge temperaturen (hoge druk)
- Minder geschikt voor kinderen (hoge druk)

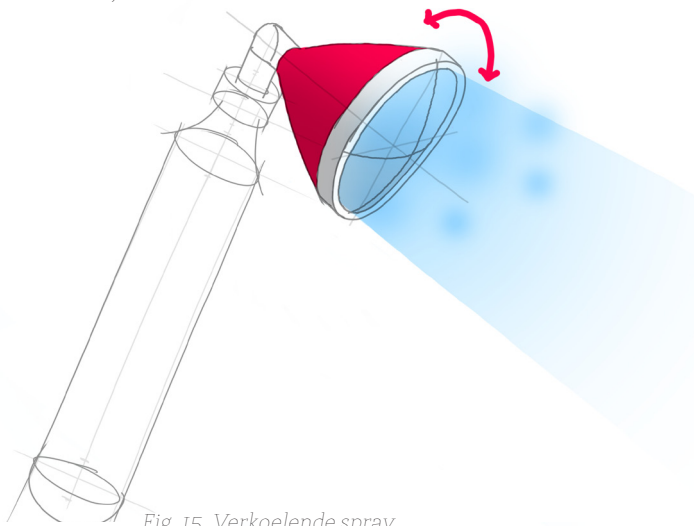


Fig. 15. Verkoelende spray

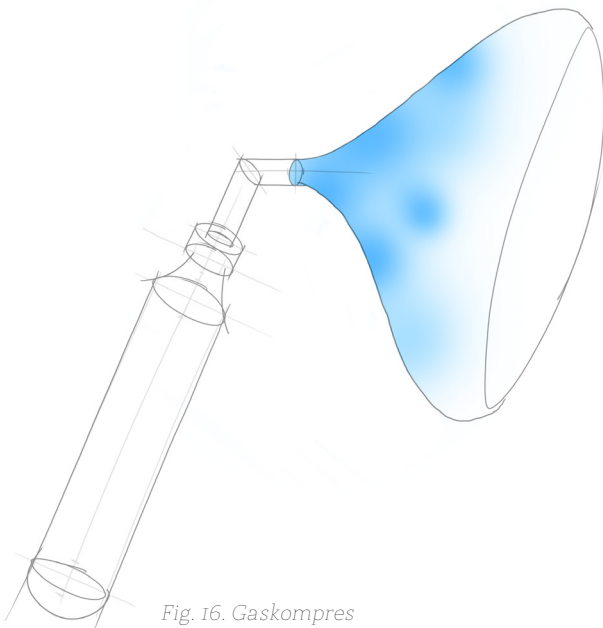


Fig. 16. Gaskompres

7.1.3. Pompkompres

Het kompres wordt volgepompt met koolstofdioxide (zoals een bloeddrukmeter wordt opgepompt met lucht), waardoor de blessure onder druk komt te staan. Doordat het gas in de canister onder hogere druk staat dan in het kompres, zal het de ruimte krijgen om te verdampen (moleculen staan dan verder uit elkaar) de temperatuur van het gas dalen. Doordat het mogelijk is nieuwe canisters aan te sluiten, is het product herbruikbaar.

Voordelen:

- Levert compressie
- Hoeft niet te worden vastgehouden tijdens het koelen
- Meermaals te gebruiken
- Is een totaal nieuw type product

Nadelen:

- Kan gevaarlijk zijn bij hoge temperaturen (hoge druk)
- Minder geschikt voor kinderen (hoge druk)
- Kompres moet worden volgepompt, waardoor het even duurt voor er maximaal gekoeld wordt

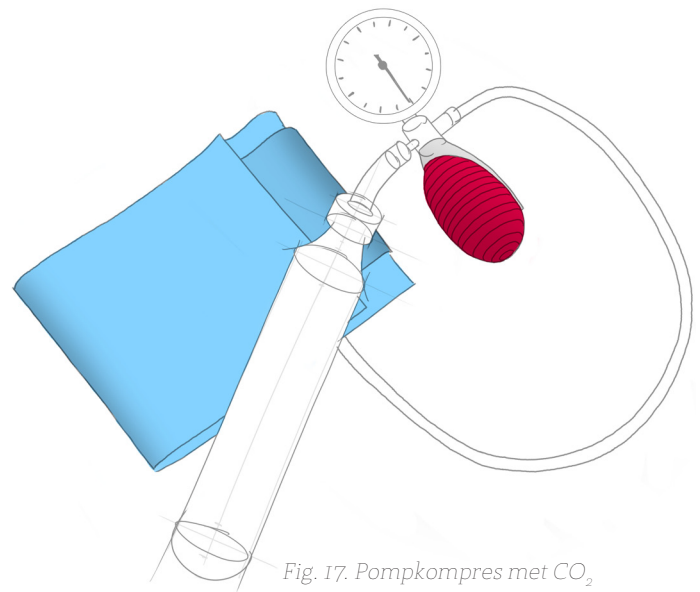


Fig. 17. Pompkompres met CO₂

7.1.4. Instant gaskompres

Doordat koolstofdioxide uit de canister vrij te laten zal het kompres snel worden opgeblazen, zoals ook bij bijvoorbeeld een reddingsvest gebeurt. Doordat het gas in de canister onder hogere druk staat dan in het kompres, zal het de ruimte krijgen om te verdampen (moleculen staan dan verder uit elkaar) en zal de temperatuur van het gas dalen. Tegelijkertijd wordt zo de druk in het kompres opgebouwd, waardoor compressie wordt uitgeoefend op de blessure. Doordat het mogelijk is nieuwe canisters aan te sluiten, is het product herbruikbaar.

Voordelen:

- Levert compressie
- Hoeft niet te worden vastgehouden tijdens het koelen
- Meermaals te gebruiken
- Is een totaal nieuw type product

Nadelen:

- Kan gevaarlijk zijn bij hoge temperaturen (hoge druk)
- Minder geschikt voor kinderen (hoge druk)

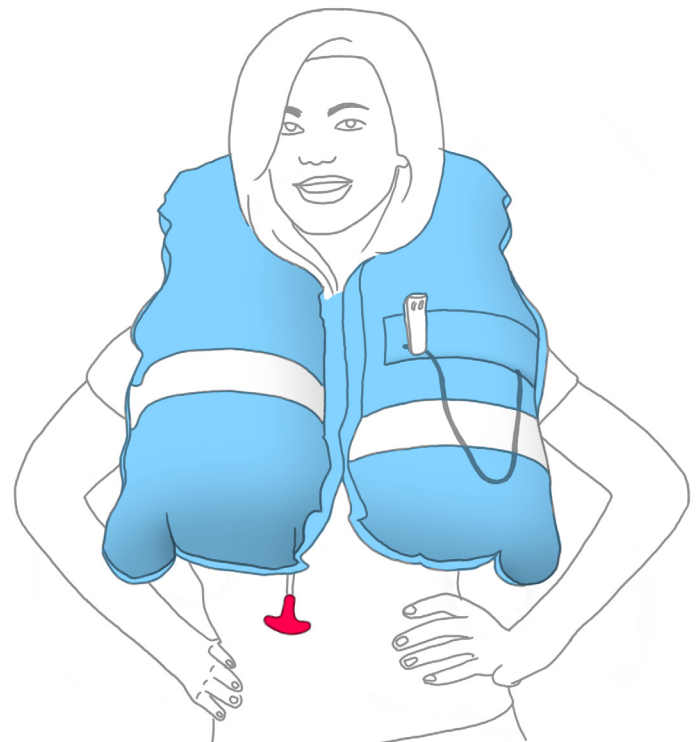


Fig. 18. Instant gaskompres

7.2. Endotherme reactie

Ook in het principe van de endotherme (verdampings) reactie zijn mogelijkheden te bekenen voor een toepassing in een koelproduct. Wanneer de twee middelen bij elkaar komen, zal de reactie gaan lopen, waarbij warmte wordt onttrokken aan de omgeving, in dit geval het geblesseerde lichaamsweefsel. Uit de berekeningen blijkt dat het oplossen van ammoniumnitraat in water het gunstigste effect biedt, zodoende zal dit het uitgangspunt zijn van de hieronder beschreven productideeën die werken volgens een endotherme reactie.

7.2.1. Losse zoutkristallen

Het ammoniumnitraat zit in losse zakjes, en kan door de gebruiker worden opgelost in bijvoorbeeld een PET-fles of andere 'container' met water. Vervolgens kan deze container tegen de blessure gedrukt worden.

Voordelen:

- Kan overal worden gebruikt
- Klein van formaat, kan worden meegenomen in de portemonnee
- Water en zout zijn echt van elkaar gescheiden

Nadelen:

- Mogelijk verboden wegens de chemische kenmerken van het zout
- Men moet er zelf aan denken water mee te nemen
- Waterhoeveelheid zal variëren, dus koelwerking ook

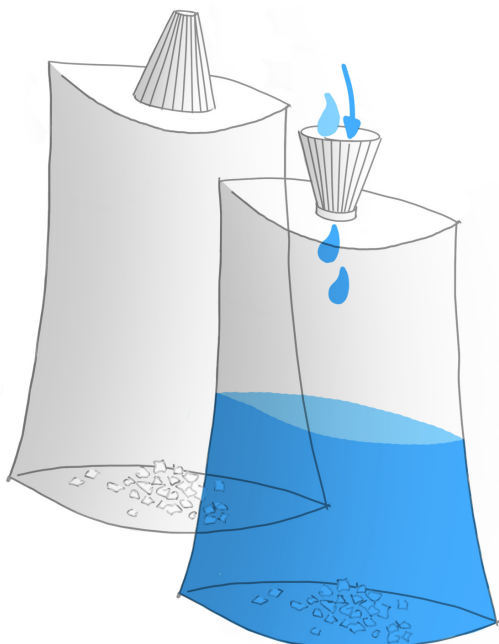


Fig. 19. Zoutkristallen in zakje

7.2.2. Zoutkristallen in zakje

Het ammoniumzout bevindt zich in een zakje, gescheiden van het water. Door het water toe te voegen, zal het zout oplossen en zal het kompres snel afkoelen. Vervolgens kan het zakje tegen de blessure gedrukt worden. De vorm van het zakje is nog niet vastgelegd; zodoende kan het er ongeveer uit gaan zien als een gewoon kompres, maar ook bijvoorbeeld als een wikkel of in de vorm van een voet.

Voordelen:

- Kan overal worden gebruikt
- Water en zout zijn echt van elkaar gescheiden

Nadelen:

- Men moet er zelf aan denken (voldoende) water mee te nemen
- Slechts eenmalig te gebruiken (als niet hervulbaar)

7.2.3. Endotherm pompkompres

Het ammoniumnitraat zit in het kompres. Middels het pompje wordt water uit een flesje bij het zout gebracht, waardoor de reactie op gang gebracht wordt. Doordat het water erin gepompt wordt, wordt direct druk opgebouwd in het kompres, wat de genezing van de blessure ten goede komt. Het pompje is losneembaar, waardoor het product vaker te gebruiken is door het kompres te vernieuwen.

Voordelen:

- Meermaals te gebruiken
- Levert compressie
- Hoeft niet te worden vastgehouden tijdens het koelen
- Water en zout zijn echt van elkaar gescheiden

Nadelen:

- Duur(der)
- Kompres moet worden volgepompt, waardoor het even duurt voor er maximaal gekoeld wordt

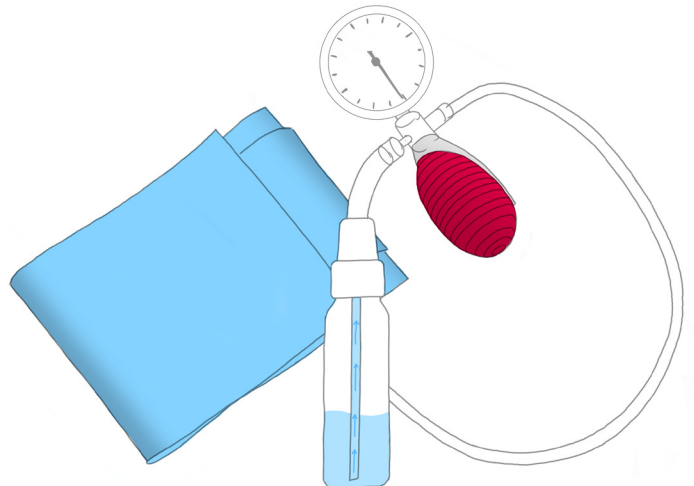


Fig. 20. Endotherm pompkompres

7.2.4. Instant zoutkompres

Het ammoniumnitraat en water bevinden zich beide in het kompres, maar zijn van elkaar gescheiden doordat ze zich in een apart compartiment bevinden. Door in het kompres te knijpen worden de stoffen bij elkaar gebracht, waardoor de reactie begint te lopen en het geheel snel afkoelt. Vervolgens kan het zakje tegen de blessure gedrukt worden. De vorm van het kompres is nog niet vastgelegd; zodoende kan het eruit gaan zien als een soort gewoon kompres, maar ook bijvoorbeeld als een wikkel of in de vorm van een voet.

Voordelen:

- Kan overal worden gebruikt

Nadelen:

- De scheiding tussen de compartimenten kan vrij makkelijk per ongeluk worden verbroken
- Slechts eenmalig te gebruiken

7.3. Warmtestroom

Zoals duidelijk naar voren is gekomen in hoofdstuk 7, is het warmtestroom principe vermoedelijk het meest gunstige principe om mee te koelen. Hoewel het een vereiste is dat het water of de gel in de diepvries op temperatuur wordt gebracht, is het verder een goedkoop en gemakkelijk product dat ook gebruikt kan worden bij warmte therapie en bovendien herbruikbaar is zonder dat hiervoor onderdelen vervangen hoeven te worden. In deze paragraaf worden de productideeën behandeld die zijn gebaseerd op het warmtestroom principe.

7.3.1. Verkoelende sok

Het product is een gelkompres in de vorm van een sok. Dankzij de elastieken die erin zijn verwerkt is de sok gemakkelijk aan te trekken en biedt deze bovendien aansluiting op de meeste personen. Tevens zorgt dit voor compressie. Het kompres is voorzien van een warmte-afwerende laag aan de buitenkant, zodat de koude uit het kompres zoveel mogelijk op de blessure inwerkt en niet verloren gaat in de omgeving.

Voordelen:

- Hoeft niet te worden vastgehouden tijdens het koelen
- De koude uit het kompres gaat nauwelijks verloren in de omgeving
- Eenvoudig in gebruik

Nadelen:

- Vereist een diepvries om koud te worden
- Bij lopen kan het product stuk gaan

7.3.2. Standaard gelkompres

Het standaard gelkompres is in principe niets meer dan een zakje gevuld met gel, dat in de vriezer gekoeld dient te worden voor het gebruikt kan worden. Momenteel zijn deze producten vooral op de markt als eenvoudige, vierkante zakjes. Speciale vormen zijn er wel, maar hiernaar moet je dan wel goed zoeken, en meestal komt het dan neer op zakjes in de vorm van een voetbal of dier; dus eigenlijk meer om het product er leuk uit te laten zien dan dat het ook functioneel is. Een kompres dat meer aansluit op het geblesseerde lichaamsdeel, wat betreft vorm en grootte, zou dus een mogelijkheid zijn voor een nieuw product. Dit kan nog worden aangevuld met een warmte-afwerende laag aan een kant van het kompres, zodat de koude niet verloren gaat in de omgeving.

Voordelen:

- Het product kan ook worden gebruikt bij warmte therapie
- De koude uit het kompres gaat nauwelijks verloren in de omgeving
- Eenvoudig in gebruik

Nadelen:

- Vereist een diepvries om koud te worden



Fig. 21. Verkoelende kous

7.3.3. Verkoelend schoeisel

Dit productidee lijkt een beetje op het concept van de verkoelende sok; ook hier wordt de voet (en de enkel) omhuld door een gelkompres. Het verschil met de sok, is dat het kompres zich bij deze variant alleen bevindt waar dit nodig is bij een enkelblessure. Zodoende zal het product niet stuk gaan wanneer erop wordt gelopen.

Voordelen:

- Hoeft niet te worden vastgehouden tijdens het koelen
- Eenvoudig in gebruik

Nadelen:

Vereist een diepvries om koud te blijven

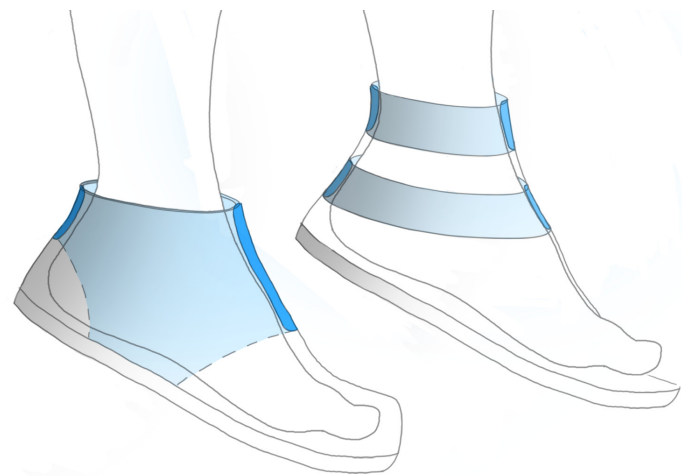


Fig. 22. Verkoelend schoeisel

7.3.4. Flexibel kompres

Het product is een standaard koelkompres, maar dan uitgerust met elastieken of banden, welke ervoor zorgen dat het product op zijn plaats blijft zitten en compressie uitoefent op de blessure. Het kompres is voorzien van een warmte-afwerende laag aan de buitenkant, zodat de koude uit het kompres zoveel mogelijk op de blessure inwerkt en niet verloren gaat in de omgeving.

Voordelen:

- Hoeft niet te worden vastgehouden tijdens het koelen
- De koude uit het kompres gaat nauwelijks verloren in de omgeving

Nadelen:

- Vereist een diepvries om koud te worden

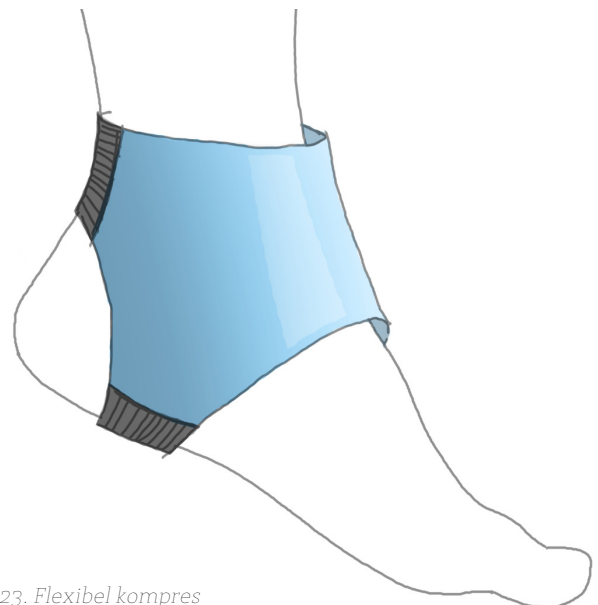


Fig. 23. Flexibel kompres

7.3.5. Koelvleugels

Dit productidee berust op de zwemvleugeltjes die kleine kinderen vaak dragen in het zwembad. De zwemvleugeltjes zijn aan een kant voorzien van gelcompressen. De andere kant van de vleugeltjes kan worden opgeblazen, waardoor de druk wordt opgebouwd en het kompres gemakkelijk op de juiste plaats blijft zitten. De lucht in de vleugeltjes zit aan de buitenzijde van het product, waardoor het tevens dient als isolatielaag; hierdoor zal de koude nauwelijks verloren gaan in de omgeving.

Voordelen:

- Hoeft niet te worden vastgehouden tijdens het koelen
- De koude uit het kompres gaat nauwelijks verloren in de omgeving
- Levert compressie
- Eenvoudig gebruik

Nadelen:

- Vereist een diepvries om koud te blijven

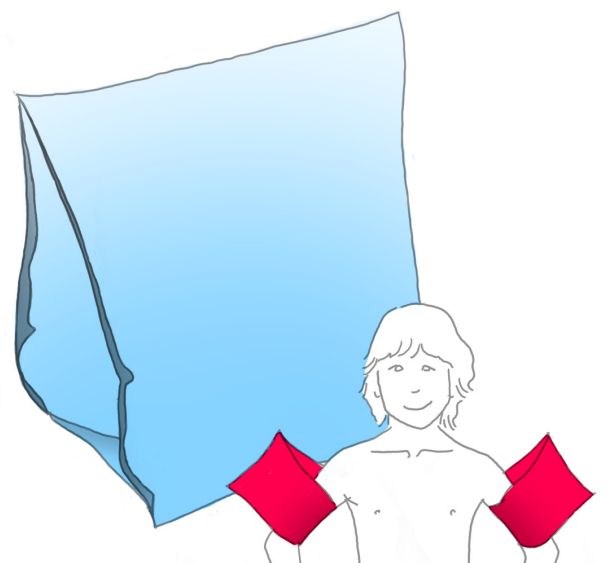


Fig. 24. 'Koelvleugeltjes'



Fig. 25. Bij voetbal worden veel enkel- en knieblessures opgelopen

8. Conceptselectie

Omdat niet alle productideeën verder uitgewerkt kunnen worden, heeft een conceptselectie plaatsgevonden. De verschillende productideeën zijn tijdens de selectie getoetst aan het programma van eisen, zodat de keuze goed onderbouwd is.

Door waarden toe te kennen aan de verschillende eisen is aangegeven hoe belangrijk de betreffende eis geacht wordt. Hierbij is 1 niet zo belangrijk en 5 heel erg belangrijk. Vervolgens is voor ieder productidee van iedere eis bekeken in hoeverre hieraan wordt voldaan. Hierbij betekent een score van 1 dat het nauwelijks aan deze eis voldoet, en een score van 5 dat het idee er absoluut wel aan voldoet. Door de score te vermenigvuldigen met de 'belangrijkeheidsgraad' en deze waarde van alle eisen voor een productidee bij elkaar op te tellen, krijgt het idee een eindscore. De ideeën met de hoogste eindscore voldoen zodoende logischerwijs het best aan het programma van eisen.

In samenwerking met de opdrachtgever is dit selectieproces uitgevoerd, zodat er geen twijfel over bestaat dat hij het eens is met de resultaten. Tevens is de opdrachtgever gevraagd of er productideeën zijn waar hij totaal geen of juist heel veel potentie in ziet, zodat deze ideeën uit de selectie kunnen worden weggelaten of sowieso door gaan naar de volgende ronde. De opdrachtgever heeft aangegeven dat hij liever niet een standaard gelkompres of instant kompres wil, omdat deze producten nauwelijks innovatief te noemen zijn, en dat is juist iets waar Pronova voor staat. Voor de opdracht biedt dit ook nauwelijks uitdagingen, zodoende is besloten om deze twee productideeën achterwege te laten. Verder is de selectie volledig volgens de toetsresultaten verlopen.

De resultaten (van hoog naar laag) zijn als volgt:

Instant zoutkompres	239
Gelkompres	237
'Koelvleugels'	228
Flexibel kompres	223
Verkoelende sok	214
Zoutkristallen in zakje	208
Instant gaskompres	204
Pompkompres met gas	204
Gaskompres	203
Verkoelende spray	203
Losse zoutkristallen	189
Verkoelend schoeisel	183
Pompkompres met zoutkristallen	171

Het plan was om vier productideeën te selecteren; mocht dan tijdens het uitwerken blijken dat een van de concepten om wat voor reden dan ook niet goed verder uitgewerkt kan worden, blijven er nog voldoende over om later het definitieve concept uit te kiezen. Hoewel het instant kompres en het gelkompres als hoogst geëindigd zijn, zullen deze naar voorkeur van de opdrachtgever niet verder worden uitgewerkt. Het feit dat deze producten zo hoog scoren geeft daarentegen wel goed aan waarom ze zo succesvol zijn op de markt. De volgende vier concepten scoren daarna het hoogst, en zullen dus verder worden uitgewerkt: 'koelvleugels', flexibel kompres, verkoelende sok en zoutkristallen in zakje. Door de productideeën van het flexibele kompres en de elastische sok daarbij samen te nemen als één concept (deze zijn beiden een combinatie van een standaard gelkompres en (elastische) banden), kan het concept van het instant gaskompres worden gezien als het vierde concept. Zodoende wordt van ieder geschikt koelprincipe tenminste een concept uitgewerkt, waardoor er later voldoende ruimte is om een eindconcept te kiezen.

De uitgebreide toetsingstabel en resultaten van het selectieproces zijn te vinden in bijlage F.

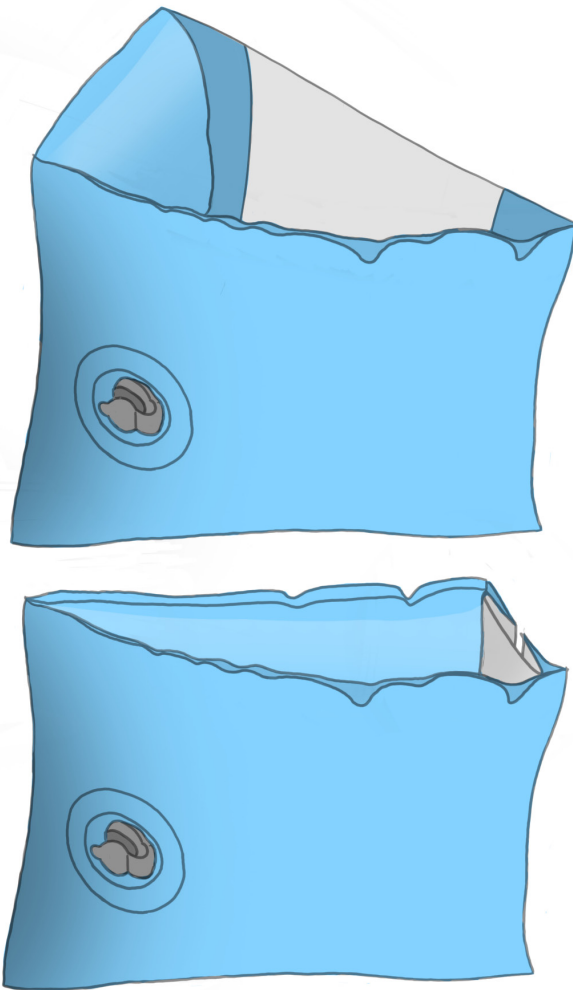


Fig. 26. Koelvlugels

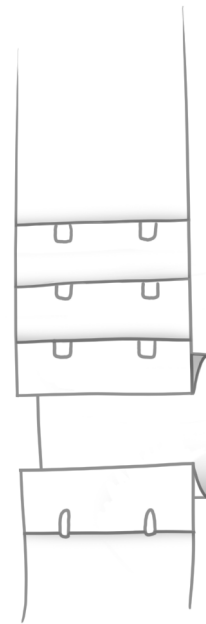
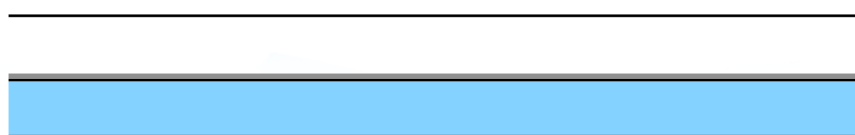


Fig. 27. Haakjessluiting



Plastic folie
 Aluminiumfolie
 Lucht
 Koelvløistof

Fig. 28. Lagenopbouw

9. Koelvleugels

Dit concept dankt zijn naam aan de vorm, welke is gebaseerd op de zwemvleugeltjes die kleine kinderen vaak dragen in het zwembad. Het concept kan worden gezien als een opblaasbaar zwemvleugeltje, welke aan de binnenkant is voorzien van een gelkompres. Door de koelvleugel op te blazen, blijft het gemakkelijk op zijn plaats zitten en levert het compressie. De belangrijkste uitdaging ligt voor dit concept in het realiseren van een goede aansluiting op de verschillende lichaamsdelen van veel verschillende mensen.

9.1. Ontwerp

De enkelblessure is het uitgangspunt geweest voor dit concept, echter is het wel het idee dat het product ook voor andere lichaamsdelen gebruikt kan worden. Omdat een enkelblessure zich over het algemeen aan de bovenkant van de voet bevindt, en het product zodoende ook op deze plaats compressie zal moeten leveren, lopen we gelijk tegen het eerste probleem aan: hoe krijg je een kompres dat niet flexibel is over de hiel heen? Het product moet tenslotte wel handzaam blijven én bruikbaar zijn voor verschillende personen. Eigenlijk zit er maar een ding op, namelijk het inbouwen van een mogelijkheid om de diameter van het kompres te vergroten. Er is gekozen voor een haakjessluiting (fig. 27), wat met name handig is wanneer het kompres ook wordt gebruikt op andere lichaamsdelen; door de haakjes voor de helft te sluiten, krijgt het kompres aan de ene kant een grotere omtrek dan aan de andere kant. Op deze manier kan het opblazen van het kompres puur en alleen gebruikt worden om het product bruikbaar te laten zijn voor verschillende mensen en om druk op te bouwen.

Wat betreft de manier van opblazen, zijn er grofweg twee manieren te onderscheiden; het kompres kan met de mond worden opgeblazen, zoals ook bij de zwemvleugeltjes gebeurt, of met behulp van een pompje. Gezien het wenselijk is dat het product op zoveel mogelijk lichaamsdelen gebruikt kan worden, moet er ten minste de mogelijkheid zijn om het product met de mond op te blazen; tenslotte kan het bij sommige blessures (bijvoorbeeld aan de arm) erg lastig zijn om het kompres op te blazen wanneer je twee handen aan een pompje nodig hebt. Om het product zo voordelig mogelijk te kunnen aanbieden is het sowieso gunstiger om het kompres met de mond op te blazen; immers hoeft er dan geen pompje geïnccludeerd te worden om een volledig product te leveren. De sluiting van het kompres kan zodoende gelijk zijn aan de sluiting van de zwemvleugeltjes (fig. 26).

Het kompres bestaat, zoals is te zien in fig. 28, uit een totaal van zes lagen. Het kompres bestaat eigenlijk uit een plastic zakje met twee compartimenten; het ene compartiment bevat de koelvloeistof, en het tweede compartiment kan door de gebruiker worden volgeblazen met lucht. De zesde laag, welke zich aan de binnenkant van het luchtcompartiment bevindt, bestaat uit een warmte-reflecterende folie. Dankzij dit folie wordt voorkomen dat er onnodig warmte uit de omgeving wordt opgenomen, en zal het kompres langer koud blijven.

9.2. Afmetingen

Om de afmetingen van het kompres te kunnen bepalen, is allereerst de benodigde hoeveelheid koelvloeistof van belang. Zoals eerder al is berekend, is er ongeveer 1 liter 40% propyleenglycol oplossing nodig om voldoende koeling te kunnen leveren bij een enkelblessure. Als wordt aangehouden dat een kompres over het algemeen niet dikker dan ca. 2 cm is, is te berekenen dat het oppervlak van het kompres ten minste 5 dm² moet zijn om voldoende koeling te bieden.

Ten tweede is de omtrek van de ring die het kompres (in niet-opgeblazen stand) vormt van belang; deze moet zodanig zijn dat deze voor tenminste 90% van de personen passend is. Hierbij wordt de enkel als belangrijkste lichaamsdeel gezien, hoewel het natuurlijk beter is als het kompres ook gebruikt kan worden voor een blessure aan de knie, pols, elleboog, etc. Het bedrijf Bauerfeind biedt medische en sportprotheses aan op haar website, welke in verschillende maten beschikbaar zijn. Elastische enkelprotheses worden aangeboden in zes verschillende maten, voor een enkelomtrek van 17 tot 29 cm. Iedere maat heeft een bereik van 3 cm (Bauerfeind, z.d.). Gezien een elastieken prothese niet te strak en niet te los mag zitten, is dit bereik aannemelijk voor een elastieken prothese. Een kompres is niet bedoeld om veel steun te bieden, waardoor de maatvoering iets minder nauwkeurig hoeft te zijn. Daarnaast geldt dat de opblaasbaarheid zorgt voor een groter bereik qua afmetingen, zodat het product tevens geschikt zal zijn om gebruikt te worden door een groter aantal personen. Zodoende moeten twee verschillende maten voldoende zijn om voor iedere enkel een goede aansluiting te bieden; het kleine kompres is voor enkels met een omtrek tot 24 cm, het grote kompres voor enkels met een grotere omtrek. De precieze afmetingen van het kompres, voor beide formaten, zijn af te lezen in fig. 29.

Wanneer de tabellen van Bauerfeind (z.d.) worden aangehouden, zal het kompres met deze afmetingen behalve bij de behandeling van een enkelblessure ook geschikt zijn om toegepast te worden bij een blessure aan de elleboog, het onderbeen en de arm (spierpijn) en, in sommige gevallen, de knie. Behalve in opgeblazen conditie kan het kompres uiteraard ook gebruikt worden als standaard gelkompres, zodat ook alle andere blessures behandeld kunnen worden, echter vervalt dan het element van compressie.

9.3. Materialen

Het kompres bestaat zoals gezegd uit een aantal lagen, waarvan de meeste bestaan uit kunststof. Gezien het kompres is afgeleid van de veelgebruikte zwemvleugeltjes, kan de dikte van het kunststoffolie hiervan worden afgeleid. Zwemvleugels zijn gemaakt van een PVC folie met een dikte van 33 micron (Zwembadmaterialen.nl, z.d.). Een vergelijkbare dikte is geschikt voor dit concept, doordat het gebruik ongeveer gelijk is. Echter is gekozen voor een milieuvriendelijk alternatief voor PVC, namelijk een mengsel van PLA (Polylactic Acid) en PCL (polycaprolacton). Meer informatie over PLA en PCL is te vinden in bijlage G. Flex International biedt PLA folie met een dikte van 40 micron aan, wat een goed alternatief is voor de 33 micron die in de zwemvleugeltjes gebruikt wordt (Flex International BV, z.d.). PLA is tevens geschikt voor spuitgieten, waardoor ook het ventiel hiervan gemaakt kan worden.

Behalve het kunststof, bevat het kompres ook een laag warmtereflecterend folie. De enige eis die hieraan wordt gesteld, is dat het een glad metalen folie is; zodoende is een dunne aluminiumfolie prima geschikt om de warmte te reflecteren. Daarnaast is er nog tenminste 1 liter 40%-propyleenglycol-oplossing nodig.

9.4. Kostenschatting

Gezien dit concept gezien kan worden als een samenstelling van een zwemvleugel en een koelkompres, kan de prijs redelijk worden afgeschat door de prijs van een koelkompres en de halve prijs van een set zwemvleugels bij elkaar op te tellen. Een set zwemvleugels is te koop voor € 3,00-5,00; één enkele zwemvleugel zou dan € 1,50-2,50 kosten. Gelkompressen zijn te koop voor ca. € 1,20-2,30 per dm². Zoals berekend is er tenminste 5 dm² nodig om een enkelblessure goed te kunnen koelen, wat betekent dat de kosten hiervoor ca. € 6,00-11,50 per product zullen zijn. De prijs van het product komt hiermee uit op ca. € 7,50-14,00.

Doordat is gekozen voor een PLA-mengsel in plaats van PVC als kunststof en het product is uitgebreid met een warmte-reflecterend folie, zal de prijs neigen naar het hogere prijssegment van de hierboven genoemde kostenschatting.

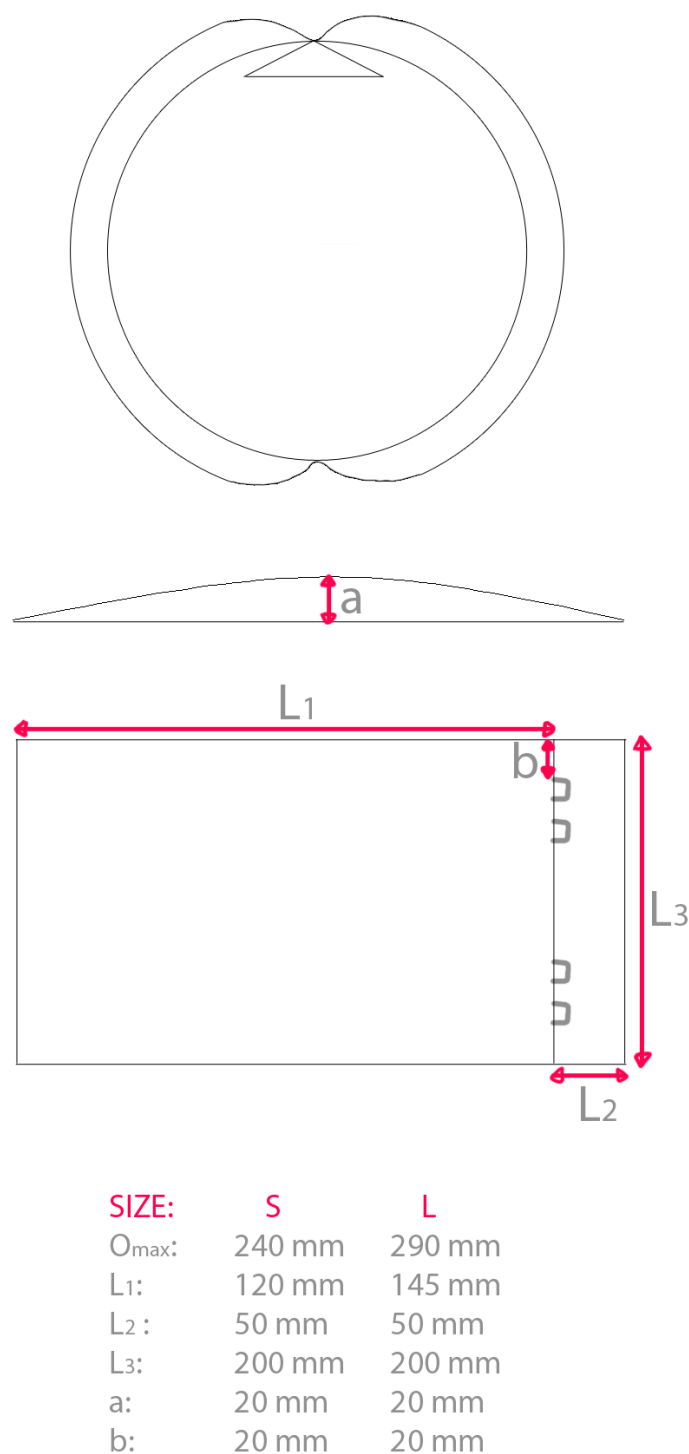


Fig. 29. Afmetingen koelvleugels

10. Flexibel kompres

Zoals de naam al zegt, is dit concept gebaseerd op het idee dat het te gebruiken is op zoveel mogelijk verschillende blessures. Door een gelkompres te combineren met (elastische) banden, blijft het gemakkelijk op zijn plaats zitten en kan bovendien druk worden uitgeoefend op geblesseerde lichaamsdeel. Doordat een gelkompres ook te gebruiken is voor warmte therapie, is het een uitdaging om het toepassingsgebied van dit concept zo groot mogelijk te maken, en zo de bruikbaarheid van het product te vergroten.

10.1. Ontwerp

Zoals gezegd is het de bedoeling de bruikbaarheid van het concept te vergroten, door het toepassingsgebied zo groot mogelijk te maken. Dit doel is nagestreefd door het gelkompres zodanig vorm te geven dat het op zoveel mogelijk verschillende lichaamsdelen gebruikt kan worden. De hierbij horende schetsen zijn te vinden in bijlage H. Globaal gezien zijn er drie verschillende niveaus qua toepassingsgebied te onderscheiden in deze schetsen, zoals ook weergegeven in fig. 30. Het niveau zoals weergegeven in fig. 30c heeft het grootste toepassingsgebied; deze kompressen kunnen op (vrijwel) iedere gewenste manier op het lichaam gepositioneerd worden, dankzij de elastische banden die middels klittenband op de juiste maat worden gemaakt.

Deze flexibel toepasbare gelkompressen met elastiek zijn vervolgens verder uitgewerkt. De schetsen zijn te vinden in bijlage H. Uiteindelijk is gekozen voor een gelkompres dat in een hoesje gestopt kan worden (Fig. 31). Dit hoesje zorgt ervoor dat de huid beschermd wordt tegen vrieschade. Het is aan een zijde bedekt met stroken klittenband, wat ervoor zorgt dat de elastische banden op iedere gewenste manier aan het kompres bevestigd kunnen worden. Op deze manier kunnen meerdere kompressen aan een band worden bevestigd, bijvoorbeeld wanneer er meer dan een kompres nodig is om de blessure te bedekken. De buitenzijde van het hoesje is bovendien voorzien van een warmte-reflecterend folie, zodat er minder koude verloren gaat in de omgeving.

10.2. Afmetingen

Om een enkelblessure voldoende te koelen, is ongeveer 1 liter 40% propeenglycol-oplossing nodig. Dit komt overeen met een kompres van 2 cm dik en met een oppervlakte van ca. 5 dm². Voor de meeste blessures, waaronder de enkelblessure, geldt dat deze in veel gevallen het best aan beide kanten van een lichaamsdeel (zoals

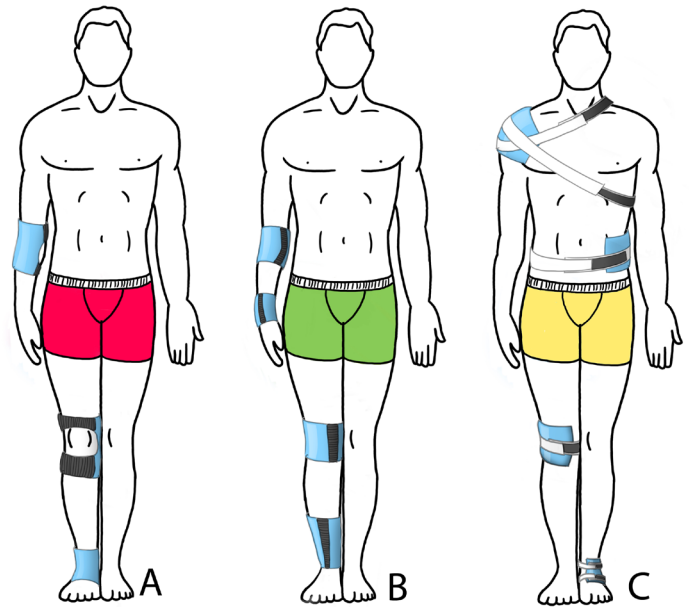


Fig. 30. Drie niveaus in flexibiliteit

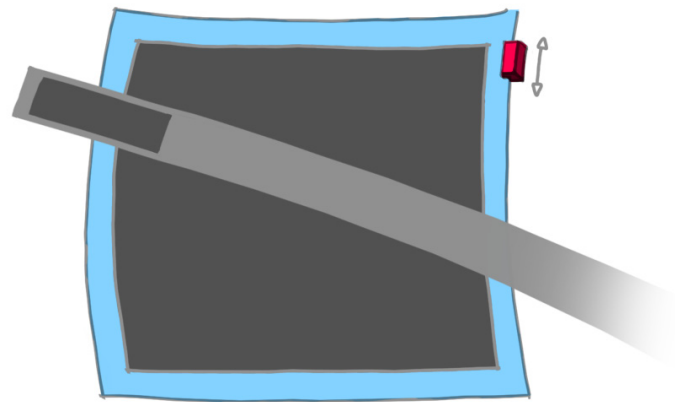


Fig. 31. Flexibel kompres

de voet) behandeld kan worden. Zodoende is één langwerpig kompres van 30 x 17,5 cm vermoedelijk het meest gebruiksvriendelijk.

Om het kompres goed in het hoesje te laten passen, zal het hoesje iets ruimer moeten zijn; afmetingen van ca. 31 x 18,5 cm moeten ruim genoeg zijn. Een van de korte zijden zal open zijn, zodat het kompres in het hoesje gestopt kan worden. Het hoesje kan worden afgesloten middels een flap die naar binnen gevouwen kan worden; deze flap heeft een lengte van 5 cm. Aan een zijde van het hoesje bevinden zich 4 stroken klittenband met een breedte van 2 cm. De eerste stroken liggen 1,5 cm vanaf de rand van het hoesje, tussen de stroken zit steeds een afstand van 2,5 cm (fig. 32).

De banden, waarmee het kompres op zijn plaats gehouden kan worden en tevens compressie geleverd kan worden, worden in verschillende lengtes geleverd; dit om het toepassingsgebied van het product zo groot mogelijk te houden. De kleine banden, waarvan twee stuks worden geleverd, hebben een lengte van 50 cm; deze banden zullen vermoedelijk het meest gebruikt worden, bijvoorbeeld bij een blessure aan de enkel, knie of elleboog. Daarnaast wordt één lange band van 1,30 m geleverd; deze band kan bijvoorbeeld gebruikt worden om het kompres op de rug of de schouder te positioneren. Alle banden hebben een breedte van 3 cm.

10.3. Materialen

Het hoesje zal worden gemaakt van een (dunne) katoenen stof. Zodoende beschermt het tegen bevriezing, maar laat het wel de koude doordringen in de blessure. Het flapje zal gemaakt worden van een dubbele laag stof, zodat deze iets steviger is en makkelijker ingestopt kan worden. Op het hoesje worden 4 stroken klittenband (haken) bevestigd.

De banden zullen worden gemaakt van met velours omzoomd klittenband (haken). Dit is weliswaar iets duurder dan regulier klittenband, maar voelt prettiger aan op de huid. Tevens kunnen de haken van het klittenband ingrijpen op de velours achterkant van de banden.

Voor het kompres zelf is allereerst 1 liter 40%-propyleenglycol oplossing nodig. Dit zal worden omhuld met een laagje biologisch afbreekbaar kunststof: een mengsel van polylactic acid (PLA) en polycaprolacton (PCL). Dit kan worden verwerkt zoals ook de conventionele kunststoffen zoals PET verwerkt kunnen worden, waardoor dit een goed alternatief is. Voor meer informatie over PLA en PCL, zie bijlage G. Het PLA folie met een dikte van 40 micron van Flex International BV is ook voor dit concept prima geschikt.

10.4. Kostenschatting

De kosten van dit concept kunnen worden opgedeeld in 3 stukken: het hoesje, de banden en het kompres zelf. Voor het hoesje is een lap katoenen stof nodig van ca. 70 x 20 cm. Een rol stof is over het algemeen 1,40 meter breed, dus kunnen er twee hoesjes worden gemaakt uit 20 cm stof. Als deze stof € 5,00/m kost (fabfab, z.d.), zal de stof voor één hoesje ca. € 0,50 kosten. Aan ieder hoesje zijn 4 stroken klittenband (haakjes) van 2 x 28 cm vastgestikt. In totaal is dit 1,20 m à € 0,80/m (Deco Sign & Code BV, z.d.), wat betekent dat het klittenband voor een hoesje € 0,96 kost. De totale prijs van één hoesje zijn dan € 1,46.

Voor de banden is per product in totaal 230 cm met velours omzoomd haakband van 3 cm breed, à €1,00/m

nodig (RL Sales, z.d.). De totaalprijs van de banden voor een product bedragen daarmee € 2,30.

Net als in het vorige concept, geldt dat ook hier een gelkompres van 5 dm³ nodig is, wat een prijs van ca. € 6,00 – 11,50 heeft. Gezien het kunststof van de gelkompresen vervaardigd wordt uit een PLA-mengsel in plaats van de conventionele kunststoffen, zal de prijs in het hogere segment van de schatting vallen.

Wanneer de kosten van alle onderdelen bij elkaar worden opgeteld, levert dit een totale prijs van ongeveer € 14,76. Belangrijk om op te merken, is dat de prijzen die hier geschat worden zijn gebaseerd op consumentenprijzen van de materialen. Vermoedelijk zullen de kosten dus iets lager uitvallen in verband met massakorting.

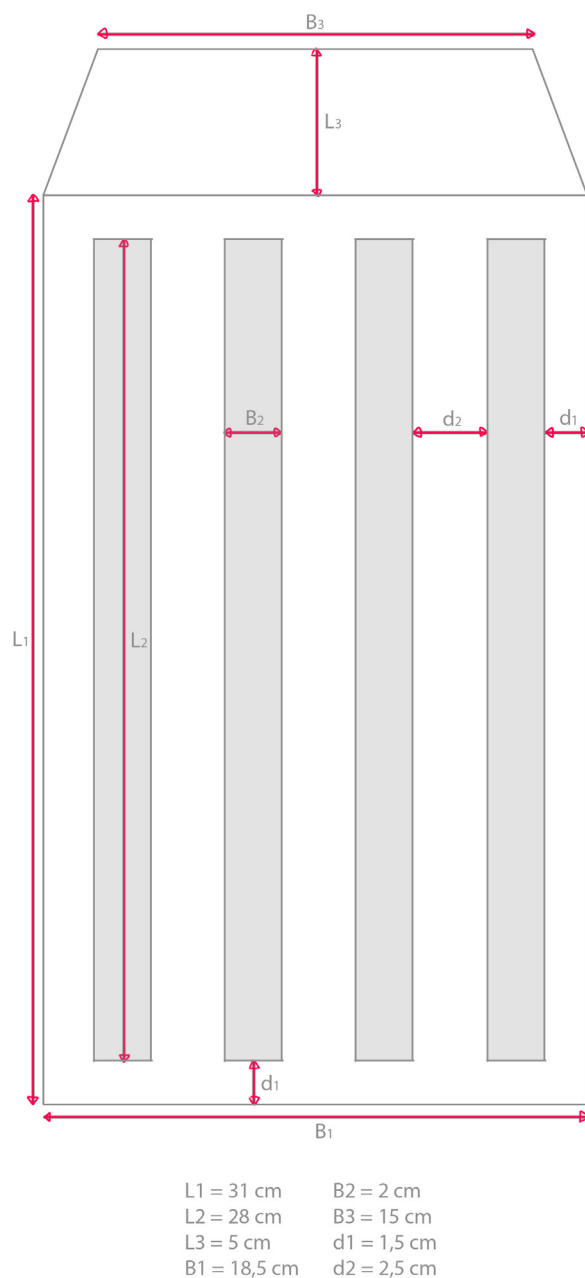


Fig. 32. Afmetingen zakje

11. Zout in zakje

Dit concept berust op een endotherme oplosreactie van ammoniumnitraat in water. Het grote nadeel van de bestaande instant kompressen tevens haar kracht; de reactie kan worden gestart door de twee ingrediënten bij elkaar te brengen door in de verpakking te knijpen. Nadeel is dat dit ook gemakkelijk gebeurt wanneer het kompres in de tas wordt meegenomen en klem raakt tussen andere spullen. In dit concept wordt gezocht naar een oplossing voor dit probleem, door ervoor te zorgen dat het ammoniumzout en het water écht van elkaar gescheiden zijn; het idee is dat het zout zich in een zakje bevindt, dat door de gebruiker aangevuld moet worden met water op het moment dat de koude benodigd is. De grootste uitdaging voor dit concept is logischerwijs dan ook om ervoor te zorgen dat de gebruiker het water niet kan vergeten, en dat hij/zij de juiste hoeveelheid water aan het zout toevoegt.

11.1. Ontwerp

De uitwerking van dit concept is begonnen met het verder uitdenken van de verschillende manieren waarop het zout en het water gescheiden van elkaar bewaard kunnen worden tot het product gebruikt moet worden. Globaal gezien zijn er 3 manieren: het zout bevindt zich in een container, welke tot een bepaald niveau moet worden aangevuld met water om de reactie te starten, het water en zout bevinden zich in eenzelfde container, maar worden middels een scheidingswand van elkaar gescheiden gehouden, of het water bevindt zich in een container waar een zoutcompartiment aan toegevoegd dient te worden. De schetsen hierbij zijn te vinden in bijlage H.

Gezien de wens om het voor de gebruiker zo gemakkelijk mogelijk te maken, is het een absolute pré als de gebruiker niet hoeft na te denken over of hij wel alle verschillende onderdelen bij zich heeft. Zodoende is er allereerst gezocht naar een wijze waarop de ingrediënten gescheiden kunnen worden binnen dezelfde container die anders is dan de wijze waarop dit in de huidige instant kompressen gebeurt. Hierin zijn wederom twee manieren te onderscheiden: de scheidingswand moet worden verbroken of er moet een blokkade worden verwijderd. Omdat het in het geval van een blokkade erg belangrijk is dat de onderdelen precies op elkaar aansluiten, zal het lastiger zijn om het product goed te produceren. Zodoende is verder gekeken naar de manieren waarop een onderdeel gebroken kan worden om de ingrediënten bij elkaar te brengen.

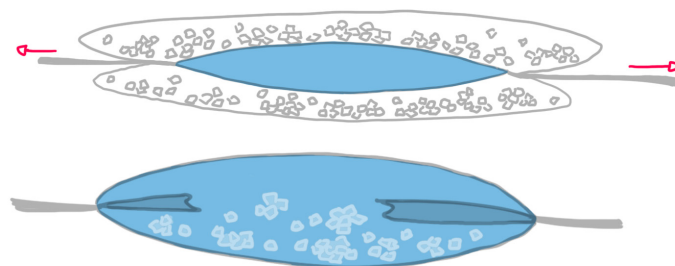


Fig. 33. Door het kompres uit elkaar te trekken breekt de binnenzak

Naast drukken kun je eigenlijk alleen nog doorboren en trekken. Doorboren is gevaarlijk, gezien het feit dat het zakje in zo'n geval ook gemakkelijk lek kan raken, waardoor het uit elkaar trekken van een onderdeel het meest geschikt zal zijn. Dit idee is verder uitgewerkt tot het product dat is te zien in fig. 33. Door de vingers door de gaten in de twee zijflappen te steken en te trekken, scheurt de binnenzak, waardoor het water bij het zout komt en het kompres koud wordt. De buitenzak zal niet scheuren, doordat deze nog ruimte heeft om uit te vouwen op het moment dat de binnenzak al volledig strak staat.

Voor dit concept is gekozen om geen warmtereflecterend folie toe te voegen aan het product, omdat het product slechts eenmalig gebruikt wordt, en het daarom meer dan bij de andere concepten van belang is dat de prijs zo laag mogelijk gehouden wordt. Zodoende is het toevoegen van een extra onderdeel niet verstandig. Om dezelfde reden is ervoor gekozen geen hoesje (om vriesschade te voorkomen) bij te voegen.

11.2. Afmetingen

De afmetingen van het kompres hangen grotendeels samen met de benodigde hoeveelheid ingrediënten. Om voldoende verkoeling te bieden bij een enkelblessure, is 250 gram ammoniumnitraat nodig; dit komt overeen met ca. 145 ml. Om de zoutkristallen volledig te kunnen oplossen, is tenminste 125 ml water nodig. Dit geeft een totaal van 270 ml. Wanneer een maximale dikte van 2 cm wordt aangehouden voor het kompres, resulteert dit in een kompres met een oppervlakte van ten minste 1,35 dm². Een kompres van 10 x 13,5 cm (in uitgevouwen toestand) zou dus prima volstaan. De overige afmetingen zijn bepaald aan de hand van antropometrische gegevens (Eger et.al., 2008) en afgeschat op basis van een zo goed mogelijke spanningsverdeling in het handvat. De afmetingen zijn af te lezen in fig. 34.

11.3. Materialen

Voor het kompres zijn in eerste instantie de ingrediënten nodig: 250 gram ammoniumnitraat en 125 ml water. Het kompres kan verder volledig uit kunststof folie worden gefabriceerd. Zoals bij voorgaande concepten, kan ook in dit concept worden bijgedragen aan het milieu-aspect door te kiezen voor een biologisch afbreekbaar kunststof. Gezien dit product slechts eenmalig gebruikt kan worden, is de keuze voor zo'n materiaal extra belangrijk. Het mengsel van PLA en PCL, dat in de vorige concepten wordt gebruikt, zal ook hier een uitkomst bieden. Een folie van dit kunststof met een dikte van 40 micron zal sterk genoeg zijn. Of een folie van dit materiaal met deze dikte ook gemakkelijk genoeg stuk te trekken is, zal een later gebruiksonderzoek moeten uitwijzen.

11.4. Kostenschatting

In principe verschilt dit type instant kompres niet heel veel van de instant kompressen die momenteel verkocht worden; beide bestaan uit een zakje met een binnenzak. Zodoende zal de prijs van dit type instant kompres ongeveer gelijk zijn aan de prijs van de bestaande instant kompressen. Wel zal de prijs van dit kompres vermoedelijk in het hogere prijssegment vallen, doordat er een extra productiestap nodig is om de vingergaten te maken en een iets duurder materiaal wordt gebruikt. De huidige instant kompressen worden verkocht voor € 0,50-€1,00 per dm^2 . Dit kompres heeft een oppervlakte van $1,35 \text{ dm}^2$, wat betekent dat de prijs ca. €1,35 zal zijn. Vanwege de extra productiestap zal de verkoopprijs uitkomen op ca. €1,50-€2,00.

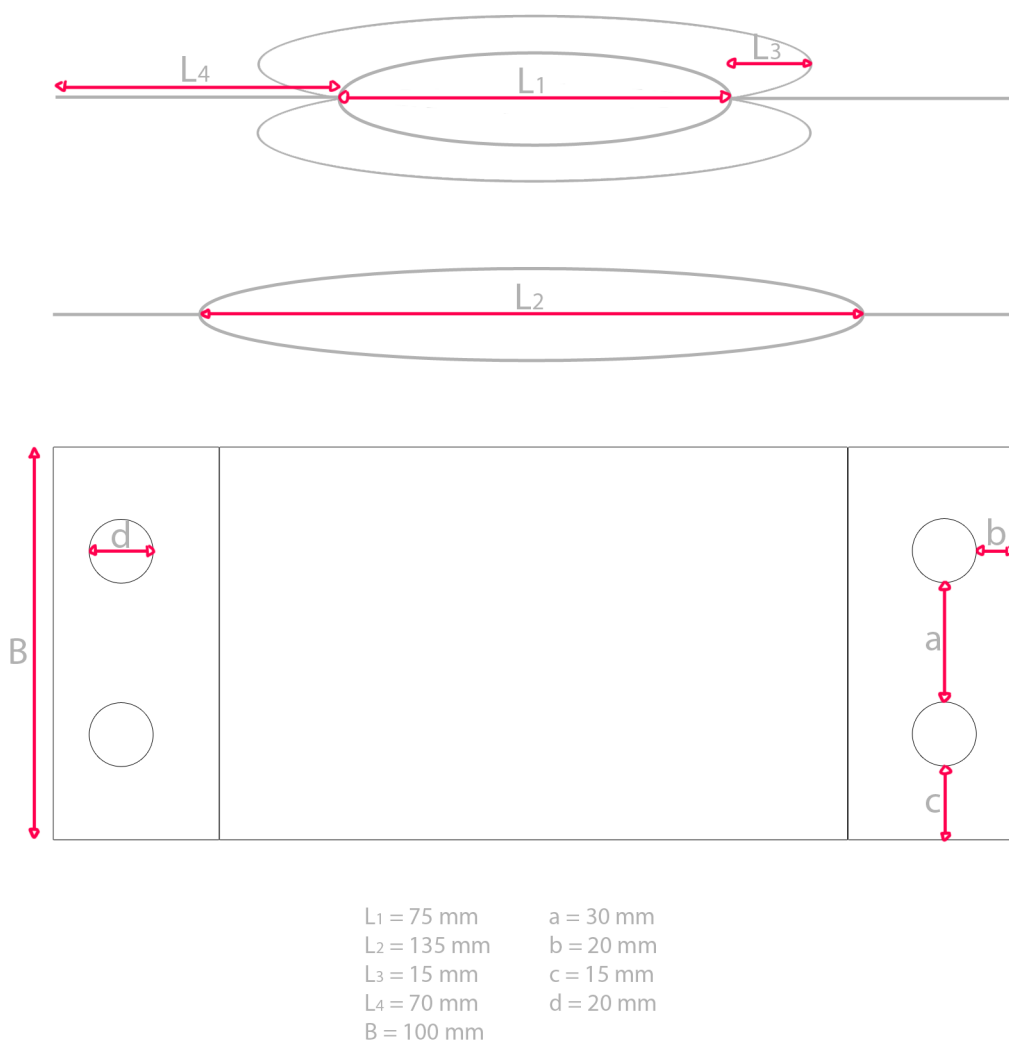


Fig. 34. Afmetingen instant trekkompres

12. Instant gaskompres

Dit concept werkt volgens de endotherme verdampingsreactie van koolstofdioxide (CO_2); wanneer het gas wordt vrijgelaten uit de canister waarin het onder hoge druk vloeibaar gehouden wordt, zal het in rap tempo verdampen, waarbij het warmte onttrekt aan het geblesseerde weefsel. Wanneer het gas vanuit de canister in een kompres overgebracht wordt, zal het kompres opblazen en daarmee compressie uitoefenen op het geblesseerde lichaamsdeel. Voordeel van dit concept, is dat het product herbruikbaar is wanneer de CO_2 canister vervangen wordt. De belangrijkste uitdagingen liggen voor dit concept in het realiseren van een goede aansluiting op de verschillende lichaamsdelen van veel verschillende mensen en de aansluiting van de canister aan het kompres.

12.1. Ontwerp

Om compressie te kunnen uitoefenen middels de luchtdruk die in het kompres wordt opgebouwd door de leeglopende canister, is het van belang dat het kompres ringvormig is, net als het concept van de koelvleugels (Hoofdstuk 9). Echter geldt dat het kompres voor dit concept uit slechts één opblaasbaar gedeelte mag bestaan, zodat de CO_2 capsule niet verplaatst hoeft te worden (i.v.m. hoge druk en verlies van gas). De vorm van het kompres biedt weinig ruimte voor een verdere vormgeving; het product krijgt vorm en gebruiksvriendelijkheid door de afmetingen zodanig af te stemmen, dat het product goed aansluit op de verschillende lichaamsdelen van veel verschillende mensen. Om ervoor te zorgen dat dit te realiseren is, geldt ook hier dat de omtrek van het kompres enigszins gevarieerd moet kunnen worden. Dit kan op dezelfde wijze worden gedaan als in het koelvleugel-concept: middels een haak- en oogsluiting. Twee sluitingen (een onder en een boven) zullen voldoende zijn.

Om de canister met het CO_2 -gas aan te sluiten op het kompres en het voor de gebruiker eenvoudig te maken om het kompres te activeren, is een koppelstuk nodig. De canister, waarin het gas is opgeslagen, is afgesloten middels een relatief dikke laag aan de opening. Bij doorprikken van deze laag ontsnapt het gas in één keer en in hoog tempo, wat gunstig is voor dit concept omdat er dan snel compressie wordt uitgeoefend op de blessure, en er snel gekoeld wordt. Een speciaal ventiel dat de ontsnapsnelheid van het gas regelt, is zodoende waarschijnlijk niet nodig. Dit kan later eventueel nog worden gecontroleerd middels een gebruikstest en/of prototype. De canisters zijn voorzien van schroefdraad, waardoor de aansluiting op het kompres ook niet moeilijk zal zijn. De vormgeving van het koppelstuk zal zodoende vrijwel volledig

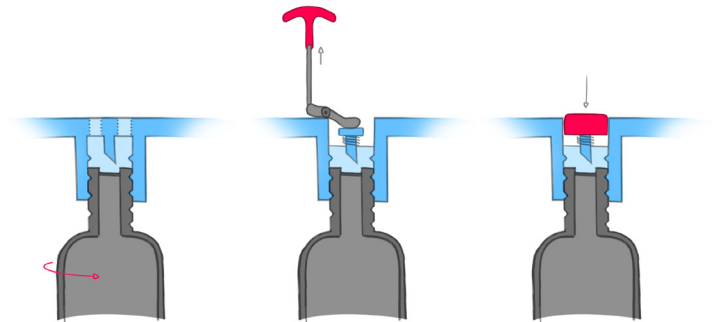


Fig. 35. Drie mechanismes om de CO_2 capsule te openen

afhankelijk zijn van de manier waarop het kompres geactiveerd wordt. In eerste instantie was het idee om de activatie te laten plaatsvinden middels een trekkoord. Zoals ook is te zien in fig. 35, bleek echter dat dit vrij veel onderdelen vereist, wat betekent dat het product duurder is en bovendien ook slijtgevoeliger. Zodoende is besloten om af te wijken van dit idee, en te kiezen voor een methode die ook goed werkt, maar minder onderdelen kent: het simpelweg indraaien van de canister, waarbij deze tegen een scherpe naald aangedraaid wordt. Het ontwerp van het koppelstuk is te zien in fig. 36.

Zoals in de eerste twee concepten, bestaat ook hier de mogelijkheid om een warmte-reflecterend folie toe te voegen aan het ontwerp, om het warmteverlies zoveel

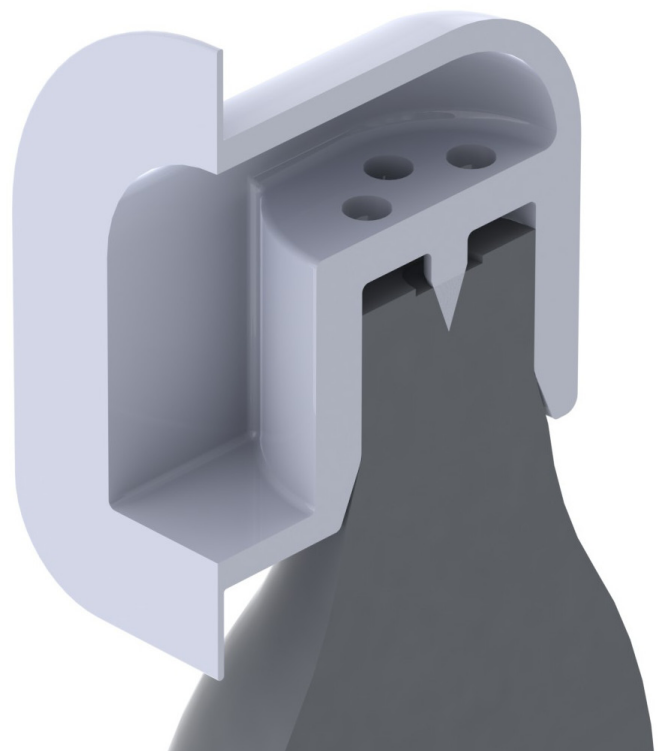
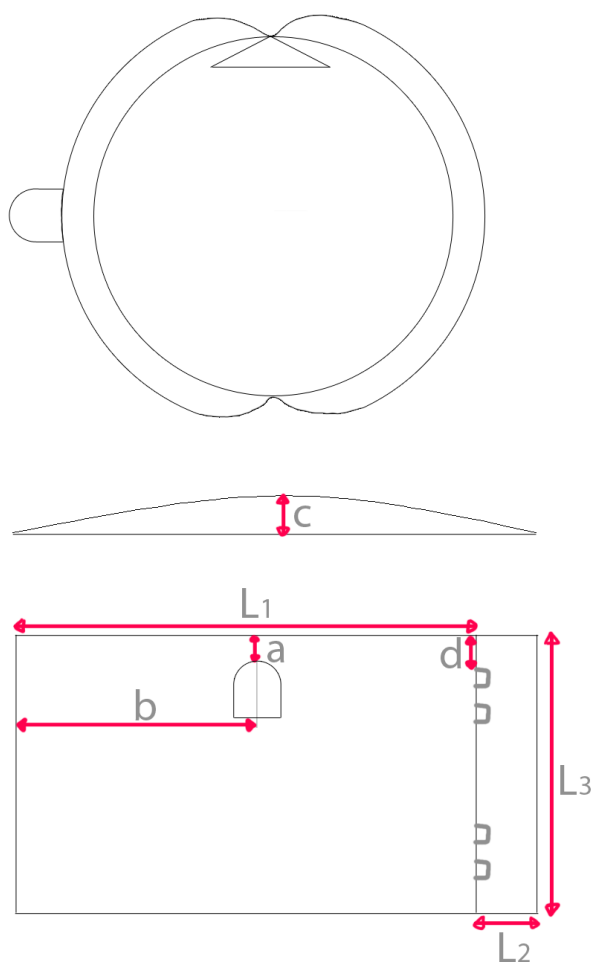


Fig. 36. Ontwerp van het koppelstuk (doorsnede)

mogelijk te beperken. Echter zal van deze mogelijkheid geen gebruik worden gemaakt. Wanneer het gas namelijk vrijkomt uit de capsule, gebeurt dit met zo'n enorme snelheid, dat de omgeving waarschijnlijk niet snel genoeg voldoende warmte kan afstaan om de uitzetting (door het drukverschil) te voeden; zodoende zal het CO₂ zelf een temperatuursdaling ondergaan, waarbij soms zelfs temperaturen van -78 °C bereikt kunnen worden (Icebitzzz, z.d.). Om deze extreme temperaturen (en daarmee vriesschade) zoveel mogelijk te voorkomen, is het van belang dat de warmtetoevoer zo min mogelijk beperkt wordt, waardoor een warmte-reflecterend folie niet geschikt is.



SIZE:	S	L
O _{max} :	240 mm	290 mm
L ₁ :	120 mm	145 mm
L ₂ :	50 mm	50 mm
L ₃ :	200 mm	200 mm
a:	15 mm	15 mm
b:	60 mm	72,5 mm
c:	20 mm	20 mm
d:	20 mm	20 mm

Fig. 37. Afmetingen van het kompres

12.2. Afmetingen

Gezien het kompres in dit concept net als in het koelvleugels-concept wordt opgeblazen, kunnen de afmetingen van het kompres vrijwel volledig worden overgenomen van het koelvleugels-concept (Fig. 37). Dit betekent dat er twee maten te onderscheiden zijn: Small, voor personen met een enkelomtrek tot 24 cm, en Large, voor personen met een enkelomtrek van meer dan 24 cm.

De afmetingen van het koppelstuk, waarmee de CO₂ canister aangesloten kan worden op het kompres, hangen vervolgens af van de afmetingen van de CO₂ cartridges, welke weer afhankelijk zijn van de hoeveelheid CO₂ die benodigd is. Zoals eerder is berekend, is volgens het principe van de verdampingswarmte ten minste 86,4 ml CO₂ (droogijs) nodig om voldoende koeling te kunnen leveren bij een enkelblessure. De dichtheid van droogijs is 1,56 g/ml (Icebitzzz, z.d.), wat betekent dat de benodigde hoeveelheid CO₂ een massa van ca. 135 gram heeft. De kleinste canisters die voldoende gas bevatten, zijn deze van 150 gram. Gezien het verschil in gewicht (en het effect op de temperatuur die dit kan hebben) best groot is, is het vermoedelijk beter om een capsule van 135 gram te laten maken; de meeste leveranciers van CO₂ capsules bieden deze mogelijkheid.

Omdat er zeer weinig tot geen informatie te vinden is over de eisen waaraan zo'n custom made capsule moet voldoen, is het lastig om nu zo te bepalen wat de afmetingen van de capsules zullen zijn, wat er ook toe leidt dat de afmetingen van het koppelstuk niet direct bepaald kunnen worden. Wat wél bepaald kan worden, is hoe de afmetingen van het koppelstuk samenhangt met de afmetingen van de capsule. Deze verhoudingen zijn weergegeven in fig. 38.

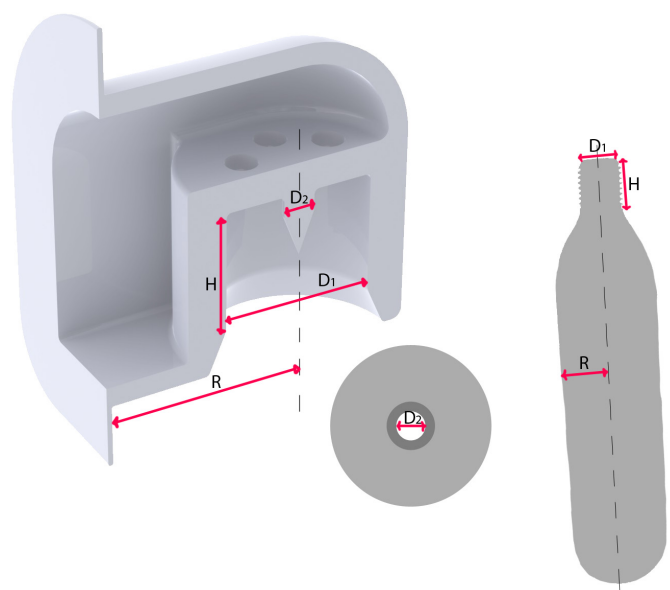


Fig. 38. Verhoudingen tussen capsule en koppelstuk

12.3. Materialen

Misschien wel het belangrijkste aspect waarmee rekening gehouden moet worden bij de materiaalkeuze voor dit concept, is het feit dat de koolstofdioxide, wanneer het snel uit de canister ontsnapt, erg snel afkoelt; wanneer het gas overgaat in droogijs, kan de temperatuur zelfs dalen tot -78°C (Icebitzzz, z.d.). Om ook in dit concept weer het milieuaspect aan te pakken, is allereerst gekeken naar de mogelijkheden om een mengsel van PLA en PCL te gebruiken. PLA is een kunststof dat niet bestend is tegen temperaturen lager dan -18°C en is zodoende niet geschikt om te gebruiken voor dit product (Velca Pac, z.d.). Hoewel PCL beter bestend is tegen lage temperaturen (tot -61°C), is deze polymeer ontzettend prijzig en om deze reden ook niet geschikt om als mono-materiaal gebruikt te worden. Mogelijk zouden de polyhydroxyalkanoaten (PHA's) ook een uitkomst kunnen bieden, gezien de grote variëteit in eigenschappen van deze biopolymeren; echter worden deze nauwelijks geproduceerd. Voor dit product zal zodoende teruggevallen moeten worden op de conventionele kunststoffen.

HDPE (high density polyethylene) is een kunststof dat (onbelast) bestend is tegen temperaturen tot -150°C (Hamel Metaal, z.d.). Het is een populair materiaal, met name vanwege de goede prijs-kwaliteit verhouding; HDPE is een van de goedkoopste kunststoffen en heeft een hoge slijtvastheid en een goede resistentie tegen vuil, wat hier ook goed van pas komt, gezien het product herbruikbaar is. HDPE kan op vrijwel alle manieren verwerkt worden, behalve lijmen. Voor spuitgieten, extruderen en lassen is het prima geschikt (Designer Data, z.d.).

Om toch enigszins bij te kunnen dragen aan het milieuaspect, kan bijvoorbeeld gerecycled HDPE gebruikt worden voor dit product. Er zijn verscheidene bedrijven werkzaam in het recyclen van kunststof. Een voorbeeld is het bedrijf Hoetra (z.d.); zij verwerken kunststof restmateriaal tot maalgoed, granulaat of compound. Indien gewenst kan het materiaal bovendien worden gereinigd, gesorteerd op korrelgrootte of ontstof. Wellicht is het een goed plan om een bedrijf zoals deze in het proces te betrekken, om het product te laten voldoen aan de milieustandaard én geld te besparen doordat het restafval op deze manier hergebruikt kan worden.

Behalve het kunststof bevat het product ook twee haaksluitingen, en uiteraard is ook een CO_2 -canister van 135 gram nodig om het product compleet te maken. Nieuwe canisters kunnen door de consument los worden aangeschaft; op een enkele canister na horen deze verder dus niet bij dit product.

12.4. Kostenschatting

De kosten voor dit concept zijn op te delen in drie onderdelen: de canister, het koppelstuk en het kompres. In deze volgorde zullen de kosten hieronder per onderdeel worden afgeschat.

Zoals onder het kopje materialen is beschreven, zullen de canisters speciaal voor dit product ontwikkeld worden. Hierdoor is het erg lastig om een goede kostenschatting te maken van dit onderdeel. Belangrijk om bij stil te staan, is dat de prijs van een custom made CO_2 cartridge aanzienlijk hoger zal liggen dan de prijs van een standaard cartridge. Daarentegen zal er minder verpakkingsmateriaal nodig zijn om een grotere hoeveelheid CO_2 te kunnen opslaan. Om een indicatie te geven van de kosten voor een cartridge van 135 gram, is de verkoopprijs van de 12 g cartridges proportioneel opgeschaald. 135 g is 11,25 keer zoveel als 12 gram, en de 12 g cartridges worden aan de consument verkocht voor ca. € 0,45 per stuk. Volgens dezelfde prijsverhoudingen, zal een cartridge van 135 g dan ca. €5,06 bedragen.

Het koppelstuk is een onderdeel dat geproduceerd zal worden middels spuitgieten. Een matrijs van het benodigde formaat kost ca. €2500,00, wanneer het product in China wordt gefabriceerd (H.O.N. Vendu Trading, z.d.). Uitgaande van een seriegrootte van 100.000 stuks, komt dit neer op € 0,025 per koppelstuk. Bij deze fabrikant zijn de productiekosten voor een product met een gewicht van 10-50 gram € 0,20-0,40. Hierbij hangt de precieze prijs af van de complexiteit van het product, het materiaal waarvan het gemaakt wordt en de seriegrootte. Omdat het product naar schatting ergens onder het midden van dit segment zal uitvallen, zal een prijs van € 0,25 per koppelstuk realistisch zijn.

Gezien het koppelstuk in China geproduceerd wordt, moet ook rekening worden gehouden met transportkosten van ca. €200,00 per pallet. Hoeveel koppelstukken er op een pallet gaan, is lastig in te schatten. Ervan uitgaande dat er europallets (80x120x240 cm) worden gebruikt, moet het wel lukken om 15000 koppelstukken op een pallet kwijt te kunnen. Dit zou betekenen dat de transportkosten per koppelstuk ca. € 0,013 bedragen. De totale kosten per koppelstuk bedragen dus: € 0,025 + € 0,25 + € 0,013 = € 0,288. Dit zijn de productiekosten, wat zou betekenen dat de verkoopprijs van dit onderdeel ca. € 2,88 zou zijn.

Het kompres is qua vormgeving en materialen sterk verwant aan een paar zwemvleugels. Zodoende kunnen de kosten voor het kompres hiervan worden afgeleid.

Zoals in hoofdstuk 9 (koelvliegels) is afgeleid, komt de prijs van een kompres neer op de halve prijs van een set zwervleiegels: ca. €1,50-2,50. Dit concept bevat naast enkel het kunststof ook twee haaksluitingen, waardoor de prijs iets hoger zal uitvallen. Ca. € 3,50 zal een redelijke schatting zijn van de prijs.

Door de kosten van alle onderdelen bij elkaar op te tellen, kan de totaalprijs van het product worden berekend; deze zal uitkomen op € 11,44, waarvan bijna de helft, namelijk € 5,06, wordt bepaald door de canister. Gezien het feit dat er nauwelijks informatie bekend is over de precieze prijs van deze canisters, moet deze kostenschatting met een flinke korrel zout genomen worden. Het is goed mogelijk dat de prijs er heel anders uit komt te zien.

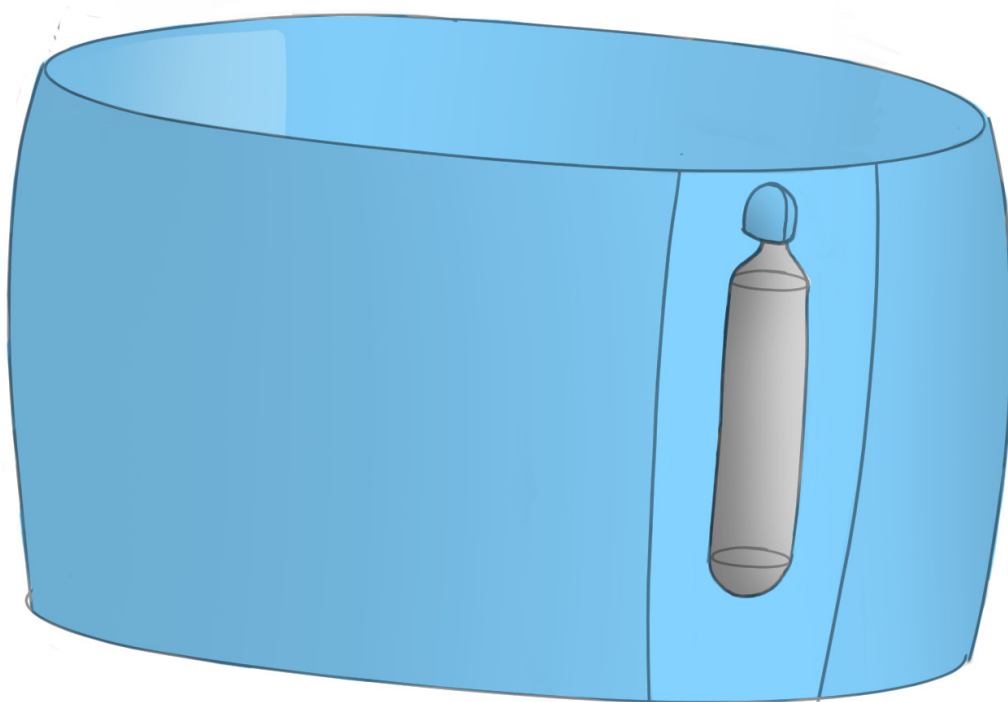


Fig. 39. Instant gaskompres, versimpelde weergave

13. Overzicht

De uitwerking van de vier concepten is beschreven in de vorige vier hoofdstukken. Hoewel er in deze hoofdstukken veel gedetailleerde informatie gegeven is, is het op basis hiervan lastig om een goed beeld te vormen van de specifieke kenmerken van het ene concept ten opzichte van de andere. Daarom is hieronder een kort overzicht te zien van de belangrijkste eigenschappen van de concepten.

	Koelvleugels	Flexibel kompres	Zout in zakje	Instant gaskompres
Voorkomt vries-schade	nee	ja	nee	nee
Levert compressie	ja	soms	nee	ja
Logisch gebruik	ja	gemiddeld	ja	gemiddeld
Warmte therapie	ja	ja	nee	nee
Zonder diepvries	nee	nee	ja	ja
Herbruikbaar	ja	ja	nee	ja*
'Groen'	ja	ja	ja	nee**
Vernieuwend	ja	nee	gemiddeld	ja
Prijs	€ 14,00	€ 14,76	€ 1,75	€ 11,55

Tabel 2. Overzicht concepten

*: Het product zelf is herbruikbaar, maar is nutteloos zonder de CO₂ cartridges (ca. €5,06 p.st.)

** : Het product kan wel 'groen' gemaakt worden door deze te produceren uit gerecycled kunststof

Conclusies

Tijdens het proces zijn de nodige conclusies getrokken, vaak op basis van een literaire bron, een onderzoek of naar eigen beoordeling. Hieronder zijn de verschillende conclusies die zijn getrokken overzichtelijk weergegeven.

Hoeveel energie moet er worden onttrokken aan het weefsel om voldoende koeling te bieden?

Om een blessure goed te behandelen, moet de temperatuur worden teruggebracht naar een waarde tussen 1 en 10 °C. Uitgaande van de meest voorkomende blessure (enkel), moet ca. 79 kJ aan warmte aan het weefsel worden onttrokken om voldoende koeling te kunnen bieden.

Welke concurrerende producten zijn er op de markt?

Producten die momenteel te koop zijn, zijn voornamelijk cold packs (ice packs, instant cold packs en gel packs). Daarnaast worden ook producten zoals cold sprays, cold gels, cold wraps en cold patches verkocht.

Hoe gaat de consument momenteel om met blessures?

De consument is zich ervan bewust dat koelen helpt bij een blessure, maar weet vaak niet wanneer, hoe vaak en hoe lang er het best gekoeld kan worden. Men gebruikt hiervoor meestal een koelkompres, zoals een gel pack of een instant cold pack.

Welke koelprincipes zijn geschikt om toegepast te worden in een koelproduct?

Warmte-overdracht, endotherme oplossingsreacties en verdampingswarmte zijn principes die, mits de juiste ingrediënten gebruikt worden, geschikt om toegepast te worden in een koelproduct. In het geval van warmte-overdracht kan het best worden gekozen voor een mengsel van 40%-propyleenglycol, omdat dit een lager vriespunt heeft dan water alleen en het kompres zo flexibel blijft tijdens gebruik. Een endotherme oplossingsreactie koelt het snelst wanneer ammoniumnitraat wordt opgelost in water, en bij de verdamping van koolstofdioxide (CO₂), wordt ook erg veel energie onttrokken aan de omgeving.

Welke productideeën sluiten het best aan op de gestelde eisen?

De productideeën koelvleugels, flexibel kompres, zoutkristallen in zakje en instant gaskompres sluiten het best aan bij de gestelde eisen.

Algemene conclusie:

Welke mogelijkheden zijn er om een innovatief koelproduct te ontwikkelen dat geschikt is om verschillende blessures te behandelen en liefst koelt zonder dat hier een vriezer voor nodig is?

Koelproducten op basis van warmte-overdracht, een endotherme reactie of verdampingswarmte kunnen uitkomsten bieden om de wensen van de opdrachtgever te vervullen. Uit het onderzoek is echter gebleken dat de huidige koelproducten uitblinken in hun eenvoud, waardoor deze voor een lage prijs te koop zijn. De consument is bovendien enigszins schuw voor de meer innovatieve producten die verkrijgbaar zijn. Er zijn dus wel mogelijkheden om een koelproduct te ontwikkelen dat voldoet aan de wensen van de opdrachtgever, echter zal de prijs van zo'n product zonder twijfel hoger uitvallen waardoor het moeilijk te verkopen zal zijn, en kan men zich afvragen of het überhaupt verkocht zou worden. Ondanks deze bevindingen zijn een aantal mogelijke productideeën uitgewerkt, welke in meer of mindere mate voldoen aan de wensen van de opdrachtgever.

Aanbevelingen

Het proces zoals beschreven in dit rapport heeft geresulteerd in vier uitgewerkte concepten. Onderstaande aanbevelingen zijn in acht te nemen:

Prototype:

Om te kunnen controleren of alles werkt zoals het hoort te werken en het er uit komt te zien zoals gewenst, is het handig om een prototype te maken. Bij het concept met de CO₂ canister, kan met een prototype tevens getest worden of een ventiel dat de ontsnapsnelheid van het gas regelt nodig is.

Gebruikstest:

Een gebruikstest is nodig om het ontwerp verder te finetunen. Voor ieder concept geldt dat een gebruikstest kan uitwijzen of het gebruik van het product logisch is, en waar eventuele knelpunten liggen. Tevens kan een gebruikstest voor het concept 'zout in zakje' uitwijzen welke foliedikte er het best gebruikt kan worden voor de binnenzak; immers moet deze relatief gemakkelijk kapot te trekken zijn.

Finetunen:

Nadat de knelpunten zijn ontdekt kan het product hierop worden aangepast. Desgewenst kunnen de vorige twee stappen herhaald worden, tot het product gebruiksvriendelijk genoeg is en werkt zoals het hoort te werken.



Fig. 40. Ijsblokjes

Literatuurlijst

- Andersson, D.A. et. al. (2004). *TRPM8 Activation by Menthol, Icilin, and Cold Is Differentially*. s.n.
- Apotheek van Vaerenberg (z.d.). Verkregen op 6 juni 2011 van:
<http://www.apotheekvanvaerenbergh.be/nl/default/2162/Nasale%20vasoconstrictoren.aspx>
- Bauerfeind (z.d.). Verkregen op 15 augustus 2011 van:
<http://www.bauerfeind.com/en/products/supports-orthoses/foot/malleotrain.html>
<http://www.bauerfeind.com/en/products/supports-orthoses/elbow/epitrain.html>
- BSN Medical B.V. (z.d.). Verkregen op 18 mei 2011 van: <http://www.gipskamer.com/upload/catalogue/files/11/articair%20cold%20spray.pdf>
- Chiropractisch Centrum voor rug & nek (z.d.). Verkregen op 16 mei 2011 van:
<http://www.chiropractie-vanbeest.nl/shop/koelen/biofreezeI-tube.html>
<http://www.chiropractie-vanbeest.nl/tips/tips-voor-pijnverlichting.html>
- Cold One (z.d.). verkregen op 19 mei 2011 van: <http://www.coldoneinc.com/icewraps/knee.html>
- Conrad Electronic (z.d.). Verkregen op 7 juni 2011 van: http://www1.conrad.nl/scripts/wgate/zcop_nl3/~flNoYXRlPTI3NDg2NjlyMzQ=?~template=PCAT_AREA_S_BROWSE&glb_user_js=Y&shop=NL2&p_init_ipc=X&zhhmh_area_kz=&direkt_aufriiss_area=SHOP_AREA_27807&~cookies=Igcldid%3dCNeGgtbIo6kCFce3godoTx6ig&gclid=&scrwidth=1680
- Custom Gelpax Inc. (z.d.). verkregen op 18 mei 2011 van: <http://www.customgelpax.com/faq.htm>
- De Schouwer, B. (2008). Verkregen op 30 mei 2011 van: <http://www.ikhebeenvraag.be/vraag/3599>
- Deco Sign & Code BV (z.d.). Verkregen op 15 augustus 2011 van <http://www.winkelmetaal.nl/contents/nl/d58.html>
- Deep Freeze (z.d.). verkregen op 18 mei 2011 van: <http://www.deepfreeze.co.uk/patch.asp>
- Designer Data (z.d.). Verkregen op 25 augustus 2011 van: <http://www.designerdata.nl/index.php?material=23&subject=2&pag=8&subpag=1>
- Dunshee, W. K. & Chang, R. W. H. (1984). *US Patent 4462224: Instant hot or cold, reusable cold pack*. s.n.
- Eger, A. et.al. (2008). *Productontwerpen (3e druk)*. Den Haag: Lemma.
- Elastogel (z.d.). verkregen op 19 mei 2011 van:
<http://www.elastogel.com/product-catalog/hot-a-cold-therapy/therapy-wraps>
- Encyclo.nl (z.d.). Verkregen op 30 mei 2011 van:
<http://www.encyclo.nl/lokaal/10491&page=95>
<http://www.encyclo.nl/begrip/warmtegeleiding>
<http://www.encyclo.nl/begrip/convectie>
<http://www.encyclo.nl/begrip/warmtestraling>
<http://www.encyclo.nl/begrip/endotherm>
- Ernst, E. & Fialka, V. (1994). *Ice freezes pain? A review of the clinical effectiveness of analgesic cold therapy*.
Journal of Pain and Symptom Management: Volume 9, Issue 1.
- FabFab (z.d.). Verkregen op 22 augustus 2011 van: http://www.stoffen.net/Stoffen/Kledingstoffen/Katoenen-stoffen/Vlaggendoeke-Soft.htm?shop=fabfab_nl&SessionId=&a=catalog&t=778&c=158419&p=158419
- Farzana, A. (2001). *Temperature of a healthy human (skin temperature)*. Verkregen op 31 mei 2011 van:
<http://hypertextbook.com/facts/2001/AbantyFarzana.shtml>
- Flex International BV (z.d.). Verkregen op 16 augustus 2011 van: <http://www.flexfilm.nl/images/datasheets/polybio.pdf>
- Freitas, R. A. (1999). *Nanomedicine, Volume I*. Georgetown: Landes Bioscience.
- Hamel Metaal (z.d.). Verkregen op 24 augustus 2011 van: http://www.hamel.nl/Files/File/Assortiment%20pdf/WEB_KUNSTSTOF.pdf
- Hoetra Holding B.V. (z.d.). Verkregen op 25 augustus 2011 van: <http://www.hoetra.nl/index.php/nl/home>
- H.O.N. Vendu Trading (z.d.). Verkregen op 24 augustus 2011 van: http://www.chinaplastic.nl/index.php?action=extra&extra=A_matrijs_en_product_kosten_indicatie&lang=NL
- Icebitzzz (z.d.). Verkregen op 22 augustus 2011 van: <http://www.icebitzzz.com/nl/faq/faq.html>
- IcePower (z.d.). verkregen op 19 mei 2011 van: <http://www.icepower.nl/producten/icepower>
- IPAC (z.d.). Verkregen op 6 juni 2011 van:
http://coolcosmos.ipac.caltech.edu/cosmic_classroom/light_lessons/thermal/transfer.html
- Knight, K. L. (1995). *Cryotherapy in sport injury management*. Champaign, Illinois: Human Kinetics.

KNMI (z.d.). Verkregen op 30 mei 2011 van:
<http://www.knmi.nl/cms/content/34791/verdamping>
<http://www.knmi.nl/cms/content/36543/dauwpunt>

Lang, K. L. (2001). Verkregen op 18 mei 2011 van:
<http://www.quackwatch.org/01QuackeryRelatedTopics/DSH/msm.html>

Liao, W. H. (2001). *US Patent 6438965: Instant cold pack*. Verkregen op 18 mei 2011 van:
<http://www.freepatentsonline.com/6438965.html>

Lide, D.R. (2009). *CRC Handbook of Chemistry and Physics*. Boca Raton, Florida: CRC Press.

Macpherson, L. J. et. al. (2006). *More than cool: Promiscuous relationships of menthol and other sensory compounds*. Journal of Neuroscience, 24(23), 5364-5369.

Medisport-Foxx (z.d.). verkregen op 19 mei 2011 van:
<http://www.medisportfoxx.nl/?menu=article&categoryID=798852&articleID=15682069>

Meijboom, A. (2004). Verkregen op 16 mei 2011 van: <http://www.blessure-aanwijzer.nl/koelen.htm>

Mueller Coolant cold spray (z.d.) verkregen op 18 mei 2011 van:
<http://www.muellersports.nl/cms/index.php/koelen-warmte/Coolant-Cold-Spray>

Newton (2002). Verkregen op 30 mei 2011 van: <http://www.newton.dep.anl.gov/askasci/wea00/wea00129.htm>

Nexcare cold spray (z.d.) verkregen op 18 mei 2011 van:
<http://www.deonlinedrogist.nl/nexcare-cold-spray-150ml-p-5952.html>

NOVA (2000). Cold toes. Verkregen op 31 mei 2011 van: <http://www.pbs.org/wgbh/nova/denali/disp-20000607.html>

Ophardt, C. E. (2003). Verkregen op 1 juni 2011 van:
<http://www.elmhurst.edu/~chm/vchembook/501hcboilingpts.html>

Orthopedic Pharmaceuticals (z.d.) verkregen op 18 mei 2011 van:
<http://shopping.netsuite.com/s.nl/c.ACCT37348/it.A/id.15/f?sc=2&category=-102>

Podo 2000 (z.d.). verkregen op 18 mei 2011 van:
<http://www.podo2000.net/index.php/nl/bibliotheek/21-gebruik-van-pijndempende-produkten-bij-voetverzorging>

Pozos, R. S. & Danzl, D. F. (2001). *Medical aspects of harsh environments: Volume I*. General Department of the Army.

RL Sales (z.d.). Verkregen op 18 augustus 2011 van: <http://rlsales.nl/binders/klittenband/klittenband-rol-20mm-x-50m-velours-lus.html>

Sawitzke, A. D. et. al. (2008) *Nederlands tijdschrift van de geneeskunde*. Verkregen van:
http://nl.wikipedia.org/wiki/Glucosamine#cite_note-8

Schafer K. et. al. (1986). *Effect of menthol on cold receptor activity: Analysis of receptor processes*. Gen Physiol.

Sherkheli M.A. et al. (2007). *Selective TRPM8 agonists: a novel group of neurophathic analgesics*. FEBS Journal 274.

TEC Microsystems (z.d.). Verkregen op 6 juni 2011 van:
http://www.tec-microsystems.com/EN/Intro_Thermoelectric_Coolers.html

Velca Pack (z.d.). Verkregen op 24 augustus 2011 van: <http://www.velca-pack.nl/pla.php>

Walter Ritter GmbH (z.d.). verkregen op 18 mei 2011 van: http://www.walterritter.de/english/html/i_ethyl_s.html

Zwembadmaterialen.nl (z.d.). Verkregen op 16 augustus 2011 van: http://www.zwembadmaterialen.nl/Zwembadmaterialen/vleugeltjes/c104/p1720/Beco-zwembadjes/product_info.html

Afbeeldingen:

Fig. 1. *Zere enkel*. Verkregen op 1 september 2011 van: <http://eockingdommin.files.wordpress.com/2011/04/foot-pain-1.jpg>

Fig. 2. *RICE behandeling*. Verkregen op 8 juli 2011 van: http://www.ne-backpain.co.uk/wp-content/uploads/2010/08/R_I_C_E.gif

Fig. 3. *Instant cold packs*. Verkregen op 8 juli 2011 van: <http://img.industry-medical.com/file/fced03d9-1799-4da3-94d6-c69942b06cac/instant-cold-pack--kd-ic-ii-160-.jpg>

Fig. 4. *Cold spray*. Verkregen op 8 juli 2011 van: http://www.josmarc.com/product_images/x/freeze_spray_ass061_29716__91481.jpg

- Fig. 5. *Cold wrap*. Verkregen op 8 juli 2011 van: <http://www.knee-braces-store.com/pics/72/polar-products-inc/knee-wrap---cold-wrap---body-wraps-by-polar-products.PPK2.1.300.jpg>
- Fig 6. *Cold patch*. Verkregen op 8 juli 2011 van: <http://www.allsportmedical.co.uk/images/catalogue/product/M6477-L.jpg>
- Fig. 7. *De meeste blessures worden opgelopen tijdens het sporten*. Verkregen op 1 september 2011 van: http://www.tenhagaaz.com.br/wp-content/uploads/2011/03/shutterstock_197232703.jpg
- Fig. 8. *Cryotherapie helpt bij blessures*. Verkregen op 1 september 2011 van: <http://www.orlandopainfree.com/wp-content/uploads/2011/05/LiteCure-photos4.jpg>
- Fig. 10. *Ijsblokjes*. Verkregen op 8 juli 2011 van: <http://desktop.freewallpaper4.me/view/original/5272/blue-ice-cubes.jpg>
- Fig. 11. *Verdamping aan de huid*. Verkregen op 1 september 2011 van: <http://www.kobayashihealthcare.co.uk/images/Products/KoolnSoothe/KoolnSootheFINAL2.gif>
- Fig. 12. *Warmtestroom op drie manieren*. Verkregen op 8 juli 2011 van: <http://www.roasterproject.com/wp-content/uploads/2010/01/heat-transmittance-meansI.jpg>
- Fig. 13. *Thermo-elektrisch effect*. Verkregen op 8 juli 2011 van: <http://cdn.physorg.com/newman/gfx/news/2008/spinseebecke.jpg>
- Fig. 14. *Peltier element*. Verkregen op 8 juli 2011 van: <http://www.elektronicawereld.nl/productimages/33255.jpg>
- Fig. 25. *Bij voetbal worden veel enkel- en knieblessures opgelopen*. Verkregen op 1 september 2011 van: <http://www.tweakwindows.nl/download/643/Sport-36.jpg>
- Fig. 40. *Ijsblokjes*. Verkregen op 8 juli 2011 van: http://wallpapers.net/wallpapers/sparkling_ice_cubes-1280x800.jpg