

## Lokale Wärmetherapie – seit Jahrhunderten erfolgreich eingesetzt

Wärme zählt zu den ältesten Heilmitteln überhaupt.<sup>1</sup> Bereits seit der Antike wird sie neben lokalen Kälteanwendungen zur Behandlung von Verletzungen des Muskel-Skelett-Systems eingesetzt.<sup>2</sup> Doch erst in den letzten Jahren ist es gelungen, die Komplexität der hervorgerufenen physiologischen Veränderungen zu verstehen.<sup>2</sup> Die empirische Basis wird mehr und mehr durch wissenschaftliche Untersuchungen unterstützt,<sup>1</sup> so konnten Kontraindikationen herausgearbeitet, die Anwendung zur Behandlung verschiedener schmerzhafter Zustände identifiziert und die Indikation dadurch erweitert werden.<sup>2</sup>

Randomisierte klinische Studien nach heutigen Standards sind nur wenige vorhanden.<sup>3</sup> Für ThermaCare® bestehen zahlreiche kontrollierte, randomisierte Studien zur Dokumentation der Wirksamkeit und Verträglichkeit, ebenso Untersuchungen zu Veränderungen der Gewebetemperatur und des Blutflusses.<sup>4-8</sup>

### Physiologische Veränderungen durch Wärmetherapie

Wärmetherapie führt zu einer Schmerzunempfindlichkeit, zu einer Abnahme des Muskeltonus und Erhöhung der Elastizität des Bindegewebes. Durch Erwärmung des Gewebes und einer Vasodilatation kommt es zu einer besseren Versorgung des Gewebes mit Sauerstoff, Nährstoffen und Proteinen. Die Heilung wird gefördert.<sup>2</sup> Ein lokaler Temperaturanstieg im Gewebe um 1°C erhöht den Stoffwechsel um 10–15 %, der neben dem erhöhten Blutfluss ebenfalls zu einer besseren Gewebeheilung beiträgt.<sup>9</sup> Darüber hinaus verändert Wärme die Fähigkeit zur Nozizeption: die neurale Transduktion von Wärme wird über den TRP (transient receptor potential) Vanilloid- (TRPV1)-Rezeptor 1 vermittelt.

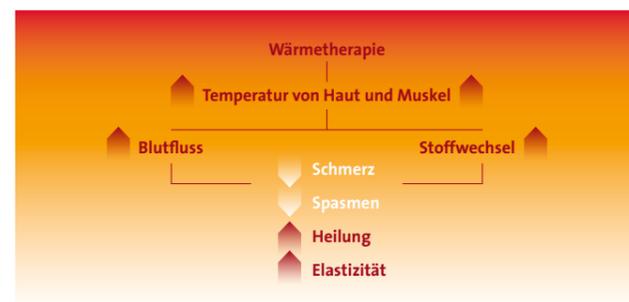


Abbildung 1: Physiologische Veränderungen durch Wärmetherapie. Adaptiert nach Nadler SF et al, Pain Physician. 2004; 7:395-399

TRPV1-Rezeptoren kommen primär in afferenten Neuronen, im Rückenmark und im Gehirn vor.<sup>10,11</sup> Die Aktivierung der Rezeptoren moduliert antinozizeptive absteigende Leitungsbahnen.<sup>12</sup> Als Folge dessen wird der Schmerz reduziert (Abb. 1). Im Gegensatz zur Erhöhung der Ganzkörpertemperatur zielt die lokale Temperaturerhöhung oberflächlicher oder tiefer gelegener Gewebe und Organe darauf ab, nur einen eng umgrenzten Bereich zu erwärmen. Eine leichte bis mäßige Erwärmung des Gewebes kann z.B. mit Rotlicht, Fango und Paraffin erreicht werden. Diese wärmetherapeutischen Maßnahmen schöpfen die Möglichkeiten einer Thermobehandlung jedoch bei Weitem nicht aus, da sie oft nur eine kurzfristige, ungleichmäßige Erwärmung des Gewebes bieten oder aber die Patienten in ihrer Bewegungsfreiheit stark einschränken.

Eine ideale Wärmetherapie sollte daher eine Reihe von Eigenschaften besitzen, die den Behandlungserfolg maximieren.

### Eigenschaften einer idealen Wärmetherapie

- > Die optimale Temperatur der Anwendung liegt bei 40 °C: Die Temperatur ist hoch genug, um auch tiefer gelegene Muskelschichten zu erwärmen, gleichzeitig aber so niedrig, dass das Risiko für Verbrennungen minimiert ist.
- > Die Wärme sollte über mehrere Stunden (8–12 h) konstant im Schmerzgebiet aufrechterhalten werden, um eine optimale therapeutische Wirkung zu erzielen.
- > Die Patienten sollten die Wärmequelle bequem auf der Haut tragen können, ohne dass ihre Alltagstätigkeiten beeinträchtigt werden.

## Wie entsteht die Wärme bei ThermaCare®

ThermaCare® steht als elastische Wärmeumschläge und Wärmeauflagen zum Aufkleben zur Verfügung. In einem hautfreundlichen Vlies sind etwa 50 Cent große Wärmeszellen eingearbeitet, die von einer Membran mit Mikroporen umschlossen sind (Abb. 2). Die Wärmeszellen enthalten eine Mischung aus Eisenpulver und verschiedenen katalytischen Hilfsstoffen. Nach Öffnen der luftdichten Verpackung gelangt Sauerstoff durch die Mikroporen in die Zellen, reagiert mit dem Eisenpulver und startet die kontrollierte Oxidation des Eisenpulvers.

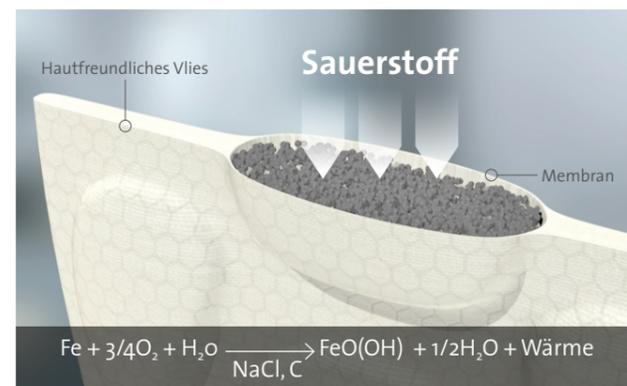


Abbildung 2: Aufbau der ThermaCare® Wärmeszellen: wärmeerzeugendes Eisenpulver mit den katalytischen Hilfsstoffen Aktivkohle, Kochsalz, Wasser, Natriumthiosulfat, eingehüllt in eine Membran mit mikrofeinen Poren (definierte Zahl, definierter Durchmesser).

Die Mischung mit den katalytischen Hilfsstoffen und die Porengröße bestimmen den Ablauf und die Intensität der Oxidationsreaktion, so dass eine konstante Wärme von 40 °C über mindestens 8 h gewährleistet wird. Die therapeutische Temperatur wird nach ca. 30 min erreicht. Durch die für ThermaCare® verwendete spezielle Technologie sind alle Anforderungen, die an eine ideale Wärmetherapie gestellt werden, erfüllt. Die Wärmeauflagen sind ergonomisch geformt, sind dünn und tragen nicht auf. Das Tragen unter der Kleidung ist so einfach möglich: diskret und überall.

## Nicht angewendet werden sollte ThermaCare®<sup>13</sup>

- > Wenn die Wärmeszellen undicht sind und/oder der Umschlag beschädigt ist
- > Zusammen mit medizinischen Einreibungsmitteln, Pflastern oder anderen Arten von Wärme
- > Auf erkrankter, verletzter oder geschädigter Haut
- > Auf Prellungen und Schwellungen, die in den letzten 48 Stunden aufgetreten sind
- > Auf Körperstellen ohne Wärmeempfindung
- > Bei Personen, die das Produkt nicht selbst entfernen oder die Anwendungshinweise nicht befolgen können, z. B. Kinder oder manche ältere Personen
- > Im Gesicht oder am Kopf, auf der Brust, an der Arminnenseite oder in den Achselhöhlen, an den Fingern, am Unterbauch, in der Leiste, an den Kniekehlen, den Füßen oder den Zehen

ThermaCare® soll erst nach Rücksprache mit dem Arzt angewendet werden bei Diabetes, Durchblutungsstörungen, Herzerkrankungen, rheumatoider Arthritis oder während der Schwangerschaft.

Wärmeerzeugende Produkte können zu Verbrennungen führen. Dieses Risiko nimmt mit dem Alter zu. Ab einem Alter von 55 Jahren sollte ThermaCare® über dünner Kleidung getragen und nicht während des Schlafs angewendet werden.

Weitere Hinweise zur Anwendung sind der ThermaCare®-Gebrauchsanweisung zu entnehmen.

## ThermaCare® hilft dreifach:



### 1. Muskelentspannung

Die Langzeit- und Tiefenwärme löst Verspannungen in der Muskulatur und bekämpft somit auch die Ursache des Schmerzes.



### 2. Erhöhte Durchblutung

Die Durchblutung wird erhöht. Das unterstützt den natürlichen Heilungsprozess.



### 3. Schmerzlinderung

Die Weiterleitung von Schmerzsignalen an das Gehirn wird gehemmt. So werden muskuläre Schmerzen gelindert.

## Empfehlung für eine kontinuierliche Wärmetherapie – wie sie mit ThermaCare® angeboten wird – bei akutem oder subakutem Kreuzschmerz

Die Nationale Versorgungsleitlinie (NVL) Kreuzschmerz empfiehlt den Einsatz einer kontinuierlichen Wärmetherapie in Form von Pflastern und Umschlägen (heat wraps) bei akutem und subakutem Kreuzschmerz mit einer „kann“-Empfehlung (Tab. 1).<sup>14</sup>

Die Evidenz begründet sich auf einen Cochrane Review.<sup>3</sup> Als Erklärung für die Schmerzlinderung und die Verbesserung der Funktionsfähigkeit wird gesehen, dass während der Anwendung eine normale körperliche Aktivität weitergeführt werden kann. Darüber ließe sich auch erklären, dass andere Formen von lokal applizierter Wärme (Wärmekissen, Wärmedecken, Wärmegürtel/-bandagen), unter deren Anwendung keine begleitende Bewegungstherapie möglich sei, keinen positiven Effekt erzielten.<sup>14</sup>

Körperliche Aktivität wie in Form von Bewegungstherapie, Rückenschule oder Beratung zur Eigenaktivität wird so als Bedingung für die Verwendung von Pflastern und Umschlägen gesehen.<sup>14</sup>

Empfehlung/Statement	Empfehlungsgrad
5–22 Wärmetherapie kann im Rahmen des Selbstmanagements in Kombination mit aktivierenden Maßnahmen zur Behandlung nicht-spezifischer Kreuzschmerzen angewendet werden.	↔

Tabelle 1: Empfehlung der Nationalen Versorgungsleitlinie (NVL) Kreuzschmerz zum Einsatz von Wärmetherapie.<sup>14</sup>

## Studienübersicht ThermaCare®

Um die Wirksamkeit und Verträglichkeit einer kontinuierlichen Wärmeanwendung in der Behandlung von unspezifischen Rücken- und auch anderen Schmerzen nachzuweisen, wurde eine Vielzahl von klinischen Studien für ThermaCare® durchgeführt. Nachfolgend eine Zusammenstellung ausgewählter Studien.

### Kontinuierliche Wärmetherapie mit niedrigen Temperaturen ist wirksamer als Ibuprofen und Paracetamol in der Behandlung von akuten, unspezifischen Kreuzschmerzen.<sup>4</sup>

Schmerzen des unteren Rückens (im Sinne von Kreuzschmerzen) zählen zu den häufigsten Gesundheitsproblemen in Deutschland.<sup>15</sup> Die Ergebnisse der deutschen Rückenschmerzstudie mit knapp 10.000 Erwachsenen in fünf Städten kommen auf eine Punktprävalenz (Schmerz am Tag der Befragung ohne Angaben zum Schweregrad) von 31,1 %, die 1-Jahres Prävalenz liegt bei 76 % und die Lebenszeitprävalenz bei 85,5 %. Nur ein kleiner Anteil von 8 % berichten von schweren Schmerzen (Grad II) und 11,2 % von Schmerzen, die zur Invalidität führen (Grad III-IV).<sup>16</sup> Fehlzeiten am Arbeitsplatz aufgrund von Rückenbeschwerden sind verantwortlich für etwa jeden zehnten Fehltag.<sup>17</sup> Das nicht-opioide Analgetikum Paracetamol oder die verschiedenen NSAR wie z.B. Ibuprofen und Cox-2-Hemmer werden zur Behandlung von akuten Schmerzen eingesetzt. Die nationale Versorgungsleitlinie Kreuzschmerz<sup>14</sup> empfiehlt keine der genannten Medikamentengruppen als Mittel der ersten Wahl aufgrund von möglicher Nebenwirkungen und geringer Evidenz für die Behandlung.

Die prospektive, randomisierte, einfach-verblindete, vergleichende Wirksamkeitsstudie hatte zum Ziel, die Wirksamkeit einer kontinuierlichen topischen Wärmebehandlungen mit ThermaCare® Wärmumschläge für den Rücken (40°C, 8 h pro Tag) mit den Analgetika Ibuprofen (1200 mg / Tag) und Paracetamol (4000 mg / Tag) bei Patienten mit akuten, unspezifischen Kreuzschmerzen zu vergleichen.<sup>4</sup>

**Methoden:** Die Patienten (n = 371) wurden randomisiert der Wärmetherapie (n = 113), Paracetamol (n = 113), Ibuprofen (n = 106), oralem Placebo (n = 20) oder unbeheizten Rückenumschlägen (n = 19) zugeordnet. Endpunkte für die Beurteilung der Wirksamkeit umfassten die Schmerzlinderung, Muskelsteifheit, seitliche Rumpf-Flexibilität und die Beeinträchtigung. Die Wirksamkeit wurde über zwei Tage und zwei weitere Tage ohne Behandlung gemessen.

**Ergebnisse:** An Tag 1 der Therapie war die Schmerzlinderung für die Wärmebehandlung (Mittelwert 2) signifikant größer als mit Ibuprofen (Mittelwert 1,51; p = 0,0007) oder Paracetamol (Mittelwert 1,32; p = 0,0001). Die weitere mittlere Schmerzlinderung (Tage 3–4) für die Wärmetherapie (Mittelwert 2,61) war ebenfalls höher als mit Ibuprofen (Mittelwert 1,68; p = 0,0001) oder Paracetamol (Mittelwert 1,95; p = 0,0009) (Abb. 3).

Die laterale Flexibilität des Oberkörpers wurde mit der Wärmetherapie während der Behandlung deutlicher verbessert (mittlere Veränderung, 4,28 cm) (p = 0,009 vs. Paracetamol [mittlere Veränderung, 2,93 cm], p = 0,001 vs. Ibuprofen [mittlere Veränderung, 2,51 cm]).

Vergleichbare Ergebnisse wurden am Tag 4 gefunden. Die Reduktion der Muskelsteifheit am Tag 1 mit der Wärmetherapie (Mittelwert 16,3) war größer als mit Paracetamol (im Mittel 10,5; p = 0,001) (Abb. 4).

Die Beeinträchtigung an Tag 4 war mit der Wärmetherapie (Mittelwert 4,9) deutlicher reduziert als mit Ibuprofen (Mittelwert 2,7; p = 0,01) und Paracetamol (Mittelwert 2,9; p = 0,0007) (Abb. 5).

Es traten keine schwerwiegenden unerwünschten Ereignisse auf. Die höchste Rate an Nebenwirkungen (10,4 %) wurde in der Ibuprofen-Gruppe berichtet.

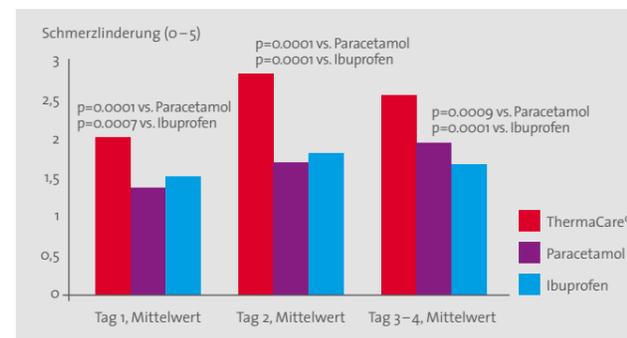


Abbildung 3: Schmerzlinderung an Tag 1 (primärer Endpunkt), Tag 2 und 3-4. Adaptiert nach Nadler SF et al. Spine (Phila Pa 1976). 2002 May 15;27(10):1012-7.

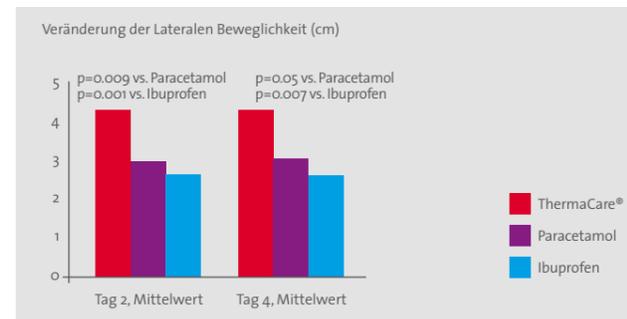


Abbildung 4: Laterale Beweglichkeit. Adaptiert nach Nadler SF et al. Spine (Phila Pa 1976). 2002 May 15;27(10):1012-7.

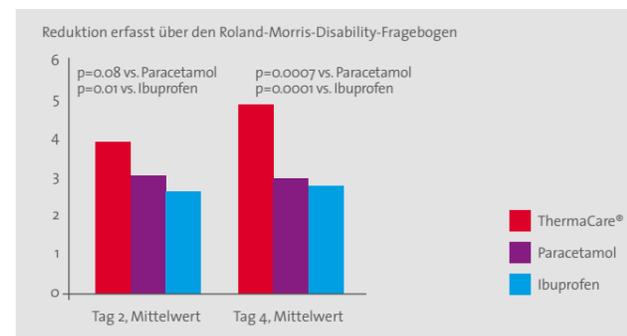


Abbildung 5: Reduktion der Beeinträchtigung durch Rückenschmerz (erfasst über den Roland-Morris-Disability-Fragebogen). Adaptiert nach Nadler SF et al. Spine (Phila Pa 1976). 2002 May 15;27(10):1012-7.

**Fazit:** Die kontinuierliche Wärmetherapie bei niedrigen Temperaturen (40°C) war im Hinblick auf die untersuchten Endpunkten sowohl einer Ibuprofen-, als auch Paracetamol-Behandlung von Kreuzschmerzen statistisch signifikant überlegen, was eine Empfehlung als Mittel der ersten Wahl unterstützt.

### Temperaturveränderungen in der paraspinalen Muskulatur und in der Haut: Vergleich von ThermaCare® mit zwei Wärmepflastern mit dem Wirkstoff Capsaicin<sup>18</sup>

Die ThermaCare®-Wärmeumschläge für den Rücken führen nicht nur zu einer Erhöhung der Temperatur an der Hautoberfläche, sondern auch zu einer Wärmeentwicklung in der paraspinalen Muskulatur, gemessen in 2 cm Tiefe. Das konnte in einer Cross-over-Studie mit 18 Probanden (mittleres Alter 22 ± 2,5 Jahre) gezeigt werden. Die Studienteilnehmer durften keine akuten Verletzungen in der Lumbosakralregion, Hautinfektionen, eine Rückenoperation, oder Überempfindlichkeit gegenüber Wärme, Injektionsnadeln oder gegenüber dem Wirkstoff Capsaicin aufweisen.

Die Wärmeentwicklung an der Hautoberfläche und im Gewebe bei Verwendung von ThermaCare® wurde im Vergleich zu zwei Wärmepflastern, die auf dem Wirkstoff Capsaicin beruhen, untersucht (Johnson&Johnson Rückenpflaster, Wirkstoff: Capsicum-Oleoresin, ABC Wärme-Pflaster, Wirkstoff Capsaicin). Auch wurden die Probanden zu ihrer Wärmeempfindung befragt.

Den Teilnehmern wurde ein Thermofühler auf Höhe des LWK<sub>3</sub> 2 cm tief in die parspinale Muskulatur eingeführt. Zwei weitere Temperaturmessfühler waren an der Hautoberfläche angebracht. Die Messungen wurden in Ruhe und im Abstand von jeweils 15 min über einen Gesamtzeitraum von 120 min durchgeführt. ThermaCare® führte sowohl zu einer Erwärmung der Haut, als auch zu einer Temperaturerhöhung in 2 cm Tiefe im Muskel. Die positiven Temperaturveränderungen unter ThermaCare® im Muskel unterschieden sich in allen 15 min Zeitintervallen signifikant gegenüber den beiden weiteren getesteten Wärmepflastern (p < 0,01) (Abb. 6). Das ABC Wärmepflaster wurde als am wärmsten wahrgenommen.

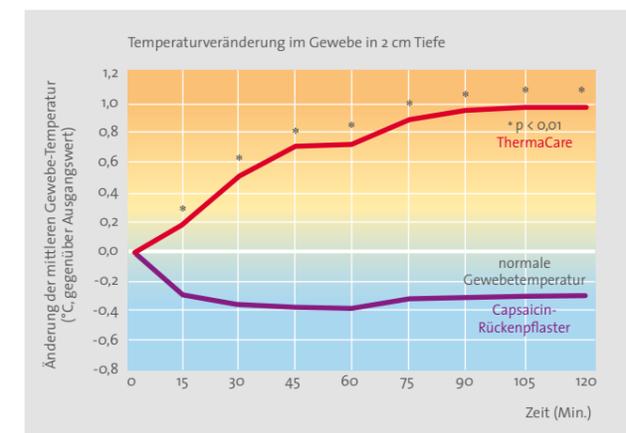


Abbildung 6: Wärmeentwicklung von ThermaCare® Rückenumschlägen in der paraspinalen Muskulatur (in 2 cm Tiefe, gemessen auf Höhe LWK<sub>3</sub>) im Vergleich zu Capsaicin-haltigen Pflastern. Adaptiert nach: Trowbridge CA, Draper DO, Feland JB et al. J Orthop Sports Phys Ther. 2004 Sep;34(9):549-58.

**Fazit:** Nur mit ThermaCare® erwärmte sich während der Anwendung sowohl die Haut als auch das darunter liegende Gewebe gemessen in 2 cm Tiefe.

Abbildung 7: Anteil der Studienteilnehmer, die nach Abschluss der Behandlung an Tag 7 schmerzfrei waren. Adaptiert nach Mayer JM et al. The Spine Journal 5 (2005) 395–403.

### Behandlung von akuten, unspezifischen Kreuzschmerzen mit kontinuierlicher Wärmetherapie und/oder Physiotherapie: eine randomisierte, kontrollierte Studie<sup>6</sup>

Entsprechend der Empfehlung in der NVL Kreuzschmerz zur Kombination einer Wärmetherapie mit Umschlägen (heat wraps) und aktivierenden Maßnahmen<sup>14</sup> wurden in dieser randomisierten kontrollierten vierarmigen Studie die Wirksamkeit der kontinuierlichen Wärmetherapie mit ThermaCare® alleine, in Kombination mit Physiotherapie, Physiotherapie alleine und einer Kontrollgruppe verglichen. An drei medizinischen Zentren wurden 100 ambulante Patienten (Alter 31,2 ± 10,6 Jahre) in die Studie eingeschlossen. Die Patienten durften nicht länger als 3 Monate an Rückenschmerzen leiden.

**Methoden:** Die Teilnehmer wurden in eine von vier Gruppen randomisiert: Wärmetherapie allein (Wärmeumschläge, n = 25), physiotherapeutische Übungen allein (Übungen, n = 25); Kombination von Wärmetherapie und Übungen (Wärme/Übung, n = 24) oder Kontrolle (Broschüre, n = 26). Die Behandlungen wurden an fünf aufeinander folgenden Tagen mit vier Besuchen im Studienzentrum innerhalb einer Woche durchgeführt. Der primäre Endpunkt war die Beurteilung der funktionellen Beweglichkeit mit Hilfe des Multidimensional-Task-Ability-Profile-Fragebogens. Sekundäre Prüfziele waren die Beurteilung der Beeinträchtigung durch den Roland-Morris-Disability-Fragebogen und die Bewertung des Schmerzes mit Hilfe einer verbalen Rating-Skala.

**Ergebnisse:** Zwei Tage nach Beendigung der Therapien (Tag 7):

- > war die Verbesserung der Beweglichkeit in der Wärmetherapie + Physiotherapie Gruppe um 84 %, 95 % und 175 % größer als bei den Teilnehmern, die jeweils nur Wärmetherapie, Physiotherapie erhielten oder sich in der Kontrollgruppe befanden. (p < 0,05)
- > 72 % der Patienten in der Wärmetherapie + Physiotherapie Gruppe zeigten eine Rückkehr zur vollen Beweglichkeit im Vergleich zu 20 % in der Wärmetherapie alleine Gruppe, 20 % in der Physiotherapie alleine Gruppe und 19 % in der Kontrollgruppe. (p < 0,05)
- > der Rückgang der Behinderung in der Wärmetherapie + Physiotherapie Gruppe war um 93 %, 139 % und 400 % größer als in der Wärmetherapie alleine Gruppe, Physiotherapie alleine Gruppe und der Kontrollgruppe. (p < 0,05)
- > die Schmerzreduktion in der Wärmetherapie + Physiotherapie Gruppe war 70 % und 143 % größer als in der Physiotherapie alleine Gruppe und der Kontrollgruppe. (p < 0,05)

**Fazit:** Die Kombination von kontinuierlicher Wärmetherapie mit Physiotherapie in der Behandlung von akuten Rückenschmerzen zeigt signifikant bessere Ergebnisse bezüglich der Verbesserung der Beschwerden im Vergleich zu beiden Behandlungen alleine und der Kontrollgruppe.



**Kontinuierliche Wärmetherapie mit niedrigen Temperaturen zur Prävention und frühzeitigen Behandlung von Muskelkater im unteren Rücken: eine randomisierte Studie<sup>7</sup>**

Muskelkater führt zu einem Funktionsverlust und zu Aktivitätseinschränkungen.<sup>19</sup> Eine Prävention und Behandlung ist vor allem für Leistungssportler, aber auch für alle anderen Personen, die starke körperliche Anstrengungen ausführen, wichtig. Verschiedene Behandlungsmöglichkeiten und Medikamente werden verwendet, wobei sich bisher keine Methode als klar überlegen gezeigt hat.<sup>20</sup> Weder ein passives (z.B. mit kurzweiliger Diathermie) noch ein aktives Aufwärmtraining (z.B. Widerstandstraining mit geringer Intensität) des Armbeugers, das unmittelbar vor einem exzentrischen Training mit hoher Belastung ausgeführt wurde, konnte die klinischen Auswirkungen einer Muskelschädigung im Beobachtungszeitraum von bis zu 72 h lindern.<sup>21</sup> Gleiche Ergebnisse fand man auch für den Musculus quadriceps femoris nach Übungen mit geringer Intensität<sup>22</sup> oder für ein Aufwärmtraining mit Ultraschall des Ellenbogenbeugers.<sup>23</sup> In beiden Fällen konnte einem Muskelkater nicht signifikant vorgebeugt werden. Kälteanwendungen werden oft zur Behandlung empfohlen<sup>20</sup>, die vorliegende Evidenz aus klinischen Studien lassen jedoch die Wirksamkeit hinterfragen.<sup>24</sup> Eine Cochrane-Analyse zur Anwendung von Kälte und Wärme in der Behandlung von akuten Kreuzschmerzen kommt zu dem Ergebnis, dass eine kontinuierliche Wärmetherapie mit Wärmeumschlägen wirksamer in der Reduktion von Schmerz, Muskelkater und Funktionseinschränkungen ist.<sup>3</sup> Bisher unbekannt ist, inwieweit eine kontinuierliche Wärmetherapie unmittelbar vor exzentrischen Übungen Symptome eines Muskelkaters verhindern oder lindern kann, und welchen Stellenwert sie in der Behandlung von Muskelkater im Vergleich zu Kälteanwendungen hat.<sup>24-26</sup>

**Studiendesign und Patienten:** Ziel der zwei kontrollierten, randomisierten Studien war es, bei experimentell induziertem Muskelkater in der Lumbosakralregion die Auswirkungen einer Wärmetherapie mit ThermaCare® in der Prävention (Präventionsstudie) und in der frühen Behandlung (0-48 h nach den Übungen) (Behandlungsstudie) zu untersuchen. Eingeschlossen wurden 67 Probanden ohne Rückenschmerzen und gutem Gesundheitszustand (mittleres Alter 23,3 ± 6,6 Jahren). In der Präventionsstudie erhielten die Probanden randomisiert ThermaCare® (n = 17) 4 h vor und 4 h nach den Übungen (Tragedauer von ThermaCare®: 8 h). Die Kontrollgruppe (n = 18) wurde angewiesen Stretching-Übungen, die nicht auf eine bestimmte Muskelgruppe ausgerichtet waren, unmittelbar vor dem Training durchzuführen.

In der Behandlungsstudie erhielten die Patienten 18 bis 42 h nach dem Training entweder ThermaCare® (n = 16) oder ein Kältepack (n = 16). Der ThermaCare®-Wärmeumschlag wurde 2-mal für jeweils 8 h beginnend 18 bzw. 32 h nach dem Trainingsprogramm und das Kältepack für je 15-20 min alle 4 h in der Zeit von 18-42 h nach dem Training angewendet. Primärer Studienendpunkt war die Schmerzintensität (Präventionsstudie) und die Schmerzlinderung (Behandlungsstudie) 24 h nach dem Muskelkater induzierenden Training. Sekundäre Endpunkte waren die physische Funktionalität und Beeinträchtigung nach Selbstauskunft.

**Ergebnisse:** In der Präventionsstudie wurden in der Gruppe mit der ThermaCare®-Wärmeanwendung zum Zeitpunkt 24 h nach dem Muskelkater induzierenden Training im Vergleich zu der Kontrollgruppe die Schmerzintensität, die Beeinträchtigung und die Defizite in der körperlichen Funktionalität um 47 % (p < 0,001), 52,3 % (p = 0,029) und 45 % (p = 0,013) reduziert.

In der Behandlungsstudie war zum Zeitpunkt 24h nach dem Training die Schmerzlinderung unter ThermaCare® um 138 % größer als in der Gruppe mit Kältepack (p = 0,029). Bei der Veränderung der Beeinträchtigung und der physischen Funktionalität wurden keine Unterschiede gesehen.

**Sicherheit:** Im Verlauf der beiden Studien kam es zu keinen schweren Nebenwirkungen. In der Präventionsstudie berichtete ein Proband in der Wärme Gruppe über Übelkeit und Erbrechen nach der ersten klinischen Visite. Die Nebenwirkung verschwand komplett innerhalb von 24 h und führte nicht zum Studienabbruch. In der Behandlungsstudie kam es in der Wärme Gruppe bei einem Teilnehmer zu einem moderaten Erythem, das nach Abschluss der Behandlung wieder vollständig verschwand. Ein Abbruch der Studienteilnahme war auch in diesem Fall nicht notwendig.

**Fazit:** An einer kleinen Anzahl an Probanden mit gutem allgemeinem Gesundheitszustand konnte nach Induktion von Muskelkater in der Lumbosakralregion eine kontinuierliche Wärmeanwendung mit ThermaCare®, wenn sie als Prävention eingesetzt wurde, Schmerzen und Defizite der körperlichen Funktionalität reduzieren. In der Behandlung des Muskelkaters erwies sich ThermaCare® einer Kälteanwendung hinsichtlich der Schmerzlinderung signifikant überlegen (24 h und 48 h nach exzentrischem Training). In der Verbesserung von körperlichen Beeinträchtigungen waren die Wärme- und Kältebehandlung gleich gut.

**Verwendung von ThermaCare® in Ergänzung zu einer Physiotherapie und Übungen zu Hause bei Patienten mit akuten, nicht-spezifischen Kreuzschmerzen<sup>27</sup>**

In der zuvor beschriebenen Arbeit von Mayer und Kollegen<sup>6</sup> konnte von diesen gezeigt werden, dass die Kombination aus kontinuierlicher Wärmeanwendung mit milden Temperaturen in Form von ThermaCare® für den Rücken und Physiotherapie bei akuten Kreuzschmerzen einer Behandlung mit Wärme oder Physiotherapie allein in Bezug auf die erreichten funktionellen Verbesserungen, die Reduktion der Beeinträchtigung und die Schmerzlinderung signifikant überlegen war. Petrofsky und Kollegen testeten die Hypothese, dass eine nächtliche Anwendung von ThermaCare®\*\* zusammen mit einer Physiotherapie die Schmerzen besser reduziert, die Compliance für das Bewegungsprogramm, das zu Hause durchgeführt werden soll, erhöht und die Therapieergebnisse insgesamt verbessert.

**Patienten:** In eine einfach-verblindete Untersuchung wurden 144 Patienten im Alter zwischen 18 und 70 Jahren mit akuten, unspezifischen Kreuzschmerzen an vier Zentren eingeschlossen. Die Patienten konnten nicht teilnehmen, wenn eine kürzlich stattgefundenen Fraktur Ursache für die Schmerzen war oder aufgrund einer Rückenmarkverletzung im vergangenen Jahr eine Operation durchgeführt wurde. Auch waren das Vorliegen eines Diabetes mellitus, Rückenschmerzen seit mehr als drei Monaten, eine zurückliegende Radikulopathie oder neurologische Defizite (z.B. bei Vorliegen einer Stuhl-/Harninkontinenz) weitere Ausschlusskriterien. Die Verwendung von Analgetika war während der Studiendurchführung nicht erlaubt. Die meisten der Teilnehmer waren aufgrund der Schmerzen vorübergehend arbeitsunfähig. Die Teilnehmer wurden zwei Gruppen zugeordnet. Beide Gruppen erhielten Physiotherapie von mindestens 45 min bis zu 1 h. Eine Gruppe wurden außerdem angeleitet, ThermaCare® alternierend zu den Behandlungen nachts für mindestens 6 h\*\* zu verwenden.

**Methoden:** Zwei Fragebögen wurden zur Bestimmung der Beeinträchtigung durch Rückenschmerzen verwendet: Roland-Morris-Disability-Fragebogen<sup>28,29</sup> und der Ostwestry-Disability-Index<sup>30</sup>. Die Schmerzintensität wurde anhand einer visuellen Analogskala (VAS) erfragt; außerdem Beweglichkeit, Compliance für die Übungen zu Hause und Tragedauer des Wärmeumschlags. Eine Bewertung zur Durchführung der Übungen und die Veränderung der Schmerzen sowie der Muskelkraft wurden außerdem vom Physiotherapeuten abgegeben.

**Ergebnisse am Ende der zweiwöchigen Behandlung:**

- > war der Rückgang der Beeinträchtigung bestimmt mit den Roland-Morris-Disability- und OSTWESTRY-Disability-Fragebögen in der Wärmetherapie + Physiotherapie + Heimübungsprogramm signifikant besser als in der Kontroll-Gruppe mit Physiotherapie + Heimübungsprogramm. (p < 0,01)
- > die Beweglichkeit des Rückens gemessen in Grad (°) war in der Wärmetherapie + Physiotherapie + Heimübungsprogramm Gruppe signifikant größer als in der Kontroll-Gruppe mit Physiotherapie + Heimübungsprogramm (p < 0,01). In der Gruppe mit Wärmeanwendung lag die Verbesserung bei 13,5 ± 12,0° und war damit dreimal höher als in der Kontrollgruppe mit 4,0 ± 6,0° (Abb. 8).
- > die Schmerzreduktion in der Wärmetherapie + Physiotherapie + Heimübungsprogramm Gruppe war mit einer Reduktion um 50 % signifikant größer als die Reduktion um 15 % in der Kontroll-Gruppe (p < 0,01). (Abb. 9 A und B)
- > die Compliance für das Heimübungsprogramm war in der Gruppe mit der zusätzlichen Wärmetherapie signifikant besser als in der Kontrollgruppe ohne Wärmeanwendung: 73,8 ± 23 % (tatsächlich durchgeführte Übungen nach Zeit als Prozentangabe bezogen auf das empfohlene Übungsprogramm) gegenüber 42,0 ± 28,6 %.

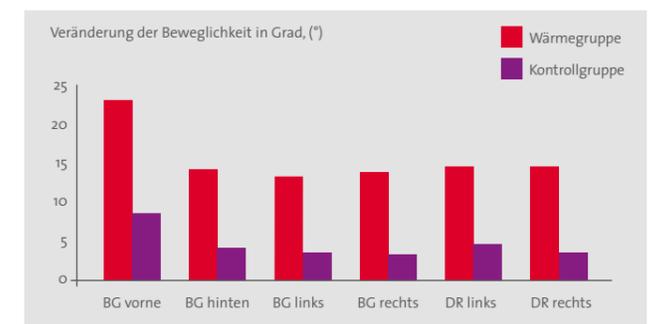


Abbildung 8: Veränderung der Beweglichkeit gemessen in Grad (°): Beugung nach vorne (BG vorne), nach hinten (BG hinten), nach links (BG links), nach rechts (BG rechts), Drehung links (DR links) und rechts (DR rechts) nach Abschluss der zweiwöchigen Behandlung. Adaptiert nach Petrofsky, Jerrold, et al. International Journal of Therapy & Rehabilitation, 2014, 21. Jg., Nr. 9.

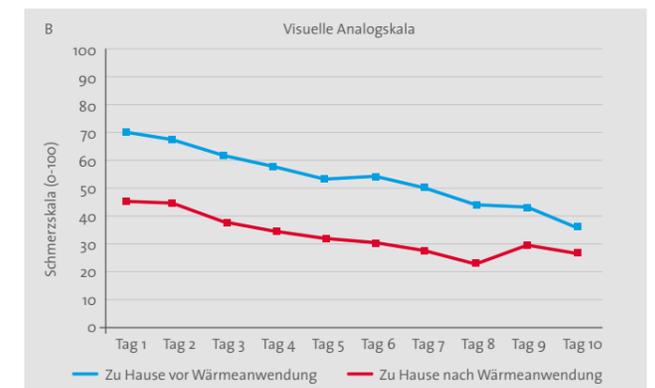
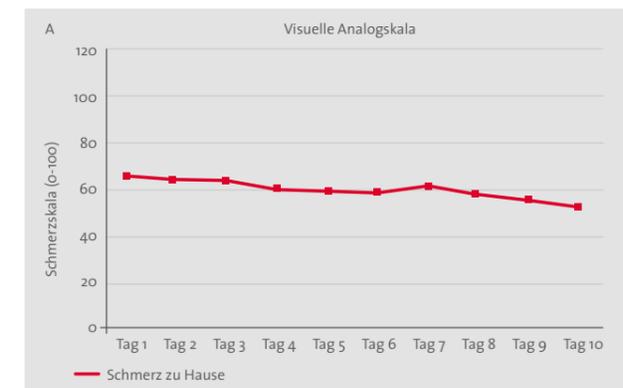


Abbildung 9 A und B: Schmerzlinderung im Verlauf der Behandlung, gemessen anhand einer visuellen Analogskala (0-100). A: Physiotherapie + Heimübungsprogramm. B: Wärmetherapie mit ThermaCare® + Physiotherapie + Heimübungsprogramm Adaptiert nach Petrofsky, Jerrold, et al. International Journal of Therapy & Rehabilitation, 2014, 21. Jg., Nr. 9.

**Fazit:** Die Kombination von kontinuierlicher Wärmetherapie mit ThermaCare® nachts für mindestens 6 h\*\* alternierend mit Physiotherapie und Heimübungen in der Behandlung von akuten Rückenschmerzen zeigt signifikant bessere Ergebnisse bezüglich der Verbesserung der Beschwerden und der Compliance zur Durchführung der Übungen zu Hause im Vergleich zu einer Physiotherapie und Heimübungen ohne Wärme.

\*\*ThermaCare® soll zunächst nur tagsüber getragen werden, um sich mit der Wärmeempfindlichkeit vertraut zu machen. Erst dann soll entschieden werden, ob man es in der Nacht trägt. Bei Personen ab einem Alter von 55 Jahren soll ThermaCare® wegen des erhöhten Risikos für Verbrennungen über dünner Kleidung und nicht über Nacht getragen werden.

**Messungen zur Wärmeentwicklung und zum Blutfluss am Musculus quadriceps femoris bei Verwendung von ThermaCare® im Vergleich zu mentholhaltigen Auflagen/Cremes<sup>8</sup>**

Ein anerkanntes Phänomen ist die muskuläre Überlastung oder der Muskelkater, der gewöhnlich nach ungewohnter Belastung wie nach längeren Trainingspausen, aber auch bei einer Intensivierung der sportlichen Aktivität auftreten kann.<sup>31</sup> In den meisten Fällen beginnt er etwa 8–10 h nach der Belastung und erreicht sein Maximum nach 24–48 h.<sup>31–33</sup> Während der Muskelschmerz meist nach 5–7 Tagen nachlässt<sup>33</sup>, kann die Muskelschwäche noch über einen Zeitraum von zwei Wochen andauern.<sup>31</sup> Sowohl für die Kälte- als auch für eine Wärmebehandlung konnte eine Reduzierung der mit dem Muskelkater verbundenen Schmerzen nachgewiesen werden.<sup>34</sup> Mayer und Kollegen konnten zeigen, dass eine Wärmebehandlung mit niedrigerer Temperatur, die unmittelbar nach der Belastung für 8 h angewendet wird, den Muskelschmerz, gemessen nach 24 und 48 h, signifikant reduzierte.<sup>7</sup> Verschiedene „Wärmeprodukte“ sind als verschreibungsfreie OTC (over the counter)- Präparate erhältlich und werden mit einer Schmerzlinderung, z.B. nach Muskelkater erworben. Bisher ist jedoch nur wenig darüber bekannt, in welchem Ausmaß die angebotenen Produkte nicht nur die Haut an der Applikationsstelle, sondern auch das Gewebe erwärmen. Für ThermaCare® konnte bereits in einer Untersuchung an gesunden Probanden im Vergleich zu Capsaicin-haltigen Wärmepflastern gezeigt werden, dass es zu einer Erhöhung der Gewebetemperatur gemessen in 20 mm Tiefe, führte.<sup>18</sup>

Eine in den USA durchgeführte Crossover-Studie hatte zum Ziel, mittels auf die Haut aufgebracht und in das Gewebe eingeführter Thermosensoren, die Wärmeentwicklung von ThermaCare® im Vergleich zu in den USA erhältlichen auf Menthol basierenden Pflastern (Icy Hot Patch, 5 % Menthol) und Cremes (Icy Hot Cream, 10 % Menthol und 30 % Methylsalicylat) zu untersuchen. Außerdem wurde der Blutfluss in der Haut und im Muskel mittels einer Laser-Doppler-Flowmetrie bestimmt. Da Muskelkater selbst zu einer Veränderung des Blutflusses und der Muskeltemperatur führt,<sup>35</sup> wurden die Untersuchungen an unverletzten Probanden durchgeführt. 15 Männer und Frauen im mittleren Alter von 26,8 (± 4,1) Jahren und mit einem Body-Mass-Index von 27,7 (± 11,4) erhielten über drei aufeinanderfolgende Tage jeweils ThermaCare®, die Menthol-Creme oder das mentholhaltige Pflaster auf Höhe des Musculus quadriceps femoris aufgeklebt bzw. aufgetragen. Die Messungen wurden in Zeitabständen von 15 min bzw. 30 min bis zu einer Gesamtzeit von 2 h nach Applikation der Produkte durchgeführt.

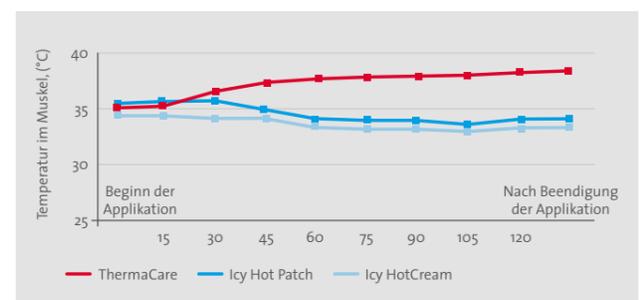
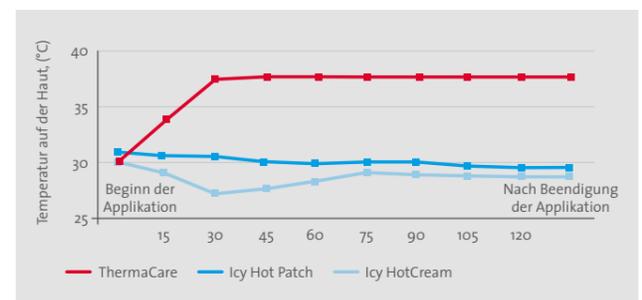
**Ergebnisse: Temperaturveränderung der Haut**

Die beiden auf Menthol basierenden Produkte führten während des zweistündigen Beobachtungszeitraums zu einer moderaten Netto-

kühlung. Unter Verwendung der Creme nahm die Temperatur von zunächst im Mittel 30 °C (± 0,6 °C) zur Baseline nach 30 min auf 27 °C (± 0,7 °C) ab, gefolgt von einem leichten Anstieg bis zu konstanten 28 °C (± 0,6 °C). Der Temperaturunterschied zur Baseline war mit -2,1 °C (-7,0 %) statistisch signifikant (p = 0,02). Die Ergebnisse für das mentholhaltige Pflaster waren hiermit vergleichbar. Insgesamt kam es innerhalb der Messdauer zu einer Temperaturabnahme von -1,7 °C (-5,4 %) gegenüber Baseline (p = 0,03). Die ThermaCare®-Wärmeauflagen führten hingegen zu einem schnellen und kontinuierlichem Temperaturanstieg von im Mittel 30,2 °C (± 0,7 °C) auf 37,4 °C (± 0,7 °C) nach 30 min und 38 °C (± 0,8 °C) nach 2 h. Die Zunahme gegenüber Baseline war mit 7,8 °C (25,8 %) statistisch signifikant (p = 0,001). Der Temperaturunterschied von ThermaCare® im Vergleich zu den mentholhaltigen Produkten (Creme und Pflaster) erreichte ebenfalls die statistische Signifikanz (p < 0,002 und p = 0,002) (Abb. 10 A).

**Temperaturveränderung im Muskel, gemessen in 25 mm Tiefe**

Beide mentholhaltigen Produkte führten zu einer moderaten, schrittweisen Abkühlung des tieferliegenden Gewebes. Nach dem Auftragen der Creme nahm die Temperatur im Muskel im Mittel von 34 °C (± 0,5 °C) auf 33 °C (± 0,5 °C) nach 2 h ab, was insgesamt einer Veränderung von -1 °C (-2,9 %, p = 0,01) entspricht. Mit den Auflagen verringerte sich die Temperatur im Mittel von 35,2 °C (± 0,7 °C) auf 33,9 °C (± 0,5 °C) nach 2 Stunden, was insgesamt einer Temperaturveränderung von -1,3 °C (-3,8 %, p = 0,1) entspricht. Nach einer anfänglichen Verzögerung von etwa 30 min führte die ThermaCare®-Wärmeauflage über den gesamten Beobachtungszeitraum hinweg zu einem Temperaturanstieg. Die Temperatur im Muskel war zu Beginn der Untersuchung bei im Mittel 34,8 °C (± 0,6 °C) und stieg nach 2 h im Mittel auf 37,5 °C (± 0,7 °C) an. Insgesamt führte ThermaCare® zu einem Temperaturanstieg von 2,7 °C (7,7 %, p = 0,002). Die Ergebnisse erreichten auch hier gegenüber den beiden getesteten mentholhaltigen Produkten eine statistische Signifikanz (p = 0,007 vs. Creme; p = 0,003 vs. Pflaster). (Abb. 10 B)



**Abbildung 10 A und B:** A: Hauttemperatur in den ersten 120 min nach Anwendung von ThermaCare® und den mentholhaltigen Produkten Icy Hot Patch und Icy Hot Creme (beides Chattem, Chattanooga, TN); B: Temperatur im Muskel gemessen in 25 mm Tiefe. Adaptiert nach Petrofsky JS et al. J Chiropr Med. 2016 Mar;15(1): 9-18.

**Blutfluss in der Haut**

Der Blutfluss zu Beginn der Behandlung war in den drei Behandlungsgruppen unterschiedlich, die Unterschiede erreichen jedoch keine statistische Signifikanz.

Unter den beiden mentholhaltigen Produkten kam es insgesamt zu einer Nettoabnahme des Blutflusses. Die Unterschiede gegenüber Behandlungsbeginn waren jeweils statistisch signifikant. So kam es für die Creme zu einer Nettoveränderung nach 2 h von im Mittel -56,7 Flux (-39,3 %, p = 0,003) und für das Pflaster von -19,1 Flux (-16,7 %, p = 0,045).

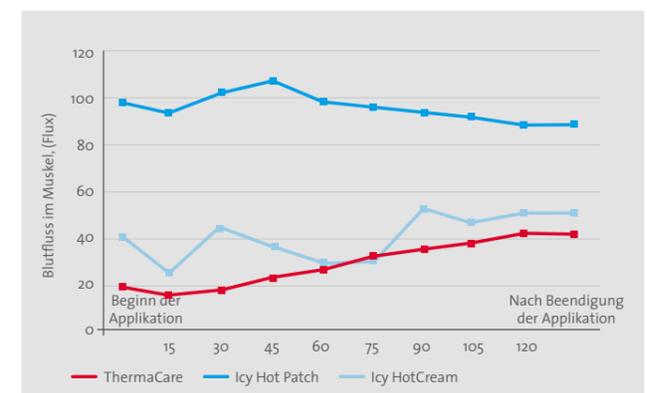
Bei Verwendung von ThermaCare® stieg der Blutfluss innerhalb der ersten 60 min stetig an und blieb dann über den weiteren Beobachtungszeitraum nahezu konstant. Der Nettoanstieg nach 2 h betrug im Mittel 83,3 Flux (109,7 %, p = 0,0003) gegenüber Behandlungsbeginn. Die Effekte von ThermaCare® nach zweistündiger Anwendung auf den Blutfluss in der Haut waren zu denen der mentholhaltigen Produkten signifikant größer (p = 0,001 vs. Creme; p = 0,002 vs. Pflaster).

**Blutfluss im Muskel**

Der Blutfluss zu Beginn der Behandlung war in den drei Behandlungsgruppen unterschiedlich, was vermutlich auf die unterschiedliche Platzierung der Proben zurückzuführen war (Applikation in der Mitte des Muskels oder in der Nähe einer Faszie).

Die Verwendung der mentholhaltigen Creme führte zu einem schwankenden Verlauf im Blutfluss; zunächst kam es zu einer Abnahme (nach 15 min) und stieg dann über den restlichen Zeitraum an. Die Nettozunahme nach 2 h lag im Mittel bei 7 Flux (16,9 %, p = 0,002). Unter dem mentholhaltigen Pflaster kam es zu einer Nettoabnahme über den Gesamtzeitraum von -6,7 Flux (-7,0 %, p = 0,02).

Bei Verwendung von ThermaCare® stieg der Blutfluss nach einer anfänglichen Verzögerung in den ersten 30 min stetig an und erreichte das fast 1,5-Fache gegenüber den Werten zu Behandlungsbeginn. Die Nettozunahme unter ThermaCare® betrug 25,1 Flux (148,5 %, p = 0,004) (Abb. 11).



**Abbildung 11:** Blutfluss im Muskel in den ersten 120 min nach Anwendung von ThermaCare® und den Menthol haltigen Produkten Icy Hot Patch und Icy Hot Cream. Adaptiert nach Petrofsky JS et al. J Chiropr Med. 2016 Mar;15(1): 9-18.

**Fazit:** Die Anwendung von ThermaCare®-Wärmeauflagen führte erwartungsgemäß zu einer Erwärmung der Haut um 25,7 %. Ebenso wurde die Temperatur im darunterliegenden Muskelgewebe um 7,7 % erhöht. Der Blutfluss in der Haut und im Muskelgewebe nahm ebenfalls um 148,5 % und 109,7 % zu. Der analgetische und vaskuläre Effekt von Wärme, wird zumindest zum Teil über die Aktivierung des TRPV-Rezeptors 1 vermittelt.<sup>10,11</sup> Parallel wird der Blutfluss erhöht, was zu einer besseren Versorgung des Gewebes mit Sauerstoff und Nährstoffen führt.<sup>2</sup> Die in der Studie erzielten Ergebnisse lassen vermuten, dass ThermaCare® sowohl analgetische Eigenschaften, als auch Einfluss auf die Gewebeheilung hat. In vorangegangenen Studien konnte bereits gezeigt werden, dass es unter der Anwendung von ThermaCare® zu einer Reduktion der Schmerzen kommt.<sup>4–6,27</sup>

## Referenzen

- <sup>1</sup> Grober, von Armin. Lehrbuch der physikalischen Medizin und Rehabilitation. Fischer, 1995.
- <sup>2</sup> Nadler SF, Weingand K, Kruse RJ. The physiologic basis and clinical applications of cryotherapy and thermotherapy for the pain practitioner. *Pain Physician* 2004; 7:395–9.
- <sup>3</sup> French SD, Cameron M, Walker BF et al. A Cochrane review of superficial heat or cold for low back pain. *Spine* 2006;31(9):998-1006.
- <sup>4</sup> Nadler SF, Steiner DJ, Erasala GN et al. Continuous low-level heat wrap therapy provides more efficacy than ibuprofen and acetaminophen for acute low back pain. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2002 May 15;27(10):1012-7.
- <sup>5</sup> Nadler SF, Steiner DJ, Erasala GN, Hengehold DA, Abeln SB, Weingand KW. *Arch Phys Med Rehabil*. 2003 Mar;84(3):329-34.
- <sup>6</sup> Mayer JM, Ralph L, Look M et al. Treating acute low back pain with continuous low-level heat wrap therapy and/or exercise: a randomized controlled trial. *The Spine Journal* 5 (2005): 395–403.
- <sup>7</sup> Mayer JM, Mooney V, Matheson LN et al. Continuous low-level heat wrap therapy for the prevention and early phase treatment of delayed-onset muscle soreness of the low back: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2006 Oct;87(10):1310-7.
- <sup>8</sup> Petrofsky JS, Laymon M, Berk L et al. Effect of ThermaCare HeatWraps and Icy Hot Cream/Patches on Skin and Quadriceps Muscle Temperature and Blood Flow. *J Chiropr Med*. 2016 Mar;15(1):9-18.
- <sup>9</sup> Cameron MH. Thermal agents: physical principles, cold and superficial heat. In *Physical Agents in Rehabilitation: From Research to Practice*. Philadelphia, Saunders, 1999, pp 149-175.
- <sup>10</sup> Moran MM, McAlexander MA, Biro T, Szallasi A. Transient receptor potential channels as therapeutic targets. *Nat Rev Drug Discov* 2011;10:601–20.
- <sup>11</sup> Rosenbaum T, Simon SA. TRPV1 Receptors and Signal Transduction. CRC Press; Boca Raton, FL: 2007.
- <sup>12</sup> Palazzo E, Rossi F, Maione S. Role of TRPV1 receptors in descending modulation of pain. *Mol Cell Endocrinol* 2008;286:579–83.
- <sup>13</sup> ThermaCare®-Gebrauchsanweisung, Stand 10 März 2015, Pfizer Consumer Healthcare.
- <sup>14</sup> Bundesärztekammer (BÄK), Kassenärztliche Bundesvereinigung (KBV), Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF). Nationale VersorgungsLeitlinie Kreuzschmerz – Langfassung, 2. Auflage, 2017. Abrufbar unter: <http://www.leitlinien.de/nvl/html/kreuzschmerz/kapitel-5#section-16> (letzter Zugriff: 30.11.2017).
- <sup>15</sup> Raspe, H. Gesundheitsberichterstattung des Bundes, Heft 53: Rückenschmerzen. Robert Koch-Institut, Berlin, 2012. Abrufbar unter: [https://www.rki.de/DE/Content/Gesundheitsmonitoring/Gesundheitsberichterstattung/Themenhefte/rueckenschmerzen\\_inhalt.html](https://www.rki.de/DE/Content/Gesundheitsmonitoring/Gesundheitsberichterstattung/Themenhefte/rueckenschmerzen_inhalt.html) (letzter Zugriff: 24.4.2016).
- <sup>16</sup> Schmidt CO, Raspe H, Pflugsten M et al. (2007) Back Pain in the German Adult Population. Prevalence, Severity, and Sociodemographic correlates in a Multiregional Survey. *Spine* 32 (18): 2005–2011.
- <sup>17</sup> Gesundheitsreport 2014 – Veröffentlichungen zum Betrieblichen Gesundheitsmanagement der TK, Band 29. Abrufbar unter: <https://www.tk.de/tk/broschueren-und-mehr/studien-und-auswertungen/gesundheitsreport-2014/644780> (letzter Zugriff: 24.4.2016).
- <sup>18</sup> Trowbridge CA, Draper DO, Feland JB et al. Paraspinal musculature and skin temperature changes: comparing the ThermaCare HeatWrap, the Johnson & Johnson Back Plaster, and the ABC Wärme-Pflaster. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2004 Sep;34(9):549-58.
- <sup>19</sup> Sullivan M, Rodgers W, Wilson P et al. An experimental investigation of the relation between catastrophizing and activity intolerance. *Pain* 2002;100:47-53.
- <sup>20</sup> Connolly D, Sayers S, McHugh M. Treatment and prevention of delayed onset muscle soreness. *J Strength Cond Res* 2003;17:197-208.
- <sup>21</sup> Evans R, Knight K, Draper D et al. Effects of warm-up before eccentric exercise on indirect markers of muscle damage. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34:1892-9.
- <sup>22</sup> High D, Howley E, Franks B. The effects of static stretching and warm-up on prevention of delayed onset muscle soreness. *Res Q Exerc Sport* 1991;60:357-61.
- <sup>23</sup> Symons T, Clasey J, Yates J. Effect of deep heat as a preventative mechanism on delayed onset muscle soreness. *J Strength Cond Res* 2004;18:155-61.
- <sup>24</sup> Ernst E, Fialka V. Ice freezes pain? A review of the clinical effectiveness of analgesic cold therapy. *J Pain Symptom Manage* 1994;9:56-9.
- <sup>25</sup> Knight K. Cold as a modifier of sports-induced injury. In: Leadbetter W, editor. *Sports-induced inflammation: clinical and basic science concepts*. Park Ridge: American Academy of Orthopaedic Surgeons; 1989. p 463-77.
- <sup>26</sup> Bleakley C, McDonough S, MacAuley D. The use of ice in the treatment of acute soft-tissue injury. A systematic review of randomized controlled trials. *Am J Sports Med* 2004;32:251-61.
- <sup>27</sup> Petrofsky, Jerrold, et al. Use of ThermaCare heat wraps as an adjunct to physical therapy. *International Journal of Therapy & Rehabilitation*, 2014, 21. Jg., Nr. 9.
- <sup>28</sup> Stratford PW, Binkley J, Solomon P et al. Defining the minimum level of detectable change for the Roland-Morris questionnaire. *Phys Ther*. 1996 Apr;76(4):359-65; discussion 366-8.
- <sup>29</sup> Stratford PW, Binkley JM, Riddle DL et al. Sensitivity to change of the Roland-Morris Back Pain Questionnaire: part 1. *Phys Ther*. 1998 Nov;78(11):1186-96.
- <sup>30</sup> Fairbank JC, Couper J, Davies JB et al. The Oswestry low back pain disability questionnaire. *Physiotherapy*. 1980 Aug;66(8):271-3.
- <sup>31</sup> Lewis PB, Ruby D, Bush-Joseph CA. Muscle soreness and delayed-onset muscle soreness. *Clin Sports Med*. 2012 Apr;31(2):255-62.
- <sup>32</sup> Newham DJ, Mills KR, Quigley BM et al. Pain and fatigue after concentric and eccentric muscle contractions. *Clin Sci (Lond)*. 1983 Jan;64(1):55-62.
- <sup>33</sup> Armstrong RB. Mechanisms of exercise-induced delayed onset muscular soreness: a brief review. *Med Sci Sports Exerc*. 1984 Dec;16(6):529-38.
- <sup>34</sup> Viitasalo JT, Niemelä K, Kaappola R et al. Warm underwater water-jet massage improves recovery from intense physical exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1995;71(5):431-8.
- <sup>35</sup> Al-Nakhli HH, Petrofsky JS, Laymon MS et al. The use of thermal infra-red imaging to detect delayed onset muscle soreness. *J Vis Exp*. 2012 Jan 22;(59).