

Kryotherapie nach einer Knie-Operation

Welche Anwendungsform hat den
günstigsten Einfluss auf die Oberflächentemperatur
und wirkt sich diese positiv auf die Therapie aus?

vorgelegt von André Gottfried

ganeo, Akademie für ganzheitliche Neuro-Orthopädie

Leiter: Wilko Huismann

Inhaltsangabe

1. Zusammenfassung
2. Einleitung
3. Geschichtlicher Rückblick
4. Physiologische Wirkungsweisen
5. Methoden
6. Ergebnisse
7. Diskussion
8. Literaturangaben

1. Zusammenfassung

Obwohl die Kryotherapie in den meisten Praxen und Krankenhäusern zur Standardtherapie gehört, gibt es kein einheitliches Behandlungsverfahren.

Ziel dieser Ausführung ist es, eine optimale Anwendungsmethode nach einer Knieoperation zu finden und zu überprüfen, welchen positiven Einfluss diese Methode auf die Therapie hat.

Die Literaturrecherche in Fachbüchern und im Internet zeigt, dass zwar zahlreiche Studien und Arbeiten zum Bereich der Kryotherapie vorliegen, diese aber nicht von einer solchen Qualität sind, die Ausgangsfrage eindeutig zu klären.

Ich habe vier Studien und drei Übersichtsarbeiten als Grundlage für diese Arbeit ausgewählt. Zudem erfolgte eine kleine Eigenstudie.

Die Vergleiche der einzelnen Kühlmedien ergeben,

- dass Eis im Handtuch oder Wasserimmersionen effektiver sind als zum Beispiel gefrorene Erbsen oder Gel-Packungen
- dass eine Langzeitanwendung die scheinbar effektivste Form der Kälteanwendung ist
- dass Schmerzempfinden und dementsprechend auch die Schmerzmittelgabe dadurch verringert werden können.

Dennoch ist die Wirksamkeit der Kryotherapie für die Gesamttherapie und den gesamten Heilungsverlauf nicht belegt und es bedarf weiterer Untersuchungen auf diesem Gebiet.

2. Einleitung

Die Kryotherapie ist heute fester Bestandteil der krankengymnastischen Behandlung, wobei situationsbedingt unterschiedliche Techniken der Kälteanwendung zum Einsatz kommen. Eine große Bedeutung kommt der Kryotherapie in der postoperativen Behandlung, beispielsweise nach einem Gelenkersatz oder nach einer Gelenkspiegelung zu.

Weitere Anwendungsgebiete sind Sehnenproblematiken, Erstversorgung nach Verletzungen oder auch zur Schmerzlinderung, zum Beispiel bei Rheumatikern in der akuten Entzündungsphase.

In den meisten Kliniken werden Eisbeutel - industriell zur Mehrfachverwendung hergestellt - eingesetzt. Die vom Pflegepersonal mehrmals am Tag verteilten oder auch frei zugänglichen tief gefrorenen Beutel werden von den Patienten auf die operierten Gebiete gelegt. Bereits bei dieser einfachen Art der Anwendung zeigen sich Unterschiede bzgl. der Dauer, der Intensität und auch der Temperatur des Kühlmediums.

Legt der eine Patient den Eisbeutel direkt auf die Haut, verwendet ein anderer hingegen Handtücher oder Kissenbezüge als „Zwischenschicht“.

Einige Ärzte/Therapeuten empfehlen lediglich „ein paar“ Minuten, andere wiederum lassen die Beutel ohne Pause für längere Zeit – bis zu mehreren Stunden - auf dem Applikationsgebiet.

Manchmal werden anstelle der Eisbeutel auch andere Kühlungstechniken verwendet, wie zum Beispiel Eislollys oder spezielle Kühlsysteme. Die Empfehlungen zur Anwendung variieren auch hier.

Ich bin vor einigen Jahren – ich hatte noch keinerlei physiotherapeutischen Vorkenntnisse - persönlich mit dieser Thematik konfrontiert worden. Nach einer Knie Spiegelung wurden mir von mehreren Seiten (Ärzten, Therapeuten, Pflegepersonal, „medizinischen Laien“) verschiedene und teilweise konträre Empfehlungen zur Art des Kühlens gegeben. Instinktiv habe ich die Methode gewählt, die mir persönlich die größte Linderung verschafft hat. Dies war für mich die Behandlung mit einem Eislolly, den ich ca. 15-20 Sekunden über mein Knie gerieben habe, dann das Knie mit einem Handtuch abgetrocknet und dieses Procedere 5 bis 10 mal wiederholt habe. Hierbei hatte ich stets das Gefühl, dass die Kälte angenehm und hilfreich war. Bei der Eisbeutelbehandlung mit einem Eisbeutel aus der Tiefkühltruhe dagegen empfand ich die Kälte schon nach wenigen Minuten als zu intensiv, was teilweise sogar unangenehm bis schmerzhaft war, so dass ich den Beutel ablegen musste.

Im Rahmen der Physiotherapie stoße ich natürlich immer wieder auf die Kryotherapie und frage mich, warum es zu dazu keine einheitliche Meinung bzw. standardisierte Therapieform gibt. Nach einer kurzen Literaturrecherche im Internet über die Suchmaschine Google und einer kurzen Befragung unter Kollegen, Ärzten, Pflegepersonal und auch unter Bekannten - ohne größere medizinische Kenntnisse - bestätigte sich:

Es gibt viele unterschiedliche Ansichten zum Thema Kryotherapie, zur optimalen Anwendungsform und vor allem aber zu ihrer Wirkungsform.

Daher habe ich exemplarisch eine Befragung von 15 Patienten bis zu sieben Tagen nach einer Knie-TEP-Operation oder einer Knie-Arthroskopie vorgenommen, wie

ihnen die Eisbeutelbehandlung (Verweildauer 15-30 Minuten) bekommen sei. Die meisten gaben eine positive Wirkung an, „da die Kälte gut tue und den Schmerz lindere, bzw. erst gar keinen Schmerz aufkommen lasse“.

Die selben Patienten wurden im selben Zeitraum auch mit einem Eislolly behandelt, wobei das betroffene Gelenk ca.15-20 Sekunden mit einem Eislolly abgerieben wurde, dann mit einem Handtuch abgetupft und anschließend wieder mit dem Lolly abgerieben wurde. Es folgten sieben Wiederholungen. Das Feedback der Probanden war ebenfalls überwiegend positiv und es wurde auch hier eine wohltuende und schmerzlindernde Wirkung angegeben, ähnlich wie nach der Eisbeutelbehandlung.

Auffällig und unterschiedlich war lediglich, dass die Hautreaktion und die subjektiv gefühlte Hauttemperatur bei den beiden Applikationsformen Unterschiede aufwies, so dass in den meisten Fällen nach der Eisbeutelbehandlung die Haut wesentlich länger gerötet war und die Patienten auch deutlich länger ein kälteres Gefühl in dem betroffenen Gelenk hatten.

Daraus entwickelte sich die Thematik:

Kryotherapie nach einer Knie-Operation

Welche Anwendungsform hat den günstigsten Einfluss auf die

Oberflächentemperatur und wirkt sich diese positiv auf die Therapie aus?

3. Geschichtlicher Rückblick

Das griechische Wort Kryos bedeutet Eis oder Frost. Schnee und Eis wurden als Kältemedien schon im klassischen Altertum zur Behandlung frischer Verletzungen und anderer Erkrankungen benutzt. Hippokrates (460-377 v. Chr.) verwendete zudem kaltes Wasser und auch Umschläge mit kaltem Mehlbrei. Die Blutstillung erfolgte häufig durch Hochlagerung der betroffenen Extremität in Kombination mit Kälte und Kompression.

(Vgl. Schröder D., Anderson M.: Kryo- und Thermo-Therapie. Gustav Fischer Verlag, 1995, S.3)

Aufgrund der klimatischen Lage der damaligen Kulturzentren waren aber gerade Schnee und Eis als Naturprodukte nicht immer vorhanden. Dennoch werden in den Literaturangaben des klassischen Altertums immer wieder Verweise auf Eis- oder Schnee-, bzw. Kälteanwendungen gefunden:

So wurden kalte Getränke zur Fieberbekämpfung eingesetzt und brennende Herzschmerzen durch das Essen von Schnee behandelt. Kaltes Quellwasser oder mit Schnee angereichertes Wasser sollte bei Magen-Darm Erkrankungen Abhilfe leisten und Bluthusten wurde durch kalte Brustumschläge gelindert. Auch bei Pneumonien und Meningitis wurde die Kälteanwendung eingesetzt. Ebenso fanden unterschiedliche Formen der Kälteanwendungen auch bei verschiedenen Verletzungen ihren Einsatz, wie zum Beispiel bei Verbrennungen, Abszesse, Erysipele und Phlebitiden. Zudem wurde Eis für die Hämostase und Analgesie verwendet.

(Vgl. Trnavsky G.: Kryotherapie. Richard Pflaum Verlag KG, 1979, S.9)

Im Mittelalter nutzte der persische Arzt Avicenna Schnee und Eiswasser zur Anästhesie, wonach im 17. Jahrhundert, der frühen Neuzeit, Schneebehälter zur Unterkühlung der Haut vor Operationen verwendet wurden (Marco Aurelio Severino 1580-1656). Von dort an über das Zeitalter der Aufklärung bis in die Neuzeit werden weiterhin viele verschiedene Einsatzgebiete der Eisanwendung beschrieben:

Durch den Chirurgen Napoleon Bonapartes, Dominique Jean Larrey (1766-1862) wurden auf dem Schlachtfeld bei Temperaturen von -19°C schmerzlose Amputationen durchgeführt. Zu dieser Zeit entwickelte der französische Chirurgen Amédée Bonnet ein Gerät, das eine hochgelagerte Extremität mit kaltem bzw. Eiswasser versorgte und somit einen erheblichen Schwellungsrückgang und eine deutliche Schmerzlinderung nach Sprunggelenksdistorsionen hervorrufen konnte. Ebenso beobachtete er, dass dieser Effekt deutlicher auftrat, je früher diese Behandlung einsetzte. Er beklagte aber zugleich die Unkenntnis über die Wirkung der Kälteanwendung auf den Heilungsprozess.

Weitere Kühlgeräte wurden nach und nach entwickelt. Der Brite James Arnott (1847) konstruierte das erste halbgeschlossene Kühlsystem aus einem Behälter, der mit Salz, Wasser und Eis gefüllt war, und einer Schweineblase als Kühlkissen. Über einen Verbindungsschlauch wurde die Blase mit dem Eisgemisch gefüllt und dieses konnte nach Erwärmen durch einen weiteren Schlauch wieder abfließen. Arnott beobachtete auch den Effekt, dass eine gleichzeitige Kompression die Kältewirkung verstärkt.

(Vgl. Schröder D., Anderson M.: Kryo- und Thermo-Therapie. Gustav Fischer Verlag, 1995, S.3f)

Wie auch schon im Altertum benutzte 1771 Samoilowitz, kaiserlich russischer Collegien Assessor, Schnee und Eis für schwer febrile Patienten, indem er sie mit Schnee umgab und mit Eis einzelne Körperteile massierte. Auch die Brüder Currie

erkannten im 18. Jahrhundert gute Erfolgschancen bei der Fieberbehandlung, indem sie kalte Bäder verwendeten. Hierzu erstellte 1822 Frohlich ein Behandlungsschema: Für 110°F (43,3°C) Fieber ein Bad von 35°F (1,7°C), für 106°F (42,2°C) ein Bad mit einer Temperatur von 40°F (4,4°C).

Auch bei Entzündungen des ZNS wurde Kältetherapie angewandt. Barrabé benutzte Eisapplikationen routinemäßig bei Entzündungen der Hirnhäute und im Kopfbereich. Zudem führte er die Kälte auch in den Rheumatismus ein, indem er geschwollene Gelenke mit Kälte behandelte.

1821 wurden komatöse Patienten durch Harder mit guten Resultaten durch Extremitätenabkühlung behandelt.

1832 beobachtete William F. Edwards die konsensuelle Abkühlung. Dies erkannte er durch Eintauchen einer Hand in kaltes Wasser, indem die Hauttemperatur der anderen Hand, abhängig von der Verweildauer, ebenfalls gesunken war.

(Vgl. Trnavsky G.: Kryotherapie. Richard Pflaum Verlag KG, 1979, S.9ff)

Der anästhesierende Einsatz der Eis Anwendung wurde dann während des 19. Jahrhunderts durch die Entwicklung der Lokalanästhetika weitgehend verdrängt.

Mitte des 20. Jahrhunderts wurde die Eisbehandlung vor allem noch bei Amputationen (Allen 1942) eingesetzt. Er benutzte ein Tourniquet, um die Kühlung zu unterstützen und nach der Operation kühlte er den Stumpf mehrere Tage lang mit Eisbeuteln, um das Wundödem und die Schmerzen zu verringern.

Zu dieser Zeit war es ein Brite namens Gibson, der ein Kühlgerät zur lokalen Anästhesie vor Hauttransplantationen nutzte.

Im Jahre 1946 wurden an 345 von 824 Patienten die Auswirkungen einer postoperativen Eisbehandlung von 48 Stunden untersucht. Das Ergebnis war, dass unter Eisbehandlung Temperatur, Puls, Respirationsrate, Leukozytenzahl, Schmerzmittelverbrauch und postoperative Komplikationen im Vergleich zur Kontrollgruppe deutlich reduziert waren. Insbesondere mussten weniger Gipsverbände gespalten werden und die Häufigkeit von Hämarthrosen und Hämatomen war deutlich geringer.

(Vgl. Schröder D., Anderson M.: Kryo- und Thermo-Therapie. Gustav Fischer Verlag, 1995, S.4)

Resümee ist, dass die Kälteanwendung aus nahezu jedem Zeitalter übermittelt wurde. Die diversen Kältemedien, wie Eis, Schnee, Wasser, wurden erfolgreich angewandt um bei zahlreichen Erkrankungen, Operationen oder Verletzungen Schmerzen, Schwellungen und andere Phänomene zu bekämpfen. Bis heute hat die Kryotherapie vor allem in der krankengymnastischen und physikalischen Therapie weiterhin einen großen Einsatzbereich aber auch bei verschiedenen Operationsmethoden.

4. Physiologische Wirkungsweisen

Aus den in der Literatur beschriebenen physiologischen Wirkungsweisen der Kältetherapie werden folgende Kernaussagen aufgegriffen:

4.1 Temperatur

Eine lokale Kälteanwendung bewirkt einen raschen Abfall der Hauttemperatur, der durch den Körperfettanteil beeinflusst wird und auf dem Entzug von Wärme basiert. Die damit verbundene Temperaturabsenkung in den tieferen Gewebsschichten ist von mehreren Faktoren abhängig:

- Temperaturdifferenz zwischen Haut und Umgebung (Kühlmedium)
- Größe der Kontaktfläche
- Dauer der Kälteanwendung
- Wärmemenge, die vom Kühlmedium aufgenommen werden kann
- Ausmaß der Wiedererwärmung des behandelten Gewebes durch das umgebende Gewebe in Form von Durchblutung und Wärmeleitung

Im Gegensatz zur oberflächlichen Temperatur erfolgt der Rückgang der Temperatur in den tiefer liegenden Gewebsschichten geringer und auch langsamer. Es kommt dort nach einer gewissen Zeit zur Bildung eines so genannten Temperaturplateaus, das auch bei fortschreitender Kühlung nicht unterschritten wird.

Nach Beendigung der Kälteanwendung ist ein relativ schneller Wiederanstieg der Hauttemperatur zu registrieren, während die intramuskuläre und intraartikuläre Temperatur zunächst weiter abfällt bis auch hier eine Wiedererwärmung einsetzt. Bis zum Erreichen der intramuskulären und intraartikulären Ausgangstemperatur vergehen häufig mehrere Stunden.

Dieses Prinzip ist folgendermaßen zu erklären:

Der Wärmefluss erfolgt immer in Richtung des Temperaturgradienten. Dieser ist in diesem Fall die Haut und das subkutane Gewebe, welche mit der Kälteanwendung versehen wurden. Es erfolgt also ein Wärmefluss aus den tieferen Gewebeschichten zu diesem derzeit kältesten Gewebe. Dadurch entsteht ein weiterer Temperaturabfall in den tieferen Muskelschichten, der umso extremer wird je länger die Kühlung anhält und je tiefer man in dem Muskelgewebe die Messungen vornimmt.

Somit sind die Wiedererwärmungszeiten bis zum Erreichen der intramuskulären bzw. intraartikulären Ausgangssituation mit bis zu mehreren Stunden relativ lang und auch deutlich länger als die der Hauttemperatur.

Einige Untersuchungsergebnisse aus der Literatur - von Schröder und Anderson aus ihrem Buch „Kryo- und Thermo-Therapie“ (1995) - sollen dies verdeutlichen.

Beste und Essiger behandelten 1984 ein Kniegelenk mit einem Kältepack von -7°C für 15 Minuten. Danach stellten sie einen Unterschied der Hauttemperatur um -6°C auf $22,9^{\circ}\text{C}$ fest. Anschließend vergingen 80 Minuten, bis die Ausgangstemperatur wieder erreicht wurde.

In der Studie von Schmidt et al. (1979) wurden Kniegelenke 30 Minuten lang mit einem -15°C kalten Kältepack gekühlt. Anschließend ergab die Hauttemperatur einen Abfall von $12,5^{\circ}\text{C}$ auf $16,5^{\circ}\text{C}$. Die Zeit bis zur Wiedererwärmung betrug 270 Minuten.

Ho et al. untersuchten 1994 ebenfalls die Reaktionen der Kältebehandlung am Kniegelenk. Nach 20-minütiger Behandlung mit einem 0°C kalten/warmen

Kältepack. Die dann gemessenen Hauttemperaturen ergaben einen Mittelwert von ca. 13,5°C und lagen alle zwischen 9°C und 20,5°C.

In der Untersuchung von Johnson und Mitarbeitern von 1979 wurde das intramuskuläre Temperaturverhalten nach Eintauchen des Unterschenkels in Eiswasser von 10°C für 30 Minuten gemessen. Es kam zu einem intramuskulären Temperaturabfall um 12°C auf 22,5°C. Bis zur Wiedererwärmung vergingen ca. 5 Stunden. Hierbei konnte außerdem belegt werden, dass die Reduktion der intramuskulären Temperatur größer ist, je niedriger der Körperfettanteil ist, da Fett eine isolierende Wirkung hat.

(Vgl. Schröder D., Anderson M.: Kryo- und Thermo-Therapie. Gustav Fischer Verlag, 1995, S.23ff)

4.2 Durchblutung

Eine Kälteanwendung bewirkt, wie oben beschrieben, einen Temperaturabfall im Gewebe. Dieser löst eine reflektorische Vasokonstriktion der Gefäße aus und verursacht so einen Durchblutungsrückgang auf ca. 60% -80% der Ruhedurchblutung, der bis zu 30 Minuten nach Abbruch der Kühlung anhält. Da die Körperwärme überwiegend über die Blutbahn mit ihrer großen Wärmekapazität an die Körperoberfläche transportiert wird, entsteht durch den gezeigten Durchblutungsrückgang auch die verzögerte Wiedererwärmung. Der Zeitraum der Wiedererwärmung entspricht so ungefähr dem Zeitraum bis zum Erreichen der Ruhedurchblutung.

(Vgl. Schröder D., Anderson M.: Kryo- und Thermo-Therapie. Gustav Fischer Verlag, 1995, S.26ff)

Trnavsky bezieht sich in seinem Buch auf die Ergebnisse von Coulter (1947) und beschreibt die Auswirkung einer Kälteanwendung als eine direkte und anhaltende Verengung der lokalen, oberflächlichen Blutgefäße. Laut Trnavsky sind diese vasomotorischen Regulationsprozesse der peripheren Blutgefäße verantwortlich, um die Kerntemperatur konstant zu halten.

(Vgl. Trnavsky G.: Kryotherapie. Richard Pflaum Verlag KG, 1979, S.13)

Wiederum Schröder und Anderson verweisen auf die Studie von Ho und Mitarbeitern (1994), die in einer Untersuchung an 21 Probanden feststellten, dass bei einer 20-minütigen Kühlung eines Kniegelenks mit einem Kältepack von 0°C eine Verringerung der Durchblutung der Arteria poplitea von 38,4%, der Gewebedurchblutung in den Weichteilen von 25,8% und der Aktivitätsaufnahme in den Knochen von 19,3% stattfindet, welche unabhängig von Alter, Geschlecht, Kniegelenkumfang und der Hauttemperatur nach der Kühlung ist.

(Vgl. Schröder D., Anderson M.: Kryo- und Thermo-Therapie. Gustav Fischer Verlag, 1995, S.26f)

Frans Van den Berg schreibt in einem seiner Bücher zur Wirkung von Eis auf die Durchblutung:

„Während eines normalen Wundheilungsprozesses versucht der Körper, das Verletzungsgebiet so gut wie möglich zu durchbluten. Ziel ist es, genügend Sauerstoff und Nährstoffe zur Verfügung zu stellen, damit eine Heilung (Reparatur) stattfinden kann. Dazu werden im Verletzungsgebiet Entzündungsmediatoren freigesetzt, die eine Vasodilatation und eine Zunahme der Permeabilität der Gefäßwände bewirken. Längere Eisanwendungen verursachen dagegen eine Vasokonstriktion der Gefäße und Kapillare.“

(van den Berg F.: Angewandte Physiologie 1 Das Bindegewebe des Bewegungsapparates verstehen und beeinflussen. Georg Thieme Verlag 2.korrigierte Auflage, 2003, S.286)

4.3 Stoffwechsel

Trnavsky bezieht sich zum Thema Stoffwechsel wieder auf die Studie von Coulter (1947). Dieser analysierte die Sauerstoffzunahme des venösen Blutes unter Kälteeinwirkung. Das normale venöse Blut ist in der Regel zu 70% mit Sauerstoff angereichert, das venöse Blut hingegen, das aus kälteapplizierten Gebieten kommt, enthält über 80% der maximalen Sauerstoffsättigung. Somit wurde gefolgert, dass abgekühltes Gewebe weniger Sauerstoff verbraucht als Gewebe mit normaler Körpertemperatur.

(Vgl. Trnavsky G.: Kryotherapie. Richard Pflaum Verlag KG, 1979, S.25)

Identisch wird es von Günther/Jantsch beschrieben, die zu dem noch die Vant'Hoff-Regel, auch RGT-Regel, anführen, nach der eine Herabsetzung der Temperatur eine eingeschränkte chemische Reaktionsbereitschaft zur Folge hat.

(Vgl. Günther R., Jantsch H.: Physikalische Medizin. Springer Verlag 2.Auflage, 1986, S.251)

Schröder und Anderson sprechen hierzu von einer Reduzierung der Stoffwechselgeschwindigkeit um ca. 50% bei einer Temperatursenkung um 10°C. Sie berichten von vielen Untersuchungen, die sich mit der Stoffwechselaktivität bei Eis Anwendung befasst haben und die ergaben, dass bei Gewebetemperaturen unter 15°C durch eine Steigerung der Permeabilität der Lymphgefäße ein Ödem erzeugt werden oder verstärkt werden könnte. Bei Temperaturen oberhalb der 15°C zeigte sich dies nicht.

(Vgl. Schröder D., Anderson M.: Kryo- und Thermo-Therapie. Gustav Fischer Verlag, 1995, S.28ff)

4.4 Schmerz

Postoperativ oder posttraumatisch wird dem Eis eine schmerzlindernde Wirkung nachgesagt, was viele Studien aber auch subjektive Erfahrungen belegen. In Ihrem Buch beschreiben Schröder und Anderson (1995) diese Wirkweise der Kryotherapie – vereinfacht dargestellt - folgendermaßen:

- Die Freisetzung von körpereigenen, schmerzerzeugenden Stoffen (Schmerzmediatoren) wird herabgesetzt (z.B. Histamin, Serotonin, Prostaglandin, Bradykinin)
- Prostaglandin zum Beispiel sensibilisiert die Nozizeptoren und bewirkt vermehrten Substanz P Ausschuss
- Substanz P führt zur Degranulation von Mastzellen → Histamin und Serotonin werden freigesetzt
- Histamin verursacht, wie auch Bradykinin (s.o.) eine Vasodilatation und eine Permeabilitätssteigerung der Kapillaren
- Druck im Gewebe erhöht sich
- Hochsensible Nozizeptoren werden gereizt

Sie schreiben zudem von einer Abnahme der Nervenleitgeschwindigkeit von etwa 1,2 – 2,0m/s/°C bei einer Verringerung der Temperatur bis auf etwa 18°C. Die Reflexantwort verringert sich und die Schmerzschwelle wird heraufgesetzt.

(Vgl. Schröder D., Anderson M.: Kryo- und Thermo-Therapie. Gustav Fischer Verlag, 1995, S.31ff)

Frans Van den Berg schreibt:

„Durch die Freisetzung von Schmerzmediatoren schützt der Körper das heilende Gewebe vor möglichen Überbelastungen und erneuten Schädigungen. Die Mediatoren senken die Reizschwelle der Schmerzrezeptoren im und in der Nähe des Verletzungsgebietes. Dadurch können die Rezeptoren rechtzeitig vor drohenden zu hohen Belastungen warnen. Eisanwendungen hemmen die Aktivität der Schmerzrezeptoren und die Weiterleitung ihrer Impulse über periphere Nerven. Das Warnsignal, das uns gegen zu große Belastung und erneute Schädigungen schützt, wird überhaupt nicht oder verzögert weitergeleitet.“

(van den Berg F.: Angewandte Physiologie 1 Das Bindegewebe des Bewegungsapparates verstehen und beeinflussen. Georg Thieme Verlag 2.korrigierte Auflage, 2003, S.286)

4.5 Fazit

Es gelten somit folgende physiologische Grundlagen der Kältetherapie:

- Kälte bewirkt eine Verringerung der Haut-, Muskel - und Gelenktemperatur
- Das erreichte Temperaturplateau wird auch bei weiterer Kälteanwendung nicht unterschritten
- Stoffwechsel und Durchblutung gehen unter Kälteapplikation deutlich zurück
- Bis zum Erreichen der Ausgangswerte von Temperatur, Durchblutung und Stoffwechsel können - je nach Tiefe der Messung - mehrere Stunden vergehen
- Eine geringere Ausschüttung von Schmerzmediatoren und Neurotransmittern führt zu einer Schmerzreduktion

5. Methoden

Die Literaturrecherche erfolgte über verschiedene Bücher aus dem Bereich der Physikalischen Medizin, der Sportmedizin und der allgemeinen Physiotherapie.

Bei der Suche über das Internet wurden neben der Suchmaschine Google die Datenbanken des Thieme und des Springer Verlages, PEDro, PubMed und Medline benutzt. Des Weiteren kamen mehrere medizinische Fachseiten und Online-Journale zum Einsatz. Einige Fachliche Einrichtungen und Universitäten wurden ebenfalls zu diesem Thema kontaktiert, leider, bis auf einen Fall, ohne zählbaren Erfolg.

Zur Onlinesuche wurden zunächst die Begriffe Eis, Kryotherapie Hauttemperatur eingegeben. Die Ergebnisliste war überwiegend sehr unspezifisch und zu vielfältig. Allerdings erbrachte auch ein Eingrenzungsversuch über weitere Begriffe wie Knie, Langzeiteis, Kurz(zeit)eis keine wesentlichen Veränderungen.

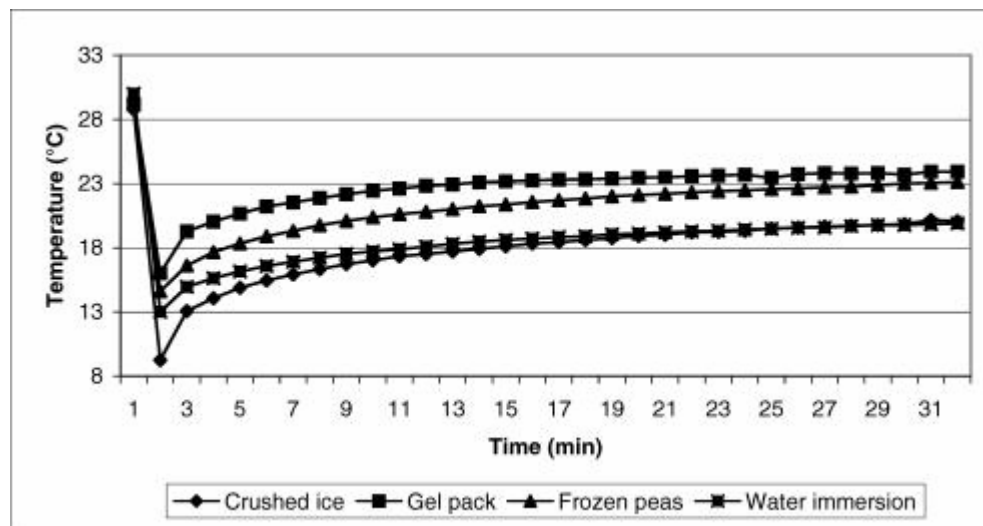
Mit Hereinnahme englischer Begriffe, wie zum Beispiel ice, cryotherapy, skin temperature verbesserte sich die Trefferliste leicht, so dass nun zum Thema passende Studien und Ausarbeitungen gewählt werden konnten.

Insgesamt aber war das Ergebnis der Literatursuche für mich eher unbefriedigend, da viele Arbeiten das Thema nicht immer ganz genau abdeckten, zum Beispiel wurden Ergebnisse zur Kryotherapie über die Anwendung am Fuß dokumentiert und nicht am Knie.

6. Ergebnisse

Neben dem Buchmaterial wurden insgesamt 4 Studien und 3 Übersichtsarbeiten in diese Facharbeit einbezogen. Am Ende steht zudem eine kleine Eigenstudie.

Beginnend mit den Studien befassten sich Jane Kennet, Natalie Hardaker, Sarah Hobbs und James Selfe 2007 mit der Wirksamkeit von vier unterschiedlichen Kälteträgern.⁽⁷⁾ Bei 9 Probanden wurden vier Eisanwendungen (Crushed Ice im Froteehandtuch, Gel-Packung, gefrorene Erbsen und Wasserimmersion) auf den rechten Knöchel für 20 Minuten angewendet. Mit einer Wärmebildkamera wurde pro Minute ein Bild über einen Zeitraum von 30 Minuten gemacht. Das Ergebnis war, dass das Crushed Ice ($19,56^{\circ}\text{C} \pm 3,78^{\circ}\text{C}$) die deutlichste Temperatursenkung hervorruft. Die weiteren Werte ergaben für die Wasserimmersion ($16,99^{\circ}\text{C} \pm 2,76^{\circ}\text{C}$), für die Gel-Packung ($13,19^{\circ}\text{C} \pm 5,07^{\circ}\text{C}$) und die gefrorenen Erbsen ($14,59^{\circ}\text{C} \pm 4,22^{\circ}\text{C}$). Ebenso wiesen die Hauttemperaturen nach 30 Minuten bei der Anwendung von Crushed Ice und Wasserimmersion die niedrigsten Temperaturen auf.



Condition	Cooling Agent				P Value
	Crushed Ice	Gel Pack	Frozen Peas	Water Immersion	
Baseline	$28.8 \pm 1.8^{\circ}\text{C}$	$29.2 \pm 2.5^{\circ}\text{C}$	$29.2 \pm 1.2^{\circ}\text{C}$	$30 \pm 1.5^{\circ}\text{C}$	>.05
Change in skin surface temperature	$19.56 \pm 3.78^{\circ}\text{C}$	$13.19 \pm 5.07^{\circ}\text{C}$	$14.59 \pm 4.22^{\circ}\text{C}$	$16.99 \pm 2.76^{\circ}\text{C}$.019
Cooling efficiency†	$9.53 \pm 1.2^{\circ}\text{C}$	$31.21 \pm 5.12^{\circ}\text{C}$	$25.02 \pm 3.69^{\circ}\text{C}$	$3.62 \pm 1.99^{\circ}\text{C}$.001

*Values are mean \pm SD.

†Cooling efficiency = postapplication modality temperature - skin surface temperature immediately after removal of agent (00 minutes).

Bei der Aufstellung der Ausgangswerte und Endwerte der Kühlmedien ergab sich folgende Tabelle:

Temperature	Cooling Agent			
	Crushed Ice	Gel Pack	Frozen Peas	Water Immersion
Preapplication	0.1 ± 0.7°C	-14.0 ± 4.5°C	-10.0 ± 3.1°C	10.0 ± 2.2°C
Postapplication	-0.2 ± 1.2°C	-1.7 ± 6.0°C	-1.1 ± 1.0°C	11.3 ± 2.9°C
Change	0.2 ± 0.6°C	12.3 ± 5.4°C	8.9 ± 3.2°C	1.3 ± 1.3°C

*Values are mean ± SD.

(J Athl Train. 2007 Jul-Sep; 42(3): 343-348.)

Die Autoren folgerten, dass Crushed Ice im Frotteehandtuch und die Wasserimmersion den größten Kühleffekt haben.

Kanlayanaphotporn und Janwantanakul⁽¹³⁾ erzielten ähnliche Ergebnisse, als sie in ihrer Messung die Oberflächentemperatur um den M. quadriceps femoris nach der Anwendung von 4 unterschiedlichen Kühlmedien für 20 Minuten untersuchten.

Die vier Kühlmedien waren

1. Eis-Packung
2. Gel-Packung
3. gefrorenen Erbsen
4. Wasser-Alkohol-Gemisch

Es wurden 50 Frauen zufällig mit den Kühlmedien behandelt. Dabei fanden die Autoren heraus, dass die Eis-Packung mit einer Senkung der Hauttemperatur auf 10,2°C +/-3,5°C) und das Wasser-Alkohol-Gemisch(10, 0° +/-4,5°C) deutlich höhere Temperaturrückgänge erzielten als die gefrorenen Erbsen (14,4°C +/-3,0°C) und die Gel-Packung (13,9°C +/-4,1°C).

Somit stellten sie der Eis-Packung und dem Wasser-Alkohol-Gemisch eine hohe Effektivität bei der Senkung der Hauttemperatur aus.

Barber FA⁽¹²⁾ stellte einen Vergleich zwischen Crushed-Ice und kontinuierlicher Kälte an. Er behandelte 87 Patienten nach einer ACL-Rekonstruktion mittels Patellarsehnentransplantat mit Kälte. 52 wurden mit kontinuierlicher Kälte und 35 mit Crushed-Ice behandelt. Von der Operation an wurde 3 Tage konstant gekühlt, an den Tagen 4-7 bei Bedarf. Das Ergebnis wurde anhand der VAS und auf der Likert-Skala jeweils 1,2 und 8 Stunden nach der Operation, sowie anschließend täglich dokumentiert und beurteilt.

Man stellte fest, dass die kontinuierliche Kälte dem Crushed-Ice bei der Schmerzangabe und bei der Gabe von Schmerzmedikation überlegen ist.

Die Kontrollgruppe, die ohne Eis behandelt wurde – 49 Probanden -, war in Bezug auf Bewegungsausmaß und Schmerzmittelgabe der kontinuierlichen Eisbehandlung ebenfalls unterlegen.

In einer weiteren Studie wurde am ev. Waldkrankenhaus Spandau der analgetische Effekt der postoperativen Kältetherapie bei 312 Patienten nach einem Knie-oder Hüftgelenkersatz untersucht. ⁽⁸⁾ Man verglich die Wirkung von konventionellen Kältepackungen und einem kontinuierlich arbeitendem Pumpensystem. Hierbei konnte gezeigt werden, dass die kontinuierliche Kälte (bei 4-stündiger Wechsel des Kühlmediums) innerhalb von 90 Minuten eine Reduktion der Hauttemperatur auf durchschnittlich 12°C erreichte, die Anwendung der Kältepackung lediglich einen Temperaturabfall von durchschnittlich 1°C.

Die kontinuierliche Kältetherapie konnte die Bedarfsmedikation von systemisch und lokal verabreichten Analgetika um etwa 50% senken, während die intermittierende Kühlung am Hüftgelenk zu keiner, am Kniegelenk zu einer wesentlich geringeren Analgetikaeinsparung führte. Das Schmerzempfinden ließ sich also mit Hilfe der Dauertherapie signifikant verringern, die intermittierende Methode bewirkte dies nur bei den Kniepatienten. Die Toleranz für Physiotherapie erhöhte sich bei beiden Methoden, die Gelenkbeweglichkeit allerdings nur mittels Kühlpumpe.

Somit bezeichneten die Autoren die kontinuierliche postoperative Kryotherapie als ein verträgliches und gut wirksames Verfahren in der analgetischen Behandlung nach endoprothetischem Gelenkersatz.

In seinem Review aus dem Jahre 2005 setzt sich der Autor Udo Wolf mit dem Thema „Evidenz für Kryotherapie bei Verletzungen und Erkrankungen des Bewegungsapparates“ auseinander. Er analysierte 14 klinische und 4 Übersichtsarbeiten. Der Autor berichtet in seiner Ausarbeitung von einer nicht ausreichenden Qualität und Anzahl an Studien, die die Frage nach der Wirksamkeit der Kryotherapie beantworten kann.

An seinen vorliegenden und ausgewerteten Arbeiten über das Thema Kryotherapie bemängelt er, dass eine Vielzahl von Krankheitsbildern untersucht würden und unterschiedliche Studiendesigns, Behandlungsmethoden, Messverfahren, Zielparameter und Auswertungsprotokolle den Ausarbeitungen zugrunde lägen. Daher sei die Vergleichbarkeit nur eingeschränkt gegeben. Lediglich über die Wirkung der Kryotherapie nach Kreuzbandrekonstruktionen lägen mehrere Arbeiten vor, die ähnlich aufgebaut und daher vergleichbar wären.

Wolf unterteilte seine untersuchten Arbeiten sinngemäß in Unterkategorien. Ich möchte nun kurz einige zentrale Studien für diese Arbeit aus der von Udo Wolf vorstellen:

Studien mit Vergleichsgruppen

„Einfluss von Kaltluft und Kältepackungen auf die Schmerzschwelle und Mobilität bei der krankengymnastischen Kontrakturbehandlungen des Kniegelenks“

(Kober L, Kröling P, Grüniger M. Phys Rehab Kur Med 1995;5:125-130 aus Wolf U.: Evidenz für Kryotherapie bei Verletzungen und Erkrankungen des Bewegungsapparates. Physioscience 2005; 1: 120-128)

Die Autoren verglichen Kältepackung und Kaltluft bei Kniepatienten nach Meniskusresektion, Bandplastiken oder endoprothetischer Versorgung. Die

Druckschmerzhaftigkeit veränderte sich bei beiden Kälteanwendungen relevant und die Beweglichkeit war nur in der Gruppe mit der Kältepackung besser.

„Diese Ergebnisse legen die Folgerung nahe, dass die Kryotherapie in Form einer Packung verabreicht werden sollte, da sie die deutlichste Wirkung auf die Druckschmerzhaftigkeit hat (und zwar besonders am 1.postoperativen Tag).“

(Wolf U.: Evidenz für Kryotherapie bei Verletzungen und Erkrankungen des Bewegungsapparates. Physioscience 2005; 1: 120-128, S.123 Z.23ff)

Studien mit Kontrollgruppen

„The use of cold therapy after anterior cruciate ligament reconstruction“

(Konrath GA., Lock T., Goitz HT et al. The American Journal of Sports Medicine 1996; 24; 629-633 aus Wolf U.: Evidenz für Kryotherapie bei Verletzungen und Erkrankungen des Bewegungsapparates. Physioscience 2005; 1: 120-128)

Hier wurden 100 Patienten mit zimmerwarmen (Plazebo) oder kaltem Cryocuff, mit Eispackung oder ohne Kryotherapie (Kontrollgruppe) behandelt. Die Hauttemperatur ging bei beiden Kälteanwendungen deutlich zurück. Dennoch konnten keine objektiven Vorteile im frühen postoperativen Verlauf aufgrund dieser Temperatursenkung ausgemacht werden. So waren Blutverlust, Gelenkbeweglichkeit, Einnahme von Schmerzmedikamenten und die klinische Verweildauer in allen 4 Gruppen vergleichbar.

Reviews

„Kälte- und Kryotherapie“

(Kersch-Schindl K, Uher EM, Zauner-Dungel A et al. Acta Medica Austriaca 1998;25:73-78 aus Wolf U.: Evidenz für Kryotherapie bei Verletzungen und Erkrankungen des Bewegungsapparates. Physioscience 2005; 1: 120-128)

In diesem Review über Kryotherapie trugen die Autoren die Ergebnisse über physiologische Grundlagen, praktische Anwendung, Indikationen sowie Nebenwirkungen und Kontraindikationen zusammen. Auffällig war, dass von 58 Arbeiten von 1930-1995, nur etwa ein Viertel nach 1990 und fast die Hälfte vor 1970 angefertigt wurden.

Man beobachtete, dass bei einer Kurzzeitanwendung zunächst eine sympathisch vermittelte Gefäßengstellung einsetzt, die zu einer Verminderung der Ruhedurchblutung auf 60-80% führt. Bei länger andauernder Kälteeinwirkung traten zyklische Vasodilatationen und – konstriktionen auf, die in eine dauerhafte Gefäßweitstellung übergehen.

Es gibt Arbeiten, die den Rückgang der Hauttemperatur und der Durchblutung belegen, nach Beendigung der Kälte Wirkung kommt es bei posttraumatischen Zuständen zu einer Schwellungszunahme.

Zusammengefasst gilt:

- Die Wirksamkeit ist von der Applikationsdauer, -form, -intensität und der Tagesrhythmik abhängig.
- Es besteht ein Zusammenhang mit der Tiefe der Gewebeschichten und dem Körperfettanteil.
- Bei Kurzzeitanwendungen steht die Schmerzlinderung im Vordergrund.

(Vgl. Wolf U.: Evidenz für Kryotherapie bei Verletzungen und Erkrankungen des Bewegungsapparates. Physioscience 2005; 1: 120-128)

“Does cryotherapy improve outcomes with soft tissue injury?”

(Hubbard TJ, Denegar CR. Journal of Athletic Training 2004; 39: 278-279 aus Wolf U.: Evidenz für Kryotherapie bei Verletzungen und Erkrankungen des Bewegungsapparates. Physioscience 2005; 1: 120-128)

Laut Wolf wurden 55 Artikel zur Wirkung der Kryotherapie bei Weichteilverletzungen analysiert, von denen allerdings nur 22 „adäquat randomisiert“ waren. Die durchschnittliche Qualität der Studien auf der Pedro-Skala lag bei 3,4 Punkten und blieb generell unter dem Wert 5.

In der Zusammenfassung der Ergebnisse der Autoren beschreibt Wolf folgende wörtlich:

- *In Bezug auf die Ödemresorption ist Eisanwendung mit aktiver Übungsbehandlung der Wärmeanwendung in Verbindung mit aktiven Übungen überlegen.*
- *Bei kleineren operativen Eingriffen am Knie ist Kryotherapie hinsichtlich auf Schmerz effektiver als keine Behandlung, nicht jedoch in Bezug auf das Bewegungsausmaß.*
- *Zur Schmerzlinderung ist Dauerkühlen der intermittierenden Kühlung überlegen.*
- *Bezüglich der Reduktion von Schwellungen ist die Wirkung nur an der Hand nachgewiesen.*
- *Bei der Schmerzbehandlung ist die Kombination von Eis und Kompression der alleinigen Eisbehandlung überlegen.*
- *Fazit: Eis ist nur zur Schmerzlinderung effektiv.*

(Wolf U.: Evidenz für Kryotherapie bei Verletzungen und Erkrankungen des Bewegungsapparates. Physioscience 2005; 1: 120-128, S.125 Z.14ff)

Nachfolgend fasse ich die wichtigsten Ergebnisse, die Udo Wolf in seiner gesamten Arbeit erforscht hat, kurz zusammen:

- Die Wirksamkeit von Kryotherapie bei akutem Schmerz ist für die Anwendung bei Weichteilverletzungen gut dokumentiert.
- Zur Anwendung in der Hüft- und Knieendoprothetik liegen widersprüchliche Ergebnisse vor.
- In der Kreuzband- und Meniskus Chirurgie ist die Kryotherapie in Bezug auf Schmerz unwirksam.

- Die Wirkung von Eis auf die Beweglichkeit bei Patienten mit Knie- und Hüftendoprothesen ist fraglich.
- Die Unwirksamkeit von Eis zur Ödemresorption im Rahmen der postoperativen Behandlung kann als gesichert angesehen werden.
- Messungen zur Senkung der Hauttemperatur und einer damit verbundenen Temperatursenkung im Gelenk sind nicht ausreichend belegt

(Vgl. Wolf U.: Evidenz für Kryotherapie bei Verletzungen und Erkrankungen des Bewegungsapparates. Physioscience 2005; 1: 120-128)

Wolfs Quintessenz lautet:

- *Aufgrund meist schwacher Qualität und geringer Anzahl der vorhandenen Studien lässt sich die Wirksamkeit der Kryotherapie nicht ausreichend belegen.*
- *Bei akutem Schmerz und zur Funktionsverbesserung bei Weichteilverletzungen scheint Kryotherapie effektiv zu sein.*
- *Zur Ödemresorption im Rahmen einer postoperativen Behandlung ist Eisbehandlung nicht effektiv.*

(Wolf U.: Evidenz für Kryotherapie bei Verletzungen und Erkrankungen des Bewegungsapparates. Physioscience 2005; 1: 120-128, S.127 Z.31ff)

1992 erschien die Arbeit „Eistherapie – Kontraindiziert bei Sportverletzungen?“ von Prof. Dr. B.A.M. van Wingerden in der Zeitschrift Leistungssport 1992; 2: 5-7.

Der Autor setzt sich in dieser Arbeit sehr kritisch mit der Behandlung mit Eis auseinander und hinterfragt dessen Wirkungsform. Nach seiner Literaturrecherche gäbe es keinen wissenschaftlichen Beleg für die Wirksamkeit der Eisanwendung. Es sei eher so,

„daß die vorhandene Literatur im Zusammenhang mit den Kenntnissen über die Physiologie der Wundheilung und Regeneration der Applikation von Eis in der akuten Verletzungsphase keine positiven Wirkungen bescheinigt. Viele Prozesse, die nach einer Verletzung ablaufen, werden durch Kälte negativ beeinflusst. Eine Ausnahme bildet lediglich die Schmerzhemmung für den Patienten.“

(<http://www.physikamed.de/Eis.pdf> S.1 Z.43ff)

Aber auch hier erfolgt direkt die Kritik:

„Daß aber das Ausschalten (von Schmerz) für eine optimale Behandlung, für erwünschte physiologische Abläufe sowie für eine optimale Wundheilung kontraproduktiv sein kann, wird scheinbar als unwichtig erachtet, zumindest nicht in jedem Fall berücksichtigt.“

(<http://www.physikamed.de/Eis.pdf> S.1 Z.36ff)

Gleichzeitig führt er an:

„Eine Schmerzhemmung ist dann positiv zu bewerten, wenn sie dazu führt, daß der Patient schneller und schmerzfrei mobilisiert werden kann. Eine Schmerzhemmung kann aber auch das Gegenteil bewirken, nämlich daß der Patient zu früh beginnt, sich zu bewegen, oder daß er sich zu viel bewegt.“

(<http://www.physikamed.de/Eis.pdf> S.4 Z.50 und S.5 Z.1)

Für diese Facharbeit sind folgende Aussagen von Bedeutung:

- Die Eisanwendung stützt sich bis heute nur auf empirische und klinische Erfahrungswerte.
- Es gibt in der Literatur keine eindeutigen Aussagen über die optimale Anwendungsdauer einer Eisanwendung.
- Es gibt viele Untersuchungen über die Auswirkungen der Eisanwendung auf die Temperatur der einzelnen Bereiche, aber nur wenige befassen sich mit den Effekten auf Entzündungen und Wundheilung.
- Alle Untersuchungen beschreiben eine durch Eis ausgelöste Senkung der Hauttemperatur
 - mit Eispacks zwischen 6,1°C und 20,3°C (Mecomber/Herman 1971 und Jordan u.a. 1977)
 - mit Crunched Ice im Handtuch 13°C (Boes 1962)
 - Eisspray 21°C (Borken/Biermann 1955)
 - Eismassage 19,5°C bis zu 30°C (Waylonis 1967 und Jordan u.a. 1977)
 - Eiswasser 7,4°C bis 29,5°C (Abramson u.a. 1966)
- Untersuchungen der subkutanen Temperatur unter Eistherapie:
 - Die festgestellte Absenkung der Temperatur ist abhängig von der Applikationsdauer und der Applikationsform
 - Obwohl keine weiteren genauen Angaben vorliegen gilt:
 - Je länger die Applikationsdauer, desto größer die Temperaturabsenkung
- Untersuchungen der Gelenktemperatur unter Eistherapie:
 - die Studien geben überwiegend eine Senkung der Gelenktemperatur an (Cobbolt/Lewis 1956, Botte 1982, Kern u.a. 1984)
 - nur wenige Autoren haben einen Anstieg festgestellt (Horvath/Hollander 1949)
(Vgl. <http://www.physikamed.de/Eis.pdf>)

Van Wingerdens Fazit lautet:

„Die positiven Effekte, die man dem Eis zuspricht, sind wissenschaftlich nicht bewiesen und werden auch durch klinische Untersuchungen nicht bestätigt. Eisapplikationen, die in den verschiedenen Phasen der Wundheilung verabreicht werden, sind deshalb nur mit äußerster Vorsicht zu betrachten!“
(<http://www.physikamed.de/Eis.pdf> S.5 Z.35ff)

“The use of ice in the treatment of acute soft-tissue injury: a systematic review of randomized controlled trials”⁽¹⁰⁾

Mit dieser Ausarbeitung geben die Autoren einen Überblick über die vorhandene Literatur zum Thema Eis. Dabei wurden 22 randomisierte, kontrollierte Studien aus acht Datenbanken herausgefiltert. Bei allen menschlichen Probanden bestand eine akute Weichteilverletzung nach einem orthopädischen oder chirurgischen Eingriff. Die Kriterien zur Studienauswahl waren:

- Funktion
- Schmerz
- Schwellung
- Bewegungsausmaß

Die mittlere Pedro-Punktzahl der Studien lag bei 3,4.

Bleakly et al. beschreiben unter anderem folgende Ergebnisse:

- Eisanwendung scheint effektiver zu sein, als gar keine Eisanwendung nach kleineren operativen Knieeingriffen
- Mit Eisanwendung ist die Schmerzmitteleinnahme geringer und auch die Belastungsfähigkeit größer
- Kontinuierliche Eistherapie hat in den ersten drei Tagen nach einer Operation einen signifikant höheren Rückgang der Schmerzen zur Folge
- Die Kombination von Behandlungen Eis und Kompression scheint wirksamer zu sein als Eis allein im Hinblick auf die Verringerung der Menge der verabreichten Analgesie nach ACL-Rekonstruktionen.
- Es gibt in der Literatur keine Angaben für eine optimale Eisbehandlung

Um evidenzbasierte Leitlinien in der Behandlung von akuten Weichteilschäden zu erstellen, bedarf es weiterer hochwertiger Studien – so ihre Schlussfolgerung.

Eigenstudie

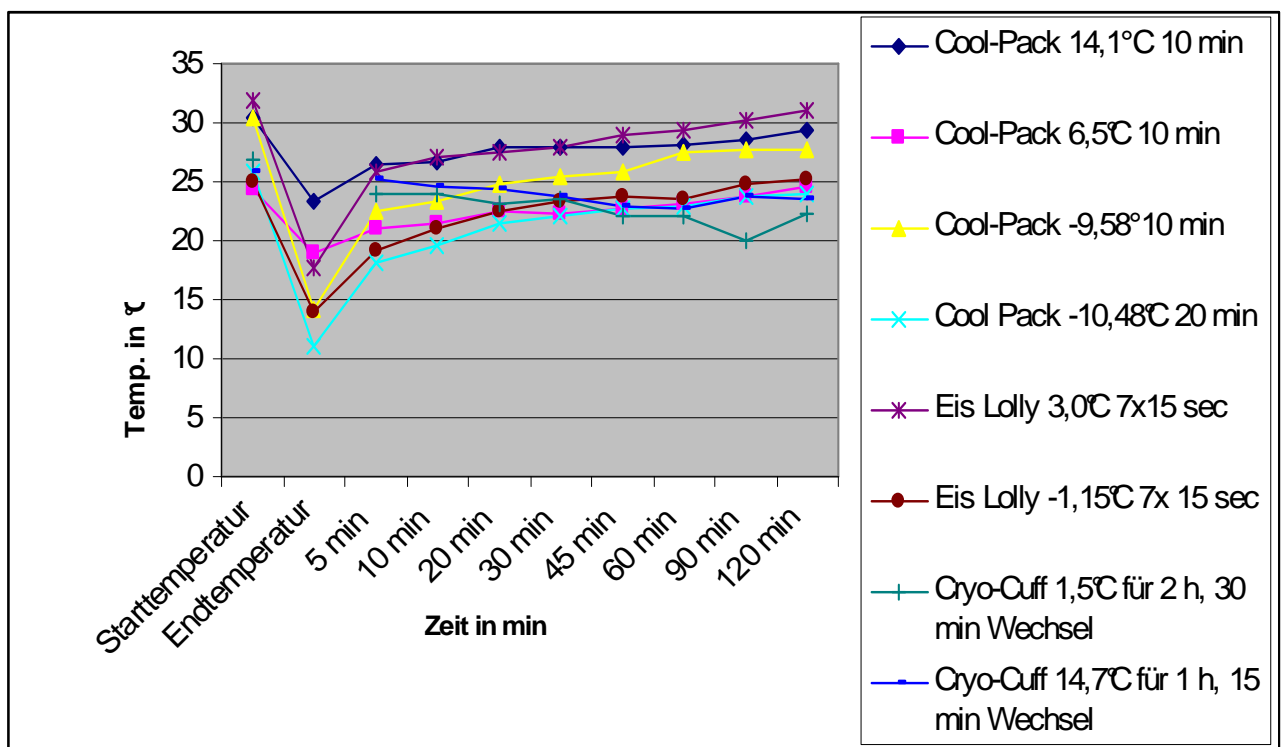
Zur Überprüfung der erzielten Ergebnisse und auch um eigene Erfahrungen zu machen, habe ich abschließend eine kleine Eigenstudie durchgeführt.

Ein gesundes Knie wurde direkt, also ohne Zwischenschicht, mit verschiedenen Kühlmedien behandelt. (Cool-Pack, Eislolly, Cryocuff) Dabei wurden um die Kniescheibe fünf Referenzpunkte markiert (Oberer Patellapol, Mitte Patella, unterer Patellapol, Aussenseite Patella, Innenseite Patella). Vor der Kälteanwendung wurde mit einem Infrarot-Thermometer vom Typ ScanTemp 485 die Ausgangstemperaturen des Knies und des Kühlmediums bestimmt und von den erzielten Messwerten wurde ein Durchschnittswert errechnet. Nach Beendigung der Applikation wurden gleichermaßen vom Knie und auch vom Kühlmedium die Endtemperaturen ermittelt. Anschließend erfolgten nach 2,5; 5; 7,5; 10; 15; 20; 25; 30; 35; 40; 45; 50; 55; 60; 75; 90; 105; 120 Minuten die Temperaturmessungen an den fünf Referenzpunkten, wiederum zu einem Durchschnittswert zusammengefasst. Die Messungen erfolgten dabei alle im Sitz mit hoch- und freigelegtem Bein.

Die zusammengefassten Ergebnisse sind in der Tabelle dargestellt:

Medium, Temperatur, Verweildauer	Starttemperatur	Endtemperatur	5 min	10min	20min	30min	45min	60min	90min	120min
Cool-Pack, 14,1°C, 10 min	30,38	23,38	26,46	26,76	27,86	27,92	27,92	28,12	28,62	29,36
Cool-Pack, 6,5°C, 10 min	24,38	19	21	21,54	22,4	22,36	22,63	23,12	23,76	24,56
Cool-Pack, -9,58°C, 10 min	30,38	14,14	22,42	23,32	24,86	25,48	25,78	27,44	27,64	27,76
Cool Pack, -10,48°C, 20 min	25,88	11,02	18,2	19,62	21,54	22,18	22,62	22,9	23,7	23,9
Eislolly, 3,0°C, 7x15 sec	31,86	17,72	25,92	27,1	27,58	28,02	29,02	29,34	30,28	31,01
Eislolly, -1,15°C, 7x 15 sec	24,96	13,96	19,18	20,98	22,46	23,26	23,82	23,5	24,74	25,16
Cryo-Cuff, 1,5°C, 2 h, 30 min Wechsel	26,88		23,98	23,88	23,22	23,44	22,02	22,12	20,09	22,3
Cryo-Cuff, 14,7°C, 1 h, 15 min Wechsel	25,88		25,3	24,6	24,38	23,78	22,92	22,7	23,7	23,64

(Cool-Pack 23x10 cm, Gewicht 311g; Eis Lolly 100ml Wasser im Urinbecher - Bodendurchmesser 5 cm – mit Holzspatel)



Unabhängig vom Kühlmedium ist festzustellen, dass eine geringere Temperatur des Applikationsmediums eine größere Absenkung der Oberflächentemperatur zur Folge hat.

Eislolly und Cool-Pack scheinen hierbei am effektivsten zu sein.

Bei Kurzanwendungen steigen die Temperaturen nach der Anwendung wieder schneller an.

Es dauert bei allen Anwendungen mindestens zwei Stunden zum Erreichen der Ausgangstemperatur.

Mittels Cryocuff erreicht man die harmonischste Temperaturveränderung.

Als Proband empfand ich die Anwendungen mit den kältesten Cool-Packs als sehr unangenehm, vor allem bei der 20minütigen Anwendung. Auch in der Nachwirkung

blieb das Knie lange Zeit kalt, teilweise wie eingesteift mit leichten Schmerzirritationen, auch noch weit über den gemessenen Zeitraum hinaus.

Die Anwendung mit dem Cool-Pack von 14,1°C war dagegen angenehmer, erbrachte aber weder positive noch negative Effekte.

Der Eislolly war in der Anwendung gut zu tolerieren und wurde als angenehm empfunden. Die Kälte wirkte recht schnell, aber - wie auch der Tabelle zu entnehmen ist - trat sehr schnell eine gefühlte Wiedererwärmung ein. Es stellten sich auch im Nachhinein keine Probleme dar.

Die vielleicht noch angenehmere Variante war für mich jedoch die Anwendung des Cryocuffs mit der Wassertemperatur von 14,7°C.

Hier war permanent ein gutes, angenehmes Gefühl vorhanden, und auch nach der Anwendung gab es keine negativen Nachwirkungen in Form von Kälte- oder Steifigkeitsgefühl.

Anzumerken ist, dass diese Messungen an einem gesunden Knie vorgenommen wurden und die Empfindungen rein subjektiver Natur sind.

Mein Fazit dieser Untersuchung lautet:

- Wenn mit **sehr kalten** Kühlmedien gearbeitet wird, dann nur per **Kurzanwendung**.
- Bei **längerer Anwendung** sollte die **Temperatur** des Kühlmediums **nicht zu niedrig sein**.

7. Diskussion

Die Vermutung, dass keine einheitliche Meinung zum Thema Kryotherapie vorliegt, wird durch die Auswertung der Ergebnisse bestätigt.

Als gesichert ist anzusehen, dass durch die Anwendung von Eis die Hauttemperatur und darüber hinaus scheinbar auch die Temperatur in den tieferen Gewebsschichten gesenkt werden kann, (wobei Wolf (2005) die Verbindung zwischen Hautabkühlung und Senkung der Gelenktemperatur in Frage stellt)

Die effektivste Temperatursenkung kann mit Eis im Handtuch oder mit Wasserimmersionen erreicht werden. ^(7, 13)

Durch die Temperaturverringerung nimmt auch das Schmerzempfinden ab ^(1, 2, 4, 8, 10, 12) und es scheint, dass die Dauerkühlung der intermittierenden Methode in diesen beiden Punkten überlegen ist. ^(8,12)

Fraglich bleibt aber die Wirkung der Kryotherapie im Allgemeinen.

Wirkt sich ein Wärmeentzug positiv auf den Heilungsprozess aus oder führt er eher zu einer Unterbrechung oder gar zu einer Verzögerung? (Van Wingerden, 1992)

Dazu lassen sich in der Literatur keine Ansätze finden, die die positiven Wirkungsweisen des Eises auf die Heilung belegen bzw. anzeigen, ob eine Abkühlung des Gewebes überhaupt sinnvoll ist. Ob die über die Temperaturverminderung erzielte Schmerzlinderung allein sich positiv auf die Gesamttherapie auswirkt, sei in Frage gestellt.

Somit ist derzeit die Wirksamkeit der Kryotherapie nicht ausreichend belegt.

Vielmehr scheint sich die häufige praktische Anwendung der Kältetherapie lediglich auf subjektive und auch übertragene Erfahrungswerte zu stützen, deren positive Auswirkung den Einsatz von Eis scheinbar rechtfertigt.

Zur Bestimmung des optimalen Kühlmediums wurden in der Studie von Kennet et al. ⁽⁷⁾ lediglich neun Probanden untersucht - wobei allerdings jeder Proband auch mit jeder der vier Applikationsformen behandelt wurde.

Die nachfolgende Studie ⁽¹³⁾ untersuchte 50 Patienten und erzielte ein ähnliches Ergebnis, so dass die Aussagen der beiden Studien zusammengefasst eine stärkere Gewichtung bekommen. Allerdings handelt es sich hierbei leider nur um die Absenkung der Oberflächentemperatur, was meiner Meinung nach nicht mit einer Effektivität oder Wirksamkeit gleichzusetzen ist. Auf mögliche Auswirkungen auf Stoffwechsel oder Durchblutung wurde nicht eingegangen.

Generell scheint sich, wie geschildert, die Daueranwendung gegenüber der intermittierenden Methode durchzusetzen. ^(8,12)

In der Studie von Spandau ⁽⁸⁾ sind neben der Temperatur auch weitere Parameter untersucht worden, wie z.B. die Schmerzangabe, die entsprechende Dosierung der Schmerzmedikamente, Toleranz für Therapie und Bewegungsausmaß. Zudem wurden hier auch deutlich mehr Probanden einbezogen und es bestand eine Kontrollgruppe. Dies führt zu einer höheren Aussagekraft. Aber auch hier wurde, bis auf den Schmerzparameter, nicht auf die weiteren Auswirkungen der Kälte auf den Heilungsprozess und somit auf eine Wirksamkeit der Behandlungsmethode eingegangen.

Es lässt sich also - um auf die Fragestellung zurückzukommen - nach dem Zusammentragen der Ergebnisse keine eindeutige und vor allem keine zufrieden stellende Antwort geben, was besonders für den zweiten Teil der Fragestellung gilt. Hier wäre es für mich wichtig gewesen, eine direkte Indikation für die Eisanwendung im postoperativen Bereich zu erhalten. Stattdessen wird überwiegend davon ausgegangen, dass über die Schmerzlinderung schon die Indikation gegeben ist. Daher sehe ich es zumindest als bedenklich an, dass man über die weiteren Auswirkungen (noch) zu unwissend ist.

Mit meinen persönlichen Erfahrungen, unterstützt durch die angefertigte Eigenstudie, stimmt die scheinbar höhere Wirksamkeit der Langzeitkühlung bedingt überein. Bei der Arbeit am Patienten habe ich größere Erfolge mit der Kurzzeitanwendung mittels Eislolly erzielen können.

Generell scheint jede Form von Kälte in irgendeiner Art und Weise eine schmerzlindernde Wirkung zu haben. Patientenabhängig können die gewählte Temperatur des Mediums und auch die Dauer der Anwendung stark variieren, um den gewünschten Effekt der Schmerzlinderung zu erzielen. Ich halte es nach dem Zusammentragen der Ergebnisse nicht für sinnvoll mit sehr kalten Temperaturen zu arbeiten. Wie schon das Fazit der Eigenstudie lautet:

„Wenn mit sehr kalten Kühlmedien gearbeitet wird, dann nur per Kurzanwendung. In einer längeren Anwendung sollten die Temperaturen nicht zu niedrig gewählt werden.“

In jedem Fall müssten weitere Untersuchungen folgen, die sich vor allem mit den Auswirkungen der Kälteanwendung auf den gesamten Heilungsprozess nach einem operativen Eingriff am Kniegelenk intensiver beschäftigen. Darüber hinaus wäre es natürlich sinnvoll, die Erkenntnisse auch auf die weiteren Anwendungsgebiete der Kryotherapie auszubreiten.

8. Literaturliste

1. Schröder D., Anderson M.: Kryo- und Thermo-Therapie. Gustav Fischer Verlag,1995
2. Trnavsky G.: Kryotherapie. Richard Pflaum Verlag KG, 1979
3. Trnavsky G.: Grundzüge der physikalischen Medizin. Verlag Wilhelm Maudrich 2.Auflage, 1996
4. Günther R., Jantsch H.: Physikalische Medizin. Springer Verlag 2.Auflage, 1986
5. van den Berg F.: Angewandte Physiologie 1 „Das Bindegewebe des Bewegungsapparates verstehen und beeinflussen“ Georg Thieme Verlag 2.korrigierte Auflage, 2003
6. Kennet J., Hardaker N., Hobbs S., Selfe J.: Cooling Efficiency of 4 Common Cryotherapeutics Agents. Journal of Athletic Training: 2007;42(3):343-348
7. Albrecht S., le Blond R., Köhler V., Cordis R., Gill C., Kleihues H., Schlüter S., Noack W.: Kryotherapie als Analgesietechnik in der direkten, postoperativen Behandlung nach elektivem Gelenkersatz. Zeitschrift für Orthopädie 1997; 135: 45-51
8. <http://www.physikamed.de/Eis.pdf> Zugriff am 17.05.2008- van Wingerden. Eistherapie – Kontraindiziert bei Sportverletzungen? Leistungssport 1992; 2: 5-7
9. Bleakley C., McDonough S., MacAuley D.: The Use of Ice in the Treatment of Acute Soft-Tissue Injury. The American Journal of Sports Medicine: 2004, Vol. 32, No.1:251-261
10. Wolf U.: Evidenz für Kryotherapie bei Verletzungen und Erkrankungen des Bewegungsapparates. Physioscience 2005; 1: 120-128
11. Barber FA, A comparison of crushed ice and continuous flow cold therapy. The American Journal of knee surgery 2000 Spring; 13 (2): 97-101
12. Kanlayanaphotporn R., Janwantanakul P.: Comparison of skin surface temperature during the application of various cryotherapy modalities. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation , Volume 86 , Issue 7, Pages 1411 – 1415
13. Hubbard TJ, Denegar CR. Does Cryotherapy Improve Outcomes With Soft Tissue Injury? Journal of Athletic Training 2004; 39:278-279