

Kältekammertherapie bei muskuloskeletalen Erkrankungen - Update

Für den Inhalt verantwortlich:

Hauptverband der österreichischen Sozialversicherungsträger
Evidenzbasierte Wirtschaftliche Gesundheitsversorgung (EWG)
1031 Wien, Kundmanngasse 21, ewg@hvb.sozvers.at
Tel. 01/ 71132-0

1 Inhaltsverzeichnis

1	Inhaltsverzeichnis	2
2	Kurzbericht	3
3	Einleitung/ Hintergrund/ Grundlagen	5
4	Methodik.....	7
4.1	Strukturierte Frage (PICO).....	7
4.2	Literaturauswahl	7
4.2.1	Einschlusskriterien	7
4.2.2	Ausschlusskriterien	7
4.3	Literatursuche.....	8
5	Ergebnisse	9
5.1	Studienpool	9
5.2	Studien	10
6	Evidenz.....	12
6.1	Kältekammer/ Ganzkörperkältetherapie bei verschiedenen Indikationen	12
6.1.1	Osteoarthritis (OA)/ rheumatoide Arthritis (RA).....	12
6.1.2	Atopische Dermatitis	12
6.1.3	Depression- und Angstsymptome.....	12
6.1.4	Hinweis:	13
6.1.5	Unerwünschte Ereignisse:.....	13
7	Diskussion	14
	Literatur.....	15

2 Kurzbericht

Methodik

Es wurde ein Update zum EBH-Bericht aus dem Jahr 2007¹ erstellt.

Studien zu Kälteanwendungen im OP Bereich, in der Tumorbehandlung, bei Epilepsie, in der Neu- bzw. Frühgeborenenbehandlung, im Notfallmanagement und bei Schädelhirnverletzungen wurden exkludiert.

Ergebnisse

(Ganzkörper-) Kälteanwendungen werden hauptsächlich im Sportsetting eingesetzt

- Zur rascheren Abkühlung und zur Wiederherstellung des aeroben Muskelstatus^{2;3}, wobei hier als die besten Arten der Abkühlung Eintauchen in oder Duschen mit kaltem Wasser beschrieben werden.⁴
- Zur Aktivierung der aeroben Muskelkapazität vor dem Sport^{5;6;7;8;9}
- Zur Vermeidung oder Behandlung von Muskelkater und Muskelverletzungen^{10;11;12;13}

Bei der Anwendung von Ganzkörperkältetherapie bei Gesunden (Athleten) werden Veränderungen der Blutzusammensetzung (Erhöhung der weißen Blutkörperchen, der Blutplättchen, Senkung der roten Blutkörperchen, des Hämatokrits und des Hämoglobins), und (negative) Einflüsse auf die Herzfunktion und den Blutdruck, sowie (positive) auf das Immunsystem kontrovers diskutiert bzw. beschrieben.^{14,15,16,17,18,19,20,21,22}

Für die Anwendung der Kältekammer bei Erkrankten berichtet eine Studie²³ erniedrigte Histaminwerte als Surrogatparameter für Entzündungsgeschehen im Blut bei Patienten mit Rheumatoider Arthritis, eine andere²⁴ von generell veränderter Stressreaktion (auf Kälte) bei derartigen Erkrankungen. Beide Studien sind der Grundlagenforschung zuzurechnen und aufgrund der geringen Aussagekraft (Evidenzlevel IIb, Empfehlungsgrad B²⁵ und Evidenzlevel IV) nicht in der Lage zu beweisen, dass Kältekammertherapie bei rheumatischen Erkrankungen wirksam zur Schmerzreduktion, Funktionsbesserung oder Lebensqualität ist, oder Einfluss auf den Verlauf der Erkrankung hat.

Positive Ergebnisse wurden im Zusammenhang mit Kältekammeranwendung bei Patienten mit atopischer Dermatitis²⁶ und bei Patienten mit Depressions- oder Angstsymptomen²⁷ gefunden. Die Studie zu Kälte bei atopischer Dermatitis ist eine Beobachtungsstudie mit 10 Patienten (Evidenzlevel IV²⁸). Die Studie zu Kälte bei psychischen Erkrankungen ist eine Vergleichsstudie mit insgesamt 60 Patienten, die Auswahl und die Zuordnung der Patienten zur Studien- oder Kontrollgruppe sind unklar. Der berichtete Unterschied beträgt 3-5 Scorewerte bei Angstsymptomen auf einer Skala von 0-52, und 2-6,5 Scorewerte bei Depressionssymptomen auf einer Skala von 0-68.

Es wurde in zwei Studien^{29,30} eine auffällig hohe Drop out Rate aufgrund unerwünschter Ereignisse im Rahmen der Kältekammertherapie wahrgenommen. In den (wenigen) Studien, die Kältekammeranwendungen an Kranken testen, wurden jeweils Patienten mit folgenden Konditionen exkludiert: Kreislauf- oder Atemschwächen, Thromboseneigung, Entzündung der Blutgefäße, offene Wunden, Geschwüre, schwere Wahrnehmungsbeeinträchtigungen, Fieber, Suchterkrankungen, Klaustrophobie, Übersensibilität gegen Kälte^{31,32}. Dies ist als Hinweis zu werten, dass ein Schadenspotential bei Kältekammertherapie besteht.

Die Fähigkeit, die Hautdurchblutung mittels reflektorischer Gefäßkonstriktion für die Thermoregulation bei Kälte zu senken ist bei Patienten mit bestimmten Erkrankungen (periphere Neuropathie, Rückenmarksverletzungen, Diabetes) vermindert. Diese Personen haben ein erhöhtes Risiko für zu großen Wärmeverlust aufgrund inadäquater Adaptionsmechanismen. Auch Personen mit Bewegungserkrankungen und häufigem Alkoholkonsum haben ein erhöhtes Risiko³³.

Schlussfolgerung

Aus den gefundenen Daten kann weiterhin keine wissenschaftlich fundierte Empfehlung zur Investition in eine Kältekammer gegeben werden. Es scheint ein nicht klar definierbares Schadenspotential zu bestehen und bei Patienten mit herabgesetzter Vasokonstriktion (Blutgefäßreaktion auf Kälte) und verschiedenen Komorbiditäten ist besondere Vorsicht indiziert.

Schlüsselwörter: cryotherapy, cryochamber, whole-body-cryotherapy,

Verfasserin: Dr. Ingrid Wilbacher

Peer-Review: Dr. Irmgard Schiller-Frühwirth, MPH

3 Einleitung/ Hintergrund/ Grundlagen

Bei der Ganzkörperkältetherapie (GKKT) verweilen Patienten unter Akrenschutz und Mundschutz in Badebekleidung in einem 100° C kalten Therapieraum 2,5 bis 3,5 Minuten.³⁴

Zu trennen ist der Begriff der Hypothermie³⁵, worunter immer ein Absinken der Körperkerntemperatur durch äußerlich zugeführte Kälte zu verstehen ist, von dem Begriff der Kryotherapie, bei der dem Körper lokal oder systemisch Kälte zugeführt wird, es jedoch niemals zu einer Reduktion der Körperkerntemperatur kommt.

Bei 229 Versuchspersonen fanden Taghawinejad et al.³⁶ nach Ganzkörperkältetherapie keinen signifikanten Abfall der Körperkerntemperatur. Jedoch ist die Auswirkung der Ganzkörperkältetherapie auf die Körperkerntemperatur abhängig von der Dauer der Anwendung³⁷. Ein weiterer Faktor bei der Betrachtung der Kältewirkung ist die körperliche Ausgangslage, zum Beispiel ob vor Beginn der Kälteapplikation die Körperperipherie durch körperliche Anstrengung relativ stärker erwärmt wurde³⁸. Darüber hinaus hängt die Geschwindigkeit und das Ausmaß des Eindringens der Kälte in tiefere Gewebeschichten wesentlich von dem VolumenOberflächenVerhältnis ab. Im Bereich der Extremitäten tritt nach distal zunehmend eine günstigere Wirkung auf³⁹.

Die antiphlogistische Wirkung der lokalen Kälte soll auf einer Temperatursenkung der Haut und tieferer Gewebeschichten beruhen, abhängig von der Applikationsdauer und der begleitenden kälteinduzierten Vasokonstriktion. Während sich die Haut nach Beendigung der Kältezufuhr rasch auf 20 bis 25 °C wieder erwärmt, ist im Bereich der Muskulatur anfangs noch eine weitere Abkühlung bis auf maximal 20° C feststellbar. Die anschließende Wiedererwärmung der Muskulatur verläuft „über Stunden“⁴⁰. Die hierdurch bedingte Verminderung der Gewebetemperatur und –durchblutung führt zu einer Senkung der Enzymaktivität (RGTRegel) und einer Inhibition der Freisetzung von Entzündungsmediatoren. Reflektorisch kommt es zu einer Mehrdurchblutung tieferer Gewebeschichten und zum Abtransport sowohl von Stoffwechselprodukten als auch von Wärme⁴¹. Ein gleichzeitiger Einfluss auf das Immunsystem, im Sinne einer Aktivierung oder Hemmung immunkompetenter Zellen, ist bisher nicht nachgewiesen⁴².

Van Wingerden⁴³ kommt in einer Literaturstudie zu dem Schluss, dass Eis eine akute Entzündungsreaktion zwar verzögern, jedoch in keinem Fall hemmen kann und eine prostaglandininduzierte Entzündung evtl. sogar verstärkt. Fraglich ist seiner Meinung nach auch, inwieweit die Unterdrückung einer physiologischen, für den Wundheilungsprozess notwendigen Entzündungsreaktion sinnvoll ist. Einen antiödematösen Effekt der Kältetherapie findet er in seiner Literaturstudie nicht bestätigt.

Auch bei Schmidt⁴⁴ kam es bei mit Kaolin künstlich erzeugten Rattenpfotenödemen unter lokaler Kälteeinwirkung zu einer Zunahme des Ödems. Zudem kam es bei dieser Untersuchung zu einer Zunahme der Synoviaviskosität. Jede nachhaltige Temperatursenkung bewirkt über die eingehende Dämpfung der Entzündungsreaktion indirekt auch eine Schmerzhemmung⁴⁵. Sie ist jedoch nicht allein ausschlaggebend für die schmerzlindernde Wirkung der Kryotherapie. Dies konnte in Studien an gesunden Probanden⁴⁶ bzw. an Patienten mit chronischen Schmerzzuständen⁴⁷ gezeigt werden.

Für den analgetischen Effekt von Kälte kommen unterschiedliche Wirkmechanismen mit Angriffspunkten auf verschiedenen Ebenen in Frage^{48,49}.

4 Methodik

Es wurde der Letztbericht zum Thema Kältekammertherapie⁵⁰ herangezogen und die Suche in Pubmed aktualisiert. Dazu wurde die einst im Pubmed gespeicherte Suchstrategie dem automatischen Update unterworfen und ergab insgesamt 2442 Items, die in der LitDb⁵¹ auf Titel- und Abstractebene sortiert wurden.

Ergebnisse aus der Suche in der Cochrane Database for systematic Reviews: 12 doppelt mit Pubmed

Wie bereits in den Vorberichten finden sich die meisten Ergebnisse zu Ganzkörperkühlung im Rahmen der Herzchirurgie, der Behandlung von Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma, Ergebnisse zu Teilkörperkühlung vorwiegend im Bereich der Augenchirurgie, aber auch der Epilepsiebehandlung. Diese Artikel wurden exkludiert.

Mit Fokus auf die Anwendung der Ganzkörperkühlung in der Kältekammer als Maßnahme der physikalischen Therapieanwendung im niedergelassenen Bereich oder im Rehabilitationssetting wurden 15 Artikel im Volltext bestellt und 8 in die Analyse der therapeutischen Wirkung der Kältekammer als Krankenbehandlung inkludiert.

Studien zu Kälteanwendungen im OP Bereich, in der Tumorbehandlung, bei Epilepsie, in der Neu- bzw. Frühgeborenenbehandlung, im Notfallmanagement und bei Schädelhirnverletzungen wurden auf Titel- und Abstractebene exkludiert.

4.1 Strukturierte Frage (PICO)

Personen: mit rheumatoiden Erkrankungen, chronischen Schmerzsyndromen

Intervention: Kältekammer, Ganzkörperkälte

Control: keine Therapie, andere Therapieformen

Outcome: Symptomverbesserung, Schmerzreduktion

4.2 Literatúrauswahl

4.2.1 Einschlusskriterien

- Studien zu muskuloskeletalen Erkrankungen
- Studien mit Ganzkörperkühlung

4.2.2. Ausschlusskriterien

- Notfallsetting
- Ganzkörperkühlung im OP Bereich
- Neugeborene/ Frühgeborene
- Schädelhirntrauma Behandlung

- Tumorbehandlungen
- Epilepsiebehandlung
- Fallstudien
- Tierstudien

4.3 Literatursuche

Pubmed:

Search (((((((((((hypothermia)) OR ((therapeutic hypothermia))) OR ((induced hypothermia))) OR ((cryotherapy))) OR ((cryotherapy muscle))) OR ((cryotherapy pain))) OR ("Cryotherapy"[Mesh])) OR ((cryochamber))) OR ((cryosauna)) OR ((thermo chamber))) OR ((therapeutic chamber))

CDSR:

cryotherapy, cryochamber, whole-body-cryotherapy

5 Ergebnisse

5.1 Studienpool

Die einst im Pubmed gespeicherte Suchstrategie ergab eingeschränkt auf die letzten 5 Jahre insgesamt 2442 Items, die in der LitDb⁵² auf Titel- und Abstractebene sortiert wurden.

Ergebnisse aus der Suche in der Cochrane Database for systematic Reviews: 12 doppelt mit Pubmed

Mit Fokus auf die Anwendung der Ganzkörperkühlung in der Kältekammer als Maßnahme der physikalischen Therapieanwendung im niedergelassenen Bereich oder im Rehabilitationssetting wurden 15 Artikel im Volltext bestellt und 8 in die Analyse der therapeutischen Wirkung der Kältekammer als Krankenbehandlung inkludiert.

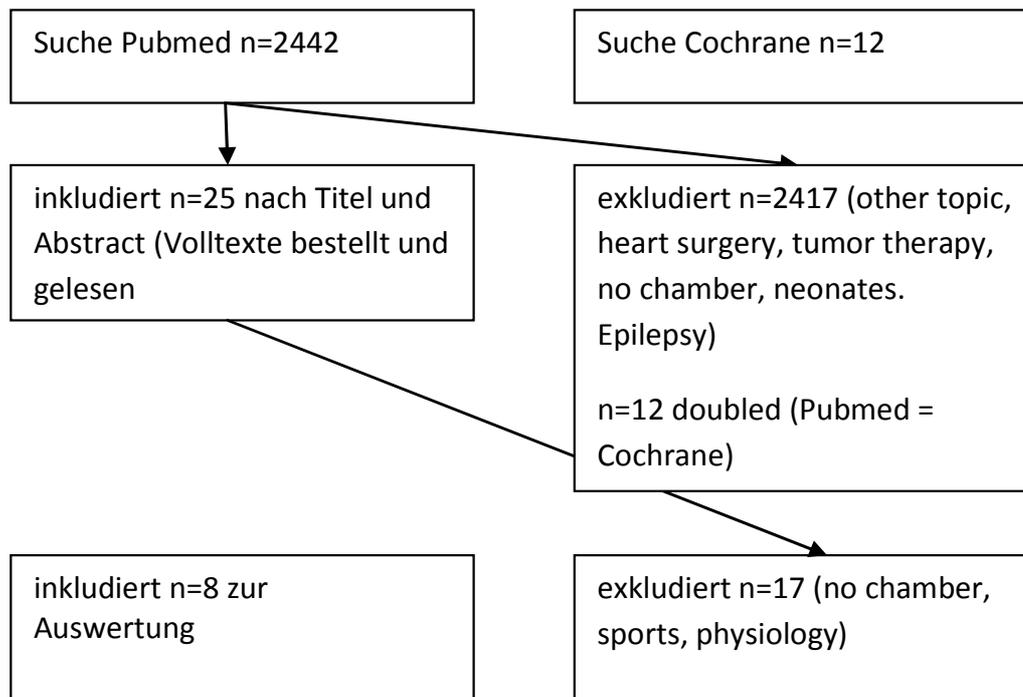


Abbildung 1: Studienselektionsprozess

5.2 Studien

Liste der inkludierten Studien

TI	AU	SO
[Whole-body cryotherapy in patients with inflammatory rheumatic disease. A prospective study].	Braun KP ; Brookman-Amisshah S ; Geissler K ; Ast D ; May M ; Ernst H	Med Klin (Munich). 2009 Mar 15;104(3):192-6. Epub 2009 Apr 1.
Whole-body cryotherapy in atopic dermatitis.	Klimenko T ; Ahvenainen S ; Karvonen SL	Arch Dermatol. 2008 Jun;144(6):806-8.
Cryotherapy in contemporary rehabilitation: a review.	Krasuski M ; Tederko P	Ortop Traumatol Rehabil. 2005 Feb 28;7(1):60-5.
Effect of short-term cryostimulation on antioxidative status and its clinical applications in humans.	Miller E ; Markiewicz L ; Saluk J ; Majsterek I	Eur J Appl Physiol. 2011 Aug 28.
Whole-body cryotherapy as adjunct treatment of depressive and anxiety disorders.	Rymaszewska J ; Ramsey D ; Chladzinska-Kiejna S	Arch Immunol Ther Exp (Warsz). 2008 Jan-Feb;56(1):63-8. Epub 2008 Feb 5.
Acute cold stress in rheumatoid arthritis inadequately activates stress responses and induces an increase of interleukin 6.	Straub RH ; Pongratz G ; Hirvonen H ; Pohjolainen T ; Mikkelsson M ; Leirisalo-Repo M	Ann Rheum Dis. 2009 Apr;68(4):572-8. Epub 2008 Apr 15.
Cryotherapy decreases histamine levels in the blood of patients with rheumatoid arthritis.	Wojtecka-Lukasik E ; Ksiezopolska-Orlowska K ; Gaszewska E ; Krasowicz-Towalska O ; Rzodkiewicz P ; Maslinska D ; Szukiewicz D ; Maslinski S	Inflamm Res. 2010 Mar;59 Suppl 2:S253-5.
Aging and the control of human skin blood flow.	Holowatz LA, Thompson-Torgerson C, Kenney WL.	Front Biosci. 2010 Jan 1;15:718-39.

Liste der exkludierten Studien

Gregson W, Black MA, Jones H, Milson J, Morton J, Dawson B, Atkinson G, Green DJ. Influence of cold water immersion on limb and cutaneous blood flow at rest. Am J Sports Med. 2011 Jun;39(6):1316-23. Epub 2011 Feb 18.	no chamber
Wenham CY, Conaghan PG. Optimising pain control in osteoarthritis. Practitioner. 2010 Dec;254(1735):23-6, 2-3.	no chamber
Lubkowska A, Szygula Z. Changes in blood pressure with compensatory heart rate decrease and in the level of aerobic capacity in response to repeated whole-body cryostimulation in normotensive, young and physically active men. Int J Occup Med Environ Health. 2010;23(4):367-75.	physiology

Costello JT, Donnelly AE. Effects of cold water immersion on knee joint position sense in healthy volunteers. <i>J Sports Sci.</i> 2011 Mar;29(5):449-56.	healthy probands
Markert SE. The use of cryotherapy after a total knee replacement: a literature review. <i>Orthop Nurs.</i> 2011 Jan-Feb;30(1):29-36.	no chamber
Hirsh AT, Kratz AL, Engel JM, Jensen MP. Survey results of pain treatments in adults with cerebral palsy. <i>Am J Phys Med Rehabil.</i> 2011 Mar;90(3):207-16.	no chamber
Babwah T. Common peroneal neuropathy related to cryotherapy and compression in a footballer. <i>Res Sports Med.</i> 2011 Jan;19(1):66-71.	case
Ranalli GF, Demartini JK, Casa DJ, McDermott BP, Armstrong LE, Maresh CM. Effect of body cooling on subsequent aerobic and anaerobic exercise performance: a systematic review. <i>J Strength Cond Res.</i> 2010 Dec;24(12):3488-96.	sports
Flouris AD. Functional architecture of behavioural thermoregulation. <i>Eur J Appl Physiol.</i> 2011 Jan;111(1):1-8. Epub 2010 Aug 15.	physiology
Denegar CR, Dougherty DR, Friedman JE, Schimizzi ME, Clark JE, Comstock BA, Kraemer WJ. Preferences for heat, cold, or contrast in patients with knee osteoarthritis affect treatment response. <i>Clin Interv Aging.</i> 2010 Aug 9;5:199-206.	no chamber
Klimek AT, Lubkowska A, Szygula Z, Fraczek B, Chudecka M. The influence of single whole body cryostimulation treatment on the dynamics and the level of maximal anaerobic power. <i>Int J Occup Med Environ Health.</i> 2011 Jun;24(2):184-91. Epub 2011 May 7.	physiology
Urch T. [A hot cold man. Frostbite in summer? Polyneuropathy, vitamin B12 deficiency]. <i>MMW Fortschr Med.</i> 2010 Jun 17;152(24):5.	no chamber
Banfi G, Lombardi G, Colombini A, Melegati G. Whole-body cryotherapy in athletes. <i>Sports Med.</i> 2010 Jun 1;40(6):509-17. doi: 10.2165/11531940-000000000-00000.	sports
Castellani JW, Sawka MN, DeGroot DW, Young AJ. Cold thermoregulatory responses following exertional fatigue. <i>Front Biosci (Schol Ed).</i> 2010 Jun 1;2:854-65.	no chamber
Unsal A, Gozum S. Use of complementary and alternative medicine by patients with arthritis. <i>J Clin Nurs.</i> 2010 Apr;19(7-8):1129-38.	narrative usage
Costello JT, Donnelly AE. Cryotherapy and joint position sense in healthy participants: a systematic review. <i>J Athl Train.</i> 2010 May-Jun;45(3):306-16.	physiology
Mila-Kierzenkowska C ; Wozniak A ; Wozniak B ; Drewa G ; Rakowski A ; Jurecka A ; Rajewski R. Whole-body cryostimulation in kayaker women: a study of the effect of cryogenic temperatures on oxidative stress after the exercise. <i>J Sports Med Phys Fitness.</i> 2009 Jun;49(2):201-7.	sports

6 Evidenz

6.1 Kältekammer/ Ganzkörperkältetherapie bei verschiedenen Indikationen

Basierend auf der publizierten Literatur präsentieren die Autoren eines Review⁵³ den derzeitigen Stand des Wissens zu lokaler- und Ganzkörperkältetherapie bei Patienten mit muskuloskeletalen Erkrankungen. Die Ergebnisse experimenteller Studien zu Kryostimulation in der Sportmedizin werden hervorgehoben, aber der wissenschaftliche Wert der meisten Publikationen zur Wirksamkeit der Kryotherapie ist gering, die Studien haben zu geringe Power, sind sehr heterogen und beinhalten insuffiziente Daten über Stadium und Dauer der Erkrankung, und sie beinhalten Parallelapplikationen wie Medikation oder Bewegungstherapieformen.

6.1.1 Osteoarthritis (OA)/ rheumatoide Arthritis (RA)

Zwei Studien zur Anwendung von Kältekammertherapie bei Patienten mit Arthrose und/oder rheumatischen Erkrankungen wurden gefunden.

Wojtecka-Lukasik⁵⁴ berichten, dass Kryotherapie im Vergleich zu konventioneller Physiotherapie die Histaminwerte im Blut von Patienten mit RA signifikant für mindestens drei Monate reduzieren ($P < 0.001$). Dabei wurden zwanzig Patienten mit RA und siebzehn Patienten mit OA der Kryotherapiegruppe zugeordnet, berichtet wird der Erfolg nur für die RA Patienten. Die Patienten bekamen whole-body cryotherapy mit -140 bis -160 Grad C für 2 bis 3 Minuten, einmal täglich über vier Wochen.

Straub et al.⁵⁵ entdeckten eine inadäquate Stressantwort bei Patienten mit RA, die Glucocorticoide (GC) nehmen, und eine inadäquate sympathische Stressantwort bei Patienten mit RA mit und ohne GC. Paradoxerweise stiegen die Interleukinwerte (IL6) unter starken Kältestress bei Patienten ohne GC an. Diese Erkenntnisse deuten den Autoren nach auf eine dysfunktionale Stressachse bei RA hin. Die Studie vergleicht 55 Patienten in zwei Gruppen mit und ohne Glucocorticoide und in Anwendung von Kältekammer. Die Kältekammeranwendung ist in beiden Gruppen gleich und eine vorher-nachher Beobachtung.

6.1.2 Atopische Dermatitis

Klimenko et al.⁵⁶ berichten positive Ergebnisse für die Anwendung der Kältekammertherapie bei 16 Patienten mit atopischer Dermatitis (Neurodermitis) in einer Beobachtungsstudie (SCORAD Index Reduktion um 19,6%).

6.1.3 Depression- und Angstsymptome

Rymaszewska et al.⁵⁷ beobachteten eine signifikante Besserung auf der Hamilton's Depression/Anxiety Rating Scale: (5,7-10% HARS; 2,9-9,5% HADS) nach 15 Anwendungen in der Kältekammer bei abgestuft -60 , -110 , -160 °C. Die Patienten aus Studien- (n=26) und Kontrollgruppe (n=34) erhielten ihre übliche Psychopharmakotherapie unverändert weiter.

6.1.4 Hinweis:

In den (wenigen) Studien, die Kältekammeranwendungen an Kranken testen, wurden jeweils Patienten mit folgenden Konditionen exkludiert: Kreislauf- oder Atemschwächen, Thromboseneigung, Entzündung der Blutgefäße, offene Wunden, Geschwüre, schwere Wahrnehmungsbeeinträchtigungen, Fieber, Suchterkrankungen, Klaustrophobie, Übersensibilität gegen Kälte^{58, 59}

Die Fähigkeit, die Hautdurchblutung mittels reflektorischer Gefäßkonstriktion für die Thermoregulation bei Kälte zu senken ist bei Patienten mit bestimmten Erkrankungen (periphere Neuropathie, Rückenmarksverletzungen, Diabetes) vermindert. Diese Personen haben ein erhöhtes Risiko für zu großen Wärmeverlust aufgrund inadäquater Adaptionsmechanismen. Auch Personen mit Erkrankungen der Bewegungsapparates und häufigem Alkoholkonsum haben ein erhöhtes Risiko⁶⁰.

6.1.5 Unerwünschte Ereignisse:

In einer deutschen Beobachtungsstudie⁶¹ haben 21,7% der Patienten die Behandlung mit Ganzkörperkältetherapie aufgrund unerwünschter Nebenwirkungen abgebrochen. In der Studie von Klimenko⁶² schied ein Patient von 18 (5,5%) wegen Verschlechterung der Hautausschläge während der Kältetherapie aus.

7 Diskussion

Die wenigen Studien zur Wirksamkeit von Kältekammertherapie haben große methodische Mängel im Studiendesign, sowie in der statistischen Power (gemessen an der Fallzahl der inkludierten Personen). Das Evidenzniveau der Studien zu Therapieaussagen ist vorwiegend auf Beobachtungsstudien (vorher-nachher Effekte) basierend. Eine Studie mit Kontrollgruppe berichtet nur selektive Ergebnisse, in einer Studie mit Kontrollgruppe bleibt die Patientenauswahl und -zuordnung unklar.

Diese Übersichtsarbeit hat die Limitationen, dass Studien, die nicht in englischer und deutscher Sprache verfasst sind, exkludiert wurden. Die Suche hatte einen engen Fokus und wurde in PubMed, Cochrane Library, und Referenzen durchgeführt. Sowohl die Vorselektion auf Abstract-Ebene, als auch die Inklusion der potentiell relevanten Treffer nach Vorliegen des Volltextes und die Datenextraktion der Daten erfolgte nur durch die Autorin.

Literatur

1

http://www.hauptverband.at/mediaDB/MMDB126585_EBM_%20Bericht_K%C3%A4ltekamme_update.pdf

² Higgins TR, Heazlewood IT, Climstein M. A random control trial of contrast baths and ice baths for recovery during competition in U/20 rugby union. *J Strength Cond Res.* 2011 Apr;25(4):1046-51.

³ Klimek AT, Lubkowska A, Szygula Z, Chudecka M, Fraczek B. Influence of the ten sessions of the whole body cryostimulation on aerobic and anaerobic capacity. *Int J Occup Med Environ Health.* 2010;23(2):181-9.

⁴ McDermott BP ; Casa DJ ; Ganio MS ; Lopez RM ; Yeargin SW ; Armstrong LE ; Maresh CM. Acute whole-body cooling for exercise-induced hyperthermia: a systematic review. *J Athl Train.* 2009 Jan-Feb;44(1):84-93.

⁵ Gregson W, Black MA, Jones H, Milson J, Morton J, Dawson B, Atkinson G, Green DJ. Influence of cold water immersion on limb and cutaneous blood flow at rest. *Am J Sports Med.* 2011 Jun;39(6):1316-23. Epub 2011 Feb 18.

⁶ Banfi G, Lombardi G, Colombini A, Melegati G. Whole-body cryotherapy in athletes. *Sports Med.* 2010 Jun 1;40(6):509-17. doi: 10.2165/11531940-000000000-00000.

⁷ Ranalli GF, Demartini JK, Casa DJ, McDermott BP, Armstrong LE, Maresh CM. Effect of body cooling on subsequent aerobic and anaerobic exercise performance: a systematic review. *J Strength Cond Res.* 2010 Dec;24(12):3488-96.

⁸ Mila-Kierzenkowska C ; Wozniak A ; Wozniak B ; Drewa G ; Rakowski A ; Jurecka A ; Rajewski R. Whole-body cryostimulation in kayaker women: a study of the effect of cryogenic temperatures on oxidative stress after the exercise. *J Sports Med Phys Fitness.* 2009 Jun;49(2):201-7.

⁹ Wozniak A ; Wozniak B ; Drewa G ; Mila-Kierzenkowska C. The effect of whole-body cryostimulation on the prooxidant-antioxidant balance in blood of elite kayakers after training. *Eur J Appl Physiol.* 2007 Nov;101(5):533-7. Epub 2007 Aug 1.

¹⁰ Ascensao A, Leite M, Rebelo AN, Magalhaes S, Magalhaes J. Effects of cold water immersion on the recovery of physical performance and muscle damage following a one-off soccer match. *J Sports Sci.* 2011 Feb;29(3):217-25.

¹¹ The magnitude of tissue cooling during cryotherapy with varied types of compression.

¹² Babwah T. Common peroneal neuropathy related to cryotherapy and compression in a footballer. *Res Sports Med.* 2011 Jan;19(1):66-71.

¹³ Hauswirth C ; Louis J ; Bieuzen F ; Pournot H ; Fournier J ; Filliard JR ; Brisswalter J. Effects of Whole-Body Cryotherapy vs. Far-Infrared vs. Passive Modalities on Recovery from Exercise-Induced Muscle Damage in Highly-Trained Runners. *PLoS One.* 2011;6(12):e27749. Epub 2011 Dec 7.

¹⁴ Lubkowska A ; Szygula Z ; Klimek AJ ; Torii M. Do sessions of cryostimulation have influence on white blood cell count, level of IL6 and total oxidative and antioxidative status in healthy men? *Eur J Appl Physiol.* 2010 May;109(1):67-72. Epub 2009 Sep 25.

¹⁵ Lubkowska A ; Dolegowska B ; Szygula Z ; Klimek A. Activity of selected enzymes in erythrocytes and level of plasma antioxidants in response to single whole-body cryostimulation in humans. *Scand J Clin Lab Invest.* 2009;69(3):387-94.

¹⁶ Banfi G, Lombardi G, Colombini A, Melegati G. Activity of selected enzymes in erythrocytes and level of plasma antioxidants in response to single whole-body cryostimulation in humans. *Scand J Clin Lab Invest.* 2009;69(3):387-94.

¹⁷ Klimek AT, Lubkowska A, Szygula Z, Fraczek B, Chudecka M. The influence of single whole body cryostimulation treatment on the dynamics and the level of maximal anaerobic power. *Int J Occup Med Environ Health.* 2011 Jun;24(2):184-91. Epub 2011 May 7.

¹⁸ Mila-Kierzenkowska C ; Wozniak A ; Wozniak B ; Drewa G ; Rakowski A ; Jurecka A ; Rajewski R. Whole-body cryostimulation in kayaker women: a study of the effect of cryogenic temperatures on oxidative stress after the exercise. *J Sports Med Phys Fitness.* 2009 Jun;49(2):201-7.

¹⁹ Smolander J ; Leppaluoto J ; Westerlund T ; Oksa J ; Dugue B ; Mikkelsen M ; Ruokonen A. Effects of repeated whole-body cold exposures on serum concentrations of growth hormone, thyrotropin, prolactin and thyroid hormones in healthy women. *Cryobiology.* 2009 Jun;58(3):275-8.

²⁰ Banffi G ; Krajewska M ; Melegati G ; Patacchini M. Effects of whole-body cryotherapy on haematological values in athletes. *Br J Sports Med.* 2008 Oct;42(10):858.

- ²¹ Banfi G ; Melegati G ; Barassi A ; d'Eril GM. Effects of the whole-body cryotherapy on NTproBNP, hsCRP and troponin I in athletes. *J Sci Med Sport*. 2009 Nov;12(6):609-10. Epub 2008 Oct 2.
- ²² Miller E ; Markiewicz L ; Saluk J ; Majsterek I. Effect of short-term cryostimulation on antioxidative status and its clinical applications in humans. *Eur J Appl Physiol*. 2011 Aug 28.
- ²³ Wojtecka-Lukasik E ; Ksiezopolska-Orlowska K ; Gaszewska E ; Krasowicz-Towalska O ; Rzdokiewicz P ; Maslinska D ; Szukiewicz D ; Maslinski S. Cryotherapy decreases histamine levels in the blood of patients with rheumatoid arthritis. *Inflamm Res*. 2010 Mar;59 Suppl 2:S253-5.
- ²⁴ Straub RH ; Pongratz G ; Hirvonen H ; Pohjolainen T ; Mikkelsen M ; Leirisalo-Repo M. Acute cold stress in rheumatoid arthritis inadequately activates stress responses and induces an increase of interleukin 6. *Ann Rheum Dis*. 2009 Apr;68(4):572-8. Epub 2008 Apr 15.
- ²⁵ Phillips B, Ball C, Sackett D, Badenoch D, Straus S, Haynes B, Dawes M. Levels of evidence and grades of recommendation. Oxford, UK: Centre for Evidence-Based Medicine (CEBM); 2001. <http://www.cebm.net/>; Update April 2011).
- ²⁶ Klimenko T ; Ahvenainen S ; Karvonen SL. Whole-body cryotherapy in atopic dermatitis. *Arch Dermatol*. 2008 Jun;144(6):806-8.
- ²⁷ Rymaszewska J ; Ramsey D ; Chladzinska-Kiejna S. Whole-body cryotherapy as adjunct treatment of depressive and anxiety disorders. *Arch Immunol Ther Exp (Warsz)*. 2008 Jan-Feb;56(1):63-8. Epub 2008 Feb 5.
- ²⁸ Phillips B, Ball C, Sackett D, Badenoch D, Straus S, Haynes B, Dawes M. Levels of evidence and grades of recommendation. Oxford, UK: Centre for Evidence-Based Medicine (CEBM); 2001. <http://www.cebm.net/>; Update April 2011).
- ²⁹ Braun KP ; Brookman-Amisah S ; Geissler K ; Ast D ; May M ; Ernst H. [Whole-body cryotherapy in patients with inflammatory rheumatic disease. A prospective study]. *Med Klin (Munich)*. 2009 Mar 15;104(3):192-6. Epub 2009 Apr 1.
- ³⁰ Klimenko T ; Ahvenainen S ; Karvonen SL. Whole-body cryotherapy in atopic dermatitis. *Arch Dermatol*. 2008 Jun;144(6):806-8.
- ³¹ Miller E, Mrowicka M, Malinowska K, Mrowicki J, Saluk-Juszczak J, Kedziora J. Effects of whole-body cryotherapy on a total antioxidative status and activities of antioxidative enzymes in blood of depressive multiple sclerosis patients. *World J Biol Psychiatry*. 2011 Apr;12(3):223-7. Epub 2010 Nov 18.
- ³² Rymaszewska J ; Ramsey D ; Chladzinska-Kiejna S. Whole-body cryotherapy as adjunct treatment of depressive and anxiety disorders. *Arch Immunol Ther Exp (Warsz)*. 2008 Jan-Feb;56(1):63-8. Epub 2008 Feb 5.
- ³³ Holowatz LA, Thompson-Torgerson C, Kenney WL. Aging and the control of human skin blood flow. *Front Biosci*. 2010 Jan 1;15:718-39.
- ³⁴ Univ. Prof. Dr. J. Smolen in einer Stellungnahme am 15.1.2004
- ³⁵ Blair, E. *Clinical Hypothermia*. Mc GrawHill Book Company, New York/Toronto/London (1964)
In: Effekte der Ganzkörperkältekammer bei Patienten mit Spondylitis ankylosans. Aus der Klinik für Anaesthesiologie, Intensiv- und Schmerztherapie der Berufsgenossenschaftlichen Kliniken Bergmannsheil, Universitätsklinik der Ruhr-Universität Bochum. Direktor: Prof. Dr. med. M. Zenz. Inauguraldissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin einer hohen medizinischen Fakultät der Ruhr-Universität Bochum vorgelegt von Isabell Barbara Senne aus Brodnica (Polen); 2001
- ³⁶ Taghawinejad, M., Birwe, G., Fricke, R., Hartmann, R. Ganzkörperkältetherapie (GKKT) – Beeinflussung von Kreislauf- und Stoffwechselfparametern. *Z. Phys. Med. Baln. Med. Klim*. 15, 314 (1986) In: Effekte der Ganzkörperkältekammer bei Patienten mit Spondylitis ankylosans. Aus der Klinik für Anaesthesiologie, Intensiv- und Schmerztherapie der Berufsgenossenschaftlichen Kliniken Bergmannsheil, Universitätsklinik der Ruhr-Universität Bochum. Direktor: Prof. Dr. med. M. Zenz. Inauguraldissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin einer hohen medizinischen Fakultät der Ruhr-Universität Bochum vorgelegt von Isabell Barbara Senne aus Brodnica (Polen); 2001
- ³⁷ Brück, K. Physiologische Grundlagen der Kälteabwehr des Menschen. *Z. Phys. Med. Baln. Med. Klim*. 17, 203216 (1988) In: Effekte der Ganzkörperkältekammer bei Patienten mit Spondylitis ankylosans. Aus der Klinik für Anaesthesiologie, Intensiv- und Schmerztherapie der Berufsgenossenschaftlichen Kliniken Bergmannsheil, Universitätsklinik der Ruhr-Universität Bochum. Direktor: Prof. Dr. med. M. Zenz. Inauguraldissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin einer hohen medizinischen Fakultät der Ruhr-Universität Bochum vorgelegt von Isabell Barbara Senne aus Brodnica (Polen); 2001
- ³⁸ Senn, E. Kältetherapie / Analyse der therapeutischen Wirkungen / Formulierung von Hypothesen

zur Wirkungsweise. *Therapiewoche* 31, 310 (1985) In: Effekte der Ganzkörperkältekammer bei Patienten mit Spondylitis ankylosans. Aus der Klinik für Anaesthesiologie, Intensiv- und Schmerztherapie der Berufsgenossenschaftlichen Kliniken Bergmannsheil, Universitätsklinik der Ruhr-Universität Bochum. Direktor: Prof. Dr. med. M. Zenz. Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin einer hohen medizinischen Fakultät der Ruhr-Universität Bochum vorgelegt von Isabell Barbara Senne aus Brodnica (Polen); 2001

³⁹ Senn, E. Kältetherapie / Analyse der therapeutischen Wirkungen / Formulierung von Hypothesen zur Wirkungsweise. *Therapiewoche* 31, 310 (1985) In: Effekte der Ganzkörperkältekammer bei Patienten mit Spondylitis ankylosans. Aus der Klinik für Anaesthesiologie, Intensiv- und Schmerztherapie der Berufsgenossenschaftlichen Kliniken Bergmannsheil, Universitätsklinik der Ruhr-Universität Bochum. Direktor: Prof. Dr. med. M. Zenz. Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin einer hohen medizinischen Fakultät der Ruhr-Universität Bochum vorgelegt von Isabell Barbara Senne aus Brodnica (Polen); 2001

⁴⁰ Senn, E. Kältetherapie / Analyse der therapeutischen Wirkungen / Formulierung von Hypothesen zur Wirkungsweise. *Therapiewoche* 31, 310 (1985) In: Effekte der Ganzkörperkältekammer bei Patienten mit Spondylitis ankylosans. Aus der Klinik für Anaesthesiologie, Intensiv- und Schmerztherapie der Berufsgenossenschaftlichen Kliniken Bergmannsheil, Universitätsklinik der Ruhr-Universität Bochum. Direktor: Prof. Dr. med. M. Zenz. Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin einer hohen medizinischen Fakultät der Ruhr-Universität Bochum vorgelegt von Isabell Barbara Senne aus Brodnica (Polen); 2001

⁴¹ Fahrer, H. Therapeutic cold (Cryotherapie). *Rheumatology* 14, 141149 (1991) Freund, R., Gehrke, A. Thermo-therapie. Vergleichende Untersuchung zur Wirkung drei verschiedener Formen der Kryotherapie (Kryogel, Kaltluft und kalter Stickstoff) auf Hauttemperatur und Hautdurchblutung gesunder Probanden. *Z. Phys. Med. Baln. Med. Klim.* 19, 225 (1990) Jonderko, G. Wirkungsweise und Anwendung der lokalen Kryotherapie. *Z. Phys. Med. Baln. Med. Klim.* 18, 311312 (1989) Senn, E. Welche differenzierten Effekte lassen sich durch Kryotherapie erzielen? *Rheuma, Schmerz und Entzündung* 7, Ausgabe 1, 13 (1987) In: Effekte der Ganzkörperkältekammer bei Patienten mit Spondylitis ankylosans. Aus der Klinik für Anaesthesiologie, Intensiv- und Schmerztherapie der Berufsgenossenschaftlichen Kliniken Bergmannsheil, Universitätsklinik der Ruhr-Universität Bochum. Direktor: Prof. Dr. med. M. Zenz. Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin einer hohen medizinischen Fakultät der Ruhr-Universität Bochum vorgelegt von Isabell Barbara Senne aus Brodnica (Polen); 2001

⁴² Jonderko, G., Galaszek, Z., Krzewinski, W. Einfluß der lokalen Kältetherapie auf einige immunologische Parameter bei Kranken mit chronischer Polyarthrit. *Z. Phys. Med. Baln. Med. Klim.* 17, 240242 (1988) In: Effekte der Ganzkörperkältekammer bei Patienten mit Spondylitis ankylosans. Aus der Klinik für Anaesthesiologie, Intensiv- und Schmerztherapie der Berufsgenossenschaftlichen Kliniken Bergmannsheil, Universitätsklinik der Ruhr-Universität Bochum. Direktor: Prof. Dr. med. M. Zenz. Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin einer hohen medizinischen Fakultät der Ruhr-Universität Bochum vorgelegt von Isabell Barbara Senne aus Brodnica (Polen); 2001

⁴³ Wingerden v., A. B. Eistherapie – kontraindiziert bei Sportverletzungen? *Leistungssport* 2, 58 (1992) In: Effekte der Ganzkörperkältekammer bei Patienten mit Spondylitis ankylosans. Aus der Klinik für Anaesthesiologie, Intensiv- und Schmerztherapie der Berufsgenossenschaftlichen Kliniken Bergmannsheil, Universitätsklinik der Ruhr-Universität Bochum. Direktor: Prof. Dr. med. M. Zenz. Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin einer hohen medizinischen Fakultät der Ruhr-Universität Bochum vorgelegt von Isabell Barbara Senne aus Brodnica (Polen); 2001

⁴⁴ Schmidt, K. L. Experimentelle Ergebnisse zur Thermo-therapie. *Therapiewoche* 36, 21202131 (1986) In: Effekte der Ganzkörperkältekammer bei Patienten mit Spondylitis ankylosans. Aus der Klinik für Anaesthesiologie, Intensiv- und Schmerztherapie der Berufsgenossenschaftlichen Kliniken Bergmannsheil, Universitätsklinik der Ruhr-Universität Bochum. Direktor: Prof. Dr. med. M. Zenz. Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin einer hohen medizinischen Fakultät der Ruhr-Universität Bochum vorgelegt von Isabell Barbara Senne aus Brodnica (Polen); 2001

⁴⁵ Senn, E. Kältetherapie / Analyse der therapeutischen Wirkungen / Formulierung von Hypothesen zur Wirkungsweise. *Therapiewoche* 31, 310 (1985) In: Effekte der Ganzkörperkältekammer bei Patienten mit Spondylitis ankylosans. Aus der Klinik für Anaesthesiologie, Intensiv- und Schmerztherapie der Berufsgenossenschaftlichen Kliniken Bergmannsheil, Universitätsklinik der Ruhr-Universität Bochum. Direktor: Prof. Dr. med. M. Zenz. Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin einer hohen medizinischen

Fakultät der RuhrUniversität Bochum vorgelegt von Isabell Barbara Senne aus Brodnica (Polen); 2001

⁴⁶ Arman, M. I. Vergleichende Untersuchung zur klinischen Wirkung der Kryotherapie unter verschiedener Applikationsdauer. *Z. Phys. Med. Baln. Med. Klim.* 12, 327330 (1983)

Benson, T. B., Copp, E. P. The effect of therapeutic forms of heat and ice on the painthreshold of the normal shoulder. *Rheumatol. and Rehab.* 13, 101104 (1974) Pöllmann, L., Pöllmann B. Zur Beeinflussung der Schmerzschwelle durch Kälteanwendungen. *Z. Phys. Med. Baln. Med. Klim.* 15, 307 (1986) Pöllmann, L., Pöllmann B. Zur Beeinflussung der Schmerzschwelle durch Kälteanwendungen. *Z. Phys. Med. Baln. Med. Klim.* 17, 231234 (1988)

In: Effekte der Ganzkörperkältekammer bei Patienten mit Spondylitis ankylosans. Aus der Klinik für Anaesthesiologie, Intensiv- und Schmerztherapie der Berufsgenossenschaftlichen Kliniken Bergmannsheil, Universitätsklinik der RuhrUniversität Bochum. Direktor: Prof. Dr. med. M. Zenz. InauguralDissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin Einer Hohen Medizinischen Fakultät der RuhrUniversität Bochum vorgelegt von Isabell Barbara Senne aus Brodnica (Polen); 2001

⁴⁷ Rave, O. Über den sogenannten „Morbus Bechterew“ (Spondylitis ankylosans), eine chronisch entzündliche Wirbelsäulenerkrankung. *Krankenpflegejournal* 12, 1215 (1989) Mielniczuk, H. Untersuchung der TastSchmerzschwelle vor und nach der Kryotherapie rheumatischer Hände. *Z. Phys. Med. Baln. Med. Klim.* 18, 312 (1989)

In: Effekte der Ganzkörperkältekammer bei Patienten mit Spondylitis ankylosans. Aus der Klinik für Anaesthesiologie, Intensiv- und Schmerztherapie der Berufsgenossenschaftlichen Kliniken Bergmannsheil, Universitätsklinik der RuhrUniversität Bochum. Direktor: Prof. Dr. med. M. Zenz. InauguralDissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin Einer Hohen Medizinischen Fakultät der RuhrUniversität Bochum vorgelegt von Isabell Barbara Senne aus Brodnica (Polen); 2001

⁴⁸ Fahrer, H. Therapeutic cold (Cryotherapie). *Rheumatology* 14, 141149 (1991)

Jonderko, G. Wirkungsweise und Anwendung der lokalen Kryotherapie. *Z. Phys. Med. Baln. Med. Klim.* 18, 311312 (1989)

Kunesch, E., Schmidt, R., Nordin, M., Wallin, U., Hagbarth, K. E. Peripheral neural correlates of cutaneous anesthetic induced by skin cooling in man. *Acta Physiol. Scand.* 129, 247257 (1987) Pöllmann, L., Pöllmann B. Zur Beeinflussung der Schmerzschwelle durch Kälteanwendungen. *Z. Phys. Med. Baln. Med. Klim.* 15, 307 (1986)

Pöllmann, L., Pöllmann B. Zur Beeinflussung der Schmerzschwelle durch Kälteanwendungen. *Z. Phys. Med. Baln. Med. Klim.* 17, 231234 (1988)

Trnavsky, G. Kryotherapie bei der Schmerzbehebung. *Z. Phys. Med.* 10, 4248 (1981)

In: Effekte der Ganzkörperkältekammer bei Patienten mit Spondylitis ankylosans. Aus der Klinik für Anaesthesiologie, Intensiv- und Schmerztherapie der Berufsgenossenschaftlichen Kliniken Bergmannsheil, Universitätsklinik der RuhrUniversität Bochum. Direktor: Prof. Dr. med. M. Zenz. InauguralDissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin Einer Hohen Medizinischen Fakultät der RuhrUniversität Bochum vorgelegt von Isabell Barbara Senne aus Brodnica (Polen); 2001

⁴⁹ Senn, E. Kältetherapie / Analyse der therapeutischen Wirkungen / Formulierung von Hypothesen zur Wirkungsweise. *Therapiewoche* 31, 310 (1985)

In: Effekte der Ganzkörperkältekammer bei Patienten mit Spondylitis ankylosans. Aus der Klinik für Anaesthesiologie, Intensiv- und Schmerztherapie der Berufsgenossenschaftlichen Kliniken Bergmannsheil, Universitätsklinik der RuhrUniversität Bochum. Direktor: Prof. Dr. med. M. Zenz. InauguralDissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin Einer Hohen Medizinischen Fakultät der RuhrUniversität Bochum vorgelegt von Isabell Barbara Senne aus Brodnica (Polen); 2001

⁵⁰ http://www.hauptverband.at/mediaDB/MMDB126585_EBM_%20Bericht_K%C3%A4ltekammer_update.pdf

⁵¹ http://www.hauptverband.at/portal27/portal/hvbportal/channel_content/cmsWindow?action=2&p_menuid=72443&p_tabid=5

⁵² http://www.hauptverband.at/portal27/portal/hvbportal/channel_content/cmsWindow?action=2&p_menuid=72443&p_tabid=5

⁵³ Krasuski M ; Tederko P. Cryotherapy in contemporary rehabilitation: a review. *Ortop Traumatol Rehabil.* 2005 Feb 28;7(1):60-5.

⁵⁴ Wojtecka-Lukasik E ; Ksiezopolska-Orlowska K ; Gaszewska E ; Krasowicz-Towalska O ; Rzdokiewicz P ; Maslinska D ; Szukiewicz D ; Maslinski S. Cryotherapy decreases histamine levels in the blood of patients with rheumatoid arthritis. *Inflamm Res.* 2010 Mar;59 Suppl 2:S253-5.

- ⁵⁵ Straub RH ; Pongratz G ; Hirvonen H ; Pohjolainen T ; Mikkelsson M ; Leirisalo-Repo M. Acute cold stress in rheumatoid arthritis inadequately activates stress responses and induces an increase of interleukin 6. *Ann Rheum Dis.* 2009 Apr;68(4):572-8. Epub 2008 Apr 15.
- ⁵⁶ Klimenko T ; Ahvenainen S ; Karvonen SL. Whole-body cryotherapy in atopic dermatitis. *Arch Dermatol.* 2008 Jun;144(6):806-8.
- ⁵⁷ Rymaszewska J ; Ramsey D ; Chludzinska-Kiejna S. Whole-body cryotherapy as adjunct treatment of depressive and anxiety disorders. *Arch Immunol Ther Exp (Warsz).* 2008 Jan-Feb;56(1):63-8. Epub 2008 Feb 5.
- ⁵⁸ Miller E, Mrowicka M, Malinowska K, Mrowicki J, Saluk-Juszczak J, Kedziora J. Effects of whole-body cryotherapy on a total antioxidative status and activities of antioxidative enzymes in blood of depressive multiple sclerosis patients. *World J Biol Psychiatry.* 2011 Apr;12(3):223-7. Epub 2010 Nov 18.
- ⁵⁹ Rymaszewska J ; Ramsey D ; Chludzinska-Kiejna S. Whole-body cryotherapy as adjunct treatment of depressive and anxiety disorders. *Arch Immunol Ther Exp (Warsz).* 2008 Jan-Feb;56(1):63-8. Epub 2008 Feb 5.
- ⁶⁰ Holowatz LA, Thompson-Torgerson C, Kenney WL. Aging and the control of human skin blood flow. *Front Biosci.* 2010 Jan 1;15:718-39.
- ⁶¹ Braun KP ; Brookman-Amisshah S ; Geissler K ; Ast D ; May M ; Ernst H. [Whole-body cryotherapy in patients with inflammatory rheumatic disease. A prospective study]. *Med Klin (Munich).* 2009 Mar 15;104(3):192-6. Epub 2009 Apr 1.
- ⁶² Klimenko T ; Ahvenainen S ; Karvonen SL. Whole-body cryotherapy in atopic dermatitis. *Arch Dermatol.* 2008 Jun;144(6):806-8.