

Österreich

1. Jahrgang (1991)

Heft 1 (Mai)

Herausgegeben von der
Ludwig Boltzmann Forschungsstelle für
Physikalische Diagnostik und der
Österreichischen Gesellschaft für Thermologie

THERMOLOGIE ÖSTERREICH

1. Jahrgang (1991)

Heft 1 (Mai)

Herausgegeben von der

**Ludwig Boltzmann Forschungsstelle für Physikalische Diagnostik und
der Österreichischen Gesellschaft für Thermologie**

Schriftleiter:

OA.Dr.Kurt Ammer, Wien

Redaktion

**Prim.Dr.J.Grabner, St.Pölten
Dr.A.Kainz, Wien**

**Prim.Dr.H.Mayr, Wien,
Prim.Dr.O.Rathkolb, Wien**

Organ der Österreichischen Gesellschaft für Thermologie

Instruktionen für Autoren:

Manuskripte müssen dem Schriftleiter zugesandt werden und dürfen noch nicht veröffentlicht sein. Mit der Annahme der Arbeit gehen alle Rechte an den Herausgeber über.

Verantwortlicher Schriftleiter: Dr. Kurt Ammer

Ludwig Boltzmann Forschungsstelle für Physikalische Diagnostik,

Hanuschkrankenhaus, Heinrich Collinstraße 30

A-1140 Wien, Österreich,

Telefon: (0222) 94-97-01 Fax: (0222) 94-92-64

Publiziert werden:

Editorials

Übersichten

Originalien

Berichte über interessante Publikationen aus den Gebieten Thermologie

Mitteilungen der Österreichischen Gesellschaft für Thermologie

Veranstaltungshinweise

Es ist auf eine klare Gliederung der Beiträge vorzugsweise in der Form: Einleitung, Methode, Ergebnisse, Diskussion, Literatur, zu achten. Jeder Arbeit ist eine Kurzfassung in Deutsch und Englisch voranzustellen. Bis zu 5 Schlüsselwörter sollen den Inhalt der Arbeit zusätzlich charakterisieren.

Tabellen und Abbildungen sollen gesondert dem Manuskript beigelegt werden. Legenden werden auf einem Extrablatt beigegeben.

Literaturangaben sind auf einem gesonderten Blatt erbeten und sind in alphabetischer Reihenfolge aufzulisten. Die Literaturzitate werden durchnummeriert; im Text werden nur die entsprechenden Nummern angegeben.

a.) Zeitschriftenzitate:

Name des Verfassers, Vorname(n) (abgekürzt), die bei weiteren Autoren dem Nachnamen vorangestellt sein sollen, vollständiger Titel der Arbeit, abgekürzter Titel der Zeitschrift, Band, Jahr(in Klammer), Seitenzahlen.

z.B:

Luther B, I Kreyer und I Dobi: Die Anus-praeter-Thermographie als Methode zur Früherkennung vaskulärer Komplikationen nach Dünndarmtransplantation. *ThermoMed* 6(1990):115-117

b.) Buchzitate

Name des Verfassers, Vorname(n) (abgekürzt), die bei weiteren Autoren dem Nachnamen vorangestellt sein sollen, vollständiger Titel der Arbeit, Herausgeber, Titel des Buches, Verlag, Ort, Jahr(in Klammer), Seitenzahlen.

z.B.

Gautherie M, P Haehnel, JM Walter, L Keith: Long-Term assessment of Breast Cancer Risk by Liquid Crystal Thermal Imaging. In: Gautherie M, Alber E (eds): *Biomedical Thermology*. Alan R. Liss Publ, New York (1982), 279-301

Persönliche Mitteilungen und nicht publizierte Angaben werden als Literaturzitate nicht akzeptiert.

Von Text und Abbildungen werden den Autoren Andrucke zur Korrektur zugesandt.

Jeder Autor erhält 20 Sonderdrucke seiner Arbeit kostenlos.

Die Zeitschrift **Thermologie Österreich** erscheint 2 mal jährlich. Ein Jahresabonnement kostet öS 200- , ein Einzelheft öS 120- .

Für Mitglieder der Österreichischen Gesellschaft für Thermologie ist die Zeitschrift im Mitgliedsbeitrag inkludiert.

Druck und Bindung:

Konczar-Copyshop-Printshop

Märzstr 20, A-1150 Wien

Inhaltsverzeichnis

Editorial

O.Rathkolb: Ein Sprachrohr für die medizinisch-thermologische Forschung3

Originalien

Ammer K:
Thermographie nach gipsfixierter Radiusfraktur.....4
(Thermographic findings after plaster fixed radius fracture)

E.Dachs, T Schartelmüller & K.Ammer:
Temperatur von Kaltluft zur Kryotherapie und Veränderungen der
Hauttemperatur am Kniegelenk nach Kaltluftbehandlung.....9
(Temperature of cold air used for cryotherapie and changes of skin temperature of
the knee after treatment with cold air)

O.Rathkolb, Schartelmüller T, L Hein & K Ammer :
Hauttemperatur der Lendenregion nach Anwendung von Kältepackungen
unterschiedlicher Grösse und Applikationsdauer.....15
(Skin temperature of the lumbar region after application of cold packs of different
size and duration)

Aus der Fachliteratur

Angiologie.....25
Hyperthermie.....25
Neurologie.....26
Humangenetik.....27
Computerwissenschaft.....27
Kopfschmerzen.....28

Mitteilungen der Österreichischen Gesellschaft für Thermologie

4.Thermologisches Symposium: Programm.....29
KURZFASSUNGEN der Vorträge.....30

Veranstaltungen

Veranstaltungskalender..... 34

Editorial

O.Rathkolb:

Ein Sprachrohr für die medizinisch-thermologische Forschung in Österreich

Wenn sich mit dem vorliegenden Heft eine neue medizinische Zeitschrift vorstellt, dann hoffen wir allen, die in Österreich an der Erforschung von Wärmewirkungen in Diagnostik und Therapie interessiert sind, ein Forum für Diskussion und Publikation geschaffen zu haben.

Gerade die Wärmebehandlung ist eine der traditionellen therapeutischen Säulen der Physikalischen Medizin, wenn auch gerade in diesem Bereich die Empirie die wissenschaftliche Erfassung der Wirkweise einer Wärmebehandlung nach wie vor überragt. Die Kältetherapie und die zunehmend exaktere Dokumentation ihrer Effekte auf die Temperatur der Haut, aber auch von tiefer gelegenen Geweben, die Beeinflussung der Wärmeregulation durch kurz- und langdauernde Kältereize, sowie die Veränderung von Funktionen des Herzkreislaufsystems, der Atmung und anderer Organsysteme haben viele, aber noch nicht alle Effekte der Wärmebehandlung verständlich gemacht.

Die Hyperthermie als adjuvante Therapiemöglichkeit bei malignen Erkrankungen gewinnt nicht nur bei "medikamentenscheuen" Patienten und Ärzten zunehmend an Bedeutung. Bei wachsendem Verständnis des komplexen Immunsystems des Menschen können lange vermutete, thermisch induzierte Ver-

änderungen des Abwehrsystems jetzt auch nachgewiesen werden.

Die Diagnostik auf Grund einer generalisierten und lokalen Veränderung der Körpertemperatur geht weit in die Geschichte der Heilkunst zurück. Neue Methoden der Registrierung der Körpertemperatur, speziell die kontaktlose Messung mittels Infrarotdetektoren, erlauben nun eine qualitativ hochwertige bildhafte Darstellung der Temperaturverteilung am menschlichen Körper. Die Zahl der Veröffentlichungen zum Thema Thermographie nimmt weiterhin zu. Derzeit werden jährlich etwa 120 Arbeiten zum Thema Thermographie dem Index Medicus neu hinzugefügt. Medizinisch-wissenschaftliche Fachgesellschaften sind in den Staaten West- und Mitteleuropas, aber auch in den Vereinigten Staaten und in Japan zu finden.

Nun hat auch die Österreichische Gesellschaft für Thermologie ein Publikationsorgan. Die Mitglieder der Redaktion hoffen, daß alle thermologisch Interessierten in Österreich, aber auch in den angrenzenden Ländern es als Sprachrohr nützen werden.

Wien, im Mai 1991

Prim.Dr.O.Rathkolb

Ludwig Boltzmann Forschungsstelle für Physikalische Diagnostik im Hanuschkrankenhaus,
Heinrich Collinstr. 30, A-1140 Wien

Thermographie nach gipsfixierter Radiusfraktur

Kurt Ammer

Ludwig Boltzmann Forschungsstelle für Physikalische Diagnostik (Leiter: Prim.Dr.O.Rathkolb),
Heinrich Collinstr.30, A-1140 Wien

Kurzfassung:

Es wurde versucht zu klären, inwieweit die differente Wärmeabstrahlung nach konservativ durch Gipsfixation behandelten Radiusfrakturen mit dem Nachweis beginnender Röntgenzeichen einer Algodystrophie korreliert.

Es wurden 41 Patienten einer thermographischen Untersuchung unter standardisierten Bedingungen zugeführt. Ein Thermogramm wurde 2 Stunden nach der Gipsabnahme und ein weiteres nach 1 Woche durchgeführt. Nach der zweiten Thermographie wurde ein Röntgenbild beider Hände angefertigt.

Nach varianzanalytischer Betrachtung der Temperaturdifferenz zwischen Fraktur- und Kontrollseite wurde zum Zeitpunkt nach Gipsabnahme eine Temperaturerhöhung von mehr als 0,6 ° Celsius an der Frakturseite als Zeichen einer Überwärmung gewertet. Der Seitenunterschied bei der Kontrolluntersuchung nach einer Woche wurde mit 0,63 ° C errechnet. Schließlich ergab die Summe des Mittels der Temperaturdifferenz und der dazugehörigen Standardabweichung zum Zeitpunkt nach der Gipsabnahme einen Wert von 1,6 ° C bzw 1,5 ° C bei der Kontrolluntersuchung.

Die Röntgenbilder wurden als negativ oder positiv beurteilt, wobei Grenzbefunde der Klasse der positiven Sudeck-Veränderungen hinzugerechnet wurden. Aus der Übereinstimmung von Überwärmung auf der Frakturseite und dem Röntgenbefund wurden die Sensitivität, Spezifität und das relative Krankheitsrisiko errechnet.

Für den Zeitpunkt nach der Gipsabnahme fand sich für die Erwärmung der Frakturseite um 0,6°C eine Sensitivität von 71,4%, eine Spezifität von 45% und ein relatives Risiko von 57,6%. Bei einer Seitendifferenz von mehr als 1,6°C vermindert sich die Sensitivität auf 33%. Die Spezifität steigt auf 95% und das relative Risiko auf 87,5% an.

Nach 1 Woche besitzt die Thermographie bei der Temperaturdifferenz von 0,6° C noch immer eine Sensitivität von 61,9%. Die Spezifität ist jedoch auf 75% und das relative Risiko auf 72,2 % angestiegen. Bei einer Seitendifferenz von 1,5°C beträgt die Sensitivität 76,2%, die Spezifität 15% und das relative Risiko 48,5%

Als Schlußfolgerung wird empfohlen, bei einer beträchtlichen Überwärmung nach Gipsabnahme bzw. einer Seitendifferenz zwischen Fraktur- und Kontrollseite von mehr als 0,6°C zum Zeitpunkt 1 Woche nach Gipsabnahme ein Röntgenbild beider Hände anzufertigen, um durch einen Seitenvergleich der Knochenstruktur das Vorliegen einer Algodystrophie auszuschließen.

Schlüsselwörter: M.Sudeck, thermische Asymmetrie, Algodystrophie

Thermographic findings after plaster fixed radius fracture

An attempt was made to show a correlation between heat emission and early x-ray changes in patients after radius fracture, who were treated by immobilisation with a plaster cast. 41 Patients had thermograms under controlled temperature conditions. The first thermogram was made two hours after removing the plaster cast and another one week later. After the second thermogram an x-ray image of both hands was done.

Analysis of variance of the temperature difference between both sides found an increased temperature of 0,6°C on the fracture side to be a sign of increased heat emission after plaster removing. In thermograms one week later made a temperature difference side to side of 0,63°C was calculated to be significantly different. Sums of mean temperature and two-folded standard deviation were 1,6°C after plaster removing and 1,5°C at the control after one week.

X-rays images were classified as positive or negative, while images with slight changes were added to the positive class. Out of the coincidence of increased heat emission of the fractured side and positive x-rays sensitivity, specificity and positive predictive value were calculated.

After plaster removing sensitivity was 71,4%, specificity 45% and predictive value 57,6% at a temperature difference of 0,6°C: Increasing the level of temperature difference to 1,6°C decreased sensitivity to 33%, but specificity reached 95% and predictive value 87,5%.

For thermograms one week later a sensitivity of 61,9% was found at temperature difference of 0,6°C. Specificity was 75% and predictive value 72,2%. At the temperature difference level of 1,5°C a sensitivity of 76,2%, specificity of 15% and praedictive value of 48,5% were calculated.

As conclusion it is proposed to do an X-ray of both hands, if a marked heat emission of the fractured side can be detected immediately after plaster removing or if the temperature difference is one week later still greater than 0,6°C. In this way early diagnosis and proper treatment of Sudeck's disease cannot be missed.

key words: M.Sudeck, algodystrophy, thermal asymmetry

Einleitung

Trotz zunehmender Häufigkeit scheint die klinische Symptomatik des M. Sudeck mehr und mehr in Vergessenheit zu geraten. Dies erscheint für die Therapie der Erkrankung ungünstig zu sein, da nur eine frühzeitige Behandlung imstande zu sein scheint, den Verlauf des Beschwerdebildes zu verkürzen und eine restitutio ad integrum zu ermöglichen (8). Schon in der Erstbeschreibung durch Paul Sudeck 1901 (10) wurde die Hyperthermie des betroffenen Körperteils als typisches und frühes Symptom beschrieben. Es wurde deshalb versucht, dieses Krankheitszeichen quantitativ zu erfassen und auf seine prognostische Wertigkeit bei Patienten nach Radiusfraktur an typischer Stelle zu untersuchen, nachdem sie mit einer Ruhigstellung im Gipsverband behandelt worden waren.

Methodik

Bei 41 Patienten wurde 2 Stunden nach Gipsabnahme ein Infrarotthermogramm beider Hände angefertigt. Eine Woche danach wurde eine weitere Thermographie und ein Röntgenbild beider Hände angefertigt.

Die Thermographie erfolgte mit einer Hughes Infrarotkamera Probeye 4000

bei einer konstanten Raumtemperatur von 20° C, an welche die Patienten 15 Minuten vor der Aufnahme akklimatisiert wurden. Über der Handwurzel und der Mittelhand wurden insgesamt 10 Referenztemperaturen an beiden Händen bestimmt. Diese Werte wurden gemittelt und die Mittelwerte von gesunder und erkrankter Hand verglichen. Überschreitet die Seitendifferenz der Temperatur einen bestimmten Grenzwert, wurde das Thermogramm als pathologisch beurteilt.

An den Röntgenbildern wurde nach Zeichen der Sudeck'schen Dystrophie, wie Unschärfe der Spongiosazeichnung, Verminderung der Schattendichte, aber auch Frühzeichen wie dem Verlust der subkortikalen Spongiosa gefahndet. Der Nachweis solcher Veränderungen führte zur Klassifikation des Röntgenbefundes als pathologisch.

Statistische Beurteilung

Die Seitendifferenz der Temperatur zwischen gesunder und erkrankter Hand wurde varianzanalytisch betrachtet.

Die Übereinstimmung von pathologischen Röntgenbildern mit pathologischen Thermogrammen wurde bestimmt und daraus die Sensitivität, Spezifität und der positive prognostische Wert errechnet.

Ergebnisse

Es wurden insgesamt 41 Patienten, 36

Frauen und 5 Männer mit einem Durch-

schnittsalter von 64,6 $\pm$ 13,8 Jahren untersucht. 17 mal handelte es sich um einen Zustand nach rechtsseitiger, und 24 mal nach linksseitige Radiusfraktur.

Im Röntgenbild fanden sich bei 21 Patienten zumindest diskrete Zeichen einer Sudeck'schen Dystrophie.

Tabelle 1 zeigt die gemittelten Temperaturwerte der erkrankten und der gesunden Hand zum Zeitpunkt nach Gipsabnahme und bei der Kontrolluntersuchung nach 1 Woche. Die Varianzanalyse fand eine Temperaturdifferenz von 0,6 °C nach Gipsabnahme, bzw. 0,63 °C bei der Kontrolluntersuchung als Zeichen einer Überwärmung.

Abbildung 1 zeigt, getrennt nach patho-

gischem und normalem Röntgenbefund, die statistischen Kenndaten der Temperaturdifferenz zu beiden Untersuchungszeitpunkten.

Es ist hier deutlich zu sehen, daß bei unauffälligem Röntgenbefund die Summe von Mittelwert und Standardabweichung maximal 1,6° C (1,5°C bei der Kontrolluntersuchung nach 1 Woche) beträgt. Es wurden deshalb Sensitivität, Spezifität und positiver prognostischer Wert für die Temperaturdifferenzen 0,6° und 1,6 °C bzw. 1,5° C berechnet.

Tabelle 2 zeigt diese Ergebnisse. Für den Zeitpunkt nach der Gipsabnahme fand sich für eine Erwärmung der Frakturseite um 0,6° C eine Sensitivität von 71,4%,

Tabelle 1

Temperaturverteilung

	alle	Sudeck positiv	Sudeck negativ
Frakturseite nach Gips	32,8 $\pm$ 1,4	33,1 $\pm$ 0,9	32,4 $\pm$ 1,7
Kontrollseite nach Gips	31,9 $\pm$ 1,7	31,9 $\pm$ 1,4	31,9 $\pm$ 2,0
Frakturseite nach 1 Woche	32,6 $\pm$ 1,2	32,8 $\pm$ 0,9	32,4 $\pm$ 1,4
Kontrollseite nach 1 Woche	31,9 $\pm$ 1,4	31,7 $\pm$ 1,0	31,9 $\pm$ 1,8

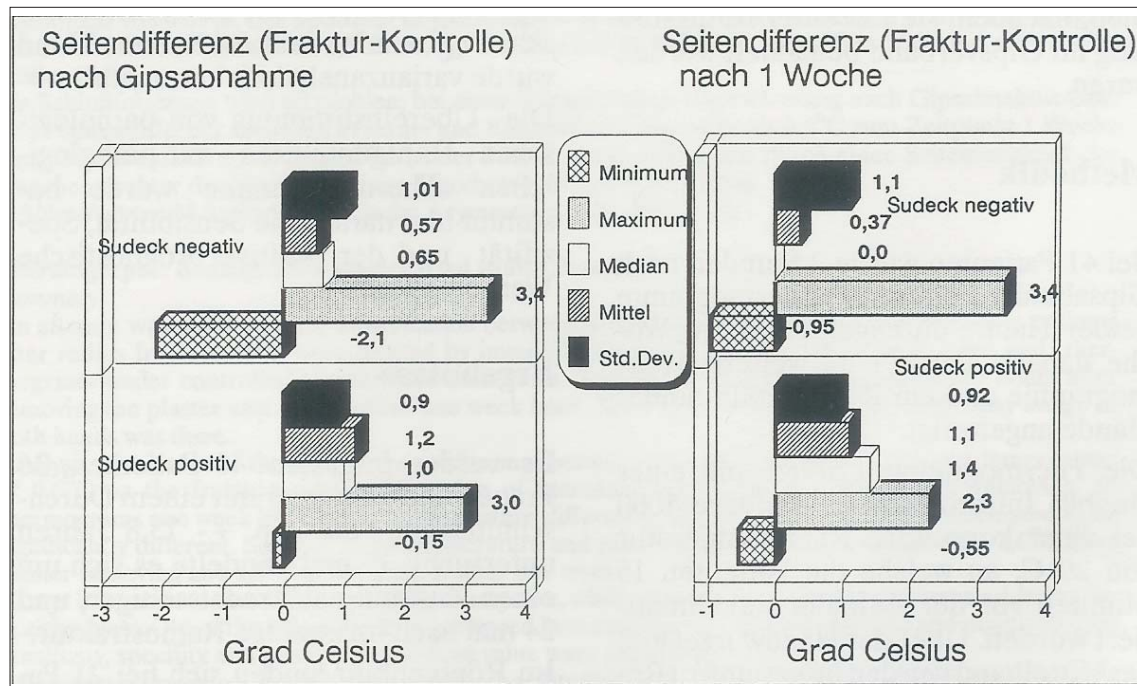


Abbildung 1

Tabelle 2

Sensitivität, Spezifität und positiv prognostischer Wert der Thermographie

	nach Gipsabnahme		nach 1 Woche	
	0,6°C	1,6°C	0,6°C	1,5°C
Sensitivität	71,4%	33%	61,9%	76,2%
Spezifität	45%	95%	75%	15%
positiv prognostischer Wert	57,6%	87,4%	72,2%	48,5%

eine Spezifität von 45% und ein positiv prognostischer Wert von 57,6%. Bei einer Seitendifferenz von mehr als 1,6°C vermindert sich die Sensitivität auf

33%. Die Spezifität steigt auf 95% und der positiv prognostische Wert auf 87,5% an.

Nach 1 Woche besitzt die Thermographie bei einer Temperaturdifferenz von 0,6°C noch immer eine Sensitivität von 61,9%. Die Spezifität ist jedoch auf 75% und der positiv prognostische Wert auf 72,2% angestiegen. Bei einer Seitendifferenz von 1,5°C beträgt die Sensitivität 76,2%, die Spezifität 15% und der positiv prognostische Wert 48,5%.

Diskussion

Die Bedeutung der Frühdiagnose bei der Algodystrophie kann gar nicht überschätzt werden, wenn man berücksichtigt, daß die Hypothermie als eines der diagnostischen Kriterien der sympathischen Reflexdystrophie (RSD) gilt (3). Ein derartiges Abkühlen kommt aber erst dem atrophischen, therapeutisch besonders ungünstigen Stadium des M.Sudeck zu. Der Nachweis der Hyperthermie wurde als günstiges Zeichen hinsichtlich eines Therapieerfolges bei diesem Beschwerdebild gewertet (11). Neuerdings wird auch die konsequente Temperaturmessung als diagnostische Prozedur zur Frühdiagnose empfohlen (2). Auf die Überwärmung bei der Algodystrophie, kenntlich durch eine erhöhte Hauttemperatur, weisen ebenso Arbeiten zu diesem Thema

hin, die versuchen, mittels Szintigraphie den Aktualitätsgrad der Erkrankung zu quantifizieren (4,5,6). Wie die vorliegende Untersuchung zeigt, ist eine solche Beurteilung auch durch die nicht invasive Technik der Infrarotthermographie möglich. Insbesondere eignet sich diese Methode sehr gut zum Monitoring der Therapie dieses Beschwerdebildes (1).

Die Behandlung des M.Sudeck wird nach wie vor unterschiedlich beurteilt. Neben medikamentöser Therapie (Übersicht bei 8), etwa mit Cortikosteroiden (9) oder Calcitonin (7), bieten sich bei dem zugrunde liegenden Pathomechanismus der Erkrankung die Methoden der Physikalischen Medizin (8, 10) an.

Darüberhinaus wird einmal mehr die Bedeutung der klinischen Untersuchung zur Diagnose des M.Sudeck unterstrichen. Immerhin ist eine Seitendifferenz der Oberflächentemperatur zwischen erkrankter und gesunder Hand von mehr als 1,6°C mit einem sehr hohen Risiko der Entwicklung eines M.Sudeck verbunden und eine derartige Temperaturdifferenz sollte auch der untersuchenden Hand des Arztes zugänglich sein

Als Schlußfolgerung wird empfohlen, bei einer beträchtlichen Überwärmung nach Gipsabnahme bzw. einer Seitendifferenz zwischen Fraktur- und Kontrollseite von mehr als 0,6°C zum Zeitpunkt 1 Woche nach Gipsabnahme ein Röntgenbild beider Hände anzufertigen, um durch einen Seitenvergleich der Knochenstruk-

tur das Vorliegen einer Algodystrophie auszuschließen. Nur so können diese Patienten rechtzeitig einer frühzeitigen Therapie zugeführt werden, um das atrophe Stadium dieser Erkrankung vermeiden zu können.

Literatur

- 1.) Ammer K: Monitoring treatment of Sudeck's disease with thermography. 19th Annual Meeting of American Academy of Thermology, May 1990, New York
- 2.) Blumberg H, H-J Griesser, M. Hornyak: Neure Gesichtspunkte zur Klinik, Diagnostik und Pathophysiologie der sympathischen Reflexdystrophie (Morbus Sudeck). *Unfallchirurgie* 16 (1990): 95-106
- 3.) Edwards BE: Reflex Sympathetic Dystrophy Since Livingston. *Thermology* 3 (1988):59-61
- 4.) Fialka V, J. Wickenhauser, V. Sadil, B. Schneider: Nuklearmedizinische Untersuchungen zur Überprüfung der Wirksamkeit der Galvanisation bei der Reflexdystrophie. *Z Phys Med Baln Med Klim* 19 (1990):124-131
- 5.) Fialka V, J. Wickenhauser, A. Engel, B. Schneider: Effects of physical therapy on clinical and scintigraphic parameters in reflexsympathetic dystrophy syndrome (RSDS). *PMR* 1(1991):3-8
- 6.) Genant H, F Hozin, C Bekerman, D McCarty, J Sims: The reflex sympathetic dystrophy syndrome. *Radiology* 117 (1975): 21-32
- 7.) Gobelet C : Algoneurodystrophie. *Sandorama* 1/84 (1984):28-34
- 8.) Kissling R, & M. Sager: Morbus Sudeck - Erscheinungsbild und Therapie. *Unfallchirurgie* 16 (1990):88-94
- 9.) Kozin F, L Ryan, GF Carerra, JS Soin: The reflex dystrophy syndrome (RSDS) III. Scintigraphic studies, further evidence of therapeutic efficacy of systemic corticosteroids and proposed diagnostic criteria. *A.J. Med* 70(1911):23-31
- 10.) Saller R : Das reflexdystrophische und das reflextherapeutische Prinzip. in: Bühring M, R. Saller (Hrg): *Wirkprinzipien in der Physikalischen Therapie*. Verlag für Medizin Dr. Ewald Fischer, Heidelberg(1986), 86-96
- 11.) Steinbrocker O: The shoulder-hand syndrome: Present perspective. *Arch Phys Med* 49 (1968) 388-391
- 12.) Sudeck P: Über die akute (reflektorische) Knochenatrophie nach Entzündungen und Verletzungen an den Extremitäten und ihre klinischen Erscheinungen. *Fortschritte Röntgenstrahlen* 5 (1901) 277-297

Temperatur von Kaltluft zur Kryotherapie und Veränderungen der Hauttemperatur am Kniegelenk nach Kaltluftbehandlung

Eti Dachs, T.Schartelmüller & K.Ammer

Kurzfassung:

Es wurden zwei Untersuchungsreihen durchgeführt, um die Temperatur im Kaltluftstrom des Kryotherapiegerätes Cadena^R zu beurteilen. Im ersten Teil der Studie wurde die Temperatur in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit und zur Entfernung zwischen Luftdüse und Temperaturmeßgerät gemessen. Hier konnten lediglich innerhalb eines Abstandes von 10cm Temperaturen unter 0°C gemessen werden, wobei die niedrigste Temperatur mit -21.1°C bestimmt wurde.

Im zweiten Teil der Studie wurde die Abkühlung der Haut am Kniegelenk gesunder Probanden nach ein- und zweiminütiger Kühlung mit Kaltluft (Behandlungsabstand 10 cm) mittels einer Infrarotkamera untersucht. Nach einminütiger Kühlung kommt es nach durchschnittlich 27,4 Minuten zur Wiedererwärmung und danach zu einem weiteren Ansteigen der Hauttemperatur bis zu 1,5° C über der Ausgangstemperatur. 80 Minuten nach einer zweiminütigen Kühlung ist noch immer keine vollständige Wiedererwärmung eingetreten. Die Hauttemperatur kann vorübergehend bis auf 16,7°C abgesenkt werden.

Aus dem zweiten Teil der Untersuchung kann geschlossen werden, daß trotz der relativ hohen Temperaturen im Kaltluftstrom eine ausreichende Kühlung mit dem untersuchten Gerät erzielt werden kann.

Schlüsselwörter: Kaltluft, Hauttemperatur, Wiedererwärmung

Temperature of cold air used for cryotherapy and changes of skin temperature of the knee after treatment with cold air

Summary:

Two investigation were carried out to elucidate the temperature of the flow of cold air produced by the cryotherapy-device cadena^R. In the first part of this study temperature of the air flow was measured according to the flow velocity and due to distance between air-mouth and measuring device. Only in distance less than 10 cm temperature was measured below 0°C. The lowest temperature reached was -21,1 °C.

In the second part of the study the decrease of the skin temperature over the knee of healthy persons was investigated after cooling with cold air (treatment distance 10cm) for 1 and 2 minutes respectively. After cooling for 1 minute the skin was found in average rewarmed within 27,4 minutes. A further increase of the skin temperature on a level of 1,5°C above the starting value was detected. 80 minutes after cooling the knee for two minutes the skin temperature did not reach the starting value. Skin temperature was lowered for short time to 16,7°C. Our conclusion, based on the second part of this study, is, that sufficient cooling with the studied device is possible, although the temperature in the air flow is rather high.

key words: cold air, skin temperature, rewarming

Einleitung:

Neben der Kaltgasbehandlung mit Luft-Stickstoffgemischen (5,7) wird zunehmend auch die Behandlung mit Kaltluft einer Temperatur bis zu - 30° C zur Be-

handlung von Beschwerden des Bewegungsapparates empfohlen (8,9,10). So wie bei der Kaltgastherapie ist die Validität der Angaben der Temperatur im

Kaltluftstrom vage und unklar. Es wurde deshalb versucht, einerseits die Temperatur der Kaltluft in diskreten Abständen von der Behandlungsdüse zu messen. Andererseits wurde beobachtet, wie lange die Hauttemperatur am Kniegelenk gesunder Probanden nach einer derartigen Kaltluftapplikation erniedrigt gefunden wird.

Methodik:

Messung der Temperatur im Kaltluftstrom

Die Messungen der Temperatur im Kaltluftstrom, der von dem Gerät Cadena 300^R erzeugt wurde, erfolgte auf folgende Weise: An die Kaltluftdüse anschließend wurde eine Meßplatte montiert, bei der an fünf, jeweils 10 cm voneinander entfernten Stellen ein Thermofühler (technoterm^R 7200 der Firma Testoterm Ges.m.b.H.) angebracht wurde. Die erste Meßstelle fand sich unmittelbar an der Luftdüse, die letzte in 50 cm Entfernung. Das Kältegerät Cadena 300^R hat eine Temperaturanzeige, die etwa bis -30 °C reicht. Beim Erreichen der tiefsten Temperatur stellt das Gerät sich automatisch ab. Bei längerem Betrieb steigt jedoch die Temperatur an und im Einzelfall kann die Geräteanzeige bei längerem Betrieb auch Werte über 0 °C anzeigen. Um die Erwärmung bei länger dauernden Meßserien auszugleichen, wurden zwei verschiedene Meßserien durchgeführt. Bei der ersten Messung wurde eine neuerliche maximale Abkühlung des Kaltluftstroms erlaubt, wenn die Temperaturanzeige des Kaltluftgerätes -5 °C überschritten hatte. In einer zweiten, optimierten Meßserie wurde eine neuerliche maximale Abkühlung vorgenommen, wenn eine Erwärmung um 5 Grad angezeigt worden war.

Das Gerät besitzt zusätzlich die Möglichkeit, die Geschwindigkeit des Kaltluftstroms zu regeln. Deshalb wurden diese Messungen bei einer minimalen,

mittleren und maximalen Windgeschwindigkeit durchgeführt. Darüber hinaus wurde die Geschwindigkeit des Luftstroms bei diesen Einstellungen mit einem Windgeschwindigkeitsmesser registriert.

Messung der Hauttemperatur nach Kaltluftapplikation

Hier wurde die Kühlung mit dem Kaltluftgerät Cadena 200^R vorgenommen, wobei bei 2 Probanden ein Kniegelenk mit minimaler und das andere Kniegelenk mit maximaler Windgeschwindigkeit eine Minute lang gekühlt wurde. Der Abstand zwischen Kniegelenk und Kaltluftdüse betrug bei leichter Bewegung des Kaltluftstroms etwa 10 cm.

Bei 3 weiteren Probanden wurden in gleicher Weise eine Kaltluftapplikation von 2 Minuten Dauer, wieder mit minimaler bzw. maximaler Windgeschwindigkeit vorgenommen.

Die Kühlung erfolgte nachdem sich die Probanden 15 Minuten lang an eine Raumtemperatur von 24 Grad adaptiert hatten.

Die Temperaturregistrierung vor der Kühlung und dann in 1 bis 4 minütigen Abständen erfolgte mit einer Infrarotkamera der Marke Hughes Probeye 4000. Der zeitliche Verlauf der Temperatur über der Patella sowie über dem medialen und dem lateralen Gelenkspalt wurde erfasst.

Ergebnisse

Temperatur im Kaltluftstrom

Windgeschwindigkeit

Die Messung der Windgeschwindigkeit erbrachte überraschend geringe Unterschiede zwischen den einzelnen Intensitätsstufen. Wie aus Tabelle 1 ersichtlich beträgt der Unterschied zwischen minimalem und maximalem Luftstrom lediglich 3m/sec.

Hauttemperatur am Kniegelenk nach Kaltluftapplikation

Kühldauer 1 Minute

Bei minimaler Windgeschwindigkeit ist die Ausgangstemperatur über der Patella nach 15,5 Minuten (Abbildung 3) bei maximaler Windgeschwindigkeit nach 21,5 Minuten wiederreicht (Abbildung 4). Der Gelenkspalt findet sich vor der Abkühlung deutlich wärmer als die Kniescheibenregion und erreicht bei beiden Windgeschwindigkeiten nach 36 Minuten wieder die Ausgangstemperatur. Damit kann eine mittlere Wiedererwärmungszeit von $27,4 \pm 10,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ errechnet werden. Auffällig ist, daß nach

Abbildung 3

Erreichen der Ausgangstemperatur die Wärmeabstrahlung weiter fortschreitet und 50 Minuten nach der Abkühlung an der Kniescheibe Werte erreicht, die $1,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ über dem Startwert liegen.

Kühldauer 2 Minuten

Die maximale Temperaturabsenkung der Haut über dem Kniegelenk ist beträchtlich größer als bei der einminütigen Kühlung (Abbildung 5). Die niedrigste Hauttemperatur wurde mit $16,7^{\circ}\text{C}$ am Ende der Abkühlphase bestimmt. Bei beiden Windgeschwindigkeiten ist an keiner der Meßstellen die Ausgangstemperatur nach einer Dauer

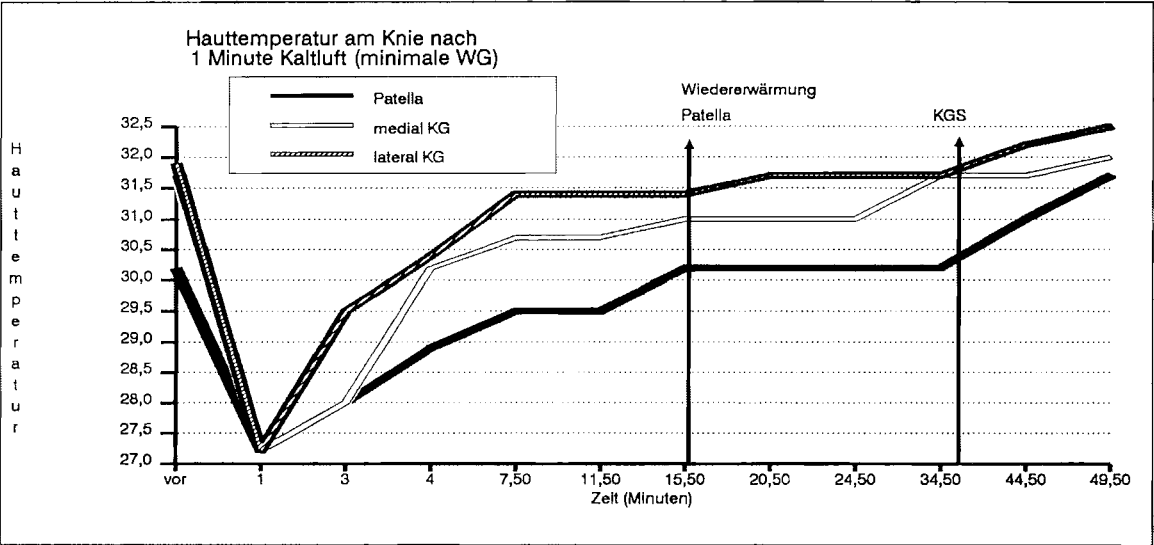
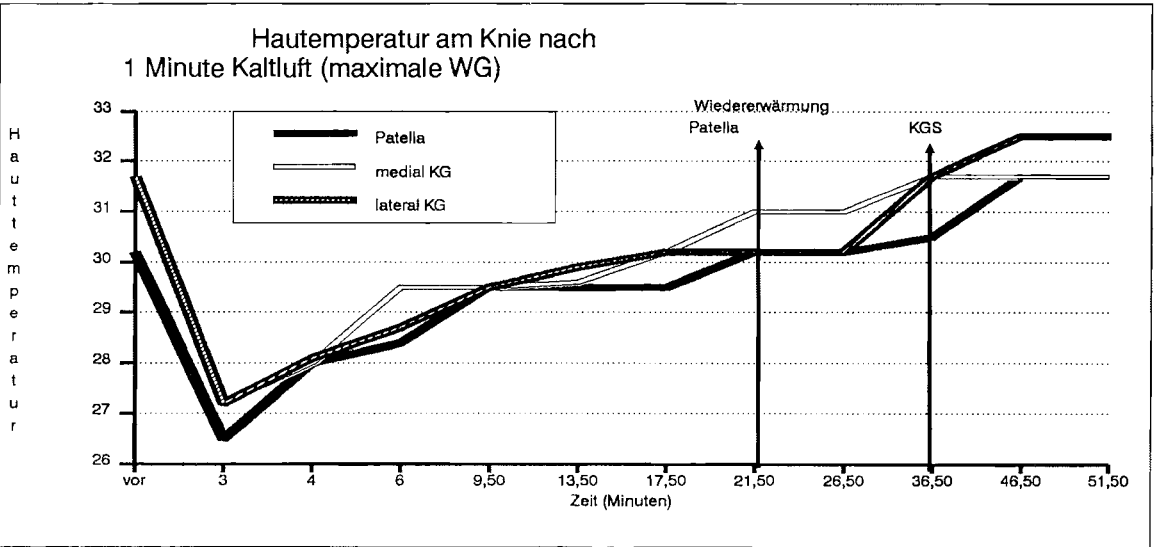


Abbildung 4

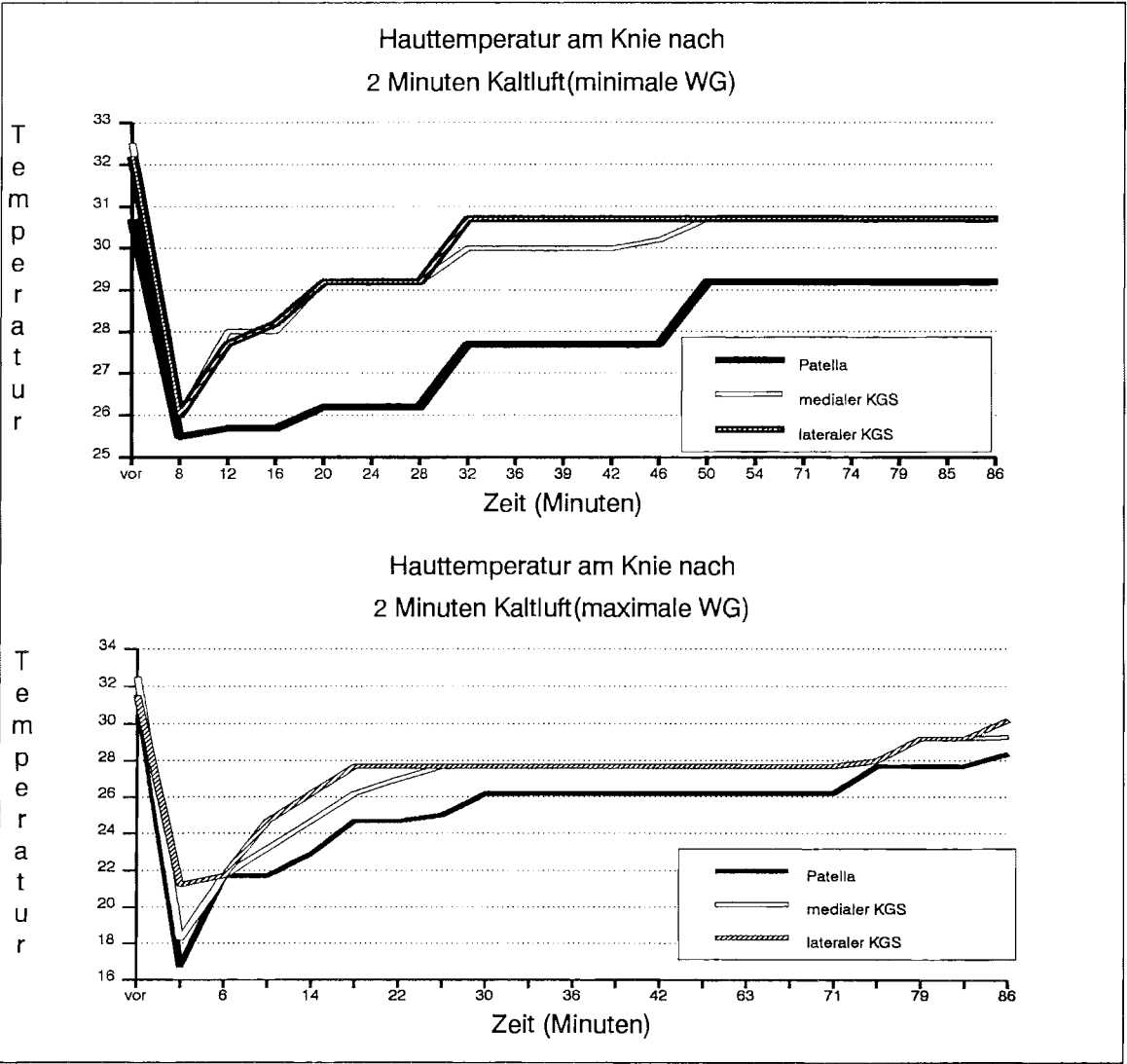


von 80 Minuten wieder erreicht. Allerdings ist die Differenz zwischen Ausgangstemperatur und der Temperatur am Endpunkt der Messung bei maximaler Windgeschwindigkeit mit 1,5°C nur halb so groß wie die Differenz bei minimaler Windgeschwindigkeit, die 3°C beträgt

Diskussion

Temperaturmessungen der Hauttemperatur nach Anwendung von Kältepackungen haben eine über fünfzigjährige Tradition (3). Seit der Mitteilung Yamauchi's über die Möglichkeiten der Behandlung in der Kältekammer wer-

den seit kurzem neben Kältepackungen auch Kaltgas- bzw. Kaltluftgeräte zur Kryotherapie angeboten(1,5,6,7,8,9,10). Allerdings scheint bis auf einen einzigen Untersucher(10) niemand die Angaben der Hersteller über die Temperatur im Kaltluft(gas)strom überprüft zu haben, obwohl bei der Länge des Kühlschlauchs bzw. der Abstand zwischen Behandlungsdüse und Behandlungsregion eine Erwärmung des Luft(Gas)stroms zu erwarten ist. So wie Krohn-Grimberge (10) konnten wir die Angaben des Herstellers über die erzielbare Temperatur der Kaltluft nicht bestätigen. Hingegen waren die Werte der Hauttemperatur, die wir beobachteten, durchaus mit jenen vergleichbar, die bei



der vom Hersteller angegeben Kühlung mit -30°C gefunden wurden(8,9).

Selbst eine einminütige Kühlung der Kniegelenke senkt die Hauttemperatur länger als 20 Minuten unter das Ausgangsniveau, eine zweiminütige Kühlung verlängert diesen Effekt beträchtlich.

Das Ausmaß der Temperaturabsenkung ist ähnlich deutlich ausgeprägt wie nach 20 Minuten dauernder Kühlung mittels Kryopackung (11) bzw. nach Kühlung mit Stickstoff(7). Eine Schmerzverminderung bei ähnlich ausgeprägter Absenkung der Hauttemperatur wurde schmerzphysiologisch (6,9) und im klinischen Versuch (2) mitgeteilt. Ebenso wurde eine marginale Beeinflussung der Nervenleitgeschwindigkeit beobachtet (1).

Von Interesse erscheint die Beobachtung einer reaktiven Hyperämie(4) nach einminütiger Kühlung. Eine solche Reaktion wird nach länger dauernder Kühlung eher nicht beobachtet (7,11).

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die Angaben des Herstellers über die Temperatur im Kaltluftstrom nicht bestätigt werden konnten. Trotzdem kann am Kniegelenk gesunder Probanden durch eine zweiminütige Kühlung die Hauttemperatur länger als 80 Minuten abgesenkt werden. Damit sollte unabhängig von der tatsächlichen Behandlungstemperatur durch eine derartige Kaltluftbehandlung eine positive Schmerzmodifikation möglich sein.

Literatur

- 1.) Ammer K, L.Hein, H.Mayr: Veränderungen der Hauttemperatur am Thenar und der Nervenleitgeschwindigkeit des N.medianus nach Kaltgasbehandlung. in: Ammer K, O.Rathkolb (Hrg): Kontaktthermometrie-Thermographie. LBF für Physikalische Diagnostik (1990), S 26-28
- 2.) Arman MI: Therapeutischer Effekt der Kryotherapie bei der aktivierten Gonarthrose. Eine untersucherblinde, kontrollierte Studie. Z Phys Med Baln Med Klim 17 (1988):368-369
- 3.) Bierman W & M Friedlander. The penetrative effect of cold. Arch Phys Ther 21(1940): 285
- 4.) Erdl R & Schnizer W: Kältevasokonstriktion, Kälte-dilatation und reaktive Kältehyperämie. Z Phys Med Baln Med Klim 14(1985):288
- 5.) Fricke R:Lokale Kaltlufttherapie-Eine weitere kryotherapeutische Behandlungsmethode. Z Phys Med Baln Med Klim 13 (1984):260
- 6.) Hoeft G: Schmerzmessung nach lokaler Kalt-gastherapie am Knie.Z Phys Med Baln Med Klim 17 (1988):266-230
- 7.) Janssen U,R.Fricke: Hauttemperatur nach lokaler Kaltlufttherapie.Z Phys Med Baln Med Klim 17 (1988):217-225
- 8.) Knollmann BC, M.Berliner: Vergleichende Untersuchung zur Wirkung von drei verschiedenen Formen der Cryotherapie (Cryogelbeutel, Kaltluft und kalter Stickstoff) auf die Hauttemperatur und Hautdurchblutung gesunder Probanden. Z Phys Med Baln Med Klim 19(1990):225
- 9.) Kröling P, P.Schöps, M.Mühlbauer, E.Senn: Einfluß von Eis und Kaltluft auf die Schmerzschwelle im Bereich der articulatio humeroradialis. Z Phys Med Baln Med Klim 19(1990):227
- 10.) Krohn-Grimberghe B & M.Dechert: Lokale Kälte-therapie: Trockenluft- und Stickstoff-Behandlung im Vergleich.Z Phys Med Baln Med Klim 17 (1988):369
- 11.) Schmidt KL, R.Mäurer, D.Rusch: Zur Wirkung örtlicher Wärme- und Kälteanwendungen auf die Hauttemperatur am Kniegelenk. Z.Rheumatol 38 (1979): 213-219
- 12.) Seidel E: Thermische Wirkung von Hydrotherapiemitteln. III.Mitteilung: Kryotherapie. Z.Physiother 40(1988):307-313
- 13.) Yamauchi T, S.Nogami, K.Miura, K.Sakamoto: The cryogenic therapy, the exercising therapy and the 24 Hours Rehabilitation. IX.Europäischer Kongreß für Rheumatologie in Wiesbaden 1979, Abstract 1025

Hauttemperatur der Lendenregion nach Anwendung von Kältepackungen unterschiedlicher Größe und Applikationsdauer

O.Rathkolb, T.Schartelmüller, L.Hein & K.Ammer

Ludwig Boltzmann Forschungsstelle für Physikalische Diagnostik und Institut für Physikalische Medizin im Hanuschkrankenhaus (Vorstand: Prim. Dr. O. Rathkolb), Heinrich Collinstraße 30, A-1140 Wien

Kurzfassung

Kältepackungen werden nun vermehrt zur Behandlung rheumatischer Beschwerdebilder eingesetzt. Die Kenntnis thermophysikalischer Kenngrößen, wie Wärmekapazität und Masse der Kältepackung, erlauben es zum Teil, das Ausmaß des Kühleffektes vorausszusagen. Unsere Untersuchung sollte die Frage klären, ob durch lang dauernde Anwendung kleiner Packungen der gleiche Kühleffekt wie bei Applikation von großen Packungen für kurze Zeit zu erzielen ist.

Insgesamt wurden 20 Messungen mit vier verschiedenen Größen (240, 288, 690 und 1050 cm²) der Kältepackungen apla-retard^R durchgeführt. Die Anwendungsdauer betrug 5, 10, 20 und 40 Minuten bei einer Oberflächentemperatur der Packung von 12°C. Temperaturmessungen wurden mit 6 computergetriebenen Widerstandsthermometern vorgenommen, die unterhalb der Kältepackung in Höhe des 5. Lendenwirbels, am linken Darmbeinkamm und in Höhe des 5. Brustwirbels platziert wurden. Ein weiteres Thermometer wurde am Bauch in Höhe des Nabels angebracht. Schließlich kam ein Thermometer auf der Packung zu liegen und das letzte registrierte die Raumtemperatur, die auf 24°C konstant gehalten wurde.

Als Ergebnis dieser Untersuchung fand sich, daß weder mit kleinen noch mit großen Packungen eine maximale Temperaturabsenkung erzielt werden kann. Nach 10 minütiger Kühlung wurde eine durchschnittliche Absenkung der Hauttemperatur um 24°C gefunden. Die Wiedererwärmungszeit war eher Ausdruck der Kühldauer als der Packungsmasse.

Als Schlußfolgerung der Untersuchung kann gesagt werden, daß für eine ausreichende Kühlung die Kühldauer wichtiger erscheint als die Größe der Kältepackung.

Schlüsselwörter: apla-retard^R, Kältepackung, Hauttemperatur, Lumbalregion

Skin temperature of the lumbar region after application of cold packs of different size and duration

Summary:

Treatment with cold packs is frequently used in rheumatic complaints. Based on features of thermophysics, like heat capacity and the mass of the cold pack, the cooling effect of cold packs can be predicted partly.

Question of our study was to find out, whether treatment with small packs for long time are similar effective as large packs for a shorter time in lowering the temperature in the lumbar region.

In overall 20 measurements 4 different sizes of apla retard^R cold packs (240, 288, 690 and 1050 cm²) were used for a treatment time of 5, 10, 20 and 40 minutes with a surface temperature of -12°C. Temperature was measured with 6 computer-assisted resistant temperature decoders, which were placed under the cold pack on the level of lumbar vertebra 5, one over the left iliac bone and a third on the level of the thoracic vertebra 5. Another thermometer was placed on the belly near the navel, one was placed on top of the cold pack and the last one measured the temperature of the room, which was set stable at 24°Celsius.

Our results indicated, that a treatment time of 5 minutes either with small or with large packs can not reach a maximum decrease of temperature. A mean temperature decrease of 24°C was found after cooling the skin for 10 minutes. Rewarming of the skin was more likely a function of cooling time and not of package mass.

The conclusion reached in our study is, that for sufficient cooling the mass of cold packs is less important than the duration of cooling.

Key words: apla-retard^R, cold packs, skin temperature, lumbar region

Einleitung

Obwohl seit langem angewendet und ebenso lange hinsichtlich ihrer Auswirkungen wissenschaftlich untersucht, hat sich die Kältetherapie bei rheumatischen Beschwerdebildern erst langsam durchgesetzt (11,12).

Die Wirkweise von wärmeentziehenden Packungen läßt sich zum Teil aus der Kenntnis physikalischer Kenngrößen wie Wärmekapazität, Wärmeleitvermögen, spezifische Wärme und Wärmehaltung voraussagen (4). Modelluntersuchungen über die Wirkung unterschiedlicher, kommerziell verfügbarer Kältepackungen haben eindeutig gezeigt, daß sowohl Oberflächen- als auch Tiefenkühlung unterhalb einer Masse von 1000g direkt proportional von der Masse der Kältepackung abhängen (3).

Es hat uns deshalb interessiert, inwieweit bei Probanden die Oberflächenkühlung im Lendenbereich eine ähnliche Abhängigkeit von der Masse der Kältepackung zeigt. Anders ausgedrückt, es sollte geklärt werden, inwieweit durch kleine Packungen mit einer langen Applikationsdauer die gleiche Wirkung hinsichtlich Reduktion der Oberflächentemperatur bzw. Dauer der Wiedererwärmung erreicht werden kann wie durch große Packungen mit kurzer Behandlungszeit.

Abbildung 1

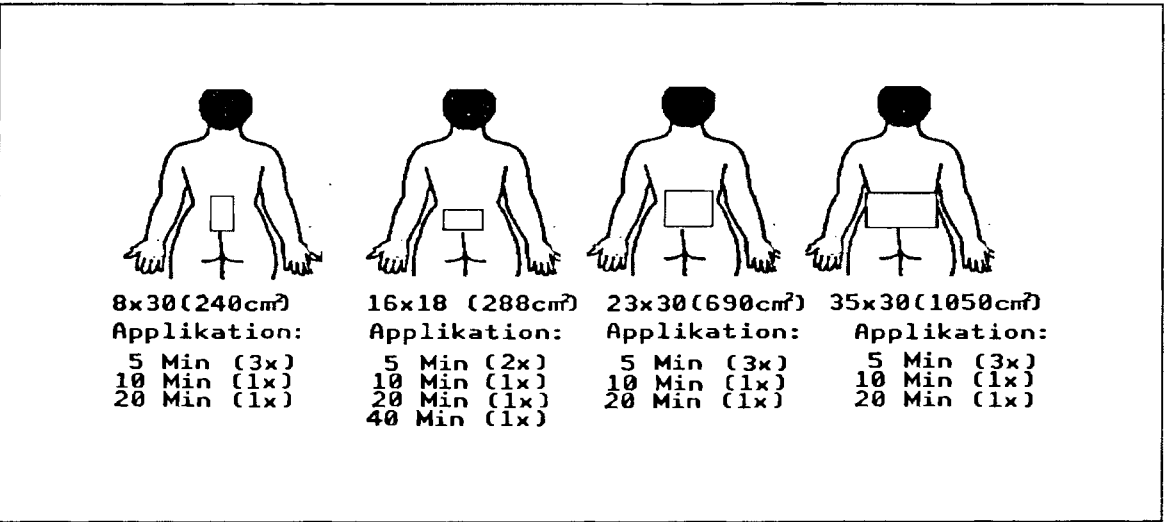
Methodik

Es wurden mit vier unterschiedlichen **apla retard[®]** Kältepackungen insgesamt 20 Versuche an freiwilligen Probanden gemacht. Abbildung 1 zeigt die verwendeten Packungsgrößen, die Dauer und Anzahl der Versuche pro untersuchter Packungsgröße.

Mit sechs Widerstandthermometern vom Typ PT-100 wurde computergestützt die Temperatur an folgenden Stellen gemessen

- 1 Thermometer wurde in Höhe des Dornfortsatzes des 5.Lendenwirbels unterhalb der Kältepackung plaziert;
- 1 Thermometer befand sich in Höhe des Dornfortsatzes des 5.Brustwirbels;
- 1 Thermometer wurde an den linken Darmbeinkamm in Verlängerung der hintern Axillarlinie positioniert;
- 1 Thermometer wurde am Bauch in Höhe des Nabels angelegt;
- 1 Thermometer maß die Temperatur der Kältepackung an der dem Körper des Probanden abgewendeten Seite;
- 1 Thermometer registrierte die Raumtemperatur, die mit 24°C im Untersuchungsraum konstant gehalten wurde.

Bei dem Versuch mit 40 minütiger Anwendungszeit wurden 4 Thermometer unterhalb der Packung und beidseits der Dornfortsätze über der paravertebralen Muskulatur in Höhe des 4. und des 2.Lendenwirbels angebracht. Je1 Thermometer registrierte die Raumtempe-



ratur bzw .die Oberflächentemperatur der Packung an der dem Körper des Probanden abgewandten Seite.

Die Probanden wurden mit entkleidetem Oberkörper 15 Minuten lang in Seitlage an die Raumtemperatur akklimatisiert und anschließend wurden die Packungen 5, 10 oder 20 Minuten lang auf die Lendenwirbelsäule in Bauchlage der Probanden appliziert. Wiederum in Seitlage wurde solange in 30 Sekunden dauernden Meßabständen die Temperaturen registriert, bis 95% der Ausgangstemperatur wieder erreicht waren. Die Packungen wurden bei -20°C im Kühlschrank gelagert und 2 Minuten vor dem Ende der Akklimatisation aus dem Gefrierschrank genommen, durchgeknetet und dann ohne eine textile Zwischenschicht direkt auf die Lendenwirbelsäule aufgelegt und entsprechend modelliert.

Statistische Auswertung:

Die Differenz der Hauttemperatur vor Anlegen der Packung zur Temperatur über dem Dornfortsatz L5 in Minutenabständen bis zum Zeitpunkt 120 Minuten nach Abkühlung war die Zielgröße der statistischen Beurteilung.

Deskriptive Statistik

Für jede Packungsgröße wurden Mittelwert, Standardabweichung, Median, Minimum und Maximum berechnet.

Ebenso wurden für gemeinsame Abkühlzeiten, also 5, 10 und 20 Minuten dauernde Kühlung, diese Kenndaten bestimmt.

Schließlich wurden kumulativ, unter Berücksichtigung der Kühlzeiten, alle verfügbaren Daten ausgewertet. Demnach wurden für die Durchschnittstemperaturen bei einer Abkühlung bis zu 5 Minuten die Werte von allen 20 Messungen, für die Werte 6 bis 10 Minuten 9 Messungen (und zwar 4x10 Minuten Kühlung + 4 x 20 Minuten Kühlung + 1 x 40 Minuten Kühlung) verwendet. Die

Kenndaten zwischen 11 und 20 Minuten ergeben sich aus 5 Messungen (4x20 Minuten + 1x40 Minuten). Schließlich sind die Werte zwischen 21 und 70 Minuten ident mit den Meßdaten der 40 minütigen Kühlung.

Analytische Statistik

Es wurden die erzielten Temperaturdifferenzen zu jedem Meßzeitpunkt miteinander mittels Wilcoxonstest für Paardifferenzen verglichen, wobei bei der Auswahl der Meßdaten darauf geachtet wurde, lediglich Daten der Kühlphase zu erfassen.

Für gleiche Kühldauer, also für 5, 10, und 20 Minuten Kühlung, wurden sowohl die Temperaturen der Abkühlphase als auch der Wiedererwärmungsphase von Minute zu Minute miteinander in gleicher Weise beurteilt.

Schließlich wurden die Temperaturwerte über 120 Minuten hinsichtlich unterschiedlicher Packungsgrößen mit dem Kruskal-Wallis Test analysiert.

Ergebnisse

Packungstemperatur:

Vor Applikation der Packung wurden Oberflächentemperaturen zwischen -12 und -9°C gemessen. Während einer 5 -, 10 bzw. 20minütigen Applikation - war im Durchschnitt keine Zunahme der Oberflächentemperatur an der dem Körper des Probanden abgewandten Seite der Kältepackung zu beobachten. Während der 40 minütigen Anwendung konnte eine Erwärmung der Packung um $2,5^{\circ}\text{C}$ beobachtet werden.

Veränderung der Temperatur an Punkten außerhalb der Packung

Lediglich das Thermometer am linken Darmbeinkamm zeigte, bedingt durch randständigen Kontakt bei großen Packungen, eine relevante Temperaturveränderung. Weder die Meßstelle am Tho-

rax, noch die am Bauch zeigten ein Abweichen der Temperatur von der Ausgangslage, wenn man davon absieht, daß es während der Bauchlage aufgrund des Wärmestaus zu einem durchschnittlichen Temperaturanstieg von 2°C im Nabelbereich kommt.

Veränderung der Temperatur unterhalb der Packung in Höhe des Dornfortsatzes des 5. Lendenwirbels

unterschiedliche Kühldauer bei gleicher Packungsgröße

Wie aus den Abbildungen 2a-d ersicht-

lich und durch Berechnung der Pearson Korrelation statistisch hochsignifikant gesichert, ist die Wiedererwärmungszeit und das Ausmaß der Temperaturabsenkung eine Funktion der Applikationsdauer und nicht der Packungsgröße (Korrelation Zeit-Temperatur = 0,62, $p < 01$).

Vom Beginn der Abkühlung bis zur Messung nach 7 Minuten kommt es von Messung zu Messung zu einer jeweils signifikanten Temperaturabsenkung (p-Werte im Wilcoxon-Test für Paardifferenzen

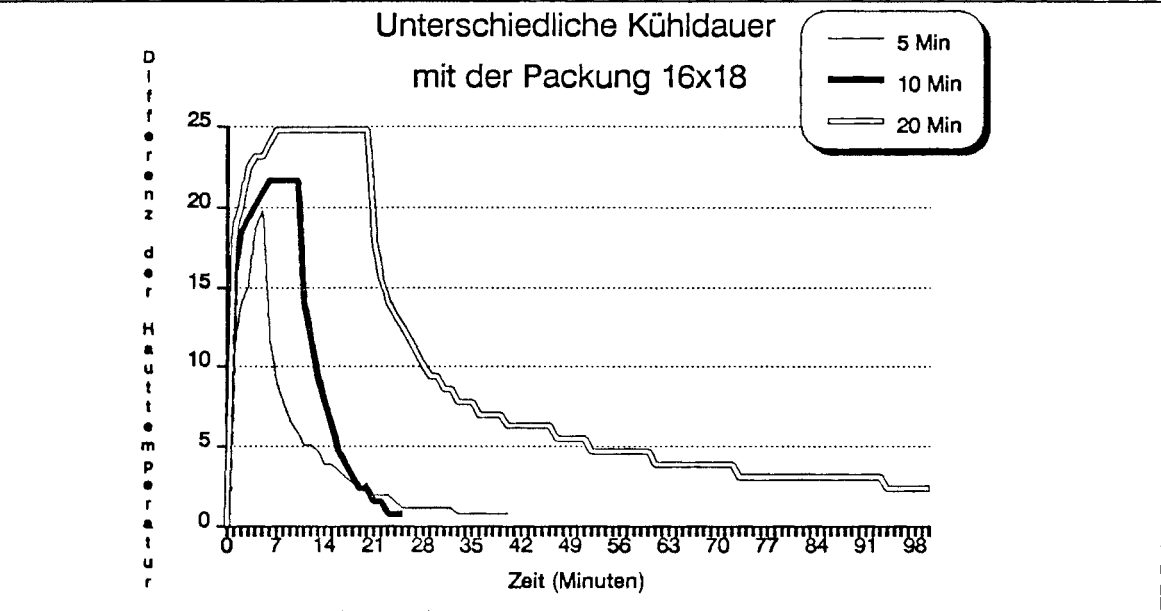


Abbildung 2a

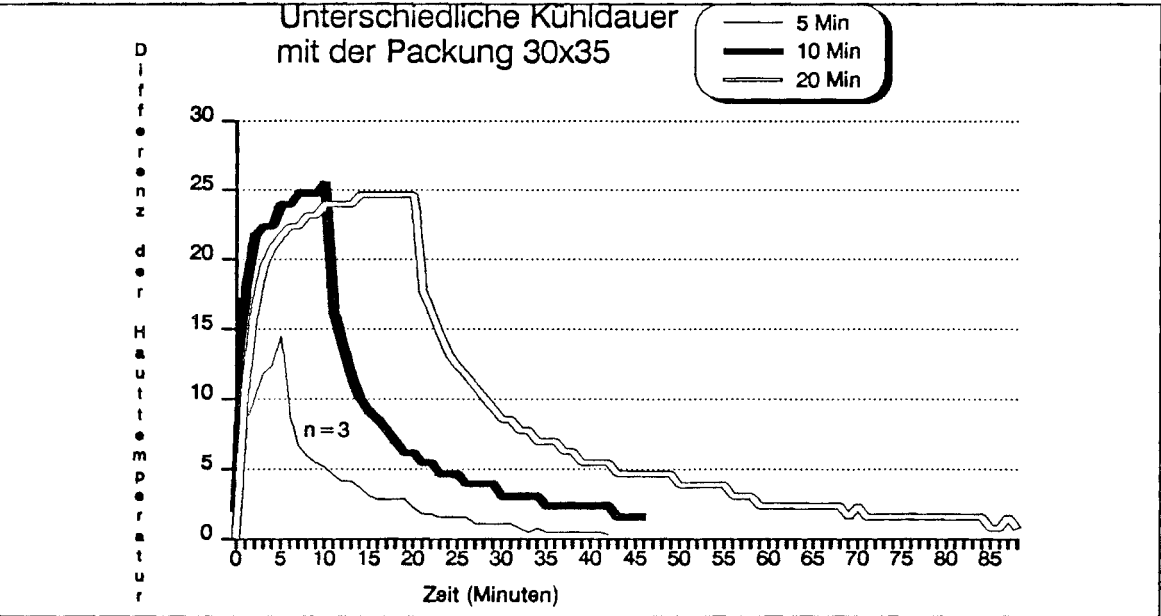


Abbildung 2b

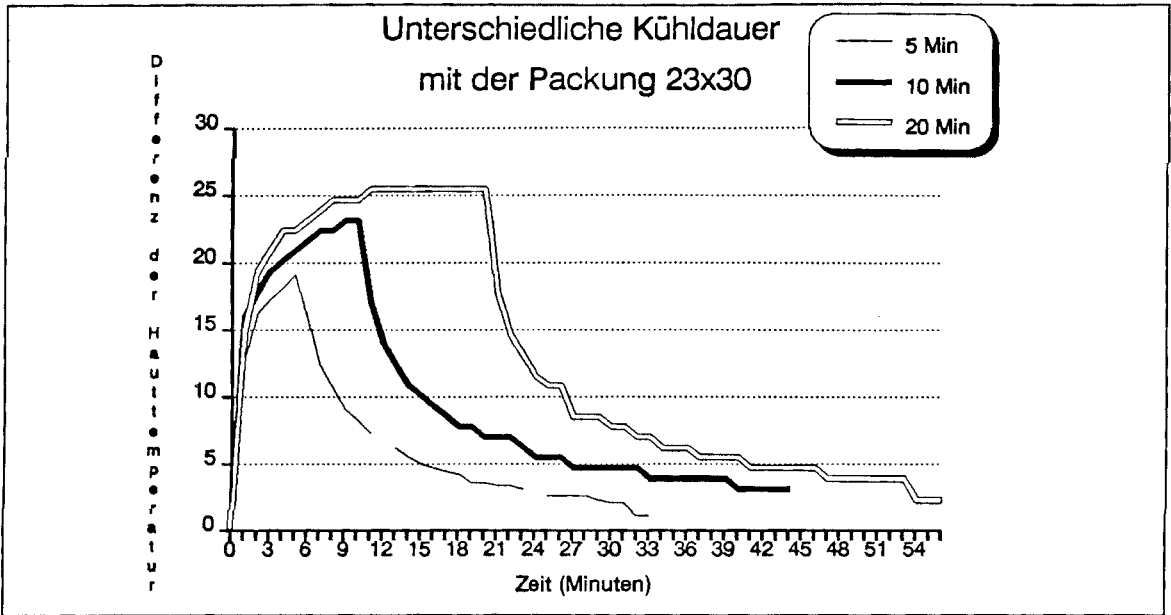


Abbildung 2c

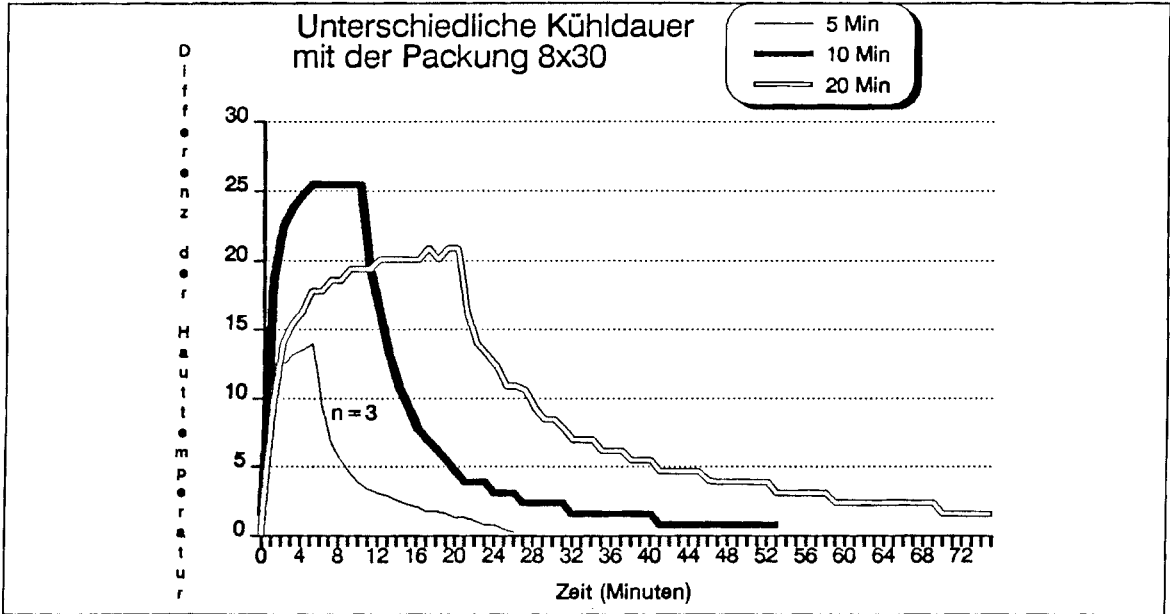


Abbildung 2d

zwischen 0,0002 und 0,04). Auch die Temperaturverminderung zwischen 8 und 9 Minuten Kühlung erreicht einen signifikanten Unterschied. Hingegen ist die Veränderung zwischen 7 und 8 Minuten Kühlung bzw. 9 und 10 Minuten Kühlung nicht signifikant. Allerdings erreicht die Differenz 7 und 9 Minuten Kühlung bzw. 8 und 10 Minuten Kühlung wieder eine signifikante Temperaturabsenkung. Ab 10 Minuten dauernder Kühlung ist kein wesentlicher Unterschied zu irgendeinen späteren Zeit-

punkt der Kühlung auffindbar, d.h. die Temperaturwerte nach 10 Minuten unterscheiden sich nicht mehr statistisch signifikant von der Temperatur nach 20 minütiger Kühlung.

Tabelle 1 zeigt die durchschnittliche Temperaturabsenkung nach 1 bis 20 Minuten, die maximal 27°C beträgt.

gleiche Kühldauer mit unterschiedlichen Packungsgrößen (Abbildung 3)

Abbildung 3 zeigt die Temperaturkurven für unterschiedliche Packungen bei

Tabelle 1
Durchschnittliche Temperaturabsenkung bis zu einer Kühldauer von 20 Minuten

Kühldauer	Anzahl	Median	Bereich
nach 1 Min	20	13,6	3,9-18,6
nach 2 Min	20	16,3	5,5-22,5
nach 3 Min	20	18,2	6,2-23,9
nach 4 Min	20	19,4	7-24,8
nach 5 Min	20	20,1	7,8-25,5
nach 6 Min	9	23,2	18,6-26,2
nach 7 Min	9	23,9	18,6-26,2
nach 8 Min	9	24,7	18,6-26,2
nach 9 Min	9	24,7	19,3-27
nach 10 Min	9	24,7	19,3-27
nach 11 Min	5	24,8	19,3-27
nach 12 Min	5	24,8	20,1-27
nach 13 Min	5	24,8	20,1-27
nach 14 Min	5	24,8	20,1-27
nach 15 Min	5	24,8	20,1-27
nach 16 Min	5	24,8	20,1-27
nach 17 Min	5	24,8	20,9-27
nach 18 Min	5	24,8	20,9-27
nach 19 Min	5	24,8	20,9-27
nach 20 Min	5	24,8	20,9-27

gleicher Kühldauer. In der statistischen Beurteilung ist zu keinem Meßzeitpunkt ein signifikanter Unterschied im H-Test nach Kruskal-Wallis zwischen den unterschiedlichen Packungsgrößen auffindbar.

5 minütige Kühlung (n = 11)

Es finden sich signifikante Unterschiede zwischen den Werten zu jedem Zeitpunkt der Abkühlphase. Gleiches gilt für die Wiedererwärmungsphase bis 12 Minuten nach Beendigung der Kühlung.

Zwischen 18. und 19. Minute bzw. 20 und 21. Minute nach Beginn des Versuches sind zwei weitere signifikante Temperaturerhöhungen beobachtbar. 18 Minuten nach Abnahme der Packung hat sich die Hauttemperatur bis auf ein Minus von 2,4°C dem Ausgangspunkt genähert.

10 minütige Kühlung (n = 4)

In der Abkühlphase finden sich zwischen den Meßwerten der ersten 5 Minuten signifikante Unterschiede. Die Abkühlung schreitet danach zwar weiter fort, erreicht jedoch von einem Beurteilungszeitpunkt zum anderen keine signifikanten Änderungen mehr.

In der Aufwärmphase finden sich signifikante Unterschiede zwischen den Meßpunkten bis zum Meßabstand 17. und 18. Minute; ein weiterer signifikanter Minutenunterschied zeigt sich zwischen 22. und 23. Minute.

33 Minuten nach Abnahme der Packung hat sich die Hauttemperatur bis auf ein Minus von 2,1°C dem Ausgangspunkt genähert.

20 minütige Kühlung (n = 4)

In der Kühlphase finden sich signifikante Minutenunterschiede zwischen 1. und 2., 2. und 3., 3. und 4., 6. und 7. Minute.

In der Phase der Wiedererwärmung sind signifikante Unterschiede in den ersten 7 Minuten nach Abnahme der Packung zu beobachten.

60 Minuten nach Abnahme der Packung hat sich die Hauttemperatur bis auf ein Minus von 2,4°C dem Ausgangspunkt genähert.

40 minütige Kühlung (n = 1)

In Abhängigkeit vom Kontakt zwischen Packung und Haut wird die maximale Abkühlung nach 10 Minuten (bei schlechterem Kontakt nach 20 Minuten) erreicht und etwa 12 Minuten auf die-

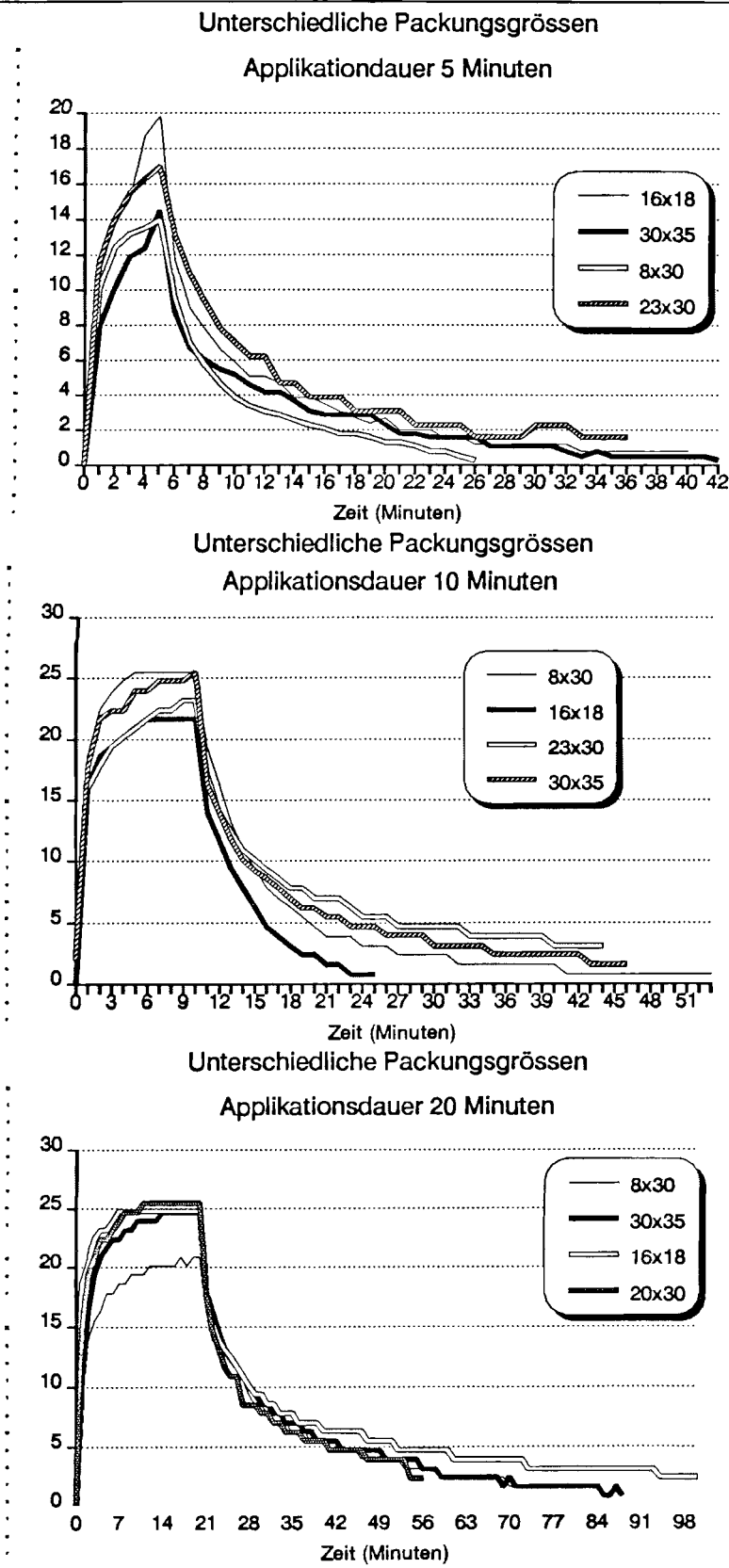


Abbildung 3

sem Niveau gehalten. An einer Meßstelle wurde auf diese Weise eine Temperaturabsenkung um 27°C erzielt. Danach kommt es trotz liegender Packung zu einer geringgradigen Erwärmung bis zu 3° C. (Abbildung 5)

40 Minuten nach Beendigung der Kühlphase hat sich die Hauttemperatur bis auf ein Minus von 3,5°C dem Ausgangspunkt genähert.

Kontaktfläche (Abbildung 4)

Die Kontaktfläche der Packung mit der Haut hat wesentlichen Einfluß auf die erzielbare Temperaturabsenkung. Abbildung 4 zeigt die Temperaturverläufe der Packungsgröße 30x35cm bei einer Kühdauer von 5 Minuten, bei denen die Packungen unterschiedlichen Hautkontakt aufwies. Das verführt zu dem Schluß,

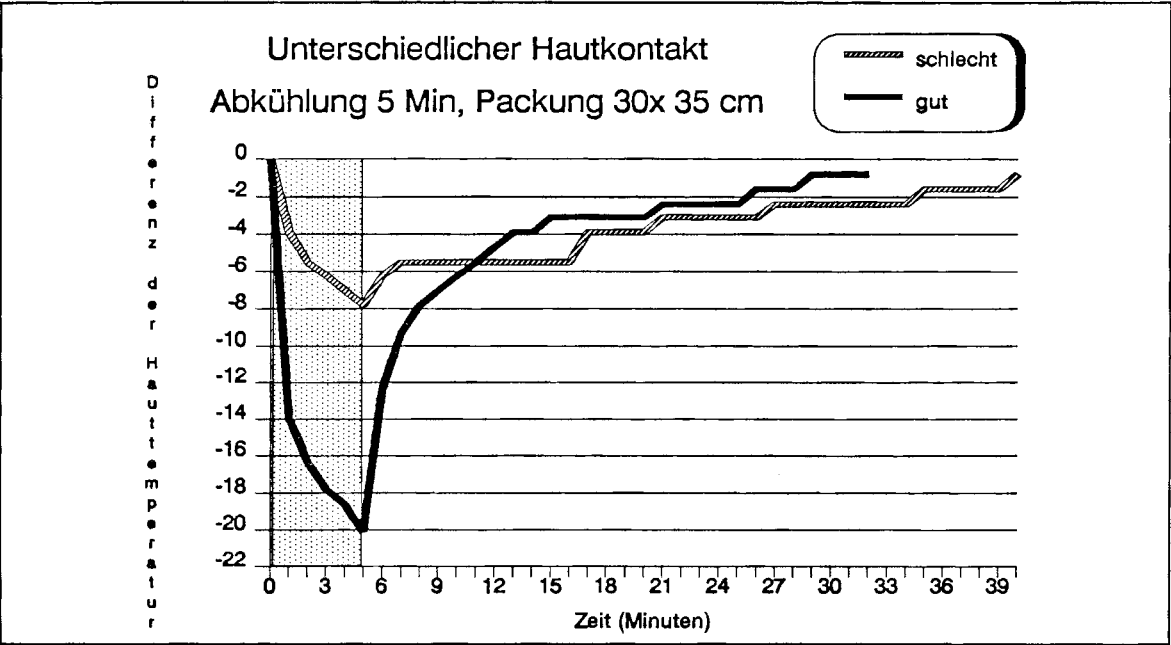


Abbildung 4

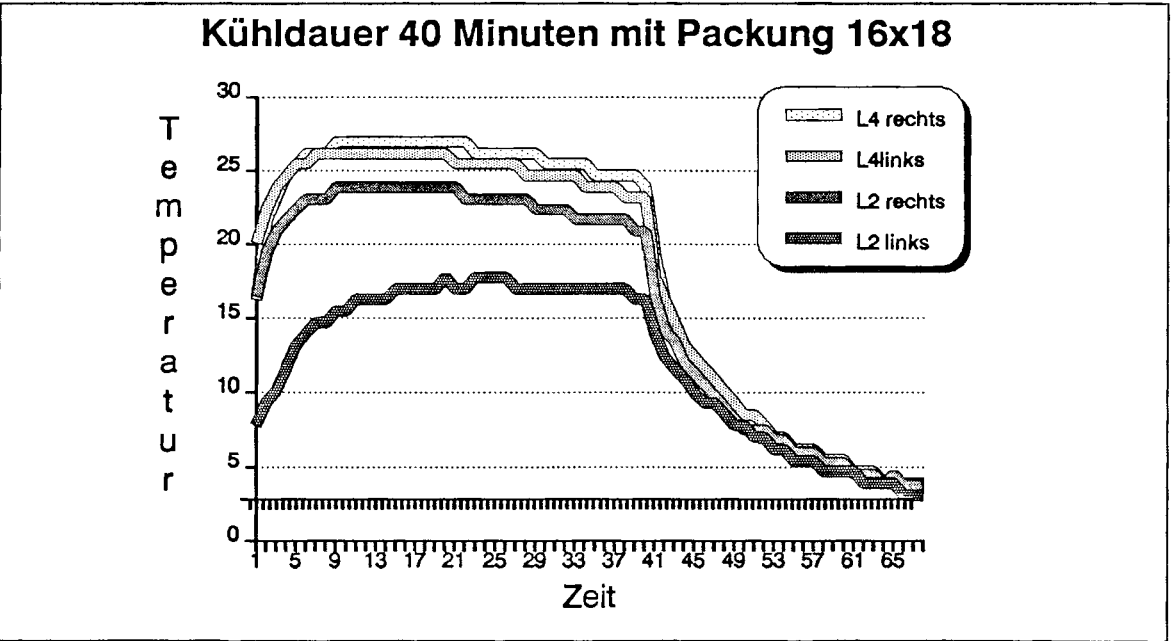


Abbildung 5

in der Lendenregion erzielt werden. Bis zur 7. Minute nach Aufbringen der Packung verringert sich die Hauttemperatur von Minute zu Minute im signifikantem Ausmaß.

2.) Die maximale Temperaturabsenkung mit **apla retard^R** Packungen einer Oberflächentemperatur zwischen -12 und -9° C beträgt 27° C. Nach einer Applikationsdauer von 20 Minuten benötigt es einen Zeitraum von 60 Minuten, um 95% der Ausgangstemperatur wieder zu erreichen.

3.) An einem umschriebenen Hautpunkt ist das Ausmaß der Temperaturabsenkung und der Wiedererwärmung eine Funktion der Applikationsdauer und nicht der Packungsmasse. Unterschiedlich große Kontaktflächen der Packung mit der Behandlungsregion beeinflussen zwar den Grad der Abkühlung, nicht aber die Geschwindigkeit der Wiedererwärmung der Haut im behandeltem Areal.

Literatur:

1.) Arman IM: Vergleichende Untersuchungen zur analgetischen Wirkung der Kryotherapie unter verschiedener Applikationsdauer. *Z Phys Med Baln Med Klim* 12(1983):327-330

2.) Astrand P-P & K. Rodahl: *Textbook of Work Physiology*. McGraw-Hill, third edition, 1986, p. 592-593

3.) Bochdansky Th, V Sadil, V Fialka, H Müller: Physikalische Untersuchungen zur differenzierten Beurteilung von Kryotherapieverfahren. *Z Phys Med Baln Med Klim* 17(1988):203-216

4.) Gillman H: *Physikalische Therapie*. Thieme 1975

5.) Jansen U & Fricke R: Hauttemperatur nach lokaler Kaltluft. *Z Phys Med Baln Med Klim* 17(1988):217-225

6.) Mayr H, L. Hein, K. Ammer: Veränderungen der Hauttemperatur am Thenar und der Nervenleitgeschwindigkeit des N. medianus nach Kryopackung. in: Ammer K, O. Rathkolb (Hrg): *Kontaktthermometrie, Thermographie*. Ludwig Boltzmann

Forschungsstelle für Physikalische Diagnostik, 1990, S 23-26

7.) Mumenthaler M & H. Schliack (Hrg): *Läsionen peripherer Nerven*. Thieme, 4. Auflage, 1982, S 24

8.) Noelle B-M: Der Einfluß verschiedener Kältemedien und -ausgangstemperaturen auf das Gewebe. *Physiotherapie* 80 (1989) 285-290

9.) Niedner R: Untersuchungen zur Kältewirkung des Kältetherapie Kissens long im Vergleich zu Brucheis. *Universitäts-Hautklinik Freiburg*, 1989

10.) Schmidt KL, R. Mäurer, D. Rusch: Zur Wirkung örtlicher Wärme- und Kälteanwendungen auf die Hauttemperatur am Kniegelenk. *Z. Rheumatol* 39 (1979), 213-219

11.) Schmidt KL, VR Ott, G Röcher, H. Schaller: Heat, Cold and Inflammation. *Z. Rheumatol* 38 (1979):391-404

12.) Trnávsky G: Kryotherapie bei der Schmerzbekämpfung. *Z. Phys Med* 10(1981):42-48

Aus der Fachliteratur

Angiologie

O'Brien DP, TN Walsh & HF Given : The Warm Knee Sign - An Evaluation

(Department of Surgery, University College Hospital, Galway, Irland)

Publiziert im Eur J Vasc Surg 4: 531-524 (1990)

In einer prospektiven Studie überprüften die Autoren klinisch und kontakt-thermographisch das Vorkommen von hyperthermen Kniegelenken an der symptomatischen Seite von 30 Patienten mit arterieller Verschußkrankheit. Die Gefäßveränderungen wurden mittels Angiographie verifiziert. Die klinisch ermittelte Temperaturdifferenz zwischen symptomatischer (s) und asymptomatischer (a) Seite wurde folgendermaßen klassifiziert:

s > a = positives hyperthermes Knie-Zeichen;
s = a = negatives hyperthermes Knie-Zeichen;
a > s = hypothermes Kniezeichen.

Der gleichartigen thermographischen Einschätzung wurde eine Temperaturdifferenz von 1° C zugrunde gelegt. Klinische, thermographische und angiographische Befunde wurden miteinander korreliert und die Spezifität, Sensibilität sowie der positive und negative Voraussagewert des hyperthermen Knie-Zeichens für das Vorliegen von pathologischen angiographischen Befun-

den berechnet. 47% der Patienten zeigten klinisch und 53% thermographisch ein hyperthermes Knie-Zeichen. Die häufigste angiographische Veränderung bei Patienten mit hyperthermen Knie-Zeichen war eine arterielle Stenose bzw ein Verschuß, der am Adduktorenkanal endete. Für die Thermographie wurde hinsichtlich dieses angiographischen Befundes eine Sensibilität von 87%, eine Spezifität von 75%, ein positiver Voraussagewert von 81% und ein negativer Voraussagewert von 82% berechnet.

Die Autoren haben mit dieser Studie überzeugend demonstriert, daß mit einfachen klinischen Zeichen ein bestehendes Gefäßleiden erfaßt werden kann. Wenn es sich, wie in der beschriebenen Untersuchung, bei diesem Symptom um eine lokale Veränderung der Oberflächentemperatur handelt, kann durch Anwendung einer thermographischen Methodik die Trefferquote deutlich erhöht werden.

Hyperthermie

Martin Heckel: Ganzkörper-Hyperthermie und Fiebertherapie- Grundlagen und Praxis

Hippokrates Verlag Stuttgart, 1990, 138 Seiten

Nach einer kurzen Einführung in die Thermoregulation mit dem Schwer-

punkt der Regelveränderung bei Hyperthermie und Fieber stellt der Autor

die dzt. zur Verfügung stehenden Apparate zur Durchführung einer Hyperthermie dar. Eine Graduierung der Hyperthermie in einzelne Temperaturstufen wird vorgeschlagen und die extreme Hyperthermie, wie sie in onkologischen Zentren unter Vollnarkose als adjuvante Tumorthherapie betrieben wird, im wesentlichen aus den weiteren Betrachtungen ausgeklammert. Die Vor- und Nachteile des vom Autor entwickelten Gerätes zur Hyperthermiebehandlung mittels Infrarot werden kritisch diskutiert.

In einer kurzen Übersicht werden die aktuellen Möglichkeiten zur Auslösung einer Fiebertherapie zusammengestellt und kritisch darauf hingewiesen, daß die Temperaturerhöhung beim Fieber nur einen Teilaspekt der manchmal beobachteten Wirkung des therapeutischen Fiebers darstellt.

Im zweiten Teil des Buches werden das zum Teil nach wie vor lückenhafte Wissen über die physiologische Wirkung von Hyperthermie und Fieber auf die Or-

gane des Körpers dargestellt, die Schwachstellen im therapeutischen Vorgehen, etwa hinsichtlich Intensität, Dauer und Intervall zwischen den Hyperthermiebehandlungen, werden aufgezeigt und Richtlinien für weitere Forschungsvorhaben diskutiert.

Insgesamt ist das Buch die objektivierte persönliche Schau einer langjährigen Erfahrung mit einer Behandlungsmöglichkeit, die bereits eine Jahrhunderte lange Tradition besitzt. Das konsequente Temperaturmonitoring und die obligate Überprüfung von vitalen Körperfunktionen, wie des Herz-Kreislaufsystems sollte es, nicht nur nach Ansicht des Autors, ermöglichen, den Wert einer Hyperthermiebehandlung auch wissenschaftlich zu dokumentieren. Damit sollte es möglich werden, die Hyperthermie als rationale Behandlungsform bei verschiedenen Erkrankungen einzusetzen.

Neurologie

So YT, RK Olney & MJ Aminoff: A comparison of thermography and electromyography in the diagnosis of cervical radiculopathy

(Department of Neurology, School of Medicine, University of California, San Francisco)

Publiziert in *Muscle Nerve* 13 (1990): 1032-1036

Nachdem die Autoren in einer früheren Arbeit der Thermographie in der Diagnostik des Carpal-tunnelsyndroms wenig Nutzen zugestanden haben, wurde in dieser Arbeit Elektromyographie und Thermographie bei klinisch eindeutigen zervikalen Radikulopathien verglichen. Zur Beurteilung der Thermogramme wurde die Asymmetrie der Wärmeabstrahlung herangezogen, wobei ein Konfidenzintervall der dreifachen Standardabweichung gewählt wurde. Auf diese Art wurde versucht, falsch positive Ergebnisse zu vermeiden. So wie in der

seinerzeitigen Untersuchung über Kompressionssyndrome peripherer Nerven fand sich auch hier die Elektromyographie (positive Ergebnisse in 10/14 Patienten) häufiger pathologisch als die thermographische Untersuchung (6/14 Patienten). Ebenso wenig konnte eine Übereinstimmung zwischen der Temperaturverteilung und dem befallenen Dermatome gefunden werden.

Die Autoren gestehen zwar zu, daß die Thermographie Störungen im Verteilungsgebiet autonomer Fasern bei radikulären Syndromen aufzeigen kann. Die

geringe Sensibilität und fehlende Spezifität der Thermographie bei diesem Krankheitsbild erlaubt es jedoch nach Meinung der Autoren nicht, die Thermographie zur Routinediagnostik radikulärer Kompressionssyndrome zu empfehlen.

Humangenetik

Clark RP, MR Goff & KD MacDermot: Identification of functioning sweat pores and visualisation of skin temperature patterns in X-linked hypohidrotic ectodermal dysplasia by whole body thermography

(Thermal Biology Unit, King's College London, United Kingdom)

Publiziert in *Hum Genet* 86(1990):7-13

Zur Identifikation von asymptomatischen Trägern der X-Chromosom-gebundenen hypohidrotischen ektodermalen Dysplasie wurden Ganzkörperthermogramme verwendet. Die Thermogramme eindeutiger heterozygoter Frauen und symptomatischer Männer wurden mit den Wärmebildern von asymptomatischen wahrscheinlichen "Überträgern" bzw. gesunden Frauen verglichen. Nahezu alle symptomatischen Personen zeigten ähnliche Muster der Wärmeabstrahlung mit fehlender

Schweißkühlung. Gleichartige, jedoch weniger ausgeprägte Bilder fanden sich auch bei asymptomatischen "Überträgern". Die Thermogramme der Vorder- und Hinterseite des Stamms, der Achselhöhle und der Augen erwiesen sich besonders geeignet, Unterschiede zwischen Gesunden und Trägern des pathogenen Gens zu verdeutlichen.

Die Autoren weisen darauf hin, daß die Thermographie eine Möglichkeit bietet, asymptomatische "Überträger" zu selektieren.

Computerwissenschaft

Chan EKY & JA Pearce: Visualization of Dynamic Subcutaneous Vasomotor Response by Computer-Assisted Thermography

(Biomedical Engineering Program, University of Texas at Austin)

Publiziert in *IEEE Transactions on Biomedical Engineering* 37(1990):286-795

Es wird die Problematik der Bildverarbeitung von Thermographiebildern am Beispiel der Gefäßdarstellung besprochen. Ausgangspunkt war die Darstellung der venösen Gefäße am Unterarm nach kurzzeitiger Hitzeexposition.

Zwei Algorithmen wurden miteinander verglichen. Die Verrechnung von Randzonen erzielte brauchbare Bilder bis zu einer Temperaturdifferenz von

5° C zwischen den Venen und den umgebenden Gewebe. Der zweite Algorithmus ist, durch die Anwendung von durch den Benutzer adaptierbaren Filtern gekennzeichnet. Die Logik und Verrechnung dieser Filter wird ausführlich dargestellt. Durch Anwendung des zweiten Programms kann die Empfindlichkeit bis zu einer Temperaturdifferenz von 1,2° C zwischen den Gefäßen

und der Umgebung erhöht werden. Damit ist vor allem in der Früh- und der Spätphase der Untersuchung nach Hitzeexposition eine bessere Auflösung und Abgrenzung des venösen Netzes möglich.

Die Arbeit zeigt, daß durch sekundäre Bearbeitung von Thermographiebildern

zusätzliche Information gewonnen werden kann. Die Qualität der dabei angewandten Programme wirkt sich dabei wesentlich auf die Quantität der erzielbaren Zusatzinformation aus.

Kopfschmerzen

Mongini F, C Casselli, V Macri & C Tetti : Thermographic Findings in Cranio-Facial Pain

(Center for Cranio-facial Pathophysiology , University of Turin)

Publiziert in *Headache* 30 (1990):497-504

Die Autoren untersuchten bei 10 Gesunden und 47 Kopfschmerzpatienten die Wärmeverteilung im Bereich des Gesichtes und beobachteten zusätzlich die Veränderung des Wärmebildes nach 3 minütiger isometrischer Kontraktion der Kaumuskulatur.

Bei fast allen Gesunden fand sich eine symmetrische Verteilung warmer und kalter Zonen im Gesicht. Die Kontraktion der Kaumuskulatur führte mehrheitlich zu einer vermehrten Wärmeabstrahlung.

Bei den Patienten kam es entsprechend der Ursachen der Kopfschmerzen zu differentiellen Verteilungsmustern der Wärmeabstrahlung. Alle Patienten mit Cluster-Kopfschmerz und solche mit chronischer paroxysmaler Hemikranie zeigten eine thermische Asymmetrie. Weniger

als die Hälfte der Patienten mit Trigeminusneuralgie zeigten ein asymmetrisches Verteilungsmuster. Die isometrische Kontraktion der Kaumuskulatur verstärkte die Intensität und die Ausbreitung hyperthermer Zonen bei fast allen Patienten mit Trigeminusneuralgie. Solche "hot spots" sind bei der letztgenannten Krankheitsgruppe meist im Gebiet der maximalen Schmerzempfindung zu finden.

Diese Arbeit unterstreicht den Wert der Thermographie als zusätzliche diagnostische Untersuchung bei Kopf- und Gesichtsschmerzen. Darüberhinaus wird auf die Bedeutung des Tonus der Kaumuskulatur als verursachender und verstärkender Faktor bei Kopf- und Gesichtsschmerzen hingewiesen.

K.Ammer, Wien

4. Thermologisches Symposium in Wien am 25. Mai 1991

veranstaltet von

der Ludwig Boltzmann Forschungsstelle für Physikalische Diagnostik

der Österreichischen Gesellschaft für Thermologie und

der Österreichischen Gesellschaft für Physikalische Medizin, Rehabilitation und Grenzgebiete

mit freundlicher Unterstützung durch die Firmen

Austroplant, Wien

Ciba-Geigy Wien,

HA-SE, Wien und

Kali-Pharma, Klosterneuburg

Beginn 9 Uhr: **Kryotherapie**

Vorsitz: K.Ammer, EFJ.Ring

9.05 **H.Mayr**

Physiologische Reaktionen bei Kältetherapie

9.20 Diskussion

9.25 **E.Ernst, T.Saradeth**

Hämorheologie und Kälte

9.40 Diskussion

9.45 **O.Rathkolb, T.Schartelmüller, L. Hein, K. Ammer**: Hauttemperatur nach Anwendung von Kältepackungen unterschiedlicher Größe und Applikationsdauer

9.55 Diskussion

10.00 **T.Schartelmüller, K.Ammer**: Temperatur von Stickstoffdampf zur Kryotherapie

10.10 Diskussion

10.15 **E.Dachs, T.Schartelmüller, K. Ammer**: Einfluß einer Kaltlufttherapie unterschiedlicher Dauer auf die Hauttemperatur des Kniegelenks

10.25 Diskussion

10.30-10.45 **Kaffeepause**

Beginn 10.45: **Thermographie**

Vorsitz: O.Rathkolb, M.Vujcic

10.50 **H.Thür, H.Mayr**: Reproduzierbarkeit der Messung von Oberflächentemperaturen mit einem Infrarotthermometer

10.57 Diskussion

11.00 **EFJ Ring**: Thermography in Raynaud's phenomenon

11.15 Diskussion

11.20 **M.Vujcic**: Thermographie als Zusatzuntersuchung bei Patienten mit Ischialgie

11.30 Diskussion

11.35 **K.Ammer**: Thermographisch gestützte Diagnose bei Erkrankungen der Hand

11.45 Diskussion

11.50 **A.Kainz, A.Ehn, W.Bily**: Die infrarotthermographische Überprüfung der Effekte der Manipulation bei Blockierungen im Bereich der Wirbelsäule

12.00 Diskussion

12.15 Generalversammlung mit Neuwahl des Vorstandes der Österreichischen Gesellschaft für Thermologie

Tagungsordnung:

Bericht des Präsidenten

Kassenbericht des Kassiers und der Rechnungsprüfer

Entlastung des bisherigen Vorstandes

Neuwahl des Vorstandes

Allfälliges

13.15 Voraussichtliches Ende der Veranstaltung

Kurzfassungen der Vorträge des 4. Thermologischen Symposiums

Physiologische Reaktionen bei Kältetherapie

H. Mayr

Institut für Physikalische Medizin und Rheumaberatungsstelle Sanatorium Hera, Wien

Die Mechanismen der Temperaturregulation bilden die Grundlage für die "therapeutische Physiologie" des lokalen Wärmeentzuges (Kryotherapie).

Ausgehend von der primären Wirkung, der Senkung der Gewebstemperatur (wobei für die Hauttemperatur umfangreiche, für tiefere Gewebsstrukturen, wie Subcutis, Muskulatur und Gelenke nur spärliche Daten vorliegen) wird ein Überblick über die teils bekannten, teils postulierten Sekundärphänomene der Gewebstemperatursenkung an Gefäßen, Muskulatur, Nervenendigungen, -rezeptoren und -fasern, sowie durch sie ausgelösten reflektorischen Fernwirkungen gegeben.

Diese Sekundärwirkungen können, wie gut belegt ist, die Dauer der Temperaturherabsetzung überdauern.

Abschließend werden beispielhaft kontroversielle Befunde bezüglich einzelner Zielsymptome von kryotherapeutischen Anwendungen (Entzündung, Schmerz) dargestellt und die für sie maßgebenden Sekundärphänomene des Wärmeentzuges.

Hämorheologie und Kälte

E. Ernst, T. Saradeth

Klinik Phys. Med. Rehab, AKH Wien

Der menschliche Organismus ist in exzellenter Weise ausgerüstet, Kälte in gewissen Grenzen ohne Schaden zu überleben. Dennoch (oder auch deswegen) kommt es zu tiefgreifenden Reaktionen der unterschiedlichsten Körpersysteme. Somit lag es nahe, zu überprüfen, ob die Blutrheologie ebenfalls eine temperaturabhängige Größe sei. In vitro zeigt die Blutviskosität (wie alle Materialien) eine deutliche Temperaturabhängigkeit. Interessanterweise ist diese beim primären Raynaud offenbar erheblich stärker ausgeprägt als beim Gesunden. In vivo Unterkühlung einer Extremität (wie z.B. als Therapeutikum in der Physiotherapie üblich) induziert dagegen kaum Veränderungen. Größerflächige Unterkühlungen in kalter (24°C), bewegter Luft oder im hypothermen Vollbad (20°C) führen zu einem signifikanten und klinisch relevanten Viskositätsanstieg. Iso- und hyperthermes Vollbad, auf der anderen Seite, induzieren Effekte in der entgegengesetzten Richtung. Ein wichtiger Teilmechanismus dieser rheologischen Antwort auf Kälte könnte der hinlänglich bekannte kälteinduzierte Diureseanstieg sein. Die Relevanz dieser Befunde liegt möglicherweise darin, daß sie eine zwanglose Erklärung bieten für die seit langem bekannte Erhöhung der kardiovaskulären Mor-

talität während kalter Jahreszeiten. Kryotherapeutische Teilanwendungen haben nach unserem Kenntnisstand nur bei Raynaud-Patienten (wo sie natürlich kontraindiziert sind) hämorheologische Konsequenzen.

Hauttemperatur der Lendenregion nach Anwendung von Kältepackungen unterschiedlicher Größe und Applikationsdauer

O.Rathkolb, T.Schartelmüller, L.Hein & K. Ammer

Ludwig Boltzmann Forschungsstelle für Physikalische Diagnostik und Institut für Physikalische Medizin im Hanuschkrankenhaus, Wien

Kältepackungen werden nun vermehrt zur Behandlung rheumatischer Beschwerdebilder eingesetzt. Die Kenntnis thermophysikalischer Kenngrößen, wie Wärmekapazität und Masse der Kältepackung, erlauben es zum Teil, das Ausmaß des Kühleffektes vorauszusagen. Unsere Untersuchung sollte die Frage klären, ob durch lang dauernde Anwendung kleiner Packungen der gleiche Kühleffekt wie bei Applikation von großen Packungen für kurze Zeit zu erzielen ist. Insgesamt wurden 20 Messungen mit vier verschiedenen Größen (240, 288, 690 und 1050cm²) der Kältepackungen apla-retard^R durchgeführt. Die Anwendungsdauer betrug 5, 10, 20 und 40 Minuten bei einer Oberflächentemperatur der Packung von 12°C. Temperaturmessungen wurden mit 6 computergestützten Widerstandsthermometern vorgenommen, die unterhalb der Kältepackung in Höhe des 5. Lendenwirbels, am linken Darmbeinkamm und in Höhe des 5. Brustwirbels plazierte wurden. Ein weiteres Thermometer wurde am Bauch in Höhe des Nabels angebracht. Schließlich kam ein Thermometer auf der Packung zu liegen und das letzte registrierte die Raumtemperatur, die auf 24°C konstant gehalten wurde.

Als Ergebnis dieser Untersuchung fand sich, daß weder mit kleinen noch mit großen Packungen eine maximale Temperaturabsenkung erzielt werden kann. Nach 10 minütiger Kühlung wurde eine durchschnittliche Absenkung der Hauttemperatur um 24°C gefunden. Die Wiedererwärmungszeit war eher Ausdruck der Kühldauer als der Packungsmasse.

Als Schlußfolgerung der Untersuchung kann gesagt werden, daß für eine ausreichende Kühlung die Kühldauer wichtiger erscheint als die Größe der Kältepackung.

Temperatur von Stickstoffdampf zur Kryotherapie

T. Schartelmüller, K. Ammer

Ludwig Boltzmann Forschungsstelle für Physikalische Diagnostik, Hanuschkrankenhaus, Wien.

Die Behandlung mit Kaltgasgeräten, in denen flüssiger Stickstoff durch ein Heizelement zum Verdampfen gebracht wird, wird bei Beschwerden des Bewegungsapparates immer öfter angewandt. Die Angaben über die Temperatur des Stickstoff-Luft-Gemisches gehen weit auseinander, sie reichen von -100 bis -180°C. Es wurde daher versucht, die Temperatur des Kaltgases in verschiedenen Abständen von der Austrittsöffnung zu messen.

Die Messung erfolgte mit dem Thermometer technoterm^R 7200, dessen Temperaturfühler in verschiedenen Abständen auf einer Meßplatte montiert wurde. Nach einer Anlaufzeit von etwa 5' wurden die Messungen unter Veränderung der Heizleistung des Gerätes (in vier Stufen), mit den drei zur Verfügung stehenden Aufsatzdüsen jeweils in den Abständen 0, 10, 20, 30, 40 und 50cm gemessen. Darüberhinaus erfolgten noch einige Messungen direkt an der Tanköffnung des Gerätes, um den Kälteverlust durch den Schlauch auszuschalten.

Insgesamt ergaben die Messungen überraschend hohe Werte. Die niedrigste gemessene Temperatur war -112,9°C direkt an der Öffnung der größten Düse (2cm) bei maximaler Heizleistung. In einer Entfernung von 20cm zur Düse, was in etwa dem minimalen Abstand bei einer Therapie am Patienten entspricht, konnte als tiefster Wert nur mehr -41,7°C protokolliert werden. Lediglich die direkt an der Tanköffnung gemessene Temperatur von -156,2°C (bei max. Heizleistung) erreichte annähernd das Niveau der in der Fachliteratur angegebenen Werte für Kaltgasbehandlungen.

Unter Berücksichtigung der Tatsache, daß diese Messungen unter optimalen Bedingungen (zugfreie Umgebung, nicht bewegter, sondern konstant gerichteter Kaltgasstrahl) stattfanden, scheinen realistische, zur Anwendung gelangende Temperaturen in der Größenordnung von -30°C zu liegen. Durch die kurzen Behandlungszeiten von 1' bis 3' ist die Gefahr von Erfrierungen daher als äußerst gering einzustufen.

Temperatur von Kaltluft zur Kryotherapie und Veränderungen der Hauttemperatur am Kniegelenk nach Kaltluftbehandlung

E.Dachs T.Schartelmüller & K.Ammer

Ludwig Boltzmann Forschungsstelle für Physikalische Diagnostik und Institut für Physikalische Medizin im Hanuschkrankenhaus, Wien

Es wurden zwei Untersuchungsreihen durchgeführt, um die Temperatur im Kaltluftstrom des Kryotherapiegerätes Cadena^R zu beurteilen. Im ersten Teil der Studie wurde die Temperatur in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit und zur Entfernung zwischen Luftdüse und Temperaturmeßgerät gemessen. Hier konnten lediglich innerhalb eines Abstandes von 10cm Temperaturen unter 0°C gemessen werden, wobei die niedrigste Temperatur mit -21.1°C bestimmt wurde.

Im zweiten Teil der Studie wurde die Abkühlung der Haut am Kniegelenk gesunder Probanden nach ein- und zweiminütiger Kühlung mit Kaltluft (Behandlungsabstand 10 cm) mittels einer Infrarotkamera untersucht. Nach einminütiger Kühlung kommt es nach durchschnittlich 27,4 Minuten zur Wiedererwärmung und danach zu einem weiteren Ansteigen der Hauttemperatur bis zu 1,5° C über der Ausgangstemperatur. 80 Minuten nach einer zweiminütigen Kühlung ist noch immer keine vollständige Wiedererwärmung eingetreten. Die Hauttemperatur kann vorübergehend bis auf 16,7°C abgesenkt werden.

Aus dem zweiten Teil der Untersuchung kann geschlossen werden, daß trotz der relativ hohen Temperaturen im Kaltluftstrom eine ausreichende Kühlung mit dem untersuchten Gerät erzielt werden kann.

Reproduzierbarkeit der Messungen von Oberflächentemperaturen mit einem Infrarotthermometer

H.Thür, H.Mayr

Institut für Physikalische Medizin und Rheuma-beratungsstelle, Sanatorium Hera, Wien

Die genaue Feststellung von Hauttemperaturen ist mit der Kontaktthermetrie schwierig und sehr zeitaufwendig. Wir haben deshalb ein Infrarottemperatur-Meßgerät hinsichtlich der Reproduzierbarkeit der Ergebnisse geprüft.

Die Messungen wurden einerseits an einer unbelebten weißen Oberfläche von 25,2°C bei einer Raumtemperatur von 24,7°C nach 30 min Temperaturengleich durchgeführt. 10 Messungen in jeweils 1-minütigen Abständen ergaben bei der Meßgenauigkeit des Gerätes von 0,1 C absolut idente Werte.

Daraufhin wurden unter ähnlichen Meßbedingungen (Raumtemperatur 26,5°C) 14 Meßpunkte und korrespondierende Punkte an der kontralateralen oberen Extremität einer Versuchsperson in 10 Meßdurchgängen in 1-minütigen Abständen gemessen.

Die Varianzanalyse der Meßwerte pro Meßserie fand keinen signifikanten Unterschied der Ergebnisse ($p=1,0$). Der Meßserienvergleich mittels Kruskal-Wallis-Test zeigte ebenfalls, daß die Meßergebnisse ($p=0,9999$) praktisch identisch ausfielen.

Eigenschaften des Gerätes und Erfahrungen, die im Rahmen der Überprüfung der Reproduzierbarkeit hinsichtlich Handhabung zur Erzielung der oben erwähnten ausgezeichneten Reproduzierbarkeit erforderlich sind, werden dargestellt.

Thermography in Raynaud's Phenomenon

E.F.J.Ring,

Royal National Hospital for Rheumatic Diseases, Bath

The description of this condition in 1862 by Raynaud was based on the apparent vascular changes to cold exposure in the extremities. Over the years many investigations have attempted to study skin temperature with thermocouples, especially over fingers. Modern infra red detectors and imaging systems are the most efficient way to measure skin temperature without contact.

A standardised cold stress test devised at bath in 1975 has been used continuously since. The test is performed in a room at 22-24° C. After resting for 15 min a thermal image is recorded of dorsal hands. Then a 60 sec immersion in water at 20°C follows (using plastic gloves). The hands are rested level for a further 10 min for the "recovery thermogram". Temperature gradient is calculated from wrist to fingers and an index is based on this. Severe Raynaud's has an index of -12° while normal is +2 to -3°. The test has been applied to controls, rheumatoid, Raynaud's and skleroderma patients. Some drug therapies have also been tested in clinical trials.

The procedure can be carried out with an inexpensive radiometer but is less convenient.

Thermographie als Zusatzuntersuchung bei Patienten mit Ischialgie

M.Vujcic

Dom Zdravlja, 54000 Osijek, Jugoslawien

Bei Gesunden zeigt die thermographische Darstellung der unteren Extremitäten eine symmetrische Temperaturverteilung. Hingegen kann

eine Ischialgie aufgrund einer radikulären Reizung in jedem Teil des Beins eine Temperaturasymmetrie verursachen. Diese Beobachtung wird durch zahlreiche Arbeiten in der medizinischen Literatur gestützt. Einige Autoren berichten über regelmäßig nachweisbare Temperaturverteilungsmuster im Bereich der Lendenwirbelsäule bei radikulären Irritationen. Trotzdem gibt es bislang keinen gesicherten Zusammenhang zwischen den veränderten Temperaturverteilungsmustern und jenen pathologischen Prozessen, die als ursächlich für die thermographisch erhebbaren Veränderungen angesehen werden. Darüberhinaus verneinen einige Autoren, daß der Thermographie irgendeine diagnostische Bedeutung bei Patienten mit Ischialgie oder Schmerzzuständen im Bereich des Nackens und der Gelenke zukommt.

Folgende Zielvorstellungen lagen meiner Untersuchung zugrunde:

- 1.) Es sollten die Veränderungen des Wärmebildes bei Patienten mit Ischialgie mit einer Infrarotkamera erhoben werden.
- 2.) Es wurde versucht, eine Korrelation zwischen der klinischen Symptomatik und typischen Wärmeverteilungsmustern im Bereich des Rückens bzw. der unteren Extremität herzustellen.

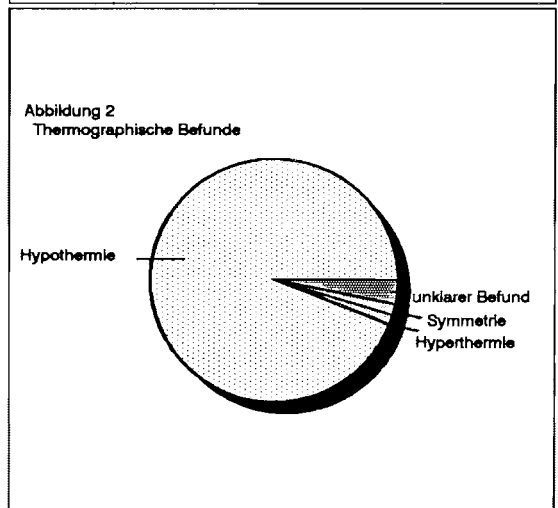
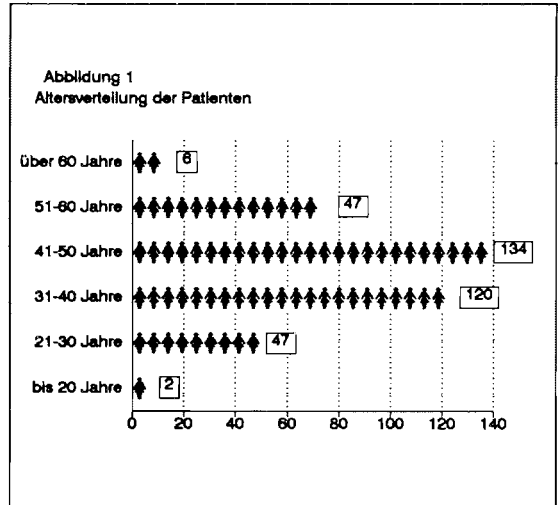
Insgesamt wurde bei 400 Patienten, die von Hausärzten oder Fachärzten für physikalische Medizin wegen Ischialgie überwiesen worden waren, eine Infrarotthermographie des Rückens und der unteren Extremitäten durchgeführt. Darüberhinaus führte eine Rheumatologin eine genaue klinisch-physikalische Untersuchung dieser Körperregionen durch.

Die Thermographie wurden mit einer Agema 780 Infrarotkamera durchgeführt, nachdem die entkleideten Patienten 15 Minuten lang an die Raumtemperatur (18-21°C) akklimatisiert worden waren. Die klinisch-physikalische Untersuchung erfolgte nach der Thermographie. Zusätzliche Röntgenuntersuchungen wurden bei den meisten Patienten vorgenommen.

Entsprechend den Angaben von Wexler wurde ein Temperaturunterschied von 1°C und mehr als pathologisch beurteilt, wenn diese Differenz in zumindestens 25% einer anatomischen Region nachweisbar war.

Abbildung 1 zeigt die Altersverteilung der Patienten mit Ischialgie, wobei der größte Teil zwischen 30 und 50 Jahre alt war.

Abbildung 2 zeigt die thermographischen Befunde dieser Patienten. Der weitaus größte Teil, (376 Pat) zeigte hypotherme Zonen am symptomatischen Bein. Lediglich in 5 Fällen war eine Temperaturerhöhung an der erkrankten Seite zu sehen. 6 Patienten boten ein symmetrisches Wärmebild und bei 13 weiteren Personen konnte das Thermogramm wegen des Vorhandenseins ausgeprägter Beinvarizen nicht beurteilt werden.



geprägter Beinvarizen nicht beurteilt werden.

Auf Grund dieser Untersuchung ergeben sich folgende Schlußfolgerungen:

- 1.) Die Thermographie kann bei der Diagnose einer Ischialgie durch die Dokumentation einer Veränderung des Wärmebildes bei nahezu allen Patienten behilflich sein.
- 2.) Die Thermographie ist geeignet den Krankheitsverlauf zu dokumentieren. Da eine Besserung des Beschwerdebildes von einer Verkleinerung des veränderten Wärmebildes begleitet ist, liefert diese Technik zusätzliche Information bei der Beurteilung der Arbeitsfähigkeit.
- 3.) Die Thermographie bietet damit eine Zusatzinformation über Bandscheibenläsionen, ohne eine notwendige Voraussetzung für diese Diagnosestellung zu sein.
- 4.) Thermographische Asymmetrien im Bereich der Lendenwirbelsäule können wesentlich seltener eindeutig interpretiert werden als Temperaturasymmetrien an den Beinen.
- 5.) Oberflächliche Varizen der Beine erschweren deutlich die Beurteilung der thermographischen Veränderungen bei Patienten mit Ischialgie.

Thermographisch gestützte Diagnose bei Erkrankungen der Hand

K.Ammer

Ludwig Boltzmann Forschungsstelle für Physikalische Diagnostik, Wien

Bei einer Reihe von Erkrankungen, die sich an der Hand manifestieren, kann die Thermographie zusätzliche Informationen liefern. Allerdings kann sie ebensowenig wie andere funktionsorientierte, bildgebende Verfahren eine Artdiagnose stellen. Das bedeutet, daß auch typische Veränderungen im Thermogramm nur in Zusammenschau mit der klinischen Symptomatik eine Diagnosefindung ermöglichen. Damit liegt eine der wesentlichen Stärken der Thermographie in der Befunddokumentation und in der Verlaufskontrolle.

Die chronische Polyarthritis, der M.Sudeck, das Raynaud-Phänomen und Tendovaginitiden werden mit typischen Thermogrammen dargestellt. Kompressionssyndrome peripherer Nerven zeigen nur bisweilen typische Muster der Wärmeverteilung, sodaß der Thermographie bei diesen Krankheitsbildern nur ein geringer diagnostischer Wert zukommt.

Die infrarotthermographische Überprüfung der Effekte der Manipulation bei Blockierungen im Bereich der Wirbelsäule.

A.Kainz, A.Ehn, W.Bily

Institut für Physikalische Medizin im Wilhelminenspital, Wien

Funktionelle Blockierungen im Bereich der Hals-, Brust- und Lendenwirbelsäule sowie der Rippengelenke führen in Folge der neurohumoralen Verschaltungen und des veränderten Metabolismus zur Beeinflussung der Mikrozirkulation und somit zur Veränderung der Oberflächentemperatur der Haut (4,5).

Als Ausdruck von Störungen des Achsenorgans können im Infrarot-Thermogramm des Rückens asymmetrische Temperaturverläufe nachgewiesen werden (1,3). Je nach Art der Störung und der Genese kann es einerseits zu monosegmental begrenzter Verringerung der Hautdurchblutung oder zu regionalen Hyperthermien (2) kommen. Die Überprüfung des Effektes der Manipulation im Bereich der Wirbelsäule erfolgte an 24 Patienten beiderlei Geschlechts im Alter von 18 bis 56 Jahren.

Bei den Blockierungen handelte es sich vorwiegend um Blockierungen der Brustwirbelsäule und Störungen im Bereich der Rippenwirbelsäule.

Als Vergleich zu erfolgreich durchgeführten Ma-

nipulationen wurde bei einer Kontrollgruppe die Einstellung unsachgemäß gehandhabt, der Bewegungsablauf wurde jedoch beibehalten.

Die Aufzeichnung erfolgte mit einer computer-gestützten Infrarot-Thermographieanlage der Marke AGA. Die Registrierungen der Oberflächentemperatur des Rückens erfolgte unmittelbar vor und sofort nach der durchgeführten Manipulation.

Erfolgreich durchgeführte Manipulationen führen zu einer sofortigen Veränderung des thermographischen Bildes, wobei es zu einer signifikanten Erniedrigung der Hauttemperatur (durchschnittlich um $0,38^{\circ}\text{C}$) nicht nur im Manipulationsbereich, sondern auch reflektorisch in caudal davon gelegenen Abschnitten des Rückens kommt.

Erfolglos verlaufene Manipulationen und bewußt schlechte Einstellungen des zu manipulierenden Gelenkes zeigen in allen untersuchten Fällen aufgrund der lokalen Irritation einen Anstieg der Oberflächentemperatur um durchschnittlich $0,28^{\circ}\text{C}$.

Literatur:

- 1.) Ammer K: Thermographisch gestützte Diagnostik bei Patienten mit Rückenschmerzen. *ThermoMed* 6 (1990):88
- 2.) Dubrianova J: Die thermographische Objektivierung der Wirkung der reflextherapie bei schmerzhaften Zuständen der HWS. *Manuelle Medizin* 24 (1986):60-64
- 3.) Engel JM: Quantitative Thermographie in der Diagnostik und Therapiekontrolle der manuellen Medizin. *Manuelle Medizin* 20 (1981): 36-43
- 4.) Kirsch KA: Physiology of Skin-Surface Temperature in: Engel JM, U.Flesch, G.Stüttgen (ed): *Thermological Methods*, VCH, Weinheim (1985), 1-10
- 5.) Wolff H-D: *Neurophysiologische Aspekte der manuellen Medizin*. Springer, Berlin (1983)

Veranstaltungskalender

Berlin, 22.-23.5.91

10.Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Thermologie
MedTech 91 Berlin - Intern. Congress
Centrum-ICC

Wien, 25.5.91

4.Thermologisches Symposium der
Österreichischen Gesellschaft für Thermologie,
SAS Hotel, Weihburggasse 32,
A-1010 Wien

Bad Nauheim, 31.5.-2.6.1991

Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Thermographie 1991

Budapest, 5.-7.6.91

7th Conference on Thermogrammetry
and Thermal Engineering
House of Technology, Budapest

Bath, 5.-6.6.91

Symposium "Recent Advances in Electrotherapy"
Royal National Hospital for Rheumatic Diseases, Bath

Bath, 7.6.91

Symposium der British Society of Thermology "Thermography and Rheumatology"

Budapest, 30.6.-5.7.91

12. EULAR Kongreß,
Sportpalast Budapest

Gent, 27-29.8.1992

International Congress of Thermology
Thermal Imaging and Temperature Monitoring