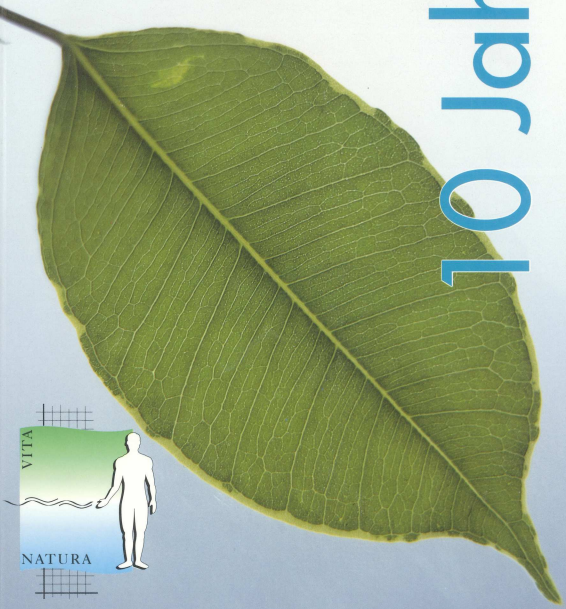


1984
1994

10 Jahre



VITA

NATURA



INSTITUT FÜR ERFORSCHUNG VON BEHANDLUNGSVERFAHREN FÜR
NATÜRLICHEN HEILMITTELN

Bad Füssing

FESTBROSCHÜRE ZUM 10-JÄHRIGEN
BESTEHEN DES INSTITUTS ZUR
ERFORSCHUNG VON BEHANDLUNGS-
VERFAHREN MIT NATÜRLICHEN
HEILMITTELN E.V. BAD FÜSSING

**10 JAHRE INSTITUT ZUR
ERFORSCHUNG VON
BEHANDLUNGSVERFAHREN
MIT NATÜRLICHEN
HEILMITTELN e. V.
BAD FÜSSING 1984-1994**

Herausgegeben vom
Forschungsinstitut
Bad Füssing

IN JAHRE 1994
KURZWEILIG
HEILMITTEL
BAD FÜSSING

Herausgeber:

Institut zur Erforschung von Behandlungsverfahren mit natürlichen
Heilmitteln e.V. Bad Füssing 1994

Grußwort des 1. Bürgermeisters Franz Gnan

Sehr geehrte Damen und Herren,
liebe Freunde und Förderer des Instituts zur Erforschung von Behandlungsverfahren mit natürlichen Heilmitteln e. V.

Immer wieder wurde in der Vergangenheit von maßgebenden Stellen bedauert, daß die Kurortmedizin in der öffentlichen Meinung bei weitem nicht so angesehen ist, wie es ihrer großen gesundheitspolitischen Bedeutung zweifellos zusteht.

Gerade Bad Füssing als führendes europäisches Heilbad, dessen schwefelhaltiges Thermalmineralwasser und das damit verbundene medizinisch-therapeutische Behandlungsspektrum überdurchschnittliche Heilerfolge vorweisen kann, ist hier besonders gefordert. Um wissenschaftlich zu fundieren, daß die Kurortmedizin keine Alternative zum niedergelassenen Arzt oder zur Akutklinik ist, sondern eine sinnvolle Ergänzung des Therapieplanes mit eigenen Therapieschwerpunkten im Rahmen eines längerfristigen optimalen Behandlungskonzeptes darstellt, wurde vor 10 Jahren dieses Institut in Bad Füssing gegründet.

Dank des großen Engagements und der hohen Sachkenntnis der Vorsitzenden Dr. Rolf Haizmann und Dr. Karl Dettenkofer,

des wissenschaftlichen Beirates und der Mitglieder konnte durch das Institut der allgemeine Kenntnisstand über die wissenschaftlichen Grundlagen und die therapeutischen Erfolge der Kurortmedizin entscheidend verbessert werden, wobei das Bad Füssinger Thermalwasser stets im Mittelpunkt der Überlegungen steht.

Die vorliegende Sammlung der bisher fertiggestellten, wissenschaftlichen Arbeiten und Untersuchungen - eine wertvolle und unverzichtbare Dokumentation der bisher geleisteten Institutsarbeit - trägt unter anderem dazu bei, die vielfach unnötigen Diskussionen über den Kurbereich zu versachlichen.

In diesem Sinne wünsche ich im Interesse der Zukunft Bad Füssings dem Institut mit all seinen Organen auch weiterhin den Elan und das Engagement der Vergangenheit, damit die Effektivität und Effizienz ambulanter und stationärer Kumaßnahmen ihren festen, unverzichtbaren Stellenwert im Kurgeschehen behält und somit den hartnäckigen notorischen Kritikern der Kur der Wind aus den Segeln genommen wird.

Franz Gnan

1. Bürgermeister

VORWORT

In den Jahren 1952 und 1953 betreute das Balneologische Institut der Universität München, das vom Bayerischen Staatsministerium für Unterricht und Kultus 1950 gegründet und zu dessen Leitung die Professoren Dr. Gottfried Boehm und Dr. Walter Souci bestellt worden waren, eine Außenstelle im Thermalbad Füssing. Die Aufgabe dieser Außenstelle, die mit einem Arzt, einer medizinisch-technischen Assistentin und 2 Krankengymnastinnen besetzt war und von der damaligen Besitzerin der jetzigen Therme I, der Bayerischen Mineralindustrie AG unter Direktor Gundermann finanziell getragen wurde, bestand vor allem in der klinischen Überprüfung der Wirksamkeit dieser Therme. Das Ergebnis dieser Untersuchungen wurde 1954, als vor 40 Jahren, in der Münchner Medizinischen Wochenschrift veröffentlicht und diente später bei der Anerkennung von Füssing als Heilbad zur Aufstellung der Indikationen und Kontraindikationen.

Vor 10 Jahren wurde das Institut zur Erforschung von Behandlungsverfahren mit natürlichen Heilmitteln e.V. von der Gemeinde Bad Füssing unter ihrem Bürgermeister Franz Gnan eingerichtet. Der Gründung gingen viele Überlegungen und Besprechungen mit dem früheren Bürgermeister Max Frankenberger, der leider vor 2 Jahren verstorben ist, voraus. Das Institut sollte der bis dahin sporadisch durchgeführten Forschungsarbeit erneut Kontinuität verleihen und der Entwicklung neuer therapeutischer Konzepte dienen.

Aus dem Weiler Füssing war inzwischen eines der größten Heilbäder Europas geworden. Mit der Entfaltung Füssings in architektonisch-baulicher und wirtschaftlicher Hinsicht hat sich auch der kurortmedizinische Bereich in diesen letzten 40 Jahren nachhaltig erweitert. Daran waren nicht nur örtliche Faktoren, sondern auch allgemeine Entwicklungen ursächlich beteiligt. So hat sich z.B. die Altersstruktur unserer Bevölkerung insgesamt und damit auch die Zusammensetzung der Patientenkollektive in den Kurorten verändert. Gleichzeitig war ein Panoramawandel der Krankheitsbilder eingetreten, der neue Untersuchungsmethoden und neu angepasste therapeutische Regime nach sich zog. Auch stellte die medizinische Rehabilitation und der Nachweis ihrer Wirksamkeit hohe Anforderungen an die Kurortforschung.

Die Vielfalt der Probleme und deren wissenschaftliche Aufarbeitung spiegelt sich in den Veröffentlichungen der vorliegenden Schrift sicher nur unvollkommen wider; aber der Bericht gibt Rechenschaft über die Tätigkeit und Produktivität des Institutes. Am wissenschaftlichen Erfolg haben nicht nur die Autoren und Referenten teil, sondern ganz überwiegend die Leiter des Institutes: von der Gründung bis 1989 Dr. Rolf Haizmann und von 1989 bis jetzt Dr. Karl Dettenkofer und nicht zuletzt der wirtschaftliche Träger des Institutes, die Gemeinde Bad Füssing.

Prof. Dr. med. H. Drexel

VORWORT

Unter Federführung der Gemeinde Bad Füssing und des Zweckverbandes Bad Füssing wurde nach sorgfältiger Vorbereitung am 08.11.1984 unter Beteiligung namhafter Institutionen und Persönlichkeiten ein Institut zur Erforschung von Behandlungsverfahren mit natürlichen Heilmitteln e.V. gegründet.

Vorrangige Aufgabe der Forschungsarbeit ist, die Kenntnisse der ortsspezifischen Gegebenheiten, vor allem der 56° warmen Bad Füssinger Thermalquelle zu vertiefen sowie die speziellen Behandlungsverfahren der Bewegungstherapie im Rahmen von Prävention und Rehabilitation, insbesondere in Kombination mit den natürlichen Heilmitteln, auf eine breitere wissenschaftliche Grundlage zu stellen.

Anlässlich des 10-jährigen Bestehens des Bad Füssinger Forschungsinstituts wurde die langgehegte Absicht verwirklicht, die bisherigen Forschungsergebnisse der vom Institut geförderten Arbeiten in einer Broschüre herauszugeben und auf diesem Weg der interessierten Öffentlichkeit zugänglich zu machen.

Die Forschungsarbeiten erscheinen teils ungekürzt als Originalarbeit, teils als kurze Zusammenfassung bisheriger Ergebnisse, ergänzt durch die vom Institut geförderten Dissertationen, die allerdings nur als Titel und Zusammenfassung übernommen worden sind, da sie im Original den Rahmen der Broschüre gesprengt hätten.

Zahlreiche Arbeiten geben Grundlagenforschung wieder, für den Laien wenig spektakulär, für öffentlichkeitswirksame Forschung aber unverzichtbare Basis.

Mein Dank gilt Herrn F. Gnan, dem Bürgermeister der Gemeinde Bad Füssing und Herrn S. Schenk, dem Vorsitzenden des Zweckverbandes, die die Hauptlast des Forschungsetats tragen, Herrn Direktor Haltenberger von der LVA Niederbayern/Oberpfalz, den Gründungsvätern des Instituts, allen voran dem früheren Bürgermeister Herrn Max Frankenberger und dem ersten Leiter des Instituts Herrn Dr. Rolf Haizmann, den wissenschaftlichen Vätern des Instituts Herrn Prof. H. Drexel und Herrn Dr. D. Eichelsdörfer und nicht zuletzt Herrn Dr. Graf Waldburg-Zeil für die großzügige Überlassung der Räumlichkeiten der Klinik Niederbayern.

Schließlich möchte ich Herrn Prof. W. Schnizer danken, der zahlreiche Arbeiten durchführte bzw. federführend begleitete und mir bei der Zusammenstellung der vorliegenden Beiträge mit Rat und Tat zur Seite stand.

Dr. med. K. Dettenkofer

Inhaltsverzeichnis

Vorläufiges ärztliches Gutachten über die therapeutischen Möglichkeiten und klinischen Erfolge des Thermalbades Füssing	13
--	-----------

K. W. Schnelle, H. Drexel

Entstehung, Zusammensetzung und Nutzung des Bad Füssinger Heilwassers	16
--	-----------

D. Eichelsdörfer

Forschungsarbeiten 1984 bis 1994

Untersuchungen der Persönlichkeitsstruktur von Kurpatienten zur Validierung des allgemeinen, somatischen Kureffektes	23
---	-----------

I. Magyarosy, K. L. Resch, C. Lotterschmid, H. Gall, P. Wälchli, O. Knüsel, R. Engel

Persönlichkeitsorientierte Befragung von Kurpatienten zur Akzeptanz, Compliance und zum Behandlungserfolg bei kurörtlicher physikalischer Therapie	34
---	-----------

I. Magyarosy, K. L. Resch, C. Lotterschmid, R. Engel, K. Dettenkofer, J. Kleinschmidt, E. Senn

Strukturanalyse der Klientel einer Rehabilitationsklinik am Kurort	45
---	-----------

R. Haizmann

Langzeiteffekt stationärer Heilverfahren am Kurort bei Erkrankungen des Bewegungsapparates aus sozialmedizinischer Sicht	52
---	-----------

W. Irlacher, R. Haizmann

Ergebnisse der Schwefelforschung	65
---	-----------

H. G. Pratzel

Untersuchungen über die Wirkung der Füssinger Therme II auf die Speichel- und Harn-Fluorid-Konzentration	81
---	-----------

G. Hildebrandt, G. Gundermann, Chr. Gutenbrunner

Neue Aspekte zur Entstehung der Badietiurese	95
---	-----------

W. Schnizer, A. L. Gerbes, R. M. Arendt

Bad- und Nierenfunktion. Das Verhalten der Kreatinin-Clearance im Vollbad	161
--	------------

W. Schnizer, B. Galler, H. Schelshorn, K. Dettenkofer, J. Lindner

Endokrine Badereaktionen. Physiologische Grundlagen eines Immersionstrainings.	170
---	------------

W. Schnizer, B. Galler, H. Schelshorn, J. Lindner, A. L. Gerbes, K. Dettenkofer

Die hormonelle Reaktion im Vollbad. Untersuchungen zu Beginn und am Ende eines stationären Heilverfahrens mit bäderbedontem Kurregime	187
B. Galler (Dissertation)	
Die hormonelle Reaktion im Vollbad. Untersuchungen an Grenzwerthypertonikern während eines stationären Heilverfahrens	191
H. Schelshorn (Dissertation)	
Tageszeitliche Abhängigkeit hormoneller Reaktionen sowie der Herzkreislauffunktion im Saunabad	195
A. Stoeckicht (Dissertation)	
Sofort- und Spätwirkung von Kohlensäure- und Thermalwasserbädern unterschiedlicher Temperatur auf Blutdruck- und Herzfrequenz bei Grenzwerthypertonikern	199
B. Binder-Irlacher (Dissertation)	
Elektromyographische Untersuchungen zur Wirkungsweise von Moorpackungen auf die Rückenmuskulatur	203
K. L. Resch, I. Magyarosy, K. H. Krause, W. Guggemos, D. Pongratz, E. Ernst, E. Senn	
Einfluß von Kälteanwendungen auf das Oberflächen-EMG-Muster der Rückenmuskulatur	211
I. Magyarosy, K. L. Resch, I. Utzschneider, K. H. Krause	
Untersuchungen zur Effektivität der Bewegungstherapie durch verschiedene klimatische Bedingungen, speziell in der Kombination mit Abkühlung	221
A. Schuh, W. Schnizer	
Gelenksbeweglichkeit im Verlauf von stationären Kuren in Bad Füssing	231
J. Kleinschmidt, E. Holzapfel, K. Dettenkofer	
Längsschnittuntersuchungen zur Gelenk- und WS-Motilität bei Arthrosepatienten im Verlauf von Kuren mit kombinierten Therapiemaßnahmen in Bad Füssing	235
E. Holzapfel (Dissertation)	
Der Mobi-Test als Beweglichkeits-Check im Kurverlauf	239
J. Kleinschmidt	
Rehabilitationserfolg nach Totalendoprothese der Hüfte	245
W. Irlacher (Dissertation)	
Objektiver Nachweis des Trainingseffekts einer speziellen Rollbrettgymnastik im Rahmen eines vierwöchigen Kurprogramms	248
S. Fürst (Dissertation)	
Ozontherapie bei Patienten mit peripheren arteriellen Verschußkrankheiten	251
J. Kleinschmidt	

Ärztliches Gutachten

über

die therapeutischen Möglichkeiten und klinischen Erfolge

des **Thermalbades Füssing**

in der Zeit vom 01.03.1952 bis 31.07.1953.

Ausgeführt von der

medizinischen und klimatologischen Abteilung

des

Balneologischen Institutes bei der Universität München

Für die Begutachtung verantwortlich:

Dr. med. K. W. Schnelle

Dr. med. H. Drexel

München, den 7. November 1953

Zusammenfassung

Nach einer Literaturübersicht über die bisher bekannten Wirkungsfaktoren von Schwefelthermen werden die örtlichen Voraussetzungen für die Durchführung von Badekuren im Thermalbad Füssing besprochen. Eine tabellarische Übersicht der statistischen Erfolgsbeobachtung, die wegen der fehlenden Ein- und Zweijahreskontrollen nur bedingt Gültigkeit hat, wird nach Krankheitsgruppen geordnet vorgelegt. Auf Grund dieser Auswertung und unter Mitverwertung der in Füssing gemachten ärztlichen Erfahrungen kann ein vorläufiges Gutachten dahingehend erstellt werden, daß die Therme Füssing geradezu ideale Voraussetzungen für die Behandlung einer Reihe von Erkrankungen bietet und dabei gute Erfolge erwarten läßt. Darunter fallen in erster Linie Lähmungen, vor allem postpoliomyelitische Lähmungen, Neuritiden und Neuralgien, Bandscheibenerkrankungen (mit Einschränkungen), Arthrosen und Spondylosen, periphere Durchblutungsstörungen, gewisse Hautkrankheiten und schließlich auch noch rheumatische Erkrankungen der Muskeln und Gelenke.

Daß bei rheumatischen Erkrankungen und gynäkologischen Affectionen bis jetzt die Erfolge noch nicht überzeugend sind, wird zum Teil auf die fehlende Möglichkeit stationärer Behandlung zurückgeführt. Viele dieser Kranken wurden kombinierten Behandlungsmethoden zugeführt, wobei die Unterwassergymnastik und Unterwasser-Strahlmassagen, Wechselfuschen, Teil- und Überwärmungsbäder neben Bindegewebs- und Handmassagen eine breiten Raum einnahmen.

Dr. H. Drexel

Dr. K. W. Schnelle

Entstehung, Zusammensetzung und Nutzung des Bad Füssingers Heilwassers

(Dr. Dieter Eichelsdörfer)

Die Herkunft des Bad Füssinger Thermalwassers, das durch drei Tiefbohrungen erschlossen wurde, steht in ursächlichem Zusammenhang mit großräumigen Ablagerungen aus Meeresüberflutungen, die insbesondere im Jurazeitalter die ehemalige, heute in über 1000 m Tiefe liegende Landoberfläche überdeckt haben, und beim Rückzug des Meeres mehrere 100 Meter mächtige Schichten aus Malm-Kalkmergel und Malmkalk hinterließen. Durch starke Verwitterungen sind damals in diesen Gesteinsschichten tiefgründige Klüfte entstanden, in denen jetzt die Thermalwässer des niederbayerischen Sedimentationsraumes zirkulieren, der heute im Gebiet von Bad Füssing von über 1000 m mächtigen tonigen, sandigen und mergeligen Ablagerungen überdeckt wird. Die Erschließung dieser Thermalwässer erfolgte Ende der dreißiger Jahre im im Raume von Bad Füssing und auch Bad Birnbach durch Tiefbohrungen, die ursprünglich zur Erkundung von Erdöllagerstätten niedergebracht wurden. Das damals erschlossene Thermalwasser wurde jedoch erst nach dem zweiten Weltkrieg zu Badezwecken genutzt.

Während die hohe Temperatur der Thermalwässer auf die Erdwärme zurückzuführen ist (die Temperatur der oberen Erdschichten nimmt bekanntlich je 100 Tiefenmeter im Durchschnitt um 3°C zu), geht die mineralische Zusammensetzung auf Reste des in den Poren verschiedener Sedimentationschichten noch vorhandenen ehemaligen Meerwassers zurück, insbesondere der Gehalt an Natriumchlorid, das unter der Bezeichnung Kochsalz bekannt ist. Die Mineralisation des Bad Füssinger Thermalwassers ist insgesamt gesehen das Ergebnis sehr komplexer chemischer und biogener Prozesse, die in den vom Wasser durchdrungenen und durchflossenen über 1000 m mächtigen Gesteinsschichten ablaufen.

Auszug aus der großen Heilwasseranalyse

(von Akad. Direktor Dr. Dieter Eichelsdörfer, Institut für Wasserchemie und Chemische
Balneologie der Technischen Universität München)

Wassertemperatur: 56 ° C

pH -Wert: 7,7

In einem Liter Wasser sind enthalten:

Kationen	Masse mg	Äquivalente mmol	Äquivalente %
Natrium (Na ⁺)	302,5	13,16	86,85
Kalium (K ⁺)	17,0	0,435	2,87
Magnesium (Mg ²⁺)	3,80	0,313	2,07
Calcium (Ca ²⁺)	24,8	1,238	8,17
Eisen (Fe ^{2+/3+})	0,16	<u>0,006</u>	<u>0,04</u>
Summe:		15,15	100,00

Anionen			
Fluorid (F ⁻)	6,19	0,326	2,14
Chlorid (Cl ⁻)	165,3	4,663	30,55
Hydrosulfid (HS ⁻)	2,80	0,085	0,56
Sulfat (SO ₄ ²⁻)	8,04	0,167	1,09
Hydrogencarbonat (HCO ₃ ⁻)	<u>611,2</u>	<u>10,02</u>	<u>65,66</u>
Summe:	1142	15,26	100,00

Gasförmige Stoffe		Millimol mmol
freies Kohlenstoffdioxid (CO ₂)	36,3	0,825 ± 18,36 ml bei 0° C und 1013 mb
Schwefelwasserstoff (H ₂ S)	0,51	0,015 ± 0,33 ml bei 0° C und 1013 mb

Die *Gesammineralisation* des Wassers überschreitet den für Heilquellen geforderten Mindestwert von 1000 mg/l gelöster Feststoffe deutlich. Bei den Einzelbestandteilen ist unter den Kationen das *Natrium* mit 86,7 Äquival.-% vorwiegend; bei den *Anionen* dominieren das *Hydrogencarbonat* mit 65,7 Äquival.-% und das *Chlorid* mit 30,6 Äquival.-%. An wertbestimmenden Einzelbestandteilen, die die in den "Begriffsbestimmungen für Kurorte, Erholungsorte und Heilbrunnen" des Deutschen Bäderverbandes vorgegebenen Mindestwerte überschreiten, sind das *Fluorid-Ion* und der *Sulfidschwefel* zu nennen. Ein weiteres Merkmal des Bad Füssinger Heilwassers ist die hohe *Temperatur* am Austrittsort (Brunnenkopf) von 56°C, die den für die Bezeichnung Thermalwasser oder Thermalquelle bzw. Therme festgelegten Mindestwert von 20°C erheblich überschreitet.

Unter Berücksichtigung der Zusammensetzung und der Quelltemperatur kann das Füssinger Heilwasser nach der zur Zeit gültigen balneologischen Heilquellen-Nomenklatur als

"Fluorid- und schwefelhaltiges Natrium-Chlorid-Hydrogencarbonat-Thermalwasser"

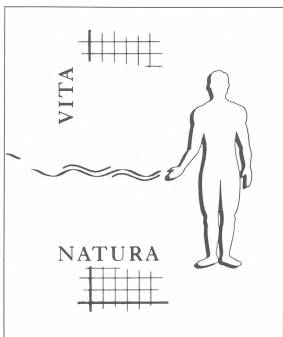
bezeichnet werden.

Die Anwendung des Bad Füssinger Thermalwassers findet überwiegend in Therapie- und Bewegungsbädern in Hallen- und Freibekenanlagen statt. Daneben wird es in Form von Wannenbädern verabreicht, bei denen der sauerstoffempfindliche Sulfidschwefel während der Badedauer weitgehend erhalten bleibt. Das Thermalwasser wird z.T. auch für Unterwassermassagen und Streckungsbäder verwendet.

FORSCHUNGSARBEITEN

1984 - 1994

Bad Füssing



**UNTERSUCHUNGEN DER PERSÖNLICHKEITSSTRUKTUR
VON KURPATIENTEN ZUR VALIDIERUNG DES
ALLGEMEINEN, SOMATISCHEN KUREFFKTES.**

Magyarosy I, Resch KL, Lotterschmid C, Gall H, Wälchli P, Knüsel O, Engel R

Einleitung

Die klinischen Erfahrungen zeigen, daß gewisse Persönlichkeitsmerkmale der Kurpatienten in enger Beziehung zu ihren somatischen Befunden stehen. Durch kurbedingte Verbesserung des Beschwerdebildes kommt es oft auch zur Verbesserung des psychischen Status. Es wird daher angenommen, daß Persönlichkeitsstrukturen bzw. ihre Änderungen im Laufe der Kurtherapie einen Indikator für den empirisch wohlbekanntem, jedoch kaum verifizierbaren allgemein somatischen Kureffekt darstellen könnten. In einer umfangreichen Fragebogenaktion wurde nach Indizien für diese Hypothese gesucht.

Methoden

Bei Patienten, die entweder offene Badekuren absolvierten (Bad Füssing, n=81) oder sich stationär in Kurkliniken einer Badekur unterzogen (Bad Zurzach/Schweiz, n=38) wurden Befragungen mittels zweier verschiedener Fragenkataloge durchgeführt. Der erste Fragebogen enthielt Fragen bezüglich der Akzeptanz und Wertung der Kur seitens des Patienten. Beim zweiten Fragenkatalog handelt es sich um den psychologischen Standardtest MMPI (Minnesota Multiphasic Personality Inventory/Version Saarbrücken, Tab. 1). Die Befragungen fanden jeweils bei Kurbeginn und zum Kurende statt. Die Auswertung des MMPI erfolgte in der testpsychologischen Abteilung der Psychiatrischen Klinik der LMU München. Die kurbetreffenden Fragen wurden in unserem Institut statistisch ausgewertet und mit den Ergebnissen des Persönlichkeitstests in Beziehung gesetzt.

Ergebnisse

- Die Auswertung des Fragenkomplexes bezüglich der individuell empfundenen Schmerzintensität des Patienten (Schmerzscore) ergab, daß die durchschnittliche Schmerzintensität bei Kurbeginn höher lag als bei Kurende. Angaben wie z.B. "mäßige" und "starke" Schmerzen waren bei Kurbeginn quantitativ häufiger als bei Kurende (Abb. 1).
- Der MMPI-Test bei Kurbeginn ergab an zwei verschiedenen Kurorten jeweils ein durchschnittliches Persönlichkeitsprofil der Kurpatienten. Die Profilparameter lagen im Normbereich. Es zeichnete sich lediglich eine leichte Erhöhung der Hd-, D- und Hy-Werte ab. Es ergaben sich keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen Männern und Frauen (Abb. 2 und Abb. 3).
- Der Vergleich der Persönlichkeitsprofile bei Kurbeginn und Kurende ergab zum Teil statistisch signifikante Unterschiede, insbesondere in den Skalenwerten der Trias Hd, D, Hy und in der Skala PA (Abb. 3).
- Die bis jetzt vorliegenden Ergebnisse des MMPI-Tests lassen auf gewisse Unterschiede in den Persönlichkeitsprofilen von Patienten mit geringer bzw. hoher Schmerzintensität schließen. Verändert sind insbesondere die für die Testauswertung wichtigen Skalenwerte der Trias Hd, D, Hy (Abb. 4).

Tab. 1: Die 13 Standardskalen des MMPI

Skala	Bezeichnung	Typische Interpretation erhöhter Skalenwerte
L	Validitätsscore	Abstreifen von "üblichen" kleine Fehlern, "Scheinheiligkeit"
F	Validitätsscore	Profil hat zweifelhafte Validität, offenes Eingestehen besonders vieler seltener Symptome
K	Validitätsscore	starke Abwehrhaltung, kaum soziale oder emotionale Probleme
HD	Hypochondrie	Zahlreiche somatische Beschwerden
D	Depression	depressiv
HY	Hysterie	unreif, egozentrisch, fordernd
PP	Psychopathie	nonkonformistisch, widerstreitend
MF	männl./weibl.	männl.: künstlerische, evtl. feminine Interessen Interessenrichtung; weibl.: tatkräftig, aktiv
PA	Paranoia	mißtrauisch, nachtragend
PT	Psychasthenie	gespannt, ängstlich, zwanghaft, agitiert
SC	Schizoidie	zurückgezogen, eingeschlossen, bizarre Denkinhalte
MA	Manie	impulsiv, leicht ablenkbar, motorisch unruhig
SI	soziale Introversion	introvertiert, scheu, zurückhaltend in sozialen Situationen

Aus: Spree O.: MMPI Saarbrücken. Handbuch zur deutschen Ausgabe des MMPI von S.R. Hathaway und J.C. McKinley, Huber Verlag Bern 1963

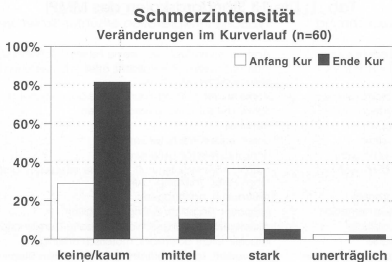


Abb. 1: Beurteilung des individuellen Schmerzzustandes (Schmerzintensität) durch die Kurpatienten mittels Fragebögen (Schmerzscores) vor und nach einer offenen Badekur (n= 54, Bad Füssing)

NURIA-A1x

MMPI-Fragebogen: Kurpatienten

Gesamtkollektiv, 95%CI, n=60

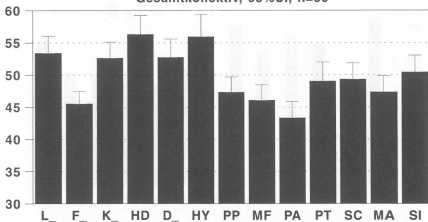


Abb. 2: Durchschnittliche Persönlichkeitsstruktur der Kurpatienten am Beginn einer offenen Badekur (n=54, Bad Füssing)

NUR4-A2a

Persönlichkeitsprofile von Kurpatienten

(n=23; Bad Zurzach/Schweiz)

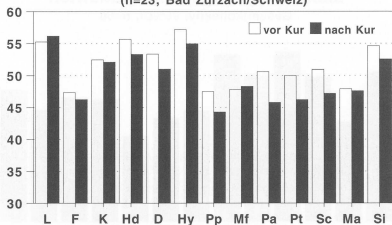


Abb. 3.: Durchschnittliche Persönlichkeitsstruktur von Kurpatienten am Beginn bzw. zum Ende einer geschlossenen Badekur (n=23; Bad Zurzach/Schweiz)

NUR-A33

MMPI und Schmerzintensität Kurpatienten, Bad Füssing (n=54)

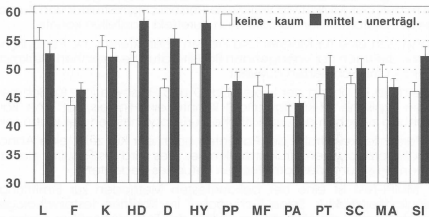


Abb. 4.: Persönlichkeitsprofile von Kurpatienten in Abhängigkeit von der berichteten Schmerzintensität (n=54; Bad Füssing)

Diskussion

Die ersten Ergebnisse der multizentrischen Studie bestätigen die Hypothese, daß die mittels des MMPI-Tests verifizierte Persönlichkeitsstruktur von Kurpatienten einen Indikator für den somatischen Kureffekt darstellen könnte.

- Es fand sich eine für Männer und Frauen charakteristische Persönlichkeitsstruktur, die nach der vorliegenden Basisliteratur die typischen Merkmale für Patienten mit Schmerzen aufweist.
- Die relative Erhöhung der Skalen Hd, D und Hy sowie ihre für Schmerzpatienten typische "V-Konfiguration" könnte ein Hinweis auf eine kausale Beziehung zwischen den somatischen und psychischen Befunden sein.
- Die Persönlichkeitsstruktur der Patienten nach der Kur zeigt eine Abnahme der schmerztypischen Strukturmerkmale. Dies wird als Resultat der kurbedingten Besserung des somatischen Befundes gedeutet.
- Der MMPI-Test ist eine der bekanntesten Methoden zur Ermittlung der Persönlichkeitsstruktur. Seine "Schwäche" im Rahmen testpsychologischer Fragestellungen, nämlich die Sensibilität des Tests gegenüber Änderungen des somatischen Befundes der Patienten, stellt für unsere Fragestellung die "Stärke" der Methode dar.

Schlußfolgerung

Die Untersuchung der Persönlichkeitsstruktur der Kurpatienten bzw. der Befund, daß es im Kurverlauf zu meßbaren Veränderungen kommt, spricht dafür, daß damit möglicherweise ein praktikabler Indikator für die Validierung des schwer objektivierbaren allgemein somatischen Kureffektes zur Verfügung steht.

Danksagung

Die Studie wurde mit freundlicher Unterstützung des Institutes für die Erforschung natürlicher Heilmittel (Leiter Cha. Dr. Dettkenkofer) in Bad Füssing erstellt.

Persönlichkeitsorientierte Befragung von Kurpatienten zur Akzeptanz, Compliance und zum Behandlungserfolg bei kurörtlicher physikalischer Therapie

I. MAGYAROSY, K. L. RESCH, C. LOTTERSCHMID, R. ENGEL,
K. DETTENKOFER, J. KLEINSCHMIDT, E. SENN

Einleitung, Fragestellung

Um Grundlagen zur Planung und Wertung einer möglichst individuellen kurörtlichen physikalischen Therapie zu ermitteln, wurden im Rahmen einer Pilotstudie Befragungen von Kurpatienten durchgeführt.

Die Fragen betreffen:

- die kurörtliche Therapie (ihre Applikation, die kurbegleitenden Maßnahmen)
- den Kureffekt
- Persönlichkeitsmerkmale der befragten Patienten.

Methode

Einbezogen wurden in einem Befragungszeitraum von 2 Monaten 81 Patienten, die in Bad Füssing offene Kuren absolvierten. Die Befragung erfolgte mittels zweier verschiedener Fragebogen.

Der Fragebogenkatalog, der sich auf Kurtherapie und Kurerfolg bezieht, wurde von der eigenen Arbeitsgruppe zusammengestellt. Er enthält 305 „multiple choice“ Fragen, die in folgende Gruppierungen zusammengefaßt sind (Bezeichnung der einzelnen Fragegruppen und die Anzahl der beinhalteten Fragen): Basisdaten (23),

- allgemeine Anamnese (10),
- spezielle Anamnese (24),
- akute Beschwerden (46),
- Fragen zur Person (25),
- Interessenlage (39),
- Kurbeurteilung (16),
- Kurveränderungen (27),
- Therapiewünsche (90),
- Compliance (5).

Die Persönlichkeitsstruktur der Kurpatienten wurde mit Hilfe des Standard Test MMPI-Saarbrücken (Minnesota Multiphasic Personality Inventory) ermittelt. Bei Kurbeginn wurden beide Fragebogen, d.h. die Kurfragebogen und die MMPI-Fragebogen den Patienten vorgelegt. Bei Kurende dagegen nur der Kurfragebogen.

Ergebnisse

Zur Kurtherapie

Es konnte eine eindeutige Bevorzugung der passiven Maßnahmen bei gleichzeitiger Vernachlässigung anderer medizinisch durchaus akzeptierter Therapieverfahren festgestellt werden (Abb.1 und 2).

Abb. 1: Wunschtherapie nach Häufigkeit (n = 81)

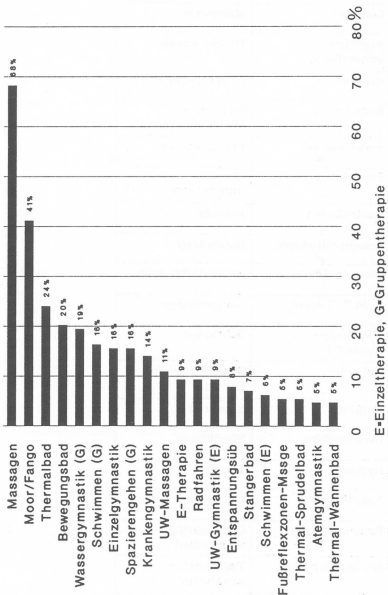


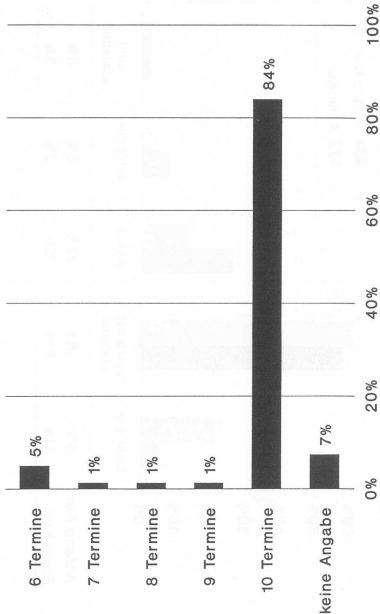
Abb. 2: Optionen mit drei oder weniger Nennungen (n = 81)

Akupunktur	Kupfer/Magnetarmbad
Ballgymnastik	Kurzwelle
Cortison	Laserbehandlung
Dampfgrotte	Lymphdrainage
Diätkost	Mikrowelle
Eigenblutbehandlung	Musiktherapie
Enzyme	Neuraltherapie
Erdstrahlen	Pflanzliche Medikamente
Ergotherapie	Rheumadecke
Fangokneten	Rheuma- unterwäsche
Fastenkuren	Rotlicht
Frischzelltherapie	Rubbelband
Gewichtabnahme	Sauerstofftherapie
Gold Präparate	Saugmassage
Hauff'sches Armband	Schröpfen
Heilerde	Spazierengchen (allein)
Heißluft	Standrad
Homöopathie	Streckband
Hypnose	Tanzen
Kältetherapie	Ultraschall
Katzenfell	Unterschenkel- wechselbad
Kohlensäurebad	Vegetarische Ernährung

Abb. 2: Optionen mit drei oder weniger Nennungen (n = 81)

Bestimmte Wünsche zu Applikationen und kurbegleitenden Maßnahmen wurden dominant angegeben. Unter anderem wurden Vormittagstermine der Behandlungen schwerpunktmäßig gewünscht, weibliche Behandler wurden männlichen vorgezogen, im weiteren wurden farbenfrohe Einheitskleider beim Personal begrüßt und viel Holz an den Wänden der Behandlungsräume, oder mittelgroße Bewegungsbecken etc. gewünscht. Die Compliance war sehr hoch (Abb.3).

Abb. 3: Anzahl wahrgenommener Termine bei 10 Verordnungen (Compliance) n = 81



Zum Kureffekt

Besseres Allgemeinbefinden und geringere Schmerzintensität waren bei Kurende häufiger als bei Kurbeginn (Abb. 4 und 5) angegeben.

Abb.4: Allgemeiner Gesundheitszustand - Veränderungen im Kurverlauf (n = 60)

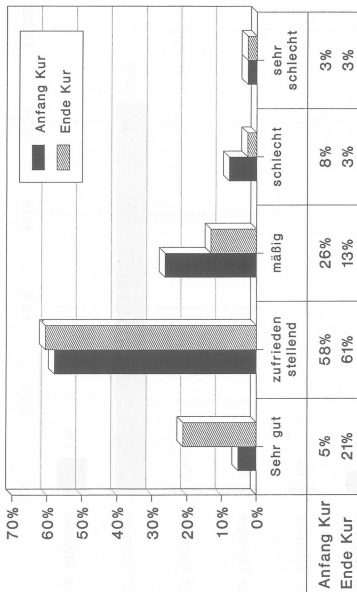
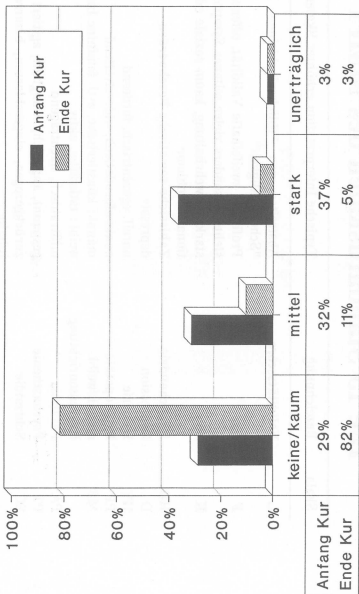


Abb. 5: Schmerzintensität - Veränderungen im Kurverlauf (n = 60)



Zur Persönlichkeitsstruktur

Es konnte ein durchschnittliches Persönlichkeitsprofil für die Kurpatienten (Abb. 6) und für die über starke und geringe Schmerzen klagenden Kurgäste ermittelt werden (Abb. 7).

Die 13 Standardskalen des MMPI

Skala	Bezeichnung	Typische Interpretation erhöhter Skalenwerte
L	Validitätsscore	Abstreifen von "üblichen" kleinen Fehlern, "Scheinheiligkeit"
F	dto	Profil hat zweifelhafte Validität, offenes Eingestehen besonders vieler seltener Symptome
K	dto	starke Abwehrhaltung, kaum soziale oder emotionale Probleme
HD	Hypochondrie	Zahlreiche somatische Beschwerden
D	Depression	depressiv
HY	Hysterie	unreif, egozentrisch, fordernd
PP	Psychopathie	nonkonformistisch, widerstrebend
MF	männl./weibl.	männl.: künstlerische, evtl. feminine Interessen weibl.: tatkräftig, aktiv
PA	Paranoia	mißtrauisch, nachtragend
PT	Psychasthenie	gespannt, ängstlich, zwanghaft, agitiert
SC	Schizoidie	zurückgezogen, eingeschlossen, bizarre Denkinhalte
MA	Manie	impulsiv, leicht ablenkbar, motorisch unruhig
SI	soziale Introversion	introvertiert, scheu, zurückhaltend in sozialen Situationen

Abb.6: MMPI-Fragebogen- Kurpatienten,Gesamtkollektiv, 95 % CI, n=60

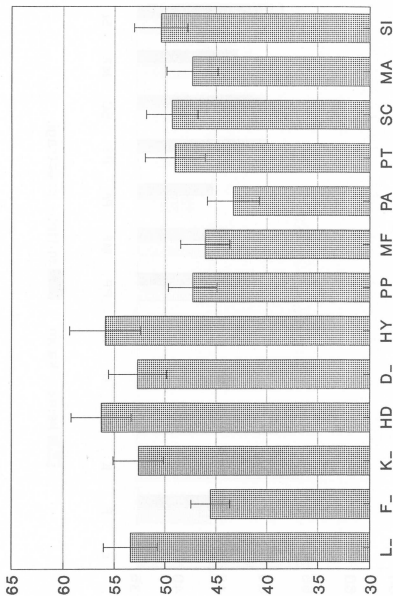
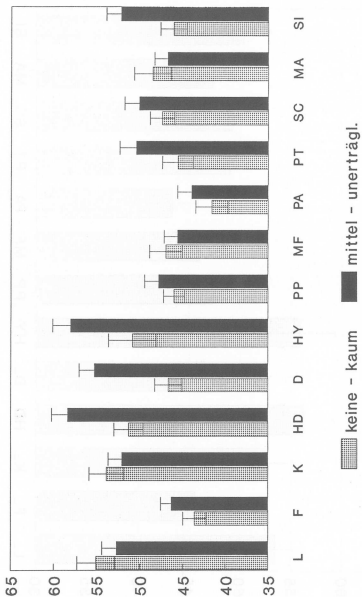


Abb. 7: Kurpatienten - MMPI -Schmerzintensität, n=54



Diskussion

Mit den hier genannten Ergebnissen lassen sich strenggenommen keine echten Kausalitäten nachweisen, da wegen des Pilotcharakters der Studie nicht alle dafür notwendigen Voraussetzungen als vollständig erfüllt betrachtet werden können. Dennoch bieten sie wertvolle Hinweise zur Beantwortung der in der Arbeitshypothese gestellten Fragen.

Zur Kurtherapie

Die Befragung nach der Wunschtherapie ergab eine Rangordnung der Beliebtheit und der Akzeptanz von angebotenen Therapiemaßnahmen (Abb. 1).

Es zeigte sich, daß die Patienten ein sehr schmales Akzeptanzspektrum definieren. Die überwiegende Anzahl der Therapiemaßnahmen wurde nur geringfügig als Wunschtherapie genannt.

Bevorzugt wurden vor allem passive Therapieverfahren, wie Massage, Wärmepackungen sowie Thermalbäder. Kaum oder nicht akzeptiert wurden dagegen aktive Maßnahmen und weitere Behandlungen, die bei der wohnortnahen physikalischen Therapie durchaus als etablierte Verfahren gelten. Daraus geht hervor, daß der empirisch wohlbekannte, und auch eindeutig belegte, gute Kureffekt in Bad Füssing vornehmlich aus dem ortsspezifischen Milieu und den ortsgebundenen passiven Maßnahmen resultiert. Es muß daher geprüft werden, ob die Einführung zusätzlicher aktiver Maßnahmen, welche als medizinisch wirksam erachtet werden, die andernorts festgestellten positiven Effekte auch im Rahmen der Kurtherapie zu erzielen vermögen. Das Ausbleiben einer effizienzsteigernden Wirkung ist theoretisch ebenso denkbar wie die Potenzierung des Kureffektes. Sollte man sich entschließen, aktive Therapieverfahren forciert in das Kurregime einzubauen (was vor allem für die Bewegungstherapie ärztlicherseits wohl berechtigt wäre), muß mit einer gewissen Problematik (vor allem hinsichtlich der Compliance) gerechnet werden. Es wird aufgrund der vorliegenden Ergebnisse notwendig sein, ein geeignetes Motivationsprogramm voranzustellen.

Zum Kureffekt

Als Ergebnis wurde hierzu die Beantwortung der Fragen vor und nach Kurtherapie betreffend ausgewählter subjektiver Empfindungen aufgeführt. Die Verschiebung der Antworten bei Kurende ist im Sinne einer Verbesserung des Allgemeinbefindens und einer Abnahme der verschiedenen Schmerzqualitäten und der Schmerzintensität zu deuten. Obwohl es sich dabei um Veränderungen sogenannter weicher Daten handelt, sind diese von eminenter Bedeutung. Die subjektiven Beschwerden stellen bekanntlich diejenigen Beeinträchtigungen des Alltags- und Berufslebens dar, die überaus häufig einen Kuraufenthalt erforderlich machen. Sie zu reduzieren ist ein wesentliches Ziel der Kurtherapie.

Zur Persönlichkeitsstruktur der Kurpatienten

Die Ergebnisse weisen auf durchschnittliche Persönlichkeitsstrukturen der - nach verschiedenen Kriterien - ausgewählten Patientenkollektive hin. Es wird erwartet, daß sich für die Kurpatienten gewisse charakteristische Merkmale ergeben. Falls solche verifiziert werden können, würden sie erstens in Verbindung mit den Ergebnissen der Kurakzeptanz-Untersuchung als Grundlage der Kurtherapieplanung dienen und zweitens eventuell als Kurindikator herangezogen werden.

Die durchschnittliche Persönlichkeitsstruktur der Patienten weist diskrete Veränderungen auf (Abb. 6).

Als charakteristisches Merkmal tritt die geringgradige Erhöhung (über 50) der drei Größen „Hd“, „D“ und Hy“ in Erscheinung, wobei „D“ unter dem Niveau der beiden anderen „Größen“ bleibt („V“ Konstellation). Diese Auffälligkeit ist in stärkerer Prägung bei den Patienten zu finden, die bei Kurbeginn starke Schmerzen angegeben haben (MMPI wurde nur einmalig vor der Kur abgefragt).

In der Literatur wird von Veränderungen der Persönlichkeitsstruktur bei Schmerzzuständen z.B. nach chronischem Ulcusleiden berichtet. (L.)

Daraus wird abgeleitet, daß aufgrund der vorliegenden Ergebnisse die Existenz einer für Kurpatienten typischen Persönlichkeitsstruktur mit „Schmerzmerkmalen“ als wahrscheinlich angesehen werden darf. Eine weitere Differenzierung des Befindens sowie die Erhärtung der vorliegenden Daten bleibt späteren Untersuchungen vorbehalten, ebenso die Klärung der Frage, ob die genannten charakteristischen Merkmale Indikatoren für den Kurerfolg darstellen können, bzw. ob die die Persönlichkeitsstruktur betreffenden Auffälligkeiten von den Kurpatienten kraft einer Kurtherapie beeinflussbar oder gar eliminierbar sind.

Die Untersuchung ergab eine Vielzahl von bisher wenig beachteten Aspekten, die für die Kurplanung und Kurwertung in Zukunft verstärkt in Betracht zu ziehen sind.

STRUKTURANALYSE DER KLIENTEL EINER REHABILITATIONSKLINIK AM KURORT

(erste vorläufige Mitteilung)

von

Rolf Haizmann

Strukturanalysen jeglicher Art verfolgen im eigentlichen Sinne den Zweck, die Klientel, die - aus welchen Gründen auch immer - an einem Ort zusammenfindet, näher kennenzulernen mit dem Ziel, in den verschiedensten Bereichen den Wünschen, Erwartungen und Hoffnungen durch entsprechende Planung am besten gerecht zu werden.

Dies betrifft im Besonderen einen Personenkreis, der sich krankheitsbedingt an einem Ort zusammenfindet, der sich durch das Vorkommen natürlicher Heilmittel auszeichnet.

Vor allem aber eine Rehabilitationsklinik, die sich in einem solchen Bereich befindet, unterliegt dabei ganz speziellen Bedingungen.

Einerseits dominiert hier nicht selten der Einweisungsmodus des Kostenträgers und nicht ausschließlich der Wille des Betroffenen, zum anderen sind es die Beschwerden und objektiv erfaßbaren Schädigungen im Rahmen des vorgegebenen Indikationsbereichs, die maßgeblich an der Auswahl der entsprechenden Behandlungsstätte und des Kurortes Anteil haben. Daß dabei sorgfältige diagnostische Abklärung der bestehenden Krankheitsbilder und deren optimale Behandlung im Vordergrund der Betrachtung stehen, bedarf eigentlich keiner besonderen Erwähnung. Andererseits sind es aber auch die persönlichen Erwartungen, die Hoffnungen und Wünsche, die wesentlichen Einfluß auf das Gesamtmilieu haben und im Sinne der Gesamtbetreuung nicht außer Acht gelassen werden dürfen.

Wir sind daher der Klinik Niederbayern sehr zu Dank verpflichtet, daß sie es uns gestattetete, auszugsweise aus regelmäßig stattfindenden anonymen Befragungen einige Angaben auszuwerten, um damit Hinweise für künftige Planungen geben zu können, die es ermöglichen sollen, unter Wahrung des Kosten-Nutzen-Effektes, ganz bestimmten Zielsetzungen gerecht zu werden.

Insgesamt konnten 6.376 Angaben in die Analyse mit einbezogen werden, wobei zu berücksichtigen ist, daß nicht in jedem Falle alle Patienten zu anonymen Aussagen bereit gewesen waren.

Schon bei einer ersten Übersicht fällt auf, daß von 6.376 Befragten 2.224 (34,9 %) auf männliche und 4.152 (65,1 %) auf weibliche Patienten entfallen.

Altersstruktur

Jahre	Männer	%	Frauen	%	Gesamt	%
20 - 30	46	30,6	107	69,4	153	2,4
30 - 39	205	37,9	336	62,1	541	8,5
40 - 49	611	40,1	913	59,9	1524	23,9
50 - 59	1022	29,9	2391	70,1	3413	53,5
60 u. älter	340	45,6	405	54,4	745	11,7
gesamt	2224	34,9	4152	65,1	6376	100
=====			=====		=====	

Aufgliederung nach Bundesländern

Bundesländer	Männer	%	Frauen	%	Gesamt	%
Bayern	920	38,7	1457	61,3	2377	45,9
Baden-Württ.	325	43,3	425	56,7	750	14,5
Nordrh.Westf.	324	46,4	375	53,6	699	13,5
Hessen	198	38,0	323	62,0	521	10,0
Berlin	88	34,8	165	65,2	253	4,9
Niedersachsen	108	45,8	130	54,2	238	4,6
Rheinl.-Pfalz	86	47,2	96	52,8	182	3,5
Hamburg	25	40,3	37	59,7	62	
Schleswig-Holst.	16	31,4	35	68,6	51	3,1
Saarland	11	45,8	13	54,2	24	
Bremen	8	33,3	16	66,7	24	
gesamt	2109	40,7	3072	59,3	5181	100

Schulbildung

	Männer	%	Frauen	%	Gesamt	%
Volksschule	1044	43,1	1381	56,9	2425	46,3
Mittlere und Fachhochschul- Reife	694	34,0	1347	66,0	2041	39,0
Abitur	189	49,0	197	51,0	386	7,4
Fachhochschul- und Hochschul- studium	248	72,5	94	27,5	342	6,5
Sonstiges	28	60,9	18	39,1	46	0,8
gesamt	2203	42,0	3037	58,0	5240	100

Berufsmerkmale

	Männer	%	Frauen	%	Gesamt	%
Berufstätig	1454	46,8	1651	53,2	3105	64,7
Haushalt	2	0,5	436	99,5	438	9,1
z. Zt. arbeits- los	62	32,1	131	67,9	193	4,0
Rentner und Ren- tenantragst.	150	34,3	287	65,7	437	9,1
z. Zeit arbeits- unfähig	213	46,2	248	53,8	461	9,6
Umschulung/ Sonst.	80	48,4	85	51,5	165	3,4
gesamt	1961	40,	2838	59,1	4799	100

Familienstand

	Männer %	Frauen %	Gesamt %
Ledig	134 20,1	534 79,9	668 12,5
Verheiratet	1924 50,6	1876 49,4	3800 70,9
Verwitwet	51 12,5	356 87,5	407 7,6
Geschieden	116 24,0	367 76,0	483 9,0
gesamt	2225 41,5	3133 58,5	5358 100
=====	=====	=====	=====

Aufenthalte zum Heilverfahren oder Kur

Heilverfahren	Männer %	Frauen %	Gesamt %
Keine	669 43,2	878 56,8	1547 29,1
Ja, einmal	508 40,3	753 59,7	1261 23,7
Ja, öfter	1005 40,1	1504 59,9	2509 47,2
gesamt	2182 41,0	3135 59,0	5317 100
=====	=====	=====	=====

Erreichen des subjektiven Behandlungsziels

Gestecktes Ziel erreicht?	Männer %	Frauen %	Gesamt %
Ja, bestimmt	655 45,5	785 54,5	1440 31,2
Ja, wahrscheinl.	855 43,9	1094 56,1	1949 42,2
Nein	112 46,6	128 53,4	240 5,2
Kann ich noch nicht beurteilen	330 33,5	655 66,5	985 21,3
gesamt	1952 42,3	2662 57,7	4614 100

LANGZEITEFFEKT STATIONÄRER HEILVERFAHREN AM
KURORT BEI ERKRANKUNGEN DES BEWEGUNGSAPPARATES
AUS SOZIALMEDIZINISCHER SICHT

W. Irlacher (Klinik Niederbayern, Bad Füssing)
und

R. Haizmann (Institut zur Erforschung von Behand-
lungsverfahren mit natürlichen Heilmitteln)

Mit schöner Regelmäßigkeit pflegen die Kurorte,
ihre Verfahrensweisen und ihr therapeutisches An-
gebot immer wieder in das Kreuzfeuer der Kritik
zu geraten.

Dabei haben angeregte Diskussionen auf verschiedenen
Ebenen - nicht immer sachlich geführt - vielleicht
den Blick dafür etwas getrübt, daß an vielen der so
umstrittenen Kurorte Entwicklungen in Gang gekommen
sind, die darauf abzielen, der dortigen Heilbehand-
lung einen unserem modernen Zeitalter physisch,
psychisch und sozial angepaßten Zuschnitt zu geben.

Trotz Kostendruck und dem daraus resultierenden Zwang, die verfügbaren Mittel besonders gezielt in ein der Gesamtbetreuung dienliches Behandlungsprogramm zu integrieren, wird in diesem Zusammenhang immer wieder auch der Ruf nach einem Effizienz- und Effektivitätsnachweis laut, wie er kaum auf den anderen Gebieten der Medizin gefordert wird. Dabei besteht allerdings in gewissen Fachkreisen Einigkeit darüber, daß ein Erfolgsnachweis in streng wissenschaftlichem Sinne aufgrund der Komplexität der ablaufenden Reaktionen nur schwer zu führen ist.

Der Versuch, entsprechendes Zahlenmaterial vorzulegen, wurde bisher in größerem Umfang nur von den Rentenversicherungsträgern unternommen. Ihre Zahlen beruhen letztlich auf den Feststellungen der in den Rehabilitationseinrichtungen am Kurort tätigen Ärzte, die bei Beendigung des Heilverfahrens den subjektiven und objektiven Therapieerfolg bewerten und ihn in Form von Pauschalbeurteilungen festhalten.

Dieses Verfahren, obwohl einfach praktikabel, stößt aber mancherorts ebenfalls wieder auf Kritik mit dem Argument, daß die von den behandelnden Ärzten erstellten Entlassungsberichte ein optimistischeres Gesamtbild zeichnen, das zum Teil den Angaben der Patienten widersprechen soll.

Es fehlt deshalb nicht an Versuchen, auf anderen Wegen zu hinreichenden Beurteilungen zu gelangen.

So hat zum Beispiel WANNENWETSCH in mehreren Arbeiten theoretische Möglichkeiten für einen Erfolgsnachweis am Kurort dargestellt und zum Teil auch durchgeführt (2, 3, 4).

Demnach sind folgende 5 Verfahren zur Effektivitätsbewertung heranziehbar :

1. Nachuntersuchungen
2. Die Gegenüberstellung der Arbeitsunfähigkeitszeiten vor und nach dem Heilverfahren
3. Ein Vergleich der ambulanten oder stationären Behandlungskosten vor und nach Durchführung eines Heilverfahrens
4. Die Verhütung oder der Wegfall einer vorzeitigen Rente durch das Heilverfahren
5. Spätere Interviews oder Nacherhebungen mittels eines Fragebogens

Zu welcher der Verfahrensweisen man sich auch entschließt, niemals darf dabei die Tatsache außer Acht gelassen werden, daß chronische Leiden im Bereich des Bewegungsapparates, die sich mit zunehmendem Lebensalter auch durch Überlastungsschäden noch zusätzlich subsummieren, langfristige, oft jahrzehntelange ärztliche und sonstige therapeutische Maßnahmen erfordern, ohne daß Aussicht dafür besteht, das Leiden zu einer Restitutio ad integrum zurückzuführen.

Im Rahmen dieser langfristigen Bemühungen sind also Aufenthalte und Heilverfahren an Orten, die sich durch das Vorkommen natürlicher Heilmittel auszeichnen, nicht im Sinne einer isolierten Maßnahme aufzufassen und zu bewerten, sondern eher als Intermezzo unter besonders günstigen Bedingungen.

Gewöhnlich vom Hausarzt initiiert, kehren die Patienten nach ihrem Aufenthalt am Kurort zur Weiterbetreuung in dessen Obhut zurück. Viele haben fernab von der Hektik des Alltages gelernt, ihre generelle Lebensweise einschl. einer entsprechenden physikalischen und bewegungstherapeutischen Weiterbehandlung in gesundheitsförderlichem Sinne zu verändern und möglichst viele Aktivitäten auch neben ihrer Berufs- oder sonstigen Tätigkeit beizubehalten.

Längerfristige Besserungsquoten sind somit nicht allein auf die Bemühungen am Kurort zurückzuführen, sondern mindestens in gleicher Weise den Bemühungen des Hausarztes aber auch des Patienten zuzuschreiben.

In Zusammenarbeit mit der Klinik Niederbayern hat sich das Bad Füssinger Forschungsinstitut von 1980 bis 1983 bemüht, diejenige Klientel, die in diesen Zeiträumen stationär behandelt

worden war, 3 Jahre nach Abschluß dieser Betreuung am Kurort mittels eines Fragebogens über ihren Gesundheitszustand zu befragen. In diesem Bemühen wurden insgesamt 6.498 Patienten zur Mitarbeit gewonnen, für die wir ausdrücklich Dank sagen.

Tabelle 1 :

Behandlungserfolge aus der Sicht von 6.498 Patienten 3 Jahre nach Abschluß eines Heilverfahrens am Kurort auf der Grundlage anonymer Nachbefragungen

Behandlungserfolg aus der Sicht der Patienten	95,3 %
Dauer des Erfolges 1 Jahr und länger	73,5 %
Besserung der Leistungsfähigkeit oder Wiederherstellung der Arbeitsfähigkeit	91,0 %

Krankheitsbedingte Arbeitsunterbrechungen in den 3 Jahren nach Abschluß des Heilverfahrens :

keine	61,0 %
weniger als 3 Wochen (1 Woche pro Jahr)	14,2 %
bis 3 Monate	13,0 %
4 bis 6 Monate	2,8 %
mehr als 6 Monate	9,0 %

Auffällig bleibt bei einer ersten Betrachtung dieser Resultate, daß in dem Zeitraum von 3 Jahren nach Abschluß der Heilmaßnahme am Kurort 75% der ehemaligen Patienten nicht länger als 3 Wochen krank gewesen waren, was einer jährlichen Grippe von einer Woche entspricht.

Aus sozialmedizinischer Sicht sollte man sich zunächst jedoch hüten, diese Resultate im Sinne einer Dämpfung der Kosten im Gesundheitswesen zu bewerten. Daß aber geringe Ausfallzeiten am Arbeitsplatz sicher dem Bruttosozialprodukt von Nutzen sind, bleibt wohl unbestritten.

Unterzieht man aus sozialmedizinischer Sicht die vorliegenden Zahlen einer näheren Betrachtung, bleibt festzuhalten, daß von den 95,3 % der Befragten, die ihre Heilmaßnahme am Kurort als Erfolg bewerteten, 73,5 % eine Besserung ihres Gesundheitszustandes und ihres Leistungsvermögens immerhin über 1 Jahr oder länger bejahten, während nur 4,8 % angaben, lediglich über wenige Wochen eine Besserung verspürt zu haben.

Somit kann man in der überwiegenden Zahl der Behandelten einen gewissen Langzeiteffekt bestätigen, der allerdings nicht nur der Maßnahme am Kurort, sondern auch den am Heimatort betreuenden Ärzten und dem Verhalten der Betroffenen zuzuschreiben ist.

Geht man nun der wiederholt geäußerten Vermutung nach, die an Kurorten tätigen Ärzte würden in ihren Entlassungsberichten zu nicht gerechtfertigten, viel zu optimistischen Beurteilungen gelangen, ergibt sich aus unserer Sicht hierzu ein ganz anderes Bild. Setzt man nämlich die hier bei Abschluß der Behandlung erstellten Entlassungsberichte und ihr Ergebnis denjenigen Angaben gegenüber, die die ehemaligen Patienten 3 Jahre nach Abschluß ihrer Behandlung geäußert hatten, ergeben sich folgende Werte, die wir der tatkräftigen Unterstützung der Abteilung "Medizinische Dokumentation" der Bundesversicherungsanstalt für Angestellte, Berlin, verdanken.

Im einzelnen ergibt sich bei einer Gegenüberstellung der im Entlassungsbericht fixierten Besserungsquoten und den Aussagen der Patienten 3 Jahre nach Abschluß des Heilverfahrens folgendes Bild :

Tabelle 2 :

Jahrgang	HV-Erfolg nach Aussagen der Patienten nach 3 Jahren	Besserungsquoten aufgrund der Entlassungsberichte bei Beendigung d. Heilmaßnahme
1980	94,9 %	81,3 %
1981	94,5 %	83,6 %
1982	96,0 %	84,3 %
1983	95,8 %	80,3 %

Unterzieht man die erarbeiteten Zahlen einer genaueren Betrachtung, läßt sich feststellen, daß sich Befund und Befinden auch noch längere Zeit nach Abschluß eines Heilverfahrens verbessern können, selbst in den Fällen, in denen zunächst kein besonders positives Resultat hatte erhoben werden können. Daneben haben Vergleichsuntersuchungen des Kurz- und Langzeiterfolges bei verschiedenen Formen von Heilverfahren ergeben, daß Patienten, die ihre Heilmaßnahme erfolgreich hatten abschließen können, in über 80 % der Fälle auch mit einem günstigen Langzeiterfolg rechnen dürfen, vor allem dann, wenn sie sich im Rahmen ihrer Möglichkeiten trotz der Hektik des beruflichen Alltags in ihrer Freizeit durch Bewegungstherapie und gesündere Lebensweise darum bemühen, sich weiterhin möglichst fit zu halten.

Zu berücksichtigen ist hierbei ferner, daß die Erfolgskriterien des behandelnden Arztes am Kurort und diejenigen des Patienten zum Teil erheblich divergieren und auch eine unmittelbare Abhängigkeit von den einzelnen Diagnosen aufweisen. Bei rund 90 % der zum Heilverfahren eingewiesenen Klientel ist zwar ein Krankheitsbild dominierend, doch sind noch andere Zustandsbilder vorhanden, die ebenfalls der

ärztlichen Mitbetreuung obliegen, wenn man an dem Prinzip der rehabilitatorischen Gesamt-sanierung festhalten will.

Die Diagnosenabhängigkeit des Behandlungserfolges belegen andere Untersuchungen bei 10.670 Behandlungsfällen, bei deren Auswertung wir ebenfalls der Abteilung "Medizinische Dokumentation" der Bundesversicherungsanstalt Berlin zu großem Dank verpflichtet sind.

Werden hierbei die Besserungsquoten bei verschiedenen Krankheitsbildern in Form der Erst- und Zweitdiagnose einander gegenübergestellt, ergeben sich die in Tabelle 3 aufgeführten Resultate.

Tabelle 3 :

Besserungsquoten bei Vorkommen als

Erstdiagnose	und	Zweitdiagnose
94,6 %	Osteochondrosen	92,1 %
88,9 %	Arthrosis deformans und entsprechende Zustände	85,1 %
98,5 %	schmerzhafte Wirbel- körpersyndrome, Schulter-Arm- Syndrome	98,7 %
86,2 %	operierte Bandscheibe	63,5 %
78,1 %	sonstige postop. Zustände	66,0 %

Demnach bleiben, gleichgültig ob Erst- oder Zweitdiagnose, die Besserungsquoten von Osteochondrosen, Arthrosis deformans und schmerzhaften Wirbelkörper- und Schulter-Arm-Syndromen so gut wie unbeeinflusst.

Bei postoperativen Zuständen dagegen hatten sich zum Teil zwischen Erst- und Zweitdiagnosen erhebliche Unterschiede in den Besserungsquoten eruieren lassen, obwohl die therapeutischen Verfahrenswesen keine Unterschiede aufgewiesen hatten.

Die Ursachen hierfür scheinen, wie weitere Analysen aufzeigen, klar.

Werden postoperative Zustände als Erstdiagnose genannt, finden die nachfolgenden Rehabilitationsmaßnahmen am Kurort meist unmittelbar nach der postoperativen Phase als sogenannte "Anschlußheilbehandlungen" statt oder werden doch noch in vertretbarer zeitlicher Nachfolge innerhalb von 6-12 Monaten postoperativ zur Durchführung gebracht.

Der Versuch, unter derartigen Bedingungen postoperative Restzustände zu beseitigen, bietet sehr viel mehr Erfolgsaussichten, als wenn die nachsorgende Heilmaßnahme erst Jahre später ins Auge gefaßt und eingeleitet wird. Weisen doch postoperative Zustände als "Zweitdiagnose" mit aller Deutlichkeit darauf hin, daß resistierende Be-

funde entweder negiert oder mit wenig wirksamen Mitteln so lange angegangen worden waren, bis sich zusätzliche Krankheitsbilder überlagerten und nun ihrerseits die Frage der Notwendigkeit einer entsprechenden Heilmaßnahme aufgeworfen hatten.

Nicht verschwiegen werden soll aber, trotz der kooperativen Zusammenarbeit aller Beteiligten, daß sich bei 5.231 ehemaligen Patienten (81,2 %) im Laufe von 3 Jahren nach Abschluß der Heilmaßnahme eine Verschlechterung des Gesamtbefundes mit Zunahme der lokalen Beschwerden bemerkbar gemacht hatte und 97,3 % von ihnen ein neuerliches Heilverfahren für erforderlich erachtet hatten. Nur 73,4 % von ihnen strebten allerdings eine Wiederholung sofort nach Ablauf der Dreijahresfrist an, während 26,8 % aus verschiedensten Gründen die Chance eines erneuten Aufenthalts am Kurort erst zu einem späteren Zeitpunkt ins Auge fassen wollten.

Erstaunlich und erfreulich gleichermaßen war aber nicht nur für die Behandlungsstätte, sondern für alle an unserem Kurort im Dienste von Patienten und Kurgästen Tätigen die Tatsache, daß 6.288 von 6.498 (97,3 % der Befragten) zum Ausdruck brachten, im Falle eines erneuten Heilverfahrens dieses wiederum in Bad Füssing durchführen zu

wollen. Dies ist ein Votum, das wir keinesfalls erwarten konnten und das uns Anlaß geben soll, wie in der Vergangenheit auch in der Zukunft auf allen Ebenen das Beste für die uns anvertraute Klientel zu geben.

Fassen wir zusammen und stellen wir fest, daß ein Kuraufenthalt oder ein stationäres Heilverfahren an Orten, die sich durch natürliche Heilmittel auszeichnen, auch unter erschwerten Bedingungen nichts von seiner Bedeutung verloren hat. Aufgrund neuester medizinischer Erkenntnisse nimmt, was den Kurz- als auch Langzeiteffekt betrifft, der Aufenthalt an einem Kurort für die Gesunderhaltung unserer Bevölkerung einen hohen Stellenwert ein, insbesondere, wenn sich der nachbehandelnde Arzt und alle an der Gesamtbetreuung Beteiligten, inclusive dem guten Willen des Patienten, bereitfinden, alles Erdenkliche zu unternehmen, um trotz ihrer objektivierbaren Befunde Arbeitskraft und Leistungsfähigkeit bis ins hohe Alter zu erhalten und damit einem vorzeitigen Siechtum wirkungsvoll entgegenzutreten.

Literatur

1. HAIZMANN, R.: Fünf Jahre Bewegungstherapie - Erfahrungen Kurort. Rehab. 21 (1982), 1-7.
2. WANNENWETSCH, E.: Die Kur als gesundheitspolitischer und volkswirtschaftlicher Faktor. Therapie der Gegenwart 11 (1978).
3. WANNENWETSCH, E.: Die Meßbarkeit des Kurerfolges aus sozialmedizinischer Sicht. Zeitschrift für Bäder- und Klimaheilkunde 2 (1980).
4. WANNENWETSCH, E.: Die Kur aus wirtschaftlicher, medizinischer und sozialmedizinischer Sicht. Heilbad und Kurort 11 (1980), 326-332.
5. LÜHR, K.: Objektivierung und Objektivierbarkeit des Kurerfolges. Arch. phys. Ther. 11 (1959), 3-18.

Ergebnisse der Schwefelforschung

Helmut G. Pratzel, München

Schwefelforschungen orientierten sich an den beobachteten Wirkungen des Schwefels auf den menschlichen Organismus und den Vorstellungen wie es zu diesen Wirkungen kommen konnte. Hierbei standen drei grundsätzliche Beobachtungen im Vordergrund, die Wirkung auf die Atemwege, die heilende Wirkung bei Hautkrankheiten und die schmerzlindernde Wirkung bei rheumatischen Erkrankungen.

Die perkutane Aufnahme von Schwefel

Die ersten Vorstellungen über die Wirkung von Schwefelbädern beruhten auf der Annahme, daß der Schwefel über die Haut in den Organismus eindringt und sich dort am Schwefelstoffwechsel beteiligt. Man bemühte sich deshalb zunächst um den Nachweis der perkutanen Resorption. Obwohl beim Einatmen des Schwefelwasserstoffs dieser sehr stark toxisch ist, konnte *Yant* (1930) bei 30 Minuten Kontakt der gesamten Körperoberfläche mit 2 % H_2S in der Gasphase weder eine Farbänderung der Haut noch ein Unwohlsein oder irgend eine systemische Reaktion beobachten. Demnach war in der Gasphase eine hohe Schwefelwasserstoffaufnahme über die Haut nicht zu erwarten. Im Gegensatz dazu fand allerdings *Bürgi* (1936) bereits mit 0,2 %igen Lösungen an H_2S entzündliche Ödeme an der Haut.

Durch die Anwendung des Radioisotops S-35 wurde es möglich die perkutane Schwefelaufnahme quantitativ zu messen. Die ersten Untersuchungen sind in den Arbeiten von *Gunina* und *Tichonrawow* (1953), *Dirmagl*, *Drexel* und *Quentin* (1954, 1955, 1956), *Stüttgen* und *Wüst* (1955) und *Bartelheimer* und *Hartmann* (1957) beschrieben.

Gunina und *Tichonrawow* machten die ersten quantitativen Angaben und fanden umgerechnet eine Hautclearance an Schwefelwasserstoff von 20-400 mg/cm².

Böni (1954) publizierte Untersuchungen, nach denen noch nach 3 - 4 Wochen im Urin Radioaktivität gefunden wurde. Die enorme Empfindlichkeit des Nachweises mit Radionukliden führte damals zu einer erheblichen Überbewertung der perkutanen Aufnahme.

Zunächst wurde der Schwefel in seiner 6wertigen Form als Sulfat untersucht. *Dirmagl*, *Drexel* und *Quentin* machten 1954 die ersten

quantitativen Angaben über die Resorption des Sulfatschwefels, die mit steigender Badedauer zunimmt. *Dirnagl et al. (1954)* konnte zeigen, daß bei einer Badewasserkonzentration an Sulfat von 1 g/l etwa 1 mg/Bad perkutan aufgenommen wird und damit eine perkutane Sulfataufnahme auch bei hohen Sulfatkonzentrationen im Wasser für die Stoffwechselbilanz ohne Bedeutung ist.

1956 berichteten *Dirnagl* und Mitarbeiter über den Nachweis der Resorption des zweiwertigen Sulfidschwefels bei Verwendung von radioaktiv markiertem S-35. Die höchste Radioaktivität im Blut war nach 40 - 58 Minuten erreicht. Der Sulfidanteil davon war etwa 2%. Innerhalb von 3 - 48 Stunden kam es zu einem steilen Konzentrationsabfall der Radioaktivität im Blut. Die Aktivität war im Blut bis zum 3. Tag, im Urin bis zur 3. Woche nachweisbar. Der Schwefelwasserstoff wird nach diesen Untersuchungen etwa 150fach schneller perkutan resorbiert als Sulfatschwefel.

Bartelheimer und Hartmann (1957) konnten im Venenblut 15 Minuten nach einem Schwefelbad radioaktiv markierten Schwefel nachweisen. Die Konzentration stieg sehr schnell an und erreicht 3 Stunden nach dem Badende ihr Maximum. Es erfolgt dann ein schneller Abfall mit einem Minimum nach 4 Stunden. Danach fand sich ein erneuter Anstieg der Aktivität mit einem weiteren Minimum nach etwa 30 Stunden. Diesem Minimum folgte nochmals ein kurzfristiger Anstieg. Ein Einbau von S-35 in die Serumeiweiß-Fractionen des Blutes konnte nicht festgestellt werden.

Doering und Bertelmeier (1960) fanden mit Armbädern unterschiedliche Blutspiegelverläufe zwischen Probanden, die das erste Mal badeten und solchen, die bereits mehrere Bäder hinter sich hatten. Bei den ersteren folgte nach einem hohen Anfangswert innerhalb von 2 Stunden ein steiler Abfall auf 8 % des Anfangswertes. Die letzteren hatten unverändert niedrige Blutspiegel entsprechend dem 3-Stundenwert der ersten Gruppe.

Lotmar (1961) stellte mit Resorptionsstudien an Kaninchen fest, daß Kolloidschwefel und Thiosulfat wie Sulfat permeieren und konnte nachweisen, daß der radioaktive kolloidale Schwefel (1962), wie der radioaktive Sulfatschwefel (1955) am meisten in Knorpel, wenig in Knochen, Haut, Muskulatur und innere Organe - vor allem in die Milz und Lunge - eingebaut wird. Die Verteilung im Organismus unterscheidet sich nicht, ob die Aufnahme perkutan, intravenös oder peroral erfolgt ist.

Ebermaier und Hartmann (1967) prüften die Schwefelresorption aus dem Nenndorfer Schwefelschlammbad. Die an Polyarthritiden erkrankten Patienten erhielten ein Schlammbad für den Unterarm bei 45 °C und 30 Minuten Badedauer. Bestimmt wurden im Blut freies Sulfat, Estersulfat und Gesamtschwefel, und im Urin freies Sulfat und Gesamtschwefel. Die Aktivität im Blut war eine Stunde nach Badebeginn am höchsten, nach 22 Stunden am niedrigsten. Nach 28 Stunden trat ein zweites Maximum auf, das bei 40 bis 65 % des Einstundenwertes lag. Estersulfat wurde nach 20 Stunden mit einem Maximum im Blut nachgewiesen, nach 48 Stunden war der Einstundenwert immer noch erhalten. Die Gesamtschwefelausscheidungsrate im Urin war teilweise 30 Minuten nach Beendigung des Bades am höchsten.

Puschkareva (zit. bei Evers 1990) berichtete 1969, daß die Kurerfolge mit hochkonzentrierten Schwefelbädern besser seien, als bei schwächerer Konzentration. Eine Herzüberlastung und heftige Kurreaktion waren nicht zu befürchten. Bei Bädern zwischen 200 und 400 mg/l Schwefel ist die Intensität der Wirkung nicht direkt proportional zur H₂S-Konzentration im Wasser. Der H₂S-Spiegel im Blut betrug nicht mehr als 1/10 der subtoxischen Dosis.

Der durch die Haut resorbierte Schwefelwasserstoff wird im Organismus zu Sulfat oxidiert. Lotmar zitiert Hoppe-Seiler; daß 5% des resorbierten Schwefels im Stoffwechsel verwertet werden. Es hat sich die Vorstellung verbreitet, daß der perkutan aufgenommene Schwefel zum Aufbau und zur Regeneration der glykoproteidhaltigen mesenchymalen Geweben benutzt werden kann, und daß der Schwefel auf diesem Wege bei degenerativen rheumatischen Erkrankungen direkt wirksam ist.

Die Forschungen der physiologischen Chemie der folgenden Jahre haben jedoch gezeigt, daß Sulfid- oder Sulfatschwefel vom tierischen Organismus für den Schwefelmetabolismus nicht genutzt werden können. Die essentielle Schwefelquelle des Menschen ist hauptsächlich das Methionin der Nahrung. Nur über diese Schwefelverbindung kann der für den Bindegewebsstoffwechsel und für die Synthese der sauren Glykosaminglykane notwendige Schwefel ergänzt werden. Auch wenn durch Bäder mit radioaktivem Schwefel im Knorpel autoradiographisch Radioaktivität nachgewiesen wurde, ändert dieser Befund nichts an dieser Tatsache. Die Fehlinterpretation der autoradiographischen Bilder kam durch die ungewöhnlich hohe Nachweisempfindlichkeit für geringe, durch Isotopenaustausch eingelagerte radioaktive Schwefelatome zu-

stande. Eine relevante Änderung der Schwefelbilanz ist daraus nicht abzuleiten.

Nach *Dirnagl (1956)* ist die perkutane Aufnahme bei einer Schwefelwasserstoffkonzentration von 0,1 g/l etwa 3 - 6 mg Schwefel. *Andrejew (1991)* stellte fest, daß bei einem Vollbad mit einer H_2S -Konzentration von 100 mg/l etwa 10 mg H_2S in der Haut oxidiert werden. Die permeierte Menge entspricht nach *Pratzel (1985, 1991)* pro cm^2 Haut in einer Stunde der Menge, die in 0,010 ml Badewasser gelöst ist. Schwefelwasserstoff durchdringt die Zellwände etwa 100mal schneller als Sauerstoff.

Der Tägliche Umsatz an Schwefel beträgt etwa 1,6 - 3,6 g. Beim Nahrungsschwefel handelt es sich jedoch um andere Schwefelverbindungen als den Schwefel, der durch das Baden in der Schwefelquelle aufgenommen wird. Der Nahrungsschwefel wird teilweise im Stoffwechsel verwertet, **der über die Haut aufgenommene Schwefel wird jedoch nicht verwertet, sondern könnte nur indirekt über die bei seiner Oxidation entstehenden reduzierten Stoffwechselprodukte eine Einfluß haben.**

Damit haben die Forschungen über die perkutane Aufnahme des Schwefels zu keinen Erklärungsmodellen für die Wirksamkeit des Schwefels verholfen.

Im Gegensatz zu diesen pharmakokinetisch ausgerichteten Messungen haben neuere pharmakodynamischen Effekte mehr relevante Erkenntnisse gebracht, zumal diese über die bei der Oxidation des Schwefels in der Haut entstehenden Stoffwechselprodukte zu erklären sind. Der Schwefel wirkt offensichtlich bereits, nachdem er in die Haut eingedrungen ist und nicht erst dann, wenn seine Oxidationsprodukte in der Blutbahn nachzuweisen sind.

Wirkungen auf die Haut

Scott (1957) untersuchte autoradiographisch das Eindringen von radioaktiv markiertem elementarem Schwefel in die Haut bei Gesunden und bei Hautkranken mit seborrhoischer Dermatitis, Akne vulgaris, Psoriasis und anderen Dermatosen mit Biopsien. Nach 8 Stunden war der Schwefel in allen Schichten der Epidermis autoradiographisch erkennbar, nach 16 Stunden war der größte Teil in der Dermis ohne erkennbare Konzentrationsunterschiede in der Nähe der Schweißdrüsen oder Blutgefäße und nach 24 Stunden war der Schwefel aus der Dermis verschwunden, also resorbiert. Beim Vergleich vor und während eines UV-Erythems, war beim

Erythem eine beschleunigte Penetration und Resorption innerhalb von 8 Stunden erkennbar. Der Schwefel wurde bei normaler Haut, Akne vulgaris, lichenifizierter Haut, Ekzemen und Lupus erythematoses nur extrazellulär gefunden. Dagegen lag bei seborrhoischer Dermatitis und Psoriasis der Schwefel intrazellulär. Bei der seborrhoischen Dermatitis war eine stärkere Lokalisation in mittleren Epidermisschichten und bei der Psoriasis eine Anhäufung im Bereich der Basalzellen zu finden.

Richter (1939) wies nach, daß durch die Kur eine länger anhaltende Erhöhung des Hautreduktionswertes eintritt. Er führte die Untersuchungen einen Tag nach dem letzten Bad durch, so daß freies H_2S in der Haut nicht mehr vorhanden war. Bereits 1929 hatten *Moncorps* und auch *Urbach* festgestellt, daß die Summe der reduzierenden Substanzen der Haut beim Gesunden 50% des Blutzuckergehaltes beträgt. 1955 wies *Nakajima* auf den blutzuckersenkenden Einfluß beim Baden in Schwefelbädern hin. Bei Kranken mit Furunkulose und mit spätexsudativem Ekzematoid waren diese Werte bis auf 200 mg% erhöht. Während der Schwefeleinwirkung zeigte sich, daß gleichzeitig mit der klinischen Besserung bzw. Rückbildung der Hautveränderungen sich die Werte der reduzierenden Substanzen in der Haut deutlich normalisierten. Kontrollen mit Süßwasserbädern blieben ohne Erfolg. Anwendung von Solebädern führte zu einer Verstärkung der krankhaften Veränderungen. Beim Gesunden waren keine Veränderungen nachweisbar.

Wirkung auf Entzündungsvorgänge

Kabrowski (1965) untersuchte die unspezifischen Reaktionen nach Schwefelanwendungen. Nach der Hautfenstertechnik im Sinne der Hoff'schen Klinik stellte sie Veränderungen im Hautzellgehalt fest, die bei Kranken mit entzündlichen Veränderungen anders ausfielen, als bei Kranken mit nichtentzündlichen rheumatischen Veränderungen.

Die seit wenigen Jahren bekannt gewordenen immunhistochemische Untersuchungen nach Schwefelbädern über die epidermalen Langerhans-Zellen brachten erstmals Hinweise, die für plausible Erklärungen zum Wirkungsmechanismus der Schwefelbäder geeignet sind. Hiermit ließ sich der Dosis-Wirkungs-Zusammenhang quantitativ beschreiben. Schwefelwasserstoff hat einen konzentrationsabhängigen Hemmeffekt auf diese Zellen, der länger als eine Woche nach einmaliger Badeanwendung anhält. Die Konzentration im Bad, die zu einer 50 %igen Hemmung der Langerhans-Zellen führt, liegt etwa bei 40 mg Schwefelwasserstoff pro Liter Wasser

(Artmann und Pratzel 1987, 1991). Den Langerhans-Zellen kommt eine entscheidende Rolle bei der Regulation zellulär vermittelter Immunantwort des Integuments zu. Sie sind als Simulatoren der primären und sekundären T-Zell-Aktivierung bekannt. Hiernach kann Schwefel eine **spezifische** Primärwirkung auf die Langerhans-Zellen der Haut ausüben, woraus zellvermittelte **unspezifische** Einflüsse auf den Körper im Sinne einer Induktion systemischer Vorgänge des Immunsystems ausgehen.

Über diese Reaktion läßt sich der schon von Kühnau (1940) beschriebene Befund einer desensibilisierenden Wirkung von Schwefelbädern bei vorsichtiger Dosierung und der besondere Wert des Schwefelwasserstoffs für die Behandlung von obstruktiven Atemwegserkrankungen und allergischen Hautkrankheiten erklären. Durch die Blockierung der Langerhans-Zellen und das Abfangen von Sauerstoffradikalen ist eine direkte Hemmung von Entzündungsreaktionen in der Haut und Schleimhaut, aber auch eine Reizung von Hautzellen zu erwarten. Beide Effekte sind therapeutisch nutzbar.

Wirkung auf die Gefäße

Wenn die Konzentration mindestens 4 - 10 mg Schwefelwasserstoff pro Liter im Badewasser beträgt, führen Schwefelwasserstoff-Bäder nach etwa 20 sec. zu einem deutlich sichtbaren Hauterythem durch Dilatation der Hautgefäße. Es handelt sich hierbei um eine durch Hautreizung verursachte, als sterile Entzündung zu bezeichnende Reaktion. Solche Entzündungen können auch durch UV-Strahlung oder andere Reizstoffe entstehen, die aber wegen der unterschiedlichen Primärreaktion nach jeweils eigener Dynamik ablaufen.

Interessant ist das Verhalten der Hauttemperatur. Die Vermehrung der Hautkapillarisation nach Schwefelbädern wurde zuerst wohl von Maliwa(1939) und Moncorps (1933,1939) beschrieben. Doering (1960) konnte nach Schwefelbäderverabreichung in Bad Nenndorf bei indifferenter Badetemperatur feststellen, daß vorhandene Stasen in den Kapillaren aufgehoben werden, daß eine erhebliche Beschleunigung der Strömung und eine Besserung des Füllungszustandes der Kapillaren eintritt. Die Wirkung des Einzelbades wird durch die Kurdauer zu einer Dauerveränderung. Auch bleibende lokale Durchblutungsverbesserungen, z. B. an Amputationsstümpfen, sind nach häufig wiederholter Anwendung beobachtet worden.

Die Schwefelwirkung auf die tieferen Hautgefäße kontrollierte *Sadel (1941)* bei 50 Kranken, bei denen eine verminderte Tätigkeit der Hautgefäße zu einer Herabsetzung der Temperatur an einer Gliedmaße geführt hatte. Hier hat sich in vielen Fällen die Temperatur normalisiert bzw. der Norm angenähert. Krankhaft funktionierende Gefäße nehmen durch den Reiz des Schwefels ihre normale Funktion wieder auf. Hierin wurde eine Indikation zur therapeutischen Anwendung des Schwefelbades bei Störungen der Hautdurchblutungen jeder Art gesehen.

Hille beschrieb 1967 ein Absinken der Kerntemperatur nach Schwefelbädern mit 23 mg/l Schwefel. *Hille* betont an anderer Stelle 1961, daß der Angriff von H_2S auf das Fermentsystem die Möglichkeit einer Beeinflussung des Gesamtorganismus im Sinne einer Reiztherapie oder der vegetativen Umstimmung bietet.

Wirkung auf die Sensibilität

Weigmann (1953) und *Schindewolf (1953)* fanden eine Herabsetzung der Kälteempfindung und eine Steigerung der Wärmeempfindung durch Schwefelwasserstoff. Ebenso wird die Schmerzempfindung durch solche Bäder erheblich gelähmt. Aus neueren Beobachtungen geht hervor, daß die gereizte Haut dazu in der Lage ist, endogene Opiate zu produzieren. Die mehrfach gut belegte allgemein schmerzstillende Wirkung von Schwefelbädern wäre dadurch zu erklären. Diese nimmt mit dem Gehalt an Schwefelwasserstoff zu, wie *Legler (1994)* mit einer kontrollierten Doppelblind-Studie bei Sprühbädern mit der Jod-Schwefelquelle von Bad Wiessee zeigen konnte.

Der gleiche Effekt trat bei Anwendung von Gasbädern mit H_2S auf. D.h. die Schmerzempfindung wird durch H_2S reduziert. *Schindewolf* prüfte die Beeinflussung der Juckempfindung durch das Schwefelbad bei juckenden Dermatosen. Bei unterschwelliger Reizung einzelner Rezeptoren blieb die Juckempfindung völlig aus.

Wirkungen auf den Stoffwechsel

Richter(1939) konnte bei der Trink- und Badekur mit Schwefelwässern nachweisen, daß der Gehalt des Blutes an Glutathion und der Gewebe an SH-Gruppen vermehrt wurde. Der Vitamin-C-Gehalt im Plasma, der anfangs erniedrigt war, wurde am Ende der Bäderbehandlung erheblich höher gefunden.

Ostendorf und Richter (1940) überprüften Stoffwechselveränderungen durch Grundumsatzbestimmung bei Meerschweinchen. Ge-

wichtsveränderungen nach Schwefelwassertrinkkur traten nicht ein. Eine Grundumsatzsteigerung nach Adrenalin wurde durch Sulfid gedämpft.

Neue Ansätze zur Erklärung der Wirksamkeit des Schwefels

Aus der Balneologie und der Phytotherapie kennen wir eine Reihe von Reizstoffen, die bei der Anwendung in Bädern trotz unterschiedlicher chemischer Reaktion in der Haut mehr oder weniger starke Entzündungen hervorrufen. Hierbei handelt es sich um sog. sterile Entzündungen, weil sie nicht durch Bakterien ausgelöst werden. Aber die Entzündung ist nur eine der möglichen Reaktionen der Haut, die nur deshalb vordergründig ist, weil sich die Merkmale der Entzündung, wie dolor, rubor, calor, tumor, augenfällig zu erkennen geben. Es ist einzusehen, daß solche Änderungen bei geringer Reizung nur bei mikroskopischer Untersuchung festgestellt werden können.

Schwefelwasserstoff reizt vor allem, weil er zelltoxisch ist. Er wird nach der Passage der Hornschicht durch biochemische Oxidation in der Epidermis entgiftet. Dabei werden auch Spurenelemente in Biokatalysatoren blockiert. Das Redoxgleichgewicht zwischen Sulfhydryl- und Disulfidverbindungen wird durch Spaltung von Schwefelbrücken verändert, wobei es durch Konformationsänderungen von Proteinen zur Änderung ihrer biochemischen Aktivität kommt. Schwefelwasserstoff kann aktiven Sauerstoff und Sauerstoffradikale zerstören (Eltner 1990) und hat damit auch Einfluß auf Entzündungsvorgänge anderer Genese.

Durch wiederholte Anwendung von Schwefelbädern wird über das Hautorgan eine je nach Konzentration und Dauer der Anwendung - also durch wiederholt erzeugte sterile Entzündungen in der Haut - ein Reiz gesetzt. Es kommt zu einer mehr oder weniger starken Störung der metabolischen und immunologischen Funktionsgleichgewichte der Entzündungsabwehr und zu einer reaktiven Antwort auf diese Störungen.

Schwefelbäder gehören zu den stärksten Mitteln der Reiz-Reaktionsbehandlung. Je nach Dosis ist einerseits eine Dämpfung pathophysiologischer Prozesse im Hautorgan das akute Behandlungsziel bei verschiedenen Hauterkrankungen. Andererseits können stille chronische Prozesse aktiviert werden. Dabei kommt es durch die sterile Entzündung in der Haut und auch durch die Aktivierung chronischer Prozesse im Organismus langfristig zur reakti-

ven Mobilisierung von Selbstheilungskräften, also zu einer reaktiven Umstimmung.

Nach Schwefelbädern können bekanntlich nicht abgeklungene Infektionen, Herde, Fokalprozesse an den Zähnen erneut aufbrechen. Von *Evers* wurden diese reaktiven Prozesse folgendermaßen beschrieben: In der zweiten Kurwoche bilden sich im allgemeinen verstärkte Beschwerden bei Kranken mit Polyarthritus aus. Es kann zu angedeuteten frischen Schüben mit erneuter Gelenkschwellung und dem Auftreten erneuter entzündlicher Reaktion kommen. Die Schmerzen nehmen bei fast allen Kranken zu. Es entwickelt sich ein Zustand einer nervösen Unruhe und Übererregbarkeit. Der Schlaf wird schlecht. Dieser reaktiv bestimmten Krise folgt eine langsam einsetzende Besserung.

Solche Umstimmungsreaktionen gibt es auf verschiedenen Funktionsebenen. Auf hormoneller, immunologischer, auf metabolischer und auf neurophysiologischer Ebene sind bestimmte Stimulationen möglich. Sie führen in der Regel zu einer Normalisierung der hormonellen Regulation (z. B. Streßbewältigung, Blutdrucknormalisierung), der immunologischen Abwehr (z. B. bei chronischen Entzündungen), der Stoffwechsellistung (z. B. Regulation der Blutzuckerwerte) oder zu einer angemessenen Sensibilitätssenkung (z. B. Senkung der Überempfindlichkeit gegenüber Schmerzen).

Es kommt zur Mobilisierung und Reaktivierung körpereigener, die Gesundheit fördernder Funktionen. Körpereigene Funktionen werden bei diesem Vorgehen nicht durch äußere Hilfen ersetzt, sondern es werden durch bestimmte Reize Unterfunktionen stimuliert oder Überfunktionen gehemmt. Das heißt, der Organismus soll durch die Reaktivierung verbliebener Selbstheilungskräfte dazu gebracht werden, daß er durch eigenen Antrieb seinen Heilungsprozeß aktiviert. Das ist das Grundprinzip für eine naturgemäße Heilweise. Der Grundgedanke entspricht dem Trainingsprinzip. Durch wiederholte Reize im Laufe einer Kur werden regulative Prozesse soweit auftrainiert, bis eine Normalisierung erreicht ist.

Klinische Forschung

Eine in der letzten Zeit wiederholt gestellte Frage ist, ob nur dem Schwefelwasserstoff ein therapeutisch nutzbarer Wert zukommt, oder ob auch andere Schwefelformen verwertbar sind, sofern es sich nicht um den Sulfat-Schwefel handelt. Diese Frage ist besonders dadurch aktuell geworden, weil einige Fertigarzneimittel offen-

bar ohne den Schwefelwasserstoff auskommen und auf eine lange erfolgreiche Tradition verweisen können.

Auf den klinischen Nutzen von Bädern mit kolloidalem Schwefel oder Sulfiden bei der Behandlung degenerativer Wirbelsäulenerkrankungen weisen zahlreiche Arbeiten hin (*Kölbl* 1935, *Hoffmann* 1961, *Maibach* 1965). Mit dem Schwefelbad Dr. Klopfer[®], einem Kombinationspräparat von Thiosulfat mit ätherischen Ölen, wurden von *Mund-Hoym* (1988) über 3 Wochen 40 Koxarthrose-Patienten und 20 Patienten mit degenerativen Zeichen an der BWS/LWS (wöchentlich 4 - 5 Bäder bei 38 °C, bei 20 - 30 Minuten Badedauer) behandelt und die Behandlungsergebnisse mit einem Patientenkollektiv verglichen, welches mit Phenylbutazon (2-3 Dragees täglich über 14 Tage, dann täglich 1 Dragee) behandelt wurde. Die gemessenen Funktionsparameter zeigen sowohl bei der Anwendung des Schwefelbades als auch bei der Behandlung mit Phenylbutazon einen deutlichen und annähernd identischen Behandlungserfolg. Bei einigen Patienten traten durch die Schwefelbäder leichte Temperaturerhöhungen und Leukozytenanstiege auf, die sich wieder normalisierten. Von *Moeser* (1977) wurde das Schwefelbad Dr. Klopfer[®] bei verschiedenen dermatologischen Indikationen in einer Feldstudie geprüft.

Neue klinische Forschungen zur Überprüfung der Wirksamkeit balneotherapeutischer Behandlungsmethoden die nach arzneimittelrechtlichen Kriterien durchgeführt wurden, haben wesentlich zur Hebung des Stellenwertes solcher Bäder beigetragen. Hierbei wurde der Überprüfung der Schmerzlinderung besondere Aufmerksamkeit geschenkt, wobei vor allem die verschiedenen Schwefelformen, wie Schwefelwasserstoff, Hydrogensulfid, Polysulfid und Thiosulfat auf ihre klinische Wirksamkeit überprüft wurden. Die allgemeine Schmerzlinderung läßt sich durch Messung der Druckschmerzschwelle als Durchschnittswert über mehrere auf den Körper verteilte Schmerzpunkte reproduzierbar und mit geringer Fehlerbreite erfassen. Solche Untersuchungen wurden im Rahmen von üblichen Kurbehandlungen neben der adäquaten Physikalischen Therapie durchgeführt. Bei den Kontrollgruppen fehlte in den Bädern lediglich der Schwefel. Die Bäder waren weder durch Farbe noch durch Geruch zu unterscheiden.

Bei kurmäßiger Anwendung von Schwefelbädern mit Kaliumpolysulfid (Leukona-Sulfomoorbad[®]) ist sowohl bei Arthrosen als auch bei weichteilrheumatischen Beschwerden eine relevante Schmerzlinderung zu erreichen, die den Behandlungserfolg durch eine adäquate Physikalische Therapie zusammen mit einer Placebo-

Bäderbehandlung bei weitem übertrifft. Dazu liegen randomisierte Doppelblind-Untersuchungen von *Saller et al.* (1991) und *Fuchs* (1993) für Arthrosen und Spondylosen und von *Pratzel et al.* (1992), *Aigner* (1993) für weichteilrheumatische Beschwerden vor. Bei den Arthrosen und Spondylosen fand *Fuchs* eine Zunahme der Schmerzverträglichkeit in 3 Wochen auf den myofascialen Triggerpunkten von durchschnittlich 1,86 auf 2,72 kg/cm² (Kontrolle 2,47 auf 2,78 kg/cm²). Bei den weichteilrheumatischen Beschwerden wurde von *Aigner* eine Zunahme der Schmerzverträglichkeit von 3,65 auf 4,69 kg/cm² (Kontrolle 3,60 auf 3,97 kg/cm²) nach jeweils 8 Bädern in 3 Wochen festgestellt. In einer nach gleichem Studiendesign angelegten Doppelblindstudie mit dem vorwiegend Thiosulfat enthaltenden Schwefelbad Dr.Klopper® konnten *Tent* (1993) u. *Pratzel et al.* (1994) bei der seriellen Behandlung von Tendomyopathien ebenso den deutlich stärker ausgeprägten schmerzlindernden Effekt von Schwefelbädern gegenüber Placebobädern beweisen.

Mit den Bad-Nenndorfer Schwefel-Sole- und Sole-Quellen liegen neue Untersuchungen von *Schick* (1994) bei der Behandlung von zervikaler und lumbaler Spondylose vor, die ebenfalls die schmerzlindernde Wirkung dieser Bäder belegen.

Ohne den thermischen und hydrostatischen Effekt, der die Badebehandlung begleitet, wurden von *Legler* (1994) in Bad Wiessee Sprühbäder mit gleichem Schwefelgehalt aber durch pH-Einstellung mit unterschiedlichem Gehalt an Schwefelwasserstoff (4 mg/l gegen 70 mg/l) bei der ambulanten Behandlung von Arthrosen und Spondylosen randomisiert und doppelblind geprüft. Auch bei diesen Untersuchungen war eine signifikant und relevant höhere Schmerzlinderung durch den höheren Gehalt an Schwefelwasserstoff nachzuweisen.

Die Ergebnisse geben Anlaß zu der Hoffnung, daß weitere derartige klinische Forschungen in der Zukunft den Stellenwert der Schwefelbäder auch bei anderen Indikationen belegen können und zu einer Verbreitung dieser naturgemäßer Heilmethoden beitragen.

Literaturverzeichnis

Aigner U. (1993) Zur analgetischen Wirksamkeit von Schwefelmoorbädern bei weichteilrheumatischen Beschwerden. Dissertation LMU München

Andrejew SV (1990) Das Verhalten des in den Körper aus dem Sulfidbad eindringenden Schwefels. In: Schwefel in der Medizin (Pratzel, Bühring, Evers) 1990, Demeter-Verlag Gräfelfing

Artmann C, Pratzel HG (1987) Immunsuppression durch Schwefelbäder. Z Phys Med Baln Med Klim 16:282

Artmann C, Pratzel HG (1991) Einfluß von Schwefelwasserstoff-Bädern auf das Immunsystem des Menschen. In: Schwefel in der Medizin (Pratzel, Bühring, Evers) Demeter Verlag Gräfelfing

Bartelheimer EW, Doering P, Evers A, Hartman F (1957) Perkutane Schwefelaufnahme und -Ausscheidung im Harn, untersucht an einem mit H_2S^{35} markierten natürlichen Sulfidwasser. Aus: Die Naturwissenschaften, 44:66, Heft 3

Bürgi E (1936) Über die Durchlässigkeit der Haut für Arzneien und Gifte. WKW 49:1545-1548

Dirnagl K, Drexel H, Quentin E (1954,55,56) Untersuchungen mit Radoschwefel im Hinblick auf die Schwefelresorption bei der Balneotherapie. Z.angew.Bäder-Klimahk. 1:330-342, 3:243-251, 6:634-653

Doering P, Bertelheimer EW (1960) Untersuchungen zur Sulfidresorption durch die menschliche Haut mit S^{35} . Ärztl. Forsch. 14:567-72, 1960, Werk-Verlag Dr.Edmund Banaschewski, München-Gräfelfing

Ebermaier E, Hartmann F (1967) Die perkutane Resorption von Sulfidschwefel aus Schwefelschlamm-bädern und seine renale Ausscheidung vor und nach Prednisolonbehandlung. Z. Angew. Bäder- und Klimahk. 14 :11-33

Elstner EF (1990) Der Sauerstoff. Biochemie, Biologie, Medizin (BI-Wiss.-Verlag, Mannheim)

Evers A (1962) Die Schwefelresorption durch die Haut und die Deutung. Med. Welt 35:1:1819-22

Evers A (1967) Reaktion von Kranken mit entzündlichen und nicht-entzündlichen Gelenkveränderungen auf Behandlung mit einer Schwefel-Sol-Thermal-Quelle. Aus: Zeitschrift für Rheumafor-schung, 26, Heft 1/2,S.73-78

Evers A (1990) Eine rückblickende Darstellung zur Schwefelforschung in der Balneologie. In: Schwefel in der Medizin (Pratzel, Böhning, Evers) 1990 Demeter-Verlag Gräfelfing

Fuchs N (1993) Zur analgetischen Wirksamkeit von Schwefelmoorbädern bei Osteoarthritis und Spondylose. Dissertation LMU München

Gunina AI, Tichonrawow WA (1953) Untersuchungen des Schwefelwasserstoffgehaltes im Blut von Personen zur Zeit der Behandlung mit Schwefelwasserstoffbädern. Pharmakol. und Toxikol. (UdSSR) 196:46

Hartmann F (1953) Perkutane Resorption antirheumatischer Substanzen

Heubner W (1926) Z.wiss.Bäderkunde 1:5

Hille H (1961) Kreislauf und Stoffwechselwirkungen von Bädern. Süßwasser und Schwefelbäder. Z.f.angew.Bäder-u.Klimahk. 8:308-320

Hoffmann KF (1961) Die Behandlung mit kolloidalem Schwefel. Naturheilpraxis Nr. 12

Kabrowski I (1965) Unspezifische Reaktionen nach balneotherapeutischen Maßnahmen. Aus: Medizinische Welt 1965, Nr.26:1429-1432

Kölbl H (1935) Über die therapeutische Verwendung von kolloidalen Schwefelbädern. Medizinische Welt Nr. 37

Kühnau J (1940) Schwefelquellen. In: Vogt: Lehrbuch der Bäder- und Klimaheilkunde. Springer-Verlag Berlin

Legler B (1994) Vergleichende Studie zur analgetischen Wirksamkeit von H₂S- und HS⁻-Sprühbädern. Dissertation. LMU München

Lotmar R (1955) Resorption von radioaktiv markiertem Natriumsulfat durch die Kaninchenhaut und seine Wiederausscheidung. Documenta Rheumatol. 6:65-90

Lotmar R (1961) Über die Hautresorption und die Verwertung und Wiederausscheidung von kolloidalem Schwefel und Thiosulfat. Z.Ges.Exp.Med. 134:233-241

Lotmar R (1962) Die perkutane Aufnahme und Verwertung von kolloidalem Schwefel. Schweiz. Rundsch f.Med. 51:196-198

Maibach E (1965) Über die Beeinflussung degenerativer Erkrankungen der Wirbelsäule und arthrotischer Veränderungen durch ein japanisches Schwefelbad. Praxis 30:899-903

Maliwa E (1933) Ein experimentelles Erklärungssystem der Schwefelbadwirkung. Wien.klin.Wschr. 1933:22, 1939:288, Balneologie 1939:3

Mielke u. Thürigen (1957) Zur Dosierung von Kohlensäurebädern. Arch.f.Phys.Ther. 1957

Moeser H (1977) Schwefelbäder bei Dermatosen (eine Feldstudie) Arch Arzneitherap 3:226-231

Moncorps C (1929) Naunym-Schmiedebergs Archiv exp.Path.Pharmakol. 141:67

Mund-Hoym WD (1988) Degenerative Bindegewebserkrankungen im Bereich der Hüftgelenke und bei BWS/LWS-Syndromen. Behandlung mit einem Schwefelbad. Der Kassenarzt 28:32-41

Nakajima T. (1955) Shinshu med.J. 4:202 u. 206

Ostendorf CJ, Richter R (1940) Balneologie 161

Pratzel HG (1985) Grundlagen des perkutanen Stofftransports in der Pharmako-Physiko-Therapie und Balneotherapie. Habilitationsschrift .Med. Fakultät der LMU München

Pratzel HG (1991) Pharmakologie und Toxikologie des Schwefels. In: Schwefel in der Medizin (Pratzel, Bühring, Evers) Demeter Verlag Gräfelfing

Pratzel HG, Aigner UM, Weinert D, Limbach B (1992) Zur analgetischen Wirksamkeit eines Schwefelmoorbades bei weichteilrheumatischen Beschwerden. Eine randomisierte Doppelblindstudie. Phys Rehab Kur Med 2:92-97

Pratzel HG, Schnizer W (1992) Handbuch der Medizinischen Bäder. Haug-Verlag, Heidelberg

Pratzel HG, Tent G, Weinert D (1994) Zur analgetischen Wirksamkeit eines thiosulfathaltigen Bades bei Tendomyopathien. Phys Rehab Kur Med 4 (im Druck)

Richter R (1939) Über den Einfluß der Schwefelbäder auf den Vitamin C-Haushalt des Körpers. Aus: Der Balneologe 6:405-414 H.9

Sadel EM (1941) Über die Beeinflussung der Hauttemperatur durch natürliche Schwefelbäder. Inaugural-Dissertation Universität Breslau 1941

Saller R, Deppert P, Vetter G, Bühring M (1991) Prospektive klinisch kontrollierte Untersuchung zur analgetischen Wirksamkeit eines Schwefelmoorbades bei Patienten mit Osteoarthrose. In: Schwefel in der Medizin (Pratzel, Bühring, Evers) Demeter Verlag Gräfelfing

Schick B (1994) Wirksamkeit und Verträglichkeit von Schwefel-Sole-Bädern im Therapievergleich mit Sole-Bädern bei Patienten mit zervikaler und lumbaler Spondylose, Med. Dissertation München (im Druck)

Schindewolf G (1955) Untersuchungen zur H₂S-Wirkung auf die Hautsinnesorgane bei Kranken. Aus: Arch Phys Ther Leipzig 1955, 155:146-149

Scott A (1957) Über den keratolytischen Effekt von Schwefel. Brit J Dermatol 69: 39

Stüttgen G, Wüst H (1955) Die Resorption von elementarem Schwefel durch die Haut. Der Hautarzt 6:172-175

Tent G (1993) Zur analgetischen Wirksamkeit von thiosulfathaltigen Bädern bei Tendomyopathien. Dissertation LMU München

Thürigen G, Evers A (1960) Untersuchungen zum Verhalten des Properdinspiegels. Z. Rheumaforsch. 19:33-41

Urbach E (1929) Arch.Derm.Syph. 127:160

Varzandeh B (1974) Das Verhalten des Blutdrucks im Schwefeleinzelbad. Med. Diss. Göttingen

Weigmann R (1952) Experimentelle Untersuchungen zur CO₂ und H₂S-Wirkung auf die Hautsinnesorgane. Aus: Arch Phys Ther Leipzig 1955, 155:144-146,

Winterfeld HJ, Siewert H, Strandfeld D, Aurisch R (1991) Zum Einsatz ambulanter Schwefelbäder auf Blutdruck und Hämodynamik bei essentieller Hypertonie. In: Schwefel in der Medizin (Pratzel, Bühring, Evers) Demeter-Verlag Gräfelfing

Yant WP (1930) Hydrogen Sulphide in Industry. Occurrence, Effect, and Treatment. Am. J Publ. Health 20:598-608

Untersuchungen über die Wirkung der Füssinger Therme II auf die Speichel- und Harn-Fluorid-Konzentration

Von G. Hildebrandt, G. Gundermann und Chr. Gutenbrunner

Einleitung

Die Bedeutung der Fluoridzufuhr für die Zahnkariesprophylaxe ist heute weitgehend unumstritten. Durch die WHO wird eine allgemeine Trinkwasser-Fluoridierung von 1 mg F⁻/l empfohlen, die aber in der Bundesrepublik Deutschland aus rechtlichen Gründen nicht möglich ist. Daher kommt der Frage einer zusätzlichen Fluorid Aufnahme über Nahrungsmittel, Pharmaka oder Mineral- bzw. Heilwasser eine besondere Rolle zu. Die Bedeutung des Fluorids besteht neben der Knochenhärtung vor allem in seiner kariesverhindernden Wirkung. Vor dem Zahndurchbruch erfolgt der Fluorideinbau in den Zahnschmelz auf humoralem Wege. Beim Erwachsenen ist eine Fluorid Aufnahme in den Zahnschmelz nur über den Speichel möglich. Da auch in diesem Lebensabschnitt die Fluorapatit-haltige Deckschicht zu ihrer Erhaltung stets mit Fluorid versorgt werden muß, wird eine fortgesetzte Fluoridzufuhr von außen zur Kariesprophylaxe empfohlen.

Es ist bekannt, daß Fluorid-Konzentrationen von 1 ppm im umgebenden Milieu die Zahnschmelzlöslichkeit um 20-30 % senken (NELSON 1983) und die Remineralisation von kariösen Läsionen in ihrem Frühstadium begünstigen (BINDER 1978). Durch Fluorid-Konzentrationen von 0,2 ppm wird der Stoffwechsel der Mundbakterien gehemmt. Die Verminderung der Aktivität des Enzyms Enolase führt zu einer Hemmung des Abbaus von Glukose zu Milchsäure (AHRENS 1987), die den Zahnschmelz bekanntlich schädigt.

Entscheidend für diese Effekte ist die Konzentration von Fluorid im Speichel. Der Erhöhung der Speichel-Fluorid-Konzentration kommt somit eine besondere Bedeutung für die Zahnkariesprophylaxe zu.

In jüngster Zeit konnte für Fluorid-haltige Heilwässer nachgewiesen werden, daß sie eine signifikante Erhöhung der Speichel-Fluorid-Konzentration bewirken (GUTENBRUNNER u. HEYDARI 1992). Da die Fluorid-Konzentrationen der bisher untersuchten Heilwässer wesentlich unter denen der Füssinger Therme II lagen, stellt sich somit die Frage, welches Ausmaß der zu erwartende Anstieg der Speichel-Fluorid-Konzentration nach dem Trinken erreicht und wie lange diese Erhöhung anhält.

Bei der Füssinger Therme II handelt es sich nach vorliegender Analysentabelle (ohne Datum) um eine Fluorid- und Schwefel-haltige Natrium-Hydrogencarbonat-Chlorid-Therme mit einem Gesamt-Mineralstoffgehalt (feste gelöste Bestandteile) von 1.255 mg/l (Tab. 1). Der Kohlensäure-Gehalt liegt mit 61,6 mg/l weit unter der für Sauerlinge geforderten Mindestgrenze. Auch die Gehalte an Natrium und Hydrogencarbonat erreichen nicht die in den entsprechenden Monographien des BGA geforderten Mindest-Konzentrationen von 500 bzw. 1.300 mg/l. Bemerkenswert ist jedoch der Gehalt an

[mg/l]	Füssinger Therme II	Natrium-Hydrogencarbonat- Chlorid-Therme
F ⁻	5,90	11,50
Na ⁺	307,60	1415,00
Ca ²⁺	24,30	4,55
Mg ²⁺	3,79	3,90
Cl ⁻	160,30	791,30
SO ₄ ²⁻	9,09	331,70
HCO ₃ ⁻	637,40	2042,00
CO ₂	61,60	105,70
HS ⁻	2,80	-
H ₂ S	0,48	-

Tab. 1:

Auszugsweise Analysentabelle der Füssinger Therme II (nach Analyse durch Prof. D. K.-E. Quentin, Institut für Wasserchemie und Chemische Balneologie der TU München, ohne Datum) und des Vergleichs-Heilwassers.

Fluorid. Mit 5,9 mg/l liegt dieser weit über der zur Kariesprophylaxe empfohlenen Konzentration für Trinkwasser von 1,0 mg F⁻/l.

Methodik

Da die Wirkung von Heilwässern mit Fluorid-Konzentrationen von bis zu 2,7 mg/l auf die Speichel-Fluorid-Konzentration in unserem Institut bereits untersucht worden ist (GUTENBRUNNER u. HEYDARI 1992), sollte in der vorliegenden Studie mit gleicher Methodik geprüft werden, welche Effekte mit der Füssinger Therme II erzielt werden können. Zur Ableitung einer möglichen Dosis-Wirkung Beziehung wurde die Untersuchung zusätzlich im Vergleich zu einem höher Fluorid-haltigen Heilwasser durchgeführt.

Als Vergleichswässer dienten in der vorliegenden Studie ein Natrium-Hydrogencarbonat-Chlorid-Wasser mit einem Fluoridgehalt von 11,5 mg/l (vgl. Tab. 1) und Bad Wildunger Leitungswasser. Alle Wässer wurden mit Zimmertemperatur verabreicht. Es wurden neutrale 0,75 l Flaschen ohne Etikett verwendet. Das Leitungswasser wurde vor Verwendung durch einen Wasservollentsalzer (Seradest S 750, SERAL-Reinstwasser-Systeme, Ransbach-Baumbach) entsalzt.

Als Versuchspersonen dienten 16 gesunde Probanden, 7 Frauen und 9 Männer. Das mittlere Lebensalter lag bei 31±9 Jahren.

Jeder Proband erhielt in systematisch variiertem Reihenfolge 500 ml der jeweiligen Testflüssigkeit. Eine echte Doppelblindanordnung ließ sich aufgrund des Geschmacks- und besonders des erheblichen Geruchsunterschiedes des Füssinger Wassers zu den Vergleichswässern nicht realisieren. Die Probanden waren aber nicht über die Fluoridgehalte der Testflüssigkeiten informiert.

Darüber hinaus ist ein Placeboeffekt auf die verwendeten Meßparameter sehr unwahrscheinlich.

Alle Versuche begannen zwischen 8.00 und 10.00 Uhr, wobei die Probanden vor und während der Versuche nüchtern blieben. Keiner der Probanden nahm Fluorid-haltige Pharmaka ein. An den Versuchstagen durften die Zähne nicht mit Fluorid-haltiger Zahncreme geputzt werden. Der Mindestabstand zwischen den Versuchen betrug zwei Tage, meist wurde allerdings ein Intervall von einer Woche eingehalten. Die Speichelsammlung erfolgte jeweils über zwei Minuten, wobei zur Sammlung Probengefäße aus Kunststoff verwendet wurden.

Vor Versuchsbeginn wurde die Blase entleert. Die erste Speichelprobe wurde unmittelbar vor dem Trinken gewonnen. Anschließend tranken die Probanden innerhalb von 5 Minuten schluckweise 500 ml der entsprechenden Testflüssigkeit. Danach erfolgte die Speichelsammlung in der ersten halben Stunde in 5-minütigen Abständen, sowie nach 60, 120 und 180 Minuten. Darüber hinaus wurde der Harn über den gesamten Versuchszeitraum in 1-Stunden-Portionen gesammelt.

Die Fluorid-Konzentrationen in Speichel und Harn wurden elektrometrisch mittels ionenselektiver Elektrode (Fluoridelektrode ORION, Modell 94-09, Colora-Meßtechnik, Lorsch) noch am gleichen Tag bestimmt (ULRICH 1988). Über ein Digitalmillivoltmeter wurde die Potentialdifferenz gemessen, die proportional zum Logarithmus der Fluoridionen-Konzentration ist. Zur Vermeidung von Meßungenauigkeiten, die sich aus der Abhängigkeit der Meßwerte von pH-Wert und einer Beeinflussung durch Komplexierung des Fluorids ergeben können, wurde ein Gesamt-Ionenstärke-Einstell-Puffer den Proben zugegeben. Als Meßmethode diente das Standard-Additionsverfahren. Meßprinzip dieses Verfahrens ist es, der Probenlösung

eine definierte Menge einer Standardlösung zuzugeben. Die Meßionen-Konzentration kann aus der Potentialänderung nach der Zugabe berechnet werden. Die mathematische Auswertung wird von dem im Gerät integrierten Mikroprozessor übernommen.

Ergebnisse

Die Ergebnisse der Speichel-Fluorid-Messungen sind in Abb. 1 dargestellt. Alle Konzentrationsmeßwerte wurden zur Annäherung an eine Normalverteilung vor der Mittelwert-Berechnung logarithmiert. Aufgezeichnet sind die Verläufe der mittleren Speichel-Fluorid-Konzentrationen nach Zufuhr des Füssinger Wassers im Vergleich zu einem Testwasser mit einem Fluorid-Gehalt von 11,5 mg/l und zum entsalzten Leitungswasser.

Während die Leitungswasserkontrollen zunächst einen kurzzeitigen geringen Abfall der Speichel-Fluorid-Konzentration aufweisen, steigt die Fluorid-Konzentration nach dem Trinken der Füssinger Therme II und dem Vergleichs-Heilwasser jeweils steil an mit einem Maximum in der 5-Minuten-Probe. Im Versuchszeitraum fallen die Konzentrationswerte dann annähernd exponentiell wieder ab. Das entsalzte Leitungswasser bewirkt erwartungsgemäß keine weiteren wesentlichen Veränderungen. Die Fluorid-Konzentration im Speichel bleibt nahezu gleich.

Die Unterschiede zwischen dem Füssinger Wasser und dem entsalzten Leitungswasser sind nach Maßgabe einer Varianzanalyse für wiederholte Messungen statistisch hoch signifikant. Gleiches gilt für die Unterschiede zum Fluorid-haltigen Vergleichswasser.

Bemerkenswert ist, daß auch noch drei Stunden nach dem Trinken der Testwässer die Speichel-Fluorid-Konzentration im Mittel sta-

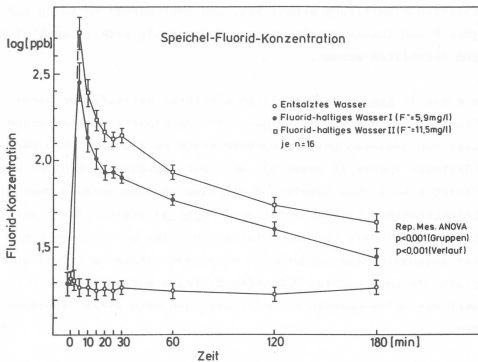


Abb. 1:

Mittlere Verläufe der Speichel-Fluorid-Konzentration bei gesunden Versuchspersonen (je n=16) nach Zufuhr von 500 ml zweier Fluorid-haltiger Heilwässer.

Fluorid-haltiges Wasser I : Füssinger Therme II

Fluorid-haltiges Wasser II: Vergleichs-Heilwasser

Zum Vergleich nach gleichdosierter Zufuhr von entsalztem Bad Wildunger Leitungswasser. Die Klammern kennzeichnen die Bereiche der mittleren Fehler der Mittelwerte.

tistisch signifikant erhöht ist, und zwar sowohl in bezug auf die jeweiligen Ausgangswerte vor dem Trinken als auch im Vergleich zum entsalzten Wasser.

Wie die in Abb. 2 dargestellten mittleren Verläufe der Harn-Fluorid-Konzentrationen zeigen, ist die Fluorid-Konzentration über den gesamten Untersuchungszeitraum nach dem Trinken der Füssinger Therme II gegenüber den Leitungswasserkontrollen signifikant erhöht. Die Summierung der Fluorid-Ausscheidung über die beobachteten 3-Stunden-Intervalle (Abb. 3) ergibt eine klare Dosisabhängigkeit von der Zufuhrmenge. Dies wurde durch eine Varianzanalyse für wiederholte Messungen (ANOVA: $p < 0.001$) überprüft. Im untersuchten 3-Stunden-Zeitraum wurden etwa 15 Prozent des aufgenommenen Fluorids über den Harn wieder ausgeschieden.

Diskussion

Die Ergebnisse, der vorliegenden Untersuchung zeigen, daß durch einmaliges Trinken von 500 ml der Füssinger-Therme II ein hochsignifikanter Anstieg die Speichel-Fluorid-Konzentration bewirkt wird. Der Anstieg erfolgt sehr schnell, wobei bereits 5 Minuten nach dem Trinken der Maximalwert erreicht wird. Mit 0,2 bis 2,0 ppm Fluorid im Speichel werden Konzentrationen erzielt, die in einem optimalen Bereich liegen. Wie bereits erwähnt, führen 0,2 ppm Fluorid zur Hemmung des Stoffwechsels der Mundbakterien. Des weiteren ist bekannt, daß der Fluoridtransport in den Zahnschmelz bei Werten unter 10 ppm optimal ist (AHRENS 1987).

Der Vergleich, der mit der Füssinger Therme II und dem mit 11,5 mg/l höher Fluorid-haltigen Wasser erzielten Ergebnisse mit denen von GUTENBRUNNER u. HEYDARI (1992), ergibt bei gleicher Zufuhr-

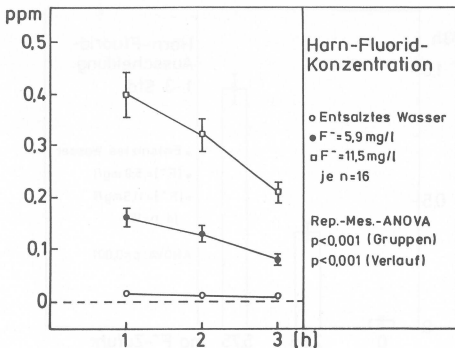


Abb. 2:

Mittlere Verläufe der Harn-Fluorid-Konzentration bei gesunden Versuchspersonen (je $n=16$) nach Zufuhr von 500 ml zweier Fluorid-haltiger Heilwässer bzw. zum Vergleich nach gleichdosierter Zufuhr von entsalztem Bad Wildunger Leitungswasser über den Untersuchungszeitraum von 3 Stunden.

Ausgefüllte Symbole: Füssinger Therme II

Die Klammern kennzeichnen die Bereiche der mittleren Fehler der Mittelwerte.

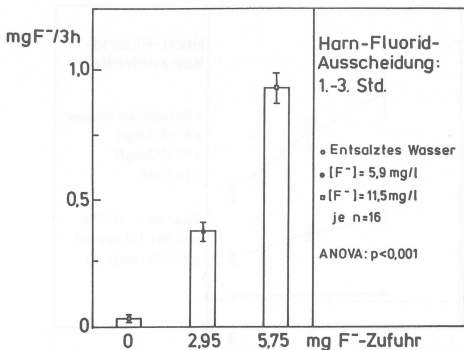


Abb. 3:

Mittlere Harn-Fluorid-Ausscheidung gesunder Versuchspersonen (je n=16) innerhalb von 3 Stunden nach Zufuhr von 500 ml zweier Fluorid-haltiger Heilwässer bzw. nach gleichdosierter Zufuhr von entsalztem Bad Wildunger Leitungswasser.

Ausgefüllte Symbole: Füssinger Therme II

Die Klammern kennzeichnen die Bereiche der mittleren Fehler der Mittelwerte.

menge eine klare Dosis-Wirkung-Beziehung zwischen dem Fluorid-Gehalt des Heilwassers und den resultierenden Speichелеffekten (Abb. 4). Die lineare Korrelation der Mittelwerte ist mit $r=0,95$ signifikant. Allerdings zeigt sich für das Füssinger Wasser eine auffällige Abweichung von der Regressionsgeraden. Die Speichel-Fluoridwerte liegen im Verhältnis zu denen der anderen Wässer im Mittel höher. Möglicherweise ist hierfür eine bei einigen Probanden beobachtete Steigerung des Speichelflusses aufgrund des starken Schwefelgeruchs bzw. -geschmacks verantwortlich.

Die geschilderten Ergebnisse sowie die Messungen der Harn-Fluorid-Konzentration zeigen, daß mit der Füssinger Therme II zugeführtes Fluorid im Darm in relevanten Mengen resorbiert wird (vgl. FRESENIUS 1979). Die langanhaltende Erhöhung der Speichel-Fluorid-Konzentration über 3 Stunden spricht dafür, daß nicht nur im Mund verbliebenes Fluorid, sondern auch resorbiertes und im Speichel sezerniertes an den dargestellten Effekten beteiligt ist. Insgesamt ergibt sich somit die Möglichkeit mit der Füssinger Therme II die Speichel-Fluorid-Konzentration in relevantem Ausmaß und längerfristig anzuheben.

Die Dosierung kann über die Variation der täglichen Trinkmenge erfolgen. Ein Summationseffekt konnte in den bisher vorliegenden Untersuchungen nicht festgestellt werden (vgl. GUTENBRUNNER u. HEYDARI 1992).

Toxische Bereiche der Fluoridaufnahme werden in unserer Untersuchung auch bei der getesteten Trinkmenge von 500 ml nicht erreicht. Denn erst bei langjähriger täglicher Zufuhr von 10 bis 25 mg Fluorid muß nach Angaben des BGA (1992) mit einer Fluoridablagerung in Knochen oder Nieren gerechnet werden.

Unter Berücksichtigung der Empfehlungen der WHO zur täglichen

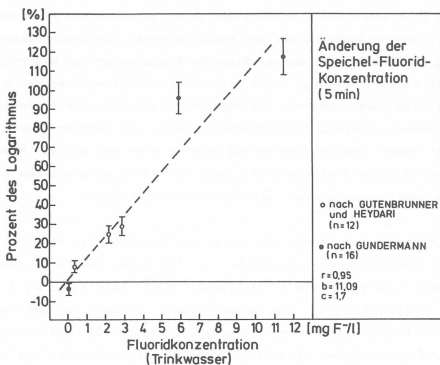


Abb. 4:

Dosis-Wirkung-Beziehung zwischen der 5 Minuten nach dem Trinken erzielten prozentualen Änderung der Speichel-Fluorid-Konzentration und der Fluorid-Konzentration des getrunkenen Wassers bei einer Zufuhrmenge von 500 ml. Ergebnisse aus zwei Untersuchungsreihen (s. Text). Dargestellt sind die Mittelwerte mit ihren mittleren Fehler-Bereichen.

Fluoridzufuhr (vgl. BGA 1992) würde eine Trinkmenge von ca. 200 ml/d Füssinger-Therme II ausreichen. Allerdings muß eine solche Dosisempfehlung in weiteren Untersuchungen überprüft werden, insbesondere mit der Frage, ob bei dieser geringen Trinkmenge noch eine relevante und dauerhafte Erhöhung der Speichel-Fluorid-Konzentration erzielt werden kann.

Über die Relevanz einer kurmäßigen (also zeitlich begrenzten) Zufuhr der Füssinger-Therme II kann vorerst keine Aussage gemacht werden. Hierzu wären Längsschnittuntersuchungen sowie ggf. epidemiologische Beobachtungen nötig.

Literatur

AHRENS, G. (1987): Wirkungsmechanismen der Fluoride in der Kariesprophylaxe. Dtsch. Zahnärztl. Z. 42: 69-74 (1987).

BINDER, K., W.S. DRISCOLL, G. SCHÜTZMANNISKY (1978): Caries-preventive fluoride tablet programs. Caries. Res. 12, Suppl. 1: 22-30 (1978).

BUNDESGESUNDHEITSAMT (1992): Fluoridiertes Speisesalz und Kariesprophylaxe. BGA-Pressedienst 55, (1992)

FRESENIUS, W., W. SCHNEIDER, R. RÖDER (1979): Quantitative Untersuchungen über die Fluorid-Ausscheidung im Urin nach Genuß von Wasser mit verschiedenen Fluorid-Gehalten. Z: Lebensm. Unters. Forsch. 169: 106-110 (1979).

GUTENBRUNNER, Ch., F. HEYDARI (1992): Fluorid-haltige Heilwässer zur Kariesprophylaxe. Vitaminspur 1: 23-27 (1992).

NELSON, D.G.A., J.D.B. FEATHERSTONE, J.F. DUNCAN, T.W. CUTRESS (1983): Effect of carbonate and fluoride on the dissolution behaviour of synthetic Apatites. Caries Res. 17: 200-205 (1983).

ULRICH, P. (1988): Fluorid-Bestimmung in der klinischen Chemie mit ionenselektiven Elektroden. GIT Labor-Medizin 9, 470-473 (1988).

NEUE ASPEKTE ZUR ENTSTEHUNG
DER BADE-DIURESE.

EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNG
ZUM ATRIALEN NATRIURETISCHEN
FAKTOR (ANF).

PROF.DR.MED. W. SCHNIZER

INSTITUT FÜR MEDIZINISCHE BALNEOLOGIE UND KLIMATOLOGIE
DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN

VORSTAND: PROF.DR.MED. E.SENN

DR.MED. A.L. GERBES

MEDIZINISCHE KLINIK II, KLINIKUM GROßHADERN,
DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN

DIREKTOR: PROF.DR.MED. G.PAUMGARTNER

DR.MED. R.M. ARENDT

MEDIZINISCHE KLINIK I, KLINIKUM GROßHADERN,
DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN

DIREKTOR: PROF.DR.MED. G.RIECKER

MÜNCHEN , MÄRZ 1987

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

- I. Einleitung
- II. Der atriale natriuretische Faktor (ANF)
- III. Die Immersions - Diurese
- IV. Die Immersions - Natriurese
- V. Das Verhalten der Kreislaufparameter während Immersion
- VI. Methodik
- VII. Ergebnisse
- VIII. Diskussion
- IX. Hydrotherapeutische und balneotherapeutische Aspekte von Wasserimmersion, Immersions-Diurese, -Natriurese und atrialem natriuretischem Faktor (ANF).
- X. Zusammenfassung
- XI. Literatur

I. EINLEITUNG

Das Eintauchen des menschlichen Körpers in Wasser, etwa im Sinne eines Vollbades, wird vom Organismus mit einer Reihe von funktionellen Veränderungen beantwortet, die immer wieder das Interesse von Physiologen hervorgerufen haben. Das hat seit Beginn der bemannten Raumfahrt sogar dazu geführt, die Technik der Wasserimmersion zum Studium von Fragen der Schwerelosigkeit heranzuziehen. Andererseits sind die funktionellen Auswirkungen des Bades seit jeher von balneologischer Seite studiert und auf ihre therapeutische Bedeutung geprüft worden.

Neben den hämodynamischen Effekten der Immersion ist vor allem den renalen Reaktionen Aufmerksamkeit geschenkt worden, insbesondere der auffälligen Erscheinung der sogenannten Bade- oder Immersionsdiurese. Sie ist von einer vermehrten Salzausscheidung begleitet und war schon in der Antike bekannt. Mit Blick auf die verstärkte Harnbildung bezeichnete der römische Schriftsteller LIVIUS die Taucher seiner Zeit sinnigerweise als "Urinatores".

Die Vorstellungen über die der Badediurese zugrundeliegenden Mechanismen decken sich nicht gänzlich. Die stärkste Evidenz kommt dem Modell eines volumenregulatorischen Vorgangs zu, wonach über die Einflußnahme auf Hormonsysteme des Salz-Wasser-Haushalts sowie infolge kreislaufregulatorischer Effekte eine Steigerung der Urinbildung und Salzausscheidung hervorgerufen wird. Eine zentrale Rolle spielen dabei Dehnungsrezeptoren im Niederdrucksystem, die bei Expansion des intrathorakalen Blutvolumens die Diurese auslösen.

Aus pathologischen und experimentellen Ergebnissen heraus mußten lange Zeit die Vorstellungen zur Kontrolle der Natrium- und Elektrolyt-Homöostase über die bekannten Mecha-

nismen als unbefriedigend gelten. So ist schon seit den sechziger Jahren, sozusagen als Gegenspieler zum Aldosteron, ein "Natriuretischer Faktor" postuliert worden. Aber unabhängig davon wurde die Suche nach einem natriuretischen Agens zu Beginn der achtziger Jahre mit Erfolg gekrönt, als in den Vorhöfen des Herzens ein Hormon lokalisiert werden konnte, dessen Haupteigenschaft sich in einer Steigerung der Natriumausscheidung im Urin zu erkennen gab. Die funktionelle Beziehung zwischen Vorhöfen und Nieren hat zur Bezeichnung atrialer natriuretischer Faktor (ANF) geführt, der als Peptidhormon charakterisiert werden konnte. Damit hatte sich das Herz neben seiner Pumpfunktion auch als endokrines Organ entpuppt. Der ANF ist mittlerweile unter dem Aspekt physiologischer, pathophysiologischer und therapeutischer Bedeutung zu einem Gegenstand multidisziplinären Interesses geworden.

Was den Freisetzungsmodus dieses Hormons angeht, haben die bisherigen Studien erkennen lassen, daß aus einer granulären Speicherform immer dann eine Abgabe in den Kreislauf erfolgt bzw. erhöhte Blutspiegel zu messen sind, wenn Füllungs- bzw. Dehnungszunahmen im Bereich der Vorhöfe des Herzens auftreten. Darin zeigt sich eine auffallende Parallele zur vorher genannten und volumeregulatorisch gedeuteten Badiurese, zumal die renalen Merkmale der Immersion durch Injektion von synthetisch hergestelltem ANF simuliert werden können.

Die Frage, ob daraus eine Beteiligung von ANF an den Effekten des Bades auf die Nierenfunktion zu folgern ist, kann bei aller Plausibilität nur im Experiment beantwortet werden. Der Mangel an bisherigen Daten hat Anlaß zu einer experimentellen Überprüfung am Menschen gegeben, deren Ergebnisse in dieser Arbeit dargestellt werden.

II. Der atriale natriuretische Faktor (ANF)

Mit dem ANF ist in jüngster Zeit die Suche nach einem Hormon erfolgreich abgeschlossen worden, dessen Existenz aufgrund morphologischer und physiologischer Beobachtungen bereits vor etwa 30 Jahren vermutet worden war. Die bisherigen Erkenntnisse lassen eine erhebliche Beteiligung in der Regulation des Salz-Wasserhaushalts und des Blutvolumens erkennen, obwohl eine endgültige Aussage zum Stellenwert des ANF hinsichtlich physiologischer und pathophysiologischer Vorgänge derzeit noch nicht getroffen werden kann.

Von KISCH sind 1956 in Muskelzellen von Herzvorhöfen elektronenmikroskopisch darstellbare Grana beschrieben worden, deren physiologische Funktion damals unbekannt blieb. Geraume Zeit später konnte gezeigt werden, daß diese Zellbestandteile gemessen an morphologischen und histochemischen Kriterien den Peptidhormonen ähnliche Eigenschaften aufwiesen (DE BOLD et al., 1978). Weiterführende experimentelle Arbeiten zur Frage der Beeinflussbarkeit der Vorhofgranulierung konnten dann zeigen, daß Natrium- und Wasserdefizit signifikante Änderungen in der Zahl der Grana hervorzurufen vermögen (De BOLD, 1979). Diese augenscheinliche Beziehung zwischen atrialem Granabestand und Wasser-Elektrolyt-Gleichgewicht legte die Vermutung nahe, die granulären Strukturen als Ort der Speicherung einer Substanz zu betrachten, die in der Kontrolle des Wasser-Elektrolyt-Haushalts involviert ist (Abb. (1)).

Der entscheidende Durchbruch gelang dann wieder De BOLD mit einem einfachen, aber überzeugenden Experiment. Auf der Suche nach einer spezifischen Wirkung der in den Herzvorhöfen gelagerten Grana injizierte er Rohextrakte aus Vorhofmyokardzellen in narkotisierte Ratten und beobachtete eine deutliche Steigerung der Diurese und Natriumausscheidung (De BOLD et al., 1980). Diese atrio-renale

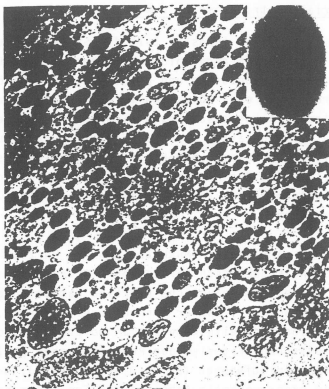


Abb. (1) In dieser historischen elektronenmikroskopischen Abbildung aus dem Jahr 1959 (7) erkennt man bei 24 000facher Vergrößerung zahlreiche »dichte Körperchen« (cd) zirkulär um einen Golgi-Apparat angeordnet (G). Die Ähnlichkeit dieser dichten Körperchen mit Sekretgranula war auffällig. In diesen Sekretgranula wird ANF gespeichert.

Aus: GERBES et ARENDT, 1986

Kopplung einer aus dem Herzen freigesetzten hormonellen Substanz hat zu der Bezeichnung atrialer natriuretischer Faktor (ANF) geführt.

In den folgenden Jahren setzte eine explosionsartige Entwicklung neuer Erkenntnisse ein. Von verschiedenen Arbeitsgruppen wurde über die Reinigung, Sequenzierung und synthetische Herstellung berichtet (FLYNN et al., 1983; CURRIE et al., 1984; MISONO et al., 1984; SEIDAH et al., 1984; ARENDT et al., 1985). Bei Versuchen, diese hoch-

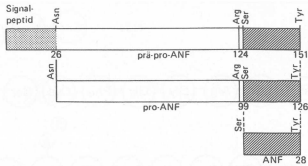


Abb. (2) Schematische Darstellung des menschlichen ANF. Die Aminosäuresequenz wird vom Aminoterminus links zum Carboxyterminus rechts gelesen. Das Syntheseprodukt in menschlichen Vorhofmuskulzellen ist das Prä-Pro-ANF. Nach Abspaltung des Signalpeptids entsteht das Pro-ANF, das in den Sekretgranula gespeichert wird. Das sogenannte Processing des Pro-ANF umfaßt die weitere enzymatische Abtrennung einer 28 Aminosäuren langen Sequenz vom Carboxyterminus des Pro-ANF, dieses ANF-28 zirkuliert im Blut gesunder Menschen.

Aus: GERBES et ARENDT, 1986

aktive biologische Substanz zu reinigen, stellte sich heraus, daß es sich um ein Peptid handelt, welches analog zu zahlreichen Peptidhormonen als hochmolekulare Vorstufe im Gewebe synthetisiert wird. Im Verlaufe dieser Arbeiten konnten zudem verschiedene atriale natriuretische Peptide isoliert werden, die alle aus einer gemeinsamen Vorstufe, einem "Pro-" und "Präpro-"ANF abstammen (Abb. (2)). Beim Menschen weist die Pro-Vorstufe, die Speicherform des ANF, eine Kettenlänge von 126 Aminosäuren auf, wobei große Sequenzhomologien zu Maus und Ratte bestehen. Das biologisch wirksame Fragment aus 28 Aminosäuren entsteht nach enzymatischer Abspaltung. Der mittlere Teil dieses Peptids ist über zwei Zystein-Reste zu einem Ring geschlossen, dessen Unversehrtheit eine wesentliche Voraussetzung für die biologische Wirkung darstellt (Abb. (3)). Es ist dann rasch gelungen, den ANF zu synthetisieren, wobei das α -human ANF (ANF - 28) im Rahmen pharmakodynamischer und -kinetischer Studien zunehmende Aufmerksamkeit findet.

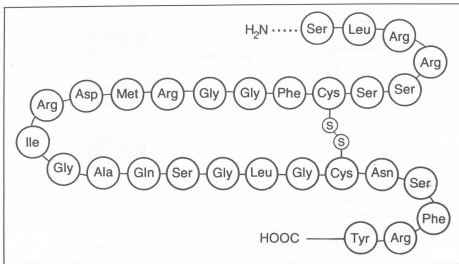


Abb. (3) Strukturformel von ANF. Eine Disulfidbrücke verbindet die beiden Cystein-Reste in der Peptidkette (aus Selecta 49 (1986).

Mit dem Nachweis, daß ANF auf entsprechende Stimuli aus Herzmuskelvorhofzellen freigesetzt wird, über den Kreislauf spezifische Bindungsstellen erreicht, die wiederum physiologische Wirkungen vermitteln, waren die klassischen Bedingungen einer Hormonaktivität des ANF gegeben, und das Herz ist somit auch in die Reihe der endokrinen Organe einzuordnen. Unter verschiedenen Auslösern für die ANF-Freisetzung, die bisher bekannt sind, ist neben der akuten diätetischen Kochsalzbelastung die Expansion des Blutvolumens (etwa durch Infusion von Kochsalzlösung) und der dadurch bedingte Anstieg der Vorhofdrucke beschrieben (LANG, et al., 1985). Eine Triggerung der ANF-Abgabe über Mechanorezeptoren in den Vorhofwänden ist wahrscheinlich. Mittlerweile sind eine Vielzahl von Untersuchungen zur Physiologie und Pathophysiologie dieses neuen Hormons durchgeführt worden, dessen basale Plasmaspiegel beim Gesunden im unteren picomolaren Bereich (1-25 pmol/l) liegen (ARENDET et al., 1985) und das relativ rasch in Niere und Leber metabolisiert wird (Halbwertszeit ca. 3 min). Es konnten nicht

nur weitere Zusammenhänge zwischen Vorhöfen und Diurese geklärt, sondern auch eine Reihe von Erkrankungen unter dem Aspekt des ANF beleuchtet werden. Mit dem synthetisch hergestellten Hormon waren durchweg alle die bereits mit den ungereinigten Vorhofextrakten erzielten Wirkungen zu reproduzieren. Im Vordergrund stehen die renalen Effekte. In Ratten führt ANF bis zu einer 40-fachen Steigerung der Diurese und einem 100-fachen Anstieg der Natriurese (De BOLD et al., 1981; GENEST, 1983). Diese Effekte, die sich an allen bisher untersuchten Spezies, einschließlich des Menschen (RICHARDS et al., 1985; ESPINER et al., 1986), nachweisen ließen und welche die Potenz der bekannten Diuretika und Saluretika weit übertreffen, sind in den einzelnen Mechanismen noch nicht vollständig geklärt. Wahrscheinlich liegt eine kombinierte Beeinflussung tubulärer und glomerulärer Prozesse vor (SONNENBERG et al., 1982; YUKIMURA et al., 1984; BRIGGS et al., 1982; ATLAS et al., 1984; LINCOLN et al., 1983).

ANF besitzt eine vasorelaxierende Wirkung sowohl am arteriellen als auch am venösen Gefäßsystem mit regionalen Unterschieden (CURRIE et al., 1983; KLEINERT et al., 1984; OSHIMA et al., 1984). Der gefäßerweiternde Effekt ist sicherlich Grundlage einer blutdrucksenkenden Wirkung, die nach Infusion unter normotoner Blutdrucklage sowie verschiedenen experimentellen Hochdruckformen auftritt (TIKKANEN et al., 1985; LAPPE et al., 1985; SASAKI et al., 1985; HIRATA et al., 1984; RICHARDS et al., 1985).

Die dem ANF innewohnende Eigenschaft, das Blutvolumen zu vermindern, kommt offenbar nicht nur durch eine Steigerung der Harnausscheidung zum Ausdruck, sondern könnte auf die vasorelaxierende Komponente zurückzuführen sein. Schon De BOLD konnte in seinen ANF-Infusionsstudien einen rasch einsetzenden Anstieg des Hämokrits feststellen, ein Befund, der auch beim Menschen auftritt (KANGAWA et al., 1984). Diese Hämokonzentration läßt sich vermutlich mit einem vermehrten transkapillären Abstrom in Folge Beeinflussung der im Kapillargebiet angreifenden Starlingkräfte erklären.

An der Nebennierenrinde wird die Aldosteronsekretion durch den ANF sowohl in vitro als auch in vivo wirksam gehemmt (ATARASHI et al., 1984; CHARTIER et al., 1984; KUDO et al., 1984). Cortisolspiegel scheinen unbeeinflusst zu bleiben. Dagegen ist eine Erniedrigung der plasmatischen Reninaktivität beschrieben (MAAK et al., 1984). Die gleichzeitig zu beobachtende Minderung der Aldosteronspiegel scheint dabei nicht ausschließlich eine Folge der Reninsuppression zu sein, da dem ANF ein direkter Einfluß auf die Freisetzung zukommt.

Der Wirkungsmechanismus von ANF ist derzeit Gegenstand intensiver Forschungsarbeit. Wie für Peptidhormone typisch, werden die Effekte durch zellmembranständige Rezeptoren vermittelt, welche wiederum mit spezifischen "Second messenger"-Systemen gekoppelt sind. Aufgrund von Rezeptorbindungsstudien haben sich bereits einige Angriffsstellen für ANF finden lassen, z.B. in der Nebennierenrinde (De LEAN et al., 1983), in Gefäßmuskelzellen (HIRATA et al., 1984) sowie Hypophysenvorder- und -hinterlappen (CANTIN et al., 1984). Als Hormonvermittler kommt das zyklische Guanosinmonophosphat (cGMP) in Frage, denn eine Stimulation der Guanylatzyklaseaktivität wurde in allen bekannten Zielorganen von ANF nachgewiesen (WALDMAN et al., 1984; WINQUIST et al., 1984; GERZER et al., 1985). Gleichzeitig aber wird die Synthese von cAMP, dem wohl bekanntesten second messenger, reduziert, ebenso wie die Aktivität der Adenylatzyklase (ANAND-SRIVASTAVA et al., 1984).

Da ANF in relativ hoher Konzentration im Hypothalamus vorliegt, hat es auch als Neuropeptid Interesse gefunden. Aufgrund jüngster Recherchen ist zu vermuten, daß es an der Steuerung der ADH-Synthese und -Freisetzung

beteiligt ist. So gelang es, mittels ANF-Infusionen die Sekretion von ADH aus dem Hypophysenvorderlappen zu inhibieren (OHASHI, 1986). Damit könnte ANF nicht nur über einen unmittelbaren Einfluß auf die Nieren, sondern auch indirekt eine diuretische und natriuretische Wirkung entfalten.

Über die physiologischen Abgabemechanismen des atrialen natriuretischen Faktors ist noch nicht sehr viel bekannt. Soviel scheint sicher, daß Veränderungen des Blutvolumens eine Rolle spielen; z. B. sind die Plasmawerte durch Infusionen zu erhöhen. Eine Reihe von Studien zeigen, daß Erkrankungen mit pathologischer Volumenexpansion ebenfalls von erhöhten Blutspiegeln begleitet sind. Das konnte z. B. für Herzinsuffizienz (HARTTER et al., 1985; ARENDT et al., 1986; TIKKANEN et al., 1985) und Leberzirrhose (GERBES et al., 1985) nachgewiesen werden, gilt aber auch für den druckbelasteten Kreislauf der Hypertonie (ARENDT et al., 1986). Das lange bekannte klinische Phänomen der bei paroxysmaler supraventrikulärer Tachykardie auftretenden akuten Harnflut läßt sich wohl im wesentlichen mit erhöhten ANF-Plasmawerten (TIKKANEN et al., 1985) ursächlich begründen. Konzentrationszunahmen wurden auch nach atrialer oder, noch vermehrt, nach ventrikulärer Elektrostimulation gefunden (ESPINER et al., 1985; OSBORNE et al., 1986). Darüber hinaus ist die ANF-Sekretion durch Noradrenalin, Angiotensin sowie körperliche Belastungen zu stimulieren.

Mit der Entdeckung des ANF ist ein weiteres Regulationssystem bekannt geworden, dessen abgestimmte Interaktion mit dem Renin-Angiotensin-Aldosteronsystem, dem Vasopressin (ADH) und dem sympathischen Nervensystem den Aufgaben der Volumen-, Druck- und Elektrolyt-Homöostase im Säugetierorganismus Rechnung trägt. Es wird Gegenstand zukünftiger

Untersuchungen und Forschung sein, welcher Stellenwert diesem Peptid in der Pathogenese und den Behandlungsmöglichkeiten von Erkrankungen zukommt.

Es soll angemerkt werden, daß das atriale natriuretische Hormon nicht mit dem bereits in den sechziger Jahren postulierten natriuretischen Faktor (NF) identisch ist. Dieser konnte bisher in seiner Struktur noch nicht gänzlich entschlüsselt werden. Auch NF wirkt diuretisch und natriuretisch, scheint im Gegensatz zum Peptidhormon ANF aber chemisch den Herzglykosiden verwandt zu sein und weckt ebenfalls Hoffnungen auf ein quasi-physiologisches Therapeutikum.

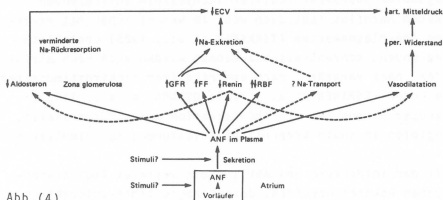


Abb. (4)

Übersicht über die Wirkungen des ANF im Organismus. ECV = extrazelluläres Volumen, GRF = glomeruläre Filtrationsrate, FF = gefilterte Fraktion, RBF = renaler Blutfluß.

Aus: GERBES et ARENDT, 1986

III. Die Immersions-Diurese

Die seit langem bekannte und in der Vergangenheit oftmals beschriebene diuresesteigernde Wirkung eines thermoneutralen Vollbades, Immersionsdiurese oder Badediurese genannt (z.B. KELLER, 1901; MATTHES, 1922; BAZETT et al., 1924; BOJÜKLYSKY et BUCHHOLZ, 1933; REICHEL, 1937; GALLMEIER, 1940; GUCKELBERGER, 1945; VON DIRINGSHOFEN, 1948; GRAYBIEL et CLARK, 1961; GRAVELINE et JACKSON, 1962; MYERS et GODLEY, 1967; KAISER et al., 1969; BÜHRING, 1976), ist in ihren Entstehungsmechanismen nicht gänzlich geklärt und vor allem von den Arbeitskreisen um GAUER und um EPSTEIN am physiologischen Modell der sog. "head-out water immersion" wissenschaftlich bearbeitet worden.

BAZETT (1924) vermutete die Ursache in hydrostatisch bedingten Salz- und Wasserverschiebungen und daraus erhöhter Harnbildung, und DREXEL (1960) dachte an die Auswirkung des hydrostatischen Drucks in Form von Verlagerung von extravaskulärer Flüssigkeit in die Bluträume mit Folgen für Osmoregulation und Diurese. KELLER (1901) sah in dieser Diurese den Ausdruck einer Aktivierung von "Stoffwechselprozessen", während von anderer Seite auf die Bedeutung vegetativ-nervaler Vorgänge hingewiesen wurde (GOLLWITZER-MEIER, 1950; JARISCH, 1950).

In der Diskussion um die eine Badediurese verursachenden Faktoren wurde besondere Aufmerksamkeit auf Umverteilungen des Blutvolumens gelegt. Bei Immersion entsteht ein Druckgefälle zwischen dem Lungeninnenraum, der über die Atemwege mit der Atmosphäre verbunden ist, und den Partien, die dem Druck des umgebenden Wassers (hydrostatischer Druck) ausgesetzt sind. Daraus resultiert eine Blutverschiebung vorwiegend aus den kapazitiven Hautgefäßen in den thorakalen Kreislaufbereich (Abb. (5)). Dies wurde erstmals durch

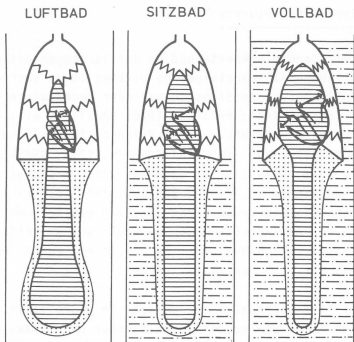


Abb. (5) Schematische Darstellung der gegenüber einem Luftbad hydrostatischen Wirkung eines Halb- und Vollbades auf Blutvolumenverteilung im Niederdrucksystem, Zwerchfellstand und Veränderung der elastischen Kräfte der Lunge (nach GAUER).

TIGERSTEDT (1917) und SCHÖTT (1922) beschrieben und konnte auch röntgenologisch objektiviert werden (BOEHM et EKERT, 1938; HEITE, 1940). Eine solche immersionsbedingte zentrale Hypervolämie beruht auf einem Zuwachs von ungefähr 700 ml Blut (ARBORELIUS et al., 1972). Zentraler Venendruck (ca. 15 mmHg) und extravaskulärer Intrathorakaldruck steigen an, und gegenüber Stehen in der Luft nimmt das Herzvolumen beim Stehen im Wasser um ca. 180 ml und gegenüber Liegen in Luft immer noch um ca. 80 ml zu (ECHT et al., 1974; LANGE et al., 1974).

Da durch Infusion größerer Flüssigkeitsmengen eine Diurese auszulösen ist, wurde schon früh auf einen volumenregulatorischen Prozess und die ursächliche Beteiligung von intravasalen Volumenrezeptoren geschlossen (WELT et ORLOFF, 1951; STRAUSS et al., 1951). Etwa 2 l/120 min physiologische Kochsalzlösung, das entspricht einer 10 %igen Expansion des extrazellulären Flüssigkeitsvolumens, sind quantitativ identisch mit den hämodynamischen und renalen Effekten der Wasserimmersion (EPSTEIN et al., 1975; LEVINSON et al., 1977). In einer Zunahme des Blutvolumens infolge Wasserabgabe aus dem Interstitium in die Blutbahn sah auch VON DIRINGSHOFEN (1948) den Diuresereiz während der Immersion. Aber bereits jede Erhöhung des intrathorakalen Blutvolumens, z.B. durch Unterdruckbeatmung, oder Erzeugung einer experimentellen, akuten Mitralstenose löst eine volumenregulatorisch gedeutete Diurese aus (GAUER et HENRY, 1963). Damit im Zusammenhang steht die Entdeckung eines volumenregulatorischen Reflexes durch GAUER et REEVES (1956), die dehnungsempfindliche Rezeptoren in den Wänden der Herzvorhöfe und des pericardialen Teils der Pulmonalvenen sowie eine von Änderungen des thorakalen Blutvolumens abhängige afferent-nervale Aktivität fanden (LANGREHR et KRAMER, 1960). Es besteht die Vorstellung einer über afferente Vagusfasern im Hypothalamus und Hypophysenhinterlappen vermittelte Hemmung von Produktion bzw. Ausschüttung des antidiuretischen Hormons (ADH), die eine verstärkte Diurese während des Badens erklären könnte.

In den Studien zur ADH-Regulation beim Menschen kommt zum Ausdruck, daß hypervolämische Zustände, die z. B. durch Infusion von Plasmaexpandern hervorgerufen werden, sowohl mit einer Verminderung der ADH-Blutspiegel einherzugehen scheinen, als auch die osmotische Ansprechbarkeit der

ADH-Freisetzung verändern (MOSES et al., 1967; MOSES et MILLER, 1971; ROBERTSON et ATHAR, 1976). Dies könnte für die Beteiligung eines ADH-Mechanismus an der Badediurese sprechen. Zudem ist der direkte Nachweis einer reduzierten ADH-Ausschüttung während der Immersion gelungen (EPSTEIN et al., 1975; GREENLEAF et al., 1980; EPSTEIN et al., 1981). Weitere Indizien werden von ECKERT (1965) und von HUNT (1967) berichtet. In dieselbe Richtung deuten Experimente, wonach durch Injektion von Vasopressin die Immersionsdiurese blockiert werden konnte (KHOSLA et DUBOIS, 1979).

Die Frage, ob sich an einem möglichen ADH-Mechanismus die Osmoregulation beteiligt, ist nicht eindeutig geklärt. Zwar weisen die meisten Autoren von Immersionsstudien darauf hin, daß während des Bades eine Änderung der osmotischen Aktivität des Blutes nicht zu erwarten ist, andererseits sind Senkungen der Plasmaosmolalität um einige Milliosmol beschrieben (BÖNING et al., 1972; KHOSLA et DU BOIS, 1979), die via Osmorezeptoren im Hypothalamus wirksam werden könnten.

Andererseits ist die Entstehung der Badediurese im Sinne des GAUER-HENRY-Reflexes und der ADH-Suppression durch die experimentellen Fakten nicht durchweg gesichert, und nicht selten sind Interpretationsschwierigkeiten entstanden. So konnte zwar eine Verminderung der ADH-Sekretion nach mechanischer Stimulation der Volumenrezeptoren im linken Herzvorhof tierexperimentell bestätigt werden, das gelang jedoch nicht bei Dehnung des rechten Vorhofs (BRENNAN et al., 1971), obwohl eine gesteigerte Harnausscheidung eintrat (KAPPAGODA et al., 1973). Wenig in Einklang mit der ADH-Hypothese steht auch der Befund, daß in diesen Untersuchungen mit Variation der Vorhofdrücke bei Verminderung des Drucks trotz unveränderter ADH-Plasmaspiegel ein Rückgang des Harnflusses zu beobachten war (GOETZ et al., 1970). Es fehlen auch nicht

Berichte aus Immersionsstudien, wonach nur bei einem Teil der Probanden die ADH-Reduktion festzustellen war oder sich die Diurese durch ADH-Infusion nicht hemmen ließ (LEDSOME et al., 1961). Ähnlich die tierexperimentellen Befunde von LYDTIN(1969), der nur bei vorhydrierten Tier eine Abschwächung der Diurese durch Vasopressin beobachtete.

Aus diesem Grunde sind für die Entstehung der Badiurese auch ADH-unabhängige Faktoren postuliert worden, in erster Linie hämodynamische Veränderungen in der Niere, von denen eine Beeinflussung der Diuresefunktion bekannt ist. So konnten ARNDT et al. (1963) tierexperimentell bei Dehnung des linken Vorhofs eine vermehrte Nierendurchblutung registrieren. Die erhöhte Wasserexkretion bei vermehrter Durchblutung des Nierenmarks ist gesichert.

Ferner wird eine gesteigerte glomeruläre Filtrationsrate (GFR), die von vielen Autoren nachgewiesen wurde, für eine Mitbeteiligung an der Immersionsdiurese diskutiert(z. B. GOWENLOCK et al., 1959; GRAVELINE et MC CALLY, 1962; STAHL, 1965; KAISER et al., 1969; CRANE et HARRIS, 1971; 1974), ebenso wie an eine Abnahme der renalen sympathischen Nervenaktivität in diesem Zusammenhang gedacht worden ist (KARIM et al., 1972). Weiterhin bestehen Indizien, daß renales Prostaglandin E (PGE) während der Immersion mit diuresebildenden Mechanismen interferiert (EPSTEIN, 1978).

Was das Clearance-Verhalten der Badiurese angeht, ist sie neben einer gesteigerten Freiwasser-Clearance (C_{H_2O}) meist auch durch Erhöhung einer osmotischen Clearance (C_{osm}) charakterisiert (BAZETT et al., 1924; GRAVELINE et JACKSON, 1962). Die Zunahme der Harnausscheidung wird nach der Literatur mit etwa dem 2-4fachen der Vorwerte angegeben,

wobei eine negative Abhängigkeit von der Hydrierung der untersuchten Personen besteht. Bei vorweg hoher Hydrierung, d. h. osmoregulatorischer Wasserdurese (ca. 4 ml/min), ist der Immersionsreiz unwirksam (KAISER et al., 1969). Ein anderer Befund ist die unterschiedliche Ansprechbarkeit der Nierenfunktion durch das Bad im Tagesgang mit stärkerer Wirkung während der späten Vor- und frühen Nachmittagsstunden (BÜHRING, 1976).

Eine Beeinflussung der Immersionsdiurese durch Störung der Wasserbilanz infolge transkutaner Aufnahme von Wasser während des Bades ist kaum zu erwarten, da eine Resorption nicht ins Gewicht fällt. Etwa $10-20 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ werden in die Haut aufgenommen, aber nur ein kleiner Teil geht in den Kreislauf über (DREXEL und DIRNAGL, 1962).

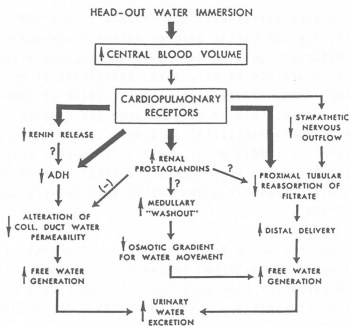


Abb. (6) Postulierte Entstehungsmechanismen der Immersions-Diurese (n. EPSTEIN, 1978)

Die bisher diskutierten Entstehungsmechanismen der Bade- oder Immersionsdiurese (Abb. (6)) gründen auf experimentell an Hand des Immersionsmodells erzielte Ergebnisse, ohne daß ein lückenloses Bild über den Stellenwert einzelner Faktoren geschaffen und alle Befunde erklärt werden konnten. Die Ähnlichkeit einer Reihe von badbedingten Auswirkungen renaler, hämodynamischer und endokriner Zuordnung mit der Physiologie des jüngst entdeckten kardialen Wirkstoffs ANF lassen dessen ursächliche Beteiligung vor allem an den renalen Immersionseffekten plausibel erscheinen. Strategisch wichtigster Ausgangspunkt ist gemäß verbreiteter Auffassung die durch das Bad hervorgerufene intrathorakale Hypervolämie mit der begleitenden Volumenstimulation am Herzen. Ob der ANF auf der Schiene Herz-Niere während des Bades in Erscheinung tritt, kann nur der experimentelle Nachweis entscheiden, der in der vorliegenden Studie ins Auge gefaßt ist.

IV. Die Immersions-Natriurese

Die im Vollbad bzw. bei Immersionsversuchen auftretende verstärkte Diurese ist immer von einer Erhöhung der Natriumausscheidung begleitet, d. h. die Natriumausscheidungsfraktion nimmt zu. Daher lag es nahe, eine Beeinflussung des Renin-Angiotensin-Aldosteron-Systems zu vermuten. Tatsächlich konnte von mehreren Autoren während Immersion eine Abnahme der Aldosteronausscheidung bzw. verminderte Plasmaspiegel beobachtet werden (GOWENLOCK et al., 1959; EPSTEIN und SARUTA, 1971; CRANE und HARRIS, 1974). Andererseits persistiert die Natriurese in Gegenwart von exogenem zugeführtem Mineralocorticoid (EPSTEIN, 1978), und sie entwickelt sich so rasch, als daß dafür nur die Reduzierung der Konzentration von Aldosteron im Plasma verantwortlich gemacht werden könnte. Gegen die alleinige Beteiligung des Aldosteronmechanismus spricht auch eine während Immersion häufig beobachtete Kaliurese. Daher wurden weitere Faktoren mit tubulären Wirkkomponenten, wie etwa renale Prostaglandine (EPSTEIN et al., 1979) oder das Kallikrein-Kinin-System (O'HARE et al., 1984) als mögliche Wirkmechanismen ins Spiel gebracht.

Wie für die Immersionsdiurese kommen auch für die Natriumausscheidung hämodynamische Steuerungsmechanismen in Frage. Dazu gehört die erhöhte glomeruläre Filtrationsrate (GFR), die eine vermehrte Natriumabgabe bewirkt (WESSON, 1957). Wichtiger jedoch scheinen die filtrationsunabhängigen Mechanismen der tubulären Natriumrückresorption zu sein. Ebenso können die Expansion des Extrazellulärvolumens und erhöhte Nierenmarkdurchblutung eine Natriurese hervorrufen.

Die Vermutung, daß neben dem Aldosteron weitere Hormone an der Kontrolle der renalen Natriumexkretion und damit des extrazellulären Raums beteiligt sind, wird seit den Pionierarbeiten von de WARDENER et al. in den sechziger Jahren diskutiert. Auch andere Autoren schlossen aus ihren Befun-

den auf eine humorale natriuretische Substanz, die auf indirekte Weise objektiviert werden konnte (JOHNSTON and DAVIES, 1966; LICHARDUS and PEARCE, 1966; KRÜCK, 1967). Wie bereits erwähnt (s. S. 11), ist dieses diuretisch und natriuretisch wirkende Agens (natriuretischer Faktor = NF) mit dem atrialen natriuretischen Faktor (ANF) weder chemisch verwandt noch vergleichbar in anderen physiologischen Eigenschaften.

Neben der Natriurese ist als Immersionswirkung häufig eine Steigerung der Kaliurese beschrieben (s. EPSTEIN, 1978), deren Entstehung multifaktoriell bedingt zu sein scheint, ohne daß bisher eindeutige Erklärungen vorliegen. Zu den vermuteten Mechanismen gehören der Einfluß des durch die Immersion nicht völlig supprimierten Aldosterons und Vorgänge, welche den tubulären Harnfluß anzuheben vermögen.

Die Frage, ob die badbedingte, vermehrte Natriumexkretion unter Beteiligung des atrialen natriuretischen Hormons stattfinden könnte, ist ein Anliegen der jetzigen Studie.

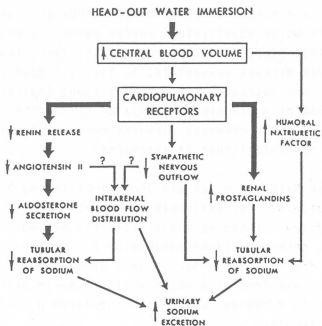


Abb. (7) Postulierte Entstehungsmechanismen der Immersions- Natriuresis (n. EPSTEIN, 1978)

V. Das Verhalten der Kreislaufparameter während Immersion

Das Verhalten von Herzfrequenz und Blutdruck sind wohl die am häufigsten beschriebenen Kenngrößen des Kreislaufsystems in Studien über die Auswirkungen von Bädern. Die Vielfalt der Ergebnisse, die dazu vorliegen, sind vorwiegend auf unterschiedliche Versuchsbedingungen zurückzuführen (z.B. Wassertemperaturen, Badedauer, Eintauchtiefen, Vorhydrierung, Tageszeit) (z.B. BISCHOFF et PAETSCH, 1936; KAISER et al., 1963; KÖHL et al., 1966; CAMPPELL et al.; 1969; ARBORELIUS et al., 1972; BÜHRING, 1976; FAHRI et al., 1977; O'HARE et al., 1985; JUNGSMANN, 1962; SCHMIDT-KESSEN, 1974; ULMER et al., 1972).

Unter den Bedingungen thermoneutraler Immersion kommt es zu einem geringen Absinken der Pulszahl oder initial zu einem geringen Anstieg mit folgender Abnahme oder zu keinen eindeutigen Veränderungen. Beim normotensiven Probanden sind systolische und diastolische Blutdruckreduzierungen im Bereich von 5-20 mmHg oder keine sichere Beeinflussung des Blutdruckverhaltens durch das Bad beschrieben. Patienten mit Grenzwerthypertonie scheinen allerdings ausgeprägter und regelmäßiger mit einer Druckabnahme zu reagieren.

Ferner führt die thermoneutrale Wasserimmersion zu erheblichen Anstiegen des Herzauswurfs, wobei Zunahmen des Herzzeitvolumens um 30-50 % beschrieben sind (ARBORELIUS et al., 1972; RENNIE et al., 1971; BENNET et al., 1984; FAHRI et al., 1977; O'HARE et al., 1985). Der Effekt ist unabhängig von Herzfrequenzänderungen, so daß ein erhöhtes Schlagvolumen dafür verantwortlich gemacht werden kann. Da im allgemeinen gleichzeitig der Blutdruck etwas abfällt, muß eine korrespondierende Minderung in den peripheren Kreislaufwiderständen mit Steigerung der Durchblutung gefolgt werden. Spezielle Untersuchungen konnten sowohl eine Reduktion des Venentonus (PAESSLER et al., 1968; KAISER et GAUER, 1966) als

auch des peripher arteriellen Gefäßtonus (ARBORELIUS et al., 1972; ECHT et al., 1974; BALLDIN et al., 1971) bestätigen.

Was die Beeinflussbarkeit des Blutvolumens durch Immersion angeht, ist von allen mit dieser Fragestellung befaßten Arbeitsgruppen eine Abnahme desselben etwa im Bereich von 11-16 % nach z. T. mehrstündiger Immersion festgestellt worden (GRAVELINE et JACKSON, 1962; KAISER et al., 1963, 1969; VOGT et JOHNSON, 1965; BOWERS et al., 1966; KORZ et al., 1969; BÖNING et al., 1972 a). Das geht in erster Linie auf Kosten des Plasmavolumens. So haben GREENLEAF et al. (1980) nach allerdings 8-stündiger Immersion eine mittlere Abnahme des Blutvolumens von 9,9 % bei Anteiligkeit des Plasmarumes von 78 % und des Erythrozytenraumes von 22 % gemessen. Circadiane Änderungen sind als Ursache auszuschließen, da im Laufe des Tages das Blutvolumen zunimmt (CRANSTON and BROWN, 1963; FINLAYSON et al., 1964; MORIMOTO and SHIRAKI, 1970).

Andererseits berechnete McCALLY (1964) aufgrund von Hämatokritmessungen für die ersten 25 min der Immersion eine Vergrößerung des Plasmavolumens um 9 % und später erst eine Abnahme. Auf eine biphasische Reaktion im Hämatokritwert ist mehrfach hingewiesen worden (z.B. O'HARE et al., 1985; BÖNING et al., 1972). Die Tiefstwerte sind nach ca. 0,5 Std. erreicht, halten ca. 1-2 Std. an und werden dann rück- bzw. gegenläufig. Das heißt, erst bei fortgeschrittener Immersionsdauer tritt eine Hämokonzentration auf, wobei hier die gesteigerte Diurese eine ursächliche Rolle spielen dürfte.

Auf der Basis hämodilutierender Eigenschaften des Bades, wie sie die initialen Senkungen der Hämokritwerte nahelegen, und die vermutlich durch Einstrom extravaskulärer Flüssigkeit in das Gefäßbett zustande kommen, sind rheologische Untersuchungen vorgenommen worden, in denen sich eine

geringe Abnahme der Plasmaviskosität feststellen ließ (O'HARE et al., 1985; ERNST et al., 1984).

Die Frage nach der primären Ursache der erwähnten Kreislaufreaktionen führt wieder zurück zum Regulationsmodell der immersionsbedingten akuten intrathorakalen Hypervolämie. So wäre die Abnahme der peripheren Gefäßwiderstände als eine gegenregulatorische Maßnahme zu verstehen (DALY et al., 1937; AVIADO et al., 1951; KRAMER, 1959; LLOYD, 1972). Danach könnte durch Erregung intrathorakaler Mechanorezeptoren via Vagusafferenzen zum medullären Vasomotorenzentrum ein Reflex mit Hemmung des sympathischen Gefäßtonus ausgelöst werden (ÜBERG et WHITE, 1970; MANCIA et al., 1973, 1975; YUN et al., 1976). Möglicherweise kommt auch der bei Immersion auftretenden Hemmung des Renin-Angiotensin-Aldosteron-Systems über die Minderung des vasokonstriktorisch wirkenden Angiotensins für die Reduktion der peripheren Kreislaufwiderstände eine Bedeutung zu.

Eine bevorzugte Abnahme des Gefäßtonus in bestimmten Teilkreisläufen scheint der Fall zu sein. BALLDIN et al. (1971) beschrieben die Vasodilatation in der Muskelstrombahn. Eigene Versuche (unveröffentlicht) mit der Laser-Doppler-Flußmessung zeigten, daß sich im thermoneutralen Bad die Hautdurchblutung nicht eindeutig änderte. Ein Nachlassen des Vasokonstriktorentonus in der Muskulatur, ohne daß es im Hautbereich zu einer Änderung kam, haben auch RODDIE et al. (1957) in einem anderen Modell erhöhten zentralen Blutvolumens gefunden.

Herzfrequenzänderungen bei thermoneutraler Immersion können, sofern sie überhaupt auftreten, mehrdeutiger Herkunft sein. Eine Steigerung ließe sich als eine über die Pressorezeptoren ausgelöste gegenregulatorische Reaktion deuten, obwohl auch Blutdrucksenkungen ohne Pulsänderungen beobachtet wurden (KAISER et al., 1963). Ferner dürften vegetative Reflexe über die Vermittlung der Mechanorezeptoren des intrathorakalen Niederdrucksystems beteiligt sein. Bradykarde Reaktionen sind ähnlich zu begründen.

VI. Methodik

An der Studie nahmen 25 Probanden (9 weiblich, 16 männlich) im Alter von 23 bis 38 Jahren teil. Sie waren klinisch unauffällig, unterlagen keinen diätetischen Restriktionen und nahmen keine Medikamente. Alle sind über Zweck und Durchführung der Experimente aufgeklärt worden.

Der Bade- bzw. Immersionsversuch fand am Vormittag unter folgendem experimentellem Protokoll statt. Nach vollständigem Entleeren der Harnblase ruhte der Proband in sitzender Position und unter thermisch angenehmen Bedingungen für die Dauer einer Stunde. Währenddessen wurde, um intermittierend Blutproben gewinnen zu können, ein Katheter in eine Unterarmvene eingeführt und fixiert. Nach erneuter Urinabgabe wechselte der Proband in ein Wasserbecken ($34^{\circ}\text{C} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$) über und nahm eine der Vorphase vergleichbare Position ein. Die Eintauchtiefe reichte bis in den Klavikelbereich. Diese Immersionsphase dauerte wiederum eine Stunde und endete mit einer weiteren Urinsammlung. Auch die Nachperiode beanspruchte eine Stunde.

Um einen adäquaten Urinfluß zu erzielen, wurden zu Beginn der einzelnen Versuchsabschnitte jeweils 250 ml H_2O eingenommen. Die Abnahme von Blutproben erfolgte vor, 30, 60 min während sowie 30, 60 min nach Immersion. Folgende Urinanalysen wurden vorgenommen: Natrium und Kalium (Flammenphotometrie), Kreatinin (Jaffé Reaktion) und Osmolalität (Gefrierpunktserniedrigung). Ferner wurden die osmotische und Freiwasser-Clearance sowie die glomeruläre Filtrationsrate bestimmt.

Bestimmung des atrialen natriuretischen Faktors (ANF):

A. Blutproben und Extraktion.

Venenblut (Vena cubitalis) wurde sofort in vorgekühlte Gefäße überführt, die 500 KIU/ml Aprotinin und 1 mg/ml Natriäthylendiamintetraessigsäure enthielten. Nach Zentrifugation des Blutes bei 4°C Kühlung kam das Plasma

in Tiefkühlung (-70°C) zur Aufbewahrung bis zur weiteren Analyse. Die Extraktion von ANF fand durch Adsorption an Amberlite XAD - 2 (Partikelgröße 0,3 - 1,0 mm; Serva, Heidelberg) statt. Danach wurde ANF mit 55 % Acetonitril in 0,1 mol/l Essigsäure eluiert. Die Wiederfindung durch Extraktion betrug 68 % und war unabhängig von der Konzentration im Bereich von 6-200 fmol/ml. Eine Korrektur der Plasmapwerte wurde nicht vorgenommen. Die Eluate wurden lyophilisiert und zur Weiterbehandlung in Puffer gelöst.

B. Radio-immuno-assay (RIA)

ANF konnte über einen selbst entwickelten empfindlichen RIA bestimmt werden. Die hierfür notwendigen und gegen humanes α -ANF (Nova Biochem, Schweiz) gerichteten Antikörper wurden am Kaninchen gewonnen. ^{125}J α -h ANF wurde mit der Chloramin T-Methode hergestellt und durch Gelfiltration (Bio-Gel P4) gereinigt. RIA-Puffer (In 300 μl : 0,02 M Natriumphosphat, 0,15 M Natriumchlorid, 0,01 % Rinderserum-Albumin, 0,1 % Gelatine, 0,01 % Thiomerosal, 0,1 % Triton X-100) sowie 50 μl von α -h ANF-Standards oder Proben wurden gemischt und 100 μl Antiserum zugegeben (Antikörperverdünnung 1:35000). Nach Einleitung der Reaktion mit ^{125}J - α -h ANF und Inkubation bis 5°C für 12-16 Stunden konnte die Separierung von freiem und gebundenem Hormon vorgenommen werden (1 % Aktivkohle, 0,5 % Rinderserum-Albumin in RIA-Puffer). Zentrifugation der Suspension und Messung des Überstandes im γ -Zähler.

Statistik:

Die Ergebnisse wurden anhand des t-Tests auf Mittelwertdifferenzen überprüft. Signifikanzschranken betrafen die konventionelle Festlegung.

VII. Ergebnisse

Die Ausgangswerte der ANF-Plasmaspiegel betragen 6.00 ± 0.58 f mol/ml. Unter den Bedingungen des Bades erhöhten sie sich mit zunehmender Dauer der Immersion und erreichten nach 1 Std. im Mittel das zweifache der Ausgangswerte (Abb. (8)). Nach Badende kehrten die ANF-Konzentrationen innerhalb der einstündigen Nachbeobachtung wieder auf die Vorwerte zurück. Die individuellen Reaktionen wiesen eine erhebliche Variation auf. So zeigten 3 Probanden auf Immersion keine Veränderungen des ANF und zwei Probanden Steigerungen auf das 4- bzw. 7-fache. Was zeitliche Einflüsse angeht, hatten 20 % der Versuchspersonen bereits nach 0,5 Std. Baddauer das Maximum der ANF-Ausschüttung vollzogen.

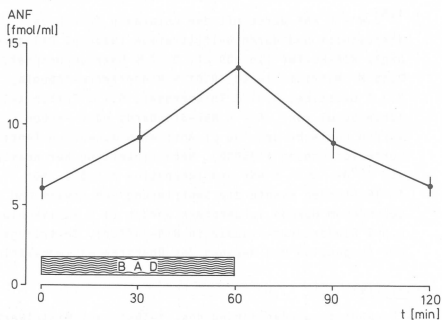


Abb. (8) Veränderungen des ANF im Plasma während und nach thermoneutraler Wasserimmersion ($\bar{x} \pm s\bar{x}$; $n = 25$).

Die Ergebnisse zur Diurese und Natriumausscheidung sind in Abb. (9) aufgeführt. Danach führte das einstündige thermoneutrale Bad zu einer Steigerung der Harnmenge (UV) von im Mittel 1.41 ± 0.19 ml/min auf 5.54 ± 0.62 ml/min. In der Nachphase konnten noch Werte von 3.10 ± 0.43 ml/min festgestellt werden. Die Badiurese trat bei allen Probanden auf, wenn auch in unterschiedlichem Maße. Nur bei 3 Probanden hatte sich der Harnfluß weniger als verdoppelt.

Eine badbedingte, erhöhte Natriurese (UNa) ließ sich bei 88% der Probanden nachweisen. Dabei fand eine Steigerung der Natriumausscheidung im Mittel von 0.168 ± 0.019 mmol/min auf 0.328 ± 0.033 mmol/min statt (199%). Der Erholungsvorgang ist in der Nachphase mit 0.216 ± 0.027 mmol/min angedeutet. Aufgrund der einstündigen Urin-Sammelperiode läßt sich aber nicht angeben, ob und wann innerhalb dieses Zeitraums wieder Ausgangswerte erreicht worden sind. Die fraktionierte Natriumausscheidung (FNa) gibt an, wieviel Natrium (in %) in Relation zur glomerulär filtrierten Menge

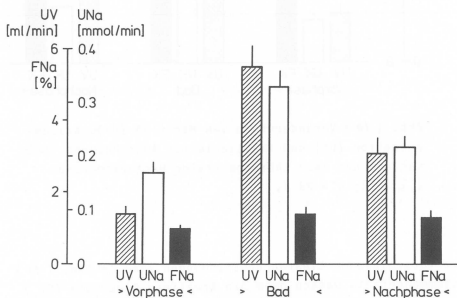


Abb. (9) Veränderungen von Harnfluß (UV), Natriumexkretion (UNa) und fraktionierter Ausscheidung (FNa) während und nach thermoneutraler Wasserimmersion ($\bar{x} \pm s\bar{x}$; n = 23).

schließlich im Urin eliminiert wird. In der Immersionsphase stieg dieser Wert von etwa 1% signifikant auf 1.4% an.

Die ebenfalls durch das Bad veränderten Harnkonzentrationen von Kalium veranschaulicht die Abb. (10). Es kam zu einem Anstieg auf 214% des Vorperiodenwertes mit Erholung in der Nachphase (UK). Gleichzeitig erhöhte sich die fraktionierte Kaliumausscheidung (FK) deutlich.

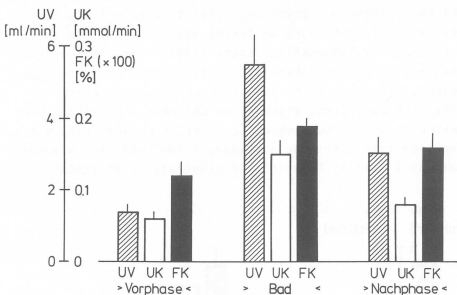


Abb. (10) Veränderungen von Harnfluß (UV), Kaliumexkretion (UK) und fraktionierter Ausscheidung (FK) während und nach thermoneutraler Wasserimmersion ($\bar{x} \pm s\bar{x}$; n = 23).

Die verschiedenen Clearancebestimmungen sind in Abb. (11) zusammengefaßt. Danach nahm die Kreatinin-Clearance (C_{Kr}) im Bad etwas zu, ohne jedoch das 5%-Signifikanzniveau zu erreichen. Dagegen stiegen die osmotische (C_{osm}) sowie die Freiwasser-Clearance (C_{H_2O}) auf 189% bzw. 158% signifikant an.

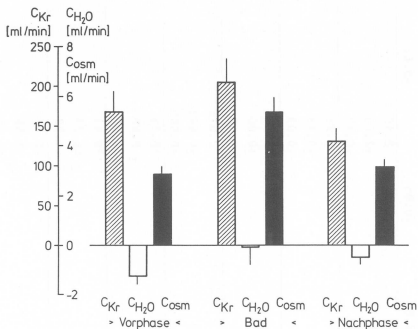


Abb. (11) Veränderungen von Kreatinin-clearance (C_{Kr}), osmotischer Clearance (C_{Osm}) und Wasser-clearance (C_{H_2O}) während und nach thermoneutraler Wasserimmersion ($\bar{x} \pm s\bar{x}$; $n = 23$).

Ferner von Interesse sind die korrelativen Beziehungen zwischen den durch das Bad induzierten ANF-Plasmaspiegeln und den renalen Reaktionen, insbesondere dem Harnfluß und der Natriumexkretion. Bereits bei Durchsicht der individuellen Ergebnisse ließ sich oftmals eine Diskrepanz zwischen ANF-Anstieg und begleitendem Diurese- bzw. Natriuresewert beobachten. Unter Heranziehung absoluter und relativer Wertveränderungen war es dann nicht überraschend, mit $r = 0,1 - 0,4$ nur niedrige Koeffizienten zu finden; die geringeren für die Diurese, die etwas höheren für die Natriumausscheidung.

ERGEBNISTABELLE

	Kontrolle	Bad 30 min	Bad 60 min	nach Bad 30 min	nach Bad 60 min
ANF (fmol/ml)	\bar{x} = 6.00 sx_i = ± 2.90 $s\bar{x}$ = ± 0.58	9.16 ± 4.63 ± 0.92	13.60 ± 13.06 ± 2.61	8.93 ± 4.92 ± 0.98	6.19 ± 3.12 ± 0.62
UV (ml/min)	1.41 ± 0.89 ± 0.19	5.54 ± 2.94 ± 0.63			3.10 ± 2.03 ± 0.43
UNa (mmol/min)	0.17 ± 0.09 ± 0.02	0.33 ± 0.15 ± 0.03			0.22 ± 0.13 ± 0.03
FNa (%)	0.98 ± 0.56 ± 0.13	1.40 ± 0.67 ± 0.15			1.34 ± 0.80 ± 0.18
UK (mmol/min)	0.069 ± 0.044 ± 0.009	0.151 ± 0.078 ± 0.016			0.075 ± 0.043 ± 0.009
FK (%)	12.01 ± 7.07 ± 1.62	19.16 ± 4.39 ± 1.01			16.33 ± 9.08 ± 2.08
C Kr (ml/min)	168.63 ± 123.50 ± 28.33	204.73 ± 132.20 ± 30.33			130.91 ± 65.28 ± 14.98
C H ₂ O (ml/min)	-1.38 ± 1.46 ± 0.40	-0.09 ± 3.58 ± 0.99			-0.47 ± 1.56 ± 0.43
C Osm (ml/min)	2.86 ± 1.33 ± 0.29	5.39 ± 2.59 ± 0.56			3.16 ± 1.42 ± 0.31

VIII. Diskussion

Die Physiologie des Bades und der Wasserimmersion ist in den letzten Jahren von einer Reihe von Laboratorien intensiv und erfolgreich studiert worden. So konnten die immersionsbedingten zirkulatorischen, renalen und endokrinen Änderungen in den zugrunde liegenden Mechanismen weiter geklärt werden. Die Untersuchungen haben gezeigt, daß als primäre Immersionsfolge die Umverteilung des Blutvolumens im Sinne einer relativen zentralen Hypervolämie in hohem Maße in die Regulation des Blutvolumen-, Wasser- und Salzhaushalts eingreift. So kommt es neben einer ausgeprägten Steigerung von Diurese und Natriurese auch zu Suppression des Renin-Aldosteron-Systems und der ADH-Freisetzung. Damit hat sich die thermoneutrale Wasserimmersion zu einem wichtigen Modell für das Studium der Volumen- und Elektrolyt-Homöostase unter physiologischen und pathologischen Bedingungen entwickelt einschließlich der für die Raumfahrtmedizin interessanten Aspekte der durch das Bad simulierten Schwerelosigkeit.

Obwohl hier das von GAUER inaugurierte und weitgehend akzeptierte Konzept eines reflektorischen Kontrollsystems mit intrathorakalen Volumenrezeptoren experimentell gut belegt ist und dem Verständnis der Immersionsauswirkungen dienlich ist, konnte es gerade die renalen Effekte nicht zur Gänze und nicht widerspruchsfrei erklären. Z. B. scheint ein intaktes autonomes Nervensystem dafür nicht Voraussetzung zu sein, so daß an eine hormonelle Vermittlung gedacht worden ist. So sind trotz reichlichen Detailwissens spekulative Momente in der Begründung der sogenannten Badediurese und -natriurese nicht zu übersehen.

In der Regulation des Salz-Wasserhaushalts ist seit langem ein bisher nicht näher definiertes natriuretisches Prinzip postuliert worden. Das hat mit der Entdeckung des sogenannten atrialen natriuretischen Faktors (ANF) durch de BOLD

erneut das wissenschaftliche Interesse wachgerufen. Trotz der Beobachtung, daß dieses Peptidhormon durch experimentelle Erhöhung des Flüssigkeitsvolumens (z.B. durch Infusionen) oder durch mechanische Dehnung der Vorhöfe vermehrt aus dem Herzen freigesetzt wird und bei einigen Erkrankungen mit "Druck/Volumen-overload" beträchtlich erhöhte Plasmaspiegel gefunden wurden, sind seine Bedeutung und die physiologischen Freisetzungsmechanismen noch wenig durchleuchtet.

Drei Indizien sind es, die an die Möglichkeit der Beteiligung des ANF bei den Immersionswirkungen denken lassen. Das sind einerseits seine durch hypervolämische Zustände ausgelöste plasmatische Erhöhung, die Beanspruchung eines Volumenmechanismus und seine Freisetzung in der Vorhofmuskulatur, andererseits der Befund, daß nach Injektion von synthetisiertem ANF eine Reihe von Effekten zu beobachten ist, wie sie uns vom Bad bekannt sind. Die jetzt vorgelegten Ergebnisse unserer eigenen Studie beweisen zumindest die signifikante Steigerung der Plasmakonzentrationen während einer thermoneutralen sogenannten "head-out water immersion".

Wir haben diese aus einer kleineren Probandengruppe gewonnenen Ergebnisse in Form einer Kurzmitteilung erstmals in der internationalen Fachliteratur vorgestellt (GERBES et al., 1986). Die jetzt vorgetragenen Befunde sind Gegenstand einer erweiterten und differenzierter vorgenommenen Untersuchung. Mittlerweile konnten in anderen Immersionsstudien diese Ergebnisse reproduziert und bestätigt werden (ANDERSON et al., 1986; EPSTEIN et al., 1986). Die Resultate der renalen Parameter (Urinfluß, Natrium- und Kaliumexkretion, Clearancewerte), die wir ermittelt haben, entsprechen der Literatur und sollen nicht weiter diskutiert werden bzw. sind in vorhergehenden Kapiteln geschildert.

Wie gezeigt werden konnte, führte das einstündige Vollbad zu relativ rasch und stetig steigenden ANF-Konzentrationen. Bereits nach 10 Minuten ließ sich ein signifikanter Anstieg

um im Mittel 27 % feststellen (GERBES et al., 1986). Von anderer Seite sind aus Versuchen mit mehrstündiger Immersion auch in der zweiten und dritten Stunde noch weitere Erhöhungen berichtet (ANDERSON et al., 1986; EPSTEIN et al., 1986). Im Mittel fand eine Verdoppelung der Ausgangswerte statt bei erheblicher interindividueller Streuung. Nach Badende erfolgte innerhalb etwa einer Stunde der Rückgang auf die Ausgangswerte.

Aus der Sicht, daß Wasserimmersion mit einer Zunahme des zentralen Blutvolumens einhergeht, unterstreichen unsere Ergebnisse die Vorstellung, daß beim Menschen ein Volumstimulus in den Vorhöfen des Herzens zu den potentiellen Mechanismen in der Regulation der ANF-Ausschüttung gehört. Die beträchtliche Variabilität in Zeitverlauf und Ausmaß der ANF-Reaktion ist aufgrund der vorliegenden Daten aber nicht zufriedenstellend zu erklären. Möglicherweise spielen Unterschiede der Probanden in der Salzbilanz eine Rolle.

Die erzielten Befunde lassen sich einerseits mit der Hypothese in Einklang bringen, daß erhöhte ANF-Plasmawerte für die immersionsbedingte Diurese und Natriurese einen Beitrag leisten, andererseits ist eine vorsichtige Betrachtung am Platze. Die renalen Wirkungen, die wir aus ANF-Infusionsstudien kennen, sind an Hand relativ hoher Dosen erzielt worden, so daß sich eine Vergleichbarkeit mit den ANF-Immersionswerten, die etwa das 2-4 fache der Kontrollen ausmachen, nur mittelbar erlaubt. Hinzu kommen die geringen Korrelationskoeffizienten aus den Berechnungen der quantitativen Veränderungen von ANF und renalen Größen, wie wir sie gefunden haben, obwohl die Beziehung zur Natriumexkretion etwas enger war.

Abgesehen davon, daß Korrelationen noch keine Kausalitäten widerspiegeln, sind diese Diskrepanzen nicht ausreichend, um die Möglichkeit einer Beeinflussung der Harn- und Salzausscheidung durch die bei Immersion auftretende ANF-Ausschüttung zu

verwerfen. Vielmehr ist daran zu erinnern, daß eine zentrale Expansion des Blutvolumens gleichzeitig mit Veränderungen der ANF-Spiegel weitere Reaktionen (hämodynamisch, neural, hormonal) induziert, die zum einen sehr wahrscheinlich an den renalen Immersionswirkungen beteiligt sind und zum andern den Einfluß des ANF (und vice versa) modulieren und potenzieren könnten. Eine solche Betrachtungsweise trägt der Vorstellung einer komplexen Entstehungsweise der Immersionsdiurese und -natriuresis Rechnung (s. a. Abb. 6 und Abb. 7). Eine detaillierte Beurteilung dürfte erst möglich sein, wenn über die immersionsbedingte Suppression des antidiuretischen Mechanismus (ADH) und des Renin-Angiotensin-Aldosteron-Systems sowie deren Interaktionen mit dem ANF und neuralen Reflexen weitere Befunde aus zukünftigen Untersuchungen vorliegen. Dann erst kann über die Bedeutung des ANF per se eine Aussage zu treffen sein. Die jetzigen Resultate und ihre Interpretation im Lichte der bisher bekannten Daten zur Physiologie von ANF und von Wasserimmersion machen jedoch evident, daß in der komplexen neurohormonalen Kontrolle, welche den renalen Vorgängen während Immersion zu Grunde liegt, das atriale natriuretische Hormon eine wichtige Determinante darstellen dürfte.

IX. Hydrotherapeutische und balneotherapeutische Aspekte von Wasserimmersion, Immersions-Diurese, -Natriurese und atrialem natriuretischem Faktor (ANF).

Unter einem Bad im medizinischen Sinne versteht man das Eintauchen (Immersion) eines Körpers oder Körperteils in ein Medium (z.B. Luft, Gas, Dampf, Wasser, Peleide) zu therapeutischen Zwecken. Dabei stellt die Wasserimmersion, etwa als Vollbad, eine bevorzugte Anwendungsform dar. Das Eintauchen ist mit einer "Störung" zahlreicher homoiostatisch geregelter Funktionsabläufe verbunden, die vom Organismus beantwortet werden muß (s. a. Abb. (12)).

Während des Bades wirken mechanische, thermische, chemische und psychische Faktoren ein. Daher ist in der Objektivierung und Deutung von Badwirkungen zu trennen zwischen Einflüssen, die von der Immersion selbst ausgehen, und den durch thermische und chemische Reize hervorgerufenen weiteren Reaktionsmustern. Gegenstand im Rahmen der jetzigen Betrachtung ist das sogenannte thermoneutrale Vollbad, d.h. die Nutzung in dem mit individuellen Unterschieden metabolisch indifferenten Bereich von 32 - 36⁰ C Wassertemperatur.

Im historischen Schrifttum ist die weit zurückreichende Tradition der Anwendung des Bades bzw. der Wasserimmersion als therapeutisches Agens vielfältig belegt. Alle großen antiken Zivilisationen kannten die "heilenden" Eigenschaften des Bades. In den folgenden 3000 Jahren ist diese Hydrotherapie je nach Zeitgeist und medizinischen Strömungen immer wieder Phasen unterschiedlicher Popularität ausgesetzt gewesen. Heute ist sie fester Bestandteil des physikalisch-medizinischen, balneotherapeutischen Behandlungsrepertoires.

Was die renalen Effekte der Wasserimmersion angeht, haben die wissenschaftlichen Beiträge von BAZETT et al. (1924) Marksteine zu deren Verständnis gesetzt. Über das Zustandekommen der gesteigerten diuretischen Reaktion sind aber sehr viel früher Überlegungen angestellt worden, die auch heute noch einer kritischen Betrachtung standhalten. So hat z. B. HARTSHORNE (1847) in seinem Buch "Water Versus Hydrotherapy" einen Mechanismus vermutet, in dem kardiale Volumenrezeptoren eine Rolle spielen. Das Konzept, daß Wasserimmersion eine akute Umverteilung des Blutvolumens in Richtung zentrale Gefäßabschnitte auslöst, ist dann in den folgenden 100 Jahren weitgehend vernachlässigt worden, bis dann von der Arbeitsgruppe um GAUER und HENRY neue Impulse zur Erforschung des Phänomens ausgingen.

Die Beobachtung einer vom Vollbad vermittelten erhöhten Harnausscheidung hat schon früh den Gedanken an eine therapeutische Nutzung aufkommen lassen. Das hat STRASSER (1908) sowie LAQUEUR und KOWARSHIK (1937) veranlaßt, Bäderbehandlungen bei Krankheiten mit Störung der diuretischen Funktion zu empfehlen; insofern etwas ungewöhnlich - wenn auch plausibel -, weil damals aus balneotherapeutischer Sicht der Versuch, über Trinken von Mineralwässern (Trinkkur) bei bestimmten Erkrankungen der Nieren und Harnwege eine Besserung zu erzielen, verbreitet war. EPSTEIN (1978) hat dann, weniger aus klinischem als aus experimentellem Interesse, die "ausschwemmende" Wirkung der Wasserimmersion bei Patienten mit dekompensierter Leberzirrhose untersucht und beschrieben.

Aber im Grunde ist diese nicht-medikamentöse therapeutische Stimulierung eines endogenen diuretischen Mechanismus schon viel länger bekannt. Zwar ist nicht überliefert, ob die von LIVIUS für die zeitgenössischen Taucher

geprägte Bezeichnung "Urinatores" in der Antike zu therapeutischen Konsequenzen geführt hat; geraume Zeit später aber (1764) schilderte der englische Arzt A. SUTHERLAND die folgende Krankheitsgeschichte: "James Crook of Long Acre had dropsy, jaundice, palsy, rheumatism, and an inveterate pain in his back. In three immersions, the swelling of his legs sank, so did the pain of his back, as did the jaundice, blowing from his nouse a great quantity of bilious yellow matter." Bemerkenswert die gute Beobachtung in der Erklärung des Therapieerfolgs: "From the rigidity and the pressure of the fluid (des Bades) we may account for his pissing more than he drank."

Therapeutische Schlußfolgerungen aus der Empirie und den Erkenntnissen der Immersionsphysiologie haben sich aber hier in der gegenwärtigen Krankenbehandlung, wohl aufgrund wirksamer pharmakologischer Prinzipien (s. Diuretika), nicht durchsetzen können. Man sollte sich zunächst aber vor Augen halten, wie heute balneotherapeutische und kurmäßig durchgeführte Behandlungen zu verstehen sind.

In der Begründung kurmäßig angewandeter Verfahren der physikalischen Medizin, Balneo- und Klimatherapie nehmen physiologische Reaktionen des Organismus eine zentrale Stelle ein, und mit der Bezeichnung "Therapeutische Physiologie" ist der enge Zusammenhang dieser Behandlungsformen mit ihrer physiologischen Grundlegung unterstrichen worden (HILDEBRANDT, 1986). Danach wird der Kurverlauf als ein einheitlich reaktiver Prozeß betrachtet, der auf dem Boden natürlicher Fähigkeiten des Organismus zu Regulation und Anpassung im Sinne von Übung und Training eine gesteigerte Ökonomie und Leistungsfähigkeit von Organfunktionen auslöst. Die-

sem adaptativen Ansatz, der systematisch geforderte, kontinuierliche oder serienmäßige funktionelle Beanspruchungen voraussetzt, ist in den vergangenen Jahren mehrfach nachgegangen worden (z.B. JORDAN, 1971; SCHMIDT-KESSEN, 1971; DIRNAGL et al., 1974; HILDEBRANDT, 1977; BAIER, 1978).

In einer solchen Reiz-Reaktions-Adaptations-Therapie wird im Verständnis balneotherapeutischer Wirkungsprinzipien in erster Linie adaptativen Vorgängen der Primat eingeräumt. Das ist sicherlich richtig, denn erst nach Zeit beanspruchenden, wiederholten Reiz- und Übungsbelastungen treten funktionelle Änderungen auf, die den therapeutischen Nutzen bedingen. Unter diesem Aspekt kann demgegenüber der auf einen einzelnen Übungsreiz folgenden funktionellen Antwort (Soforteffekt, Immediateffekt), die im allgemeinen relativ rasch wieder abklingt, nicht derselbe Stellenwert zugewiesen werden. Auch wenn die Sofortwirkungen meist weder qualitativ noch quantitativ den durch serielle Reizsetzung ausgelösten adaptativen Veränderungen entsprechen, geben sie wichtige Einblicke in die Wirkmechanismen der therapeutischen Vorgänge. Sie sind unabdingbar bei Fragen der Dosierung balneotherapeutischer Reize, informieren über Nebenwirkungen und Gefährdungen und sind gelegentlich selbst direkt therapeutisch nutzbar.

In der Diskussion möglicher therapeutischer Ansätze aus den Kenntnissen der Wasserimmersion, insbesondere der renalen Wirkungen, sollten beide Formen hydro- und balneotherapeutischer Grundsätze - Immediateffekt und adaptativer Effekt - Berücksichtigung finden. Ein solches Unterfangen kann nur Teilfragen beantworten und ist angesichts lückenhaften Wissens über die therapeutischen Auswirkungen, welche direkt und ausschließlich auf ein thermoneutrales Bad zurückzuführen sind, nur unvollständig und mit spekulativen Komponenten zu verwirklichen. Die Einarbeitung der neuen Befunde zum artrie-natriuretischen Faktor (ANF) machen diese Aufgabe nicht leichter aber reizvoller.

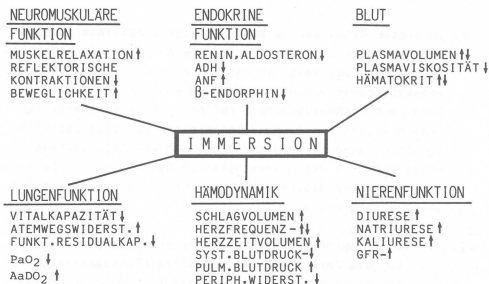


Abb. (12) Zusammenstellung funktioneller Auswirkungen des thermoneutralen Vollbades.

Abb. (12), wo die wichtigsten Wirkungen des thermoneutralen Vollbades zusammengestellt sind, weist auf die Vielfältigkeit der Erscheinungen, wie sie in der aktuellen Immersionssituation auftreten. Sie kann auch therapeutisch nützliche Wirkungen des sogenannten Immediateffekts veranschaulichen.

1. In diesem Sinne dürfte eine wichtige Komponente von der Auftriebswirkung des Wassers ausgehen, denn die scheinbare "Schwereelosigkeit" im Bad entlastet den Stütz- und Bewegungsapparat von Haltearbeit. Wärme verstärkt die Wirkung noch, schmerzbedingte reflektorische Kontraktionen nehmen ab, und die Beweglichkeit nimmt zu. Dies ist eine der Grundlagen für die therapeutisch günstige Wirkung eines Bades in der balneologischen Behandlung von Patienten mit orthopädischen, rheumatischen und neurologischen Bewegungsstörungen.
2. Vieles spricht dafür, daß vom Kompressionsdruck des Wassers auf die Peripherie der kapilläre Flüssigkeitsaustausch beeinflußt wird und sich dadurch positive therapeutische Akzente ergeben. Die Veränderung des transmuralen Drucks bewirkt eine Verschiebung der interstitiellen Flüssigkeit in den Gefäßraum, was, wie früher ausgeführt, zu einer Zunahme des Plasmavolumens führt. Sie wird allmählich im Verlaufe des Bades wohl in erster Linie durch die einsetzende Immersions-Diurese kompensiert und mündet sogar bei langer Immersion, angezeigt durch den steigenden Hämatokritwert, in einer Hämokonzentration. Mit den durch Immersion veränderten kapillären Austauschbedingungen - sprich Rücktransfusion von extravaskulärer Flüssigkeit - sowie der Aktivierung von Diuresemechanismen sind Vorgänge bezeichnet, die sich im Rahmen eines nicht-medikamentösen "entwässernden" oder "ausschwemmenden" Prinzips therapeutisch anbieten. Angesichts der Bedeutung, die dem Natrium in der Entstehung von Ödemen zugemessen wird, scheint die immersionsbedingte Natriurese zusätzlich interessant. Wegen der kardialen Belastung

(s. Vorlast) des Bades und der Gefahr einer Überbelastung ist dieser Aspekt jedoch bei herzinsuffizienten Patienten weniger relevant (s. Kontraindikation des Vollbades). Unabhängig davon dürfte sich das Prinzip der Gewebsentwässerung, der Mobilisierung von Ödemen bei einer Reihe von pathophysiologischen Zuständen als durchaus sinnvoll anwenden lassen. Dies näher zu belegen, macht weitere Untersuchungen erforderlich.

3. Vom hydrostatischen Druck auf Blut und Gefäßperipherie lassen sich fördernde Eigenschaften auf die Funktion der Kapazitätsgefäße erwarten. Druckentlastung der Venen und Begünstigung der venösen Rückstromverhältnisse (Gefäßquerschnitt, Venenklappen) wirken den negativen Auswirkungen einer Stase entgegen.
4. Die Verbesserung der Fließeigenschaften des Blutes als unmittelbare Badwirkung, die in erster Linie auf Dilutionseffekte des Blutvolumens zurückzuführen ist, bedeutet eine Begünstigung der Gewebsperfusion, eine Feststellung, deren klinische Bedeutung noch wenig durchleuchtet ist, die jedoch angesichts häufig vorkommender rheologischer Störungen vielleicht praktisches Interesse finden könnte.
5. Eine hämodynamische Immersionswirkung betrifft die Reduktion der peripheren Kreislaufwiderstände mit Steigerung der Durchblutung. Ob davon ein therapeutischer Effekt auszugehen vermag, wäre durch geeignete Studien zu klären.

Es ist oben ausführlich dargestellt worden, daß die kurmäßigen Anwendungen balneotherapeutischer Verfahren schwerpunktmäßig als Übung und Training von Regulationssystemen betrachtet werden. In dieser Sicht sind Immediatwirkungen nur Ausdruck relativ kurzfristiger Reaktionen auf therapeutische Stimuli - etwa auch im Sinne von Streßreizen - , die bei se-

rienartiger Wiederholung qualitativ andere, therapeutisch erwünschte, spezifische und unspezifische, adaptative Langzeiteffekte hervorrufen.

In diesem Zusammenhang für das serienmäßig durchgeführte thermoneutrale Vollbad auf der Basis von experimentellen Untersuchungen eine exakte Zuordnung zu treffen, kann mangels geeigneter Daten streng genommen nicht gelingen. Das Problem ist, daß Verfahren der Balneotherapie und Physikalischen Medizin im allgemeinen nicht isoliert verordnet werden und aus Kombinationsbehandlungen die Bedeutung einer einzelnen Therapiemethode kaum zu objektivieren ist. Was für wissenschaftliche Wirksamkeitsprüfungen hinderlich ist, besitzt für die Praxis hier meist wenig Relevanz, denn das durch Kuren angestrebte therapeutische Ziel wird gerade erst und oftmals durch sinnvolle Verfahrenskombinationen erreicht.

Die Wirkungsvielfalt, welche die Wasserimmersion vermittelt, ist auffallend groß. Kardiovaskuläre, renale, neurale, hormonelle Systeme, die ihrerseits wieder interferieren, werden angesprochen. Die Annahme scheint berechtigt, daß daraus zahlreiche Ansätze in Richtung funktionsumstimmender Veränderungen in den Regulationszentren erwachsen.

Wenn nun im folgenden therapeutische Bezüge zwischen dem atrialen natriuretischen Hormon und Immediat- sowie adaptativen Effekten zu erörtern sind, kann das nur andeutungsweise und im Spekulativen geschehen. Unabhängig von einer möglichen Beteiligung des ANF an den Immersionswirkungen läßt sich aus dem derzeitigen Kenntnisstand noch kein endgültiges Bild zur physiologischen und pathophysiologischen Bedeutung ableiten, obwohl einige Vorstellungen plausibel erscheinen.

Auch wenn Physiologie und Pathophysiologie des ANF noch zahlreiche Rätsel aufgeben und alle Beobachtungen auf eine Substanz mit höchst komplexen Eigenschaften hinweisen, läßt sich die Bedeutung in Konturen wahrnehmen. Dieses arteriale Peptidhormon besitzt ein physiologisches Profil mit bemerkenswerten gefäßrelaxierenden, diuretischen, natriuretischen und hypovolämischen Fähigkeiten, die vermuten lassen, daß es jenen kardiovaskulären Kontrollmechanismen angehört, die in der Regulation des Blutvolumens, des Blutdruckes und der Natriumbalance eingeschaltet sind. Mit der Entdeckung des ANF dürfte ein weiterer Regulator bekannt geworden sein, dessen fein abgestimmte Interaktion mit dem Renin-Angiotensin-Aldosteron-System, dem Vasopressin (ADH) neuralen und hämodynamischen Kenngrößen einer übergeordneten homöostatischen Bedeutung Rechnung trägt. Vieles spricht dafür, daß damit dem Herzen ein wirksames Instrument zur Ökonomisierung seiner Arbeit zur Verfügung steht, insofern als bei akuter Belastung über die Relaxation von Arterien und Venen die Vor- und Nachlast reduziert werden, bei chronischer Mehrarbeit die Verminderung des Blutvolumens als Folge der renalen Wirkung des Hormons und seiner Suppressionswirkung auf funktionell antagonistisch Hormonsysteme zur Entlastung beitragen. Über entsprechend spezialisierte Herzmuskelzellen, die direkt auf Druck- und/oder Volumenbelastung den ANF abgeben, könnte das Herz in die Lage versetzt werden, die günstigsten Bedingungen für diese Arbeit zu finden.

Die engen Verbindungen zwischen Blutvolumen- und Blutdruckregulation, die Vorstellungen zur Pathogenese des Hochdrucks und von Ödemen hinsichtlich des Natriumhaushalts lassen therapeutische Interventionsmöglichkeiten mit synthetischem ANF erhoffen.

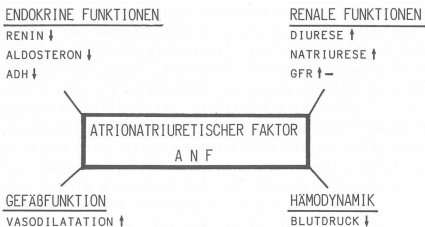


Abb. (13) Wirkungen des ANF

Aus der Ähnlichkeit der bekanntesten ANF-Wirkungen (Abb.13) mit denen der Immersion und dem in der vorliegenden Arbeit erbrachten Nachweis der durch das Bad bedingten erhöhten ANF-Sekretion, läßt sich eine physiologische Beteiligung dieses Hormons auch an über die renale Funktion hinausgehenden Badeffekten vermuten. Es muß weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben, ob dem ANF unter den oben beschriebenen Aspekten therapeutisch günstiger Sofortwirkungen des Bades sowie funktionell adaptativer Änderungen in den Regulationssystemen eine relevante Rolle zukommt.

Das häufig als "passive" Behandlungsmaßnahme bezeichnete Bad läßt außer Acht, daß bereits die thermoneutrale Immersion in Wasser den Organismus zu einer Vielfalt an Reaktionen veranlaßt, die eine hohe "Aktivität" bekunden. Eine Auffassung, die F. HOFFMAN vor 250 Jahren vertreten hat, ist auch heute noch diskussionswürdig (Zitat): "The chief virtues of medical springs are, in a great measure, owing to the water itself".

X. ZUSAMMENFASSUNG

Auf dem Hintergrund eines vor wenigen Jahren entdeckten hormonellen Wirkstoffs aus dem Herzen, dem atrialen natriuretischen Faktor (ANF) u. dessen Eigenschaft, eine Reihe von physiologischen Wirkungen des Bades zu imitieren, wurde eine experimentelle Untersuchung zum Aspekt der Entstehung der sogenannten Immersions-Diurese und -Natriurese durchgeführt. Im Vordergrund stand die Frage, ob durch ein thermoneutrales Vollbad von 1 Stunde Dauer die Sekretion von ANF zu stimulieren ist.

Die Resultate der an 25 kreislaufgesunden Probanden vorgenommenen Messungen ergaben eine immersionsbedingte Steigerung der ANF-Plasmaspiegel um im Mittel auf etwa das Doppelte bei erheblicher interindividueller Streuung. Im Verlaufe der einstündigen Nachperiode wurden wieder die Ausgangswerte erreicht. Die korrelativen Beziehungen zu den gleichzeitig erfaßten Meßwerten von Harnfluß und Natriumexkretion blieben relativ schwach.

Die Erörterung der Befunde wurde in eine ausführliche Darstellung der Immersionseffekte, insbesondere der renalen Auswirkungen, sowie in eine Übersicht zur ANF-Physiologie eingebunden. Die Vorstellungen zur Beeinflussung der Nierenfunktion durch das Bad als Folge von homöostatischen Regelungen im Bereich des Blutvolumens und des Elektrolythaushalts werden durch die jetzt gewonnenen Daten untermauert.

Unter dem Blickwinkel therapeutisch nutzbarer Immersionseffekte sind im Rahmen der Balneotherapie Prinzipien der Immediatwirkung und funktionell adaptativer Leistungen von Interesse, die unter Einschluß der neuen Erkenntnisse zum ANF diskutiert worden sind.

XI. Literatur

Arborelius, M., jr., U. I. Balldin, B. Lilja,
C. E. G. Lundgren

Hemodynamic changes in man during immersion with the
head above water.

Aerospace Med. 43: 592-598 (1972)

Arendt, R.M., A.L. Gerbes, D. Ritter, E. Stangl, P. Bach,
J. Zähringer (1986)

Atrial natriuretic factor in plasma of patients with
arterial hypertension, heart failure or cirrhosis of the
liver.

J. Hypertension (in press)

Arendt, R.M., E. Stangl, J. Zähringer, D.C. Liebisch
and A. Hertz

Demonstration and characterization of α -human atrial
natriuretic factor in human plasma.

FEBS Lett 189, 57-61 (1985)

Arndt, J.O., H. Reineck, O.H. Gauer

Ausscheidungsfunktion und Hämodynamik der Nieren bei
Dehnung des linken Vorhofes am narkotisierten Hund.

Pflügers Arch. ges. Physiol. 277, 1-15, 1963

Anderson, J.V., N.D. Millar, J.P. O'Hare, J.C. Machenzie,
R.J.M. Corrall and S.R. Bloom

Atrial natriuretic peptide: physiological release associated
with natriuresis during water immersion in man.

Clinical Science 71, 319-322 (1986)

Aviado, D. M., T. H. Li, W. Kalow, C. F. Schmidt,
G. L. Turnbull, G. W. Peskin, M. E. Hess, A. J. Weiss
Respiratory and circulatory reflexes from the perfused
heart and pulmonary circulation of the dog.
Am. J. Physiol. 165: 261-277 (1951)

Baier, H.
Die physiologischen Grundlagen der Kurortbehandlung.
Münch. med. Wschr. 120: 351-356 (1978)

Ballidin, U. I.; Lundgren, C.E.G.; Lundvall, J.
Changes in the elimination of 133 xenon from the anterior
tibial muscle in man induced by immersion in water and by
shifts in body position.
Aerospace Med. 42: 489-493 (1971 b)

Bazett, H.C., S. Thurlow, C. Crowell, W. Stewart
Studies on the effects of bath on man.
Am J. Physiol. 70, 430-452, 1924

Bischof, D., L. Paetsch
Untersuchungen über Blutdruck und Pulsfrequenz im Bade.
Med. Welt 10: 45-48 (1936)

Boehm, G., F. Ekert
Über die röntgenologisch faßbaren Einwirkungen von
gewöhnlichen und therapeutischen Bädern auf die zentra-
len Kreislauforgane bei Herzgesunden.
Deut. Arch. klin. Med. 182, 598-610, 1938

Böning, D., H.-V. Ulmer, U. Meier, W. Skipka and
J. Stegemann

Effects of a multi-hour immersion on trained and
untrained subjects: I. Renal function and plasma volume.
Aerospace Medicine 43: 300-305 (1972 a)

Böning, D., H.-V. Ulmer, U. Meier and J. Stegemann

Effects of a multi-hour immersion on trained and untrained
subjects: II. Blood protein and electrolyte concentrations.
Aerospace Medicine 43: 415-418 (1972 b)

Boküklysky, W., C. Buchholz

Über die Einwirkung der natürlichen Kohlensäure-
thermalsolbäder auf die Diurese und die Wasser-
stoffionenkonzentration des Harnes.

Z. ges. exp. Med. 90, 13-21 (1933)

Bowers, J. A.; Mc Cally, M.; Murray, R. H.

Water balance and plasma volume during water immersion.
Aerospace Med. 37:266 (1966)

Brennan, L.A., R.L. Malvin, K.E. Jochim, D.E. Roberts
Influence of right and left atrial receptors on plasma
concentrations of ADH and renin.

Am J. Physiol. 221, 273-278, 1971

Campbell, L. B., B. A. Gooden, J. D. Horowitz
Cardiovascular responses to partial and total immersion
in man.

J. Physiol. (London) 202: 239-250 (1969)

Crane, M.G., J.J. Harris
Effect of water immersion on plasma aldosterone in
hypertension.

Clin. Res. 19, 170, 1971

Crane, M.G., J.J. Harris
Suppression of plasma aldosterone by partial immersion.
Metabolism 23, 359-368, 1974

Daly de Burgh, I., G. Lundány, A. Todd, E. B. Verney
Sensory receptors in the pulmonary vascular bed.
Quart. J. Exp. Physiol. 27: 123-146 (1937)

Diringshofen, H. von
Die Wirkung des hydrostatischen Druckes des Wasserbades
auf den Blutdruck in den Kapillaren und die Bindegewebs-
entwässerung.

Z. Kreislaufforsch. 37, 382-390, 1948

Dirnagl, K.; H. Drexel; J. Kleinschmidt
Analyse des Kurlaufs.

Münch. med. Wschr. 116: 529-536 (1974)

Drexel, H.

Hydro- und Thermotherapie

In: J. Grober ed.: Klinisches Lehrbuch der Physikalischen Therapie, 3. Auflage, Jena 1960, S. 181-242

Drexel, H. und K. Dirnagl

Experimentelle Ergebnisse zum Wassertransport im Bade.
Physikalische Therapie 15: 153-159 (1963)

Echt, M., L. Lange, O.H. Gauer

Changes of peripheral venous tone and central transmural venous pressure during immersion in a thermo-neutral bath.
Pflügers Arch. 352, 211-217, 1974

Eckert, P.

Untersuchungen zur Rolle des antidiuretischen Hormons bei der volumenbedingten Diurese.

Inaugural-Dissertation: Medizinische Fakultät der Freien Universität Berlin, 1965

Epstein, M.

Renal effects of head out water immersion in man: implications for an understanding of volume homeostasis.
Physiological Reviews, 58, 529-581 (1978)

Epstein, M., M. Lifschitz, D. Hoffman, J. Stein

The relationship between renal prostaglandin E and renal handling during water immersion in normal man.
Circ. Res. 45, 71-80 (1979)

Epstein, M., R.D. Loutzenhiser, E. Friedland, R.M. Aceto,
M.J.F. Camargo and S.A. Atlas

Increases in Circulating Atrial Natriuretic Factor During
Immersion-Induced Central Hypervolaemia in Normal Humans.
Journal of Hypertension 4 (Suppl. 2) S93-S99 (1986)

Epstein, M., D.S. Pins, R. Arrington, A.G. De Nunzio,
R. Engstrom

Comparison of water immersion and saline infusion as a
means of inducing volume expansion in man.
J. Appl. Physiol. 39: 66 (1975)

Epstein, M., T. Saruta

Effect of water immersion on renin-aldosterone and renal
sodium handling in normal man.
J. appl. Physiol. 31, 368-374, 1971

Epstein, M., D.S. Pins and M. Miller

Suppression of ADH during water immersion in normal man.
J. appl. Physiol. 38, 1038-1044 (1975)

Ernst, E., I. Magyarosy, A. Scherer, Ch. Schmidlechner
Der Einfluß physikalischer Reize auf die Blutfluidität.
Z. Phys. Med. Baln. Med. Klim. 13: 359 (1984)

Espiner, E.A., J.G. Crozier, M.G. Nicholls et al.
Cardiac secretion of atrial natriuretic peptide.
Lancet II, 398 (1985)

Espiner, E.A., M.G. Nicholls, T.G. Yandle, I.G. Crozier,
R.C. Cueno, D. McCormick and H. Ikram
Studies on the Secretion, Metabolism and Action of Atrial
Natriuretic Peptide in Man.

Journal of Hypertension 4 (Suppl. 2), 85-91 (1986)

Gallmeier, M.

Einfluß thermoindifferenten Kohlensäure- und Süßwasserbäder
auf Säurebasen- und Wasserausscheidung.

Med. Welt 14, 427-429 (1940)

Gauer, O.H., J.P. Henry

Circulatory basis of fluid volume control.

Physiol. Rev. 43, 423-481 (1963)

Gerbes, A.L., R.M. Arendt, D. Ritter, D. Jüngst,
J. Zähringer, G. Paumgartner (1985)

Plasma atrial natriuretic factor in patients with
cirrhosis.

N. Engl J. Med. 313, 1609-1610

Gerbes, A.L., R.M. Arendt, W. Schnizer, S. Silz,
D. Jüngst, J. Zähringer and G. Paumgartner

Regulation of Atrial Natriuretic Factor Release
in Man: Effect of Water Immersion.

Klin. Wochenschr. 64, 666-667 (1986)

Goetz, K.L., A.S. Hermreck, G.L. Slick, H.S. Starke

Atrial receptors and renal function in conscious dogs.

Am J. Physiol 219, 1417-1423, 1970 a

Gollwitzer-Meier, K.
Eigenreflexe und Fremdreflexe des Kreislaufs und ihre
Beeinflussung durch das Bad.
Arch. Physikal. Ther. 2, 229-338 (1950)

Gowenlock, A.H., J.N. Mills, S. Thomas
Acute postural changes in aldosterone and electrolyte
excretion in man.
J. Physiol. (London) 146, 133-141, 1959

Graveline, D.E., M.M. Jackson
Diuresis associated with prolonged water immersion.
J. appl. Physiol. 17, 519-524, 1962

Graveline, D.E., M. McCally
Body fluid distribution; Implications for zero gravity.
Aerospace Med. 33, 1281-1290, 1962

Graybiel, A., B. Clark
Symptoms resulting from prolonged immersion in water:
the problem of zero G asthenia.
Aerospace Med. 32, 181-196, 1961

Greenleaf, J.E., E. Shvartz, S. Kravik and L.C. Keil
Fluidshifts and endocrine responses during chair rest
and water immersion in man.
J. appl. Physiol. 48, 79-88 (1980)

Guckelberger, M.

Die Veränderungen der Nierenfunktion unter dem Einfluß des warmen Vollbades und der Kurzwellenbestrahlung der Nieren.

Helv. med. Acta 12, 175-188 (1945)

Hartshorne, H.

Water versus Hydrotherapy or an Essay on Water and its True Relations to Medicine.

Lloyd P. Smith: Philadelphia 1847 , 28

Heite, H.J.

Zur Frage der Tiefenwirkung des hydrostatischen Badewasserdrucks auf die Gewebe.

Balneologie 7, 70-72, 1940

Hildebrandt, G.

Aspekte einer therapeutischen Physiologie.

In: Theorie und Praxis in der Physikalischen Medizin (Hrsg.: M. Bühring, R. Saller), Band 1: Wirkprinzipien in der Physikalischen Medizin. Verlag für Medizin Dr. E. Fischer, Heidelberg 1986

Hildebrandt, G.

Wirkprinzip und Effektivität der Kurortbehandlung.

Therapiewoche 27: 1911-1925 (1977)

Holmes, R.L.

Structures in the left atrial endocardium of the dog which stain with methylene blue and the effect of unilateral vagotomy.

J. Anat. 91, 259-266, 1957

Hunt, N.C.
Immersion diuresis.
Aerospace Med. 38, 176-180, 1967

Jarisch, A.
Der Kreislauf im Bade und bei Änderung der Körperstellung.
Z. physikal. Ther. 3, 7-12 (1950)

Johnston, C.J., J.D. Davies
Evidence from cross-circulation studies for a humoral
mechanism in the natriuresis of saline loading.
Proc. Soc. Exp. Biol. (NY) 121, 1058-1063, 1966

Jungmann, H.
Der Kreislauf in kühlen, indifferenten und heißen
Bädern.
Z. f. angew. Bäder- und Klimaheilkunde 11: 25-36 (1964)

Jordan, H.
Grundlagen der adaptiven Leistungstherapie.
Z. Physiother. 23: 323-331 (1971)

Kaiser, D.; P. Eckert
Untersuchungen über den Venentonus am Unterarm bei
simulierter Schwerelosigkeit.
Pflügers Archiv Ges. Physiol. 289: R 76 (1966)

Kaiser, D., P. Eckert, O. H. Gauer, H. J. Linkenbach
Kreislauf und Wasserhaushalt bei Immersion im Wasser-
bad.

Pflügers Arch. Ges. Physiol. 278: 52 (1953)

Kaiser, D., P. Eckert, O.H. Gauer, H.J. Linkenbach
Die Diurese bei Immersion in ein thermoindifferentes
Vollbad.

Pflügers Arch. 306, 247-261, 1969

Kaiser, D., H.J. Linkenbach, O.H. Gauer
Änderung des Plasmavolumens des Menschen bei Immersion
in ein thermoindifferentes Wasserbad.

Pflügers Arch. 308, 166-173, 1969

Kangawa, K., H. Matsuo

Purification and complete amino acid sequence of
 α -human atrial natriuretic polypeptide (α -h ANP).

Biochem. Biophys. Res. Commun 118: 131-139 (1984)

Kappagoda, C.T., R.J. Linden, D.A.S. Mary

Distension of the right atrium and urine flow in the dog.

J. Physiol. (London) 229, 26P, 1973 a

Karim, F., C. Kidd, C.M. Malpus, P.E. Penna

The effects of stimulation of the left atrial receptors
on sympathetic efferent nerve activity.

J. Physiol. (London) 227, 243-260, 1972

Keller, H.

Die physiologische Wirkung des Solbades und des kohlen-
säurehaltigen Solbades.

Korrespondenzblatt für Schweizer Ärzte. XXXI, 244-248 (1901)

Khosla, S. S.; A. B. Du Bois

Fluid shifts during initial phase of immersion diuresis in man.
J. Appl. Physiol. 47: 703-708 (1979)

Köhl, F., K. Dirnagl, H. Drexel

Kreislaufanalysen in der Anfangsphase des Bades.

Arch. Phys. Ther. 18: 399-405 (1966)

Korz, R.; W. Pontzen, C. Behn

Renaler Phenolsulfonphthaleintransport bei Vergrößerung
des zentralen Blutvolumens durch Immersion.

Klin. Wschr. 47: 1220-1225 (1969)

Kramer, K.

Die afferente Innervation und die Reflexe von Herz und
venösem System.

Verh. Dt. Ges. Kreislaufforsch. 25: 142-163 (1959)

Krück, F.

Biologischer Nachweis eines humoralen natriuretischen
Prinzips im Urin gesunder Menschen.

Klin. Wschr. 45, 30-34, 1967

Lang, R.E.

Atriales natriuretisches Peptid.

Münch. med. Wschr. 127, 1105-1108 (1985 a)

Lange, L., S. Lange, M. Echt, O.H. Gauer
Heart volume in relation to body posture and immersion
in a thermoneutral bath.
Pflügers Arch. 352, 219-226, 1974

Langrehr, D., K. Kramer
Beziehungen der mittleren Impulsfrequenz von Vorhof-
receptoren zum thorakalen Blutvolumen.
Pflügers Arch. ges. Physiol. 271, 797-807, 1960

Laqueur, A., J. Kowarschik
Die Praxis der Physikalischen Therapie.
Wien 1937

Ledsome, J.R., R.J. Linden, W.J. O'Connor
The mechanisms by which distension of the left atrium
produces diuresis in anaesthetized dogs.
J. Physiol. (London) 159, 87-100, 1961

Lichardus, B., J.W. Pearce
Evidence for a humoral natriuretic factor released by
blood volume expansion.
Nature 209, 407-409, 1966

Lloyd, T. C., jr.
Control of systemic vascular resistance by pulmonary
and left heart baroreflexes.
Am. J. Physiol. 222: 512-517 (1972)

Mancia, G., D. E. Donald
Demonstration that the atria, ventricles and lungs each are responsible for a tonic inhibition of the vasomotor center in the dog.
Circ. Res. 36:310-318 (1975)

Mancia, G.; D. E. Donald; J. T. Shepherd
Inhibition of adrenergic outflow to peripheral blood vessels by vagal afferents from the cardiopulmonary region in the dog.
Circ. Res. 33: 713-721 (1973)

Matthes, M.
Das Wasser bei äußerer Anwendung.
In: D. Kaminer de.: Handbuch der Balneologie, medizinischen Klimatologie und Balneographie. Bd. II, 1-63 Leipzig 1922

Mc Cally, M.
Plasma volume response to water immersion: Implications for space flight.
Aerospace Med. 35: 130-132 (1964)

Lydtin, H.
Untersuchungen über Mechanismen der Osmo- und Volumenregulation.
Z. ges. exp. Med. 149, 91-131, 1969

Moses, A. M.; M. Miller; D. H. P. Streeten
Quantitative influence of blood volume expansion on the
osmotic threshold for vasopressin release.
J. Clin. Endocrinol. Metab. 27: 655 (1967)

Moses, A. M.; M. Miller
Osmotic threshold for vasopressin release as determined
by saline infusion and by dehydration.
Neuroendocrinology 7: 219 (1971)

Myers, J.W., J.A. Godley
Cardiovascular and renal function during total body
water immersion of dogs.
J. appl. Physiol. 22, 573-579, 1967

O'Hare, J., J. Roland, G. Scott, G. Walters, R.J.M. Corral
Haemodilution during water immersion in man.
Clin. Sci. 66, 47 (1984)

OHASHI, M.

In: 1st World Congress on Biologically Active Atrial
Peptides; New York, 31.5 - 1.6.86

Osborne, M.J., S.C. Hammill, J.C. Burnett
Enhanced levels of circulating atrial natriuretic peptide
during ventricular pacing in humans.
J. Amer. Coll. Cardiol. 7, 192 A (1986)

Paessler, H., M. Schlepper, K. W. Westermann, E. Witzleb
Venentonusreaktionen in kapazitiven Hautgefäßen bei passiv-
ver und aktiver Orthostase.
Pflügers Arch. 302: 315-332 (1968)

Reichel

Der Einfluß der kohlenensäurehaltigen Strahlquellen des
Bades Pyrmont auf Diurese und Wasserbilanz des Menschen.
Med. Welt 1937, 549-550

Richards, A.M., M.G. Nicholls, H. Ikram, M.W. Webster,
T.G. Yandle, E.A. Espiner
Renal haemodynamic and hormonal effects of human alpha
atrial natriuretic peptide in healthy volunteers.
Lancet I, 545-549 (1985)

Robertson, G. L.; S. Athar
The interaction of blood osmolality and blood volume in
regulating plasma vasopressin in man.
J. Clin. Endocrinol. Metab. 42: 613 (1976)

Roddie, I. C., J. T. Shepherd, R. F. Whelan
Reflex changes in vasoconstrictor tone in human skeletal
muscle in response to stimulation of receptors in a low-
pressure area of the intrathoracic vascular bed.
J. Physiol. (London) 139: 369-376 (1957)

Saguella, G.A., N.D. Markandu, A.C. Shore, G.A. McGregor
Effects of changes in dietary sodium intake and saline
infusion on immunoreactive atrial natriuretic peptide in
human plasma.
Lancet II, 1208 (1985)

Schmidt-Kessen, W.
Kardiopulmonale Regulation im Bewegungsbad.
Z. f. angew. Bäder- und Klimaheilkunde 21: 455 (1974)

Schmidt-Kessen, W.
Welche Zukunft hat die Balneologie?
Z. angew. Bäder-Klimaheilk. 18: 14-33 (1971)

Schott, E.
Die hydrostatische Druckeinwirkung auf das venöse
System als additioneller Faktor bei der Wirkung
von Bädern.
Dtsch. Arch. klin. Med. 21, 358 (1922)

Stahl, W.M.
Renal hemodynamics: The effect of gravity on sodium and
water excretion.
Aerospace Med. 36, 917-922, 1965

Strasser, A.
Physikalische Therapie der Krankheiten der Niere.
Stuttgart 1908

Strauss, M.B., R.K. Davis, J.D. Rosenbaum, E.C. Rossmeisl
"Water diuresis" produced during recumbency by the
intravenous infusion of isotonic saline solution.
J. clin. Invest 30, 862-868, 1951

Sutherland, A.
An Attempt to Ascertain and Extend the Virtues of Bath
and Bristol Waters.
2 nd ed. (Frederick and Leake: London 1764), 213

Szczepanska-Sadowska, E.

The activity of the hypothalamohypophysial antidiuretic system in conscious dogs.

1. The influence of isoosmotic blood volume changes.

Pflügers Arch. 335, 139-146, 1972 a

Ulmer, H.-V., D. Böning, J. Stegemann, U. Meier und W. Skipka

Pulsfrequenz, Blutdruck, Blutvolumen und Sauerstoffaufnahme von Ausdauer-Sportlern und Nichtsportlern während Immersion in Wasser.

Z. f. Kreislaufforschung 61: 934 (1972)

Vogt, F. B. , P. C. Johnson

Study of effect of water immersion on health adult male subjects: Plasma volume and fluid-electrolyte changes.

Aerospace Med. 36: 447-451 (1965)

Wardener, de, H.E., J.H. Mills, W.F. Clapham, C. J. Hayter
Studies on the efferent mechanism of the sodium diuresis which follows the administration of intravenous saline in the dog.

Clin. Sci. 21, 249-258, 1961

Welt, L.G., J. Orloff

The effects of an increase in plasma volume on the metabolism and excretion of water and electrolytes by normal subjects.

J. clin. Invest 30, 751-761, 1951

Wesson. L.G., Jr.

Glomerular and tubular factors in the renal excretion
of sodium chloride.

Medicine (Baltimore) 36, 281-396, 1957

Yun, J. C. H., C. S. Delea, F. C. Bartter, G. Kelly
Increase in renin release after sinuaortic denervation
and cervical vagotomy.

Am. J. Physiol. 230: 777-783 (1976)

Bad und Nierenfunktion. Das Verhalten der Kreatinin-Clearance
im Vollbad

Schnizer, W., B. Galler, H. Schelshorn, K. Dettenkofer und J.
Lindner *

Aus dem Institut zur Erforschung von Behandlungsverfahren mit
natürlichen Heilmitteln e.V., Bad Füssing (Vorstand: Dr. med.
K. Dettenkofer)

* Institut für Medizinische Balneologie und Klimatologie der
Universität München (Vorstand: Prof. Dr. med. E. Senn)

Schlüsselworte: Bad, Wasserimmersion, Kreatinin-Clearance,
renaler Sympathikotonus, Nierendurchblutung

Key words: bath, water immersion, Creatinine clearance, renal
sympathetic nervous tone, renal blood flow

1. Einleitung

Das Verständnis der Bädetherapie kann durch Kenntnisse über deren physiologische Wirkungen gefördert werden. In diesem Zusammenhang sind in den vergangenen Jahren zu den mechanischen, thermischen und chemischen Faktoren, die dem Organismus in einem Bad vermittelt werden, zahlreiche Befunde publiziert worden. Insbesondere wurde erkannt, daß bei der sogenannten thermoneutralen Wasserimmersion, wo nur die mechanischen Wirkkomponenten (Auftrieb, hydrostatischer Druck) zum Tragen kommen, bereits wesentliche physiologische Effekte auftreten. Die auffallendsten Auswirkungen betreffen die Nierenfunktion und sind Folge von Regelungsvorgängen der Wasser-, Elektrolyt- und Blutvolumenhomöostase (Übersicht s. EPSTEIN 1992).

Die sogenannte Badediurese ist seit dem Altertum bekannt. Wissenschaftlich hat sich wohl als erster BAZETT (1924) mit diesem Phänomen befaßt. Daß es neben einer badbedingten Steigerung des Harnflusses auch zu vermehrter Salzexkretion, insbesondere einer Natriurese kommt, gilt als gesichert. Weniger einheitlich sind die Befunde zur Kreatinin-Clearance, einem Meßparameter, der im allgemeinen zur Bewertung der glomerulären Filtration und der Nierendurchblutung herangezogen wird. Die jetzige experimentelle Studie griff den Sachverhalt unter Einbeziehung eines größeren Probandenguts auf und überprüfte das Verhalten der Kreatinin-Clearance vor und nach einem einstündigen thermoneutralen Vollbad.

2. Methodik

Die Fragestellung konnte an 35 freiwilligen internistisch gesunden Probanden (14 Männer, 21 Frauen, Alter: \bar{X} = 52 +/- 8 Jahre) bearbeitet werden. Es handelte sich um Patienten mit orthopädischen Indikationen, die sich im Rahmen eines

stationären Rehabilitationsaufenthalts für diese Untersuchung zur Verfügung stellten. Hierbei wurden jeweils einstündige Testbäder (ca. 35 Grad Celsius) in sitzender Position mit Eintauchtiefe bis zum Manubrium sterni durchgeführt. Um eine konstante Hydratisierung zu gewährleisten, führten sich die Probanden zu jeder Stunde (Vorphase, Immersionsphase und Nachphase) jeweils 100 ml Wasser zu.

Nach jeder Versuchsphase wurde aus einer intravenösen Verweilkanüle Blut gewonnen und nach demselben Schema Urin gesammelt. Die Bestimmung der Kreatininkonzentrationen im Plasma und Urin erfolgte mit Hilfe der Jaffé-Reaktion und der Kreatinin-Clearance an Hand der üblichen Formel. Für die Prüfung auf Mittelwertsdifferenzen wurde der t-Test unter Berücksichtigung der konventionellen Signifikanzschranken herangezogen. Es konnten insgesamt 54 Testbäder ausgewertet werden, da die Probanden z.T. das Testbad wiederholten.

3. Ergebnisse

Abb. 1 zeigt die Befunde zu den Messungen der Kreatinin-Clearance. Es handelt sich um Mittelwerte aus Bestimmungen vor dem Bad, vom Ende der einstündigen Immersionsphase und nach weiteren 60 Minuten. Das Bad führte im Mittel zu einer hochsignifikanten ($p = 0.001$) Steigerung der Kreatinin-Clearance um 17 %. Innerhalb des Beobachtungszeitraums von einer Stunde bildeten sich die Veränderungen wieder zurück.

Dieses Verhalten im Sinne einer badbedingten Zunahme der Kreatinin-Clearance war aber nicht in allen Testbädern zu erkennen. Aus 54 durchgeführten Versuchen ließen sich 15 Verläufe ermitteln, das sind 27 Prozent, die praktisch keine Veränderungen aufwiesen, d.h. eine Immersionsreaktion in Richtung einer Zunahme der Kreatinin-Clearance fand hier nicht statt.

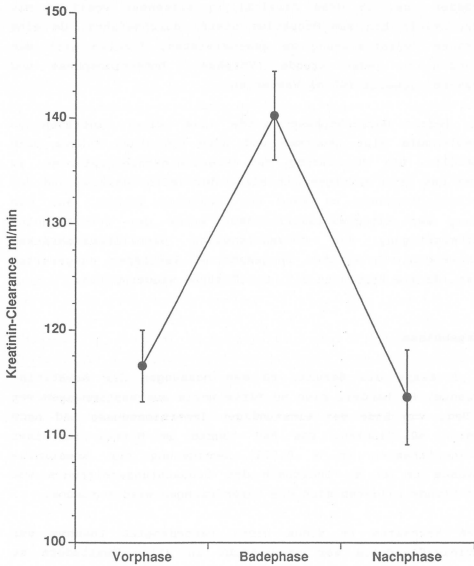


Abb. 1: Verhalten der Kreatinin-Clearance im thermoneutralen Vollbad von 1 Std. Dauer ($\bar{x} \pm \text{SEM}$; n = 54).

4. Diskussion

Es besteht Einigkeit darüber, daß in der Entstehung nierenphysiologischer Effekte während eines thermoneutralen Vollbades ("head-but-water-immersion") die Umverteilung des Blutvolumens im Sinne einer zentralen Hypervolämie als primäre Immersionsfolge die entscheidenden Impulse gibt. Danach veranlasst ein System intrathorakaler Volumenrezeptoren gegenregulatorische Antworten im Rahmen der Kontrolle des Blutvolumen-, Wasser- und Salzhaushalts. Eine ausgeprägte Steigerung von Diurese und Natriurese sind experimentell gut belegt (Übersichten s. EPSTEIN 1978; EPSTEIN 1992).

In der Abklärung der renalen Effekte eines Bades hat neben den endokrinen Einflüssen auch das Verhalten der Nierenhämodynamik Interesse gefunden. In Kenntnis der neuralen Kontrolle des renalen Gefäßwiderstands (DIBONA 1986) sowie des Tatbestands der immersionsbedingten zentralen Hypervolämie ist verschiedentlich die Frage nach einer Beziehung von kardiopulmonalen Volumenrezeptoren und renaler sympathischer Nervenaktivität bearbeitet worden (Übersicht s. EPSTEIN 1992). Tatsächlich konnte tierexperimentell an Hand von elektrophysiologischen und angiologischen Methoden gezeigt werden, daß eine Vorhofdehnung am Herzen von einer Reduktion des renalen Sympathikotonus begleitet ist und eine daraus resultierende vaskuläre Widerstandsabnahme zur Vasodilatation im Nierenkreislauf führt. Zudem ist nach renaler Denervation bei Primaten die Vasodilatation verhindert, wenn experimentelle Manipulationen des Blutvolumens vorgenommen werden (PETERSON et al. 1988), und auch bei nierentransplantierten Patienten tritt, wahrscheinlich bedingt durch die Gefäßdenervation, keine Veränderung der renalen Hämodynamik während eines Bades mehr ein (RABELINK et al. 1993).

Neben dieser experimentellen Evidenz versucht man beim Menschen vor allem mittels indirekter Methoden zu Aussagen über renale Kreislaufverhältnissen zu gelangen. Untersuchungen über das

Verhalten der Inulin- und PAH-Clearance bei thermoneutralen Testbädern haben jedoch zu keinen konsistenten Ergebnissen geführt, obwohl Befunde überwiegen, wonach bei unveränderter glomerulärer Filtration der renale Plasmafluss ansteigt (CORUZZI et al. 1986; MYERS et al, 1988). Messungen der Kreatinin-Clearance waren ebenfalls uneinheitlich, teilweise fand sich kein Einfluss des Bades, gelegentlich auch passagere Erhöhungen (Übersicht s. EPSTEIN 1992). In einer eigenen Studie konnte bei Patientinnen mit EPH-Gestose der Effekt beobachtet werden, bei gesunden Schwangeren wiederum nicht (SCHNIZER et al. 1989).

Die bisherigen Befunde zum Verhalten der Kreatinin-Clearance bei thermoneutralen Wasserimmersion sind meist an relativ kleinen Kollektiven und z.T. auch mit sehr unterschiedlichen Badezeiten ermittelt worden. Nicht zuletzt auch auf Grund der diskrepanten Ergebnisse haben wir daher die Fragestellung nochmals aufgegriffen und eine größere Anzahl von Testbädern (n = 54) durchgeführt. Dabei ließ sich bei 73 % der Versuche eine badbedingte Steigerung der Kreatinin-Clearance (> 10 %) feststellen, im Mittelwertvergleich mit einem hochsignifikanten Anstieg um 17 % (Abb. 1). Offenbar tritt dieser renale Effekt bei einstündiger Wasserimmersion relativ häufig auf, jedoch nicht immer, ohne daß für das Ausbleiben eine Erklärung auf der Hand liegt.

Bekanntlich ist die renale Clearance ein Maß für die Elimination eines Stoffes aus dem Blutplasma bei der Nierenpassage. Sie stellt also ein Maß für die Klärfunktion der Niere dar. Für eine Substanz, die im Glomerulus unbehindert filtrierte, im Tubulus jedoch weder rückresorbiert noch sezerniert wird, ist die Clearance identisch mit der glomerulären Filtrationsrate (GFR). Eine Substanz mit diesen Eigenschaften ist das Inulin. In der Klinik wird, der einfacheren Durchführung wegen, für diese Untersuchung meist die Kreatinin-Clearance vorgezogen.

Da aktuelle Veränderungen des Glomerulumfiltrats an Veränderungen des effektiven Filtrationsdrucks in den Glomeruluskapillaren gekoppelt ist, und während einer thermoneutralen Wasserimmersion der systemische Blutdruck keine die Autoregulation der Nierendurchblutung störenden Veränderungen erfährt, dürften lokale gefäßregulatorische Vorgänge in der Niere eine Rolle spielen. Wie oben ausgeführt, ist die renale Vasomotorik auch an eine intakte sympathische Innervation gebunden, und da sich der renale Sympathicotonus unter Immersionsbedingungen reduziert, resultiert eine Abnahme der intrarenalen Gefäßwiderstände. Ein solcher, renaler sympathicolytischer Effekt, der Veränderungen der Clearancewerte erklären könnte, tritt aber, wie die eigenen Versuche andeuten, entweder nicht immer auf, oder wird durch andere Mechanismen vasomotorisch kompensiert.

Zusammenfassung

An insgesamt 35 Probanden wurden 54 thermoneutrale Testbäder ("head-out-water-immersion"; ca. 35 Grad Celsius; 1 Std. Dauer) durchgeführt und die Kreatinin-Clearance bestimmt. Es zeigte sich, daß das Bad im Mittel zu einer hochsignifikanten ($p = 0.001$) Steigerung der Kreatinin-Clearance um 17 % führte. Eine Stunde nach dem Bad waren wieder die Ausgangswerte erreicht. Allerdings ließ sich in 27 % der Versuche kein Einfluß des Bades auf die Kreatinin-Clearance feststellen. Die badbedingten Zunahmen dieses Parameters sind vermutlich auf eine aktuell bei Wasserimmersion auftretende Verminderung der renalen sympathischen Nervenaktivität mit Einfluß auf die Vasomotorik zurückzuführen.

Summary:

A total of 35 volunteers participated in 54 thermoneutral head-out-water-immersion baths for one hour and their creatinine clearances were determined. The results showed, that the bath led to highly significant increase of the creatinine clearance of 17 %. One hour following the bath the measurements had returned to control values. Although in 27 % of the tests no influence of the bath on the creatinine clearance could be observed. The bath related increase of this parameter is probably due to a decrease of the renal sympathetic nervous tone with influence on the vasomotor regulation.

Literatur

- Bazett H.C., S. Thurlow, C. Corwell, W. Stewart: Studies on the effect of bath on man. II. The diuresis caused by warm baths, together with some observations on urinary tides. *Am. J. Physiol.* 70 (1924) 430-452.
- Coruzzi, P., A. Biggi, L. Musiari, C. Ravanetti, A. Novarini: Renal hemodynamics and natriuresis during water immersion in normal humans. *Pflügers Arch* 407 (1986) 638-642.
- Di Bona G.F.: Neural mechanisms in body fluid homeostasis. *Fed. Proc. Fed. Am. Soc. Exp. Biol.* 45 (1986) 2871-2877
- Epstein, M.: Renal effects of head-out water immersion in man: implications for an understanding of volume homeostasis. *Physiol. Rev.* 3 (1978) 529-581
- Epstein, M.: Renal effects of head-out water immersion in humans: a 15-year update. *Physiological Reviews* 72 (1992) 564-621
- Myers, B.D., C. Peterson, C. Molin, S.J. Tomlanovich, L.D. Newton, R. Nitkin, H. Sandler, F. Murad: Role of cardiac atria in the human renal response to changing plasma volume. *Am. J. Physiol.* 254 (1988) F562-F573.
- Peterson, T.V., B.A. Benjamin, N.L. Hurst: Renal nerves and renal responses to volume expansion in conscious monkeys. *Am. J. Physiol.* 255 (1988) R 388-394
- Rabelink, T.J., K.A. van Tilborg, R.J. Hene, H.A. Koomans: Natriuretic response to head-out immersion in humans with recent kidney transplants. *Clinical Science* 85 (1993) 471-477.
- Schnizer, W., M. Mesroglu, N. Seichert, P. Schöps, H. Knorr, J. Schneider und M. Waßmann: Die "ausschwemmende" Wirkung des Bades. Untersuchung an gesunden Schwangeren und Patienten mit Ödemen bzw. Gestose. *Zent. bl. Gynäkol.* 111 (1989) 864-870

Endokrine Badereaktionen

Physiologische Grundlagen eines Immersionstrainings

Schnizer, W., B. Galler, H. Schelshorn, J. Lindner^x, A.L. Gerbes^{xx} und K. Dettenkofer.

Aus dem Institut zur Erforschung von Behandlungsverfahren mit natürlichen Heilmitteln e.V., Bad Füssing (Vorstand: Dr. med. K. Dettenkofer)

^x Institut für Medizinische Balneologie und Klimatologie der Universität München (Vorstand: Prof. Dr. med. E. Senn)

^{xx} Medizinische Klinik II, Klinikum Großhadern, Universität München (Direktor: Prof. Dr. med. G. Paumgartner).

Schlüsselworte: Wasserimmersion, Bad, endokrine Reaktionen, Immersionstraining, Adaptation

Key words: water immersion, bath, endocrine reactions, immersion training, adaptation

1. Einleitung

Verbesserung und Empfindlichkeit der modernen Nachweismethoden von Hormonkonzentrationen im Blutplasma haben in den letzten Jahren auch für die Grundlagenforschung der Balneotherapie neue Kenntnisse gebracht. Das primäre Interesse galt physiologischen Fragestellungen, etwa der Regulation von Wasser-Elektrolyt-Haushalt und des Blutvolumens, die unter den verschiedensten Bedingungen mit Hilfe der sogenannten "head-out water immersion" untersucht wurden. Sie hat sich als geeignetes Testmodell zur funktionellen Prüfung einer Reihe vegetativ-hormoneller Regelkreise herausgestellt und zu zahlreichen Befunden über hormonelle Auswirkungen des Bades geführt.

Das balneotherapeutische Interesse geht bekanntlich über Therapieeffekte i.S. von Sofortwirkungen hinaus und sieht vor allem funktionell-adaptative Vorgänge als Grundlage von z.B. Kureffekten. Daß in einer solchen Reiz-Reaktions-Adaptationstherapie das vegetativ-hormonelle Geschehen involviert ist, gilt als unbestritten. Die Veränderbarkeit hormoneller Regulationen der Salz-Wasser- und Blutvolumenhomöostase durch Bädereiscrien ist jedoch experimentell wenig untersucht. In der jetzigen Arbeit wird der Einfluß eines standardisierten Testbades auf einschlägige Hormone dieser Funktionssysteme aufgezeigt und das vergleichsweise Verhalten vor und nach einem bäderebetonten Kuraufenthalt geprüft.

2. Methodik

An der Studie nahmen insgesamt 24 Patienten aus einer orthopädisch orientierten Rehabilitationsklinik teil (14 Männer, 10 Frauen, Alter: \bar{x} = 52 +/- 8 Jahre). Es wurden zwei Testbäder (35-36°C) durchgeführt, das erste zu Beginn, das zweite nach 3 Wochen des Aufenthalts. Der Versuch umfasste eine jeweils einstündige Vor-, Immersions- und Nachphase, wobei in allen Abschnitten eine sitzende Position, und im Bad eine Eintauchtiefe bis zum Manubrium sterni, gewährleistet waren.

Um eine gleichmäßige Körperhydratation zu behalten, wurden von den Probanden stündlich 100ml Wasser eingenommen. Erster und zweiter Immersionstest erfolgten zur selben Tageszeit, wobei auch in der Vor- und Nachphase des Versuchs auf thermische Behaglichkeitsbedingungen geachtet wurde.

Zu Beginn der Versuchsdurchführung wurde eine venöse Verweilkanüle appliziert und zu Ende jeder Versuchsphase Blut für die Hormonbestimmungen gewonnen, das nach Kühlzentrifugierung gewonnene Plasma dann tiefgefroren (-70°C) bis zur Weiterverwendung aufbewahrt. Folgende Hormone wurden mittels Radioimmunoassay analysiert: Atrionatriuretischer Faktor (ANF), Antidiuretisches Hormon (ADH), Plasmareninaktivität (PRA) und Aldosteron. Für alle Meßwerte sind Doppelbestimmungen vorgenommen worden. Die Ergebnisse wurden an Hand des t-Tests, unter konventioneller Festlegung der Signifikanzschranken, auf Mittelwertsdifferenzen geprüft. Die Probanden waren über Sinn und Durchführung der Experimente aufgeklärt und gaben ihr Einverständnis.

Unabhängig von der experimentellen Fragestellung hatten die Patienten, gemäß der Zweckbestimmung ihres stationären Aufenthalts und bezogen auf die orthopädische Indikation, ein physiotherapeutisches Behandlungsprogramm mit Krankengymnastik, Elektrotherapie, Massagen und Fangopackungen verordnet bekommen. Obligatorisch war das tägliche Baden in den örtlichen Thermalwasserbecken (ca. $32 - 36^{\circ}\text{C}$) von mindestens 30 - 60 Minuten ohne intensive Bewegungsaktivität. Dies wird unter dem Blickwinkel der jetzigen Fragestellung als ein Immersionstraining betrachtet.

3. Ergebnisse

In Abb. (1) ist das Verhalten des atrionatriuretischen Faktors (ANF) vor, während und nach den einstündigen Immersionstests aufgeführt. Die ANF-Plasmaspiegel betragen zu Beginn des ersten Testbads $3.40 \pm \text{fmol/ml}$, stiegen im Bad signifikant ($p =$

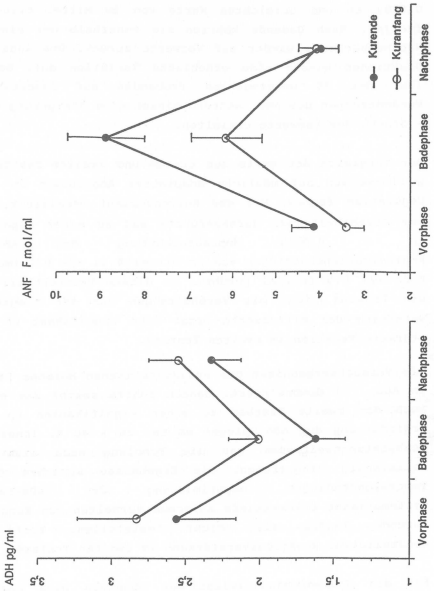


Abb 1 u. 2: Verhalten der hormonellen Blutspiegel von atrionatriuretischem Faktor (ANF) und antidiuretischem Hormon (ADH) während eines einstündigen thermoneutralen Vollbads im Vergleich vor und nach einem 3-wöchigen Immersionstraining ($\bar{x} \pm$ SEM; n = 24).

0,005) an und erreichten Werte von im Mittel 6.16 ± 0.8 fmol/ml. Nach Badende kehrten sie innerhalb der einstündigen Nachbeobachtung wieder auf Vorwerte zurück. Die individuellen Reaktionen wiesen eine erhebliche Variation auf. So zeigten fünf der 28 untersuchten Probanden auf Immersion keine Veränderungen des ANF, während einige eine Steigerung auf das 3 - 5fache der Vorwerte erzielten.

Der Vergleich der Werte aus erstem und zweitem Testbad sollte zu Hinweisen auf mögliche adaptative Änderungen in der ANF-Regulation führen. Wie der Kurvenverlauf vermittelt, hat das zum Aufenthaltsende durchgeführte Bad zu einer signifikanten ($p \leq 0,001$) Mehrausschüttung des ANF mit Konzentrationsanstiegen von im Mittel 4.14 ± 0.4 fmol/ml auf 8.87 ± 0.9 fmol/ml geführt. In diesem Versuchsteil hat nur ein Proband nicht mit Veränderungen des ANF reagiert. Der Vergleich der Mittelwerte ergab eine signifikant ($p = 0,03$) stärkere Reaktion im zweiten Testbad.

Die Versuchsergebnisse des antidiuretischen Hormons (ADH) sind in Abb. (2) demonstriert. Danach führte sowohl das erste als auch das zweite Testbad zu einer signifikanten ($p = 0,03$) Erniedrigung der ADH-Spiegel um ca. 30 - 40 %. Innerhalb des Beobachtungszeitraums war die Erholung noch nicht wieder vollständig eingetreten. Die Ergebnisse sprechen für eine immersionsbedingte Supprimierung der ADH-Sekretion. Systematische Unterschiede zwischen Verhalten von Kuranfang zu Kurende ließen sich nicht feststellen, trotz gering tendenzieller Reaktionsverstärkung im zweiten Testbad.

Für die Plasminogenaktivität war ebenfalls eine badbedingte Verminderung nachzuweisen (Abb. (3)). Z.B. fielen im ersten Test die Konzentrationen von $1.24 \pm$ ng/ml/h auf 0.78 ± 0.1 ng/ml/h ab ($p = 0,001$). Am Ende der Nachphase waren die Werte immer noch um ca. 20 % erniedrigt. Die Abbildung bringt auch zum Ausdruck, daß im zweiten Badtest eine tendenziell deutlich stärkere Suppression der Reninsekretion auftrat mit einer noch intensiveren Verzögerung des Erholungsverlaufs.

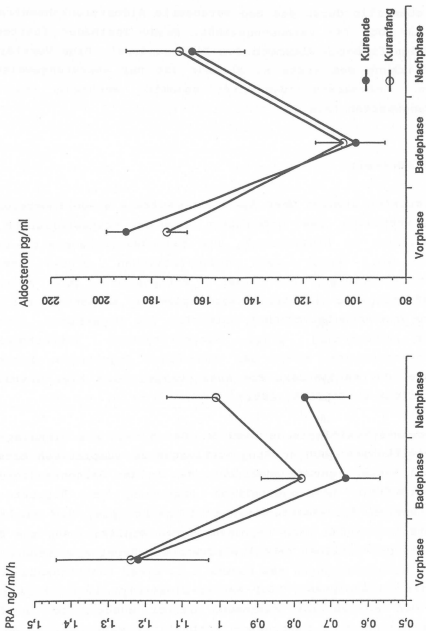


Abb 3 u. 4: Verhalten des Aldosteronspiegels und der Plasmoreninaktivität (PRA) während eines einstündigen thermoneutralen Vollbads im Vergleich vor und nach einem 3-wöchigen Immersionstraining ($\bar{x} \pm \text{SEM}$; n = 24).

Die ebenfalls durch das Bad veränderte Aldosteronkonzentration ist im Abb. (4) veranschaulicht. Beide Testbäder führten zu hochsignifikanten Abnahmen der Plasmaspiegel. Eine Verstärkung der Wirkung des Tests zu Kurende ist nur andeutungsweise zu sehen, ebenso wie die verlangsamte Rückkehr zu den Ausgangswerten (n.s.).

4. Diskussion

Die meisten Studien über die thermoneutrale Wasserimmersion und das Verhalten des Organismus dienten Fragestellungen zur Regulation im Blutvolumen- und Salz-Wasser-Haushalt. Danach gilt die durch den hydrostatischen Druck bewirkte Blutumverteilung aus der Peripherie in thorakale Gefäßabschnitte (zentrale Hypervolämie) auslösend für eine Reihe gegenregulatorischer Antworten des Organismus, offenbar unter Mitwirkung eines Kontrollsystems intrathorakaler Volumenrezeptoren sowie der endokrinen Regulation. Besonders renale und kardiovaskuläre Auswirkungen sind hier involviert (Übersicht s. EPSTEIN, 1992).

Immersionphysiologische Befunde müssen sich als Grundlage von Bäderwirkungen auch an Fragestellungen zu adaptativen Effekten messen lassen, gerade angesichts der in der Balneotherapie und Kurortmedizin herausgestellten Bedeutung des Begriffs der sogenannten Reiz-Reaktions-Adaptationstherapie, die ein neues Adaptationsniveau nach therapeutischen Applikationen zum Ziele hat. In der jetzigen Arbeit wird von der Hypothese ausgegangen, daß die Reizsetzungen des Badens i.S. einer Funktionsauslenkung in der Blutvolumen-, und Wasser-Elektrolyt-Homöostase nicht nur den Anstoß zur Auslösung akuter sondern bei häufiger Wiederholung auch funktionell-adaptativer Wirkungen ausmachen. Daher die Bezeichnung Immersionstraining.

Das Design dieser experimentellen Untersuchung und deren Durchführung ist durch zwei Besonderheiten gekennzeichnet, die in der Interpretation der Befunde zu berücksichtigen sind, bzw. diese einschränkt. Dies betrifft zum einen die fehlende Kontrollgruppe, wobei bekanntlich unter den Bedingungen des

Kurorts eine therapiefreie Patientengruppe nicht zu realisieren ist, und zum ändern das therapeutische Regime der Probandengruppe während des stationären Aufenthalts. Zwar steht das Immersionstraining im Blickfeld des Interesses, jedoch sind Einflüsse seitens der physiotherapeutischen Maßnahmen i.S. sogenannter vermengter Effekte prinzipiell nicht auszuschließen.

Wir gehen von der Hypothese aus, daß die täglichen Reizsetzungen des Badens i.S. einer Funktionsauslenkung in der Blutvolumen-, und Wasser-Elektrolyt-Homöostase den entscheidenden Parameter nicht nur zur Auslösung akuter sondern auch adaptativer Effekte ausmachen. Dafür stand nur eine Zeitspanne von 3 Wochen zur Verfügung, insofern ist auch die Interpretation der Befunde an diese Vorgabe gebunden, und Verallgemeinerungen sind nur beschränkt möglich.

4.4.1. Das antidiuretische Hormon (ADH)

In Kenntnis der Bedeutung des antidiuretischen Hormons (ADH) für den Salz-Wasser-Haushalt ist ein möglicher Beitrag für die renalen Auswirkungen der Wasserimmersion während der letzten beiden Jahrzehnte intensiv experimentell untersucht worden. Der Gedanke an bei zentraler Hypervolämie stimulierbare kardiopulmonale Mechanorezeptoren hat schon früh zu der Annahme eines kardiorenalen Reflexes geführt, zumal auf der Grundlage tierexperimenteller Befunde, wonach eine Dehnung der Vorhöfe von einer Reduktion der ADH-Ausschüttung begleitet war (GAUER et al. 1961, YARON et al. 1974, DETORRENTE et al. 1975). Obwohl eine Reihe von Autoren eine Suppression des antidiuretischen Hormons während der Wasserimmersion beim Menschen bestätigen (EPSTEIN et al. 1981, AMELN et al. 1985, SHIRAKI et al., 1986) hat sich kein einheitliches Bild über seine diesbezügliche Bedeutung ergeben (Übersicht s. NORSK und EPSTEIN 1988).

Auch der von der Arbeitsgruppe um GAUER postulierte volumenregulatorische Reflex (GAUER-HENRY-Reflex), wonach über kardiale vagale Afferenzen zentral eine Unterdrückung der Sekretion von ADH ausgelöst wird, ließ sich nicht in allen

Tierspezies verifizieren, und in vielen Studien standen die Beziehungen von Vorhofdruck, ADH-Plasmaspiegel und Diurese nicht immer mit den Erwartungen in Einklang. Somit ist das Zustandekommen der Modulation des hypophysären ADH-Releasings während des Bades wahrscheinlich ein multifaktorielles Geschehen, an dem nicht nur neurale Signale aus intrathorakalen Rezeptoren des Niederdrucksystems beteiligt sind, sondern auch arterielle Barorezeptoren interagieren. Möglicherweise kommt auch dem Reninsystem und dem atrionatriuretischen Faktor (ANF) hier ein vermittelnder Einfluß zu (Übersicht s. EPSTEIN 1992).

Die eigenen Ergebnisse bestätigen die von verschiedenen Autoren beschriebene Senkung der ADH-Spiegel im Bad. Sie ist mit 28 % Abnahme gegenüber den Vorwerten deutlich ausgefallen. Eine Stunde nach Ende des Immersionstests haben sich die Werte noch nicht ganz vollständig erholt, so lange etwa dürfte eine Wirkung auf die Diurese anhalten. Auf die Frage nach adaptativen Effekten weisen die Ergebnisse des zweiten Testbades zwar auf eine tendenziell, jedoch nicht signifikant, gering stärker supprimierende Wirkung der Wasserimmersion hin.

4.4.2. Der atrionatriuretische Faktor (ANF)

Zu Beginn der achtziger Jahre hat die Entdeckung eines neuen Hormons das besondere Interesse der Physiologie der akuten Blutvolumenregulation geweckt. Ausgehend von der Entdeckung durch DEBOLD, wonach bei intravenöser Applikation von Vorhofextrakten in der anästhesierten Ratte eine rasche und ausgeprägte Diurese und Natriurese auftrat (DEBOLD et al. 1981), ist innerhalb von 4 Jahren der zugrunde liegende Wirkstoff erkannt, seine chemische Zusammensetzung analysiert und seine Zielrezeptoren charakterisiert worden. Bei dieser Substanz, die als atrionatriuretischer Faktor (ANF) bezeichnet wird, handelt es sich um ein Peptidhormon, das als Bestandteil von sekretorischen Granula in Herzmuskelzellen vorkommt, von wo es aus biochemischen Vorstufen als aktives Peptid mit 28

Aminosäuren in den Blutkreislauf abgegeben wird. Mit dem ANF läßt sich das Herz somit in die Reihe der endokrinen Organe einordnen. Das Hormon besitzt vielfältige Auswirkungen, neben der Förderung von Diurese und Natriurese z.B. einen gefäßerweiternden und blutdrucksenkenden Effekt sowie Wirkungen auf andere Hormonsysteme.

Die experimentelle Evidenz weist dem ANF einen bisher noch nicht in allen Belangen definierten Stellenwert in der Kontrolle von Blutvolumen und extrazellulärem Flüssigkeitsraum zu. Studien konnten zeigen, daß bei Expansion des Blutvolumens, das zu Erhöhung des rechtsatrialen Druckes führt, seine Freisetzung erfolgt (LANG et al. 1985), so daß kardiale Dehnungsreize als Triggermechanismus zu betrachten sind. Dieser Tatbestand hat es, besonders angesichts der badbedingten zentralen Hypervolämie und des dabei erhöhten zentralvenösen Drucks, nahegelegt, auch das Immersionsmodell zur Klärung der ANF-Physiologie einzusetzen. Tatsächlich konnten Mitte der achtziger Jahre mehrere Arbeitsgruppen den Anstieg der ANF-Konzentration im Blutplasma während z.T. mehrstündiger Bäder bestätigen (GERBES et al. 1986, ANDERSON et al. 1986, EPSTEIN et al. 1986). Dabei beginnt die ANF-Freisetzung bereits innerhalb der ersten 10 Immersionsminuten mit zunehmender Tendenz, die bis zum 2,5 - 3fachen der Vorwerte führen kann.

Die von uns durchgeführten Versuche erbrachten nach 1 Stunde Immersion einen Anstieg der ANF-Konzentrationen im Blut um 81 %. Am Ende der Nachphase lagen die Ausgangswerte in etwa wieder vor. Dies ist einerseits auf die kurze Halbwertszeit des ANF von nur wenigen Minuten zurückzuführen, sowie mit dem nach Badende bei Abklingen der zentralen Hypervolämie abbrechenden Sekretionsreiz in der Herzmuskulatur zu erklären. Im Testbad zu Kurende ist eine hoch signifikant stärkere Ausschüttung des ANF erfolgt, was einen adaptativen Vorgang nahelegt, denn die primären Sekretionsbedingungen (zentrale Hypervolämie, zentraler Venendruck) dürften sich im zweiten Testbad nicht verändert haben. Wahrscheinlich liegen auch keine veränderten Eliminationsbedingungen zu Grunde, wie die ähnlichen Erholungswerte in beiden Immersionstests vermuten

lassen. Zu denken ist an eine Sensibilisierung des ANF-Sekretionsmechanismus und/oder an eine kapazitative Leistungssteigerung des Systems.

4.4.3. Das Renin-Angiotensin-Aldosteron-System (R-A-A-S).

Die durch ein Bad induzierte erhöhte Wasser- und Salzausscheidung hat schon relativ früh die Aufmerksamkeit auf das Renin-Angiotensin-Aldosteron-System (R-A-A-S) gelenkt. In mehreren Arbeitsgruppen konnte gezeigt werden, daß thermoneutrale Wasserimmersion zu einer Reduktion der Plasmaspiegel von Renin und Aldosteron führt (KORZ et al. 1969, EPSTEIN and SARUTA 1971). Aus der Ähnlichkeit der Verlaufsprofile ist auf die aldosteronregulierende Wirkung des Renin-Angiotensin-Systems in der badbedingten Suppression geschlossen worden (EPSTEIN et al. 1975). Andererseits ist an einen reninunabhängigen Einfluß zu denken, so besitzt z.B. der ANF hemmende Eigenschaften in der Aldosteronbiosynthese (ANDERSON et al. 1986).

Die Mechanismen, über die eine Änderung der Reninsekretion gesteuert wird, sind bekanntlich der Sympathikotonus, intrarenale Barorezeptoren, der Macula-densa-Mechanismus und humorale Faktoren. Die Bedeutung der renalen sympathischen Nervenaktivität für die immersionsbedingte Reninsuppression läßt sich z.B. daran erkennen, daß eine intakte Innervation Voraussetzung ist, wie Immersionsstudien an nierentransplantierten Patienten bewiesen haben (RABELINK et al. 1993). Auch tierexperimentelle Denervationsstudien deuten in diese Richtung (Übersicht s. EPSTEIN 1978). Danach scheint der Effekt in erster Linie als Folge einer renalen Sympathikolyse zu erklären sein.

Neuere immersionsphysiologische Befunde haben etwas Licht in neuro-endokrine Verflechtungen gebracht, die zu den renalen Wirkungen führen. Die Suppression der Plasmapreninaktivität und des Aldosterons scheint auf eine Steigerung der endogenen Dopaminaktivität zurückzugehen, ein Wirkmechanismus, der an der Natriurese beteiligt sein dürfte. Das haben

Blockierungsversuche mit dem Dopaminantagonisten Metoclopramid gezeigt (JUNGMANN et al. 1991). Wie Versuche mit dem Opiatantagonisten Naloxon nahelegen, wird die Dopaminaktivität wiederum durch endogene Opiode als zentral wirksame Mediatoren stimuliert (HAAK et al. 1992).

In der eigenen Studie ist ebenfalls eine eindeutige Senkung von Plasmareninaktivität und Aldosteronspiegel nachzuweisen (Abb. 3 u. 4). Es fällt auf, daß der Erholungsverlauf des Renins erheblich verzögert ist, während sich dies für das Aldosteron nur gerade andeutet. Die Dissoziation im Verlauf der beiden Hormone spricht ebenfalls für eine reninunabhängige Komponente in der Aldosteronsteuerung. Für keines der untersuchten anderen Hormone fand sich die Erholungsverzögerung in ähnlicher Ausprägung. Auch die im zweiten Testbad zu beobachtende tendenziell noch stärkere Suppression wurde von anderen Hormonen nicht erreicht.

Obwohl eine statistische Signifikanz nicht zu sichern ist, läßt dieser Befund den Gedanken an mögliche adaptative Folgen des Immersionstrainings zu. Vielleicht reichte der Zeitraum von 3 Wochen gerade erst für den Beginn eines neuen Adaptationsniveaus hinsichtlich der Reaktionsweise auf blutvolumenregulatorische Reize. Andererseits ist die basale Reninssekretion, gemessen an den Werten vor den beiden Testbädern, unverändert geblieben, d.h., eine Sollwertverstellung hat nicht stattgefunden.

5. Schlußbetrachtung

Der vorliegenden Arbeit liegt die Hypothese zu Grunde, daß blutvolumenregulatorische Reizsetzungen im Sinne eines Immersionstrainings, wie es z.B. immanent während eines bäderbetonten Kuraufenthalts geschieht, funktionell-adaptative Entwicklungen einleiten und in der Blutvolumen- und Wasser-Elektrolyt-Homöostase wirksam werden. Dies war anhand eines geeigneten Funktionstests in Form des standardisierten thermoneutralen Testbads und unter Berücksichtigung der einschlägigen endokrinen Regulation zu evaluieren.

Zur Beurteilung eines adaptativen Verhaltens lassen sich sowohl mögliche Veränderungen von Ausgangswerten als auch die Reaktionsweise im Testbad im Vergleich von Kuranfang zum Kurende heranziehen. Danach konnten keine eindeutigen Unterschiede in den hormonellen Ausgangswerten festgestellt werden, d.h. es bestehen keine Hinweise auf eingetretene Sollwertveränderungen der involvierten endokrinen Regelkreise. Dies könnte auf eine relativ stabile Ausgangslage zurückzuführen sein, zumal bei Hormonwerten im Normbereich, wie sie die Probanden aufwiesen.

Andererseits ließ sich für den untersuchten Personenkreis im Beobachtungszeitraum von 3 Wochen teilweise ein verändertes Reaktionsverhalten der endokrinen Regulation im Testbad feststellen. Offenbar scheint sich bereits innerhalb weniger Wochen eine Adaptationsstufe auszubilden, die eine verstärkte endokrine Reaktionsbereitschaft signalisiert, mit einer gesichert höheren Sekretion des atrionatriuretischen Faktors (ANF) und einer für das Renin tendenziell intensiveren Suppression sowie langsameren Restitution der Plasmaspiegel nach dem Bad. Darin kommt vermutlich eine effektivere Gegenregulation der durch den Immersionszustand verursachten zentralen Hypervolämie zum Ausdruck.

Die jetzigen Befunde sind als Modifikationen von Reizantworten innerhalb physiologischer Adaptationsprozesse zu werten, auf deren Bedeutung für die kurmedizinische Therapie vor allem der Arbeitskreis von G. HILDEBRANDT unter dem Begriff der funktionellen Adaptation hingewiesen hat. Solche reaktiven Umstellungen tangieren auch jene Sachverhalte, die von F. HOFF und H. SELYE als "Vegetative Umschaltung" bzw. "Endokrine Umstimmung" inauguriert worden sind. Sie werden zudem für die Hypothesenbildung von Naturheilverfahren beansprucht. In diesem Sinne ist ein Immersionstraining auf doppelte Weise naturheilkundlich begründet, einmal wegen der natürlichen Reizsetzung, und zum andern auf Grund der Anregung des Organismus zu autonomen Eigenleistungen.

Zusammenfassung

An insgesamt 24 Probanden wurden vor, während und nach einem thermoneutralen Wasserbad (head-out water immersion) im Blut folgende Hormone bestimmt: Antidiuretisches Hormon (ADH), Atrionatriuretischer Faktor (ANF), Plasmanreninaktivität (PRA) und Aldosteron. Über 3 Wochen erfolgten täglich Bäder von 30 - 60 Minuten Dauer, dann wurde wieder ein Testbad mit Hormonbestimmungen durchgeführt. Es besteht die Hypothese, daß die täglichen Immersionsreize (= Immersionstraining) in den Regulationen des Blutvolumen- und Salz-Wasser-Haushalts adaptativ wirksam werden. Nach dem Immersionstraining wurde der ANF durch das Testbad vermehrt sezerniert und das Renin intensiver supprimiert. Als Ursache hierfür lassen sich funktionelle Neueinstellungen mit verstärkter endokriner Reaktionsbereitschaft vermuten.

Summary

The following blood hormones were determined on a total of 24 probands before, during and after a thermoneutral water immersion: Antidiuretic hormone (ADH), atrionatriuretic factor (ANF) plasma renine activity (PRA) and aldosterone. Daily baths of 30 - 60 minutes duration were taken for three weeks. Subsequently a test bath was followed by hormone determinations. The hypothesis is that daily immersion training has adaptative effects on the regulation of blood volume and salt-water-homeostasis. The results show that subsequent to the immersion training the ANF after a test bath was increased and the renine was more suppressed. The cause for this could be an increased endocrine response.

Literatur

- Ameln, H. von, M. Laniado, L. Röcker and K.A. Kirsch: Effects of dehydration on the vasopressin response to immersion. *J. Appl. Physiol.* 58 (1985) 114 - 120
- Anderson, J.V., A.D. Struthers, N.N. Payne, J.D.H. Slater, S.R. Bloom: Atrial natriuretic peptide inhibits the aldosterone response to angiotensin II in man. *Clin. Sci.* 70 (1986) 507-12
- Anderson J.V., N.D. Millar, J.P. O'Hara, J.C. Mackenzie, R.J.M. Corall, S.R. Bloom: Atrial natriuretic peptide: physiological release associated with natriuresis during water immersion in man. *Clinical Science* 71 (1986) 319-322
- De Torrente A., G.L. Roberts, K.M. Mc Donald, R.W. Schrier: Mechanism and diuretic response to increased left atrial pressure in the anesthetized dog. *Kidney Intern.* 8 (1975) 355 - 361
- Debold, A.J., H.B. Borenstein, A.T. Veress and H. Sonnenberg: A rapid and potent natriuretic response to intravenous injections of atrial myocardial extract in rats. *Life Sci.* 28 (1981) 89 - 94
- Epstein, M., T. Saruta: Effect of water immersion on renin-aldosterone and renal sodium handling in normal man. *J. Appl. Physiol.* 31 (1971) 368-374
- Epstein, M., D.S. Pins, J. Sancho, E. Haber: Suppression of plasma renin and plasma aldosterone during water immersion in normal man. *J. Clin. Endocr. Metab.* 41 (1975) 618-625
- Epstein, M.: Renal effects of head-out water immersion in man: implications for an understanding of volume homeostasis. *Physiol. Rev.* 3 (1978) 529-581

Epstein M., R.D. Loutzenhiser, E. Friedland, R.M. Aceto, M.J.F. Camargo, S.A. Atlas: Increases in circulating atrial natriuretic factor during immersion - induced central hypervolaemia in normal humans. J. of Hypertension 4 (Suppl. 2) (1986) 93-99

Epstein, M.: Renal effects of head-out water immersion in humans: a 15-year update. Physiological Reviews 72 (1992) 564-621

Gauer, O.H., J.P. Henry and H.O. Sieker: Cardiac receptors and fluid volume control. Prog. Cardiovasc. Dis. 4 (1961) 1 - 26

Gerbes, A.L., R.M. Arendt, W. Schnizer, S. Silz, D. Jüngst, J. Zähringer, G. Paumgartner: Regulation of atrial natriuretic factor release in man: Effect of water immersion. Klin. Wochenschr. 64 (1986) 666-667

Haak, T., E. Jungmann, P. Schmidt, E.-H. Scheuermann, K.H. Usadel: Zum Einfluss der endogenen Opiode auf die diuretisch-natriuretische Wirkung der Wasserimmersion bei gesunden Freiwilligen. Phys. Rehab. Kur. Med. 2 (1992) 113-117

Jungmann, E., J. Caffarena, E.-H. Scheuermann, M. Bühring, K. Schöffling: Die diuretisch-natriuretische Wirkung des thermoneutralen Wasserbads: 'Zum Stellenwert der Stimulation der endogenen Dopaminaktivität. Akt. Endokr. Stoffw. 12 (1991) 57-62

Korz, R., F. Fischer, C. Behn: Renin-Angiotensin-System bei simulierter Hypervolämie durch Immersion. Klin. Wochenschr. 26 (1969) 1263-1268.

Lang, R.E., H. Thoelken, D. Gauten, F.C. Luft, H. Ruskoaho, T.H. Kuger: Atrial natriuretic factor - a circulating hormone stimulated by volume loading. Nature Lon. 315 (1985) 264-266

Norsk, P. and M. Epstein: Effects of water immersion on arginine vasopressin release in humans. J. Appl. Physiol. 64 (1988) 1 - 10

Rabelink, T.J., K.A. van Tilborg, R.J. Hene, H.A. Koomans: Natriuretic response to head-out immersion in humans with recent kidney transplants. *Clinical Science* 85 (1993) 471-477.

Shiraki, K., N. Konda, S. Sagawa, J.R. Claybaugh, and S.K. Hong: Cardiorenal-endocrine responses to head-out immersion at night. *J. Appl. Physiol.* 60 (1986) 176 - 183

Yaron, M., C.M. Bennett, M.M. Laks: Impaired water excretion (IWE) in right ventricular failure (RVF) in conscious dogs. In: *Proc. 7th Ann. Meeting Am. Soc. Nephrol.* (1974) 102 (abstr.)

**AUS DEM
INSTITUT FÜR MEDIZINISCHE BALNEOLOGIE UND
KLIMATOLOGIE DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN**

Vorstand: Prof. Dr. med. E. Senn

**Die hormonelle Reaktion im Vollbad.
Untersuchungen zu Beginn und am Ende eines
stationären Heilverfahrens mit bäderbetontem Kurregime.**

Dissertation

zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Brigitta Galler

Rotthalmünster

1993

ZUSAMMENFASSUNG

Das Verständnis der Bädetherapie kann durch Kenntnisse zu deren physiologischen Wirkungen gefördert werden. In diesem Zusammenhang sind in den vergangenen Jahren zu den mechanischen, thermischen und chemischen Faktoren, die dem Organismus in einem Bad vermittelt werden, zahlreiche Befunde erarbeitet worden. Insbesondere ist erkannt worden, daß durch die sogenannte thermoneutrale Wasserimmersion, wo nur die mechanischen Wirkkomponenten (Auftrieb, hydrostatischer Druck) zum Tragen kommen, bereits wesentliche Effekte auftreten.

Die vorliegende experimentelle Arbeit befaßt sich mit der Frage nach hormonellen Reaktionen im thermoneutralen Wasserbad und stellt dabei die Auswirkungen einer ganzen Bäderserie in den Vordergrund. Das entspricht einer der wesentlichen Vorstellungen der Balneotherapie, nämlich dem Prinzip einer Übungs- und Trainingstherapie, die auf funktionelle Adaptationen des Organismus abzielt. Die Möglichkeit, eine solche Fragestellung im Rahmen eines mehrwöchigen stationären Kuraufenthaltes zu realisieren, wurde aufgegriffen.

Mit insgesamt 19 internistisch gesunden Kurpatienten (zehn Frauen; neun Männer; Alter: $\bar{x} = 48,5 \pm 9$ Jahre) wurden jeweils zwei Testbäder (ca. 36 Grad Celsius) durchgeführt, das erste zu Beginn, das zweite zu Ende eines dreiwöchigen stationären Aufenthaltes. Im Kurprogramm (Bewegungstherapie, Bädetherapie, Massagen, Fangotherapie, Elektrotherapie) waren tägliche Aufenthalte von 0,5 - 1 Stunde im Wasserbad vorgesehen und gewährleistet. Das Testbad selbst umfaßte Vorphase, Immersionsphase und Nachphase von jeweils einer Stunde Dauer. Nach jeder Phase wurde aus einer intravenösen Verweilkanüle Blut gewonnen, zentrifugiert und das Plasma bis zum Zeitpunkt der Messung tiefgefroren. Ferner wurde nach demselben Schema Urin gesammelt und sofort verarbeitet. Folgende Substanzen und Parameter sind in die

Untersuchung einbezogen und nach einschlägigen Labormethoden analysiert worden: Im Plasma Adrenalin, Noradrenalin, Cortisol, ADH, Reninaktivität, Aldosteron, ANF; im Urin Natrium, Kalium, Harnzeitvolumen, ferner die Kreatinin-Clearance.

Die Befunde zeigen, daß die einstündige Wasserimmersion, gemessen an den Plasmapwerten, zu einer Suppression der Sekretion folgender Hormone führt: ADH, Renin, Aldosteron, Adrenalin und Noradrenalin. Dagegen wird der atriale-natriuretische Faktor (ANF) stimuliert. Die Reaktionen sind Ausdruck gegenregulatorischer Vorgänge im Blutvolumen- und Wasser-Elektrolyt-Haushalt, die in Folge der bei Wasserimmersion bestehenden zentralen Hypervolämie ausgelöst werden. Sympathikolyse und Stimulierung von Diurese und Natriurese gehören hier zu den wichtigsten der bisher bekannten Effekte. Demgemäß fanden sich in der jetzigen Untersuchung auch eine Zunahme von Harnzeitvolumen und Elektrolytausscheidung. Ferner zeigte sich eine geringe Zunahme der Kreatinin-Clearance.

Der Vergleich der Werte aus dem ersten mit dem zweiten Testbad sollte über mögliche Veränderungen der hormonellen Reaktionsweise nach dem dreiwöchigen bäderbetonten Kuraufenthalt Auskunft geben. Dahinter steht die Frage nach Übungs- und Trainingswirkungen in vegetativ-hormonellen Regelkreisen durch Beanspruchung im Sinne wiederholter zentral hypervolämischer Zustände. Das auffallendste Ergebnis fand sich beim ANF, der sich durch das zweite Testbad erheblich stärker stimulieren ließ. Für Aldosteron und ADH ließ sich im wesentlichen keine veränderte Reaktionsweise erkennen. Dagegen wiesen die Plasma-Renin-Aktivität und das Cortisol beim zweiten Testbad auf einen stärkeren und anhaltenderen suppressorischen Vorgang hin. Die Katecholamine Adrenalin und Noradrenalin zeigten in dieser Richtung keine Unterschiede.

In einer weiteren Betrachtung der Resultate auf mögliche adaptative Veränderungen läßt sich der Vergleich von Ausgangswerten Schlüsse hinsichtlich einer Änderung der

vegetativ-hormonellen Basislage zu. Danach dokumentieren weder das Renin-Angiotensin-Aldosteron-System noch die Katecholamine eine Veränderung des Sympthikotonus. Andererseits fand sich eine Tendenz zu niedrigerem Cortisol-Spiegel und für den ANF zu höheren Werten.

Wenn in dieser Untersuchung in einigen Befunden eine veränderte Reaktionsweise bei dem nach drei Wochen durchgeführten zweiten Testbad zum Ausdruck kommt, muß dies nicht notwendigerweise auf das tägliche Baden zurückzuführen sein, da die Behandlung sich aus verschiedenen physikalisch-medizinischen und balneotherapeutischen Anwendungen zusammensetzte, die zumindest theoretisch von Einfluß sein könnten. Da die Mitführung einer therapiefreien Kontrollgruppe nicht möglich war, muß die Interpretation der Ergebnisse diese Einschränkung erfahren. Daß gerade bei einigen jener Hormone eine veränderte Reaktionsweise im zweiten Testbad manifest wurde, die in der Regulation des Blutvolumens und des Wasser-Elektrolyt-Haushaltes eine Rolle spielt, läßt bäderbetonte Behandlungsserien mit den häufigen Reizsetzungen einer zentralen Hypervolämie solche Wirkung im Sinne von Trainingseffekten in den vegetativ-hormonellen Kontrollen hervorrufen können.

AUS DEM
INSTITUT FÜR MEDIZINISCHE BALNEOLOGIE UND
KLIMATOLOGIE DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Vorstand: Prof. Dr. med. E. Senn

Die hormonelle Reaktion im Vollbad.
Untersuchungen an Grenzwerthypertonikern
während eines stationären Heilverfahrens

Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Horst Schelshorn

München

1993

ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden experimentellen Arbeit wurden hormonelle Veränderungen im thermoneutralen Wasserbad zu Beginn und am Ende eines Kuraufenthaltes auf immediate und adaptive Reaktionen hin untersucht.

Die Untersuchungen wurden an sechzehn Patienten mit Grenzwerthypertonus, die sich zu einem vierwöchigen stationären Aufenthalt in der Klinik Niederbayern in Bad Füssing befanden, durchgeführt. Neben täglichem 0,5 - 1stündigem Aufenthalt im Thermalbad (ca. 35 Grad Celsius) umfaßte die Behandlung auch Bewegungstherapie, klassische Massagen, Fangopackungen und Elektrotherapie.

Zu Beginn (Bad I) und zum Ende (Bad II) der Kur wurde jeweils ein Testbad durchgeführt, das aus Vor-, Immersions- und Nachphase von je einer Stunde Dauer bestand. Nach jeder Phase wurden mittels einer intravenösen Verweilkanüle Blutproben entnommen und zusätzlich Urinproben gewonnen.

Bestimmt wurden folgende Parameter: im Serum Adrenalin, Noradrenalin, Cortisol, ADH, Renin, Aldosteron und ANF. Im Urin Natrium, Kalium, Harnzeitvolumen und Kreatinin-Clearance.

Die hormonellen Veränderungen während der einstündigen Wasserimmersion weisen auf Gegenregulationen im Blutvolumen- und Wasser-Elektrolyt-Haushalt als Reaktion auf die zentrale Hypervolämie hin, wobei die Abnahme des Sympthikotonus und die gesteigerte Natriuresis und Diuresis eine wesentliche Rolle spielen.

Dementsprechend zeigt sich im Serum während der Wasserimmersion eine Suppression von ADH, Renin, Aldosteron, Adrenalin, Noradrenalin und Cortisol sowie eine Stimulierung des ANF, im Urin ein gesteigertes Harnzeitvolumen, eine Zunahme der Kreatinin-Clearance und eine erhöhte Natrium- und Kaliumausscheidung.

Der Vergleich von Bad I und II zeigt, inwiefern wiederholte zentral-hypervolämische Zustände durch Trainings- und Übungseffekte adaptative Veränderungen in relevanten vegetativ-hormonellen Regelkreisen bewirken.

Besonders deutliche Ergebnisse ergaben sich für den ANF, der in Bad II erheblich stärker stimulierbar war.

Für Aldosteron, Renin, ADH und Cortisol wurde eine verstärkte Suppression deutlich, die sich besonders bei den beiden erstgenannten zeigte.

Am Kurende lagen die Plasmakonzentrationen für Adrenalin insgesamt niedriger, während sich für die Noradrenalinwerte keine wesentlichen Veränderungen ergaben.

Diese Ergebnisse weisen auf adaptative Vorgänge in hormonellen Regelkreisen hin. Im Vergleich mit einem normotonen Kollektiv (siehe Dissertation B. Galler, 1993) ergab sich bei Grenzwerthypertonikern für ADH, Cortisol, Aldosteron und Renin eine stärkere Supprimierung, für ANF hingegen eine stärkere Stimulierung in Bad II.

Bei der Interpretation der Ergebnisse muß jedoch berücksichtigt werden, daß andere physikalische Therapieformen (Bewegungstherapie, Massagen, etc.) die beschriebene veränderte Reaktionslage ebenfalls mit beeinflussen könnten.

Die Resultate lassen jedoch vermuten, daß eine häufige Reizsetzung durch die zentrale Hypervolämie im thermoneutralen Wasserbad adaptative Veränderungen im Hormon- und Wasser-Elektrolythaushalt hervorruft, welche wiederum regulativ auf einen Grenzwerthypertonus einwirken, was sich auch durch eine nachweisbare Senkung der systolischen und diastolischen Blutdruckwerte zu Kurende bestätigen läßt.

Aus dem Institut für Medizinische Balneologie und Klimatologie
der Universität München (Vorstand: Prof.Dr.E. Senn) in Zusammen-
arbeit mit dem Institut zur Erforschung von Behandlungsver-
fahren mit natürlichen Heilmitteln e.V., Bad Füssing (Vorstand:
Dr.K. Dettenkofer).

Tageszeitliche Abhängigkeit hormoneller Reaktionen sowie der
Herz-Kreislauffunktion im Saunabad.

A. Stoeckicht und W. Schnizer
(Dissertation von A.Stoeckicht)

München 1989

Zusammenfassung

Während über die Auswirkungen des Saunabades im Herz-Kreislaufsystem bereits seit langem Befunde vorliegen, wurden in die hormonellen Reaktionen erst nach Neuentwicklung und Verfeinerung von Analysemethoden nähere Einblicke gewonnen. Nur wenige Autoren haben sich früher mit dieser Thematik befaßt und auf eine saunabedingte Ausschüttung vor allem jener Hormone hingewiesen, die gemeinhin zu den sogenannten Streßhormonen gerechnet werden.

Über die Auswirkungen des Saunabades im tageszeitlichen Verlauf ist wenig bekannt, gerade im Hinblick auf die hormonellen Verhältnisse, die bekanntlich häufig zirkadian geprägt sind. Zudem kennen wir den tageszeitlichen Einfluß auf die Temperaturregulation mit Entwärmungstendenz am Abend und Förderung der Aufwärmung am Morgen. Angesichts tageszeitlicher Gewohnheiten des Saunabades ist dies jedoch von Interesse, zumal aus Qualität und Quantität der Reaktionen Hinweise auf Belastung und Belastbarkeit des Organismus zu erwarten sind. Daraus resultiert die Thematik der vorliegenden experimentellen Untersuchung.

Ziel der Studie war die Objektivierung von Veränderungen der Plasmakonzentrationen folgender Hormone nach einer einmaligen Saunaanwendung: Adrenalin, Noradrenalin, ACTH, Cortisol, Renin, Angiotensin, Aldosteron, HGH und Prolaktin. Messung von Puls und Blutdruck wurden einbezogen. Abkühlprozeduren wurden, obwohl sie üblicherweise in ein Saunaregime integriert sind, bewußt unterlassen, um mögliche Interferenzen durch Kältestreß auszuschließen und um die Saunawärme isoliert bewerten zu können. Besondere Berücksichtigung fanden entsprechend der Fragestellung das tageszeitliche Verhalten sowie eventuelle geschlechtsspezifische Unterschiede. Daher wurden Saunagänge von jeweils 15 Minuten Dauer um 8 Uhr morgens mit solchen um 20 Uhr durchgeführten verglichen. Für die Untersuchung stellten sich 15 körperlich gesunde Personen (8 Frauen, 7 Männer) zur Verfügung.

Die Blutplasmaanalysen ergaben mit Ausnahme des Cortisols eine signifikante Erhöhung der Hormonkonzentrationen während oder nach dem Saunabad. Prolaktin und das somatotrope Hormon (HGH) wiesen die stärksten Veränderungen auf. Diese Hormone

sind auch für das zirkadiane Verhalten von Interesse, wobei vor allem das Prolaktin abends stärker stimulierbar war. Geschlechtstypische Unterschiede waren am deutlichsten beim Prolaktin mit stärkeren Reaktionen der Frauen sichtbar. Tendenzielle Unterschiede zeigten sich für das Renin-Angiotensin-Aldosteron-System.

Das Herz-Kreislaufverhalten in der Sauna konnte durch Herzfrequenz- und Blutdruckprofile dargestellt werden. Danach kam es zu Pulsanstiegen von im Mittel auf 110/min. Zu Saunaeende war der systolische Druck geringfügig erhöht und der diastolische erniedrigt. Systematische tageszeitliche Einflüsse ließen sich nicht feststellen.

Betrachtet man das Saunabad unter dem Aspekt einer thermischen Streßbelastung im Sinne von SELYE, dann zeigen die jetzigen Befunde eine deutliche sympathoadrenale Reaktion in Form vermehrter Katecholaminausschüttung sowie Stimulierung der glucosteroidalen Aktivität. Letzteres trotz Absinken der Cortisolspiegel während der Saunawärme, was wahrscheinlich auf einen hyperthermischen Mehrverbrauch von Cortisol zurückzuführen ist, denn ACTH war tendenziell erhöht, so daß mit einer Stimulierung der Nebennierenrinde zu rechnen ist. Wärmereize werden offenbar gemessen an den klassischen Streßhormonen vom Organismus unabhängig von der Tageszeit beantwortet und somit besteht aus dieser Sicht kein Indiz für unterschiedliche Belastungsgrade zwischen Morgen- und Abendsauna. Das Puls- und Blutdruckverhalten, als Ausdruck der Herz-Kreislaufreaktion, sind im selben Sinne zu sehen. Diese Aussagen gelten zumindest für Saunawärme der konventionellen Intensität und Anwendungsdauer.

Dennoch können tageszeitliche und geschlechtstypische Einflüsse auftreten, wie besonders das Prolaktin zu erkennen gab. Dieses Hormon fällt zudem durch starke thermische Stimulierbarkeit auf. Ob es vergleichsweise einen besseren Belastungsindikator darstellt, ist in Erwägung zu ziehen, jedoch hier nicht zu entscheiden. Das gilt auch für Überlegungen und die Möglichkeit, die stärkere Stimulierbarkeit des Prolaktins in der Abendsauna zu nützen.

Aus dem Institut für Medizinische Balneologie
und Klimatologie der Universität München
Vorstand: Prof. Dr. med. E. Senn

SOFORT- UND SPÄTWIRKUNG VON
KOHLENSÄURE- UND THERMALWASSERBÄDERN
UNTERSCHIEDLICHER TEMPERATUR AUF BLUTDRUCK UND HERZFREQUENZ
BEI GRENZWERTHYPERTONIKERN

Dissertation
zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Beatrice Binder-Irlacher
aus Rijeka

1987

Z U S A M M E N F A S S U N G

Während eines vierwöchigen stationären Heilverfahrens in Bad Füssing wurden zwei Gruppen aus jeweils 24 Grenzwerthypertonikern mit den kliniküblichen physikalischen, bewegungstherapeutischen und balneologischen Maßnahmen behandelt. Zur Prüfung der Sofort- und Spätwirkung von Kohlensäurebädern unterschiedlicher Temperatur auf den Blutdruck und die Herzfrequenz erhielt die Versuchsgruppe zusätzliche Wannenbäder.

Die Sofortwirkung wurde an den ersten vier randomisierten Wannenbädern jeweils mit und ohne CO₂-Zusatz sowie in den Temperaturbereichen 33 - 34°C und 35 - 36°C untersucht. Es zeigte sich in der 15-minütigen Badephase unter Vollimmersion sowohl bei den CO₂-haltigen als auch bei den CO₂-freien Bädern ein signifikanter Abfall des systolischen und diastolischen Blutdrucks, während in der Herzfrequenz nur geringe Veränderungen auftraten. Die Kohlensäurebäder waren den Wasserbädern in der blutdrucksenkenden Wirkung signifikant überlegen. Bei 35 - 36°C war die Blutdrucksenkung gegenüber 33 - 34°C nur im CO₂-freien Bad stärker ausgeprägt. Bei den Kohlensäurebädern war dies nicht der Fall. Im wärmeren CO₂-Bad trat im Vergleich zum kühleren lediglich eine geringfügig höhere Herzfrequenz auf. In der 15-minütigen Nach-

beobachtungsphase im Anschluß an das Bad kam es stets zu einem Wiederanstieg des Blutdrucks, wobei die Ausgangswerte vor Beginn des Bades nicht wieder erreicht wurden.

Die blutdrucksenkende Akutwirkung des CO₂-Bades blieb auch bei den zu Kurende absolvierten Bädern praktisch unverändert erhalten. Zu Kurende wiesen dabei die Grenzwerthypertoniker vergleichsweise geringere Blutdruckwerte auf. Ein zusätzlicher blutdruckregulatorischer Effekt konnte durch die verabreichten CO₂-Wannenbäder gegenüber der Vergleichsgruppe nicht gesichert werden, nachdem die Veränderungen des Ruheblutdrucks während der Kur zwischen beiden Kollektiven keinen signifikanten Unterschied zeigten. So ergab sich bei der Versuchsgruppe eine Abnahme des mittleren systolischen Blutdrucks von $157,1 \pm 2,1$ mmHg zu Beginn auf $133,8 \pm 2,2$ mmHg bei Beendigung des Heilverfahrens, bei der Kontrollgruppe von $161,0 \pm 2,3$ auf $138,5 \pm 3,0$ mmHg. Der diastolische Blutdruck fiel in der Versuchsgruppe von $98,5 \pm 1,2$ auf $85,2 \pm 1,5$ mmHg, in der Kontrollgruppe von $98,8 \pm 1,7$ auf $87,3 \pm 1,6$ mmHg. Auch im Ausmaß der Blutdruckveränderungen unter fahrradergometrischer Belastung war zwischen den beiden Gruppen kein wesentlicher Unterschied zu ermitteln. Eine Abhängigkeit der Blutdruckabnahme von Veränderungen des Trainingszustandes oder des Körpergewichts konnte nicht belegt werden.

Die Ergebnisse dokumentieren, daß nicht nur CO₂-Bäder, sondern auch CO₂-freie Wannenbäder während der Badedauer den Blutdruck senken und diese Effekte schon in dem relativ engen Temperaturbereich von 33 - 36°C modifiziert werden. Das gilt zumindest für Patienten mit Grenzwerthypertonie. Bei dieser Patientengruppe wirkt ein komplexes Kurprogramm mit balneologischen, physikalischen und bewegungstherapeutischen Mitteln, das nicht speziell auf eine Hochdruckbehandlung ausgerichtet ist, bereits blutdrucksenkend. Im Kurverlauf eingestreute CO₂-Bäder führen in dieser Hinsicht nicht zu einem Mehrgewinn.

ELEKTROMYOGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN ZUR WIRKUNGSWEISE VON MOORPACKUNGEN AUF DIE RÜCKENMUSKULATUR

K.L. Resch, I. Magyarosy, K.H. Krause,
W. Guggemos, D. Pongratz, E. Ernst, E. Senn

EINLEITUNG

Die weite Verbreitung von perkutanen Wärmeapplikationen (z.B. durch Moorpackungen) verlangt eine Objektivierung dieser Therapieform. Eine einfach durchzuführende und nicht invasive Methode, die Oberflächenelektromyographie, läßt für bestimmte Fragestellungen in Zusammenhang mit oberflächlichen Muskeln gut reproduzierbare Meßergebnisse erwarten. Im Gegensatz zu früheren Untersuchungen, die fast ausschließlich Effekte am ruhenden Muskel zum Ziel hatten (Restaktivität), wurde in der vorliegenden Studie die elektromyographische Aktivität am kontrahierten Muskel (Kontraktionsaktivität) analysiert. Dies geschah in der Vorstellung, daß sich durch das bei diesem Ansatz wesentlich deutlichere EMG-Muster eventuelle Veränderungen akzentuierter manifestieren könnten.

Hierzu wurde folgende Frage gestellt :

Gibt es nach Wärmezufuhr spezifische Änderungen des Kontraktionsverhaltens (EMG-Muster) bei willkürlich angespannten Muskeln?

MATERIAL UND METHODEN

Bei 20 gesunden, jungen Probanden in Bauchlage wurden in Höhe des 12. Brustwirbels am Rücken Oberflächenelektroden angebracht. Die Probanden waren gehalten, 6 mal im Abstand von ca. 30 Sekunden den Oberkörper ohne Zuhilfenahme der Arme für ca. 5 Sekunden aufzurichten. Dabei wurde jeweils über einen Zeitraum von 4 Sekunden ein EMG abgeleitet.

Registriert wurden mittlere und maximale Amplitude (MRV, PPA), das Integral der mittleren Amplitude (RMS) sowie die Frequenz der Motoneuronenimpulse (Turns). Danach erhielten die Probanden für 20 Minuten eine Moorpackung (Temperatur : ca. 45°C; Schichtdicke 5 cm) auf die untere Rückenpartie. Dann wurde der Versuch wiederholt. Es wurden gleiche Turn-Zahlen wie "vor Fango" angestrebt, um die Veränderung der mittleren Amplitude bei gleichen Turn-Zahlen vergleichen zu können.

Als Kontrollgruppe dienten 16 gesunde Probanden, die zwischen beiden Versuchsteilen ebenfalls 20 Minuten in Bauchlage verblieben, allerdings ohne Wärmebehandlung.

ERGEBNISSE

Die Auswertung der Daten mittels t-Test für verbundene Stichproben (nach Prüfung auf Normalverteilung) ergab bei der Fango-Gruppe sowohl für die mittlere Amplitude (MRV) als auch für das Integral der mittleren Amplitude (RMS) eine signifikante Abnahme der jeweiligen Werte im Vergleich zu "vor Fango" (Tab. 1a, 1b, Abb. 1). Diese Veränderungen ließen sich bei der Kontrollgruppe nicht feststellen.

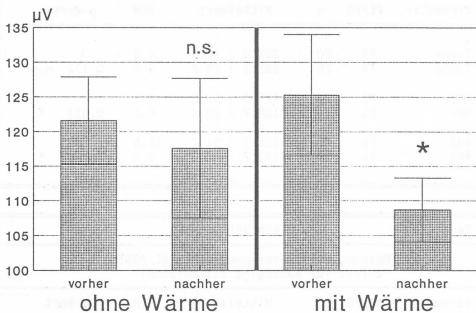
Tabelle 1a:		VERSUCHSGRUPPE				
(Messung mit Wärmeanwendung PRAE/POST; t-Test für abhängige Stichproben)						
Parameter	PR/PO	n	Mittelwert	SEM	p-Wert	
Turns	PR	20	288.8 ± 20.3	4.5	0.733	n.s.
Turns	PO	20	288.7 ± 20.4	4.6		
MRV	PR	20	125.3 ± 38.8	8.7	0.031	*
MRV	PO	20	108.7 ± 20.4	4.6		
RMS	PR	20	166.2 ± 51.7	11.5	0.021	*
RMS	PO	20	143.2 ± 27.0	6.0		

Tabelle 1b:		KONTROLLGRUPPE				
(Messung ohne Wärmeanwendung PRAE/POST; t-Test für abhängige Stichproben)						
Parameter	PR/PO	n	Mittelwert	SEM	p-Wert	
Turns	PR	16	309.6 ± 20.8	5.2	0.362	n.s.
Turns	PO	16	310.1 ± 21.2	5.3		
MRV	PR	16	121.6 ± 25.4	6.3	0.585	n.s.
MRV	PO	16	117.7 ± 40.5	10.1		
RMS	PR	16	162.2 ± 34.1	8.5	0.469	n.s.
RMS	PO	16	155.8 ± 50.9	12.7		

MRV = Mittlere Amplitude; RMS = Integral der Mittleren Amplitude

Abb.1: Mittlere Amplitude

Bei gleicher Turnzahl (vorher/nachher)
(ohne Wärme n=16; mit Wärme n=20)



SCHLUSSFOLGERUNG

Die signifikante Änderung von MRV und RMS bei gleicher Turn-Zahl in der Gruppe mit perkutaner Wärmeapplikation deuten wir als Änderung im Rekrutierungsverhalten motorischer Einheiten (Erste Ergebnisse laufender Untersuchungen am M. Quadriceps scheinen dies zu bestätigen). Es könnte sich dabei um prädominante Aktionen kleinerer motorischer Einheiten (slow-Fasern?) handeln.

Es ist denkbar, daß die Wärmebehandlung eine Ökonomisierung der Muskelarbeit bewirkt.

Die Untersuchung wurde vom
Institut zur Erforschung von Behandlungsverfahren mit natürlichen Heilmitteln e.V.
(Bad Füssing) gefördert

Einfluß von Kälteanwendungen auf das Oberflächen EMG-Muster der Rückenmuskulatur

Magyarosy I, Resch KL*, Utzschneider I, Krause KH**

Institut für Medizinische Balneologie und Klimatologie, Ludwig-Maximilians-Universität München;

* Universitätsklinik für Physikalische Medizin und Rehabilitation, Wien, Österreich;

** Friedrich Baur Institut bei der Universität München

Einleitung

Die perkutane Kälteapplikation stellt bei einer großen Anzahl schmerzhafter Zustände der Skelettmuskulatur ein allgemein anerkanntes symptomatisches Behandlungsverfahren dar. Es wird vermutet, daß die überwiegend empirisch belegte therapeutische Wirkung perkutaner Kälteanwendungen u.a. aus der Änderung des Kontraktionsverhaltens der Muskelfasern resultiert.

Diese Hypothese sollte im Rahmen einer klinischen Studie durch die Untersuchung etwaiger Veränderungen des Oberflächen-EMG-Musters der Rückenmuskulatur während der Applikation von Kältepackungen geprüft werden. Da die im OEMG meßbare Aktivität des ruhenden Muskel nur gering ist, wurden die Messungen am aktiven Muskel durchgeführt.

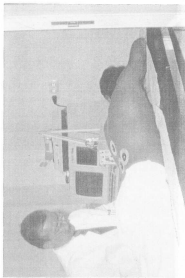
Methoden

20 gesunde Probanden wurden aufgefordert, den Oberkörper sechs mal -ohne Zuhilfenahme der Arme- unterschiedlich intensiv jeweils 5 Sek. lang aufzurichten (Abb.1a-1d). Dabei wurde vor (*Prätest*) und nach (*Posttest*) Kälteapplikation (15 Min., 1.5 l Eiswasser 0°C im Plastiksack) im Lumbalbereich ein OEMG abgeleitet (Viking II, Fa. Nicolet) und folgende Größen ermittelt:

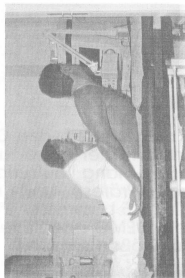
- *Mean Rectified Voltage (MRV; mittlere Amplitude)*
- *Root Mean Square (RMS; Integral von MRV)*
- *Turns (Zahl der Nulliniendurchgänge pro Sekunde)*

Im Posttest wurden die Probanden angewiesen, die Rückenstreckung so auszuführen, daß jeweils gleiche Turnzahl erzielt wurden wie vor der Kälteanwendung. Als Kontrolle diente ein Durchgang mit identischem Setup, jedoch ohne Kälteanwendung.

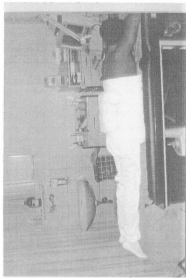
Abbildung 1: Wichtige Untersuchungsphasen



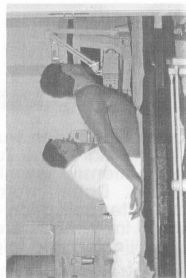
1a Anlegen der Elektroden, Vorruhephase von 15 Minuten



1b Prätest (mehrfache submaximale Rückenstreckung unterschiedlicher Stärke, Dokumentation von RMS, MRV, Turns)



1c Kälteapplikation mit "Eisbeutel" von 15 Minuten



1d Posttest (mehrfache submaximale Rückenstreckung mit gleicher Turnanzahl wie im Prätest)

Abbildung 2

nicolet

FILE ID: ANONYMOUS

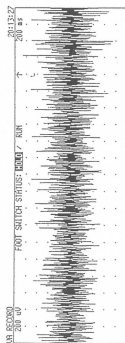
V1.8

28 MAR 91 20:13

MAR RECORD
200 uV

FOOT SWITCH STATUS: HOLD / RUN

20:13:27
200 uV



PEAK-PEAK AMPLITUDE: 1608 uV
MEAN RECTIFIED VOLTAGE: 199 uV
RMS: 191 uV

328 /s



nicolet

FILE ID: ANONYMOUS

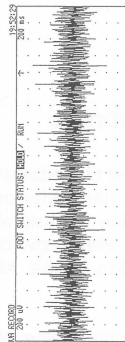
V1.8

28 MAR 91 19:52

MAR RECORD
200 uV

FOOT SWITCH STATUS: HOLD / RUN

19:52:29
200 uV



PEAK-PEAK AMPLITUDE: 1316 uV
MEAN RECTIFIED VOLTAGE: 166 uV
RMS: 138 uV

328 /s



Beispiel für ein OEMG-Muster vor bzw. nach Kälteapplikation mit gleicher Turnzahl

Ergebnisse

Die Auswertung mittels t-Test für verbundene Stichproben unter Berücksichtigung von vier Wertepaaren pro Proband zeigte für MRV und RMS eine hochsignifikante Zunahme ($P < 0.0005$) der jeweiligen Werte zwischen Prätest und Posttest bei Kälteapplikation (siehe Abbildung 3 bzw. Tabelle 1).

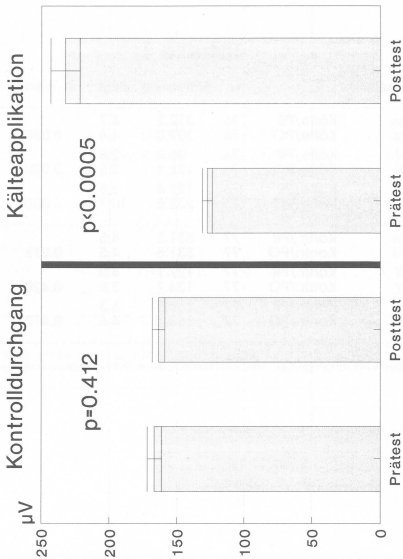
Im Kontrolldurchgang konnte keine Veränderung der Meßwerte zwischen Prätest und Posttest festgestellt werden.

Tabelle 1

Parameter		n	Mittelwert	SEM	p-Wert	
Turns	Kälte/PR	76	312.2	4.7		
Turns	Kälte/PO	76	309.0	4.4	0.069	ns
MRV	Kälte/PR	76	96.9	2.8		
MRV	Kälte/PO	76	178.4	8.5	0.000	*
RMS	Kälte/PR	76	127.4	3.6		
RMS	Kälte/PO	76	232.5	10.7	0.000	*
Turns	Kontr./PR	77	331.3	4.5		
Turns	Kontr./PO	77	331.5	4.5	0.276	ns
MRV	Kontr./PR	77	127.1	4.0		
MRV	Kontr./PO	77	124.7	3.6	0.420	ns
RMS	Kontr./PR	77	166.5	5.3		
RMS	Kontr./PO	77	163.4	4.6	0.412	ns

PR = Prätest; PO = Posttest; Kälte= Kälteapplikation für 15 Minuten; Kontr. = Kontrolldurchgang; Turns = Anzahl der Nulldurchgänge/Sek.; MRV = Mittlere Amplitude; RMS = Integral der Mittleren Amplitude

Abbildung 3: RMS



Diskussion

Vorversuche ließen bei leichter bis mittlerer Muskelaktivität eine gute Korrelation zwischen Streckungsausmaß und Turnzahl erkennen. Deshalb wurde versucht, durch Wertepaar-Bildung RMS (MRV) auf den Parameter Turns zu standardisieren.

Die Änderungen des OEMG-Musters an der Rückenmuskulatur nach Kälteapplikation sind möglicherweise Ausdruck der Zunahme des Muskeltonus mit konsekutiver Änderung des Rekrutierungsverhaltens der Muskelfasern (die empirisch belegte analgetische Wirkung von Kälte könnte mit dem veränderten Kontraktionsverhalten in Beziehung stehen).

Fazit

Unter den gegebenen Bedingungen läßt sich der Effekt der perkutanen Kälteapplikation als signifikante Änderung des EMG-Musters objektivieren.

Er wird als Ausdruck einer Änderung des Kontraktionsverhaltens und klinisch als eine Zunahme der Muskelaktivität bei gleicher Leistungsanforderung interpretiert.

**INSTITUT FÜR MEDIZINISCHE BALNEOLOGIE UND KLIMATOLOGIE
DER LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT MÜNCHEN**

Vorstand: Prof. Dr. E. Senn

ABSCHLUSSBERICHT

des Forschungsprojektes

**Untersuchungen zur Effektivität der Bewegungstherapie
durch verschiedene klimatische Bedingungen,
speziell in der Kombination mit Abkühlung.**

Priv.-Doz. Dr. med. A. Schuh
Prof. Dr. med. W. Schnizer

München, März 1992

INSTITUT FÜR MEDIZINISCHE BALNEOLOGIE UND KLIMATOLOGIE DER LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Vorstand: Prof. Dr. E. Senn

Schuh A. und W. Schnizer

Abschlußbericht zum Forschungsprojekt:

Untersuchungen zur Effektivität der Bewegungstherapie durch verschiedene klimatische Bedingungen, speziell in der Kombination mit Abkühlung.

1. Methodik:

Bei 67 Patienten mit Neurodermitis wurde eine spezielle Bewegungstherapieform durchgeführt *: Die Kombination eines Ausdauertrainings, der klimatischen Terrainkur, mit einem Thermoregulationstraining, welches aus einer dosierten Klimaexposition bestand.

Eine Gruppe von Patienten trainierte unter kühlen Bedingungen (Kühlgruppe), d.h bei erniedrigter Körperschalentemperatur. Diese wurde durch standardisierte Kleidungsvorgabe in Abhängigkeit von den klimatischen Verhältnissen erreicht. Die Kontrollgruppe trainierte unter thermisch ausgeglichenen Bedingungen. Eine dritte Gruppe, die Passivgruppe, nahm am Training nicht teil und führte eine herkömmliche Kur im gleichen Ort durch. Die klimatische Terrainkur dauerte drei Wochen, das Training fand 4x pro Woche, mindestens 40 Min., statt.

Die Auswirkungen der unterschiedlichen thermischen Verhältnisse auf den Ausdauertrainingseffekt wurden anhand von Herzfrequenz und Laktat während zwei Belastungstests gemessen:

Einer gewichtsbezogenen Fahrradergometrie mit den Stufen 0,5, 1,0 und 1,5 Watt/kg sowie bei einer in 25-Watt Stufen ansteigenden Belastung bis 150 Watt.

2. Ergebnisse:

Bei beiden Ergometrien wurden vergleichbare Ergebnisse gefunden: Sie zeigen zunächst, daß das durchgeführte Ausdauertraining in Form einer Terrainkur intensiv genug angesetzt war, um einen Trainingseffekt zu erzielen; die Kontrollgruppe verzeichnete nach dem dreiwöchigen Training eine signifikant verringerte Zunahme der Herzfrequenz von 5/Min. (Abb. 1) auf der höchsten Ergometriestufe. Die Passivgruppe, welche nicht an der Bewegungstherapie teilnahm, zeigte nach der üblichen kurörtlichen Behandlung keine nennenswerten Veränderungen (Abb. 2).

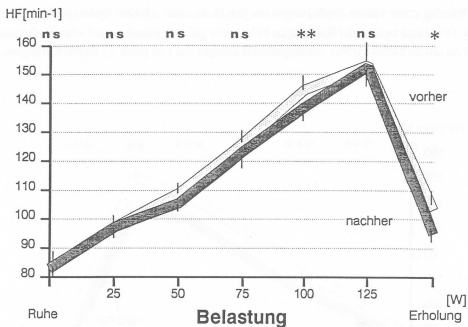


Abb. 1: Herzfrequenz in Ruhe und bei Belastung von 25, 50, 75, 100 und 125 Watt sowie nach 3minütiger Erholung, am Kuranfang und nach 3wöchiger Bewegungstherapie. Kontrollgruppe (n = 17).

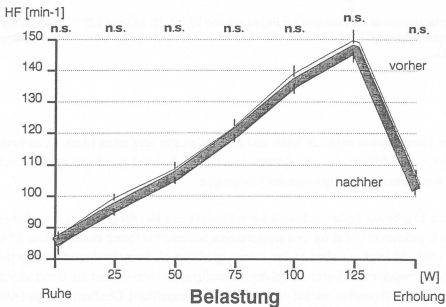


Abb. 2: Herzfrequenz in Ruhe und bei Belastung von 25, 50, 75, 100 und 125 Watt sowie nach 3minütiger Erholung, am Kuranfang und nach 3wöchiger Bewegungstherapie. Passivgruppe (n = 20).

Das Training unter kühlen Bedingungen hat jedoch deutlich stärkere Trainingseffekte zur Folge: Die Herzfrequenz der Kühlgruppe steigt unter gleicher Belastung auf allen Stufen am Kurende um im Mittel 11/Min. hochsignifikant weniger stark an (Abb. 3) als am Kurbeginn.

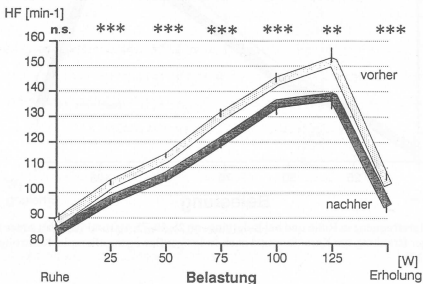


Abb. 3: Herzfrequenz in Ruhe und bei Belastung von 25, 50, 75, 100 und 125 Watt sowie nach 3minütiger Erholung, am Kuranfang und nach 3wöchiger Bewegungstherapie. Kühlgruppe (n = 18).

Wird die Herzfrequenz zwischen Kühl- und Kontrollgruppe verglichen (Abb. 4), so findet sich - bei vergleichbaren Ausgangswerten - nach dem dreiwöchigen Training eine leicht signifikante Verbesserung zugunsten der Kühlgruppe.

Dieselben Ergebnisse finden sich auch beim Produkt von Herzfrequenz und systolischem Blutdruck, welches ein Maß für den myokardialen Sauerstoffverbrauch darstellt: Die Kühlgruppe (Abb. 5) zeigt auf allen Stufen einen signifikant bis hochsignifikant verringerten Anstieg des Produktes am Kurende; bei der Kontrollgruppe (Abb. 6) sind die Unterschiede vor und nach der Terrainkur nur bei der 100-Watt-Stufe signifikant. Die Passivgruppe (Abb. 7) verändert sich auch hier nicht maßgebend.

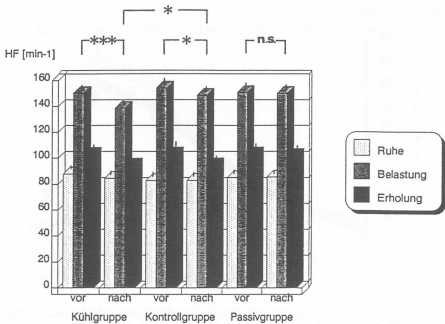


Abb. 4: Herzfrequenz der drei Patientengruppen in Ruhe und bei subjektiver Ausbelastung (individuell höchste Belastungsstufe am Kuranfang, vor und nach der dreiwöchigen Therapie).

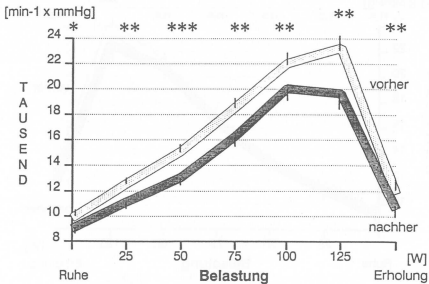


Abb. 5: Produkt von Herzfrequenz und systolischem Blutdruck in Ruhe und bei Belastung von 25, 50, 75, 100 und 125 Watt sowie nach 3minütiger Erholung, am Kuranfang und nach 3wöchiger Bewegungstherapie. Kühlgruppe (n = 18).

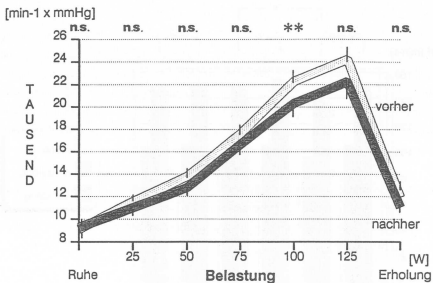


Abb. 6: Produkt von Herzfrequenz und systolischem Blutdruck in Ruhe und bei Belastung von 25, 50, 75, 100 und 125 Watt sowie nach 3minütiger Erholung, am Kuranfang und nach 3wöchiger Bewegungstherapie. Kontrollgruppe (n = 17).

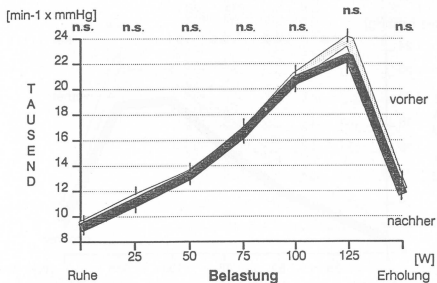


Abb. 7: Produkt von Herzfrequenz und systolischem Blutdruck in Ruhe und bei Belastung von 25, 50, 75, 100 und 125 Watt sowie nach 3minütiger Erholung, am Kuranfang und nach 3wöchiger Bewegungstherapie. Passivgruppe (n = 20).

Die Ergebnisse zugunsten der Kühlgruppe werden zusätzlich durch den weniger artefaktanfälligen Milchsäurespiegel bestätigt (Abb. 8): Vor der Bewegungstherapie zeigten die drei Vergleichsgruppen in Ruhe und bei gleicher Belastung annähernd gleiche Mittelwerte. Nach der 3wöchigen Therapie kann bei den Patienten der Kühlgruppe der größte Trainingseffekt festgestellt werden; der Laktatspiegel steigt bei gleicher Belastung um 1 mmol/l weniger stark an; der Unterschied ist hochsignifikant ($p \leq 0,001$). In der Kontrollgruppe steigt die Milchsäurekonzentration nur noch um 0,5 mmol/l (leicht signifikant) und in der Passivgruppe um 0,2 mmol/l (nicht signifikant) weniger stark an.

Beim Vergleich zwischen Kühl- und Kontrollgruppe läßt sich somit ein leicht signifikanter Unterschied zugunsten der Kühlgruppe nachweisen: Der Laktatspiegel der Kühlgruppe steigt bei identischer Belastung nach der Bewegungstherapie um 0,6 mmol/l weniger stark an als bei der Kontrollgruppe.

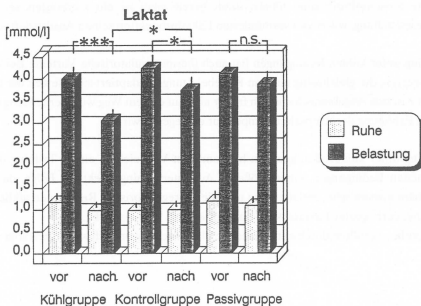


Abb. 8: Milchsäurespiegel der drei Patientengruppen in Ruhe und bei subjektiver Ausbelastung (individuell höchste Belastungsstufe am Kuranfang), vor und nach der dreiwöchigen Therapie.

3. Diskussion:

Die stärkeren Ausdauertrainingseffekte unter kühlen Bedingungen könnten sich wie folgt erklären lassen:

Eine Kühlung der Körperschale führt reflektorisch zu einer Bradykardie. Auch Kälteadaptation führt über eine Minderung von sympathischen Reaktionen und einer Aktivierung von parasymphathischen Reaktionen zu einer Ökonomisierung der Kreislauffunktionen.

Unter kühlen Trainingsbedingungen bedingt die Vasokonstriktion der Hautgefäße zusätzlich eine Blutumverteilung zugunsten der Muskulatur und damit zu einer verbesserten aeroben Energiebereitstellung. Die lokalen Durchblutungsverhältnisse könnten adaptativ durch eine verstärkte Kapillarisation verbessert werden.

Auch kann es zu einer verbesserten Sauerstoffutilisation im Muskel, durch die bevorzugte Aktivierung von "roten Muskelfasern, den Trägern von Mitochondrien und Fermenten des oxydativen Stoffwechsels kommen. Die vermehrte Durchblutung der Muskulatur und die verbesserte Sauerstoffutilisation führen somit bereits akut zu einer erhöhten aeroben Energiebereitstellung, was in der verminderten Laktatproduktion seinen Ausdruck findet.

Ein Training unter kühlen Bedingungen hat auch thermoregulatorische Vorteile. Bei Ausdauertrainierten, die gleichzeitig auch an Kältebelastungen adaptiert sind, setzen die thermoregulatorischen Abgabemechanismen früher ein. Auf diesem Weg wird der leistungsverminderten Erhöhung der Körperkerntemperatur entgegen gewirkt.

Ein Training unter kühlen Bedingungen hat somit, im Vergleich zu einem Training unter ausgeglichenen Bedingungen, einen größeren Ausdauertrainingseffekt zur Folge, da sich folgende hämodynamische, metabolische und thermoregulatorische Reaktionen addieren: Bradykardie, verringerter Laktatanstieg und verbesserte Wärmeabgabe.

Diese Hypothesen sollten durch entsprechende Untersuchungen noch weiter gefestigt werden.

Namen und Anschriften der Autoren:

Priv-Doz. Dr. med. habil. Angela Schuh,
Institut für Medizinische Balneologie und Klimatologie der Universität München
Marchioninstr. 17, W-8000 München 70.

Prof. Dr. med. Wolfgang Schnizer,
Privatklinik Rafael, Am Kurwald 10, W-8394 Bad Griesbach

* Dissertation Gerlinde Schobel-Winzeler, unveröffentlicht.

Gelenksbeweglichkeit im Verlauf von stationären Kuren in Bad Füssing

J. Kleinschmidt, E. Holzapfel, K. Dettenkofer

Degenerative Gelenkserkrankungen ("impairment") führen zu Funktionseinschränkungen ("disability"), die im Alltag die Teilnahme an dieser oder jener Gruppenaktivität verhindern ("handicap"). Kurmaßnahmen verbessern die Beweglichkeit hochsignifikant (z.B. Brunner, Dick, Erdl, Holzapfel, Stempfl, Xafopulos). Dabei interessieren Durchführungs-/Optimierungsmodalitäten für einzelne Therapiemaßnahmen.

Hierzu wurde die Fragestellung untersucht:

Unterscheiden sich die Einzelanwendungen

- aktive Bewegungsübungen in einem Luftsprudelbad
- passive Extension während einer Diathermie
- Selbstbehandlung im Mineral-Thermal-Bewegungsbad

hinsichtlich des Immediateffektes auf die Beweglichkeit ?

Methodik

Während einer 4-wöchigen Kur in Bad Füssing (Klinik Johannesbad) wurde bei 19 Kurpatienten/-innen mit Periarthropathia humero-scapularis sowie bei 23 Kurpatienten/-innen mit Coxarthrose gemäß der Neutral-Methode (Heß) an 18 Kurtagen die Beweglichkeit in den Schulter- bzw. Hüftgelenken gemessen.

An den Testterminen erfolgten die Messungen jeweils nach einer der speziellen Anwendungen. Als Bezugsmaß wurde die Beweglichkeitsmessung herangezogen, die ohne vorherige Einzeltherapie an den Vortagen stattfand (= Kontrolltermin). Prima vista einfach erscheinende Vergleiche zu Meßwerten, die man am gleichen Tag noch vor der therapeutischen Einzelmaßnahme erheben könnte, beinhalten nämlich eine systematische Verzerrung: die vom Patienten während der Messung durchzuführenden Bewegungen werden auch bei Gymnastikübungen verlangt und stellen insofern bereits ein eigenes therapeutisches Potential dar. Die krankengymnastischen Übungen im Luftsprudelbad (36°C / 15 min) richteten sich nach Vorgaben von Brandtner. Die Selbstbehandlungen im Bewegungsfreibad (35°C / 20 min) erfolgten gemäß den zu Kurbeginn vorgegebenen Instruktionen der behandelnden Stationsärzte. Die Extensionen erfolgten mit 10% des Körpergewichts, die UHF-Bestrahlungen (69 cm / 10 min) in Leistungsstufen zwischen 120 und 200 Watt.

Die Kontrolltermine (= ohne vorherige Anwendungen) fanden im Mittel am 1., 4., 6., 9., 12., 15., 19., 21. und 25. Kurtag statt, die Test-Termine (= Messung im Anschluß an eine ausgewählte Therapieform) im Mittel am 14. Kurtag. Da häufig die rechts- und linksseitigen Gelenke verschieden beweglich waren, wurde zur Auswertung die Summe aus beidseitigen Beweglichkeitsmessungen gebildet.

Ergebnisse

Es ergaben sich unterschiedlich (spezifische) Therapieeffekte, die allerdings nicht bis zum nächsten Kontrolltermin andauerten:

- * Lokale UHF + Extension erbrachte die größten (passageren) Immediateffekte
- * Krankengymnastik im Luftsprudelbad ergab die geringsten Immediateffekte
- * Der Immediateffekt von Selbstbehandlungsübungen im Bewegungsbad war erfreulich hoch
- * Der (unspezifische) Kurerfolg überstieg alle (spezifischen) Immediateffekte.

Auch wenn durch unterschiedliche Applikationsdauern (15 bzw. 20 min) eine thermophysikalische Angleichung erfolgte, sind für den Aufenthalt im 35°C warmen Bewegungsbad im Vergleich zur maximalen Konvektion im 36°C warmen Luftsprudelbad eher mildere Überwärmungen und damit geringere Therapieeffekte zu erwarten. Insofern sind die - im Vergleich zur Krankengymnastik im Luftsprudelbad - größeren Immediateffekte nach den Selbstbehandlungsübungen im Bewegungsbad bemerkenswert. Vielleicht spornte ungewollt der Doktorand die Patienten zu besonders intensiven Übungen an, indem er sichtbar am Beckenrand den Beginn der Messungen abwartete.

Außerdem beschränken sich die Ergebnisse auf die Neutral-Null-Methode. Dieses Begutachtungs-Verfahren eignet sich zur gezielten Befundung einzelner Gelenke, wobei die Funktionseinschränkungen mit Orientierung auf den zugrundeliegenden Organschaden dokumentiert werden. Daher überraschen weder die großen Immediateffekte nach einer intensiven lokalen Gelenktherapie (UHF + Extension) noch die geringen Winkelverbesserungen nach krankengymnastischen Bewegungsübungen, die eher auf die "disability" zur Kompensation der dadurch bedingten "handicaps" im Alltag ausgerichtet sind. Mit einem anderen Meßverfahren (MOBI-Test n. Kleinschmidt), das auf Bewegungsaufgaben aus dem Alltag ausgerichtet sind, erhält man sowohl Differenzierungsmöglichkeiten zwischen verschiedenen Krankheitsbildern als auch hochsignifikante Kurerfolge bei spezifischen Gelenkserkrankungen (Stempfl, Xafopulos).

Folgerungen

Kurorttherapie zielt nicht hauptsächlich auf den chronisch bestehenden Organschaden ab. Es interessiert vor allem die Verbesserung der funktionellen Einschränkung durch länger andauernde Kompensation mit verbliebenen Körperfunktionen. Dieses Ziel wird hochsignifikant erreicht, wobei ein auf die integrierten Funktionen im Alltag ausgerichtetes Meßverfahren für die Kurortmedizin angepaßter ist als die Neutral-Null-Methode aus der Begutachtungsmedizin.

Literatur

Brantner, A.
Praxis der Bewegungstherapie bei Abnützungserscheinungen des Skelettsystems.

Zeitschr. f. Bäder- und Klimaheilkunde 27 (1980) 51-53

Brunner, L.

Vergleichende Untersuchungen zur Wirkung von Balneotherapie mit Moor- bzw. Solebädern bei Arthrosepatienten im Verlauf von Kuren in Bad Aibling.

Med. Dissertation, LMU München (1993)

Dick, W.

Vergleichende Untersuchungen zur Wirkung zweier Moorbad-Systeme auf Patienten mit degenerativen Gelenk- und Wirbelsäulenerkrankungen im Verlauf von Kuren in Bad Driburg.

Med. Dissertation, LMU München (1993)

Erdl, R.

Längsschnittuntersuchungen der Wirbelsäulen- und Gelenkmitilität bei Rheumakranken im Verlauf von Thermalbadekuren in Griesbach/Rottal.

Med. Dissertation, LMU München (1981)

Heß, H.

Die Neutral-Null-Methode.

Ein Beitrag zur Vereinheitlichung der Meßmethoden im Gutachterwesen.

Die Berufsgenossenschaft Nr.6 (1974)

Holzapfel, E.

Längsschnittuntersuchungen zur Gelenk- und Wirbelsäulenmotilität bei Arthrosepatienten im Verlauf von Kuren mit kombinierten Therapiemaßnahmen in Bad Füssing.

Med. Dissertation, LMU München (1986)

Kleinschmidt, J.

Beweglichkeitsmessungen im Kurverlauf.

Heilbad und Kurort 44 (1992) 223-226

Stempfl, J.

Diagnostische Differenzierungsmöglichkeiten mit dem MOBI-Test bei der Erfassung des Beweglichkeitsstatus von Kurpatienten in Bad Füssing.

Med. Dissertation, LMU München (in Vorbereitung)

Xafopulos, G.

Die Objektivierung der Beweglichkeitsverbesserungen mit dem MOBI-Test bei Kurpatienten aus Bad Heilbrunn.

Med. Dissertation, LMU München (in Vorbereitung)

Danksagungen

Für die finanzielle Unterstützung danken wir dem
Institut zur Erforschung von Behandlungsverfahren mit
natürlichen Heilmitteln e.V., Bad Füssing
(Vorsitzender: Dr.med. Karl Dettenkofer)

Herr Alfred Taferner und Herr Harald Zuckriegl vom Institut für
Medizinische Balneologie und Klimatologie der LMU München haben
bei technischen Problemen geholfen. Außerdem waren an Vor-
bereitung und Durchführung der Studie beteiligt:

- em.Univ.-Prof.Dr.med. Heinrich Drexel, München
- Univ.-Prof.Dr.med. Wolfgang Schnizer, Bad Griesbach
- Dr.med. Johannes Zwick, Bad Füssing

Vielen Dank!

Anschriften der Verfasser

Univ.-Prof.Dr.Dr.Dipl.-Phys. Jürgen Kleinschmidt
Marchioninstr. 17, D-81377 München

Dr.med. Erwin Holzapfel
Kohweg 1, D-94072 Bad Füssing

Dr.med. Karl Dettenkofer
Paracelsusstr. 1, D-94072 Bad Füssing

Aus dem Institut für Medizinische Balneologie
und Klimatologie

der

Universität M ü n c h e n

Vorstand: Prof. Dr. med. H. D r e x e l

LÄNGSSCHNITTUNTERSUCHUNGEN ZUR GELENK- UND
WIRBELSÄULENMOTILITÄT BEI ARTHROSEPATIENTEN
IM VERLAUF VON KUREN MIT KOMBINIERTEN
THERAPIEMAßNAHMEN IN BAD FÜSSING

Inaugural Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten
Medizin an der Ludwig-Maximilians-Universität
zu M ü n c h e n

vorgelegt von

Erwin Emanuel H o l z a p f e l

aus

Bad Füssing

München 1986

Z U S A M M E N F A S S U N G

Es sollte an Kurpatienten mit rheumatischen Erkrankungen durch Messungen gezeigt werden,

- a) ob bei Applikation von kombinierten Therapie-
maßnahmen während einer Kur eine objektiv meß-
bare Erhaltung bzw. Verbesserung der Gelenk-
motilität verifiziert werden kann
- b) ob die Ergebnisse Kriterien für die Wirksamkeit
von Kuren aufzeigen
- c) wie die nach Bewegungsbad, Luftsprudelbad mit
krankengymnastischer Übung, Dezimeterwellenbe-
strahlung mit Extension zu messenden Immediat-
effekte untereinander, aber auch mit dem gesam-
ten Kureffekt in Beziehung gesetzt werden können.

Im März, April und Mai 1981 wurde dazu in einer Kur-
klinik in Bad Füssing bei 36 Patienten und Patien-
tinnen je 18x im vierwöchigen Kurverlauf die Gelenks-
motilität mit der Neutral-Null-Methode und anderen
Meßverfahren registriert.

Die Ergebnisse weisen eine hochsignifikante, ob-
jektiv faßbare Normalisierung, d.h. Erhöhung der Ge-
lenkmotilität aus. Bezüglich weiterer Kriterien für
die Wirksamkeit einer Kur konnte eine Homogenisierung

und eine reaktive Periodik nur andeutungsweise gezeigt werden. Auch der A zu (A-B)-Effekt trat nur vereinzelt auf.

Die Diathermie, kombiniert mit Extension, stellte die eingreifendste Therapiemaßnahme dar. Dies unterstreicht tierexperimentell erbrachte Ergebnisse von LEHMANN. Luftsprudelbäder mit Gymnastik und Bewegungsbäder erzielten nicht so deutliche Immediateffekte. Die Addition der Immediateffekte ergibt wie erwartet nicht den Gesamtwinkelzuwachs über den Kurverlauf. Die Kur stellt demnach keine Superposition von Einzeleffekten nach Kurmaßnahmen dar, sondern ist vielmehr als multifaktorielles Geschehen anzusehen. Es ist dabei nicht geklärt, wie die Immediateffekte in die Gelenkmotilitätsänderung im Kurverlauf eingehen.

Beweglichkeits-Check im Kurverlauf mit dem MOBI-TEST

J. Kleinschmidt

Zusammenfassung

1. Freie Kuren werden bestenfalls nur zur Hälfte bezuschußt; insgesamt wenden Kranken- bzw. Rentenversicherungen dafür nur ca 2 % ihrer Gesamtausgaben auf. Kuren sind **kein** überflüssiger Luxus, sondern erweisen sich als effektive und dabei preiswerte Therapiemethode: die Kurortsituation animiert den Patienten zu gesundheitsbewußtem Verhalten, was zu einer hohen Compliance bezüglich der Therapieverordnungen führt und sich mit hoher Vorhersagewahrscheinlichkeit bei über 75 % der Kurpatienten als Beschwerden- und Befindensverbesserungen auswirkt.
2. Ein Diagnose- und Therapiemittel, das dem Kurpatienten Spaß machen soll und damit hilft, die hohe Compliance der Kurorthotherapie zu bewahren, ist der MOBI-Test. Der Patient wird dabei animiert, im Kurverlauf selbständig (oder auch unter Anleitung durch Ärzte bzw. Physiotherapeuten) simulierte Alltagsaufgaben auszuführen. Der MOBI-Test ist einsetzbar vom
 - **Kurgast als Selbst-Check im Kurverlauf**
 - **Badearzt als Beweglichkeitsmeßgerät zur Befunddokumentation**
 - **Physiotherapeuten als Übungsgerät zur Haltungsschulung.**

Anlaß der Untersuchungen

In der Diskussion zur Kostendämpfung der Krankenkassenausgaben wird zumeist das Entlastungspotential überschätzt, das sich bezüglich einer Kürzung von Aufwendungen für Kuren ergeben könnte: sie machen weniger als 1,5 % der Gesamtausgaben aus und liegen vergleichsweise deutlich unter den Verwaltungsaufwendungen. Wohl auch aus diesem Grund sprechen sich Insider¹ ausdrücklich **nicht** für eine Reduzierung, sondern sogar umgekehrt für eine stärkere Verbreitung von Kuren aus. Dem Zeitrend² kann ja auch - gleichsam in einer "Klausurtagung in Sachen Gesundheit" - nirgends sonst so gut entsprochen werden wie in einem Kurort.

¹ so die ehemalige Gesundheitsministerin G. Hasselfeld wie auch der langjährige Vorsitzende im Landesverband Bayern der AOK H. Sizmann in der Fernsehdiskussion des Bayerischen Rundfunks vom 26.2.92 in Bad Birnbach

² das steigende Bewußtsein in der Bevölkerung für gesundheitliche Belange

Dies liegt nicht nur an speziellen ortsgebundenen Therapieangeboten, sondern auch an den kurörtlichen besonderen Rahmenbedingungen, die ausreichend Zeit für gesundheitsbildende Maßnahmen einräumen. Hierzu gehören auch Diagnose- bzw. Demonstrationsmittel wie

- **Blutdruckmesser**
- **Ergometer**
- **Sehschärfenbestimmung**
- **Hörempfindlichkeit**
- **Reaktionsstärke**
- **Streßbelastbarkeit**

u.a.m. in Gesundheitsausstellungen oder Informationsveranstaltungen. Mit Geräten, die jeder Kurgast selbst bedienen kann, erhält er Einzelaussagen über seine physiologische Leistungsbreite: dem Kurpatienten wird auch **quantitativ** die subjektiv erlebbare Verbesserung seines Gesundheitszustandes im Kurverlauf dokumentiert.

Mit dieser Zielrichtung wurde ein neues Testgerät zur

- **Messung der körperlichen Beweglichkeit,**

der MOBI-Test, entwickelt und bislang in 3 Untersuchungsreihen eingesetzt.

Methodik

Herkömmlicherweise wird die körperliche Beweglichkeit in **statischen** Verfahren gemessen. Hierbei sind etwa zu nennen:

- **Winkelmessungen nach der Neutral-Null-Methode**
- **Wirbelkörperabstand nach *Schober***
- **Finger-Fußboden-Abstand**
- **Kinn-Sternum-Abstand**

u.a.m. Der Vorteil dieser Messungen, die allerdings nur von Fachpersonal durchgeführt werden können, ist die aus der allgemeinen Verbreitung resultierende Validität, so daß hierauf sogar Begutachtungen zur Festsetzung des Behinderungsgrades u.ä. basieren. Der Nachteil besteht vor allem darin, daß die Messungen keinen unmittelbaren Bezug zur Bewältigung von **dynamischen** Alltagsaufgaben haben.

So kann es z.B. bei einem Beinamputierten keine Kniebeweglichkeitsmessungen geben; dennoch schafft es der Patient, Alltagsaufgaben wie das Treppensteigen mit kompensatorischen Hilfsmitteln zufriedenstellend zu lösen.

Dementsprechend wurde ein Simulationsmodell für **Alltagsaufgaben** entwickelt, bei dem der Kurgast u.a.

- **eine Treppe steigen muß (Hüft- und Kniebeweglichkeit)**
- **beidhändig hochgelegene Gegenstände berühren muß (Schultergürtelbeweglichkeit)**
- **beidhändig tiefgelegene Gegenstände berühren muß (Kniebeweglichkeit)**
- **eine Kurbel drehen soll (Armbeweglichkeit)**
- **ein Gewicht bewegt (Wirbelsäulenbeweglichkeit).**

Die Reihenfolge, in der 7 verschiedenen Bewegungsaufgaben wiederholt zu lösen sind, wird durch einen Rechner auf einem Monitor vorgegeben und zusätzlich durch optische Hinweiskelder angezeigt. In einer kleinen Alltagsgeschichte, die jeder Hausfrau bzw. jedem Hausmann bekannt sein dürfte, ertönt u.a. ständig die Türklingel und verlangt Laubarbeit; es müssen Kinder mit Brot und Milch versorgt werden, eine Heizung ist zuzudrehen, eine Lüftungsklappe muß aufgezogen werden, ein Bild ist beidhändig vor dem Herunterfallen zu bewahren, Handwerker brauchen Werkzeug und Bier, usf. Nach 24 Einzelereignissen ist die Alltagsgeschichte und der damit verursachte Streß zu Ende.

Die Ansteuerung der optischen und akustischen Signale und die Auswertung erfolgt durch einen kleinen Prozeßrechner. Meßkriterien sind die Gesamtlösungszeit und vor allem die getrennt ausgewertete Gesamtbewegungszeit (*Kleinschmidt et.al. 1992*).

Ergebnisse

In den ersten drei Entwicklungsstufen (MOBI-TEST I bis III) waren die Signallampen und Reaktionsmelder jeweils gleichartig ausgeführt. Die Auswertung der ersten Untersuchungen zielte vor allem auf die Ermittlung der Größenordnung des Lerneffektes bei der Bedienung des Gerätes im Vergleich zum Therapieeffekt ab. Es ergab sich dabei, daß erwartungsgemäß die größere mentale Beanspruchung bei randomisierter (und damit interessanterer und stärker motivierender) Signalfolge zwar zu längeren Lösungszeiten (im Mittel 164 bzw. 143 sec) als bei der regelmäßigen Aufgabenfolge (144 bzw. 140 sec) führte; diese ist aber im Vergleich zu den interindividuellen Streuungen doch erfreulich gering.

Eine erste Anwendung im Kurort erfolgte mit dem MOBI-Test II in Bad Heilbrunn. Hierbei war die Münchener Version (MOBI-TEST I) bereits dahingehend abgeändert worden, daß das Meßprogramm für die stark bewegungsbehinderten und daher deutlich langsameren orthopädischen AHB-Patienten aus Bad Heilbrunn verkürzt wurde. Außerdem wurden die verbliebenen nur noch 5 Bewegungsaufgaben, d.h. die zu umlaufenden Bewegungshindernisse zwischen den Signalen (Tisch, Treppe, Führungsröhre), sowie die Streckhöhe der hochgelegenen Signaltaster patientengerecht abgeändert, auch wenn dadurch ein Vergleich zu den Ergebnissen mit dem MOBI-Test I nur noch bedingt möglich ist.

Sodann wurde auf die randomisierte Programmfolge verzichtet, so daß - weniger beeinflußt durch Orientierungsschwierigkeiten - die hauptsächlich interessierenden Bewegungszeiten gemessen werden konnten: zum Kurende waren etwa um 20 % kürzere Zeiten für das gleiche Bewegungsprogramm nötig als zum Kuranfang. Die subjektive Erfahrung, daß im Kurverlauf Bewegungen immer schmerzfreier, flüssiger und damit schneller ausgeführt werden können, läßt sich damit quantitativ belegen.

In der Version MOBI-Test III wurde eine genaue Differenzierung zwischen Gesamtlösungszeit und reiner Bewegungszeit realisiert und ausgetestet: der Patient mußte nunmehr jeweils erst durch eine Extrataste bestätigen, daß er sich über die am Monitor beschriebene nächstfolgende Bewegungsaufgabe im Klaren sei, um damit die Bewegungszeitmessung zu starten. Zusätzlich zur Messung der **Gesamtzeit** für die Alltagsgeschichte (5-10 min) wird so getrennt die reine **Bewegungszeit** (1-5 min) erfaßt. In der Version MOBI-Test IV wurden dann noch die mechanischen Hindernisse und die optischen Hinweis-Signale deutlich verbessert.

Mit dem so entstandenen MOBI-Test IV wurde bei orthopädischen Reha-Patienten aus Bad Füssing u.a. die diagnostische Differenzierungsmöglichkeit für unterschiedliche Funktionseinschränkungen am Kuranfang untersucht. Die Resultate, wonach sich Patienten mit andersartigen Funktionseinschränkungen bei den unterschiedlichen Bewegungsaufgaben

- Türklingel
- Vorratsschrank
- Brotmaschine
- Lüftungsklappe
- Heizungsrehknopf
- Werkzeugkasten
- Wandbild

auch verschieden schwer tun, quantifizieren die Erfahrung, daß etwa gehbehinderte Patienten befriedigend schnell manuelle Tätigkeiten verrichten können und umgekehrt.

Bei den 23 normalgesunden Probanden aus München, bei den insgesamt fast 100 AHB-Patienten aus Bad Heilbrunn (*Xafopulos*) und bei den über 250 Reha-Patienten aus Bad Füssing (*Stempfl*) zeigte sich vor allem, daß das Hauptziel des MOBI-Test erreicht wird: der Benutzer wird dazu animiert, im Kurverlauf selbständig (oder auch unter Anleitung durch Ärzte bzw. Physiotherapeuten) die simulierten Alltagsaufgaben auszuführen. Seine Bereitwilligkeit darf allerdings nicht durch allzu langdauernde Bewegungsprogramme überstrapaziert werden.

Folgerungen

Die Aufgaben der Kurortmedizin sind vielfältig. Schon darum ist es unsachgemäß, über "die" Kuren zu diskutieren:

- **Das in anderen medizinischen Teilgebieten vordringlich beabsichtigte Kurieren von Defekten wird am Kurort bestenfalls bei Anschlußheilverfahren unter Einsatz der kurörtlichen Therapiemittel angestrebt.**
- **Die Prävention im Kurort mit rechtzeitigen Check-ups der körperlichen Leistungsfähigkeit und mit dem Einüben gesundheitsbewußten Verhaltens hat noch nicht die Bedeutung, die wünschenswert ist.**
- **Zumindest zahlenmäßig war und ist hingegen die Rehabilitation Domäne der Kurorte, an denen trainiert wird, wie bereits vor und auch noch nach der Kur weiter bestehende chronische Defekte zu kompensieren sind.**

Der MOBI-Test³ kann in allen 3 Zielrichtungen als Diagnose- und Therapiemittel dienen. Das Gerät ist einsetzbar vom

- **Kurgast als Selbst-Check im Kurverlauf**
- **Badearzt als Beweglichkeitsmeßgerät zur Befunddokumentation**
- **Physiotherapeuten als Übungsgerät bei der Haltungsschulung.**

Wenn ein solches Gerät dem Kurpatienten und dem Therapeuten auch noch Spaß macht, mag dies hinsichtlich der herkömmlichen Erwartung, wonach "echte" Medizin schlecht schmecken, weh tun und teuer sein muß⁴, abträglich sein. Wenn der MOBI-Test aber - wie auch andere Geräte und Therapiemittel - dazu verhilft, die fast schon verdächtig hohe Compliance am Kurort zu bewahren, hat er seinen Zweck erfüllt.

³ Herstellung und Vertrieb argustron GmbH, Fontanestr. 23, D-40822 Mettmann

⁴ auch hierdurch unterscheidet sich die Kurortmedizin von anderen Behandlungsformen

Literatur

Gieler, U., Kleinschmidt, J.G., Kleinschmidt, J.Th.

Quantifizierung der Gelenksbeweglichkeit nach Implantation einer Hüftprothese.
Poster anlässlich der 39. Jahrestagung der Vereinigung Süddeutscher
Orthopäden e.V. vom 28.4.-1.5.1991 in Baden-Baden.

Kleinschmidt, J.

Möglichkeiten und Grenzen der Kurerfolgsvorschung.
HuK 40 (1988) 179-181

Kleinschmidt, J., v.Willich, W.

Reaktionsgerät. Offenlegungsschrift DE 40 24 924 A 1 zu P 40 24 924.7
vom 13.2.1992, Deutsches Patentamt München

Stempf, J.

Diagnostische Differenzierungsmöglichkeiten mit dem MOBI-Test bei der
Erfassung des Beweglichkeitsstatus von Kurpatienten in Bad Füssing.
Medizinische Dissertation LMU München (in Vorbereitung)

Xafopoulos, G.

Die Objektivierung von Beweglichkeitsverbesserungen mit dem MOBI-Test
bei Kurpatienten aus Bad Heilbrunn.
Medizinische Dissertation LMU München (in Vorbereitung)

Aus dem Institut für Medizinische Balneologie
und Klimatologie der Universität München
Vorstand: Prof. Dr. med. H. Drexel

REHABILITATIONSERFOLG NACH TOTALENDOPROTHESE
DER HÜFTE

Inaugural Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten
Medizin an der Ludwig-Maximilians-Universität
zu München

vorgelegt von
Walter Irlacher

München
1984

Zusammenfassung

48 Patienten mit Totalendoprothese des Hüftgelenks wurden im Rahmen eines sechswöchigen, stationären Heilverfahrens auf den erzielten Beweglichkeits- und Funktionszuwachs untersucht. Mit Hilfe semiobjektiver Methoden konnte der Einfluß der kombinierten krankengymnastischen und balneologischen Therapie auf Lokalbeweglichkeit, Gangleistung, Schmerz und Kraft deutlich gemacht werden.

Die 32 Frührehabilitanden (Aufnahme innerhalb von 3 Monaten postoperativ) zeigten in der Flexion der versorgten Hüfte bei einer mittleren Ausgangslage von 69 Winkelgraden einen Zuwachs von durchschnittlich 16 Grad, wobei die aktive Beweglichkeit deutlich mehr gebessert werden konnte als die passive. Die Abduktion nahm bei einer mittleren Ausgangssituation von 21 Winkelgraden um durchschnittlich 5 Grad zu. Die passiv gemessene Außenrotation besserte sich um ebenfalls 5 Grad, die Innenrotation um 3 Grad. Der stärkste Zuwachs trat im Gehvermögen auf, wobei sich die freie Gehstrecke um über 100 % und die maximale Gehgeschwindigkeit um über 50 % verbesserte. Bei Entlassung erreichten 23 der 32 Patienten eine Gehzeit von mindestens 60 Minuten im Vergleich zu 7 Patienten bei Aufnahme. Gehhilfen wurden allerdings noch von 25 Patienten benötigt. Treppensteigen ohne Schwierigkeiten war möglich bei 22 Patienten. Das Wiedererlangen einer ungestörten Gebrauchsfunktion zeigte sich auch im Anziehen von Strümpfen, wo bei Entlassung 18 Patienten keine Mühe mehr hatten. In einer Fünf-Punkte-Skala ergab sich eine mittlere signifikante Schmerzreduktion von 0,63 Punkten entsprechend 32 %. Als subjektiv gebessert bezeichneten sich 24 Patienten. Der muskuläre Aufbau, der mit isometrischem Training unter Niederlast, der PNF-Technik nach KABAT und der Unterwasserbewegungstherapie erfolgte, resultierte am OP-Bein in einem Zuwachs der Maximalkraft von mittleren 41 % an den Beugern und von 79 % an den Abduktoren. Patienten mit lokalem Schmerz wiesen dabei eine geringere Verbesserung auf als Patienten ohne lokalen Schmerz. Die günstigen Resultate bei den Frührehabilitanden zeigten sich darin, daß subjektiv 20 Patienten (63 %) mit dem Behandlungsergebnis voll zufrieden waren.

Beim Krankengut der über 65-Jährigen traten geringere Änderungen in der Gangleistung und der Kraft auf, nicht jedoch im lokalen Bewegungsumfang

und dem Schmerz. Dies unterstreicht die Bedeutung einer stationären Nachbehandlung gerade bei den älteren Patienten.

Die 16 Spätrehabilitanden wiesen in der Flexion am OP-Bein bei einer mittleren Ausgangslage von 92 Winkelgraden eine Verbesserung von nur durchschnittlich 4 Grad auf. Die Abduktion wuchs im Mittel von 28 auf 30 Grad an. Außen- und Innenrotation änderten sich jeweils deutlich unter 5 Winkelgrad. In der Gangleistung kam es zu einer Steigerung der freien Gehstrecke um durchschnittlich 50 % und der maximalen Gehgeschwindigkeit um über 10 %, wobei eine Gehzeit von mindestens 60 Minuten bei Entlassung von 12 der 16 Patienten erreicht wurde im Vergleich zu 8 bei Aufnahme. Gehhilfen wurden immerhin noch von 4 Patienten benötigt, Treppensteigen war jedoch bei allen gut möglich. In der Fünf-Punkte-Skala ergab sich eine signifikante Reduktion des Schmerzes um 0,69 Punkte entsprechend 29 %. Als subjektiv gebessert bezeichnete sich jedoch nur knapp die Hälfte der Patienten. Der Zuwachs an Maximalkraft betrug am OP-Bein an den Beugern im Mittel 19 % und an den Abduktoren 39 %. Eine volle Zufriedenheit mit dem Behandlungsergebnis bestand aber nur bei 6 der 16 Patienten (38 %).

Der insgesamt günstige Funktions- und Beweglichkeitszuwachs in der durchgeführten stationären Nachbehandlung am Kurort mit rascher Annäherung an eine normale Gebrauchsfunktion spricht für die Frührehabilitation. Bei den Spätrehabilitanden ergab sich jedoch bei vorliegendem Funktionsdefizit ein noch ausreichender Zugewinn. Der hohe Anteil der mit dem Ergebnis nicht zufriedenen Patienten in der Spätrehabilitation weist aber auf eine teils überhöhte Erwartungshaltung hin. Aufgabe des Hausarztes und Fachorthopäden sollte es deshalb sein, den Patienten noch vor Aufnahme des Rehabilitationsverfahrens entsprechend zu beraten.

Aus dem Institut für Medizinische Balneologie und Klimatologie
der Universität München
Vorstand: Prof. Dr. med. E. Senn

OBJEKTIVER NACHWEIS DES TRAININGSEFFEKTS
EINER SPEZIELLEN ROLLBRETTGYMNASTIK IM
RAHMEN EINES VIERWÖCHIGEN KURPROGRAMMS

Dissertation
zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Siegfried Fürst
aus
Griesbach i. Rottal
1988

Zusammenfassung

19 Probanden absolvierten während ihres Kuraufenthalts in der Klinik Niederbayern in Bad Füssing als einzige trainingsintensive Maßnahme fünfmal pro Woche ein spezielles Rollbrettprogramm.

Für eine dadurch bedingte Verbesserung der Ausdauerleistungsfähigkeit spricht, daß beim Vergleich der Fahrradergometrie zu Beginn und am Ende der Kur bei der Kontrolluntersuchung

- die meisten Patienten eine höhere Leistungsstufe erreichten
- die Herzfrequenzwerte im Durchschnitt deutlich niedriger lagen
- die Laktatwerte ebenfalls niedriger ausfielen
- die PWC 110 und die PWC 130 deutlich höher waren
- die aerobe Kapazität größer war.

Die Untersuchungen während der Rollbrettgymnastik zeigten ein mehrmaliges Überschreiten der Mindesttrainingsfrequenz für mehrere Minuten und eine, anhand der Laktatwerte am Ende des Programms nachgewiesene, gute Ausbelastung der Patienten, die mit derjenigen am Ende der Fahrradergometrie vergleichbar war.

Die genannten Ergebnisse charakterisieren das Rollbrett als geeignetes Instrument zur Verbesserung der Ausdauerleistungsfähigkeit der Kurpatienten.

Untersuchungen zur Ozon-Therapie bei Patienten mit peripheren arteriellen Verschußkrankheiten

J. Kleinschmidt

Das starke Oxydationsmittel **OZON** bricht bevorzugt ungesättigte C=C - Bindungen auf (Albers, Weigel 1969). Biochemische in-vitro-Versuche lassen auf Beeinflussungen

- **des Pentose-Zyklus**
- **des Lipidstoffwechsels**
- **von Redox-Systemen**
- **von Vitaminen**

schließen (Kleinschmidt, Schnizer 1981). Auch weitergehende klinische Befundverbesserungen nach Ozontherapie wurden bereits bei Patienten mit

- **Allergien, Asthma**
- **Neuralgien**
- **chronisch degenerativen Erkrankungen**
- **peripheren arteriellen Verschußkrankheiten**

im Funktionsbereich "Schmerztherapie" an der Justus-Liebig-Universität Gießen dokumentiert (Herget, Vogelsberger 1982). Vergleichbare Befundverbesserungen werden allerdings auch als Folge einer Sauerstoffinfusions-Therapie dargestellt (Sailer, Stocksmeier 1989).

In einer prospektiven kontrollierten Studie sollte geprüft werden, ob man durch Anwendung eines **O₂ - / O₃ - Gemisches (Ozontherapie)** im Vergleich zur reinen **O₂ - Applikation (hämatogene Oxydationstherapie)** bei Patienten mit peripheren arteriellen Durchblutungsstörungen unterschiedliche **Immediateffekte** und / oder **Langzeiteffekte** dokumentieren kann. In einer Praxis für Allgemeinmedizin erhielten dazu 12 Patienten mit peripheren arteriellen Verschußkrankheiten im FONTAINE-Stadium IIa, IIb und III kostenfreie Behandlungen mit **Sauerstoffgas (100 %)** oder **Ozon (2 %) / Sauerstoff (98 %) - Gasgemischen**. Durch unbemerktes Ein- bzw. Ausschalten des Ozonisierungsgerätes **OZONOSAN^R PM 83 K** (Firma HÄNSLER, Iffezheim) war ihnen die jeweilige Applikationsart **nicht** bekannt (Schema des einfachen Blindversuchs).

Das Meßprogramm (Fischer, B.) umfaßte verschiedenartige Befundgrößen, darunter:

- **Blutgasanalyse** (Blutgasanalysator BMS 3 Mk 2, Firma RADIOMETER, Kopenhagen)
- **Sauerstoffversorgung** am Fußrücken, transcutan gemessener Sauerstoffpartialdruck **tcPO₂** (Gerät SM 361, Firma HELLIGE, Freiburg)
- **Hautdurchblutung** am Fußrücken, gemessen als Wärmetransportveränderungen zwischen HELLIGE-Transoxode und Gewebe
- **Ausdauerleistung** bei funktionellen Zehenstands-Versuchen jeweils vor einer Behandlung (Video-Dokumentation)

Ergebnisse

Immediat-Effekte

a) In-vitro-Sauerstoffsättigung von Eigenblut

Eine systematische ozonbedingte Verschiebung der Sauerstoffsättigungskurve war statistisch nicht zu sichern.

b) In-vivo-Sauerstoffversorgung der betroffenen Extremität

Gemessen an videodokumentierten Veränderungen des Hautfarbtons, durch Veränderungen des Wärmetransportes sowie in Bezug auf den Verlauf von $tcPO_2$ - Werten ist als Immediat-effekt am Fußrücken nach intraarteriellen Injektionen primär eine drastische Abnahme des perkutan gemessenen **Sauerstoffpartialdrucks** festzustellen, dem sekundär eine **reaktive Hyperämie** folgt. Derartige lokale Gegenregulationen des Organismus sind vermutlich auf passagere Durchblutungsbehinderungen im Kapillarnetz durch Mikro-Gasembolien zurückzuführen.

Überzufällige Unterschiede zwischen reinen Sauerstoffinjektionen und der Applikation von Ozon- / Sauerstoff-Gas konnten - bei den allerdings wenigen Patienten - **nicht** gesichert werden.

Langzeit-Effekte

Die Ausdauerleistung verbesserte sich bei funktionellen Zehenständen ist im Therapieverlauf. Auch für andere Befundgrößen ließen sich im Zeitverlauf Verbesserungen dokumentieren. Ein signifikanter Bezug auf die verschiedenartigen Therapiephasen war hingegen nicht möglich.

Schlußfolgerungen

Durch intraarterielle Ozon-Sauerstoff-Injektion werden zweifelsfrei eindrucksvolle Immediat-effekte bewirkt. Mit den hier erfaßten physiologischen und physikalischen Meßgrößen läßt sich allerdings die potenzierende Bedeutung der Ozon-Komponente gegenüber der reinen Sauerstoffapplikation statistisch **nicht** sichern. Dies schließt nicht aus, daß mit den anderen Meßverfahren, etwa mit Hilfe immunologischer Methoden (*Bocci, Luana* 1990), doch differenzierende Wirkungs- oder sogar Wirksamkeitsnachweise zu dokumentieren sind.

Literatur

Albers, H., Weigel, W.

Bildung und Bedeutung peroxydischer Oxydations-Katalysatoren im Blut.
Physikalische Medizin und Rehabilitation 10 Heft 1 (1969) 6-10

Bocci, V., Luana, P.

Studies of the Biological Effects of Ozone: Induction of Interferon on Human Leucocytes.
Haematologica 75 (1990) 510-515

Fischer, B.

Cross-Over-Untersuchungen zur Wirkung ozontherapeutischer Maßnahmen bei Patienten mit peripheren arteriellen Verschlusskrankheiten.
Medizinische Dissertation LMU München (in Vorbereitung)

Herget, H.F., Vogelsberger, W.

Klinische Ozonanwendungen.
Erfahrungsheilkunde 31 (1982) 1064

Kleinschmidt, J., Schnizer, W.

Ozon-Therapie - noch Außenseitermethode ?
Ärztliche Praxis 33 (1981) 1887

Sailer, M., Stocksmeier, U.

Sauerstoff-Infusions-Therapie als ergänzende Therapiemaßnahme (I und II).
Natura-Med 4 Nr. 7/8 (1989) 418-421 und Nr. 9 (1989) 493-496

Die Untersuchungen wurden finanziell gefördert

- vom **Verein zur Erforschung von Behandlungsverfahren mit natürlichen Heilmitteln e.V.**, Bad Füssing (Vorsitzender: Dr.med. *K. Dettenkofer*)
- vom **Verein der Freunde des Instituts für Medizinische Balneologie und Klimatologie e.V.**, München (Vorsitzender: Dr.med. *W. Stappert*)
- durch die **Ärztliche Gesellschaft für Ozontherapie e.V.**, Düsseldorf (Komm. Vorsitzender: Dr.med. *H. Dorstewitz*)

Für die tatkräftige Hilfe bei der technischen Durchführung und Auswertung danke ich besonders folgenden Mitarbeitern des Instituts für Medizinische Balneologie und Klimatologie der LMU München:

W.W. Brummer, J. Fischer, M. Jamis, L. Schietzsch, A. Taferner, H. Zuckriegel

Herr Dr.med. *H. Dorstewitz* war in dankenswerter Weise bereit, die Untersuchungen mit Patienten seiner Praxis vornehmen zu lassen: eine umfangreiche, methodisch bereits erprobte, prospektive Doppel-Blind-Studie mit 100 Patienten des Kreiskrankenhauses Ebersberg mußte wegen Ausscheidens des zuständigen Oberarztes abgebrochen werden.

Anschrift des Verfassers

Univ.-Prof.Dr.Dr.Dipl.-Phys. **Jürgen Kleinschmidt**
Institut für Medizinische Balneologie und Klimatologie
der Ludwig-Maximilians-Universität München
Marchioninstr. 17, D-81377 München

Vom Weiler zum Weltbad

- 1938 Entdeckung der Thermalquelle.
Safferstetten hat 476 Einwohner, der Weiler
Füssing besteht aus sechs Bauernhöfen.
- 1947 Erstmals beschränkte Nutzung der Therme.
- 1952 Das Balneologische Institut
der Universität München stellt die Heilkraft
des Wassers fest.
- 1955 Safferstetten hat 707 Einwohner,
230 Gästebetten und 14060 Übernachtungen.
- 1957 Die Erschließung des Kurgebiets beginnt.
- 1961 Das Kommunale Kurmittelhaus wird eröffnet.
- 1962 Der Kurpark wird angelegt.
- 1963/64 Die Thermalquellen II und III werden erbohrt.
- 1965 Safferstetten hat 806 Einwohner,
1530 Gästebetten und 306949 Übernachtungen.
- 1967/69 Bau und Eröffnung des Klinikums Johannesbad.
- 1970 Verleihung des Titels „Bad“.
Kleines Kurhaus fertiggestellt.
- 1971 Die Gemeinden Safferstetten, Würding und Eggfing
am Inn bilden die Großgemeinde Bad Füssing.
- 1972 Aigen am Inn wird ebenfalls eingegliedert.
- 1973 Mehr als eine Million Übernachtungen.
- 1975 Inbetriebnahme der Klinik Niederbayern.
- 1979 Mehr als zwei Millionen Übernachtungen.
- 1980 Großes Kurhaus fertiggestellt.
- 1984 Gründung des Institutes zur Erforschung von
Behandlungsverfahren mit natürlichen Heilmitteln e.V.
- 1986 Neue Kurgymnastikhalle eröffnet.
- 1988 Bad Füssing hat rund 6500 Einwohner, 13300 Gäste-
betten und fast 3,2 Millionen Übernachtungen.
- 1989 Einzug ins neue Kurverwaltungsgebäude,
erster Sieger beim Landeswettbewerb „Unser
Lebensraum – naturbewußt gestaltet“.
- 1992 Auszeichnung als Nichtraucherfreundlicher Kurort.
- 1993 Eröffnung der LVA-Rheumaklinik; 89. Deutscher Bädertag.
- 1994 Ausgestaltung der ev. Christuskirche durch den
Künstler Christian Ludwig Attersee.

HERAUSGEBER
INSTITUT ¶ ERFORSCHUNG ¶ BEHANDLUNGSVERFAHREN ¶
NATÜRLICHEN HEILMITTELN ¶

Bad Füssing