
R Physikalische Medizin

Rehabilitationsmedizin · Kurortmedizin

Organ
Deutsche Gesellschaft
für Physikalische
Medizin und Rehabilitation

Berufsverband der
Ärzte für Physiotherapie/
Physikalische Medizin

Verband Deutscher
Badeärzte e. V.

Schweizerische Gesellschaft
für Balneologie
und Bioklimatologie

Herausgeber
R. Callies, Jena
(verantwortlich)
E. Senn, München

Redaktionskollegium
E. Conradi, Berlin
M. Gadomski, München
G. Hennig, Bad Wörishofen
O. Knüsel, Zurzach
D. Riede, Halle/Saale
G. Rompe, Heidelberg

Redaktionsassistent
U. Smolenski, Jena

Wissenschaftlicher Beirat
H. Baumgartner, Zürich
J. Buchmann, Rostock
M. Bühring, Berlin
J. C. Cordes, Bad Lausick
E. Ernst, Wien
R. Freund, Dresden
R. Fricke, Sendenhorst
A. Gehrke, Hannover
B. Hartmann, Freiburg/Br.
G. Hildebrandt,
Marburg/Lahn
O. Hillebrand,
Bad Schallerbach
C. Mucha, Köln
K. L. Schmidt, Bad Nauheim
W. Schmidt-Kessen,
Freiburg/Br.
W. Schnizer, Bad Griesbach
N. Seichert, München
G. Weimann, Höxter

1. Jahrgang 1991
2. Jahrgang 1992
177 Abbildungen
und 76 Tabellen



1992
Georg Thieme Verlag
Stuttgart · New York

Inhaltsverzeichnis

Heft 1/2 (Oktober 1991) = Seite 1–56

Heft 1 (Februar 1992) = Seite 1–34

Heft 2 (April 1992) = Seite 35–70

Heft 3 (Juni 1992) = Seite 71–108

Heft 4 (August 1992) = Seite 109–138

Heft 5 (Oktober 1992) = Seite 139–164

Heft 6 (Dezember 1992) = Seite 165–194

1991

1 *Callies, R., E. Senn:* Zu Beginn

4 *Conradi, E.:* Grußwort

5 *Gadomski, M.:* Grußadresse des Berufsverbandes der Ärzte für Physikalische Medizin und Rehabilitation e. V.

3 *Rompe, G.:* Zum Geleit

6 *Schumacher-Wandersleb, O.:* Zum Geleit

Experimentelle und klinische Forschung

17 *Gutenbrunner, Chr., G. Hildebrandt:* Immediate und Langzeitwirkung von Solebädern auf die Histaminreagibilität der Haut

33 *Liefring, V., K. Hinz, W. Seidel, E. Conradi:* Objektivierung der Muskelaktivität bei krankengymnastischen Bewegungsabläufen mit Mehrkanalelektromyographie

29 *Mucha, C., A. Schulz:* Ergebnisse einer prospektiv kontrollierten Verlaufsstudie zum Effizienzvergleich einer physikalischen Kombinationstherapie gegen die übungstherapeutische Monotherapie bei Atrophie der Oberschenkelmuskulatur

7 *Rösel, B., H. G. Pratzel:* Die Ventilwirkung der Haut bei der Iontophorese mit wiederholter Umpolung

22 *Schuh, A.:* Ausdauertraining bei gleichzeitiger Kälteadaptation: Auswirkungen auf den Muskelstoffwechsel

12 *Smolenski, U., R. Callies, H. Schubert:* Tierexperimentelle Untersuchungen zum Ultraschall als Therapeutikum

Zur Weiterbildung

38 *Scherf, H.-P., H. Meffert, M. Mischke, K.-P. Schollak:* Physikalische Therapie der arteriellen Hypertonie. Eine einmalige milde Infrarot-A-Hyperthermie gestattet Voraussagen hinsichtlich des Ansprechens auf weitere Behandlungen

41 *Schreiber, U., K. Eitner, K.-H. Donnerhacke, R. Callies, U. Smolenski, C. Uhlemann, G. Hein, G. Lehmann, C. Seifert:* Laser als Physiotherapiemittel in der Rheumatologie

46 *Werner, G. T., J. Lohmann:* Möglichkeiten der physikalischen Therapie bei der progressiven systemischen Sklerodermie

Wissenschaftliche Kurzmitteilungen

54 *Altekrüger, M., R. Callies:* Welche Änderung der Schmerzschwelle (Elektroalgometrie) bewirkt Ultraschall bei Patienten mit akutem Lumbalsyndrom in einer Behandlungswoche?

52 *Keitel, W., A. Schulz:* Untersuchungen zur Wirksamkeit von SOFT- und MID-Laser-Behandlungen bei Indikationen am Bewegungsapparat

Nekrolog

56 *Callies, R.:* In memoriam Professor Dr. med. Herbert Jordan

1992

Wissenschaft und Forschung

143 *Boateng, B., H.-P. Albrecht, S. Bühler-Singer, D. Hiller, O. P. Hornstein:* Objektivierung balneotherapeutischer Wirkungen auf die Haut mittels nichtinvasiver Meßmethoden

19 *Conradi, E., R. Brenke, S. Philipp:* Häufigkeit akuter respiratorischer Erkrankungen und sekretorisches Immunglobulin A im Speichel unter dem Einfluß regelmäßigen Saunabadens von Kindern

78 *Fialka, V., I. Zifko, B. Schneider, S. Schimmerl:* Die sympathische Reflexdystrophie (RSD) der oberen Extremität. Klinische, szintigraphische und dynamometrische Langzeitbeobachtungen

179 *Froböse, I., C. Mucha:* Möglichkeiten von sporttherapeutischen Maßnahmen in der Rehabilitation von Patienten mit chronischer Polyarthrit

58 *Gutenbrunner, Chr., K. Ruppel:* Zur Frage der adaptiven Blutdrucknormalisierung im Verlauf komplexer Bäderkuren unter besonderer Berücksichtigung von Homogenisierungseffekten und Lebensalter

113 *Haak, T., E. Jungmann, P. Schmidt, E.-H. Scheuermann, K. H. Usadel:* Zum Einfluß der endogenen Opioide auf die diuretisch-natriuretische Wirkung der Wasserimmersion bei gesunden Freiwilligen

118 *Halling, F., H.-A. Merten, P. Anlauf:* Iontophorese im Kiefer- und Gesichtsbereich – Klinische Studie und Übersicht

109 *Kleinschmidt, J.:* Qualitätskontrolle in der Moorthapie

12 *Knitsch, W., B. Schultz, C. Mucha, A. Schultz, I. Pichlmayr:* Unterstützende Atemtherapie mit der Eisernen Lunge

1 *Kröling, P., M. Mühlbauer:* Einfluß von Eisbeutel, Kaltluft und N₂-Kaltgas auf die gelenknahe elektrische Schmerzschwelle

52 *Mariotti, G., U. Schlumpf, R. Zillig, R. de Ruyter:* Rückenschule: Erwartungen, Ergebnisse und Erkenntnisse. Versuch einer Evaluation

7 *Mucha, C.:* Ergebnisse einer multivariaten klinischen Vergleichsuntersuchung zur Wirksamkeit physikalischer Intervall- und Kombinationstherapien in der postoperativen Frührehabilitation von Knieinstabilitäten – Teil II

47 *Mucha, C.:* Das Verhalten von Kraftparametern im Regenerationsverlauf der Oberschenkelmuskelatrophie unter physikalischer Therapie

71 *Mucha, C.:* Motorische Leistungsdifferenzierungen in der Rehabilitation bei Knieinstabilitäten und Chondropathia patellae

173 *Mucha, C.:* Einfluß von CO₂-Bädern im frühfunktionellen Therapiekonzept der Algodystrophie

- 127 *Mucha, C., B. Schultz:* Vergleichende Untersuchung zur Kontrakturremobilisation bei hämophiler Arthropathie
- 92 *Pratzel, H. G., U. M. Aigner, D. Weinert, B. Limbach:* Zur analgetischen Wirksamkeit eines Schwefelmoorbades bei weichteilrheumatischen Beschwerden. Eine randomisierte Doppelblindstudie
- 43 *Resch, K. L., E. Ernst, P. Schloßer, A. Matrai, H. F. Paulsen:* Schlaganfallrehabilitation: Behinderungsgrad, Blutrheologie und Prognose
- 122 *Schlumpf, U.:* Besonderheiten der Osteoporose bei Spondylitis ankylosans (Morbus Bechterew) und therapeutische Konsequenzen
- 88 *Schnizer, W., H. Knorr, J. Lindner, A. L. Gerbes, P. Schöps:* Endokrine Reaktionen im Saunabad. Die Stimulierung des atrionatriuretischen Faktors (ANF)
- 148 *Seidel, E. J., F.-D. Stanek, C. Wick, P. Engel, W. Henze, H. J. Gerner:* Veränderungen ausgewählter Funktionsparameter bei Querschnittgelähmten nach Sauna
- 84 *Steinberg, R., R. Callies:* Vergleichsstudie Ultraschall und Prednisolonphonophorese bei Patienten mit Epicondylopathia humeri
- 183 *Steinberg, R., R. Callies:* Körperregion, Kurzwellenapplikation und Wärmeempfinden
- 154 *Turk, Z., J. Barovič, W. Kobinger, G. Fischer:* Gepulste Magnetfelder niedriger Intensität als adjuvante Therapie bei schwer polytraumatisierten Patienten
- 165 *Ungern-Sternberg, A. v., D. Kramer, M. Klüthmann, G. Weimann:* Rehabilitationsverlauf von jungen aphasischen Schlaganfallpatienten
- 35 *Ungern-Sternberg, A. v., M. Klüthmann, G. Weimann, A. v. Helm:* Prognostische Relevanz des computertomographischen Befundes für das funktionelle Ergebnis der Rehabilitation nach zerebralem Insult
- 15 *Weimann, G., C.-R. Arnold, M. Kemper:* Zur Wirksamkeit verschiedener krankengymnastischer Programme bei erwachsenen Myopathiekranke
- 139 *Winterfeld, H.-J., H. Siewert, D. Strangfeld, H. Warnke, U. Engelmann, J. Kruse, R. Aurisch, R. Frenzel:* Erfahrungen mit der aktiven Rehabilitation nach Herztransplantation

Weiter- und Fortbildung

- 135 *Biefang, S.:* Analyse des Bedarfs an Untersuchungen und Maßnahmen zur Verbesserung und Weiterentwicklung der Kur
- 190 *Callies, R., U. Schreiber, U. Smolenski, R. Steinberg, B. Bocker:* Dosisparameter einer lokalen Kaltluftapplikation
- 100 *Deetjen, P.:* Radon-Balneotherapie – neue Aspekte
- 161 *Heinze, H., G. Brüggemann:* Isokinetik in der Rehabilitation
- 30 *Kirschner, Ch.:* Leitlinien für eine reformierte Struktur der ambulanten Vorsorge- und Rehabilitationskuren. Teil 1: Die Kur als Einheit von Prävention und Rehabilitation
- 67 *Kirschner, Ch.:* Leitlinien für eine reformierte Struktur der ambulanten Vorsorge- und Rehabilitationskuren. Teil 2: Richtlinien der kurärztlichen Behandlung

- 104 *Kirschner, Ch.:* Leitlinien für eine reformierte Struktur der ambulanten Vorsorge- und Rehabilitationskuren. Teil 3: Der psychosozio-somatische Ansatz der Kurortmedizin

- 25 *Schmidt-Kessen, W.:* Zur kurärztlichen Situation

- 157 *Seichert, N.:* Zur Problematik der Radon-Balneotherapie

- 186 *Wiedemann, E.:* Was ist eigentlich Naturheilkunde?

Wissenschaftliche Kurzmitteilungen

- 65 *Gschiel, E., N. Klammer, Ch. Weis, W. Marktl:* Ergebnisse spirometrischer Untersuchungen bei Kindern mit chronischem Asthma bronchiale während eines Kuraufenthaltes
- 98 *Jondero, G., Z. Galaszek, L. Nowicki, E. Galaszek:* Subkutane CO₂-Gasinsufflation bei Patienten mit arterieller Verschlusskrankheit
- 22 *Schnizer, W., J. Lindner, H. Knorr, J. Ring:* Lymphozytenstimulierende Eigenschaft des Blutplasmas nach Saunabad
- 133 *Schreiber, U., U. Smolenski, H. Schubert, R. Callies:* Impulschallvarianten und Temperaturänderung am Gelenk (tierexperimentelle Untersuchung)

Nekrolog

- 107 *Conradi, E.:* Nachruf für Prof. Dr. med. Herbert Krauß 1909–1991
- 194 *Enders, W.:* Nachruf für Dr. med. Bernhard E. Schöbel 1918–1992
- 164 *Kleditzsch, J.:* Nachruf für Prof. Dr. sc. med. Stefan Bankov
- 33 *Schindler, E.:* Nachruf für Dr. med. Johannes Wiesner

Laudatio

- 32 *Schumacher-Wandersleb, O.:* Zum 85. Geburtstag von Privatdozent Dr. med. habil. H. Baatz

Endokrine Reaktionen im Saunabad. Die Stimulierung des atrionatriuretischen Faktors (ANF)

W. Schnizer¹, H. Knorr¹, J. Lindner¹, A. L. Gerbes², P. Schöps³

¹ Institut für Medizinische Balneologie und Klimatologie der Universität München

² Medizinische Klinik II, Klinikum Großhadern, Universität München

³ Klinik für Physikalische Medizin, Klinikum Großhadern, Universität München

Endocrine reactions during sauna exposure. The stimulation of the atrial natriuretic factor (ANF)

The atrial natriuretic factor (ANF) probably is of importance in the regulation of water and electrolyte homeostasis and of blood pressure. The present experimental investigation is supposed to study the influence of sauna bathing on ANF. We measured ANF-plasma levels of six healthy probands, who underwent two subsequent sauna exposures of fifteen minutes each. Already following the first heat exposure a significant rise in the ANF-concentration was observed; however, the subsequent thermic exposure showed only a small increase. In the recovery phase the blood levels returned to their original values rather rapidly. ANF-release responds sensitively to changes in atrial pressures. An explanation of the ANF-releasing mechanism during sauna exposure is difficult insofar as the known hemodynamic changes under hyperthermia do not lead to an increase in atrial pressure or volume.

Key words

Sauna bath – endocrine reactions – atrial natriuretic factor

Zusammenfassung

Dem atrionatriuretischen Faktor (ANF) wird eine Bedeutung in der Regulation des Wasser- und Elektrolyt-haushalts und des Blutdrucks zugesprochen. Die jetzige experimentelle Untersuchung sollte die Beeinflussung der ANF-Freisetzung unter den Bedingungen des Saunabads feststellen. Bestimmt wurden die Plasmaspiegel von sechs gesunden Versuchspersonen, die sich einem zweimaligen Saunagang von jeweils 15 Minuten unterzogen. Schon nach der ersten Wärmeexposition kam es zu einem signifikanten Anstieg des ANF, die weitere thermische Belastung erbrachte nur noch einen geringen Zuwachs. In der Erholungsphase wurden die Ausgangswerte relativ rasch wieder erreicht. Der ANF reagiert empfindlich auf Änderungen des intravasalen Volumens. Die Erklärung des Freisetzungsmechanismus bei Saunaexpositionen ist insofern schwierig, als die aus den Ergebnissen postulierte atriale Druck- oder Volumenzunahme nicht aus den bekannten hämodynamischen Änderungen unter Hyperthermie gefolgert werden kann.

Schlüsselwörter

Saunabad – endokrine Reaktionen – atrionatriuretischer Faktor

In den Herzvorhöfen existieren myoendokrine Zellen, die den atrionatriuretischen Faktor (ANF) synthetisieren und speichern (*De Bold* et al. 1981). Dieses Polypeptid wird aus sekretorischen Granula bei geringer Vorhofdehnung oder Zunahme des atrialen Drucks vermehrt freigesetzt (*Lang* et al. 1985, *Needleman* et al. 1986). Unter den Bedingungen erhöhter Plasmaspiegel führt der ANF zu gesteigerter Natriurese und Diurese, daneben aber zu weiteren Effekten zirkulatorischer, nervaler und endokriner Natur (*De Bold* et al. 1981, *Needleman* et al. 1986). Ihm wird eine wichtige Aufgabe in der Regulation des Wasser- und Elektrolythaushalts zugeschrieben.

Unter balneotherapeutischem Aspekt ist von Interesse, daß es infolge der beim Vollbad auftretenden zentra-

len Hypervolämie (*Epstein* 1978) zu einer erhöhten Ausschüttung des ANF kommt (*Gerbes* et al. 1986). Auch die bei körperlicher Arbeit veränderte zentrale Hämodynamik ist von gesteigerten Plasmakonzentrationen begleitet (*Richards* et al. 1987, *Saito* et al. 1987). Inwieweit die unter Wärmeexposition veränderten zentralen Kreislaufverhältnisse auf die Sekretionsbedingungen des ANF Einfluß nehmen, ist nicht bekannt. Aufgrund der Bedeutung der Thermoerapie innerhalb der Physikalischen Medizin und zur Objektivierung von Grundmechanismen wurde in der jetzigen Studie die Auswirkung einer hyperthermen Anwendung auf die Plasmakonzentration des ANF überprüft.

Methodik

Als Modell der Wärmeexposition wurde das Saunabad herangezogen. Es wurden die Plasmaspiegel des ANF vor und nach einer aus zwei jeweils 15minütigen Saunagängen,

bei einer Zwischenpause von 15 Minuten, an sechs saunaunge-
wöhnten Versuchspersonen (4 Frauen, 2 Männer, Alter 24 ± 3
Jahre) mit RIA in extrahiertem Plasma bestimmt (Arendt et al.
1986). Die Saunatemperatur betrug 90°C Deckentemperatur
bei 15% rel. Luftfeuchtigkeit. Abkühlprozeduren nach dem
Saunabad wurden nicht vorgenommen. Die Untersuchung erfolgte
am frühen Nachmittag. Die Ergebnisse wurden auf Mittelwert-
differenzen (t-Test) mit einer Signifikanzschränke von 5%
überprüft.

Ergebnisse

Die gemessenen Plasmaspiegel des ANF sind in Abb. 1 im
Mittelwertverlauf dargestellt. Bei allen sechs Probanden
stimulierte die Wärmeexposition die ANF-Ausschüttung,
jedoch individuell sehr unterschiedlich. Bereits nach dem
ersten Saunagang war das Konzentrationsmaximum fast er-
reicht, d.h. die zweite Exposition führte nur noch zu einem
geringen Zuwachs. Der Erholungsvorgang ist von ebenfalls
raschem Charakter, denn in der Messung 30 Minuten nach
Saunade traten wieder den Ausgangswerten vergleichbare
Konzentrationen auf.

Diskussion

Der atrionatriuretische Faktor (ANF) oder auch
atriales natriuretisches Peptid (ANP) gilt neben dem Renin-
Angiotensin-Aldosteron-System (R-A-A-S) und dem anti-
diuretischen Hormon (ADH) als weiterer bedeutsamer
Regulationsmechanismus des Flüssigkeits- und Elektrolyt-
haushalts bzw. der Blutvolumenkontrolle. Das Hormon wird
in myoendokrinen Zellen der Herzvorhöfe synthetisiert und
als Prohormon, bestehend aus 126 Aminosäuren, gespeichert
(Forssmann 1986, Needleman et al. 1986). Der biologisch
aktive Teil, der bei der Freisetzung abgespalten wird,
besteht aus 28 Aminosäuren, wobei für die Wirksamkeit
des ANF der C-terminale Molekülanteil verantwortlich ist.
Die Plasmahalbwertszeit beträgt etwa drei Minuten. Als
"second messenger" der Hormonwirkung gilt das zyklische
Guanisinmonophosphat (C-GMP) (Hamet et al. 1986,
Heim et al. 1988).

Es ist experimentell gut belegt, daß eine Ex-
pansion des Blutvolumens zu einer Ausschüttung des ANF
in den Kreislauf führt. So bewirkt an der Ratte eine etwa
7,5%ige Zunahme des zirkulierenden Blutvolumens eine
Verdoppelung des Plasmaspiegels (Lang et al. 1985).
Auch beim Menschen ließ sich unter Volumenzufuhr ein
signifikanter Anstieg des Plasma-ANF nachweisen (Weil
et al. 1985). Aus diesem Grunde werden Änderungen der
Wandspannung in der Vorhofmuskulatur als auslösende
Faktoren für die ANF-Freisetzung angenommen. Daher
überrascht es nicht, daß auch die bei thermoneutraler
Wasserimmersion auftretende akute zentrale Volumen-
belastung mit einer Erhöhung der Blutkonzentration
verbunden ist. Gerbes et al. (1986) fanden während
Vollbädern schon nach 10 Minuten eine Steigerung der
ANF-Plasmaswerte um 27%.

Die Ergebnisse der jetzigen Studie zeigen, daß eine
thermische Belastung im Sinne einer Wärmeexposition,
wie sie das Saunabad darstellt, zu einer signifikanten
Zunahme der ANF-Freisetzung führt. Dies überrascht
insofern, als Kreislaufumstellung und Blutvolumen-
verteilung unter Wärmebelastung mit Bevorzugung der
peripheren Durchblutung und Einschränkung im
Splanchnikusbereich nicht zu einer Zunahme, sondern
eher zu einer Abnahme der Vorhofdrücke führen (Ro-

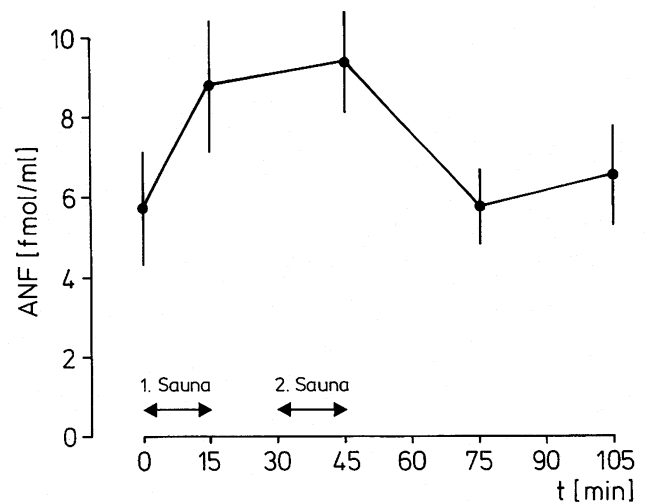


Abb. 1 Verlauf der ANF-Konzentration im Blutplasma nach Wärmeexposition durch Saunabad.

well 1983) und somit der adäquate Releasing-Stimulus
nicht gegeben scheint. Anders als bei Wasserimmersion,
wird das periphere Pooling in der Sauna nicht kompensiert.
Damit sind für das Zustandekommen der erhöhten ANF-
Werte nach dem Saunabad weitere Mechanismen zu
diskutieren.

Eine solche thermische Belastung ist im Rahmen
der Temperaturregulation von einer Zunahme von Herz-
frequenz, Herzzeitvolumen und der Kerntemperatur
begleitet. Sie bedeutet zudem eine sympathikotone
Stressreaktion mit vermehrter Ausschüttung von
Katecholaminen. Was ein möglicher Temperatureinfluß
auf die ANF-Sekretion angeht, besteht der experimentelle
Hinweis einer thermischen Abhängigkeit der ANF-
Freisetzung am isolierten Vorhofpräparat der Ratte,
dessen Übertragbarkeit jedoch offen bleiben muß
(Bilder et al. 1986). Weiterhin ist ein Einfluß durch
Katecholamine zu diskutieren, da eine dosisabhängige
Freisetzung von ANF durch Stimulation mit adrenergen
Agonisten beschrieben ist (Currie u. Newman 1986,
Sanfield et al. 1987).

Neben dem Vorhofdruck ist für die Auslösung
der ANF-Sekretion auch eine Bedeutung der Herzfrequenz
in Erwägung gezogen worden. So konnten bei Patienten
mit paroxysmaler Tachykardie erhöhte plasmatische
ANF-Spiegel beobachtet werden (Schiffrin et al. 1985),
ebenso wie bei schrittmacherinduzierter Tachykardie
(Crozier et al. 1986). Ferner führte eine Zunahme
der Stimulationsfrequenz am isolierten Vorhofpräparat
der Ratte zu vermehrter Freisetzung des ANF
(Schiebinger u. Linden 1986). Andererseits ist
beschrieben, daß alleinige Pulsbeschleunigung keinen
ANF-Effekt erzielte (Haufe et al. 1987) und beim
Hund ist eine Zunahme der Herzfrequenz während
niedriger Vorhofdrücke nicht von einer vermehrten
ANF-Abgabe begleitet gewesen (Christensen et al.
1988). Offenbar spielt unter den Determinanten der
ANF-Freisetzung eine Rolle, daß in der atrialen
Systole Vorhofdruck und Wandspannung potenziert
werden. Überhaupt scheint es im Freisetzungsmechanismus
besonders auf Änderungen der transmuralen
Vorhofdrücke und der Wandspannung anzukommen,
denn, wie tierexperimentell belegt werden konnte,
führte ein Anstieg des intraatrialen Drucks ohne eine
entsprechende Zunahme der Wandspannung und des
transmuralen Vorhofdrucks

nicht zu einer Zunahme der zirkulierenden ANF-Konzentrationen (Edwards et al. 1988, Mancini et al. 1987).

Inwieweit nichtmechanische oder extrakardiale Faktoren, die bei der Wärmeexposition des Saunabads auftretende ANF-Ausschüttung bestimmen, ist jetzt nicht im einzelnen zu klären. Da das Saunabad mit einer starken sympathischen kardialen Aktivierung und Steigerung der Katecholaminspiegel verbunden ist, wäre nicht nur eine direkte, sondern über die Regulation des venösen Rückstroms und systemisch hämodynamischer Veränderungen eine indirekte Beeinflussung denkbar. Die Erhöhung des Herzzeitvolumens mit Umstellung der Blutverteilung zugunsten der peripheren Durchblutung, insbesondere im kutanen Gefäßsystem, dient thermoregulatorischen Zwecken.

Die Mechanorezeption über einen erhöhten atrialen Druck bzw. Wandspannung gilt als adäquater Vorgang der ANF-Stimulation. Daher stellt sich die Frage, ob während Ganzkörpererwärmung diese Voraussetzungen geschaffen werden. Die Hämodynamik unter Hitzeexposition ist gut untersucht (Rowell 1983). Danach kommt es im Rahmen der Thermoregulation zu progressiven Zunahmen von Herzfrequenz und Herzzeitvolumen bei Reduktion des totalen systemischen Kreislaufwiderstands, der im allgemeinen von einer mehr oder weniger deutlichen Verringerung des Blutdrucks begleitet ist. Gleichzeitig führt das periphere venöse Pooling zu einer Beeinträchtigung des venösen Rückstroms, was sich wiederum als Abnahme von zentralem Blutvolumen und zentralem Venendruck manifestiert. In dieser Sicht verursacht also die thermophysiologische Kreislaufreaktion gerade den gegenteiligen Effekt, der aufgrund der jetzigen ANF-Messungen mit dem signifikanten Anstieg der Blutwerte nach dem Saunabad zu erwarten gewesen wäre.

Andere Studien über Wärmeexposition weisen ebenfalls in die Richtung erhöhter ANF-Stimulierbarkeit (Asanuma et al. 1988, Schnizer et al. 1991). Allerdings handelt es sich hierbei um Wasserbäder, die aus Gründen des hydrostatischen Drucks ein dem Umgebungsmedium Luft vergleichbares venöses Pooling nicht zulassen und somit wohl auch unter hyperthermen Bedingungen die zentralen Blutvolumenverhältnisse stabilisieren. Ähnlich begünstigend auf den venösen Rücktransport und damit auf die zentrale Hämodynamik dürfte sich die bei körperlicher Arbeit in Aktion kommende sogenannte Muskelpumpe auswirken. Es überrascht daher nicht, daß auch physische Belastungen zu vermehrter ANF-Ausschüttung führt. Aufgrund des anderen Verhaltens der zentralen Hämodynamik bei Hitzeexposition ist zu vermuten, daß an der in der jetzigen Studie gefundenen erhöhten ANF-Stimulierbarkeit nicht der Faktor Vorhofdruck die entscheidende Rolle am Zustandekommen spielen kann.

Literatur

- Arendt, R. M., D. Ritter, E. Stangl: Molecular weight heterogeneity of plasma - ANF in cardiovascular disease. *Klin. Wochenschr.* 64 (1986) 97-102 (Suppl. VI)
- Asanuma, Y., S. Fujiya, H. Ide, Y. Agishi: Augmentation of plasma atrial natriuretic peptide by hot water immersion in normal man. *J. of. Jap. Ass. Phys. Med. Baln. and Clim.* 51 (1988) 199-206
- Bilder, G. E., T. L. Schofield, E. H. Baline: Release of atrial natriuretic factor. Effects of repetitive stretch and temperature. *Am. J. Physiol.* 251 (1986) f817-F821
- Christensen, G., A. Ilebekk, J. Aakeson, Fikill: The release mechanism for atrial natriuretic factor during blood volume expansion and tachycardia in dogs. *Acta Physiol. Scand.* 134 (1988) 263-270
- Crozier, I. G., M. G. Nicholls, H. Ikram, E. A. Espiner, T. G. Yandle, D. Jans: Atrial natriuretic peptide in humans. Production and clearance by various tissues. *Hypertension* 8 (Suppl. II) (1986) II-II-II-15
- Currie, M. G., W. H. Newman: Evidence für -1 adrenergic receptor regulation of atriopeptin release from the isolated rat heart. *Biochem. Biophys. Res. Commun* 137 (1986) 94-100
- De Bold, A. J., H. B. Borenstein, A. T. Veress, H. Sonnenberg: A rapid and potent natriuretic response to intravenous injection of atrial myocardial extracts in rats. *Life Sci.* 28, (1981) 89-94
- Edwards, B. S., R. S. Zimmermann, T. R. Schwab, D. M. Heublein, J. C. Burnett: Atrial stretch, not pressure, is the principal determinant controlling the acute release of atrial natriuretic factor. *Circ. Res.* 62 (1988) 191
- Epstein, M.: Renal effects of head out water immersion in man. Implications for an understanding of volume homeostasis. *Physiological Reviews* 58 (1978) 529-581
- Forssmann, W. G.: Cardiac hormones. I. Review on the morphology, biochemistry and molecular biology of the endocrine heart. *Eur. J. Clin. Invest.* 16 (1986) 439
- 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
- Hamet, P., J. Tremblay, S. C. Pang, R. Skuherska, E. L. Schiffrin, R. Garcia, M. Catnin, J. Genest, R. Palmour, F. R. Martin, R. Goldwater: Cyclic GMP as mediator and biological marker of atrial natriuretic factor. *J. Hypertens.* 4 (Suppl. 2) (1986) 49
- Haufe, M. C., J. Weil, K. Nafzger, R. Gerzer, F. Bildlingmaier, K. Theissen: Acute increase in right atrial pressure by intracardiac stimulation releases atrial natriuretic peptide. *Eur. Heart J* 8 (1987) 277-281
- Heim, J. M., K. Gottmann, J. Weil, M. C. Haufe, R. Gerzer: Is cyclic GMP a clinically useful marker for ANF action? *Z. Kardiol.* 77 (Suppl. 2) (1988) 41
- Lang, R. E., H. Thoenken, D. Ganten, F. C. Luft, H. Ruskoaho, T. H. Unger: Atrial natriuretic factor - a circulating hormone stimulated by volume loading. *Nature Lond* 314 (1985) 264-266
- Mancini, G. B., M. J. McGillem, E. R. Bates, A. B. Weder, D. F. DeBoe, R. J. Grekin: Hormonal responses to cardiac tamponade: inhibition of release of atrial natriuretic factor despite elevation of atrial pressures. *Circulation* 76 (1987) 884
- Needleman, P., J. E. Greenwald: Atriopeptin: a cardiac hormone intimately involved in fluid, electrolyte, and blood-pressure homeostasis. *N. Engl. J. Med.* 314 (1986) 828
- Richards, A. M., G. Touolo, J. G. F. Cleland, G. D. McIntyre, B. J. Leckie, H. J. Dargie, S. G. Ball, J. S. Robertson: Plasma atrial natriuretic peptide concentrations during exercise in sodium replete and deplete normal man. *Clin. Sci.* 72 (1987) 159-164
- Rowell, L. B.: Cardiovascular adjustments to thermal stress. *Handbook of Physiology, Section 2: The Cardiovascular System, Volume III.* Bethesda, Maryland 1983
- Saito, Y., K. Nakao, A. Sugawara, K. Nishimura, M. Sakamoto, N. Moric, T. Yamada, H. Itoh, S. Shiono, T. Kuriyama, M. Hirai, M. Ohi, T. Ban, H. Imura: Atrial natriuretic polypeptide during exercise in healthy man. *Acta Endocrinol.* 116 (1987) 59-65

- Sanfield, J. A., Y. Shenker, R. J. Grekin, S. G. Rosen:* Epinephrine increases plasma immunoreactive atrial natriuretic hormone levels in humans. *Am. J. Physiol.* 252 (1987) E 740–E 745
- Schiebinger, R. J., J. Linden:* Effect of atrial contraction frequency on atrial natriuretic peptide secretion. *Am. J. Physiol.* 252 (1986) H 1095–H 1099
- Schiffrin, E. L., J. Gutkowska, O. Kuchel, M. Cantin, J. Genest:* Plasma concentration of atrial natriuretic factor in an patients with paroxysmal atrial tachycardia. *N. Engl. J. Med.* 312 (1985) 1196
- Schnizer, W., H. Knorr, A. L. Gerbes, R. M. Arendt, J. Lindner, P. Schöps:* The effect of different water temperatures on the release of the atrial natriuretic factor (ANF) during “Head out water immersion”. *European Journal of Physical Medicine and Rehabilitation* 3/91 (in press)
- Tikkanen, I., K. Metsarinne, F. Fyhrquist:* Atrial natriuretic peptide in paroxysmal supraventricular tachycardia. *Lancet* II (1985) 40–41
- Yamaji, T., M. Ishibashi, H. Nakaoka, K. Imataka, M. Amano, J. Fujii:* Possible role for atrial natriuretic peptide in polyuria associated with paroxysmal atrial arrhythmias. *Lancet* I (1985) 1211
- Weil, J., R. E. Lang, H. Suttman, U. Rampf, F. Bildlingmaier, R. Gerzer:* Concomitant increase in plasma atrial natriuretic peptide and cyclic GMP during volume loading. *Klin. Wschr.* U63 (1985) 1265

Prof. Dr. med. W. Schnizer

Privatklinik St. Raphael
Am Kurwald 10
8394 Bad Griesbach