

Wohlbefinden und psychoneurokardiale Adaptivität beim „unspezifischen Rückenschmerz“

Beise R¹, Löllgen D^{2,4}, Kaiser M³, Mück-Weymann M^{1,4}

¹ Institut für Verhaltensmedizin und Prävention, Universität für Gesundheitswissenschaften, Medizinische Informatik und Technik, Hall in Tirol (Österreich)

² Biocomfort Diagnostics GmbH & Co. KG, Bernhäuser Straße 17, 73765 Neuhausen a. d. F. (Deutschland)

³ SKOLAMED GmbH, Petersberg, 53639 Königswinter/Bonn (Deutschland)

⁴ Universitätsklinikum Dresden Carl Gustav Carus, Klinik und Poliklinik für Psychotherapie und Psychosomatik, Fetscherstr. 74, 01307 Dresden (Deutschland)

Für die Autoren:

Prof. Dr. Dr. med. Michael Mück-Weymann
Institut für Verhaltensmedizin und Prävention
UMIT - Universität für Gesundheitswissenschaften, Med. Informatik und Technik
Eduard Wallnöfer-Zentrum I
A-6060 Hall i. T.
T +43 (0) 50 / 86 48 38 75
F +43 (0) 50 / 86 48 67 38 75
E michael.mueck-weymann@umit.at

Abstrakt

Rückenschmerzen stellen in Deutschland das am häufigsten genannte Beschwerdebild chronischer Schmerzerkrankungen dar, verursachen subjektives Leiden und haben einen großen Einfluss auf Wirtschaft und Sozialpolitik. Der Großteil dieser Erkrankung kann psychosomatisch (z.B. bei Depressivität oder chronischem Stress) sowie durch den allgemein veränderten Lebensstil (v.a. Bewegungsmangel) begründet werden (Romano & Turner, 1985; Sullivan et al., 1992).

Um Funktionsstörungen durch vegetative Anpassungsprozesse oder auch Therapieerfolge besser erkennen zu können, wird in den letzten Jahren insbesondere die Messung der Herzratenvariabilität (HRV) genutzt. Neben der Diagnostik bei internistischen Erkrankungen (z.B. diabetische Neuropathie, Herzinfarkt) dient die HRV auch der Erkennung vegetativer Zustände bei seelischen Störungen. HRV-Screenings könnten daher aus gesundheitsökonomischer Sicht insofern von Interesse sein, wenn sich direkte wie indirekte Krankheitskosten bei frühzeitiger Diagnosestellung senken ließen.

In der hier vorgestellten Pilotstudie wurden 533 Personen auf ihre HRV und subjektives Befinden untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass die Probanden deutlich niedrigere HRV-Werte im Vergleich zu Referenzwerten hatten. Das Wohlbefinden fiel ebenso tendenziell niedrig aus. Wie erwartet hatten Teilnehmer, die über chronische Rückenschmerzen klagten, niedrigere HRV-Werte. Männer zeigten niedrigere Werte als Frauen. Das subjektive Wohlbefinden deckt sich nicht wie ursprünglich erwartet mit dem HRV-Befund. Tendenziell zeigten aber die Teilnehmer mit lang anhaltenden Rückenschmerzen niedrigere HRV-Werte als Teilnehmer mit keinen oder nur kurz andauernden Rückenschmerzen.

Um diese Tendenzen zu untermauern, werden Studien gefordert, die zirkadiane Rhythmik, Bewegungsverhalten, subjektive Befindlichkeit und arbeitsbedingten Stress stärker beachten. Die HRV eignet sich dennoch unter bestimmten Umständen als praktikables Screening-Tool und kann eingesetzt werden um Menschen zu Lebensstiländerungen bewegen, deren gesundheitlich relevanten Effekte schnell und einfach durch wiederholte Messungen beurteilt werden können.

Einleitung

In Deutschland stellen Beschwerden des Bewegungsapparates den Löwenanteil chronischer Schmerzerkrankungen, wobei Rückenschmerzen das häufigste Beschwerdebild darstellen; z.B. bei deutschen Erwachsenen mit einer Punktprävalenz um 30%, einer Jahresprävalenz um 70% und einer Lebenszeitprävalenz um 90% (Kohlmann, 1991). Höchstens bei 15% der Rückenschmerzpatienten lässt sich ein „spezifischer Rückenschmerz“ diagnostisch sichern, der orthopädisch, neurologisch oder neurochirurgisch angegangen werden kann. Die Diagnose „Rückenschmerz“ führt andererseits häufig zu Arbeitsunfähigkeit und Frühberentung und hat somit eine immense sozialpolitische und wirtschaftliche Bedeutung (Gesundheitsberichterstattung des Bundes, Heft 7).

Als psychische Risikofaktoren für Chronifizierung von Rückenschmerzen wurden emotionale Stimmung (z.B. Depressivität), schmerzbezogene Kognitionen (z.B. Hoffnungslosigkeit), ungünstige Schmerzbewältigung (z.B. Vermeidung) und „chronischer Stress“ identifiziert (Weickgenant et al., 1993; Geisser et al., 1994; Nilges, 1992; Grebner, 1999). Eine weitere Ursache dieses „Zivilisationsleidens“ dürfte in einem veränderten Lebensstil - gekennzeichnet durch überwiegend sitzende Tätigkeiten kombiniert mit Bewegungsmangel – zu suchen sein. Sportliche Betätigung (z.B. Stretching, aerobes Ausdauertraining) und v.a. psycho-edukative bzw. -therapeutische Maßnahmen haben sich deshalb in der Prävention bei Rückenbeschwerden als wirksam erwiesen (Flor et al., 1992).

Die als Chronifizierungsfaktoren von Rückenschmerzen identifizierten psychosozialen Zustände werden auf biologischer Ebene zumeist auch von vegetativen Anpassungsprozessen begleitet. Um dabei auftretende Funktionsstörungen besser erkennen zu können oder Therapieerfolge besser messbar zu machen, wird in den letzten Jahren insbesondere auch auf die Messung der Herzratenvariabilität (HRV) zurückgegriffen (Mück-Weymann, 2002).

Seit Langem ist bekannt, dass bestimmte körperliche Erkrankungen (z.B. Herzinfarkt, Kardiomyopathie, Diabetische autonome Neuropathie) zu einer reduzierten HRV führen können (Berntson et al, 1997, Ewing, 1978, Löllgen, 1999, Malik, 1994). Aber auch seelische Störungen, wie z.B. Depressionen, Überlastungen oder subjektives Unwohlsein können die vegetative Adaptationsfähigkeit beeinträchtigen und somit die HRV einschränken (Mück-Weymann et al., 2002). Präventive Maßnahmen (Entspannungstraining, Ausdauersport,...) hingegen können die HRV steigern, was wiederum oft mit einem verbesserten subjektiven Wohlbefinden einhergeht (Mück-Weymann, 2002). Es wurde daher vorgeschlagen, die HRV als einen unspezifischen aber sensiblen Globalindikator für psycho-physische Zustände anzusehen (ebd.). Im Rahmen präventiver Screening-Maßnahmen könnte die HRV künftig mithelfen, frühzeitig Hinweise auf Erkrankungen (z.B. Diabetische autonome Neuropathie) oder Überlastungszustände (z.B. somatoforme Störungen) zu gewinnen. Da direkte und indirekte Krankheitskosten bei frühzeitiger Diagnosestellung bzw. rechtzeitiger Intervention oft gesenkt werden können, könnten HRV-Screenings auch aus gesundheitsökonomischer Sicht von Interesse sein.

Die hier vorgestellten Befunde beschreiben querschnittlich die Zusammenhänge zwischen HRV, subjektivem Wohlbefinden und körperlicher Aktivität im unkontrollierten Setting einer Reihenuntersuchung bei Patienten mit „unspezifischen Rückenschmerzen“.

Methodik

An der Reihenuntersuchung nahmen insgesamt 533 Personen eines Dienstleistungsunternehmens teil. Die Teilnehmer arbeiteten hauptsächlich an Bildschirmarbeitsplätzen, teilweise auch in einem Call Center. Der Test fand in einem ruhigen Raum statt, in dem nur die Testperson und der Testleiter waren. Im Hintergrund wurde leise Entspannungsmusik gespielt. Die Tests wurden während der Arbeitszeit, zwischen 9.00 und 16.00 Uhr durchgeführt.

Die Teilnehmer beantworteten zuerst einen kurzen Fragebogen (Abbildung 1) zur aktuellen gesundheitlichen Verfassung und subjektiven Befindlichkeit (Wohlfühltest nach WHO). Mit nur fünf Fragen zum Zeitraum der zurückliegenden zwei Wochen können mittels des WHO-Fragebogen zum Wohlbefinden erste Hinweise auf eine etwaige „Stresskrankheit“ oder Depression gewonnen werden, wobei Angaben zur subjektiven Lebensqualität in den Bereichen Stimmung, Vitalität und allgemeine Interessen erfasst werden. Bei „vollständigem Wohlbefinden“ kann man 25 Rohpunkte erreichen, im ungünstigsten Fall ergeben sich 0 Punkte. Als ein realistischer „Cut off“ für deutlich reduziertes Wohlbefinden gilt eine Summe kleiner 13 Rohpunkte. Durch Multiplikation der Rohwerte mit dem Faktor vier ergeben sich Prozentwerte zwischen 0 und 100. Dieser Fragebogen wird häufig als Screening-Instrument in der Primärversorgung eingesetzt und steht in 26 Sprachen zur Verfügung (<http://www.who-5.org>).

Anschließend wurde ein autonomer Funktionstest („Atemtest“) mit dem „Stressball“ (Firma BioSign, Ottenhofen) durchgeführt um die respiratorische Sinusarrhythmie zu quantifizieren. Dabei wurde darauf geachtet, dass eine Atemfrequenz von sechs Atemzügen pro Minute eingehalten wurde, um intra- und interindividuell vergleichbare Ergebnisse zu erhalten (Task Force, 1996). Sechs Atemzüge pro Minute rufen nach Baron & Ewing (1999) beim Menschen die größte Variation der Herzfrequenz hervor, da bei dieser Atemfrequenz auch das baroreflektorische System angesprochen wird

Wie oft waren Sie in den letzten 6 Monaten beim Arzt?
 0 1-3
 4-6 >6

Hatten Sie in den vergangenen 4 Wochen Rückenschmerzen?
 ja nein

Dauerten die Rückenschmerzen mehr als 6 Monate an?
 ja nein

Nehmen Sie regelmäßig Herz- oder Blutdruckmedikamente ein?
 ja nein

Kennen Sie Ihren Blutdruck? _____ / _____ mmHg
 <140/80 <140/90 – 160/95 >160/95

Wie aktiv sind Sie?
 niedrig, nicht regelmäßig mittel, regelmäßig einmal pro Woche
 hoch, mindestens 2-3 mal pro Woche top, mehr als an 4 mal pro Woche

Fragen der WHO zum Wohlbefinden

In den letzten zwei Wochen ...	Die ganze Zeit	Meistens	Etwas mehr als die Hälfte der Zeit	Etwas weniger als die Hälfte der Zeit	Ab und zu	Zu keinem Zeitpunkt
... war ich froh und guter Laune						
... habe ich mich ruhig und entspannt gefühlt						
... habe ich mich energisch und aktiv gefühlt						
... habe ich mich beim Aufwachen frisch und ausgeruht gefühlt						
... war mein Alltag voller Dinge, die mich interessieren						

Copyright © by WHO / www.wohlfuehlttest.de

Abbildung 1: Fragebogen

Die Teilnehmer wurden wie folgt in den Test eingewiesen:

- im Takt des Atembalkens ein- bzw. ausatmen
- sich entspannen (evtl. an einen schönen, angenehmen Moment denken)
- Test selbständig starten wenn der Atemrhythmus automatisiert ist und man sich entspannt fühlt

Anschließend wurde den Teilnehmern das Ergebnis erklärt und es wurden ihnen Maßnahmen zur Beeinflussung der HRV aufgezeigt.

Tests, die folgende Kriterien erfüllen, wurden von der Auswertung ausgeschlossen:

- RMSSD > 125 ms
- Variationskoeffizient > 25 %
- Standardabweichung > 20 Schläge/Minute
- BMI > 35
- regelmäßige Einnahme von Herz- bzw. Blutdruckmedikamenten.

Auf dieser Basis konnten Messwerte von 424 Teilnehmern ausgewertet werden (Tabelle 1):

Tabelle 1: Darstellung der Stichprobe (Mittelwerte)

	Frauen	Männer	Gesamt
Anzahl	309	115	424
Alter [Jahre]	38,4	42,4	39,5
Größe [cm]	167,7	181,0	171,3
Gewicht [kg]	66,3	83,2	70,9
BMI [kg/m ²]	25,4	23,6	24,0

Ergebnisse

Das erhobene subjektive Wohlbefinden der Teilnehmer war nach der Einteilung im WHO5-Fragebogen eher niedrig. 70% der Teilnehmer gaben an, ein niedriges ($\leq 60\%$), 20% ein durchschnittliches (> 60 und $< 76\%$), und nur 10% ein hohes ($\geq 76\%$) subjektives Wohlbefinden zu haben. Im Vergleich zu den Ergebnissen (Normwerte) von Low P.A. et al. (1990) hatten die Teilnehmer eine deutlich niedrigere respiratorische Sinusarrhythmie. Auffallend ist auch, dass die Ergebnisse der Männer sich von denen der Frauen deutlich unterscheiden.

Abbildung 2 zeigt die respiratorische Sinusarrhythmie in Abhängigkeit vom Alter.

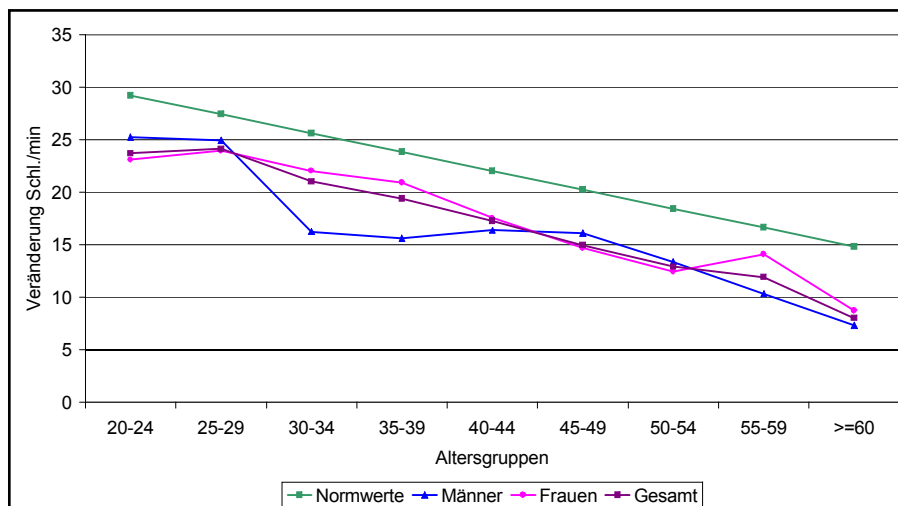


Abbildung 2: Herzratenvariabilität der einzelnen Gruppen im Vergleich

Betrachtet man die Herzratenvariabilität in Abhängigkeit vom subjektiven Wohlbefinden, erwartet man, dass mit steigendem subjektivem Wohlbefinden auch die Herzratenvariabilität steigt. Je häufiger man sich froh, entspannt, aktiv, ausgeruht und frisch fühlt, desto höher wird das Wohlbefinden eingeschätzt. Bei den Frauen ist dieser Zusammenhang annähernd gegeben. Frauen mit einem hohen subjektiven Wohlbefinden haben auch die höchste HRV. Bei den Männern stellt sich das Ergebnis

genau umgekehrt dar. Mit steigendem Wohlbefinden sinkt die HRV (Abbildung 3), dies ist aber nicht signifikant.

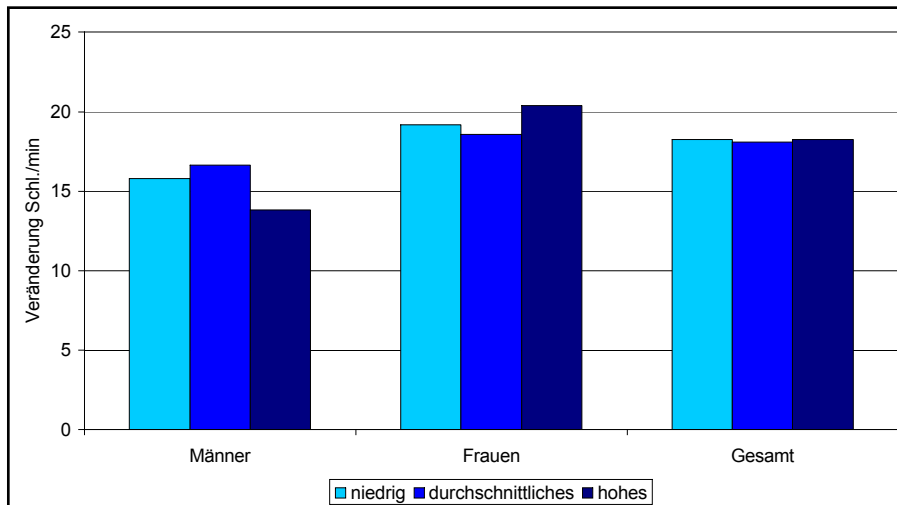


Abbildung 3: Veränderung der Herzratenvariabilität im Vergleich zum subjektiven Wohlbefinden

Teilnehmer, die über lang anhaltende Rückenschmerzen berichten, haben auch eine niedrigere HRV (Abbildung 4). Hier stimmen die Ergebnisse mit den Erwartungen überein.

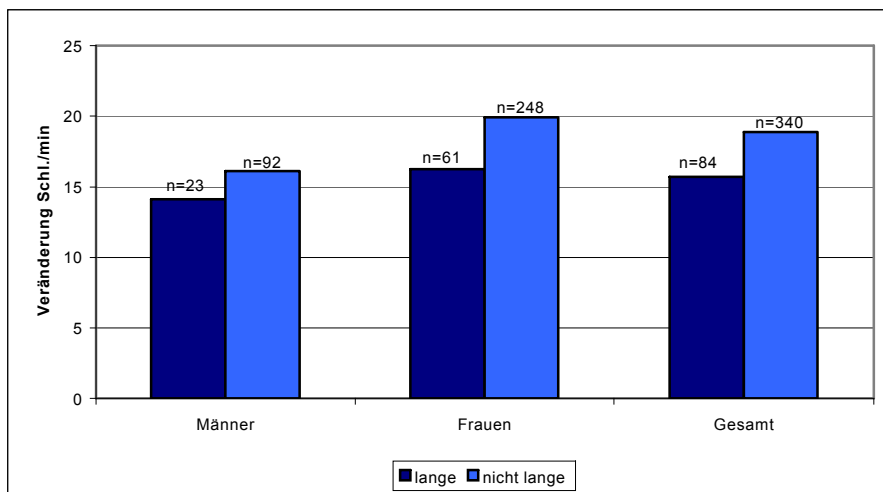


Abbildung 4: Herzratenvariabilität in Bezug zu lang anhaltenden (> 6 Monaten) Rückenbeschwerden

Bei Probanden, die über Rückenschmerzen in den letzten 4 Wochen klagten, konnte ebenfalls eine geringfügig, nicht aber signifikant niedrigere HRV festgestellt werden als bei Teilnehmern, die in den letzten 4 Wochen diesbezüglich keine Beschwerden hatten.

Betrachtet man die HRV in Abhängigkeit von körperlicher Aktivität, fällt auf, dass Personen, die fast täglich Sport treiben, die niedrigste HRV zeigen. Im Gesamtergebnis, vor allem aber bei den Frauen, erreichen Aktive, die sich zwei- bis dreimal pro Woche sportlich betätigen, tendenziell eine höhere respiratorische Sinusarrhythmie (Abbildung 5).

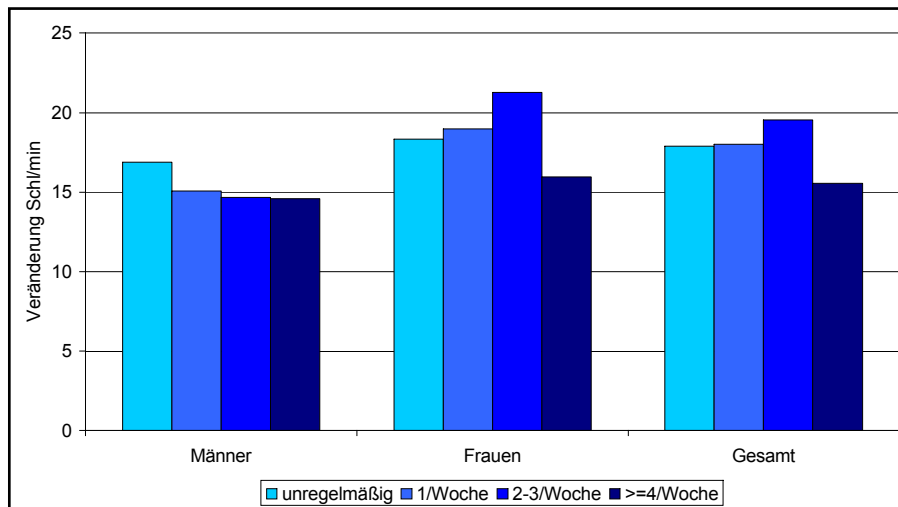


Abbildung 5: Herzratenvariabilität in Abhängigkeit von der sportlichen Betätigung

Diskussion

Mit nur fünf Fragen zur subjektiven Lebensqualität in den Bereichen Stimmung, Vitalität und allgemeine Interessen während der zwei zurückliegenden Wochen, gilt der WHO-Fragebogen zum Wohlbefinden als psychiatrisches Screening-Instrument mit hoher Sensitivität und hoher negativer Prädiktivität (Henkel et al., 2003). Insbesondere lassen sich mit diesem kurzen Fragebogen erste Hinweise auf eine „Stresskrankheit“ oder Depression gewinnen. Als realistischer „Cut off“ für ein deutlich reduziertes Wohlbefinden gilt eine Summe unter 13 Punkten, was einem Grenzwert von 52% entspricht. Mit einem Mittelwert von 50,5% (Standardabweichung 18,7) lagen unsere Probanden also schon unter dem „Cut-off“-Wert für klinisch depressive Patienten, was als Hinweis auf den hohen Belastungsgrad der Gruppe gewertet werden kann.

Auffallend ist, dass die Teilnehmer eine deutlich niedrigere HRV im Vergleich zu den Normwerten von Low P.A. et al. (1990) aufweisen. Eine Erklärung dafür könnte die Messung in einer irregulären Pause während der Arbeitszeit sein. Die Teilnehmer konnten sich innerhalb kurzer Zeit eventuell nicht entspannen. Low P.A. et al. (1990) gaben an, gesunde Personen untersucht zu haben, was bei dieser Reihenuntersuchung nicht zweifelsfrei angenommen werden kann. So könnten noch nicht diagnostizierte Bluthochdruckpatienten oder Teilnehmer mit Stoffwechselstörungen in die Stichprobe mit eingeschlossen worden sein. Auch eine im Vergleich zu 1990 niedrigere HRV – z.B. aufgrund höherer Belastungen am Arbeitsplatz (u.a. Mobbing, Arbeitsplatzunsicherheit) - ist nicht auszuschließen.

Auffallend war die Tendenz, dass Männer eine niedrigere HRV zeigten als die Frauen, was bisher nicht in der Literatur zu finden ist. Auch am Untersuchungstag eventuell konsumierte missbräuchlich hohe Dosen an Kaffee und/oder Nikotin könnten auf die HRV gewirkt haben. Wenngleich moderate Dosierungen an Kaffee (2-3 Tassen) keinen negativen Effekt auf die HRV zeitigen (Rauh et al., 2006), sind im deutschen Büroalltag durchaus höhere Dosierungen üblich und könnten beispielsweise über vermehrte Dehydration und tachykarde Reaktionen die HRV beeinträchtigen.

Die Einnahme von verschiedenen Medikamenten – allen voran trizyklische Antidepressiva – kann ebenfalls die HRV beeinträchtigen (Mück-Weymann, 2002) und mag wegen der hohen Prävalenz von (medikamentös behandelten) Depressionen auch in diesem Kollektiv gewisse Effekte bewirkt haben.

Schließlich konnten die HRV-Untersuchungen nicht auf einen engen Tageszeitraum eingegrenzt werden, sondern erfolgten zu unterschiedlichen Zeitpunkten im Tagesverlauf (zwischen 9.00 und 16.00 Uhr). Da bekannt ist, dass die HRV eine zirkadiane Rhythmik aufweist (Bonnemeier et al, 2003) liegt auch hierin ein Erklärungsansatz für die tendenziell niedrigeren Mittelwerte in unserer Population.

Das subjektive Wohlbefinden deckt sich nicht regelhaft mit dem HRV-Befund. Die in der Einleitung angeführte Hypothese („hohes Wohlbefinden = hohe HRV“ und vice versa) konnte somit nicht wirklich bestätigt werden. Die nur geringen Unterschiede in der respiratorischen Sinusarrhythmie lassen aber auch eine definitive Ablehnung der Hypothese nicht zu. Ein detaillierter Fragebogen zur Erfassung der subjektiven Befindlichkeit wäre hier womöglich ein eher geeignetes Instrument.

In unserem Kollektiv war die HRV bei Personen mit lang andauernden Rückenschmerzen niedriger als bei Teilnehmern, die diesbezüglich keine Beschwerden hatten. Ob die Rückenschmerzen funktionell oder psychosomatisch bedingt waren, konnte hier nicht festgestellt werden. Der Begriff des Globalindicators für die HRV bestätigt sich hier. Da auch bei Patienten mit erhöhter Depressivität über Einschränkungen der HRV berichtet wurde (Mück-Weymann et al., 2002; Nashoni et al. 2004, Uduopa, et al. 2006; Siepmann et al., 2005) und Depressivität wiederum als Risikofaktor für Chronifizierung gilt (Geisser et al., 1994), könnte auch eine - in dieser Studie lediglich indirekt mittels des Fragebogens zum subjektiven Wohlbefinden geprüfte - erhöhte Depressivität in der untersuchten Population vorgelegen haben.

Bei körperlich Aktiven, die sich mehr als vier viermal pro Woche sportlich betätigen, wurde eine deutlich niedrigere HRV festgestellt als bei mäßig Aktiven. Ein Übertraining bzw. ein zu intensives Training könnte Grund hierfür sein, da keine Person direkt nach einer körperlichen Aktivität gemessen wurde. Bei den Frauen zeigt sich die höchste HRV bei Probandinnen, die zwei- bis dreimal in der Woche aktiv sind. Das spricht für die Annahme, dass eine gute Fitness mit einer höheren HRV einhergeht, aber vielleicht auch dafür, dass v. a. „moderate sportliche Aktivität“ mit angemessener Belastungsintensität gesund ist.

Jüngst konnte gezeigt werden, dass die Anwendung von HRV-Biofeedback einen günstigen Einfluss auf depressive Symptome und bei Patienten mit Fibromyalgie zeitigen kann (Karavidas et al., 2007; Hassett et al., 2007; Siepmann et al., 2008). Deshalb wäre es wünschenswert, in einer kontrollierten Anwendungsstudie zu überprüfen, ob und ggf. inwieweit HRV-Biofeedback auch einer Chronifizierung von Rückenschmerzen vorzubeugen vermag.

Zusammenfassung und Ausblick

Aufgrund der deutlich niedrigeren respiratorischen Sinusarrhythmie der Testpersonen im Vergleich zu den Werten von Low P.A. (1990) wäre eine kritische Überprüfung dieser Normwerte unter Screening-Bedingungen wünschenswert. Hierbei sollten v. a. sonstige Diagnosen, die zirkadiane Rhythmik, Bewegungsverhalten, subjektive Befindlichkeit und das arbeitsbedingte Stressniveau genauer beachtet werden. Über kurze medizinische Screenings wie Blutdruckmessung oder Blutwertbestimmung (z.B. Laktat, CRP) könnten weitere beeinflussende Faktoren identifiziert werden und in die Interpretation einfließen.

Insgesamt erscheint die HRV aber als ein sehr geeigneter Parameter, um Personen zu sensibilisieren oder gar zu Lebensstiländerungen zu motivieren, da regelmäßig Erfolgskontrollen möglich sind. Die Messung der HRV mit dem hier verwandten Gerät StressBall (Firma BioSign, Ottenhofen) ist eine praktikable und leicht durchführbare Methode. Mit einer Dauer von etwa zehn Minuten für Fragebogen, Einführung und Messung ist es für eine Reihenuntersuchung ein geeignetes Instrument.

Literatur

- Baron R, & Ewing DJ. Heart rate variability. The International Federation of Clinical Neurophysiology. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol Suppl.* 1999;52:283-6.
- Berntson GG, Bigger JT Jr, Eckberg DL, Grossman P, Kaufmann PG, Malik M, Nagaraja HN, Porges SW, Saul JP, Stone PH, & van der Molen MW. Heart rate variability: origins, methods, and interpretive caveats. *Psychophysiology.* 1997;34(6):623-48.
- Bonnemeier H, Richardt G, Potratz J, Wiegand UK, Brandes A, Kluge N, & Katus HA. Circadian profile of cardiac autonomic nervous modulation in healthy subjects: differing effects of aging and gender on heart rate variability. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2003;14(8):800-2.
- Ewing, DJ. Cardiovascular reflexes and autonomic neuropathy. *Cl Sc Mol Med.* 1978;55: 321-7.
- Flor H, Fydrich T, & Turk DC. Efficacy of multidisciplinary pain treatment centers: a meta-analytic review. *Pain.* 1992;49:221-30.
- Geisser ME, Robinson ME, Keefe FJ, & Weiner ML. Catastrophizing, depression and the sensory, affective and evaluative aspects of chronic pain. *Pain.* 1994;59:79-83.
- Gesundheitsberichterstattung des Bundes, Heft 7: Chronische Schmerzen. Robert Koch Institut.
- Grebner M. Coping und Genesungsverlauf nach lumbaler Bandscheibenoperation. *Der Schmerz.* 1999;1:19-29.
- Hassett AL, Radvanski DC, Vaschillo EG, Vaschillo B, Sigal LH, Karavidas MK, Buyske S, & Lehrer PM. A pilot study of the efficacy of heart rate variability (HRV) biofeedback in patients with fibromyalgia. *Appl Psychophysiol Biofeedback.* 2007;32(1):1-10.
- Henkel, V, Mergl, R, Kohnen, R, Maier, W, Moeller, H, & Hegerl, U. Identifying depression in primary care: A. comparison of different methods. *BMJ.* 2003;226:200-1.

- Karavidas MK, Lehrer PM, Vaschillo E, Vaschillo B, Marin H, Buyske S, Malinovsky I, Radvanski D, & Hassett A. Preliminary results of an open label study of heart rate variability biofeedback for the treatment of major depression. *Appl Psychophysiol Biofeedback*. 2007;32:19-30.
- Kohlmann T. Schmerzen in der Lübecker Bevölkerung. *Der Schmerz*. 1991;5:208-13.
- Löllgen, H. Herzfrequenzvariabilität. *Deutsches Ärzteblatt*. 1999;96:A-2029-32.
- Low PA, Opfer-Gehrking TL, Proper CJ, & Zimmerman I. The Effect Of Aging On Cardiac Autonomic And Postganglionic Sudomotor Function, *Muscle & Nerve*. 1990;13:152-7.
- Malik, M, & Camm, AJ. Heart Rate Variability. *Br Heart J*. 1994;71:3-6.
- Mück-Weymann M, Möslers T, Joraschky P, Rebensburg M, & Agelink M. Depression modulates autonomic cardiac control: A psychophysiological pathway linking depression and mortality. *German J Psychiatry*. 2002;5:67-9.
- Mück-Weymann, M. Die Variabilität der Herzschlagfolge - Ein globaler Indikator für Adaptivität in biopsychosozialen Funktionskreisen. *Praxis Klinische Verhaltensmedizin und Rehabilitation*. 2002;60:324-30.
- Mück-Weymann M, Janshoff G, & Mück H. Standardized stretching-program increases heart rate variability in athletes complaining about limited muscular flexibility. *Clinical Autonomic Research*. 2004;14:15-8.
- Mück-Weymann M, & Beise R. "Herzkohärenztraining" bzw. Herzratenvariabilitäts-Biofeedback: Eine moderne Form der Stressbewältigung. *Druckpunkt*. 2005;4:6-9.
- Mück-Weymann M. Depressionen und Herzratenvariabilität: Seelentief zwingt Herzschlag in enge Bahnen. *Der Hausarzt*. 2005;3:64-9.
- Nashoni E, Aravot D, Aizenberg D, Sigler M, Zalsman G, Strasberg B, Imbar S, Adler E, & Weizmann A. Heart rate variability in patients with major depression. *Psychosomatics*. 2004;45:129-34.
- Rauh R, Burkert M, Siepmann M, & Mück-Weymann M. Acute effects of caffeine on heart rate variability in habitual caffeine consumers. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2006;26: 163-6.
- Siepmann M, Joraschky P, Rebensburg M, Rittger H, Möslers T, Agelink MW, & Mück-Weymann M. Ist die autonome kardiale Regulation bei Patienten mit Depression und Koronarer Herzkrankheit gestört? *Zeitschrift für Klinische Psychologie und Psychotherapie*. 2005; 4:277-81.
- Siepmann M, Aykac V, Unterdörfer J, Petrowski K, Mück-Weymann M. A Pilot Study on the Effects of Heart Rate Variability Biofeedback in Patients with Depression and in Healthy Subjects. *Appl Psychophysiol Biofeedback*. 2008 [im Druck].
- Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology: Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. *Circulation*. 1996;93:1043-65.
- Udupa K, Sathyaprabha TN, Thirthalli J, Kishore KR, Lavekar GS, Raju TR, & Gangadhar BN. Alteration of cardiac autonomic functions in patients with major depression: A study using heart rate variability measures. *J Affect Disord*. 2007;100(1-3):137-41.
- Weickgenant AL, Slater MA, Patterson TL, Atkinson JH, Grant J, & Garfin SR. Coping activities in chronic low back pain: relationship with depression. *Pain*. 1993;52:95-9.

