

Herzratenvariabilitäts-Biofeedback in der betrieblichen Gesundheitsförderung - Eine Pilotstudie

Löllgen D^{1,2}, Mück-Weymann M², Beise R³

¹ Biocomfort Diagnostics GmbH & Co. KG, Neuhausen a.d.F.

² Universitätsklinikum Dresden Carl Gustav Carus, Klinik und Poliklinik für Psychotherapie
und Psychosomatik, Dresden

³ BioSign GmbH, Ottenhofen

Für die Autoren

Deborah Löllgen

Biocomfort Diagnostics GmbH & Co. KG

Bernhäuser Str. 17

73765 Neuhausen

loellgen@biocomfort.de

Einleitung und Hintergründe

Die Notwendigkeit des betrieblichen Gesundheitsbewusstseins ist aufgrund gestiegener Wettbewerbsintensität und gesellschaftlicher Veränderungen von großer Bedeutung. Selbstmanagement und Steigerung der Leistungsfähigkeit werden in Unternehmen immer wichtiger. Besonders durch den demographischen Wandel ist es das Ziel, Arbeitskraft und -leistung - auch älterer Mitarbeiter/-innen - lange zu erhalten und zu optimieren. Die Gesundheit des Einzelnen prägt das „gesunde“ Unternehmen. Dadurch sind immer mehr Unternehmen bereit, ihre Mitarbeiter/-innen in der Gesundheitsvorsorge zu unterstützen und sie zu motivieren, sich körperlich und seelisch fit zu halten.

Neben Angeboten zur Prävention von Herz-Kreislauf- und orthopädischen Erkrankungen wie zum Beispiel Nordic Walking-, Rücken- oder Ernährungskursen, finden immer häufiger gezielte Maßnahmen zur Bekämpfung von psychischen Erkrankungen, Stress, Erschöpfung und Überlastung statt, beispielsweise Autogenes Training, Yoga und Personal-Coachings. Stress ist eine der Hauptursachen für krankheitsbedingten Arbeitsausfall, eingeschränktes Leistungsvermögen und Präsentismus (Sockoll, Kramer & Bödeker (2007)). Stress ist gesundheitsschädigend (Salonen et al (2008), Wang et al (2007)) und kann auch zum so genannten Burnout-Syndrom beitragen. Stress wird auch immer häufiger mit psychischen und psychosomatischen Erkrankungen assoziiert, hier sei die Depression als Chronifizierungsfaktor beim unspezifischen Rückenschmerz genannt (Munhoz et al (2008), Tuomi et al (1999), Verdu et al (2008)). Der aktuelle BKK Gesundheitsreport (2008) zeigt auf, dass immer mehr Arbeitsausfälle aufgrund psychischer Erkrankungen auftreten und dass die Reduktion seelischer Erkrankungen ein wichtiges Präventionsziel der gesetzlichen Krankenversicherung sei.

Ein in jüngerer Zeit an Bedeutung gewinnender Ansatz in der Behandlung von Stresszuständen und -erkrankungen ist das Biofeedback-Training auf Basis der Herzratenvariabilität (HRV). Ältere als auch neue Studien zeigen die Wirksamkeit des HRV-Trainings und die Zusammenhänge bei der Behandlung von Depression, Aufmerksamkeitsdefiziten, Schmerzen und Stresserkrankungen (Eisenberg et al (2004), Hasset et al (2007), Holmes et al (1979), Holmes et al (1980), Karavidas et al (2007), Mück-Weymann & Beise (2005), Siepmann et al (2008)).

Beim HRV-Biofeedback trainiert der Anwender, den Rhythmus von Atmung und Herzschlag zu koppeln. Gelingt dies, wird die innere Bremse, der parasympathische Anteil des Nervensystems, der für die Erholung zuständig ist, aktiviert. Dadurch werden übermäßige Stressreaktionen im Körper (hoher Blutdruck, hohe Herzfrequenz) vermieden, bzw. schneller auf ein Normalniveau zurückgebracht. Um dies zu lernen und zu verinnerlichen nutzt man das Biofeedback. Das Computersystem gibt zeitnahe Rückmeldungen über die körpereigenen Signale (Biofeedback). Der Anwender lernt zu erkennen, wie er Atmung und Herzschlag steuern und so die Atmung einsetzen kann, um einen entspannten Zustand zu erreichen. Nach einer gewissen Übungsphase ist der Anwender in der Lage, den erlernten Mechanismus auch ohne Biofeedback-System in allen Lebenslagen abzurufen und von vornherein mit einem geringeren Stresslevel im Körper zu agieren.

Ziel der Studie

Ziel dieser Untersuchung war festzustellen, inwieweit sich ein 8-wöchiges Biofeedback-Training auf die Arbeitsleistung und das individuelle chronische Stressempfinden auswirkt.

Methodik

Probanden

Die Probanden wurden durch eine öffentliche Ausschreibung in einem großen Unternehmen vor Ort rekrutiert. Voraussetzung für die Teilnahme war, dass keine regelmäßige Einnahme von Medikamenten und keine chronische Erkrankung vorlagen und die Probanden Zugang zu einem Computer zur täglichen Nutzung hatten. An der Studie partizipierten 34 Probanden aus unterschiedlichen Abteilungen. Von den Probanden waren 24 Männer (23 bis 59 Jahre alt), und 10 Frauen (24 bis 47 Jahre alt).

Intervention

Die Probanden nahmen an einer 8-wöchigen Intervention teil. Vor Beginn der eigentlichen Übungsphase fanden individuelle Termine mit der Studienleitung und dem begleitenden Coach statt. In diesen ersten Gesprächen wurden die Probanden nochmals über die Studie und den Ablauf informiert, erhielten die auszufüllenden Fragebögen und führten die erste HRV-Messung unter Anleitung durch, auf Basis derer dann der individuelle Trainingsplan erstellt wurde. Der Trainingsplan gab für jede Woche Übungsdauer und Rhythmisierungsgrad für das Biofeedback vor.

Während der 8 Wochen sollten die Probanden ein bis drei Mal täglich eine Biofeedback-Übung mit dem Stress Pilot durchführen. Die individuellen Trainingspläne gaben Übungsdauer und Schweregrad der Übung pro Woche vor. Nach der vierten Woche fanden weitere Einzeltermine statt, um die Übungseinstellungen zu überprüfen und mögliche Fragen zu beantworten. In den Wochen zwischen den Einzelterminen fand die Betreuung per Email/Telefon statt. Darüberhinaus erhielten die Probanden während der zweiten Hälfte der Interventionsphase mehrere Aufgaben und Vorschläge, um sich Stress bewusst zu machen und die erlernte Atemtechnik einzusetzen:

- 1 Anspruchsvolle Situationen auswählen. Sich vornehmen, die erlernte Atemtechnik in der Situation anzuwenden. Beobachten, wie sich dadurch die Situation und das eigene Empfinden ändert.
- 2 Tage/Situationen Revue passieren lassen, ob unbewusst/bewusst die neu erlernte Atemtechnik eingesetzt wurde.
- 3 Atemhilfe bei einigen Biofeedback-Übungen deaktivieren. Körpergefühl schulen und lernen, die beste eigene Atemtechnik zu automatisieren, um diese auch in Situationen ohne Biofeedback-System einsetzen zu können

Freitags sendeten die Probanden eine Datensicherung der Stress Pilot-Übungen ein. Nach Ende der Übungsphase wurde ein Abschlusstermin angesetzt, um eine kontrollierte Abschlussmessung durchzuführen. Abbildung 1 zeigt das Studiendesign.

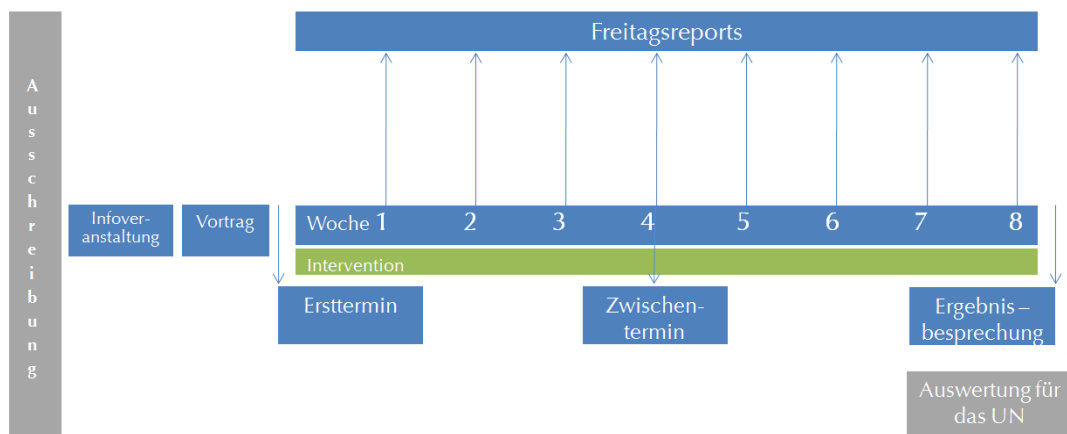


Abbildung 1: Studiendesign

Geräte

Die HRV-Biofeedback-Übungen und HRV-Messungen wurden mit dem Stress Piloten (Biocomfort GmbH & Co. KG, Neuhausen a. d. F.) durchgeführt. Auswertung und Korrektur der HRV-Daten erfolgten mit dem HRV-Scanner (BioSign GmbH, Ottenhofen).

Parameter

Anhand verschiedener Parameter sollte evaluiert werden, welchen Effekt die 8-wöchige Intervention auf die Probanden hat. Untersucht wurden folgende Werte vor und nach der Intervention (Tabelle 1):

Tabelle 1: Untersuchte Parameter

	Definition	Einheit	Methodik
TICS	Trierer Inventar zum chronischen Stress		Fragebogen
WAI	Work ability index		Fragebogen
HRV	Herzratenvariabilität		
RSA	Respiratorische Sinusarrhythmie	1/min	Physiologische Messung
RMSSD	Root mean square of successive differences	ms	

Trierer Inventar zum chronischen Stress (TICS)

Dieser Fragebogen soll dazu dienen, chronischen Stress zu erfassen und zu quantifizieren. Dabei wird bei chronischem Stress von lang andauernden oder häufig wiederkehrenden Alltagsbelastungen ausgegangen, die zu körperlichen und seelischen Einschränkungen oder Erkrankungen führen können. Der TICS wurde Ende der 90er Jahre von Schulz und Schlotz entwickelt (Schulz (1995), Schultz & Schlotz (1999)) und einige Jahre später adaptiert (Schult & Schlotz (2002)). Der TICS bewertet unterschiedliche Arten von Stress:

- 1 Arbeitsüberlastung (UEBE) (quantitative Arbeitsüberlastung)
- 2 Soziale Überlastung (SOUE) (interpersonelle Kontakte, soziale Interaktionen, Verantwortung für andere)
- 3 Erfolgsdruck (ERDR) (Bei nicht-Bewältigung einer Aufgabe drohen erhebliche negative Konsequenzen)
- 4 Unzufriedenheit mit der Arbeit (UNZU) (Innerliche Ablehnung gegenüber den zu bewältigenden Aufgaben)
- 5 Überforderung bei der Arbeit (UEFO) (Diskrepanz zwischen Anforderung und Qualifikation)

- 6 Mangel an sozialer Anerkennung (MANG)
- 7 Soziale Spannung (SOZS) (Interessenskonflikt verschiedener Parteien, zwischenmenschliche Spannungen)
- 8 Soziale Isolation (SOZI) (selten stattfindende als positiv erlebte soziale Interaktionen)
- 9 Chronische Besorgnis (SORG)
- 10 Screening-Skala (SSCS) (Gesamtwert der Skalen 1-9)

Work Ability Index (WAI)

Der Work Ability Index (WAI) wurde in den frühen 80er Jahren von finnischen Arbeitswissenschaftler/innen zur Erfassung von Arbeitsfähigkeit entwickelt und in multidisziplinären klinischen und umfassenden finnischen Längsschnittstudien validiert (Eskelinen et al (1991), Ilmarinen & Tuomi (1993), Nygard et al (1991), Tuomi et al (1989)). Dabei zeigte sich, dass der WAI einen frühen Indikator für vorzeitigen Erwerbsausstieg sowie Mortalität darstellt (Tuomi, Seitsamo, Huuhtanen (1999)). Auch die Test-Retest-Reliabilität wurde bestätigt (de Zwart, Frings-Dresen & van Duivenbooden (2002)). Dieser Test wird international verwendet (siehe Costa & Sartori (2007), Kujala et al (2005), Kujala et al (2006)).

Der WAI wird als Arbeitsfähigkeitsindex oder Arbeitsbewältigungsindex bezeichnet. Arbeitsfähigkeit wird in diesem Zusammenhang als Fähigkeit einer/s Angestellten betrachtet, ihre/seine Arbeitsaufgaben zu meistern, inbegriffen die spezifischen Arbeitsanforderungen, der individuelle Gesundheitszustand und mentale Ressourcen. Der WAI besteht aus sieben Dimensionen mit insgesamt 9 Fragen:

- 1 Derzeitige Arbeitsfähigkeit im Vergleich zu der besten je erreichten Arbeitsfähigkeit
- 2 Arbeitsfähigkeit in Relation zu den Arbeitsanforderungen
- 3 Anzahl der aktuellen, vom Arzt diagnostizierten Krankheiten
- 4 Geschätzte Beeinträchtigung der Arbeit durch Krankheiten
- 5 Krankenstand in den vergangenen 12 Monaten
- 6 Einschätzung der eigenen Arbeitsfähigkeit in zwei Jahren
- 7 Psychische Leistungsreserven

Die Auswertung des WAI erfolgt am einfachsten über die Internetseite www.arbeitsfaehigkeit.net. Als Ergebnis wird ein WAI-Index errechnet, der zwischen 7 („keine Arbeitsfähigkeit“) und 49 („maximale Arbeitsfähigkeit“) liegen kann. Ein erreichter Index von 7-27 Punkten steht für ein schlechtes, 28-36 Punkte für ein mittelmäßiges, 37-43 Punkte für ein gutes und 44-49 Punkte für ein hervorragendes Ergebnis.

Herzratenvariabilität (HRV)

Als Ausdruck der Anpassung, bzw. Verbesserung der autonomen Regulation durch die regelmäßige Nutzung des HRV-Biofeedbacks wurden die Parameter „Respiratorische Sinusarrhythmie (RSA)“ und „RMSSD“ als klassische Werte der Herzratenvariabilität untersucht. Alle HRV-Messungen wurden auf Artefakte überprüft und gegebenenfalls bereinigt.

Feedback

Zusätzlich zu den direkt messbaren Parametern TICS, WAI und HRV wurden die Probanden nach Abschluss der Intervention um ein Feedback gebeten. Die Antworten dienten dazu, mögliche Auffälligkeiten und Ausreißer zu erkennen und einordnen zu können.

Ergebnisse und Diskussion

Trierer Inventar zum chronischen Stress (TICS)

Bei der Analyse des TICS musste ein Proband ausgeschlossen werden, da im Zeitraum der Intervention gesundheitliche Veränderungen aufgetreten waren, die den TICS hätten beeinflussen können.

Bei der Betrachtung der einzelnen Skalen (Arbeitsüberlastung, etc.) zeigt sich bei den meisten Skalen eine Verbesserung des TICS-Wertes (Mittel aller Probandenwerte). Der prozentuale Anstieg differiert.

Tabelle 2: Entwicklung der einzelnen Skalen des TICS über die Zeit der Intervention

	Verbesserung	Verschlechterung	Gleich
Arbeitsüberlastung (UEBE)	18 (55%)	11 (33%)	4 (12%)
Soziale Überlastung (SOUE)	15 (46%)	11 (33%)	7 (21%)
Erfolgsdruck (ERDR)	16 (49%)	12 (36%)	5 (6%)
Unzufriedenheit mit der Arbeit (UNZU)	19 (53%)	12 (38%)	2 (6%)
Überforderung mit der Arbeit (UEFO)	13 (40%)	9 (27%)	11 (33%)
Mangel an sozialer Anerkennung (MANG)	16 (49%)	9 (27%)	8 (24%)
Soziale Spannungen (SOZS)	13 (40%)	11 (33%)	9 (27%)
Soziale Isolation (SOZI)	*22 (67%)	9 (27%)	2 (6%)
Chronische Besorgnis (SORG)	11 (33%)	7 (21%)	15 (46%)
Screening-Skala zum chr. Stress (SSCS)	*22 (69%)	7 (21%)	4 (12%)

Die Anzahl der Probanden, bei denen sich eine Verschlechterung ergab, kann relativiert werden, da nur jeweils ein Bruchteil über die kritische Differenz (Schulz et al (2004)) kam. Das bedeutet, dass die meisten Verschlechterungen nur kleine Ausprägungen hatten und nur in wenigen Fällen bedeutsam waren.

Die Veränderungen der TICS-Werte sind deutlich sichtbar und es zeigen sich in allen Stressarten leichte bis deutliche positive Tendenzen. Die Werte „Soziale Isolation (SOZI)“ und „Screening-Skala zum chronischen Stress (SSCS)“ zeigen sich statistisch signifikant verbessert (*p < 0,05).

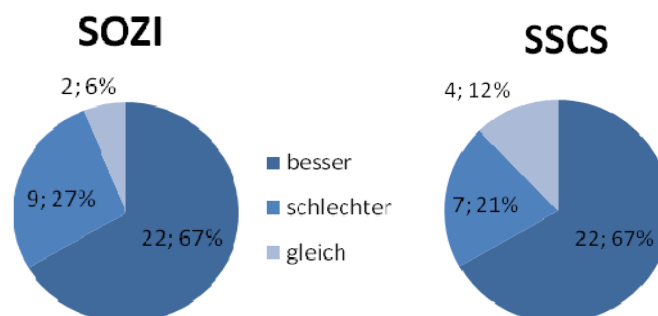


Abbildung 2: Signifikante Verbesserung der Werte in den Skalen SOZI“ und “SSCS“ (*p < 0,05).

Um stärkere Ausschläge beim TICS verzeichnen zu können, müsste die Intervention möglicherweise über eine längere Dauer eingerichtet sein. Chronischer Stress mit seinen Ursachen lässt sich innerhalb dieser relativ kurzen Zeit nicht so deutlich abbauen, als dass es sich in allen Dimensionen widerspiegelt.

Zumal sich der TICS immer auf die letzten 3 Monate bezieht, zwischen dem Ausfüllen des TICS vor und nach der Intervention aber nur 2 bis 2,5 Monate vergingen.

Der deutlich gestiegene Wert „SSCS“, der laut den Entwicklern besonders in engem Zusammenhang mit physischen und psychischen Beschwerden steht (Schulz, Schlotz & Becker (2004)), unterstützt die Meinung, dass die regelmäßige Anwendung des Herzratenvariabilitäts-Biofeedbacks bei physischen und psychischen Schwächen wirkungsvoll eingesetzt werden kann.

Der Einsatz des TICS ist auch dann zu empfehlen, wenn der Zustand einzelner Mitarbeiter/-innen näher betrachtet werden soll und die Mitarbeiter/-innen dann auch individuellere Betreuung erhalten können.

Work Ability Index (WAI)

Auch bei der Analyse des WAI musste der Proband wie im TICS ausgeschlossen werden.

Der Work Ability Index zeigte vor der Intervention für einen Probanden eine schlechte, für 14 Probanden eine mittelmäßige, für 14 Probanden eine gute und für 4 Probanden eine hervorragende Arbeitsfähigkeit auf. Dahingegen zeigte sich nach der Intervention, dass kein Proband mehr eine schlechte Arbeitsfähigkeit aufwies, nur noch 4 Probanden eine mittelmäßige Arbeitsfähigkeit, und 20, bzw. 9 Probanden eine gute, bzw. hervorragende Arbeitsfähigkeit zeigten (Tabelle 3). Lediglich zwei Probanden wurden nach der Intervention in eine niedrigere Gruppe eingeordnet, 15 Probanden blieben in der gleichen Gruppe, 18 Probanden stiegen in eine höhere Gruppe auf.

Tabelle 3: Verteilung der WAI-Ergebnisse der 34 Probanden vor und nach der Intervention

	Schlechter WAI	Mittelmäßiger WAI	Guter WAI	Hervorragender WAI
	7-27 Punkte	28-36 Punkte	37-43 Punkte	44-49 Punkte
WAI I	1 (3%)	14 (43%)	14 (42%)	4 (12%)
WAI II	0 (0%)	4 (12%)	20 (61%)	9 (27%)
	-3%	-31%	+19%	+15%

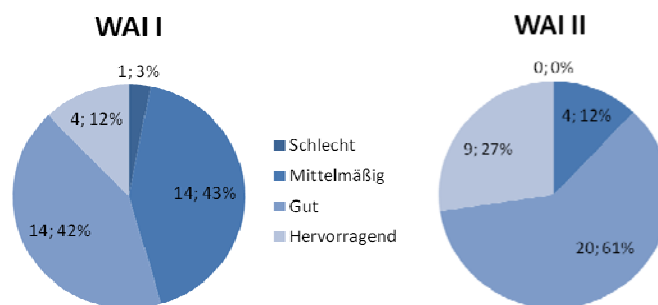


Abbildung 3: Verteilung der WAI-Ergebnisse der 33 Probanden vor und nach der Intervention

Betrachtet man den WAI unabhängig von den empfohlenen Bewertungsgruppen („schlecht“ bis „hervorragend“) sind die Zahlen ebenso eindeutig. 74% der Probanden verbesserten ihren WAI, 26% verschlechterten sich, unabhängig vom Ausmaß der Verbesserung, bzw. Verschlechterung (Tabelle 4). Die statistische Analyse hinsichtlich dieser Daten bestätigte, dass sich der Work Ability Index statistisch signifikant verbesserte ($p < 0.001$).

Tabelle 4: Anzahl der WAI-Verbesserung und -Verschlechterung nach 8wöchiger Intervention unabhängig vom Ausmaß der Veränderung

	Verbesserung	Verschlechterung
WAI I/II	25 (76%)	8 (24%)

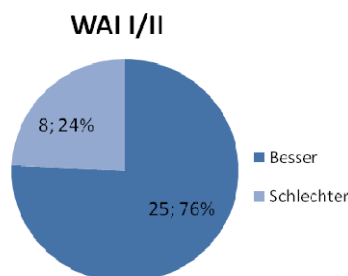


Abbildung 4: Anzahl der WAI-Verbesserung und -Verschlechterung nach 8wöchiger Intervention

Vor allem die Steigerung schlechter WAI-Werte, aber auch der Erhalt guter WAI-Werte ist entscheidend. Mitarbeiter/-innen ab einem Alter von 51 Jahren sollten hinsichtlich der Arbeitsfähigkeit besonders überwacht und betreut werden (Ilmarinen, Tuomi & Klockars (1997)). Der altersbedingte Leistungsabfall könne nicht umgangen werden und müsse deshalb in dieser Altersgruppe besonders genau beobachtet werden (ebd.).

Auch Alavinia et al (2009) betonen, dass ein schlechter WAI mit hoher Wahrscheinlichkeit ein frühes Ausscheiden aus dem Berufsalltag voraus. Laut Tuomi, Huhtanen, Nykyri und Ilmarinen (2001) ebnet dahingegen ein hoher WAI den Weg zu einer qualitativ hochwertigen und erfüllten Pensionierung. Diese Empfehlungen sollten genauso auch für jüngere Mitarbeiter/-innen gelten, die ihre Leistungsfähigkeit steigern oder erhalten wollen. Diese Gruppe von Mitarbeitern/-innen sollte so früh wie möglich mit Arbeitsfähigkeit und Selbstmanagement bekannt gemacht werden, um eine präventive Wirkung zu erreichen.

Herzfrequenzvariabilität

Bei der Auswertung der HRV-Messungen konnten 17 Probanden eingeschlossen werden, da bei diesen sichergestellt werden konnte, dass die Messungen bei den Einzelterminen standardisiert abliefen. Es zeigte sich, dass sich die RSA-Werte von 11 Probanden, und die RMSSD-Werte von 12 Probanden verbesserten.

Tabelle 5: Entwicklung der Respiratorischen Sinusarrhythmie über die Zeit der Intervention

	Verbesserung	Verschlechterung	Gleich
RSA I/III	11	3	3
RMSSD I/III	12	5	0

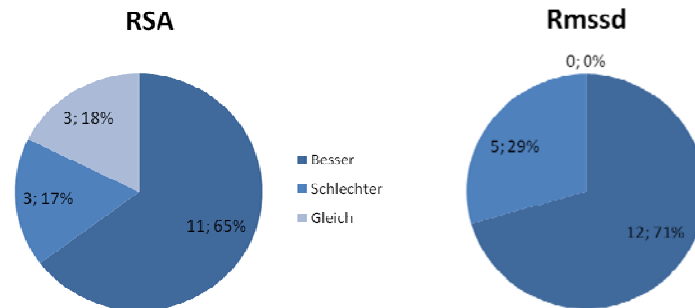


Abbildung 5: Entwicklung der RSA und des RMSSD-Werts über die Zeit der Intervention

Die Verbesserungen sind für den RSA-Wert trotz der kleinen Stichprobe beinahe statistisch signifikant ($t:0.063$), und für den RMSSD-Wert klar signifikant ($p < 0.05$). Diese Veränderungen stehen für eine verbesserte Regulationsfähigkeit der inneren Systeme. In Stresssituationen bleibt der Körper gelassener und reagiert nicht mehr so übermäßig mit einem Herzfrequenz- und Blutdruckanstieg. Eine reduzierte HRV dahingegen wird mit verschiedenen Krankheitsbildern in Verbindung gebracht (Task Force (1996)).

Zusammenfassung und Ausblick

Sowohl in den Bereichen chronischer Stress und Arbeitsfähigkeit, als auch in den physiologischen Werten der Herzratenvariabilität zeigen sich signifikante Verbesserungen. Diese guten Ergebnisse beruhen mit hoher Wahrscheinlichkeit auf dem 8-wöchigen Biofeedback-Training, da bei den Probanden im Zeitraum der Intervention keine gravierenden Änderungen anderer Art (familiäre, berufliche oder gesundheitliche Situation) berichtet wurden. Diese positiven Effekte traten trotz Weihnachtsgeschäft, Weihnachtsvorbereitungen sowie beginnender Wirtschaftskrise ein.

Anhand der Gespräche und der Feedback-Bögen wurde deutlich, dass die Probanden über die gemessenen Werte hinaus Veränderungen zeigten. Sie setzten sich sowohl mit dem Thema Stress und ihrer Arbeitssituation, als auch mit ihrer Wahrnehmung und ihrem Körpergefühl auseinander. Einige der Probanden realisierten erst durch die Intervention, dass etwas nicht in Ordnung ist bzw. optimiert werden könnte. Eine solche Übungsphase mit dem HRV-Biofeedback kann also bei vielen Mitarbeitern/-innen schon gravierende positive Änderungen hervorrufen, bei anderen werden Wahrnehmungsprozesse angestoßen und Defizite aufgedeckt, die dann anhand weiterführender Angebote (Coaching, Optimierung der Arbeitssituation, etc.) optimiert werden können.

Die Implementierung des Stress Piloten am Arbeitsplatz erfolgte problemlos. Die Probanden kamen sowohl mit der Hard-, als auch mit der Software gut zurecht. Es zeigte sich, dass die kurzen Übungen auch während der Arbeitszeit absolviert werden können, ohne großen Zeit- oder Übungsaufwand einplanen zu müssen. Viele Mitarbeiter/-innen fanden es vorteilhaft, dass sie sich ihre Übungszeiten selbst einteilen konnten, und dass das Üben individuell und nicht in der Gruppe statt fand.

Literatur

- Alavinia SM, de Boer AG, van Duivenbooden JC, Frings-Dresen MH, Burdorf A. Determinants of work ability and its predictive value for disability. *Occup Med (Lond)*. 2009;59(1):32-7.
- BKK Gesundheitsreport 2008. www.bkk.de
- Costa G, Sartori S. Ageing, working hours and work ability. *Ergonomics*. 2007;50(11):1914-30
- de Zwart BC, Frings-Dresen MH, van Duivenbooden JC. Test-retest reliability of the Work Ability Index questionnaire. *Occup Med (Lond)*. 2002;52(4):177-81.
- Eisenberg J, Ben-Daniel N, Mei-Tal G, Wertman E. An autonomic nervous system biofeedback modality for the treatment of attention deficit hyperactivity disorder-an open pilot study. *Isr J Psychiatry Relat Sci*. 2004;41(1):45-53.
- Eskelinen L, Kohvakka A, Merisalo T, Hurri H, Wägar G. Relationship between the self-assessment and clinical assessment of health status and work ability. *Scand J Work Environ Health*. 1991;17 Suppl 1:40-7
- 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.
- Holmes DS, Solomon S, Buchsbaum HK. Utility of voluntary control of respiration and biofeedback for increasing and decreasing heart rate. *Psychophysiology*. 1979 Sep;16(5):432-7.
- Holmes DS, Solomon S, Frost RO, Morrow EF. Influence of respiratory patterns on the increases and decreases in heart rates in heart rate biofeedback training. *J Psychosom Res*. 1980;24(3-4):147-53
- Ilmarinen J & Tuomi K. Work ability index for aging workers. In: Ilmarinen J (ed) *Aging and work*. Helsinki: Finnish Institute of Occupational Health, 1993;142-51.
- Ilmarinen J, Tuomi K, Klockars M. Changes in the work ability of active employees over an 11-year period. *Scand J Work Environ Health*. 1997;23 Suppl 1:49-57
- 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(1):19-30.
- Kujala V, Remes J, Ek E, Tammelin T, Laitinen J. Classification of Work Ability Index among young employees. *Occup Med (Lond)*. 2005;55(5):399-401
- Kujala V, Tammelin T, Remes J, Vammavaara E, Ek E, Laitinen J. Work ability index of young employees and their sickness absence during the following year. *Scand J Work Environ Health*. 2006;32(1):75-84
- Mück-Weymann M & Beise R. Herzkohärenztraining - eine moderne Form der Stressbewältigung. *Forum Stressmedizin*, 2005;I, 1-5.
- Munhoz CD, García-Bueno B, Madrigal JL, Lepsch LB, Scavone C, Leza JC. Stress-induced neuroinflammation: mechanisms and new pharmacological targets. *Braz J Med Biol Res*. 2008;41(12):1037-46

- Nygård CH, Eskelinen L, Suvanto S, Tuomi K, Ilmarinen J. Associations between functional capacity and work ability among elderly municipal employees. *Scand J Work Environ Health*. 1991;17 Suppl 1:122-7
- Salonen PH, Arola H, Nygård CH, Huhtala H. Long-term associations of stress and chronic diseases in ageing and retired employees. *Psychol Health Med*. 2008;13(1):55-62.
- Schulz P, Schlotz W & Becker P. 2004 TICS Trierer Inventar zum chronischen Stress. Hogrefe Verlag Göttingen Bern Toronto Seattle.
- Siepmann M, Aykac V, Unterdörfer J, Petrowski K, Mueck-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;33(4):195-201
- Sockoll I, Kramer I & Bödeker W. iga-Report 13. Wirksamkeit und Nutzen betrieblicher Gesundheitsförderung und Prävention. Zusammenstellung der wissenschaftlichen Evidenz 2000 bis 2006. http://www.iga-info.de/fileadmin/texte/iga_report_13.pdf
- 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. *European Heart Journal* 1996; 17, 354-381
- Tuomi K, Ilmarinen J, Jahkola A, Katajarinne L, Tulkki A. Work Ability Index. Helsinki: Finnish Institute of Occupational Health, 1998.
- Tuomi K, Seitsamo J, Huuhtanen P. Stress management, aging, and disease. *Exp Aging Res*. 1999;25(4):353-8
- Tuomi K, Huuhtanen P, Nykyri E, Ilmarinen J. Promotion of work ability, the quality of work and retirement. *Occup Med (Lond)*. 2001;51(5):318-24
- Verdu B, Decosterd I, Buclin T, Stiefel F, Berney A. Antidepressants for the treatment of chronic pain. *Drugs*. 2008;68(18):2611-32.
- Wang HX, Leineweber C, Kirkeeide R; Svane B, Schenck-Gustafsson K, Theorell T & Orth-Gomér K. Psychosocial stress and atherosclerosis: family and work stress accelerate progression of coronary disease in women. The Stockholm Female Coronary Angiography Study. *Journal of Internal Medicine*. 2007;261 (3):245-54(10)