

Kardiovaskuläre Reaktivität im Labor und im Feld

Zur Aussagekraft unterschiedlicher Reaktivitätsmaße unter Alltagsbedingungen

ANITA JAIN¹, T. SCHMIDT², D. JOHNSTON³, G. MUTZ¹ und E. STEPHAN¹

¹Psychologisches Institut, Universität zu Köln, ²Abteilung Epidemiologie und Sozialmedizin, Medizinische Hochschule Hannover, ³Psychologisches Institut, Universität St. Andrews, UK

Kardiovaskuläre Reaktivität im Labor und im Feld: Zur Aussagekraft unterschiedlicher Reaktivitätsmaße unter Alltagsbedingungen. Ziel der vorliegenden Untersuchung war, verschiedene Modelle zum Zusammenhang kardiovaskulärer Reaktivität im Labor und im Feld anhand unterschiedlicher Reaktivitätsparameter zu prüfen. Bei den 18 in einem Vortest als Extremgruppen bezüglich ihrer Reaktivität auf einen Laborstressor ausgewählten Probanden wurde deutlich, daß diejenigen, die im Labor besonders starke Reaktionen auf den psychischen Stressor zeigten, im Feld einen über den gesamten Tag leicht erhöhten diastolischen Blutdruck aufwiesen, der sich in der Nacht aber nicht von dem der Schwachreagierer unterschied. In der Herzfrequenz und dem Druckfrequenzprodukt fanden sich hingegen keine über den gesamten Tag andauernden Niveauunterschiede, sondern stärkere Reaktionen auf einzelne Belastungen. Für den systolischen Blutdruck ergaben sich keine Gruppenunterschiede.

Schlüsselwörter: Kardiovaskuläre Reaktivität – Labor-Feld-Vergleich – physiologische Feldmessung – nichtinvasive kontinuierliche Blutdruckmessung – Portapres – Vitaport.

Cardiovascular reactivity in the laboratory and in the field: The relevance of different reactivity parameters in the analysis of daily life data. In this study, different models explaining the relationship between cardiovascular reactivity in the laboratory and in the field were tested using different parameters of cardiovascular reactivity for the field data. The data of 18 young, healthy male volunteers, who were selected as 2 extreme groups according to their responsiveness to a behavioral laboratory stressor, showed an elevated level of diastolic blood pressure throughout the day in the high reactors, that was not present during the night. For heart rate and rate pressure product there was no group difference in the overall level, but the high reactors showed stronger responses to single stress situations occurring during the day. For systolic blood pressure no difference between high and low reactors was seen.

Key words: cardiovascular reactivity – laboratory to field comparison – ambulatory monitoring – noninvasive continuous blood pressure measurement – Portapres – Vitaport.

Einleitung

Überhöhte Reaktionen des kardiovaskulären Systems auf belastende Umwelt Ereignisse werden schon seit vielen Jahren als mögliche Risikofaktoren für das Entstehen von Herz-Kreislauf-Erkrankungen diskutiert. Bisher ist allerdings völlig unklar, wie und unter welchen Bedingungen

sich eine im Labor gefundene erhöhte Reaktivität im Alltagsleben auswirkt.

Manuck und Krantz [5] stellten 2 denkbare Modelle vor, wie sich Personen, die auf einen Laborstressor besonders stark bzw. besonders gering reagieren, bezüglich ihrer Reaktionen im Alltag unterscheiden könnten: das Modell des Grundzustandes ("prevailing state model") und das Modell der wiederkehrenden Aktivierung ("recurrent activation model"). Ersteres geht davon aus, daß Personen mit starken Reaktionen auf einen Laborstressor unter Alltagsbedingungen morgens in Antizipation der Anforderungen eines Tages einen starken Anstieg kardiovaskulärer Maße zeigen, der den ganzen Tag über anhält. Bezüglich der Schwankungen während des Tages unterscheiden sich Personen mit starken bzw. schwachen Laborreaktionen nicht. Das Modell der wiederkehrenden Aktivierung hingegen geht davon aus, daß beide Personengruppen unterschiedlich stark auf einzelne im Tagesverlauf auftretende Ereignisse reagieren, dazwischen aber immer wieder zu gleichen Ruhewerten zurückkehren. In Erweiterung dieser beiden Modelle wurde ein kombiniertes Modell von Light [4] vorgeschlagen, das für die Starkreagierer einen besonders starken Anstieg am Morgen sowie besonders starke Reaktionen im Tagesverlauf postuliert.

Bisherige Untersuchungen zum Zusammenhang von kardiovaskulärer Reaktivität im Labor und im Feld kamen zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen und es blieb zweifelhaft, ob ein solcher Zusammenhang überhaupt existiert [2, 7]. Ein wesentlicher Grund für diese Diskrepanzen besteht darin, daß sehr unterschiedliche Operationalisierungen von Feldreaktivität realisiert wurden [2, 7]. Den jeweiligen Operationalisierungen liegt implizit oder explizit eines der oben beschriebenen Modelle zugrunde.

Ziel der vorliegenden Untersuchung war es festzustellen, für welche Feld-Reaktivitätsparameter ein Zusammenhang mit der Labor-Reaktivität gefunden werden kann und welches der 3 beschriebenen Modelle damit eine Bestätigung erfährt. Da Bewegung und Körperposition Niveau und Schwankungen kardiovaskulärer Variablen im Feld stark beeinflussen und mögliche Zusammenhänge mit Labormaßen verdecken können, wurden sie ebenfalls erfaßt und bei der Auswertung berücksichtigt.

Tab. 1 Signifikante Unterschiede der beiden Laborgruppen "Starkreagierer" und "Schwachreagierer" in verschiedenen kardiovaskulären Feldparametern.

Vergleich bezüglich	Variable	Schwachreagierer	Starkreagierer	T- bzw. F-Wert	df	p (eins.)	Effektstärke
Niveau gesamt	HR in P/M	66,87	72,7	t = 1,4	14	0,09	
Niveau Schlaf	HR in P/M	51,4	55,8	t = 1,3	14	0,10	
Niveau gesamt	DBD in mmHg	64,9	69,8	t = 1,8	14	0,05	
Niveau Tag	DBD in mmHg	70,9	76,2	t = 1,8	14	0,05	0,12
Maximum	DBD in mmHg	80,4	86,5	t = 2,0	14	0,05	0,16
Differenz Maximum-Minimum	DBD in mmHg	37,9	42,7	t = 1,4	14	0,10	0,05
SD Residuen	DFP in mmHg* P/M/100	879	1070	t = 2,3	12	0,03	0,20
ruhige vs. belastende Situationen	DFP			F = 5,8	1,14	0,03	0,23
	HR			F = 3,2	1,14	0,09	0,12

Methode

In einem Vortest wurden aus 50 jungen, gesunden Männern im Alter von 20 – 34 Jahren 18 so ausgewählt, daß sie 2 Extremgruppen bezüglich ihrer Reaktivität im Druckfrequenzprodukt auf einen psychischen Laborstressor (komplexe Reaktionszeitaufgabe) bildeten. In der Hauptuntersuchung, die im Durchschnitt 7 Wochen später stattfand, wurde der Labortest mit verschiedenen Belastungsaufgaben (Reaktionszeittest, Kaltwassertest, Ergometer) sowie verschiedenen Ruhesituationen (im Sitzen, Liegen, Stehen) wiederholt. Daran anschließend wurde bei den Teilnehmern in einer 24-stündigen Felduntersuchung der Fingerblutdruck kontinuierlich und nichtinvasiv über eine Fingermanschette mit Portapres (Model 1) gemessen, einem Gerät, das nach dem photoplethysmographischen Prinzip von Penaz arbeitet [3, 6]. Systolischer und diastolischer Blutdruck wurden zusammen mit Herzfrequenz, Hautleitfähigkeit, Oberschenkel-EMG, Armbewegung und Körperlage jede Sekunde auf einem Kölner Vitaport System gespeichert. Gleichzeitig wurden das Befinden der Probanden und relevante Situationsmerkmale alle 30 Minuten über ein Tagebuch erfaßt [2].

Auswertung

Nach der Eliminierung von Artefakten in Herzfrequenz und Blutdruck erfolgte eine Zusammenfassung der Sekundenwerte zu 1-Minuten-Mittelwerten. Aus dem Produkt von Herzfrequenz (HR) und systolischem Blutdruck (SBD) wurde das Druckfrequenzprodukt (DFP) berechnet. Alle weiteren Analysen wurden für diese 3 Maße sowie den diastolischen Blutdruck (DBD) durchgeführt.

Anschließend wurden aus den Felddaten verschiedene Reaktivitätsmaße bestimmt:

- Für jeden Probanden wurde der Mittelwert über den Gesamtzeitraum sowie für den Tag (10.00 – 22.00 Uhr) und die Zeit des Schlafes getrennt berechnet. Außerdem wurde die Differenz zwischen Tag und Schlaf bestimmt.
- Das Maximum und Minimum innerhalb des gesamten Tages über jeweils eine Stunde (gleitender Mittelwert) sowie die Differenz dieser beiden Werte wurden berechnet.
- Die Standardabweichung der Minutenwerte wurde für den 24-Stunden-Zeitraum sowie für Tag und Nacht getrennt ermittelt. Auch die

Differenz der Variabilität zwischen Tag und Schlafzeit wurde bestimmt.

- Um die serielle Abhängigkeit der Daten sowie die Effekte von Körperposition und Bewegung einzubeziehen, wurde für jede der 4 physiologischen Variablen (HR, SBD, DBD, DFP) eine Regressionsgleichung gebildet, in die die jeweilige Variable als Kriterium und zeitverschobene Effekte dieser Variablen (bis 3 Minuten) sowie Körperposition und Bewegung der aktuellen und der vergangenen 3 Minuten als Prädiktoren eingingen. Die Standardabweichung der Residuen dieses Regressionsmodells wurde als von langsamen Schwankungen (Autokorrelation) und Bewegungs- und Positionseffekten bereinigtes Variabilitätsmaß aufgefaßt [1, 2].
- Ein weiterer Reaktivitätsparameter wurde so bestimmt, daß aus den Tagebüchern Perioden mit hoher bzw. niedriger emotionaler Belastung identifiziert wurden (nur während des Tages, ohne Perioden mit starker Bewegung). Dann wurden für jeden Probanden alle Zeiten mit hohem und alle mit niedrigem "Streß" zusammengefaßt. Als Reaktivitätsgröße wurde die Differenz der physiologischen Maße zwischen Zeiten mit hohem und niedrigem Streß berechnet.

Die berechneten Reaktivitätsgrößen wurden mit einseitigen T-Tests für unabhängige Stichproben bzw. mit einer 2-faktoriellen Varianzanalyse (Streßperioden) zwischen den beiden Gruppen verglichen. Für signifikante Ergebnisse wurde das Effektstärkemaß ω^2 berechnet, das darüber Auskunft gibt, wieviel Prozent der Varianz in der abhängigen Variable (hier: Reaktivität im Feld) durch die unabhängige Variable (hier: aufgrund der Laborreaktionen gebildete Gruppen) erklärt wird.

Ergebnisse

Es zeigte sich, daß die kardiovaskuläre Reaktivität auf den Laborstressor (Reaktionszeitaufgabe) über den Zeitraum von 7 Wochen sehr stabil blieb: Die Retest-Korrelation lag für DFP, HR und SBD über $r = 0,80$ und für den DBD betrug sie $r = 0,64$. Weiterhin wurde deutlich, daß die Reaktivität auf den psychischen Stressor nicht auf die körperliche Belastung generalisierte.

Bezüglich der einfachen Reaktivitätsmaße zeigten sich folgende Unterschiede zwischen beiden Gruppen (siehe auch Tab. 1).

Das Niveau der HR ist bei den Starkreagierern etwas höher (72,7 vs. 66,8, $p < 0,10$), aber nicht speziell am Tag. Für den diastolischen Blutdruck zeigen die Starkreagierer ein höheres Gesamtniveau und ein höheres Niveau während des Tages ($p < 0,05$). In der Nacht unterscheiden sich die beiden Gruppen nicht signifikant. Das Maximum im DBD der Starkreagierer ist ebenfalls höher ($p < 0,05$), außerdem die Differenz zwischen Maximum und Minimum ($p < 0,10$). Die Starkreagierer zeigen auch eine größere Standardabweichung aller Werte des DBD, aber nicht nur am Tag. Beim DFP und SBD zeigen sich keine signifikanten Gruppenunterschiede in diesen einfachen Variablen. Bezüglich der Standardabweichung der Residuen der Autokorrelationsmodelle unter Berücksichtigung von Bewegung und Körperposition zeigen die Starkreagierer im DFP stärkere Schwankungen ($p < 0,05$). In den anderen physiologischen Maßen finden sich für diesen Parameter keine Unterschiede.

Die Starkreagierer zeigen im DFP auch größere Unterschiede zwischen Situationen, die sie selbst als belastend einschätzen und solchen, die sie als eher ruhig beurteilen ($p < 0,05$). Für die Herzfrequenz ist dieser Unterschied etwas geringer ($p < 0,10$). Bezüglich der eingeschätzten Höhe der Belastung und der Körperaktivität während der Belastungssituationen unterscheiden sich die beiden Gruppen nicht.

Diskussion

Die berechneten Reaktivitätsparameter sind in unterschiedlicher Weise in der Lage, die anfangs beschriebenen Modelle zu überprüfen.

Gruppenunterschiede im Niveau am Tag, die in der Nacht nicht auftreten, sowie große Tag-Nacht Differenzen oder Differenzen zwischen Maximum und Minimum stützen das Modell des Grundzustandes. Für die vorliegenden Daten trifft dieses Modell nur für den DBD zu.

Auch das kombinierte Modell nimmt Gruppenunterschiede im Niveau während des Tages an. Damit trifft es für HR, SBD und DFP, für die solche Niveauunterschiede nicht gefunden wurden, nicht zu. Für den DBD trifft es deshalb nicht zu, weil keine erhöhte Variabilität am Tage gefunden wurde.

Das Modell der wiederkehrenden Aktivierung postuliert stärkere Anstiege der Starkreagierer in Reaktion auf im Tagesverlauf auftretende (emotionale) Belastungen. Die Standardabweichung der Residuen der Zeitreihenanalyse stellen ein Variabilitätsmaß dar, in das kurzfristige Schwankungen eingehen. Die Variabilität aufgrund langsamer Schwankungen ist eliminiert, weil die Beseitigung der Autokorrelation wie ein Hochpaß-Filter wirkt. Gruppenunterschiede in diesem Maß sowie Unterschiede in Reaktion auf emotional belastende Tagesereignisse stützen das Modell der wiederkehrenden Aktivierung. Für die vor-

liegenden Daten trifft das für das DFP und eingeschränkt auch für die HR zu.

Für den SBD wurden keine signifikanten Gruppenunterschiede gefunden. Dies könnte möglicherweise daran liegen, daß der mit Portapres gemessene Fingerblutdruck nicht so reliabel ist. Ein weiterer Grund könnte in der wegen der geringen Probandenzahl geringen statistischen Power der Untersuchung liegen: Auch für die anderen Variablen zeigt sich, daß die gefundenen Unterschiede nur "knapp" signifikant werden; trotzdem ergeben sich recht hohe Effektstärken. Das für das DFP berechnete Reaktivitätsmaß sagt beispielsweise bis zu 23% des Laborkriteriums vorher.

Die vorliegenden Daten sprechen also dafür, daß Personen, die besonders stark auf einen psychischen Laborstressor reagieren, einen über den gesamten Tag erhöhten diastolischen Blutdruck aufweisen, bezüglich Druckfrequenzprodukt und Herzfrequenz aber besonders starke, einzelne Reaktionen auf emotional belastende Ereignisse zeigen. Diese Reaktionen finden sich in verschiedenen Zeitdimensionen: einmal als kurzfristige Schwankungen im Minutenbereich, zum anderen auch als länger andauernde Anstiege, im Bereich einer halben Stunde.

Dabei ist zu beachten, daß die vorliegende Untersuchung mit gesunden jungen Männern durchgeführt wurde. Es wäre interessant zu überprüfen, ob sich dieses Reaktionsmuster beispielsweise im Laufe einer Hypertonieentwicklung oder mit fortschreitendem Alter ändert.

LITERATUR

- [1] Anastasiades P., D.W. Johnston: A simple activity measure for use with ambulatory subjects. *Psychophysiology* 27, 87-93 (1990).
- [2] Jain A.: Kardiovaskuläre Reaktivität im Labor und im Feld: Eine komparative Studie zur Aussagekraft kardiovaskulärer Reaktivitätsparameter unter Feldbedingungen. Waxmann, Münster 1995.
- [3] Langewouters G.J., B. de Wit, G.M.A. van der Hoeven, B.P.M. Imholz, G. Parati, G.A. van Montfrans, K.H. Wesseling: Feasibility of continuous noninvasive 24-h ambulatory finger blood pressure measurement with Portapres: Comparison with intrabrachial pressure. In: Schmidt T.F.H., B.T. Engel, G. Blümchen: Temporal variations of the cardiovascular system. Springer, Berlin 1992.
- [4] Light K.C.: Psychosocial precursors of hypertension: experimental evidence. *Circulation* 76 (Suppl. 1), I67-I76 (1987).
- [5] Manuck S.B., D.S. Krantz: Psychophysiologic reactivity in coronary heart disease. *Behavioral Medicine Update* 6, 1-15 (1984).
- [6] Schmidt T.F.H., T. Steinmetz, J. Wittenhaus, P. Piccolo, H. Lüpsen: A new dimension of blood pressure measurement in man: 24-h ambulatory continuous recording with Portapres. In: Schmidt T.F.H., B.T. Engel, G. Blümchen: Temporal variations of the cardiovascular system. Springer, Berlin 1992.
- [7] Turner J.R., M.M. Ward, M.D. Gellman, D.W. Johnston, K.C. Light, L.J.P. van Doornen: The relationship between laboratory and ambulatory cardiovascular activity: Current evidence and future directions. *Ann. Behav. Med.* 16, 12-23 (1994).

Dr. rer. nat. Anita Jain
Herbert-Lewin-Straße 2
D-50931 Köln