

Schnell oder schonend?

# Der präklinische Notfalltransport als Prognosefaktor

K. Witzel, Ch. Raschka, HELIOS St. Elisabeth Klinik, Hünfeld  
(Ärztlicher Direktor: Dr. med. Kai Witzel)

NOTFALL & HAUSARZTMEDIZIN 2005; 31: xxx-xxx

*Allein der Transport von der Einsatzstelle bis zur Klinik kann für den Patienten eine erhebliche physische und psychische Belastung darstellen. Unsere Arbeit untersucht die Belastung durch den Transport anhand eines Versuches mit 54 Freiwilligen. Es wurde je ein simulierter Notfalltransport mit hoher Geschwindigkeit und mehrfachem Abbremsen und Beschleunigen einem schonenden Transport ohne wesentliche Beschleunigungskräfte gegenübergestellt. Es bestanden hochsignifikante ( $p \geq 0,001$ ) Unterschiede bezüglich der Pulsfrequenz (Anstieg von bis zu 30%), sehr signifikante ( $p \geq 0,01$ ) Änderungen des Blutdruckes (bis zu 180 mmHg) und der Kortisolwerte bei den verschiedenen Transportmodalitäten. Auch die Veränderung von Prolaktin, ACTH und Somatotropin zeigte Signifikanzen ( $p \leq 0,05$ ). Die Konstellation der erhobenen Parameter bestätigt die Gefahr, die gerade bei kardialen Erkrankungen zusätzlich von besonders schnellen Transporten ausgehen kann. Durch unsere an gesunden Probanden gewonnenen Ergebnisse vermuten wir, dass die Priorität des schnellen Patiententransportes beim kardialen Notfall überdacht werden muss.*

Seit vielen Jahren hat man im Rettungsdienst erkannt, dass eine adäquate Versorgung der Patienten vor dem Transport deren Prognose entscheidend verbessert. Die Fahrt zur Klinik kann erst nach Herstellung der Transportfähigkeit des Erkrankten oder Verletzten beginnen. Dabei wird er viel zu oft unnötigen Belastungen ausgesetzt. Das Risiko für den Patienten wird meist unterschätzt, insbesondere bei vorliegender kardiopulmonaler Problematik (21). Bei gesunden Probanden konnte bereits beim Transport zum Rettungsfahrzeug der wesentliche Einfluss des Transportmodus gezeigt werden. Das Tragen von Patienten kann je nach Technik zu einer Steigerung der Herzfrequenz um bis zu 75% über dem Ruhewert (z.B. „Rautek“-Rettungsgriff) führen.

Diese Arbeit soll versuchen, den Einfluss von Stressfaktoren auf gesunde Menschen beim Transport im Rettungsfahrzeug zu erkennen, um daraus wertvolle Rückschlüsse auf den Krankentransport ziehen zu können.

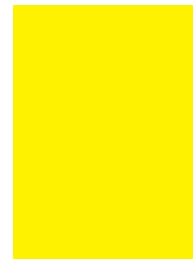
Aus der Änderung der Kreislaufparameter (Puls, Blutdruck), endo-

kriner Parameter (freies Kortisol und Prolaktin im Blutplasma, ACTH und weiterer Parameter (Glukose, Leukozyten, CRP) lassen sich objektivierbare Werte über die Transportbelastung ermitteln.

## ■ Material und Methode

Um die Transportbelastung zu objektivieren, führten wir mit 54 freiwilligen Probanden einen Versuch zur Belastung durch Notfalltransporte durch. Alle Freiwilligen waren gesund. Das Geschlechterverhältnis der Probanden war ausgeglichen (Frauen:  $n=26$ , Männer  $n=28$ ); zwischen 20 und 60 Jahren waren die Altersgruppen gleichmäßig verteilt. Das Durchschnittsalter betrug 28 Jahre.

Alle Probanden hatten der Teilnahme vorher schriftlich zugestimmt. Vor Beginn des Versuches wurden die Referenzwerte der Probanden für unsere Untersuchung ermittelt. Die Ermittlung erfolgte in einem warmen ( $21^{\circ}\text{C}$ ), ruhigen Raum. Vitalparameter wurden mehrfach bestimmt. Blutwerte nur einmal vorher und nach der Fahrt, Kortisol und ACTH zusätzlich in zweiminütigen Abständen während der Fahrt.



Kai Witzel

## Transport über 13 km im innerstädtischen Bereich

Die dreizehn Kilometer lange, einem innerstädtischen Bereich entsprechende, kurvenreiche Strecke wurde je einmal mit jedem Testteilnehmer unter Notfallbedingungen und einmal besonders schonend zurückgelegt. Der Modus der ersten Fahrt wurde vorher randomisiert ermittelt, sodass ein systematischer Fehler durch Adaptationsmechanismen (10, 14) vermieden werden konnte. Die schnelle Fahrt wurde mit 10–15 Brems- und Beschleunigungsvorgängen und mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 70 km/h und Signalthorn durchgeführt. Die Durchschnittsgeschwindigkeit der langsamen Fahrt betrug 40 km/h, Bremsen und Beschleunigen wurde weitgehend vermieden.

## Messungen vor, während und nach jedem Transport

Während der Fahrt wurde ständig die Pulsfrequenz durch eine dreipolige EKG-Ableitung dokumentiert, der Blutdruck wurde oszillometrisch (Omron M4, R3) in zweiminütigen Abständen gemessen. Die Blutzuckerwerte wurden aus Kapillarblut gewonnen („Haemo-Glucotest 20-800 R“ Teststreifen, deren Indikatorfärbung mit dem Messgerät „Reflolux“ der Firma Boehringer Mannheim bestimmt wird), alle anderen Blutwerte durch venöse Blutentnahmen (Vena intermedia cubiti). Direkt vor, während und nach jedem Transport wurden bei unseren Probanden Blutproben zur Kortisol-, Prolaktin- und ACTH-Bestimmung entnommen. Das Serum wurde separiert und tiefgefroren, um später im Zentrallaboratorium

des Städtischen Klinikums Fulda analysiert zu werden. Dies geschah mit Hilfe des auf dem Mikropartikel-Enzymimmunoassay (MEIA) basierenden AxSYM Assays® der Firma Abbott. Die ACTH-Werte wurden mit dem DYNOfest ACTH®, einem immunradiometrischen Zweischnitt-Assay mittels Coated-tube-Technik bestimmt. Die letzte Nahrungsaufnahme lag bei Ermittlung der ersten Referenzwerte über acht Stunden zurück. Während des Versuchablaufes durften die Probanden nur Mineralwasser auf Zimmertemperatur zu sich nehmen.

Die statistischen Berechnungen wurden mit Hilfe des Wilcoxon-Tests durchgeführt. Nur vollständige Datensätze wurden zur statistischen Analyse verwendet.

**Ergebnisse**  
**Pulsfrequenz**

Bereits die permanent überwachte Pulsfrequenz zeigt die zu erwartende Wirkung auf die Homöostase des Patienten. Wesentliche intraindividuelle Frequenzschwankungen traten nicht auf. Bei dem schonenden Transport imponierte das Maximum bereits nach zwei Minuten. Nach zwölfminütigem Schontransport wurde der Ruhe-Ausgangswert bereits wieder erreicht.

Die Unterschiede zum schnellen Transport sind hochsignifikant ( $p \geq 0,001$ ). Bereits zu Beginn des Transportes war die Pulsfrequenz höher. Der schon nach einer Minute bestehende 10%ige Unterschied ( $p \geq 0,01$ ) wurde permanent größer (Abb. 1). Eine Plateauphase wurde nach einem simulierten schnellen Notfalltransport von acht Minuten erreicht, die bis zu einer Fahrtdauer von 15 Minuten anhielt. Auch nach 15 Minuten war bei 40% der Probanden keine Adaptation im Sinne einer Bradykardisierung zu beobachten.

**Blutdruck**

Der mittlere arterielle Blutdruck reagierte in ähnlicher Weise. Bei der schnellen Fahrt wurden Maxima von bis zu mit 180 mmHg systolisch nach durchschnittlich acht Minuten erreicht. Der arterielle Mitteldruck betrug während der schnellen Fahrt durchschnittlich 122 mmHg ( $s=12$ ).

Nach acht Minuten bei Erreichen der Plateauphase betrug der durchschnittliche arterielle Mitteldruck 130 mmHg ( $s=14$ ).

Der Schontransport zeigte durchschnittliche Werte des arteriellen Mitteldrucks von 108 mmHg ( $s=8$ ). Die höchsten systolischen Blutdruckwerte von 144 mmHg wurden hier bereits nach zwei bis vier Minuten erreicht. Die Unterschiede der Transportmodalitäten zeigten sich bezüglich des arteriellen Mitteldruckes sehr signifikant ( $p \leq 0,01$ ) und proportional zur Entwicklung der Pulsfrequenz.

**Kortisolwerte**

Die von uns ermittelten Kortisolwerte aus peripher venösem Blut erreichten ihr Maximum durchschnittlich zwölf Minuten nach Transportbeginn (Abb. 2). Die Steigerung des Kortisols im Verhältnis zum Ruhe-Ausgangswert war bei der schnellen Fahrt um durchschnittlich 30% höher als bei der langsamen Fahrt ( $p \leq 0,01$ ). Im Einzelfall wurden beim schnellen Transport Werte bis 94 µg/dl erreicht, während bei schonendem Transportmodus kein Messwert über 40 µg/dl lag. Alle bei der schnellen Fahrt ermittelten Werte rangierten auf den einzelnen Probanden, bezogen über denen der langsamen Fahrt.

**Serumprolaktin**

Anhand der Entwicklung des Serumprolaktins konnten wir die Richtigkeit unserer endokrinologischen Messungen bestätigen. Die Amplituden gestalteten sich um 10 bis 25% geringer, ein der Entwicklung des

Kortisols proportionales Verhalten war zu verzeichnen. Die ermittelten Unterschiede waren signifikant ( $p \leq 0,05$ ).

**ACTH**

ACTH verhielt sich in ähnlicher Weise. Hier konnte man beim Vergleich der Transportarten feststellen, dass ACTH beim schnellen Transport um etwa 30% höher liegt ( $p \leq 0,05$ ). Die Maxima zeigten sich hier bereits vor dem Ende der Transporte, also nach vier bis zehn Minuten Transportdauer.

**Glukose**

Der Anstieg der aus kapillärem Blut direkt nach dem Transport ermittelten Glukoseparameter gestaltete sich ebenfalls signifikant ( $p < 0,05$ ) (Tab. 1).

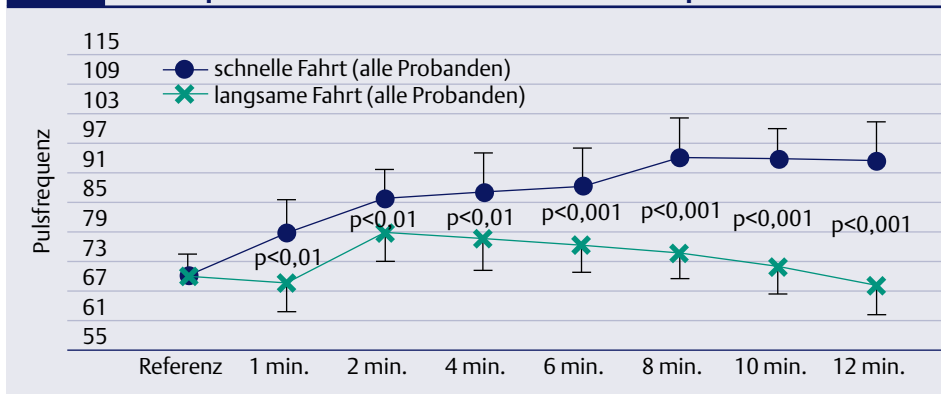
**Diskussion und Literaturübersicht**

Ein Notfalltransport stellt für den betroffenen Patienten immer eine außergewöhnlich belastende Situation dar. Er hat in der Regel Schmer-

**Tab. 1** Parameteranstieg beim simulierten schnellen Notfalltransport bei Probanden (n = 54)

Parameter	Anstieg (%)
Herzfrequenz	30
Blutdruck	50
Cortisol	62
ACTH	46
Prolaktin	32
Somatotropin	30
Glukose	7,1

**Abb. 1** Pulsfrequenz der Probanden während der Transporte



Entwicklung der Pulsfrequenz aller 54 Probanden während beider Transporte.

zen und kann das Ausmaß und die Konsequenzen seiner Erkrankung oder Verletzung nicht beurteilen. Erkrankungen des kardiovaskulären Bereiches (z.B. Herzinfarkt mit der typischen "Todesangst") sind hier besonders hervorzuheben (13).

### Problem der zusätzlichen Stresssituation

Zudem befindet sich der Patient beim Notfalltransport in einer unbekanntem, teilweise gar bedrohlichen (z.B. zusätzlicher Schmerz durch Venenpunktion) Umgebung (14). Diese wesentlichen, teilweise nicht beeinflussbaren Faktoren, sorgen initial für eine hohe Sympathikusaktivität mit erhöhtem Sauerstoffbedarf und akutem Dekompensationsrisiko für den Patienten, gerade bei kardialer Grunderkrankung. Hier fällt bei Notfallpatienten das Problem der zusätzlichen Stresssituation durch den Transport an, die sich im Allgemeinen auf die psychische, aber auch auf die körperliche Belastung bezieht. Die Stressreaktion aktiviert verschiedene unspezifische Adaptationsmechanismen des Organismus, die seine Fähigkeit erhöhen sollen, die Stresssituation zu bewältigen (5, 8, 11).

Eine patientenschonende Rettung und vorsichtiger Transport sollen neben anderen Maßnahmen auch wesentlich zur Entlastung dieser Patienten beitragen (6, 19, 21).

ACTH zeigt bei Stressbelastung bereits nach einer bis vier Minuten nach Belastung einen maximalen Wert von bis zum sechsfachen des Ausgangswertes (14, 18). Daraus resultiert beim Menschen ein Peak der

Kortisolkonzentration im Blut nach 10 bis 20 Minuten (9, 12). Die Nachweisbarkeit von erhöhten Kortisolwerten ist bei einem Peak nach weniger als 30 Minuten mindestens über zwei Stunden gewährleistet (9,15, 17). Eine Abhängigkeit dieser temporär erhöhten Werte von der zirkadianen Rhythmik ist nicht zu beobachten (3, 7).

Die steroidinduzierte Erhöhung der Blutzuckerspiegel stellt einen wichtigen Parameter für die Stressbelastung dar. Bei starker Ausschüttung kann der Organismus in eine prädiabetische Stoffwechsellage gelangen, da Glukokortikoide die Insulinsekretion zusätzlich inhibieren.

### Auftreten von Adaptionsmechanismen

Da Angst und Stress nur indirekt über die genannten Messwerte objektivierbar sind, stellen sich große interindividuelle Reaktionsweisen dar (22, 23). Zwei große Gruppen lassen sich hier unterscheiden: Stark auf Stress reagierende (responders) und nur gering auf Stress reagierende Personen (non-responders) (17). Je nach Intensität und Dauer der Stresssituation treten nach einer gewissen Zeit Adaptionsmechanismen auf, die die Belastung des Individuums senken (18). Der Eintritt dieser Funktion ist nach manifester Belastung teilweise erst 60 Minuten zu beobachten und durch Verminderung der Stressparameter bei gleichbleibendem exogenen Stimulus charakterisiert (1, 2, 11). Hierbei ist die Änderung der Herzfrequenz der allgemein anerkannte wichtigste Faktor. Dieses Phänomen ist auch in Form der Plateaubildung bei der Stei-

gerung der Herzfrequenzen ab der achten Minute beim von uns simulierten Notfalltransport zu erkennen.

Die Belastung durch den Transport setzt sich aus vielen verschiedenen Komponenten zusammen. Neben den mentalen Auswirkungen wie Angst sind weitere physikalische Einflüsse entscheidend (18, 20, 24). An erster Stelle sind hier Beschleunigungskräfte in Verbindung mit Vibrationen zu nennen, denen der Patient permanent ausgesetzt ist (8, 10, 21). In der vorliegenden Untersuchung wurde 10- bis 15-mal beschleunigt und abgebremst.

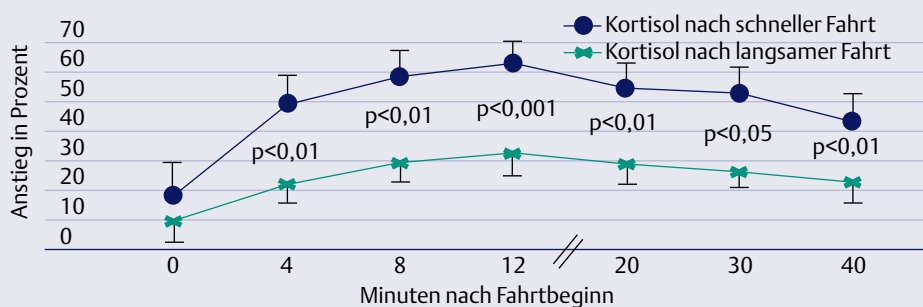
Der Transport unter Notfallbedingungen ist gerade in Ballungsgebieten nicht ohne die Verwendung von akustischen Sondersignalen durchführbar. Auch diese Lärmbelastung stellt neben der psychischen Beeinträchtigung (Induktion von Angst) eine physische Belastung dar; die akustischen Einflüsse dürfen in ihrer Komplexität nicht vernachlässigt werden (22). Daher muss die Indikation zur Verwendung von Sonderrechten beim Patiententransport vom Notarzt sehr eng gestellt werden. So kann neben der psychischen Belastung auch die kalte Außenluft sowie das Kältezittern Angina-pectoris-Anfälle induzieren (4, 10, 21).

Die vorliegende Untersuchung konnte schon bei kardial Gesunden eindrucksvoll aufzeigen, dass alleine der Modus des Transportes signifikante Unterschiede in der Homöostase der Transportierten hervorruft.

### Einfluss auf den Transportmodus in der Erstversorgung

Der Transportmodus (Fahrgeschwindigkeit, Beschleunigungskräfte) ist neben der obligaten optimalen Erstversorgung mit Schmerztherapie, der psychischen Betreuung und der kardioprotektiven (z.B.  $\beta$ -Blocker) oder sedierenden (z.B. Benzodiazepine) Medikation der einzige Parameter, der durch das Notarzt-Team frei wählbar ist. Durch die initiale Gabe von  $\beta$ -Blockern (ISIS-1 Studie), aber auch von ASS kann eine Verbesserung der Prognose von 3% erreicht werden. Wenn man bedenkt, dass dies zur Standardmedikation beim stabilen Infarktpatienten ohne

**Abb. 2 Anstieg der ermittelten Kortisolwerte**



Darstellung des Anstiegs der ermittelten Kortisolwerte aller 54 Probanden in Abhängigkeit vom Ruhe-Referenzwert über einen Beobachtungszeitraum von 40 Minuten bei schneller und langsamer Fahrt ( $p \leq 0,01$ ).

Kontraindikationen gehört, so wird die unserer Meinung nach wesentlich entscheidendere Wahl des Transportmodus hierzulande eher stiefmütterlich behandelt. In der Regel wird die Entscheidung über den Transport den Rettungssanitätern und Rettungsassistenten überlassen.

#### ■ Fazit

Die Indikation zum schnellen Transport sollte gerade beim kardialen Notfall aufgrund der hier vorgestellten Daten überdacht werden. Möglicherweise kann durch die zusätzliche Stresssituation, die wir bereits bei gesunden Probanden zeigen konnten, eine Dekompensation der Vitalsituation bei realen Patienten entstehen. Gerade bei Notfalltransporten mit Begleitung eines erfahrenen Notfallmediziners, sollte der allein durch den Transport induzierte Patientenstress einbezogen werden. Unsere Ergebnisse lassen vermuten, dass ein schonender Transport trotz längerer Dauer vorteilhaft für Patienten sein kann. Auch der nachvollziehbare Wunsch nach schneller Übergabe an den Klinikarzt bei Unsicherheit des Erstversorgenden sollte nicht das alleinige Entscheidungskriterium für die Wahl des Transportmodus sein.

Auf Grund der Ergebnisse unserer Untersuchung sollte der Notfalltransport – insbesondere bei kardialen Notfällen – ohne starke Beschleunigungs- und Bremsmanöver erfolgen. Die Verantwortung hierfür liegt beim begleitenden Arzt. Jedoch sind weitere Untersuchungen notwendig, um zu klären, ob die beschriebenen Beobachtungen bei kranken Patienten unter Notfallbedingungen zu Komplikationen führen oder Auswirkungen auf die Überlebensrate haben.

#### Summary

*The emergency transport in an ambulance can be a considerable physical and psychical strain for the patient. In this report we prove by means of a test with volunteers and up-to-date literature that strain during transport is an important, not to be neglected factor for the prognosis of the patient. We determined the hemodynamic and endocrinological values of 54 vol-*

*unteers to verify this statement. Each volunteer was subject to one high speed emergency transport and one smooth transport. Significant differences of all measurements (heart rate ( $p \leq 0,001$ ), blood pressure, cortisol ( $p \leq 0,01$ ), prolactin, somatotropine and ACTH between the two modes of transportation (emergency transport and smooth run) confirmed our presumption that, especially in the case of cardiac diseases, particularly fast transportation represents an additional danger. Especially in the case of cardiac diseases a very fast transportation mode should be discussed. Our data shows that it could do more harm than good.*

#### Literatur

1. Akerstedt T. Comparison of urinary and plasma catecholamine responses. *Acta Physiologica Scandinavia* 1983; 21: 19–26
2. Aloe L, Bracci-Laudiero L, Alleva E et al. Emotional stress induced by parachute jumping enhances blood nerve growth factor levels and the distribution of nerve growth factor receptors in lymphocytes. *Proc-Natl-Acad-Sci* 1994; 91: 10440–10444
3. Becker BA, Nienaber JA, DeShazer JA. Effect of transportation of cortisol contents. *American Journal of Veterinary Research* 1985; 46: 1457–1459
4. Blank H, Sprigade H. Eine Methode zur Erfassung und Bewertung der psychischen Belastung: Arbeitsschwere an Arbeitsplätzen im Verkehrswesen. *Zeitschrift für die gesamte Hygiene und ihre Grenzgebiete* 1990; 36: 604–606
5. Dalin AM, Magnusson U, Häggendal J, Nyberg I. The Effect of Transport Stress on Plasma Levels of Catecholamines, Cortisol, Corticosteroid-Binding Globulin, Blood Cell Count, and Lymphocyte Proliferation in Pigs. *Acta Vet Scand* 1993; 34: 59–68
6. Dugue B, Leppanen EA, Teppo AM et al. Effects of psychological stress on plasma IL-1 beta and 6, C-reactive protein, TNF alpha, ADH and serum cortisol. *Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory Investigation* 1993; 53: 555–561
7. Fehm-Wolfsdorf G, Soherr U, Arndt R et al. Monitor reflex thresholds elevated by stress. *Psychoneuroendocrinology* 1993; 18: 579–589
8. Greenwood PL, Shutt DA. Salivary and plasma cortisol as an index of stress in goats. *Australian Veterinary Journal* 1992; 69: 161–163
9. Henning J, Laschewski U, Opper C. Biophysiological Changes after Bungee-Jumping: Beta-Endorphin Immunoreactivity as a Mediator of Euphoria? *Neuropsychobiology* 1994; 29: 28–32
10. Johanning E, Wilder DG, Landrigan PJ, Pope MH. Whole-body vibration exposure in subway cars and review of adverse health effects. *Journal of Occupational Medicine* 1991; 33: 605–613
11. Kirschbaum C, Pirke KM, Hellhammer DH. The 'Trier Social Stress Test' – a tool for investigating psychobiological stress responses in a laboratory setting. *Neuropsychobiology* 1993; 28: 76–81
12. Kuhn G, Lichtwald K, Hardegg W, Abel HH. Reaktion von Corticoiden, Enzymaktivitäten und hämatologischen Parametern auf Transportstreß bei Hunden. *Journal of Experimental Science* 1991; 34: 99–104
13. Leor J, Poole WK, Kloner RA. Sudden cardiac Death Triggered by an Earthquake. *New England Journal of Medicine* 1996; 334: 413–419
14. Meeran K, Hattersley A, Mould G, Bloom SR. Venepuncture causes rapid rise in plasma ACTH. *British Journal Clin Pract* 1993; 47: 246–247
15. Parrot RF, Misson BH, De la Riva CF. Differential stressor Effects on the concentrations of cortisol, prolactin and catecholamines in the blood of sheep. *Research in Veterinary Science* 1994; 56: 234–239
16. Porta S, Emsenhuber W, Peter W. Detection and evaluation of persisting stress-induced hormonal disturbances by a post stress provocation test in humans. *Life Sciences* 1993; 53: 1583–1589
17. Sgoutas-Emch SA, Cacioppo JT, Uchino BN et al. The effects of an acute psychological stressor on cardiovascular, endocrine and cellular immune response: a prospective study of individuals high and low in heart rate reactivity. *Psychophysiology* 1994; 31: 264–271
18. Stevenson A, Fiddler C, Craig M, Gray A. Emergency department organisation of critical care transfers in the UK. *Emerg Med J* 2005; 22 (11): 795–798
19. Uhde TW, Tancer ME, Gelernter CS, Vitton BJ. Normal urinary free cortisol and postdexamethasone cortisol in social phobia: comparison to normal volunteers. *Journal of Affective Disorders* 1994; 30: 155–161
20. Vivoli G, Bergomi M, Rovesti S et al. Biochemical and haemodynamic indicators of stress in truck drivers. *Ergonomics* 1993; 36: 1089–1097
21. Witzel K. Rettungs- und Transportmethoden und deren Auswirkungen auf den Kreislauf. *Rettungsdienst* 1993; 11: 853–858
22. Witzel K, Elzer M, Bismarck C, Raschka C. Hämodynamische, endokrinologische und testpsychologische Untersuchungen bei Probanden während Rettungshubschrauberflügen und ihre präklinische Bedeutung. *Anästhesist* 2002; 51: 258–262
23. Zavy MT, Juniewicz PE, Philips WA, von Tungeln DL. Effect of initial restraint, weaning, and transport stress on baseline and ACTH-stimulated cortisol responses in beef calves of different genotypes. *American Journal of Veterinary Research* 1992; 53: 551–557
24. Zeier H. Workload and psychophysiological stress reactions in air traffic controllers. *Ergonomics* 1994; 37: 525–539

#### Anschrift für die Verfasser

Dr. med. Kai Witzel  
HELIOS St. Elisabeth Klinik  
Schillerstraße 22  
36088 Hünfeld  
E-Mail: kai.witzel@witzel-chirurgie.de