

K. Witzel¹ · M. Elzer² · C. Raschka³

¹ Herz-Jesu-Krankenhaus Fulda · ² Fachhochschule Fulda

³ Institut für Sportwissenschaften, Goethe-Universität Frankfurt am Main

Hämodynamische, endokrinologische und testpsychologische Untersuchungen an Probanden während Rettungshubschrauberflügen

Zusammenfassung

Fragestellung. Allein der Transport von der Einsatzstelle bis zur Klinik kann für den Patienten eine physische und psychische Belastung darstellen. Diese Arbeit untersucht die Transportbelastung im Hubschrauber anhand eines Versuchs mit 23 Freiwilligen.

Material und Methode. Im Rahmen der Untersuchung wurden 15-minütige standardisierte Testflüge mit einer EC 135 durchgeführt. Endokrinologische und hämodynamische Parameter wurden regelmäßig mehrfach bestimmt.

Ergebnisse. Während der Startphase zeigte sich eine Erhöhung der Herzfrequenz um 18%; endokrinologische Stressparameter waren um bis zu 51% – im Rahmen der Normwerte liegend – erhöht. Testpsychologische Parameter zeigten vor dem Flug ein Gefühl der Angst und der Aufregung. Die Flüge wurden im Nachhinein positiver bewertet als zuvor angenommen.

Schlussfolgerung. Die Belastung resultiert zum Großteil aus retrospektiv nicht nachvollziehbarer Flugangst. Die entgegen unserer Erwartung niedriger ausgefallene Stressreaktion drängt die Frage zur weiteren Indikationsstellung für Hubschraubertransporte mit modernen Maschinen auch bei nicht-traumatologischen Patienten auf. Diese Frage sollte künftig näher untersucht werden.

Schlüsselwörter

Rettungshubschrauber · Herzfrequenz · Kortisol · Stress · Rettungsdienst · Luftrettung

Im Rettungsdienst hat man seit vielen Jahren erkannt, dass eine adäquate Versorgung vor dem Transport der Patienten deren Prognose entscheidend verbessert [3, 22, 26, 27].

Die vorliegende Arbeit versucht, den Einfluss der Stressfaktoren auf gesunde Menschen beim Transport im Rettungshubschrauber zu erkennen, um daraus analoge Rückschlüsse auf den Krankentransport ziehen zu können. Die Auswahl der endokrinologischen Parameter richtete sich wegen der besseren Vergleichbarkeit nach den Kenngrößen einer vorausgegangenen Studie [27], die die Probandenbelastung bei bodengebundenen Transporten untersuchte.

Aus der Änderung der Parameter des Blutkreislaufs (Puls, Blutdruck) und des Endokriniums (freies Kortisol, Prolaktin, ACTH, Glucose, Leukozyten und CRP im Blut) lassen sich objektive Werte über die Transportbelastung ermitteln [17]. Hieraus versuchen wir abzuleiten, wie groß die Belastung durch den simulierten Hubschraubertransport wirklich ist.

Material und Methode

Zur Objektivierung der Transportbelastung im Rettungshubschrauber führten wir mit 23 gesunden freiwilligen Probanden einen prospektiven Versuch zur Belastung durch Notfalltransporte durch. Das Geschlechterverhältnis der Probanden war ausgeglichen (Frauen: $n=12$, Männer: $n=11$). Das Durchschnittsalter betrug 38 Jahre ($s=11$). Voraussetzung für die Teilnahme am Versuch war, dass die

Probanden keine Flugerfahrung mit Hubschraubern und kleineren Flächenflugzeugen hatten. Von den Probanden waren 10 höchstens 5-mal mit Linienjets geflogen. Zudem durfte keine berufliche Verbindung zum Rettungsdienst vorbestehen. Die Probanden wurden nach dem Zufallsprinzip ausgewählt. Von insgesamt 26 angesprochenen Personen lehnten 3 aus Termingründen ab.

Die nach dem Zufallsprinzip ausgewählten Probanden hatten der Teilnahme vorher schriftlich zugestimmt. Keiner der Probanden besaß Flugerfahrung im Hubschrauber. Das begutachtete Versuchsprotokoll entspricht den ethischen Standards der Deklaration von Helsinki in der aktuellen Fassung. Die personenbezogenen Daten wurden aus datenschutzrechtlichen Gründen sofort vom übrigen Datensatz separiert und anonymisiert.

Vor Beginn des Versuchs wurden die Referenzwerte der Probanden für unsere Untersuchung bestimmt. Die Ermittlung erfolgte in einem warmen (21°C), ruhigen Raum. Die testpsychologische Untersuchung fand anhand eines Fragebogens jeweils 3–6 h vor dem Flug und zwischen 30 und 60 min nach dem Flug statt. Hierbei handelte es sich um allgemeine Fragen zur Angsteinschätzung, den Stressverarbeitungsfragebogen von Janke et al. [9] mit 114 Einzelfragen, die auf 19 Subskalen mögliche Re-

© Springer-Verlag 2002

Dr. Kai Witzel
Namslauer Straße 4, 36039 Fulda
E-Mail: kai.witzel@web.de

K. Witzel · M. Elzer · C. Raschka

Haemodynamic, endocrinological and psychological investigations on probands during rescue helicopter flights

Summary

Purpose. The emergency transport in an ambulance can be a considerable physical and psychological stress for the patient. In this article we report on a stress test with 23 volunteers transported in an emergency helicopter.

Methods. We determined the hemodynamic and endocrinological values of 23 volunteers after a standardised 15-minute transportation in a helicopter type EC 135.

Results. During the take-off we registered an increase of the heart rate of 18% and endocrinological parameters were elevated up to 51%. All the registered values were within the physiological tolerance level. Psychological tests showed a feeling of fear and agitation before take-off, but after the flight the volunteers reported less stress than expected.

Conclusion. The stress situation is caused by fear of the flight, that cannot be objectively justified. The relatively low stress induction by helicopter transportation might be an indication that there should be more patient transport with modern helicopters, especially for non-trauma patients. This subject deserves further investigation.

Keywords

Emergency helicopter · Heart rate · Cortisol · Stress · Emergency services · Air rescue

aktionen in Stresssituationen erfassen, sowie den mehrdimensionalen Befindlichkeitsfragebogen (MDBF) von Steyer et al. [23], der anhand von 24 Fragekomplexen und 3 Subskalen die augenblickliche Befindlichkeit des Probanden misst. Die Vitalparameter wurden mehrfach bestimmt; Blutwerte 30 min vor dem Flug, beim Start und während des Flugs in 2-minütigen Abständen. Alle Probanden erhielten 60 min vor der ersten Blutentnahme eine Venenverweilkanüle (V. intermedia cubiti), die für alle weiteren venösen Blutentnahmen verwendet werden konnte. Der venöse Zugang wurde 40 min vor dem jeweils ersten Flug gelegt. Die Herzfrequenz wurde während des Fluges kontinuierlich durch eine 3-polare EKG-Ableitung dokumentiert. Der Blutdruck wurde oszillometrisch (Omron M4, R3) in 2-minütigen Abständen gemessen. Der arterielle

Mitteldruck (MAP) wurde anhand der Formel $MAP = P_{diast.} + 1/3 \times (P_{syst.} - P_{diast.})$ berechnet.

Die Flüge wurden bei wolkenfreiem Himmel und variablem Wind mit einem Rettungshubschrauber der 3. Generation – einer EC 135 von Eurocopter – durchgeführt. Diese Maschine ist in der Standardausführung mit einem Antiresonanz-Schwingungssystem (ARIS) ausgerüstet. Die Probanden wurden auf der Trage des Rettungshubschraubers liegend verladen und transportiert, um eine möglichst realistische Simulation zu erreichen. Die während der 15-minütigen Flüge zurückgelegte Strecke betrug etwa 50 km.

Nach der Entnahme und dem Abtrennen der Blutproben wurde das Serum bzw. das Plasma sofort tiefgefroren und später im Institut für Laboratoriumsmedizin im Klinikum Fulda analy-

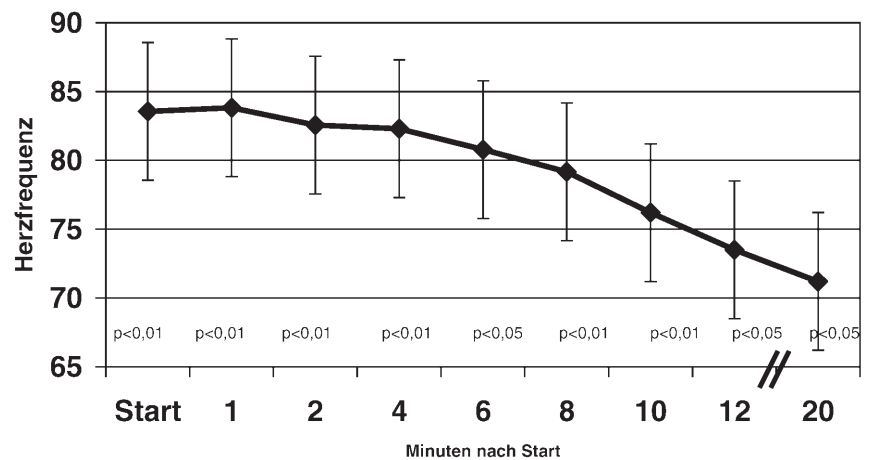


Abb. 1 ▲ Darstellung der Herzfrequenz aller 23 Probanden im Verlauf der Testphase

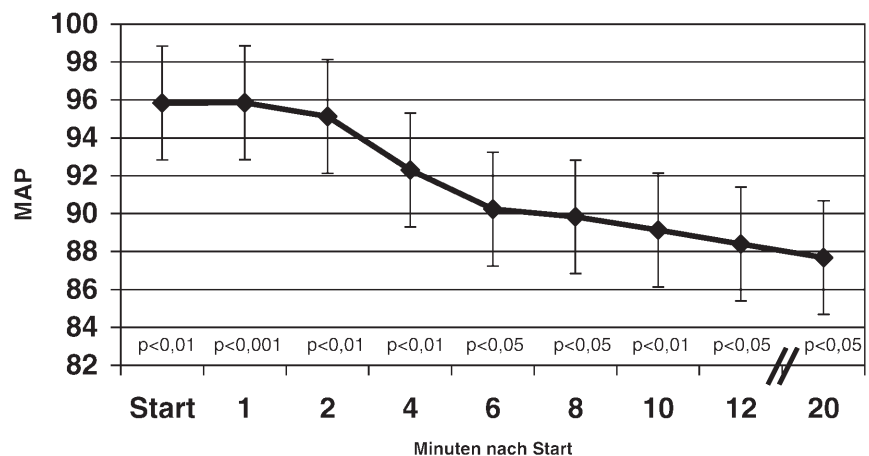


Abb. 2 ▲ Darstellung des arteriellen Mitteldrucks (MAP) in mmHg aller 23 Probanden im Verlauf der Testphase

Originalien

siert. Die Kortisolwerte wurden mit Hilfe des TDx/TDxFLx Cortisol Assay (Abbott) gemessen. Die ACTH-Werte wurden durch den DYNOTest ACTH® (Brams), einen immunradiometrischen Zweischritt-Assay mit Coated-tube-Technik, bestimmt. Prolaktin wurde durch den Liaison®-Prolaktin Test (Byk-Sangtec) bestimmt. Auf die Bestimmung von Katecholaminen im Blut wurde wegen der Zeitfenster zwischen den Blutentnahmen verzichtet.

Für die statistischen Berechnungen wurde der Wilcoxon-Test eingesetzt. Nur vollständige Datensätze wurden zur statistischen Analyse herangezogen.

Ergebnisse

Hämodynamische Parameter

Die permanent vor, während und nach dem Flug registrierte Herzfrequenz und der Blutdruck zeigten keine Signifikanzen bezüglich inter- und intraindividuellere Unterschiede. Die Referenzwerte wurden 40, 30 und 20 min vor dem Start bestimmt. Hier zeigte sich beim 20-Minuten-Wert bei den meisten Probanden eine mäßige Erhöhung beider Parameter ohne Signifikanz, so dass nur die beiden erstbestimmten Werte zur Auswertung herangezogen wurden.

Die durchschnittliche Herzfrequenz bei Ermittlung der Referenzwerte aller Probanden betrug 71,1 Schläge/min ($s=11$). Beim Start zeigten sich Mittelwerte von 83,5 ($s=13$), in Einzelfällen maximale Herzfrequenzen von 125. Das durchschnittliche Maximum wurde nach 1 min mit 83,8 ($s=15$) Schlägen/min erreicht. Hiernach zeigte sich ein kontinuierlicher, statistisch signifikanter Rückgang bis zur Landung (73,5/min; Abb. 1).

Der arterielle Mitteldruck (MAP) verhielt sich in ähnlicher Weise. Der initiale Referenzwert lag bei 89,1 mmHg ($s=8$). Das durchschnittliche Maximum ergab beim Start mit 95,8 mmHg ($s=10$). Nach einer 2-minütigen Plateauphase ohne signifikante Änderungen schloss sich ein kontinuierlicher, signifikanter Abfall bis zur Landung an (Abb. 2).

Endokrine Parameter

Alle erhobenen endokrinen Parameter (Kortisol, ACTH, Prolaktin) lagen bezüglich der Referenzwerte im Normbereich.

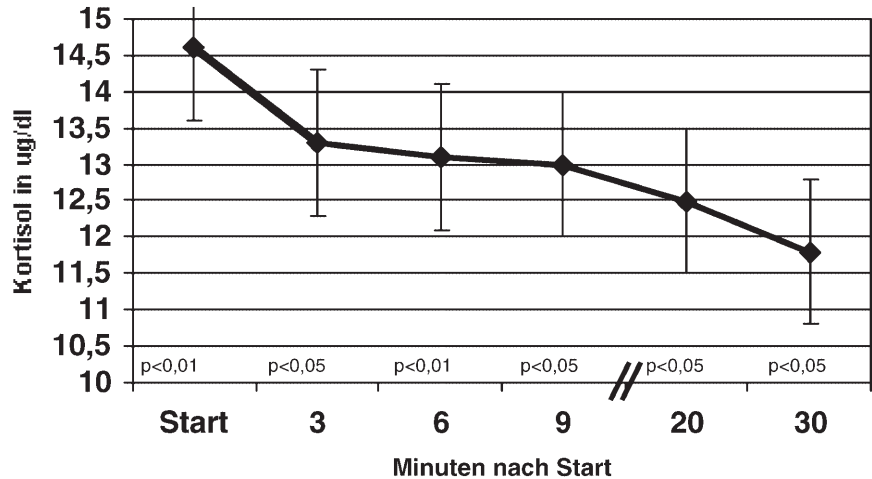


Abb. 3 ▲ Darstellung der ermittelten Kortisolwerte aller Probanden ($n=23$)

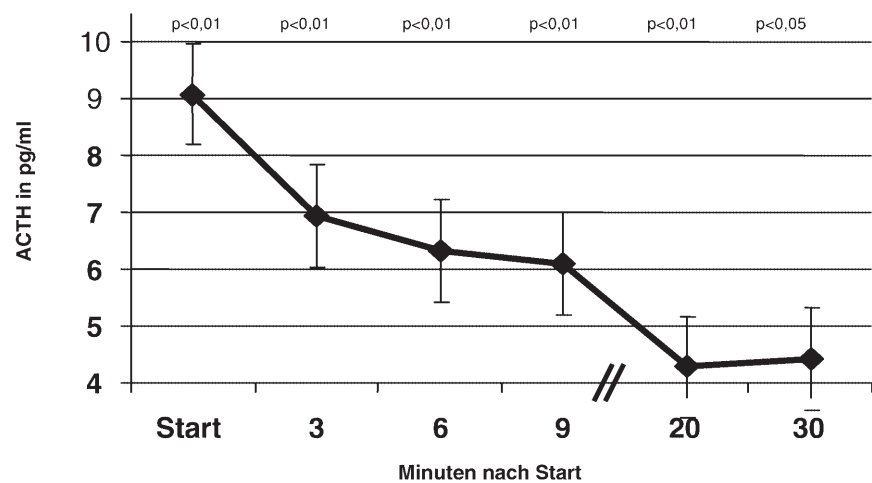


Abb. 4 ▲ Darstellung der ermittelten ACTH-Werte aller Probanden ($n=23$)

Kortisol (Abb. 3), das träger als ACTH reagierte, zeigte seine Maxima während der Startphase. Sie lagen gleichsam mit durchschnittlich 14,6 µg/dl noch im Normbereich, aber um durchschnittlich 51% höher als die Ruhe-Referenzwerte. Für den in der Startphase ermittelten Wert war eine signifikante Erhöhung gegenüber den Referenzwerten zu verzeichnen.

Die bestimmten ACTH-Werte zeigten ihre Maxima beim Start (Abb. 4). Es ergab sich hier ein Durchschnittswert von 9,1 pg/ml, der noch im Normbereich liegt. Es wurden Werte von bis zu 27 pg/ml erreicht. Nach dieser Flugdauer trat eine Plateauphase (6,4 pg/ml) auf, die bis zur Landung anhielt.

Für Prolaktin wurden ebenfalls Maximalwerte im Normbereich (239 mU/l) nach 6 Flugminuten registriert. Signifi-

kante Unterschiede ($p<0,05$) traten im Vergleich zum Ruhe-Ausgangswert auf.

Testpsychologische Parameter

Die allgemeine Befindlichkeit vor, während und nach dem Flug ließ sich ohne signifikante Unterschiede mit „ruhig, wach und gut gelaunt“ beschreiben.

Vor dem Flug wurden ein Gefühl der Aufregung von 77% der Probanden und ein Gefühl der Angst von 68% der Probanden angegeben. Inhaltlich wurden vor dem Flug v. a. Lärm, Enge und Turbulenzen als Gründe für Ängste genannt. Nach dem Flug stellten sich die Befürchtungen als überzogen heraus. Die Flüge wurden positiver bewertet als zuvor angenommen.

Bezüglich der Stressverarbeitung fiel der einzige hoch signifikant verän-

derte Wert auf der „Aggressionsskala“ auf: Vor dem Flug waren die Probanden aggressiver (Skalenwert 10,37) gestimmt als nach dem Flug (Skalenwert 9,37) und im Vergleich zu einer Standardstichprobe (Skalenwert 8,77).

Diskussion

Der Notfalltransport stellt für den Patienten immer eine außergewöhnlich belastende Situation dar. Der Betroffene hat oft Schmerzen und kann das Ausmaß und die Konsequenzen seiner Erkrankung oder Verletzung in der Regel nicht beurteilen.

Erkrankungen des kardiovaskulären Bereiches (z. B. Herzinfarkt mit der typischen „Todesangst“) sind hier besonders hervorzuheben [2, 13, 27, 28].

Zudem ist der Patient beim Notfalltransport in einer unbekannt bis hin zu einer sogar als bedrohlich empfundenen (z. B. zusätzlicher Schmerz durch Venenpunktion) Situation [16].

Diese wesentlichen, teilweise kaum beeinflussbaren Faktoren sorgen initial gerade bei Patienten mit kardialer Grunderkrankung für eine hohe Sympathikusaktivität, die mit gesteigertem Sauerstoffbedarf und akutem Dekompensationsrisiko einhergeht [20, 28].

Hierdurch ergibt sich bei Notfallpatienten das Problem der zusätzlichen Stresssituation durch den Transport. Diese Belastung setzt sich aus vielen verschiedenen Komponenten zusammen. Neben mentalen Auswirkungen wie Angst sind physikalische Einflüsse entscheidend [2, 4, 8, 10, 14].

In der vorliegenden Arbeit wurden alle Untersuchungen an gesunden, jüngeren Freiwilligen durchgeführt. Im Unterschied zu den üblicherweise transportierten Patienten könnten daher Berührungängste mit dem Transport im Rettungshubschrauber eine geringere Rolle gespielt haben. Obwohl keiner der Probanden Flugerfahrung besaß, klagte auch niemand über ausgeprägte Flugangst. Es ist daher nicht auszuschließen, dass die Gemütslage der Probanden ausgeglichener als die entsprechender Patienten ist.

Die Stressreaktion aktiviert verschiedene unspezifische Adaptationsmechanismen des Organismus, die seine Fähigkeit erhöhen sollen, die Stresssituation zu bewältigen [5, 11].

In der täglichen Praxis der Luftrettung wird der Transport von Patienten

mit kardiopulmonalen Erkrankungen von vielen Notärzten nach Möglichkeit vermieden. Gründe hierfür sind die räumliche Enge (z. B. MBB BO 105) und die dadurch bedingte schlechte Überwachbarkeit des Patienten sowie die eingeschränkten Interventionsmöglichkeiten. Weiterhin liegt der permanente Lautstärkepegel (z. B. BEL UH-1D) höher als im Rettungswagen; eine Kommunikation mit dem Patienten ist nur eingeschränkt möglich. Dem stehen die Verwendung des Signalhorns im Rettungswagen sowie die Verzögerungs- und Beschleunigungskräfte während der Fahrt gegenüber.

Zu beachten ist auch, dass die registrierten Parameter Herzfrequenz und arterieller Mitteldruck sowie die endokrinologische Stressantwort sowohl durch die Grunderkrankung bzw. -verletzung als auch durch bestimmte therapeutische Interventionen vor dem Transport von Patienten massiv beeinflusst werden können.

Zur Verifikation der Belastung wurden folgende Parameter des sympathikoadrenomedullären und hypothalamisch-hypophysär-adrenokortikalen Systems gewählt [5, 26]: ACTH zeigt bei Stressbelastung bereits 1–4 min nach Beginn der Belastung einen maximalen Wert von bis zum Sechsfachen des Ausgangswerts [16, 25]. Daraus resultiert beim Menschen eine Spitze der Kortisolkonzentration im Blut nach 10–20 min [12, 25]. Die Nachweisbarkeit erhöhter Kortisolwerte ist bei einem Peak nach weniger als 30 min mindestens über 2 h gewährleistet. Eine Abhängigkeit dieser temporär erhöhten Werte von der zirkadianen Rhythmik ist nicht zu beobachten. Zudem werden Prolaktin und Somatotropin als auswertbare Parameter zur Stressobjektivierung genannt [1, 5, 6, 12].

Da Angst und Stress nur indirekt über die genannten Messwerte und durch standardisierte testpsychologische Untersuchungen objektivierbar sind, stellen sich große interindividuelle Reaktionsweisen dar [13, 20]. Je nach Intensität und Dauer der Stresssituation treten nach einer gewissen Zeit Adaptationsmechanismen auf, die die Belastung des Individuums senken [10, 16]. Der Eintritt dieser Funktion ist teilweise erst 60 min nach manifester Belastung zu beobachten und durch Verminderung der Stressparameter bei gleichbleibendem exogenen Stimulus charakteri-

siert [11, 16]. Hierbei fungiert die Änderung der Herzfrequenz als allgemein anerkannter wichtigster Faktor.

Bei der Interpretation der erhobenen Untersuchungsbefunde stellt sich das generelle Problem, inwieweit die Daten junger, gesunder Probanden auf ein Kollektiv von z. T. vital gefährdeten Patienten übertragen lassen. Möglicherweise fallen dort bestimmte Stressreaktionen höher aus, so dass die ermittelten Werte als untere Schätzgrößen anzusehen sind.

Schon in unserer Untersuchung an gesunden Freiwilligen zeigten sich Signifikanzen bezüglich der einzelnen Flugphasen mit Belastungsmaxima während der Startphase. Alle ermittelten endokrinen Parameter lagen dabei jedoch im Normbereich. Daraus resultiert bezüglich der träger als die Vitalparameter reagierenden Hormone Kortisol und ACTH, dass bereits vor dem Start eine Stresssituation bestanden hatte. Auch bei wettkämpferfahrenden Kampfsportlern zeigten sich die stressbedingt höchsten Kortisol- und Prolaktinwerte nicht nach der Durchführung eines Stressors (hier Würgegriff), sondern unmittelbar zuvor [15]. Während der Flugphase fanden sich ab dem Start, der wohl während des Flugs die größte Belastung darstellt, ständig rückläufige Stressparameter. Die bis zur zweiten Flugminute steigende Herzfrequenz weist als einziger Parameter auf einen Belastungsanstieg der Probanden nach dem Abheben hin. Auch hier war während des Flugs ein statistisch hochsignifikanter kontinuierlicher Rückgang zu verzeichnen.

Nach einer transitorischen Adaptationsphase weisen gegen Ende des Testflugs die Vitalparameter keinerlei signifikante Unterschiede mehr im Vergleich zur Startphase auf. Auch die ACTH-Messungen bestätigten einen fast vollständigen Rückgang des Einflusses der kausalen Stressoren.

Folglich könnte die Belastung zum Großteil aus retrospektiv nicht nachvollziehbarer Flugangst resultieren, die mitunter beim Patienten höher ausfallen könnte.

Die testpsychologischen Untersuchungen stützen diese Annahme. Zusammenfassend lässt sich auf allen 3 Ebenen der psychophysiologischen Tests sagen, dass der Transport gesunder Probanden mit einem Rettungshubschrauber zu keiner signifikanten

Stresszunahme oder Angststeigerung bzw. Minderung der guten Befindlichkeit geführt hat. Während und nach dem Hubschraubertransport befanden sich die Probanden in einer weniger psychisch belasteten Verfassung als vor dem Flug. Vor dem Flug waren die Werte aller 3 Testebenen erhöht. Daraus ergibt sich für den Notfall, dass beim bewusstseinsklaren und wahrnehmungsfähigen Patienten die Bereitschaft zu erhöhter Angst und Stressreaktion vor dem Flug in jedem Fall zu berücksichtigen ist. Diese könnte sich durchaus von den erhobenen Werten im negativen Sinne unterscheiden. Weiterhin legen die Ergebnisse der Fragebögen nahe, während des Flugs in optischem, akustischem und taktilem Kontakt mit dem Patienten zu bleiben.

Ob die entgegen unserer Erwartung niedriger ausgefallene Stressreaktion beim Gesunden die Indikationsstellung für Hubschraubertransporte auch bei nichttraumatologischen Patienten erweitern sollte, muss erst noch an weiteren Kollektiven wie Senioren unter Einbeziehung von Probanden mit Flugangst und später auch an standardisierten Patientenkollektiven untersucht werden. Bezüglich des Hubschraubertransports verunfallter Patienten zeigen jedenfalls aktuelle Studien eine – wenn auch teils geringfügige – Verbesserung der Patientensituation [4, 7]. Die Wichtigkeit der Aufstellung valider Selektionskriterien für Patienten, die besonders vom Hubschraubertransport profitieren, wird hervorgehoben [4]. Es gibt jedoch einige klinische Hinweise aus dem Vergleich von Boden- und Hubschraubertransport [8, 14, 19, 22, 24, 25].

Aufgrund eigener Erfahrungen mit verschiedenen Hubschraubertypen lässt sich unsere Studie eher nicht generell auf Maschinen anderer Bauart übertragen. Subjektiv ist die EC 135 von Eurocopter komfortabler bezüglich Lärm, Vibrationen und Innenraum.

Der Transport unter Notfallbedingungen ist gerade in Ballungsgebieten kaum ohne die Verwendung akustischer Sondersignale durchführbar. Auch diese Lärmbelastung stellt neben der psychischen Beeinträchtigung (Auslösung von Angst) eine psychophysische Belastung dar, die in ihrer Komplexität nicht vernachlässigt werden darf.

Fazit für die Praxis

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung weisen darauf hin, dass bei Rettungshubschrauberflügen v. a. der Start als kritische Phase anzusehen ist. Überschießende Reaktionen wurden nicht registriert. Ob dennoch potenziell gefährliche Momente bei Patienten auftreten können, muss erst noch in Folgeuntersuchungen geklärt werden. Die erhobenen Resultate sind also zunächst nur mit Einschränkungen auf Notfallpatienten übertragbar. Möglicherweise fallen beim Notfallpatienten die Stressreaktionen stärker aus.

Literatur

1. Becker BA, Nienaber JA, DeShazer JA (1985) Effect of transportation of cortisol contents. *Am J Vet Res* 46:1457–1459
2. Benumof JL (1996) Helicopter transport of patients with marginal respiratory function/status. *J Clin Anesth* 8:621
3. Bellinger RL, Califf RM, Mark DB et al. (1988) Helicopter transport of patients during acute myocardial infarction. *Am J Cardiol* 61:718–722
4. Cunningham P, Rutledge R, Baker CC, Clancy TV (1997) A comparison of the association of helicopter and ground ambulance transport with the outcome of injury in trauma patients transported from the scene. *J Trauma* 43:940–946
5. Dugue B, Leppanen EA, Teppo AM, Fyhrquist F, Grasbeck R (1993) Effects of psychological stress on plasma IL-1 beta and 6, C-reactive protein, TNF alpha, ADH and serum cortisol. *Scand J Clin Lab Invest* 53:555–561
6. Fehm-Wolfsdorf G, Soherr U, Arndt R, Kern W, Fehm HL, Nagel D (1993) Monitor reflex thresholds elevated by stress. *Psychoneuroendocrinology* 18:579–589
7. Gearhart PA, Wuerz R, Localio AR (1997) Cost-effectiveness analysis of helicopter EMS for trauma patients. *Ann Emerg Med* 30:500–506
8. Hotvedt R, Kristiansen IS, Førde OH et al. (1996) Which groups of patients benefit from helicopter evacuation? *Lancet* 347:1362–1366
9. Janke W, Erdmann G, Kalluns W (1985) Streßverarbeitungsfragebogen (SVF). Hogrefe, Göttingen
10. Johanning E, Wilder DG, Landrigan PJ, Pope MH (1991) Whole-body vibration exposure in subway cars and review of adverse health effects. *J Occup Med* 33, 605–613
11. Kirschbaum C, Pirke KM, Hellhammer DH (1993) The 'Trier Social Stress Test' – a tool for investigating psychobiological stress responses in a laboratory setting. *Neuropsychobiology* 28:76–81
12. Kuhn G, Lichtwald K, Hardegg W, Abel HH (1991) Reaktion von Corticoiden, Enzymaktivitäten und hämatologischen Parametern auf Transportstreß bei Hunden. *J Exp Sci* 34:99–104
13. Leor J, Poole WK, Kloner RA (1996) Sudden cardiac death triggered by an earthquake. *N Engl J Med* 334:413–419
14. Magnus AK, Kristiansen IS (1992) Emergency helicopters and transport of patients with acute myocardial infarction. *Tidsskr Nor Laegeforen* 112:512–514
15. Mangold R, Raschka C (1999) Psychophysiologische Streßreaktionen auf Würgegriffe im Judo. *Dtsch Z Sportmed* 50:145–151
16. Meeran K, Hattersley A, Mould G, Bloom SR (1993) Venipuncture causes rapid rise in plasma ACTH. *Br J Clin Pract* 47:246–247
17. Porta S, Emsenhuber W, Peter W (1993) Detection and evaluation of persisting stress-induced hormonal disturbances by a post stress provocation test in humans. *Life Sci* 53:1583–1589
18. Rodgers G, Ruplinger J, Spencer W et al. (1988) Helicopter transport of patients with acute myocardial infarction. *Tex Med* 84:35–37
19. Schneider S, Borok Z, Heller M, Paris P, Stewart R (1988) Critical cardiac transport: air versus ground? *Am J Emerg Med* 6:449–452
20. Sgoutas-Emch SA, Cacioppo JT, Uchino BN, Malarkey W, Pearl D, Glaser R (1994) 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* 31:264–271
21. Steedman DJ (1996) Ambulance or helicopter? *Br J Hosp Med* 55:460–463
22. Sternbach G, Sumchai AP (1989) Is aeromedical transport of patients during acute myocardial infarction safe? *J Emerg Med* 7:73–77
23. Steyer R, Schwenkmezger P, Notz P, Eid M (1997) Der Mehrdimensionale Befindlichkeitsfragebogen (MDBF). Hogrefe, Göttingen
24. Topol EJ, Fung AY, Kline E et al. (1986) Safety of helicopter transport and out-of-hospital intravenous fibrinolytic therapy of patients with evolving myocardial infarction. *Cathet Cardiovasc Diagn* 12:151–155
25. Tyson AA, Sundberg DK, Sayers DG, Ober KP, Snow RE (1988) Plasma catecholamine levels in patients transported by helicopter for acute myocardial infarction and unstable angina pectoris. *Am J Emerg Med* 6:435–438
26. Uhde TW, Tancer ME, Gelernter CS, Vittone BJ (1994) Normal urinary free cortisol and post-dexamethasone cortisol in social phobia: comparison to normal volunteers. *J Affect Disord* 30:155–161
27. Witzel K, Hoppe H, Raschka C (1999) Effects of emergency transportation on blood pressure, heart rate, adrenocorticotropic hormone and cortisol. *Eur J Emerg Med* 6:115–118
28. Yoshikawa J (1995) Cardiac emergencies after the Hanshin (Kobe-Osaka) earthquake. *J Cardiol* 25:213–216