

Risikomanagement zur Fehlervermeidung im Krankenhaus: Standard Operating Procedures aus der Luftfahrt als Vorbild für eine strukturierte Kommunikation im Klinikalltag

Risk Management in Hospitals: Standard Operating Procedures in Aviation as a Model for Structuring Medical Communication

Autoren

C. Schmidt¹, B. Ramsauer¹, K. Witzel^{1,2}

Institute

¹ CRM Medical, Kitzbühel, Österreich

² Chirurgische Universitätsklinik, PMU Salzburg, Österreich

Schlüsselwörter

- standard operating procedures
- Kommunikation
- Fehlervermeidung
- Missverständnis
- 5-Finger-Regel

Key words

- standard operating procedures
- communication
- avoiding mistakes
- misunderstanding
- 5-finger method

Bibliografie

DOI 10.1055/s-2008-1038409
Z Orthop Unfall 2008; 146:
175 – 178 © Georg Thieme
Verlag KG Stuttgart · New York ·
ISSN 1864-6697

Korrespondenzadresse

Dr. Dr. Kai Witzel
CRM Medical
Pfarrau 30
6370 Kitzbühel
Österreich
Tel.: + 43 (0) 650/3 37 33 78
office@crm-medical.com

Zusammenfassung



Studienziel: Die organisatorischen Rahmenbedingungen, unter denen Ärzte und Pflegekräfte in Akutkliniken arbeiten, sind bereits durch hohe Belastungsspitzen besonders fehleranfällig. In solchen Situationen auftretende Kommunikationsprobleme und Missverständnisse gehören zu den häufigsten Fehlerursachen in der Medizin. Ziel ist es zu klären, ob diese Defizite mit einfachen Mitteln der Kommunikationswissenschaft reduziert werden können.

Methode: Im Rahmen einer prospektiv randomisierten Befragung wurde eine standardisierte Informationsübergabe von Patientendaten mithilfe der einfach zu erlernenden sogenannten 5-Finger-Methode mit einer üblichen sorgfältigen Dienstübergabe durch 50 Ärzte verglichen. Eine Stunde nach der Übergabe erfolgte die Überprüfung der noch erinnerlichen Patientendaten anhand von 15 Fragen.

Ergebnisse: Die in der Anwendung der 5-Finger-Regel geschulten Probanden wussten mit durchschnittlich 9,88 richtigen Antworten signifikant ($p=0,031$) mehr Inhalte des Übergabegesprächs als die Vergleichsgruppe.

Schlussfolgerung: Kommunikationsfehler durch Homophonie, Ambiguität, Erwartungshaltung und mentale Modelle sind durch eine konsequent strukturierte Kommunikation vermeidbar. Diese leicht zu erlernenden Kommunikationsregeln haben bereits in der Luftfahrt Fehlerquoten nachweislich reduziert und sind auch in der Medizin Erfolg versprechend.

Abstract



Aim: The working conditions for medical staff in German hospitals with emergency units are characterised by stress peaks. In such moments mistakes are more likely to be made. Communication problems and misunderstandings caused by these settings are the most frequent causes for blunders, errors and mistakes. The aim is to show an easy way to reduce the incidence of these problems.

Method: Within this prospectively randomised trial we compare the ability of 50 physicians to remember standardised information on patient's data passed on to them in a briefing. Half of the subjects used the so called 5-finger method as an easy means of memorising standardised information. The other 25 physicians memorised the patient's data in the usual way. In order to assess the information recalled by the subjects, all of them were asked to answer 15 questions on the data they had been given an hour earlier.

Results: The subjects who used the 5-finger method were able to give on average 9.88 (of 15) correct answers and thus remembered significantly ($p=0.031$) more information than the members of the control group.

Conclusion: Communication errors caused by homophony, ambiguity, anticipation and mental models are can be avoided in well-structured communication situations. The rules for such a type of communication can easily be learned and applied. Standardised communication has already proved to reduce the error rates in aviation. We conclude that it can be helpful to introduce standardised communication rules such as the 5-finger method in medical communication.

Einleitung

Die Arbeitsbelastungen von Ärzten und Pflegepersonal in Akutkliniken sind im Vergleich zu anderen Berufsgruppen hoch [2, 3]. Kaum eine andere Berufsgruppe lässt sich aufgrund der selbstverständlichen Forderung nach Hilfeleistung so instrumentalisieren wie Mediziner und Pflegende. Im originären Rettungsdienst werden teils ehrenamtliche Kräfte eingesetzt. Die organisatorischen Rahmenbedingungen, unter denen Ärzte und Pflegekräfte in Krankenhäusern arbeiten, sind für andere Berufsgruppen schwer nachvollziehbar [9, 10]. Fehler, die im beruflichen Alltag entstehen, werden häufig durch diese erschwerten Rahmenbedingungen mit verursacht. Als ein Beispiel dienen hier die noch immer zu langen und zum Teil freiwillig in Kauf genommenen Arbeitszeiten. Bei zusammenhängenden Diensten von bis zu 30 Stunden traten bei einer Untersuchung an einem Krankenhaus in Boston deutlich höhere Fehlerraten auf. Diese konnten um 36% reduziert werden, als man sich auf eine maximale zusammenhängende Arbeitszeit von 16 Stunden einigte [5].

Ein Lufthansa-Pilot darf maximal einen 14-stündigen zusammenhängenden Dienst verrichten. Ein Lkw-Fahrer darf pro Arbeitseinheit maximal 8 Stunden am Steuer sitzen. Zusätzlich zu den langen Arbeitszeiten gibt es für die Angestellten von Krankenhäusern immer wieder Phasen großer Belastung, bei der mehrere Aufgaben gleichzeitig zu bewältigen sind. Im Umgang mit Belastungsspitzen reagiert jede Person unterschiedlich. Einige bleiben überlegt und ruhig, während andere hektisch oder aggressiv werden [10]. Es ist wichtig, dass jede Person bei sich und bei ihren Kollegen und Mitarbeitern erste Anzeichen von Stress erkennt, da belastend empfundene Situationen fehleranfällig sind [9]. Im Flugsimulator ist empfundener Stress sehr einfach zu beobachten, weil in einer solchen Situation als erstes der Humor verloren geht.

Besonders fehleranfällig wird eine Situation, wenn man in solchen Phasen Informationen übermitteln, also kommunizieren muss. Kommunikationsprobleme und Missverständnisse gehören zu den häufigsten Fehlerursachen in der Chirurgie [8]. Die Kommunikation wird umso fehleranfälliger, wenn die Personen räumlich getrennt sind oder sogar ausschließlich telefonischen Kontakt haben [11].

Diese Arbeit betrachtet Probleme der Kommunikation im Krankenhausalltag und stellt einen möglichen Lösungsansatz vor.

Methode

Hypothese dieser Arbeit ist, dass mithilfe der sogenannten 5-Finger-Methode® (☛ Abb. 1) die Informationsübergabe von Patientendaten im Rahmen einer simulierten Klinikbesprechung effektiver erfolgt und es somit zu weniger Informationsverlusten kommt.

Im Rahmen einer prospektiv randomisierten Erhebung befragten wir 50 Ärzte und Medizinstudenten im Praktischen Jahr (33 w, 17 m). Es handelte sich um 37 vollapprobierte Ärzte und 13 Medizinstudenten im Praktischen Jahr. Wir dokumentierten das Alter und die Berufserfahrung der Befragten. 25 der durch Los randomisiert selektionierten Mediziner wurden nach der Randomisierung in der 5-Finger-Methode® eingewiesen. Im Rahmen dieser 90-minütigen Schulung wurde die Anwendung dieser Methode auch trainiert.



Abb. 1 Die 5-Finger-Regel für eine einfache strukturierte Patientenübergabe.

Bei der 5-Finger-Methode® werden die Finger einer Hand zu Hilfe genommen, um jeweils eine Information zu übermitteln.

1. **Daumen** = der wichtigste Finger; er symbolisiert den Patienten
 - ▶ WER? Um WEN geht es: Person, Alter, etc.
2. **Zeigefinger** = zeigt auf den Grund, warum die Person hier ist.
 - ▶ WARUM ist er/sie hier? Diagnose des Patienten inkl. Risiken
3. **Mittelfinger** = Wissen über den Patienten, das wir bereits erhoben haben.
 - ▶ Was WAR? Bisheriger stationärer Verlauf und Befunde
4. **Ringfinger** = unser jetziges Wissen über den Patienten. Es ist der jetzige Zustand.
 - ▶ Was IST? Der Jetzt-Zustand des Patienten
5. **Kleiner Finger** = Was ist mit dem Patienten geplant?

Anschließend wurde mit jedem der 50 Mediziner im Einzelgespräch eine simulierte Patientenübergabe entsprechend der Übergabe nach einem Bereitschaftsdienst mit 5 Patienten und je 13 zu übermittelnden Items durchgeführt. Hierbei handelte es sich um 5 Angaben zur Person (Name, Alter ...) und 8 Angaben zur Erkrankung (Anamnese, Befund, Prozedere...), insgesamt also 65 Einzeldaten. Diese Übergabe erfolgte nicht in Anwesenheit von Patienten. Um die Methoden am besten vergleichen zu können, haben wir allen 50 Mediziner die Informationen geordnet und standardisiert nach der 5-Finger-Methode® vorgelesen, um später die Informationsaufnahme beider Gruppen zu vergleichen. Während eine Gruppe mit der 5-Finger-Methode® vertraut war und diese zur Verinnerlichung der Patientendaten verwandte, war der Kontrollgruppe diese Methode gänzlich unbekannt. Allen Kollegen stand die gleiche Übergabezeit zur Verfügung. Nachfragen zum Verständnis wurden im Rahmen der Studie nicht gestattet. Ebenso waren schriftliche Notizen im Rahmen der Übergabe nicht gestattet. 60 Minuten nach der simulierten Übergabe führten wir eine Überprüfung der erinnerten Fakten anhand eines standardisierten Erhebungsbogens durch. Hierbei wurden drei Multiple-Choice-Fragen mit je 5 Antwortmöglichkeiten bei einer richtigen Antwort zu jedem der 5 Patienten gestellt, insgesamt also 15 Multiple-Choice-Fragen. Hiernach wurden den Probanden noch 3 Einzelfragen zur subjektiven Einschätzung der Wichtigkeit und Qualität der Kommunikation im Klinikalltag gestellt.

Alle Daten wurden deskriptiv (Mittelwert, Konfidenzintervalle, t-Test) ausgewertet. Zusammenhänge zwischen Variablen wurden je nach Skalenniveau paarweise mittels der Korrelationen nach Pearson oder Spearman bewertet.

Voraussetzungen sind die zuvor bestätigte Normalverteilung und ein kontinuierliches Datenniveau. Alle Berechnungen wurden mittels kommerzieller statistischer Software durchgeführt:

Tab. 1 Richtige Antworten nach Subgruppen (Median, Range) mit Darstellung der Signifikanzen (n = 50 Personen)

Richtige Antworten (von maximal 15)	mit 5-Finger-Methode®	ohne 5-Finger-Methode®	Signifikanz
insgesamt (n = 50)	9,88 (4–14)	8,12 (4–12)	p = 0,031
männliche Probanden (n = 17)	9,47 (4–13)	8,51 (4–12)	p = 0,061
Probanden über 50 Jahre (n = 16)	9,33 (5–12)	8,78 (4–12)	p = 0,12
Probanden mit mehr als 10 Jahren Berufserfahrung (n = 26)	10,21 (5–14)	9,81 (5–12)	p = 0,42

Statistica, StatSoft, Tulsa, OK, USA, Version 6.0 und mithilfe der Tabellenkalkulation WinSTAT®, einem Add-In für Excel von Microsoft.

Ergebnisse

Alle Fragebogen lagen vollständig ausgefüllt zur Auswertung vor. Die Normalverteilung der Probandendaten wurde durch den Chi-Quadrat-Test bestätigt.

Das Durchschnittsalter der 50 befragten Ärzte (n = 37) und Medizinstudenten im Praktischen Jahr (n = 13) lag bei 40,3 Jahren (26 bis 56 Jahre). 17 der befragten Mediziner waren männlich. Die Alters- und Geschlechtsverteilung in beiden Gruppen zeigt keine statistisch signifikanten Unterschiede. Ebenso zeigte sich keine statistische Abhängigkeit der Berufserfahrung. Das bedeutet, dass weder Alter, Berufserfahrung oder Geschlecht einen statistisch signifikanten Einfluss darauf hatten, ob mehr oder weniger Fakten der Übergabe behalten wurden (• Tab. 1).

Die Probanden der Versuchsgruppe konnten durchschnittlich mehr als eine Frage mehr richtig beantworten als die Probanden der Kontrollgruppe. Eine Analyse der Subgruppen ergab zudem, wenn auch ohne statistische Nachweisbarkeit, dass die Berufserfahrung die Merkfähigkeit zusätzlich zu steigern scheint: diese Subgruppe beantwortete mit median über 10 richtigen Antworten durchschnittlich eine Frage (0,91) mehr als das Gesamtkollektiv richtig. Im Bereich der über 50-Jährigen und derjenigen mit über 10 Jahren Berufserfahrung nimmt der Unterschied zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe ab, Probanden dieser Subgruppen scheinen also weniger von der 5-Finger-Methode® zu profitieren als jüngere Kollegen.

Diskussion

Fehlervermeidung durch mehr Personal?

84% der befragten Mediziner sind der Ansicht, dass es aufgrund der vielen Arbeit und des hohen Grads an Unterbrechungen zu Kommunikationsfehlern kommt. Die häufigste vermutete Ursache (n = 27) der Befragten ist, dass mit mehr Personal solch belastende Situationen mit daraus folgenden Kommunikations- und Arbeitsfehlern vermieden werden könnten. Die Einstellung von mehr Personal ist demnach ein möglicher Lösungsansatz zum Abdecken von Belastungsspitzen, der allerdings unter ökonomischen Effektivitätsbetrachtungen kritisch zu sehen ist.

Der Ruf nach mehr Personal existiert in den unterschiedlichsten Berufsgruppen. Es muss jedoch unterschieden werden: Fehler können grundsätzlich durch Übermüdung [4], Arbeitsunterbrechungen und Ablenkungen [3] entstehen. Kommunikationsfehler sind bei Teamarbeiten die wesentlichen Probleme. Sie treten aufgrund von Arbeitsunterbrechungen und Ablenkungen auf und lassen sich nur sehr begrenzt durch mehr Personal ausschließen [10]. Auch wenn die Forderung nach mehr Personal in

der Medizin berechtigt sein kann, so kann doch aus der Analyse unzähliger Unfälle und Beinaheunfälle in der Luftfahrt nicht darauf geschlossen werden, dass mit mehr Personal der Fehler eines Einzelnen und damit ein entsprechender Schaden hätte verhindert werden können [10,11].

Kommunikation birgt verschiedene Fehlerquellen. Eine solche Fehlerquelle stellt die Homophonie oder Verwechslung gleich klingender Worte dar, die beispielsweise bei Medikamentennamen leicht zu Verwechslungen führen können. Fehler können hier vermieden werden, in dem ähnlich lautende Medikamente wie Priorix und Poliorix deutlich getrennt voneinander gelagert werden. Derartige Probleme werden bei Übergabebesprechungen häufig beobachtet. Eine weitere Fehlerursache ist die Ambiguität. Hierbei handelt es sich um die „Zweideutigkeit“ bzw. „Doppelsinnigkeit“ [1] einer Aussage. Die Erwartungshaltung ist eine weitere Fehlerursache. Jede Person neigt dazu genau das zu hören, was sie erwartet zu hören [5]. Die Unterschiede zwischen erwarteter und tatsächlicher Aussage werden möglicherweise nicht bemerkt, weil aufgrund von Zeitdruck nicht explizit nachgefragt wird. Falsche Informationen, die nicht sofort korrigiert werden, werden als richtig angenommen [11]. Auch dieser Fehler ist vielen Mediziner im Rahmen von Patientenübergaben aus eigener Erfahrung bekannt. Die größte Fehlerursache stellen die sogenannten mentalen Modelle dar. Unter einem mentalen Modell versteht man, dass von den Sinnen aufgenommene Informationen und im Gedächtnis gespeichertes Wissen zu einem einzigen Bild zusammengesetzt werden. Dieses Modell wird ständig erweitert durch zusätzliche und neue Informationen. Wenn diese Informationen nicht mehr ausreichen, wird auf die im Gedächtnis gespeicherten Informationen zurückgegriffen [3,5]. Dies erleichtert und beschleunigt zwar die Denkprozesse, kann aber auch zu Fehlern führen. Wurde z. B. bei der Diagnose eines Patienten ein Punkt übersehen und führte dieser Umstand beinahe zu einem Schaden für den Patienten, so wird in Zukunft viel mehr Bedeutung auf diesen einen Punkt gelegt, auch wenn die erhaltenen Informationen diese Beurteilung und Bewertung für den Einzelnen nicht rechtfertigen [12]. Man kann dies an sehr erfahrenen Kollegen beobachten, die in der Regel zu einer schnellen Einschätzung einer Situation neigen. Diese Personen neigen dazu, bei der Beurteilung einer Situation mehr auf ihr vorhandenes Wissen zurück zu greifen als auf neue Informationen zu hören. Schnell handelnde und schnell beurteilende Personen müssen sich daher verstärkt dazu animieren, bei erhaltenen Informationen öfters nachzufragen und ihre eigenen, schnell getroffenen Beurteilungen und Bewertungen infrage zu stellen. Große Erfahrung kann also auch einen Risikofaktor darstellen.

68% der befragten Mediziner sind der Ansicht, dass man sich auf Belastungsspitzen während der Arbeit aufgrund der sich ständig verändernden Situationen und unterschiedlichsten Patienten nicht vorbereiten kann. Zwar kann man nicht eine spezifische Situation, einen Patienten und dessen Variabilität beeinflussen,

jedoch ist das eigene Verhalten in solchen Situationen nachweislich steuerbar und trainierbar [4].

In der hier durchgeführten Untersuchung fand bereits eine geordnete Übergabe der Informationen statt, lediglich die Empfänger haben sich unterschieden in ihrem Wissen um eine standardisierte Informationsaufnahme. In einer realen Kommunikationssituation ist jedoch davon auszugehen, dass Ungenauigkeiten und Missverständnisse sowohl durch den Adressaten als auch durch den Sender der Nachricht verursacht werden können. Für die Praxis kann daher behauptet werden, dass die bereits signifikanten Ergebnisse noch aussagefähiger sein werden.

Lösung: Standard Operating Procedures

Ein möglicher Lösungsansatz liegt in der Verwendung sogenannter Standard Operating Procedures. Darunter versteht man die Festlegung einer gewollten Vorgehensweise bei der Abarbeitung bestimmter Aufgaben. Auch die vorgestellte 5-Finger-Regel[®] ist hier anzusiedeln. Unzählige Unfallberichte in Hoch-Risiko-Organisationen bestätigen die sicherheitsrelevante Notwendigkeit einer standardisierten und strukturierten Kommunikation für eine bestimmte Situation [6]. Unter einem Standard versteht man eine bestimmte Wortwahl und unter einer Struktur versteht man die Reihenfolge der Übermittlung. Unsere Ergebnisse bestätigen die signifikanten Vorteile dieses einfachen Verfahrens.

Auch eine gute Kommunikation muss in Alltagssituationen ständig geübt und angewandt werden. Aus dem Simulatortraining in der Luftfahrt weiß man, dass jede Person unter Stress in alte Verhaltens- und Kommunikationsmuster zurück fällt. Unter Stress soll man deshalb auf eine einstudierte Kommunikationsroutine zurückgreifen können [2]. Dies geht nur, wenn man sie auch im Alltag in Routinesituationen anwendet. Betrachten wir das Beispiel einer Patientenübergabe: Diese kann in der Praxis in einer entspannten Situation mehrere Minuten dauern und durch interessante Geschichten aufgelockert werden. Falls jedoch ein Gesprächspartner unter Stress oder Zeitdruck steht, so könnte eine solche Patientenübergabe zu Verwirrungen und Fehlern führen [2]. In einer entspannten Routinesituation „Standard Operating Procedures“ zu befolgen erfordert besondere Disziplin und erscheint vielen Medizinerinnen auf den ersten Blick unnötig oder gar unsinnig. Jeder Einzelne ist aufgefordert, eine solche Gesprächsdisziplin auch von seinen Kollegen einzufordern, zumal nicht immer davon auszugehen ist, dass beide Gesprächspartner ohne Druck kommunizieren. Eine strukturierte Kommunikation weist zudem den Vorteil einer deutlich erhöhten erinnerbaren Informationsmenge auch im Bereich von Details auf und vereinfacht strukturiertes Nachfragen.

In den Handbüchern führender Flugesellschaften oder in Atomkraftwerken wird viel Wert darauf gelegt, dass die Kommunikation zusätzlich verständlich und klar sein muss, und dass Rückfragen gestellt werden sollen. Bestimmte Wörter dürfen in bestimmten Situationen gar nicht verwendet werden, weil sie in der Vergangenheit zu Missverständnissen oder Unfällen geführt haben. Das Wort „take-off“ z. B. darf für Flugzeuge auf der Startbahn ausschließlich bei der Startfreigabe verwendet werden. Weder die Ausdrücke: „Rollen Sie in die Take-off-Position“, noch „Ready for take-off“ oder „I am in take-off position“ dürfen verwendet werden, da sie falsch verstanden werden können. Ein derartiges Missverständnis führte zur größten Katastrophe in der zivilen Luftfahrt 1977 in Teneriffa, bei der 583 Menschen starben.

Im Rahmen der einfach zu erlernenden 5-Finger-Methode[®] soll die Standardisierung und Strukturierung auf die einfache Situation einer Patientenübergabe übertragen werden. Bei allen Patientenübergaben könnte eine Struktur mithilfe der 5-Finger-Methode[®] genutzt werden.

Die hier vorgestellte standardisierte und strukturierte Kommunikation der Patientenübergabe hilft den Beteiligten, den Inhalt auch unter schwierigsten Bedingungen besser zu merken. Mit der 5-Finger-Methode[®] konnten durchschnittlich signifikant mehr Fragen richtig beantwortet werden als ohne eine strukturierte Methode zur Informationsübermittlung (● Tab. 1). Wie unsere Ergebnisse zeigen, kann eine effektive Kommunikation mithilfe der 5-Finger-Methode[®] helfen, Fehler bei der Übergabe zu vermeiden. Eine Informationsübermittlung wird schneller und fehlerfreier stattfinden. Die Nachricht kann weniger verwässert werden und ist für den Zuhörer besser erinnerlich. Der hier dargelegte signifikante Unterschied wird in der Praxis noch deutlicher ausfallen, da in unserer Untersuchung die Informationsmitteilung bereits standardisiert mithilfe einer Struktur erfolgt ist. Dies findet im Krankenhausalltag selten statt. Im Idealfall wird die 5-Finger-Methode[®] vom Sender und Empfänger angewendet. Welche strukturierte Form der Übergabe letztlich verwendet wird, ist sekundär – allerdings sollte stets gelten: Keep it simple!

Interessenkonflikt: Nein

Literatur

- 1 Dudenredaktion. Duden – Die deutsche Rechtschreibung. Band 1. Dudenverlag, 2006: 43
- 2 Gawande AA, Studdert DM, Orav EJ, Brennan TA, Zinner MJ. Risk factors for retained instruments and sponges after surgery. *N Engl J Med* 2003; 348: 229–235
- 3 Goeschel CA, Bourgault A, Palleschi M, Posa P, Harrison D, Tacia LL, Adamczyk MA, Falkenberg D, Barbret L, Clark P, Heck K, O'Neil M, Pitts V, Schumacher K, Sidor D, Thompson M, Wahl E, Bosen DM. Nursing lessons from the MHA keystone ICU project: developing and implementing an innovative approach to patient safety. *Crit Care Nurs Clin North Am* 2006; 18: 481–492
- 4 Lamond N, van den Heuvel C, Pincombe J, Dawson D. A pilot study of the safety implications of Australian nurses' sleep and work hours. *Chronobiol Int* 2006; 23: 1149–1163
- 5 Landrigan CP, Rothschild JM, Cronin JW, Kaushal R, Burdick, E, Katz JT, Lilly CM, Stone PH, Lockley SW, Bates DW, Czeisler CA. Effects of reducing interns work hours on serious medical errors in intensive care units. *N Engl J Med* 2004; 351: 1838–1848
- 6 National Patient Safety Agency. High reliability organisations and safer health care. *Safer Health Care*; by w. J. Fear, Nov 2, 2006
- 7 Reinwarth R. Kommunikation in der Krise – Kommunikation in der Luftfahrt. In: Kommunikation in kritischen Situationen. Frankfurt: Verlag für Polizeiwissenschaft, 2005: 141–160
- 8 Rogers Jr SO, Gawande AA, Kwaan M, Puopolo AL, Yoon C, Brennan TA, Studdert DM. Analysis of surgical errors in closed malpractice claims at 4 liability insurers. *Surgery* 2006; 140: 25–33
- 9 Scott LD, Rogers AE, Hwang WT, Zhang Y. Effects of critical care nurses' work hours on vigilance and patients' safety. *Am J Crit Care* 2006; 15: 30–37
- 10 Sexton JB, Thomas EJ, Helmreich RL. Error, stress, and teamwork in medicine and aviation: cross sectional surveys. *BMJ* 2000; 320: 745–749
- 11 Sexton JB, Helmreich RL. Analyzing cockpit communications: the links between language, performance, error, and workload. *Hum Perf Extrem Environ* 2000; 5: 63–68
- 12 Waring JJ. Doctors' thinking about "the system" as a threat to patient safety. *Health* 2007; 11: 29–46