Dem Faktor Mensch auf der Spur – Determinanten menschlicher Fehler in der Ophthalmochirurgie

K. Gerstmeyer, N. Marquardt, C. Treffenstädt, R. Gades

Zusammenfassung

Fragestellung: Viele Modelle für menschliche Fehler bzw. für die Variabilität der menschlichen Leistungsfähigkeit (Reason, Rasmussen, Hollnagel) sind oft unzureichend in die Praxis umzusetzen. Wir überprüfen deshalb die Übertragbarkeit eines in der Luftfahrt und in sicherheitskritischen Industrien etablierten pragmatischen „Human Factor"-Fehlermodells („Dirty Dozen", [3]) auf die Ophthalmochirurgie.

Methodik: Befragung von operierenden Augenärzten in Deutschland. Quantitative und qualitative Datenauswertung mit Faktorenanalyse (Hauptkomponentenanalyse) und Inhaltsanalyse.

Ergebnisse: Die quantitativen Ergebnisse zeigen, dass alle 12 Fehlerkategorien des „Dirty Dozen"-Modells eine ungefähr ähnlich hohe Bedeutung bei der Fehlerentstehung im OP haben. Nimmt man jedoch die relative Häufigkeit von qualitativen Beispielnennungen jeder Kategorie hinzu, dann zeigt sich ein differenzierteres Bild. Eine Hauptkomponentenanalyse ergibt zwei Faktoren (Eigenwerte >1, kumulierte aufgeklärte Varianz 58,95 %): Defizite in der sozialen Interaktion und belastende organisationale Rahmenbedingungen.

Schlussfolgerungen: Das Ergebnis spricht für die Systemperspektive der heutigen Fehlerforschung. Ähnliche Muster von Faktorenladungen bei anderen Studien zum „Dirty Dozen"-Modell geben Anlass zur Hoffnung einer Übertragbarkeit dieses Fehlermodells auf die Ophthalmochirurgie.

Summary

Background: Most models of human error and the variability of human performance (Reason, Rasmussen, Hollnagel) often lack their ability in the field context. The basis of our evaluation is the human error concept of Dupont ("The Dirty Dozen", [3]) – which identifies the 12 most contributing factors to errors, incidents and accidents. Can this tool used in aviation maintenance serve ophthalmology as well?

Methods: Investigation of German ophthalmic surgeons. Analysis of quantitative and qualitative results, principal component analysis with varimax rotation and content analysis.

Results: A content analysis confirmed that all 12 categories were represented as causes of human error. The relative frequency of qualitative examples, however, demonstrate a more differentiated result. Factor analysis yielded two factors (values >1 for each, explaining 58,95 % of the variance): Social interaction (unsatisfactory co-operation in the team like lack of communication and teamwork, social norms and complacency) and organizational factors (onerous working atmosphere like pressure, stress and fatigue)

Conclusions: Our results confirm the system theoretical approach of today's error research. Similar patterns of factor loading were confirmed in other studies for safety-critical working processes and give reason to hope of transferring the Dirty Dozen Model to incidents and adverse events occurring during ophthalmic surgery.

Der Behandlungsfehler

Eine im deutschsprachigen Raum akzeptierte Definition eines Fehlers in der Patientenversorgung lautet:

„Ein Fehler (…) ist (…) definiert als eine nicht beabsichtigte, oft auch nicht erwartete negative Reaktion auf eine bewusst oder unbewusst ausgeführte oder unterlassene Maßnahme." [7]

Hierzu zählen z. B. nicht angemessene, sorgfältige, richtige und zeitgerechte Behandlungen oder eine die eigene Kompetenzgrenze überschreitende Maßnahme [9]. Ein Fehler liegt in organisatorischen, technischen und menschlichen Unzulänglichkeiten begründet.

Exakte ärztliche Fehlerstatistiken bei der konservativen und operativen Patientenversorgung in Deutschland liegen weder allgemein noch speziell für die Augenheilkunde vor. Bei fehlerinduzierten Gesundheitsstörungen handelt es sich sehr wahrscheinlich um ein globales Problem. Zumindest in den hoch entwickelten Industriestaaten ist mit vergleichbaren Fehlerraten zu rechnen. In der Harvard Medical Practice Study ergab 1984 eine retrospektive Analyse von 30.000 Krankenakten aus 51 Krankenhäusern des Staates New York in 3,7 von 100 Aufnahmen behandlungsinduzierte Gesundheitsschäden [2]. Bei 69 % dieser Fälle handelte es sich um fehlerbedingte Gesundheitsstörungen. Ollenschläger erwähnt eine Analyse von Leape aus dem Jahr 1994 mit 47.038 unerwünschten Ereignissen in der Chirurgie, von denen 74 % als potenziell vermeidbar klassifiziert werden [12].

Bei einer Übertragung des recherchierten Zahlenmaterials auf aktuell jährlich 17,5 Mio. Krankenhauspatienten in Deutschland wäre von knapp 650.000 unerwünschten Ereignissen auszugehen. Andere internationale Studien ergaben ähnliche Zahlen [19].

Eine zeitnahe Einschätzung liefert die deutsche Schlichtungsstelle in Zusammenarbeit mit der Ärztekammer: Sie geht davon aus, dass es in Deutschland bei jährlich etwa 40.000 Behandlungsfehlervorwürfen zu 12.000 anerkannten Behandlungsfehlern kommt [8, 17].

Neben der schlechten Verfügbarkeit der Fehlerstatistiken dürfte die unzureichende Verlässlichkeit der vorhandenen medizinischen Schadensdaten ein viel bedeutenderes Problem sein. Sie erklärt sich u. a. durch eine große Variabilität der Expertenmeinungen bezüglich der Beurteilung fehlerhafter Behandlungen mit in bis zu einem Viertel der Fälle divergierenden Ergebnissen, die die Validität und Reliabilität der Ergebnisse erheblich infrage stellen [14, 18, 19]. Nachdenklich stimmt auch, dass nur 80 % aller Ärzte meinen, eine falsche Behandlung sollte gemeldet werden, und nur 57 % überzeugt sind, dass eine nicht erhaltene, aber notwendige Behandlung gemeldet werden sollte, obwohl gerade letztere doppelt so häufig in unerwünschte Patientenvorfälle verwickelt ist wie vorgenommene Behandlungen [4]. Diese Einstellung belegt zudem eine wenig ausgeprägte Fehlerkultur, die eine kollektive Nutzung des fehlerimmanenten Lernpotenzials ungenutzt lässt.

Modelle menschlicher Fehler in der Medizin

Eines der Standardmodelle zur systematischen Darstellung von Fehlern ist das Swiss-Cheese-Model von James Reason [15]. In gefahrenintensiven Systemen wie der Medizin gibt es zur Fehlervermeidung diverse präventive Systembarrieren, z. B. technische Systemelemente, Richtlinien, administrative und rechtliche Vorschriften oder Kontrollen, die modellhaft durch Käsescheiben dargestellt sind. In allen Sicherheitsvorkehrungen finden sich Lücken, den Löchern im Schweizer Käse entsprechend. Häufig bestehen mehrere Barrieren, sodass das Vorhandensein eines Lochs in einer einzelnen Scheibe für sich genommen zwar ungünstig ist, jedoch noch kein gravierendes Risiko darstellt. Problematisch wird es dann, wenn mehrere Löcher hintereinander zur Deckung kommen und eine unsichere Handlung – ein sogenannter aktiver Fehler – einen im System schlummernden latenten Fehler auslöst.

Aktive Fehler stehen in engem Zusammenhang mit Müdigkeit, Stress und Überarbeitung. Eine Analyse latenter Fehler im System böte den klaren Vorteil eines Aufdeckens vor dem Auftreten eines unerwünschten Ereignisses [16].

Die Perspektive Mensch und die des Systems, in dem er sich bewegt, sind zwei Annäherungsweisen an menschliche Fehler. Beide Sichtweisen liefern unterschiedliche Ansichten und Fehlermodelle. Die Perspektive auf den Menschen fokussiert unsichere oder falsche Handlungen. Aus der Systemperspektive werden Fehler eher als Konsequenz denn als Ursache angesehen, sie sind das Resultat einer Schwäche im System. Die Intention des von Dupont entwickelten Fehlerklassifikationsmodells „Dirty Dozen“ ist es u. a., diesbezügliche Schwächen und Fehlerursachen zu klassifizieren, mit der langfristigen Perspektive, ein Bewusstsein für die Natur von Fehlern zu schaffen und Prävention effektiver zu gestalten [3].

Aus Unfallanalysen in der Flugzeugwartung entstanden die zwölf häufigsten Ursachenkategorien menschlicher Fehler. Obwohl es einer fundierten theoretischen Grundlage entbehrt, hat sich das „Dirty Dozen“-Modell durch seine Praxisnähe etabliert und ist ein fester Bestandteil von Fehlervermeidungsprogrammen, dem sogenannten Maintenance Ressource Management Training [13].

Im Rahmen dieser Studie überprüfen wir die Übertragbarkeit des Modells auf den medizinischen Bereich. Nachfolgende Erläuterungen zu den zwölf Kategorien des „Dirty Dozen“-Modells sollen den substanziellen Bezug zur Situation in Augen-OPs verdeutlichen.

1. Mangel an Kommunikation: ineffektiver und nicht zielgerichteter Austausch von Informationen, mangelhafte oder ausbleibende Aufklärung
2. Mangel an Teamwork: mangelndes Verständnis für die Zusammenarbeit, unzureichende Kooperation, Konkurrenzverhalten, Missgunst im Team
3. Selbstgefälligkeit: Überschätzung eigener Fähigkeiten, falsche Risikobeurteilung, Nachlässigkeit, mangelnde Sorgfalt [20]
4. Soziale Normen: mangelnde Sicherheitskultur, Abweichen von Vorschriften und Anweisungen, sicherheitskritische Gruppennormen
5. Druck: zeitlicher, finanzieller und ökonomischer Leistungsdruck
6. Mangel an Aufmerksamkeit: mangelndes Erkennen bzw. Übersehen möglicher Gefahrenquellen, unzureichendes Abschätzen von Handlungskonsequenzen

7. Stress: hohe mentale Beanspruchung durch qualitative und quantitative Überforderung und soziale Faktoren wie Konkurrenzverhalten und negatives Klima im OP
8. Erschöpfung: beeinträchtigte psychische und physische Leistungsfähigkeit mit akuter Müdigkeit und Konzentrationsverlust durch Nachtschichten, Erkrankungen und Überstunden
9. Ablenkung: äußere Reize und Störungen, Unterbrechungen von Handlungsabläufen
10. Mangel an Ressourcen: unzureichende personelle, finanzielle oder technische Mittel
11. Mangel an Wissen: fehlendes oder veraltetes Fachwissen, unzureichende Ausbildung, fehlende Routine
12. Mangel an Durchsetzungsvermögen: Unsicherheit, Konflikt- und Konfrontationsscheu

Methode

Wir haben 1063 operierende Augenärzte im Erhebungszeitraum von Dezember 2009 bis Juni 2010 angeschrieben und gebeten, einen Fragebogen auszufüllen. Die Rücklaufquote lag mit 215 Fragebögen bei knapp 20 %. Die Befragung erfolgte anonym, allerdings wurden die Ärzte gebeten, demografische Angaben zum Alter und Geschlecht zu machen (Tab. 1).

Geschlecht	Alter
18,6 % weiblich	bis 45 Jahre = 34 %
75,3 % männlich	ab 46 Jahre = 61,9 %
6,0 % keine Angabe	keine Angabe = 4,2 %

Tab. 1: Demografische Angaben zur Stichprobe

Der Fragebogen enthielt ein quantitatives und qualitatives Antwortformat zu Ursachen menschlicher Fehler im OP-Saal, den Kategorien des „Dirty Dozen"-Modells entsprechend. Im quantitativen Teil des Fragebogens mit prototypischen Beschreibungen dieser Kategorien konnten die Teilnehmer durch Ankreuzen einer fünfstufigen Likert-Skala (5 = sehr zutreffend; 1= gar nicht zutreffend) angeben, wie sehr aus ihrer Sicht die betreffende Kategorie für die Verursachung von Fehlern im OP verantwortlich ist. Im qualitativen Teil konnten konkrete Beispiele aus dem OP-Alltag benannt werden.

Ergebnisse

Die fünf bedeutsamsten Fehlerursachen aus Sicht der befragten Ärzte sind Druck, Mangel an Kommunikation, Stress, Mangel an Aufmerksamkeit und Selbstgefällig-

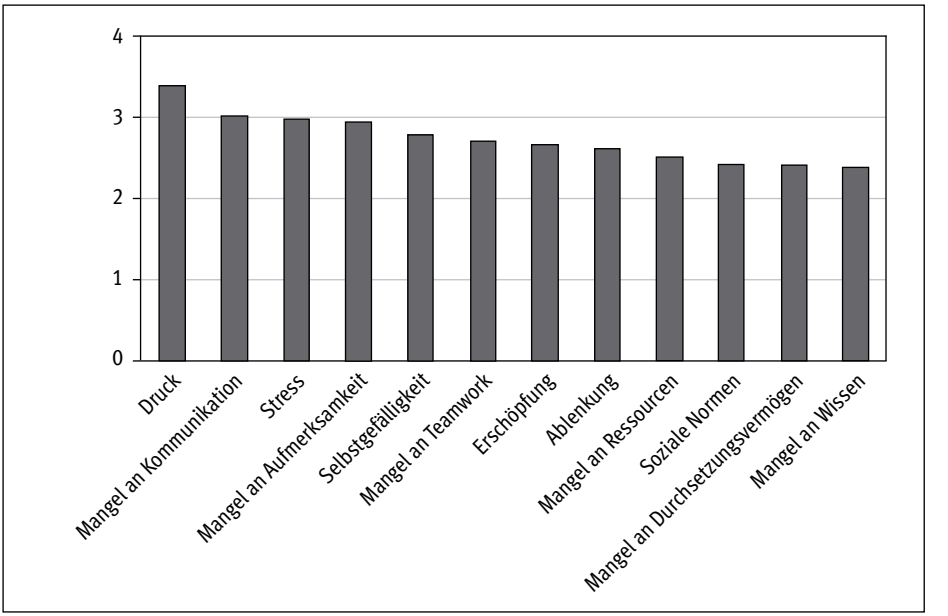

Abb. 1: Mittelwerte der Fehlerkategorien (höhere Werte entsprechen stärkerer Ausprägung)

keit (Abb. 1). Insgesamt bewegen sich die Werte der Kategorien jedoch im mittleren Bereich zwischen 2,4 bis 3,4. Demnach gibt es keine dominierende Fehlerursache. Dies entspricht der heute vorherrschenden systemischen Perspektive der Fehlerforschung, in der – wie auch in anderen sicherheitskritischen Tätigkeitsfeldern – von einem Netz multikausaler Faktoren mit komplexer Wechselwirkung bei der Fehlerentstehung ausgegangen wird.

Die zwölf Fehlerkategorien weisen schwache bis hohe Korrelationen auf (Tab. 2). Schwache Korrelationen inhaltlich loser verbundener Kategorien wie Erschöpfung und Mangel an Kommunikation ($r = .25^{**}$) sprechen für die divergente Validität des Fehlermodells, während hohe Korrelationen inhaltlich zusammengehöriger Kategorien wie Stress und Erschöpfung ($r = .67^{**}$) oder Mangel an Teamwork und Mangel an Kommunikation ($r = .69^{**}$) die konvergente Validität belegen. Demnach spiegelt sich die inhaltliche Nähe bzw. Distanz der Fehlerkategorien im Wesentlichen auch in den statistischen Zusammenhängen wider.

Zur Erhärtung der statistischen Zusammenhänge inhaltlich zusammengehöriger Fehlerkategorien haben wir mittels Faktorenanalyse (Hauptkomponentenanalyse) zwei Faktoren mit einem Eigenwert von >1 extrahiert (Tab. 3). Die kumulierte aufgeklärte Varianz beider Faktoren lag bei 59,18 %.

Einen Faktor mit hohen rotierten Faktorladungen (Varimax) auf Fehlerkategorien, die für eine mangelhafte Zusammenarbeit im OP-Team verantwortlich waren – Mangel an Teamwork (.80), Mangel an Kommunikation (.78) und soziale Normen (.83) – nannten wir „Soziale Interaktion“.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1 Druck	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2 Kommunikation	.323**	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3 Stress	.604**	.270**	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4 Aufmerksamkeit	.366**	.473**	.375**	–	–	–	–	–	–	–	–	–
5 Selbstgefälligkeit	.293**	.486**	.362**	.593**	–	–	–	–	–	–	–	–
6 Teamwork	.296**	.685**	.333**	.441**	.515**	–	–	–	–	–	–	–
7 Ablenkung	.246**	.310**	.320**	.426**	.428**	.378**	–	–	–	–	–	–
8 Erschöpfung	.523**	.247**	.668**	.389**	.446**	.318**	.425**	–	–	–	–	–
9 Ressourcen	.416**	.427**	.415**	.348**	.360**	.422**	.393**	.443**	–	–	–	–
10 Soziale Normen	.365**	.605**	.323**	.613**	.604**	.649**	.366**	.355**	.456**	–	–	–
11 Durchsetzung	.401**	.416**	.367**	.422**	.447**	.474**	.398**	.442**	.443**	.568**	–	–
12 Wissen	.231**	.444**	.366**	.445**	.536**	.485**	.380**	.453**	.515**	.550**	.579**	–

Tab. 2: Korrelationsmatrix der 12 Fehlerkategorien: **p < 0.01; *p < 0.05

	Faktoren	
	Soziale Interaktion	**Organisationaler Kontext**
Mangel an Kommunikation	,776	,099
Mangel an Teamwork	,803	,124
Selbstgefälligkeit	,727	,256
Soziale Normen	,839	,183
Druck	,186	,759
Mangel an Aufmerksamkeit	,656	,296
Stress	,163	,856
Erschöpfung	,251	,826
Ablenkung	,482	,355
Mangel an Ressourcen	,482	,490
Mangel an Wissen	,673	,281
Mangel an Durchsetzung	,616	,358

Tab. 3: Rotierte Komponentenmatrix

Der zweite Faktor erhielt die Bezeichnung „Organisationaler Kontext“, da er Fehlerkategorien umfasste, die durch die Schaffung eines belastenden Arbeitsumfeldes zur Fehlerentstehung beitragen, mit Kategorien wie Erschöpfung (.83), Stress (.86) und Druck (.76).

Einige Kategorien wie Mangel an Durchsetzungsvermögen und Mangel an Ressourcen wiesen dagegen schwache und nicht eindeutige Faktorladungen auf. Hinzu kommen noch geringe Kommunalitäten einiger Kategorien wie Ablenkung und Mangel an Ressourcen ($h_i^2 < 0.5$). Diese Fehlerkategorien lassen sich hinsichtlich der faktoriellen Zugehörigkeit nur schwer interpretieren. Die Zuordnung dieser Kategorien zu einem Faktor wurde über das Fürntratt-Kriterium vorgenommen (vgl. Bortz [1]).

Im qualitativen Antwortteil des Fragebogens konnten die Teilnehmer exemplarische Beispiele tatsächlicher Ereignisse den jeweiligen Fehlerkategorien zuordnen. Die qualitativen Daten der einzelnen Fehlerursachen weisen hinsichtlich der Häufigkeit ihrer Nennung deutliche Unterschiede auf. Knapp 13 % der genannten Beispiele beziehen sich auf die Fehlerursache Druck, während lediglich etwas mehr als 3 % der Beispielnennungen auf die Kategorie Mangel an Durchsetzungsvermögen entfielen (Abb. 2). Insgesamt deckt sich die prozentuale Verteilung der Fehlerursachen mit denen der quantitativen Ergebnisse. Dort wurden primär Kategorien wie Druck, Mangel an Kommunikation und Mangel an Aufmerksamkeit als bedeutsame Fehlerursachen beurteilt. Lediglich die Kategorie Stress zeigte bei den quantitativen Ergebnissen eine höhere Ausprägung als bei den qualitativen.

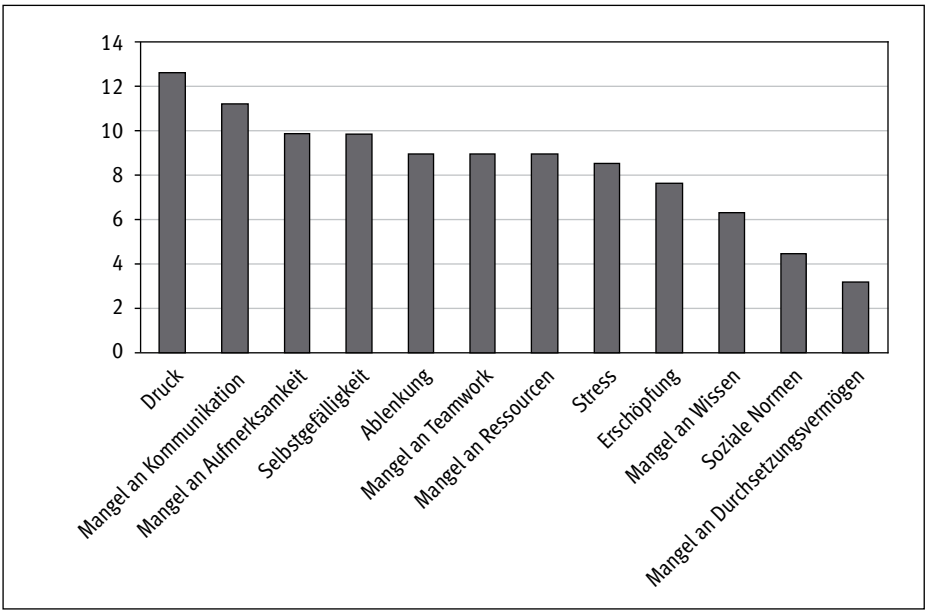

Abb. 2: Prozentuale Verteilung der qualitativen Aussagen auf die möglichen Kategorien

Fehlerursache	Exemplarische Beispielnennung
Mangel an Kommunikation	„… Arzt erläutert der OP-Schwester, welche Instrumente für die vorstehende Operation benötigt werden – die OP-Schwester wechselt, aber es findet kein Austausch statt. Folge: Der Arzt hat das falsche Besteck zur Hand …“
Mangel an Teamwork	„… Soziale Konflikte zwischen den OP-Schwestern beeinflussen die Stimmung im OP derart negativ, dass die am Tisch stehenden Schwestern ‚fahrig‘ (zerstreut und unaufmerksam) sind …“
Selbstgefälligkeit	„… Operierender Arzt ignoriert, dass der Patient unruhig wird – mit der ‚geht schon‘-Einstellung wird weiter operiert …“
Soziale Normen	„… Gelegentlich verzögertes Umsetzen von QM-Hygienevorgaben, da langjähriges, erfolgreiches Schema vorliegt (z. B. Verwenden des gleichen Wischwassers für Arbeitsflächen und Fußböden) …“
Druck	„… Ambulante Operationen müssen bis 12 (Uhr) erledigt sein, um danach die stationären Patienten zu operieren, (…) man kann nicht in Ruhe operieren …“
Mangel an Aufmerksamkeit	„… Bereitgelegte Linse soll durch einen anderen Typ ersetzt werden, routinierte und erfahrene Schwester (unsteril) verwechselt die Dioptrien …“
Stress	„… Kostenreduktion führt zu Arbeitszeiten von 15 bis 16 Stunden, dadurch empfundener Stress …“
Erschöpfung	„… Oftmals keine Möglichkeit, die tariflich zugesicherten Pausen zu machen; Arbeitstempo kann nicht selbst bestimmt werden …“
Ablenkung	„… Anästhesist erklärt jungen Kollegen lautstark das EKG, der Operateur wird abgelenkt und begeht Flüchtigkeitsfehler …“
Mangel an Ressourcen	„… Fehlende oder veraltete Instrumente, mehrfach verwendete Einmalmesser; Diamantmesser häufig nicht optimal …“
Mangel an Wissen	„… Verzögerte Indikationsstellung (Diagnosefähigkeit) bei älteren, nicht mehr operierenden, angestellten Ärzten …“
Mangel an Durchsetzungsvermögen	„… Junge Oberärzte haben ein Problem damit, einer erfahrenen OP-Schwester zu widersprechen – sie begnügen sich mit den Instrumenten, die ihnen gereicht werden, auch wenn diese nicht optimal sind …“

Tab. 4: Beispielnennungen für medizinische Fehlerursachen bei Augenoperationen

Tabelle 4 fasst markante Beispielnennungen der befragten Ärzte zu den jeweiligen Fehlerkategorien zusammen. Oftmals sind es kleine und auf den ersten Blick unscheinbare Ereignisse – wie die indirekte Ablenkung des Operateurs durch das Verhalten des Anästhesisten oder mangelnde Kommunikation –, die zu menschlichen Fehlern führen.

Diskussion

Unsere Ergebnisse bestätigen die Systemperspektive der heutigen Fehlerforschung, da allen zwölf Kategorien eine ähnlich hohe Bedeutung bei der Entstehung von menschlichen Fehlern im OP-Saal zukommt. Bei Berücksichtigung der relativen Häufigkeit von qualitativen Beispielnennungen jeder Kategorie – als indirektes Maß für die Bedeutung bei der Fehlerentstehung – zeigt sich ein etwas differenzierteres Bild. Fehlerursachen wie Druck, Mangel an Kommunikation oder Mangel an Aufmerksamkeit werden in dem qualitativen und – allerdings weniger deutlich – in dem quantitativen Fragenkomplex als wesentlichste Kategorien angesehen.

Die Faktorenanalyse führt die zwölf Fehlerursachen auf gemeinsame Faktoren wie belastende organisationale Rahmenbedingungen und Defizite in der sozialen Interaktion zurück. Interessanterweise betonen neuere Studien als wichtige Erfolgsvoraussetzung die Bedeutung von systemrelevanten „non-technical skills" des Chirurgen wie soziale Interaktion (Kommunikation, Arbeit im Team und Führungsqualitäten) und kognitive Fähigkeiten (Situationsbewusstsein, mentale Stärke, Flexibilität und Entscheidungsfindung) [5, 21, 22]. Ähnliche Muster von Faktorladungen treten auch in anderen industrieübergreifenden Studien zum „Dirty Dozen"-Modell auf [6, 10, 11].

Mit ihrem rein explorativen Charakter hat diese Studie nur eine eingeschränkte Aussage. Weder der quantitative noch der qualitative Fragenkomplex lassen sich hinsichtlich ihrer Reliabilität bestimmen. In zukünftigen Untersuchungen müssen wir standardisierte Fragebögen und ergänzend critical-incidents-basierte Interviewleitfäden für den medizinischen Kontext entwickeln, deren Ergebnisse zur Validierung der vorliegenden Studie beitragen.

Literatur

1. Bortz J: Statistik für Sozialwissenschaftler. Heidelberg: Springer Verlag, 2005
2. Brennan T, Leape L, Laird N et al.: Incidence of adverse events and negligence in hospitalized patients: Results of the Harvard Medical Practice Study I. N Engl J Med 1991;324:370–376
3. Dupont G: The Dirty Dozen Errors in Maintenance. Human Error in Aviation Maintenance. Washington, DC: Federal Aviation Administration/Office Aviation Medicine 1997:45–49
4. Evans S, Berry J, Smith B et al.: Attitudes and barriers to incident reporting: a collaborative hospital study. BMJ 2006;15:39–42
5. Flin R, Yule S, Paterson-Brown S et al.: Teaching surgeons about non-technical skills. Surgeon 2007;5:86–89
6. Gades R, Marquardt N, Robelski S, Höger R: Qualitative and quantitative Human Error Analysis in hazardous Industries. In: de Waard D, Axelsson A, Berglund M et al. (Eds.): Human Factors: A system view of human, technology and organisation. Maastricht, 2010:177–183
7. Glazinski, R, Wiedensohler R: Patientensicherheit und Fehlerkultur im Gesundheitswesen. Eschborn: Verlag Dr. Dr. Rolf Glazinski 2004:55
8. Hansis ML, Hart D, Becker-Schwarze K: Medizinische Behandlungsfehler. Gesundheitsberichterstattung des Bundes Heft 04/2001. Berlin: Robert Koch Institut
9. Klinkhammer G: Ärztliche Behandlungsfehler: Ein neues Qualitätsbewusstsein. DÄBl 2003; 100(18):1175–1177

10. Marquardt N, Gades R, Robelski S, Höger R: Determinanten menschlicher Fehler in Risikoindustrien. In: Trimpop R, Gericke G, Lau J (Hrsg.): Psychologie der Arbeitssicherheit und Gesundheit – Sicher bei der Arbeit und unterwegs. 16. Workshop, Kröning, 2010:55–58
11. Marquardt N, Höger R: The structure of contributing factors of human error in safety-critical industries. In: de Waard D, Hochey GRJ, Nickel P, Brookhuis KA, (Eds.): Human Factors Issues in Complex System Performance. Maastricht 2007:67–71
12. Ollenschläger G: Medizinische Risiken, Fehler und Patientensicherheit. Zur Situation in Deutschland. Schweiz Ärztezeitg 2001;82,1404–1410
13. Patankar M, Taylor J: MRM Training, Evaluation, and Safety Management. Int J Aviat Psychol 2008;18(1):61–71
14. Püschmann H, Haferkam, G, Scheppokat KD et al.: Vollständigkeit und Qualität der ärztlichen Dokumentation in Krankenakten. DÄBl 2006;103(3): 121–126
15. Reason J: Human error. Cambridge 1990
16. Reason J: Human error: models and management. BMJ 2000;320:768–770
17. Schaffartzik W, Neu J: Definition des ärztlichen Behandlungsfehlers. Trauma BerufsKH 2008;10(2):196–199
18. Scheppokat KD: Medizinische Schadensdaten 1991–2008 – Verlässlichkeit der Bewertungen ist unzureichend. DÄBl 2009;106(20):980–984
19. Scheppokat KD, Neu J: Medizinische Daten und Qualitätsmanagement. DÄBl 2007;(46):3172–3177
20. St. Pierre M, Hofinger G, Buerschaper C: Notfallmanagement: Human factors in der Akutmedizin. Berlin: Springer Verlag 2005
21. Yule S, Flin R, Paterson-Brown S, Maran N: Non-technical skills for surgeons in the operating room: A review of the literature. Surgery 2006;139:140–149
22. Yule S, Flin R, Maran N et al.: Surgeons' non-technical skills in the operating room: Reliability testing of the NOTSS behaviour rating system. World J Surg 2008;32:548–556