



Doctoral Thesis

Coordination breakdown management in surgical units from understanding of breakdowns to their detection and prevention through system design

Author(s):

Taneva, Svetlana

Publication Date:

2010

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-006383443> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

DISS. ETH NO. 19345
TIK-Schriftenreihe-Nr. 120

**COORDINATION BREAKDOWN MANAGEMENT IN
SURGICAL UNITS:**

**from understanding of breakdowns to their
detection and prevention through system design**

A dissertation submitted to
ETH ZURICH

for the degree of
Doctor of Sciences

presented by
SVETLENA TANEVA
M.A. Computer Science, Brandeis University

Accepted on the recommendation of
Prof. Dr. Bernhard Plattner, ETH Zurich, examiner
Prof. Dr. Gudela Grote, ETH Zurich, co-examiner
Dr. Effie Law, ETH Zurich and Leicester University, co-examiner
Dr. Anthony Easty, University of Toronto and University Health Network, co-examiner

2010

Abstract

Communication and coordination breakdowns represent the leading cause of adverse events in healthcare, especially in the operating room environment – the wrong patient may be operated on, the wrong procedure may be performed, or consideration of specific patient information may be missed in surgery planning, preparation and execution. Across geographical and organizational boundaries, one in ten hospital patients becomes victim of a preventable adverse event – sometimes leading to death. As a response to such alarming reality of patients' prospects in a hospital, the patient safety discipline emerged in the 1990's.

One of the major research concerns in patient safety is the examination of the problem of communication and coordination breakdowns in the continuum of surgical patient care and the potential strategies for system and process improvement. Research has shown that breakdowns stem from an interplay of human errors, socio-technical system design factors, and poorly designed technology interfaces. However, the majority of research focuses on the narrow domain related to cognitive aspects of human error or the dynamics of teamwork inside the operating room. The occurrence and consequences of process level breakdowns related to inter-team processes and macro-system level communication factors are yet to be addressed with sufficient detail. Additionally, due to the short history of research and limited knowledge in this area, no methods for breakdown detection and management have been developed. Hospitals often implement technology with the intention of improving the quality and safety in surgical patient care. However, during early system design, traditional software development methodologies lack focus on safety concerns. Therefore, new technologies often introduce communication breakdowns, change workflows in inefficient and unintuitive ways and facilitate errors. This thesis seeks to advance the knowledge on communication and coordination breakdowns in surgical patient care and to develop a breakdown detection method that allows the assessment of the occurrence of breakdowns. In addition, this thesis seeks to propose a system design framework specific to the communication and coordination requirements of perioperative work such that future socio-technical systems will be designed against breakdown facilitating factors.

This thesis achieves an in-depth understanding of the impact of breakdowns on surgical work by expanding the focus of analysis beyond teamwork dynamics to include the macro-system communication and coordination processes. The properties of breakdowns and their repairs are studied through the investigation of their occurrence in the operations of two North American surgery units. Through systematic content analysis of breakdown type, theme, tangibility of coordination

process employed, coordination scale, breakdown lifetime, repair strategy, and repair cost, several hypotheses derived from previous research findings are tested statistically. The findings reveal that properties of breakdowns determine properties of repairs and that the majority of breakdowns in everyday perioperative work are outside the scope of teamwork – they lie at the inter-team coordination level, i.e. at communication interfaces between micro-systems. Breakdowns are found to propagate downstream in the surgical system. These breakdowns affect the work of multiple teams, which results in increased communication costs associated with the respective repair. Finally, safety is found to relate to the presence or absence of formalized communication structures for re-coordination upon breakdowns. The theoretical implications are materialized into two conceptual models of breakdowns and safety in perioperative work.

In the practical realm, this thesis offers a breakdown detection method as a useful first step in the management of breakdowns in inter-team coordination within the context of the daily operations of surgical units. To design processes and technology that facilitate coordination and prevent breakdowns, it is necessary that breakdowns are reliably detected and analyzed with respect to their impact on perioperative operations. By mapping information flow expectations for various information needs in clinical work – such as patient status, schedule status, staffing coordination, etc. – a set of predictions can be derived that serves as input to the algorithm for breakdown detection. Evidence is presented for excellent detection performance. The method can be utilized to assess the amount of breakdowns before and after process or technology (re-)design. Additionally, research-based design guidelines and a system design framework are developed.

This thesis contributes to the knowledge on communication and coordination breakdowns in surgical work as latent conditions having the potential to threaten patient safety. This research provides an initial understanding of the deep features of breakdowns from a process-oriented perspective. From this knowledge, the groundwork for the theoretical models of breakdowns and safety in perioperative activities is built. This thesis also contributes to the medical operations and systems engineering/informatics communities in two ways. First, by addressing the problem of breakdown management in perioperative work through the breakdown detection method. Second, the practical design guidelines along with the system design framework are proposed based on the novel understanding of breakdowns. In this way, early design activities are tailored to the specific requirements of the domain and consequently prevent breakdowns from occurring or mitigate their impact. Although the detection method and design framework are developed for the surgical space, they can later be extended to cover other clinical and healthcare areas.

Zusammenfassung

Störungen in der Kommunikation und Koordination sind die häufigsten Ursachen unerwünschter klinischer Ereignisse. Dies trifft insbesondere auf die Chirurgie zu, wo unter Umständen der falsche Patient operiert oder die falsche Behandlung durchgeführt wird oder bestimmte Patienteninformationen bei der Planung, Vorbereitung und Durchführung der Operation fehlen. Über alle organisatorischen und geographischen Grenzen hinweg wird einer von zehn Patienten das Opfer einer vermeidbaren gesundheitlichen Komplikation, die in einigen Fällen bis zum Tod führen kann. Als Resultat dieser alarmierenden Aussichten bei einem Spitalbesuch ist in den 1990er Jahren das Fachgebiet der Patientensicherheit entstanden.

Eines der wichtigsten Anliegen der Forschung im Bereich der Patientensicherheit ist die Untersuchung von Kommunikations- und Koordinationsstörungen in der Patientenpflege in der chirurgischen Abteilung sowie Möglichkeiten zur System- und Prozessverbesserung. Wissenschaftliche Untersuchungen haben gezeigt, dass Störungen von einem Wechselspiel zwischen menschlichen Fehlern, sozial-technischen Faktoren der Systementwicklung und mangelhaften Technologieschnittstellen herrühren. Die Mehrheit der Forschung hat sich allerdings bisher vor allem entweder auf die kognitiven Aspekte menschlichen Versagens oder auf die Dynamik der Teamarbeit im Operationssaal fokussiert. Das Auftreten sowie die Folgen von Störungen auf Prozessebene, welche sowohl in Bezug zu Kommunikations- und Koordinationsprozessen zwischen Teams wie auch in Bezug zu Kommunikationsfaktoren auf Makrosystemebene stehen, wurden noch nicht eingehend untersucht. Außerdem sind noch keine Methoden zur Erkennung und zur Handhabung solcher Störungen entwickelt worden. Dies ist insbesondere darauf zurückzuführen, dass es sich hierbei um ein noch sehr junges Fachgebiet handelt, weshalb der Wissensstand entsprechend begrenzt ist. In Spitälern wird Technologie oft mit der Absicht eingeführt, die Qualität der Pflege sowie die Patientensicherheit zu verbessern. Allerdings haben neue Technologien wiederholt zu Kommunikationsstörungen geführt, den Arbeitsfluss auf ineffiziente und wenig intuitive Art und Weise verändert und das Auftreten von Fehlern gefördert, weil man sich dabei auf allgemeine traditionelle Methoden zur Softwareentwicklung verlassen hatte, denen die notwendige Fokussierung auf Patientensicherheit während der frühen Phase der Systementwicklung fehlte. Diese Dissertation bezweckt, das Verständnis von Kommunikations- und Koordinationsstörungen im Bereich der Patientensicherheit zu verbessern, eine Methode zur Detektion von Störungen zu entwickeln, die eine Untersuchung der Häufigkeit dieser Störungen zulässt, sowie einen Bezugsrahmen für die System- und Prozessentwicklung einzuführen, welcher speziell auf die Kommunikations- und

Koordinationsanforderung während der Arbeit in der Chirurgie abgestimmt ist, so dass zukünftige sozial-technische Systeme so entwickelt werden, dass Störungsfaktoren minimiert werden.

Diese Dissertation erzielt ein eingehendes Verständnis der Auswirkung von Störungen auf die Arbeit in der Chirurgie, indem sie den Fokus der Untersuchung über die Dynamik in der Teamarbeit hinaus erweitert, um dadurch die Kommunikations- und Koordinationsprozesse auf Makrosystemebene mit einzubeziehen. Die Eigenschaften von Störungen und wie diese behoben werden, wird anhand des Auftretens von Störungen in der elektiven Chirurgie zweier nordamerikanischer Spitäler untersucht. Durch die systematische Analyse der Art, Thematik, Greifbarkeit des verwendeten Koordinationsprozesses, Dimension der Koordination, Lebensdauer einer Störung, Strategie zur Störungsbehebung sowie Kosten der Behebung wurden mehrere Hypothesen aus vorhergehenden wissenschaftlichen Erkenntnissen abgeleitet und systematisch getestet. Die Forschungsergebnisse zeigen, dass die Eigenschaften von Störungen die Eigenschaften der Behebung festlegen und dass sich in der täglichen Arbeit rund um die Operation die Mehrheit der Störungen außerhalb des Bereichs der Teamarbeit ereignet; das heißt, sie erfolgen auf der Ebene der Koordination zwischen Teams und somit an den Kommunikationsschnittstellen zwischen Mikrosystemen. Es hat sich gezeigt, dass sich Störungen in Arbeitsflussrichtung durch das chirurgische System fortpflanzen, wo sie die Arbeit mehrerer Teams beeinträchtigen. Diese Fortpflanzung von Störungen führt zu zunehmenden Kommunikationskosten, welche mit der Störungsbehebung in Verbindung stehen. Außerdem wurde herausgefunden, dass die Patientensicherheit durch das Vorhandensein, beziehungsweise durch das Fehlen, von formalisierten Kommunikationsstrukturen für die Koordination nach dem Eintreten einer Störung beeinflusst wird. Die theoretischen Auswirkungen fließen in zwei konzeptionelle Modelle von Störungen und Patientensicherheit während der Arbeit in der Chirurgie ein.

Für die Praxis bietet diese Dissertation eine Methode zur Detektion von Störungen als einen ersten wertvollen Schritt hin zum erfolgreichen Management von Koordinationsstörungen zwischen Teams im Kontext des täglichen Betriebs einer chirurgischen Abteilung. Um Prozesse und Technologien zu entwickeln, welche die Koordination unterstützen und Störungen verhindern, ist es notwendig, dass Störungen zuverlässig detektiert und in Bezug auf deren Auswirkungen auf die Arbeiten rund um die Operation analysiert werden. Durch das Abbilden der voraussichtlichen Informationsflüsse für verschiedene Informationsbedürfnisse in der Spitalarbeit, wie z.B. der Patientenstatus, Status des Zeitplans für Operationen,

Koordination der Personalbesetzung etc., können Voraussagen abgeleitet werden, welche als Eingabe für einen neuartigen Detektionsalgorithmus dienen, dessen hervorragende Wirksamkeit bei der Detektion von Störungen in dieser Arbeit belegt wird. Die Methode zur Detektion von Störungen kann verwendet werden, um die Anzahl der Störungen vor und nach der Neugestaltung der Prozesse und Technologien zu ermitteln. Außerdem wurden wissenschaftlich fundierte Entwicklungsrichtlinien sowie ein Bezugsrahmen für die Systementwicklung ausgearbeitet.

Der Hauptbeitrag dieser Dissertation ist die Erweiterung des bestehenden Wissens über Kommunikations- und Koordinationsstörungen in der Chirurgie, welche die Sicherheit der Patienten erheblich gefährden können. Es wurde ein erstes Verständnis der Merkmale von Störungen aus einer prozessorientierten Perspektive gewonnen, welches es erlaubte, das Fundament für theoretische Modelle von Störungen und Patientensicherheit während der Arbeit in der chirurgischen Abteilung zu entwickeln. Diese Dissertation trägt auch zum Bereich des medizinischen Betriebs sowie zur Informatik/Systemtechnik bei, indem sie sich anhand einer Methode zur Störungsdetektion und von praktischen Entwicklungsrichtlinien zusammen mit einem Bezugsrahmen für Prozess-/Systementwicklung eingehend mit der Problematik des Managements von Störungen der Arbeit rund um die Operation befasst. Methode, Entwicklungsrichtlinien und Bezugsrahmen wurden basierend auf einem neuen Verständnis für Störungen eingeführt, so dass neue Entwicklungen früh auf die spezifischen Anforderungen des Einsatzgebiets zugeschnitten werden und infolgedessen Störungen am Auftreten gehindert oder zumindest deren Auswirkungen abgeschwächt werden. Obwohl die Detektionsmethode und der Entwicklungsbezugsrahmen speziell für den chirurgischen Bereich entwickelt wurden, können diese derart erweitert werden, dass sie weitere Bereiche in der Gesundheitsversorgung abdecken.