

Human Factors bei der Evaluation von Systemen der computerassistierten Chirurgie am Beispiel eines navigiert kontrollierten Shavers

Röttger S, Schulze-Kissing D, Bahner JE, Manzey D

Fachgebiet Arbeits- und Organisationspsychologie, Institut für Psychologie und Arbeitswissenschaft, Technische Universität Berlin, Deutschland
stefan.roettger@tu-berlin.de

Einleitung: Zur Erleichterung und Verbesserung der chirurgischen Arbeit im OP werden zunehmend computerbasierte Assistenzsysteme entwickelt und eingesetzt, deren Evaluation sich bisher auf technische (z.B. Präzision, Zuverlässigkeit), ökonomische (z.B. Kosten, OP-Dauer) sowie klinische Parameter (z.B. Komplikationsrate, Therapieerfolg) beschränkt. Gerade die klinischen Ergebnisse des Einsatzes von computerassistierten Chirurgesystemen (CASS) kommen jedoch nicht durch den Betrieb des Systems an sich, sondern durch die Interaktion von Chirurgen und CASS zustande. Diese Interaktion und ihre Auswirkungen auf die Chirurgen muss also ebenfalls untersucht werden, wenn eine fundierte Bewertung des zu erwartenden Nutzens eines CASS und der mit seinem Einsatz verbundenen Kosten und Risiken vorgenommen werden soll. Untersuchungen dieser Art sind charakteristisch für das interdisziplinäre Forschungsfeld „Human Factors“, in dem sich Ingenieure und Psychologen mit Problemen der Mensch-Maschine-Interaktion auseinandersetzen.

Aus Human Factors-Perspektive handelt es sich bei CASS um automatisierte Systeme: Einige der zuvor allein vom Menschen ausgeführten Funktionen (z.B. Informationsanalyse, Entscheidung, Handlungsausführung) werden teilweise oder vollständig von einem technischen System übernommen. In Domänen wie der Luftfahrt oder der Prozesskontrolle, in denen die Automatisierung menschlicher Tätigkeiten schon länger betrieben wird und weiter fortgeschritten ist hat sich gezeigt, dass nicht immer alle mit dem Einsatz von Automation angestrebten Ziele erreicht werden und die Arbeit mit Automation auch zu Problemen führen kann [1]. Zu solchen Problemen zählen etwa eine unerwartete Beanspruchungserhöhungen, das Eintreten eines Fertigkeitsverlustes seitens der Operateure, das Auftreten von Complacency, der Verlust des Situationsbewusstseins bei der Arbeit mit dem System sowie das Phänomen der Risikokompensation.

Evaluationskriterien für CASS aus Human Factors - Perspektive: Da die Einführung eines neuen Systems in den OP auch neue bzw. zusätzliche Aufgaben für die Chirurgen mit sich bringt und das Gesamtgeschehen komplexer wird, kann die Arbeit mit dem CASS statt zur erwarteten Entlastung auch zu einer Beanspruchungserhöhung führen. Andere Ursachen für eine erhöhte Belastung können mangelhafte Usability oder eine ungünstige Funktionsallokation sein. Die Veränderung der intraoperativen Beanspruchung der Chirurgen kann mit subjektiven und physiologischen Indikatoren bei vergleichbaren Eingriffen mit und ohne CASS untersucht werden.

Da die Chirurgen bei der Arbeit mit einem CASS einige Tätigkeiten nicht mehr selbst oder nur mit Unterstützung ausüben, kann es nach einiger Zeit zu einem Fertigkeitsverlust bezüglich der betreffenden chirurgischen Abläufe kommen. Dieser Fertigkeitsverlust wird dann problematisch, wenn das CASS (z.B. wegen eines Defektes) nicht zur Verfügung steht und eine rein manuelle Durchführung des Eingriffs ohne Assistenz erfolgen muss. Das Eintreten eines Fertigkeitsverlust kann nur experimentell durch den Vergleich der ununterstützten Operationsleistung von Chirurgen, die einige Zeit mit CASS gearbeitet haben und solchen, die im selben Zeitraum die gleiche Anzahl Eingriffe ohne CASS absolviert haben, festgestellt werden. Aus ethischen Gründen kommen hier nur Untersuchungen an anatomischen Modellen in Betracht.

Mit Complacency wird ein durch ein hohes Vertrauen in das CASS verursachte mangelhafte Überwachung des Systems bezeichnet, die zu einem Übersehen möglicher Fehlfunktionen führen kann [2]. Das Auftreten von Complacency ist umso wahrscheinlicher, je zuverlässiger das System wahrgenommen wird und je größer die Beanspruchung der Nutzer ist. Um beurteilen zu können, ob Complacency bei der Arbeit mit einem CASS auftritt müssen Art und optimale Häufigkeit von Handlungen zur Überprüfung des CASS definiert und mit dem in der klinischen Anwendung beobachtbaren Überwachungsverhalten verglichen werden.

Chirurgen verfügen während einer OP über ein vollständiges Situationsbewusstsein, wenn sie zu jedem Zeitpunkt alle für den Eingriff und die aktuellen Arbeitsschritte relevanten Informationen korrekt wahrnehmen und interpretieren sowie den weiteren Operationsverlauf korrekt antizipieren. Verschlechterungen des Situationsbewusstseins durch die Einführung eines Assistenzsystems wurden bisher vor allem in der Luftfahrt berichtet [3]. Eine häufig genutzte Methode zur Bestimmung des Situationsbewusstseins ist das unangekündigte Unterbrechen der Arbeit durch einen Untersuchungsleiter für eine Befragung der Systemnutzer zur aktuellen Situation. Ein Vergleich der Anzahl korrekt wiedergegebener Informationen zwischen Eingriffen mit und ohne CASS ermöglicht Aussagen über den Einfluss des Systems auf das Situationsbewusstsein, wobei auch hier nur Untersuchungen außerhalb der klinischen Anwendung ethisch vertretbar sind.

Die Tendenz, einen durch die Einführung von technischen Systemen erzielten Sicherheitsgewinn durch riskanteres Verhalten auszugleichen und so das ursprüngliche Risiko einer Handlung wiederherzustellen, wird als Risikohomöostase bezeichnet [4]. Ein Vergleich des chirurgischen Vorgehens bei Eingriffen mit und ohne CASS könnte zeigen, ob bei Verwendung eines CASS ein riskanteres Verhalten zu beobachten ist.

Die beschriebenen Phänomene sollen vorgestellt und die technische, ethische und forschungspraktische Machbarkeit ihrer Untersuchung am Beispiel eines navigiert kontrollierten Shavers [5] diskutiert werden.

Literatur

- [1] Parasuraman R, Riley V. Humans and automation: Use, misuse, disuse, abuse. *Human Factors* 1997;39(2):230-253.
- [2] Manzey D, Bahner JE. Vertrauen in Automation als Aspekt der Verlässlichkeit von Mensch-Maschine-Systemen. In: Karrer K, Gauss B, Steffens C, editors. Beiträge zur Mensch-Maschine-Systemtechnik aus Forschung und Praxis. Düsseldorf: Symposium; 2005. p. 93-109.
- [3] Endsley MR. Automation and situation awareness. In: Parasuraman R, Mouloua M, editors. Automation and human performance. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associate; 1996. p. 163-181.
- [4] Wilde GJS. Target risk: Dealing with the danger of death, disease and damage in everyday decisions.: PDE Publications Castor & Columba; 1994
- [5] Strauß G, Koulechov K, Richter R, Dietz A, Meixensberger J, Trantakis C, et al. Navigated control: Ein neues Konzept für die Computer-Assistierte-HNO-Chirurgie. *Laryngo-Rhino-Otologie* 2005;84:567-576.