

Interdisziplinäre Studie über eine geeignete Mensch-Maschine-Schnittstelle für NOTES

M. Kranzfelder,^{1,3} A. Schneider,³ A. Fiolka,³ S. Koller,³ D. Wilhelm,^{1,3} S. Reiser,³ A. Meining,² H. Feussner,^{1,3}

¹ Chirurgische Klinik und Poliklinik, ² II. Medizinische Klinik, ³ Forschungsgruppe MITI (Minimal Invasive Interdisziplinäre Therapeutische Interventionen), Klinikum rechts der Isar, Technische Universität München, 81675 München, Deutschland

Kontakt: michael.kranzfelder@tum.de

Abstract:

Das narbenfreie Operieren über natürliche Körperöffnungen (NOTES) hat einen Wandel zu einer Reihe von klinischen Indikationen erfahren. Dennoch beschränkt sich die Mehrzahl der Anwendungen noch immer auf hybrid- assistierte laparoskopische Ansätze. Hauptgrund ist der Mangel an geeigneten Multitasking-Plattformen.

Um die Erwartungen an ein geeignetes Interface- Design zu evaluieren, führten wir eine Umfrage zur Mensch-Maschine-Schnittstelle für NOTES unter NOTES Spezialisten (Chirurgen, Gastroenterologen, Ingenieuren) durch.

Eine mechatronische Plattform wurde von 71% der Chirurgen, 83% der Gastroenterologen und 56% der Ingenieuren als wichtig erachtet. Intuitivität und einfache Bedienbarkeit waren Hauptanforderungen (33 - 51%). Haptisches Feedback wurde als wichtig erachtet (70%). 53% der Chirurgen, 50% der Gastroenterologen und 33% der Ingenieure hatten bereits Erfahrungen mit NOTES Plattformen oder andere Robotersystemen.

Wünsche und Erwartungen an eine Mensch-Maschine-Schnittstelle für NOTES erscheinen generell ähnlich. Es besteht Konsens, dass diese intuitiv und einfach zu bedienen sein muss und über die derzeit verfügbaren Systeme hinausgehen soll.

Schlüsselworte: mechatronische Plattform, NOTES, Mensch-Maschine-Schnittstelle, Viszeralmedizin

1 Problemstellung

Seit den ersten Beschreibung von Rattner und Kalloo et al. [1], hat das Operieren über natürliche Körperöffnungen (NOTES) einen Wandel von experimentellen Arbeiten zu einer Reihe von klinischen Indikationen erfahren [2]. Dennoch beschränkt sich der Mehrzahl der Anwendungen noch immer auf hybrid- assistierte laparoskopische Ansätze [3]. Grund dafür ist, wie bereits im NOTES White Paper im Jahr 2006 postuliert [4], der Mangel an geeigneten Instrumenten und Multitasking-Plattformen. Obwohl die Notwendigkeit für geeignete Mensch-Maschinen-Schnittstellen von der NOTES Community realisiert wurde, ist Umfang und Komplexität dieser mechatronischen Systeme immer noch Gegenstand von Diskussionen.

In den letzten Jahren wurden verschiedene Lösungen wie das Anubiscope®, MASTER® und EndoSamurai® präsentiert [5]. Obwohl diese teilweise für spezifische Indikationen geeignet sind, ist keiner von ihnen derzeit für die klinische Anwendung ausgereift. Eine wesentliche Schwierigkeit ist der Mangel an einer intuitiven, einfach zu bedienenden und ergonomischen Benutzeroberfläche [6].

Um die Erwartungen an ein geeignetes Interface-Design zu evaluieren, führten wir eine Umfrage zur Mensch-Maschinen-Schnittstelle für NOTES unter NOTES Spezialisten durch. In diesem Manuskript präsentieren wir die Ergebnisse dieser interdisziplinären Studie mit dem Ziel, die Bedürfnisse, Wünsche und Erwartungen von Chirurgen, Gastroenterologen und Ingenieuren zu klären.

2 Material und Methoden

Es wurde ein Fragebogen mit dem Titel "Mensch-Maschine-Schnittstellen für NOTES" bestehend aus 16 Fragen von drei unabhängigen NOTES Spezialisten erstellt. Die Fragebögen wurden während drei großen nationalen und internationalen Konferenzen (Deutscher Chirurgenkongress 2013 München, Deutschland; DGEV 2013 München, Deutschland und CARS 2013 Heidelberg, Deutschland) verteilt und zusätzlich an allgemein anerkannte NOTES Spezialisten per Post oder E-Mail zugesandt. Die Umfrage wurde von Oktober 2012 bis Juni 2013 durchgeführt. Die statistische Analyse erfolgte mit MS Excel® Version Office Professional Plus 2010 und IBM® SPSS Statistics Version 21 unter Verwen-

dung von Pearson Chi-Quadrat-Test und Fisher-Exact-Test für die Datenanalyse. Signifikanzniveaus bestand bei $p < 0,05$.

3 Ergebnisse

Der Rücklauf von 120 verteilten Fragebögen lag bei 91%, 100 Fragebögen konnten ausgewertet werden (83%). 55 Chirurgen, 18 Gastroenterologen und 27 Ingenieure nahmen an der Umfrage teil. 84% der Teilnehmer waren männlich. Eine mechatronische Plattform für NOTES wurde von 71% der Chirurgen, 83% der Gastroenterologen und 56% der Ingenieure als "wichtig" erachtet. "Intuitivität" und "einfache Bedienbarkeit" waren die Hauptanforderungen (33 - 51%). Haptisches Feedback wurde von 70% der Teilnehmer in allen drei Gruppen als "wichtig" eingestuft. Systemsteuerung durch eine einzige Person wurde von 73% der Chirurgen, 78% der Gastroenterologen und 59% der Ingenieure als "wichtig" beurteilt. Während das EndoSamurai ® als einer der vier derzeit verfügbaren Systeme am nächsten den Erwartungen der Chirurgen (38%) kam, bevorzugten Gastroenterologen und Ingenieure das Omega7 ®-System (44% und 33%). 53% der Chirurgen, 50% der Gastroenterologen und 33% der Ingenieure hatten bereits Erfahrungen mit NOTES Plattformen oder anderen chirurgischen Robotern, wie dem daVinci ® (Chirurgen: 38%; Ingenieure: 67%) und dem Direct Drive- Endoskopie System DDES (Gastroenterologen: 33%, $p = 0,008$). Aktuelle Schnittstellen erfüllten die Erwartungen von 59% der Chirurgen und 56% der Ingenieure. Während Chirurgen keine spezielle Arbeitshaltung einforderten (sitzend: 29%, stehend: 31%), bevorzugten Gastroenterologen und Ingenieure eine sitzende Position (44% und 33%). Als zusätzliche Eingabemodalität für eine Steuerung wurde die Verwendung eines "Fußpedals" in allen drei Gruppen (55%) bevorzugt. 3D-Visualisierung wurde im Allgemeinen als "wünschenswert" (67-72%) bezeichnet und erreichte Signifikanz zwischen der Chirurgen und Ingenieurs-Gruppe ($p = 0,018$).

4 Diskussion

Nachdem NOTES Verfahren in den letzten Jahren zunehmenden Einzug in die klinische Anwendung finden [7] wird deutlich, dass noch eine Reihe von Unzulänglichkeiten aufgrund des Mangels an geeigneten Instrumenten und Multitasking-Plattformen bestehen. In den letzten Jahren wurden hierzu verschiedene Lösungsansätze entwickelt [5], wobei bisher keine für die klinische Anwendung ausgereift ist.

Eine wesentliche Schwierigkeit für die zukünftige Entwicklung von NOTES ist der Mangel an einer intuitiven, einfach zu bedienenden und ergonomischen Benutzeroberfläche [6]. Um die Erwartungen an ein geeignetes Interface-Design zu analysieren, führten wir eine Umfrage zur Mensch-Maschine-Schnittstellen für NOTES unter NOTES Spezialisten aus der Chirurgie, Gastroenterologie und dem Ingenieurwesen durch. 100 Fragebögen wurden ausgewertet. Im Einklang mit der aktuellen Literatur [8] wurde eine mechatronische Plattform für Single-Port-Chirurgie und NOTES als "wichtig" von der Mehrheit der Chirurgen, Gastroenterologen und Ingenieure eingeschätzt. "Intuitivität" und "einfache Bedienbarkeit" waren die wichtigsten Aspekte, die von Santos et al. [9] als eine der schwierigsten Aufgaben bei der NOTES-Plattform-Entwicklung angesehen wird.

Obwohl derzeit kein verbindlicher Konsens über die Bedeutung der haptischen Rückmeldung bei minimal-invasiven Eingriffen [10] und endoskopischen Verfahren [11] besteht, sah die Mehrheit der Teilnehmer in unserer Umfrage eine haptische Rückmeldung als "wichtig" für NOTES-Schnittstellen an. Von den derzeit verfügbaren endoskopischen, haptischen und roboter-assistierte Plattformen, kamen EndoSamurai ® und Omega 7 ® am nächsten den Erwartungen von Chirurgen und Gastroenterologen (23-44%); Ingenieure bevorzugten zudem das MASTER ®-System. Die meiste Erfahrung in unserem Kollektiv besteht mit dem daVinci ®-System (Chirurgen: 38%, Ingenieure: 67%) und dem Direct Drive- Endoskopie System DDES (Gastroenterologen: 33%). Allerdings erfüllen diese Schnittstellen nur teilweise die Erwartungen (44-59%). Grund hierfür könnte sein, dass die meisten dieser Geräte immer noch umständlich zu bedienen und nur experimentell getestet sind. Instrumentengröße, einfaches Einführung, Wendigkeit und fehlende taktile Rückmeldung sind entscheidende Punkte, die kritisch vor der allgemeinen klinischen Anwendung [19] angegangen werden müssen.

Literatur Daten über die ideale Arbeitsposition für NOTES Verfahren fehlen. Im Allgemeinen sollten abnormale und ungewöhnliche Körperhaltungen vermieden werden [12]. Während 31% der Chirurgen bevorzugten zu stehen, favorisierten 44% der Gastroenterologen sich hinzusetzen. Bemerkenswert ist, dass für 36 - 41% der Umfrageteilnehmer die Arbeitsposition überhaupt keine Rolle spielt.

Als zusätzliche Schnittstellen Steuerungsmethoden wurden Fußpedale (56%) bevorzugt, gefolgt von Sprach-Kontrolle (19%) und Eye-Tracking (17%), obwohl in der roboterassistierten Chirurgie die Anwendung von Daten Handschuhen derzeit die vielversprechendste Steuerungsmethode darstellt [6]. 3D-Visualisierung wurde als "wünschenswert" eingeschätzt. Unserer Meinung nach sollte 3D-Visualisierung daher in Zukunft NOTES Schnittstellen integriert werden.

5 Zusammenfassung

Bedürfnisse, Wünsche und Erwartungen an eine Mensch-Maschine-Schnittstelle für NOTES sind im Allgemeinen ähnlich für Chirurgen, Gastroenterologen und Ingenieure. Allerdings bestehen individuelle Unterschiede, z. B. Arbeitsposition zwischen den Gruppen. Generell besteht Konsens über die Bedeutung von mechatronischen Plattformen für NOTES, die sowohl intuitiv als auch einfach zu bedienen sein sollen und über die derzeit verfügbaren Systeme hinausgehen. Weiter intensivierte Forschung und Zusammenarbeit zwischen den Anwendern (Chirurgen und Gastroenterologen) und Entwicklern (Ingenieuren) ist daher unabdingbar.

6 Danksagungen

Diese Umfrage wurde teilweise durch das DFG-Projekt "Single-Port-Technologie für Gastroenterologische und endoskopische Interventionen viszeralkirurgische" (FOR 1321) unterstützt.

7 Referenzen

- [1] Rattner D, Kalloo A, Group ASW. *ASGE/SAGES Working Group on Natural Orifice Transluminal Endoscopic Surgery*. October 2005. *Surgical endoscopy* 2006; 20: 329-333
- [2] Marescaux J, Dallemagne B, Perretta S et al. *Surgery without scars: report of transluminal cholecystectomy in a human being*. *Archives of surgery* 2007; 142: 823-826; discussion 826-827
- [3] Whang SH, Thaler K. *Natural orifice transluminal endoscopic surgery: where are we going?* *World journal of gastroenterology : WJG* 2010; 16: 4371-4373
- [4] Rattner D. *Introduction to NOTES White Paper*. *Surgical endoscopy* 2006; 20: 185
- [5] Yeung BP, Gourlay T. *A technical review of flexible endoscopic multitasking platforms*. *International journal of surgery* 2012; 10: 345-354
- [6] Simorov A, Otte RS, Kopietz CM et al. *Review of surgical robotics user interface: what is the best way to control robotic surgery?* *Surgical endoscopy* 2012; 26: 2117-2125
- [7] Meining A, Kahler G, von Delius S et al. *[Natural orifices transluminal endoscopic surgery (NOTES) in Germany: summary of the working group reports of the "D-NOTES meeting 2009]*. *Zeitschrift für Gastroenterologie* 2009; 47: 1160-1167
- [8] Horgan S, Thompson K, Talamini M et al. *Clinical experience with a multifunctional, flexible surgery system for endolumenal, single-port, and NOTES procedures*. *Surgical endoscopy* 2011; 25: 586-592
- [9] Santos BF, Hungness ES. *Natural orifice transluminal endoscopic surgery: progress in humans since white paper*. *World journal of gastroenterology : WJG* 2011; 17: 1655-1665
- [10] van der Meijden OA, Schijven MP. *The value of haptic feedback in conventional and robot-assisted minimal invasive surgery and virtual reality training: a current review*. *Surgical endoscopy* 2009; 23: 1180-1190
- [11] Gu Y, Lee DY. *A design of hardware haptic interface for gastrointestinal endoscopy simulation*. *Studies in health technology and informatics* 2011; 163: 199-201
- [12] Nair GB, Chawla S, Ilowitz JS. *Ergonomics in bronchoscopy: is there a need for better design or a change in the work environment?* *Expert review of respiratory medicine* 2012; 6: 1-2