

# 手術支援システムの評価方法の検討—唾液によるストレス評価—

谷口和弘<sup>a</sup>, 西川敦<sup>a</sup>, 中越宏明<sup>a</sup>, 宮崎文夫<sup>a</sup>, 杉野友啓<sup>b</sup>

岡田一幸<sup>c</sup>, 瀧口修司<sup>c</sup>, 関本貢嗣<sup>c</sup>, 門田守人<sup>c</sup>

<sup>a</sup>大阪大学大学院 基礎工学研究科 機能創成専攻 制御生産情報講座

<sup>b</sup>株式会社総合医科学研究所 R&D 本部

<sup>c</sup>大阪大学大学院 医学系研究科 外科学講座 消化器外科学

## Study of evaluation of surgical assistant systems

### :Surgeon's stress evaluation using saliva

K.Taniguchi<sup>a</sup>, A.Nishikawa<sup>a</sup>, H.Nakagoe<sup>a</sup>, F.Miyazaki<sup>a</sup>, T.Sugino<sup>b</sup>

K.Okada<sup>c</sup>, S.Takiguchi<sup>c</sup>, M.Sekimoto<sup>c</sup>, M.Monden<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Department of Mechanical Science and Bioengineering, Graduate School of Engineering Science, Osaka University, Toyonaka, Japan

<sup>b</sup>Research & Development Division, Soiken Inc., Toyonaka, Japan

<sup>c</sup>Department of Gastroenterological Surgery, Graduate School of Medicine, Osaka University, Suita, Japan

**Abstract:** We propose a method for using saliva to evaluate the surgeon's stress in his/her using a surgical assistant system. The stress was measured by analyzing the cortisol, the amylase, and the protein included in saliva. To validate the effectiveness of the proposed method, we conducted a laparoscopic cholecystectomy simulation. In conclusion, we confirmed our method had an ability to objectively evaluate the surgeon's stress during surgery.

**Key words:** Surgical assistant system, Human machine interface, Evaluating surgeon's stress, saliva

## 1. はじめに

手術支援システムの開発が近年盛んに行われている。従来のシステムの評価項目は、主に作業効率、エラーレート、主観的なアンケートであり、客観的な術者のストレス評価は行われていなかった。

そこで本稿では、ブタの肝臓を用いた *in-vitro* での胆嚢摘出手術を腹腔鏡下手術支援システムを使用した場合と人間のカメラ助手が腹腔鏡を操作した場合について行い、それぞれについて手術前後で術者とカメラ助手の唾液に含まれるコルチゾール、アミラーゼ、総蛋白を分析することで術者のストレスを客観的に評価する方法を提案する。

## 2. 方法

### 2.1 腹腔鏡下手術支援システム

腹腔鏡下手術支援システムには、伊藤ら<sup>1)</sup>が提案した「作業領域の術前プランニング導入による術中の腹腔鏡自動位置決め」システムを用いた。このシステムは、カメラ助手の代わりにロボットが自動で腹腔鏡の把持・位置決めを行う完全自律型システムである。術中の腹腔鏡の位置と画像の拡大率は、術者が手術直前に作業の対象となる場所を手術器具先端でポインティングし、同時に、その場所で作業を行うのに最適な画像の拡大率（作業場所から腹腔鏡先端までの距離）を決定して、PCに記憶させる術前プランニングを行うことで決定される。手術開始後は、手術器具先端が腹腔鏡画像の中心になるようロボットが手術器具の3次

元追跡を行う。手術器具先端が術前プランニングで決定した作業領域に位置した場合、術前プランニングに従い腹腔鏡画像の倍率を自動で調節する。Fig.1に腹腔鏡下手術支援システムのハードウェア構成を示す。腹腔鏡下手術支援システムは腹腔鏡把持マニピュレータ、光学式3次元位置計測装置 (Polaris Accedo, NDI社製)、制御PC (Linux PC)、スキャンコンバータ、テレビモニタから構成される。マニピュレータは3つのモータを用いることで3自由度の機構を有する。視野の左右方向および上下方向への移動と、腹腔鏡カメラの抜き差しによる視野の拡大縮小が可能である。

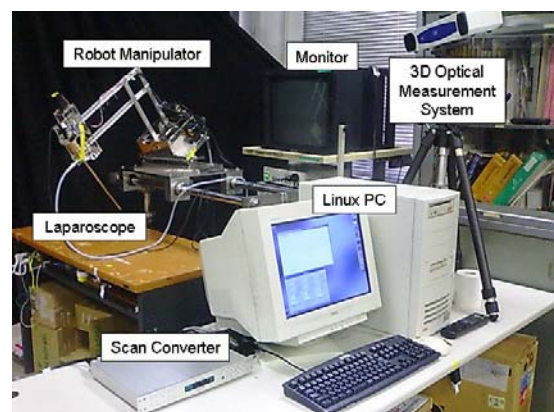


Fig. 1 Automatic laparoscope positioning system by preoperative workspace planning

Table 1 手術前後の術者とカメラ助手の唾液成分と手術時間

		using surgical assistant system		with camera assistant			
		Before	After	Operator		camera assistant	
				Before	After	Before	After
Cortisol μg/dl	Doctor A	0.020	0.058	0.071	0.033	0.094	0.070
	Doctor B	0.257	0.188	0.161	0.082	0.315	0.208
Amylase KU	Doctor A	23.5	28.8	22.9	12.8	25.9	15.3
	Doctor B	75.3	129.2	105.9	121.0	54.7	80.0
Protein μg/ml	Doctor A	225	469	308	324	386	321
	Doctor B	706	1565	1006	1599	687	1232
Amylase/Protein KU·ml/mg	Doctor A	105	61	74	39	67	48
	Doctor B	107	83	105	76	80	65
	ave.	106	72	90	58	73	56
Operation time	Doctor A	21min57sec		21min41sec		34min25sec	
	Doctor B	19min25sec		34min25sec		21min41sec	

## 2.2 ブタの肝臓を用いた *in-vitro* での胆嚢摘出手術

ブタの肝臓部分を用意し、腹部をモデルとするダンボール箱内に配置し、胆嚢摘出術の模擬を行った。その手術作業の手順は、

1. Calot 三角部へ視野移動
2. 胆嚢管の露出, 切離
3. 胆嚢を肝床部から剥離

である。被験者は右利きで、腹腔鏡下胆嚢摘出術の経験豊富な臨床医2名(被験者A, B)である。被験者は、過去に腹腔鏡下手術支援システムの使用経験はない。手術は計4回行い、各手術の術者と腹腔鏡操作は以下の通りである。

- 1回目: 術者:被験者A, 腹腔鏡操作: 腹腔鏡下手術支援システム
- 2回目: 術者:被験者A, 腹腔鏡操作: 被験者B
- 3回目: 術者:被験者B, 腹腔鏡操作: 腹腔鏡下手術支援システム
- 4回目: 術者:被験者B, 腹腔鏡操作: 被験者A

1回目と3回目の手術では術者の唾液を、2回目と4回目の手術では、術者とカメラ助手の唾液を手術の前後に採取した。

## 3. 結果

手術前後の術者とカメラ助手の唾液中のコルチゾール, アミラーゼ, 総蛋白をそれぞれ ELISA 法, Caraway 法, Bradford 法により測定した結果を Table 1 に示す。一般的にストレスによる内分泌系反応としてはコルチゾールの数値が上昇し、ストレスで交感神経優位になれば総蛋白濃度の上昇やアミラーゼの活性化が見られるため、コルチゾール, アミラーゼ, そして総蛋白は経路の違うさまざまなストレスの評価に用いることができると考えられている。Table 1 の結果を、アミラーゼと総蛋白の変化量で評価すると、両被験者とも、カメラ助手が腹腔鏡を操作した場合に比べ、腹腔鏡下手術支援システムを使用した場合のほうがストレスを多く受けている。同様に、アミラーゼと総蛋白の変化

量に着目すると、すべての手術において、被験者Aよりも被験者Bにストレスがより顕著に掛かっていると言える。実は、4回目の手術(術者:被験者B, 腹腔鏡操作:被験者A)では、2度胆汁が漏れ出したため、そのつどクリッピングにより胆汁を止める作業を行っている。被験者Bは、実験後に行ったインタビューで、胆汁が漏れ出したときにストレスを感じたと述べている。さらに、被験者Bは、2回目の手術でカメラ助手をしており、そのときTVモニターとカメラ助手との間にロボットが配置されていたため、ロボットに視界がさえぎられストレスと感じたと述べている。

## 4. まとめ

手術前後で術者とカメラ助手の唾液成分を分析することでストレスを客観的に評価する方法を提案した。今回の実験結果から、人間のカメラ助手が腹腔鏡を操作した場合に比べ腹腔鏡下手術支援システムを使用した場合のほうにストレスを多く受けることが示された。しかしながら今回の被験者は、過去に腹腔鏡下手術支援システムの使用経験がなかったため、本来よりも多くストレスが掛かった可能性があり、被験者のラーニングカーブを考慮した更なる比較検討を行う(被験者数・実験回数を増やす)必要がある。また、今回用いたストレスマーカーには日内変動があるため、同一時間帯で各手術を実施した場合の比較検討も必要である。

今後は sIgA, クロモグラニンA, そして他の蛋白質の分析結果やストレスマーカーの日内変動を考慮し評価方法の精錬を行う。またヒトヘルペスウイルス (HHV6) を用いた術者の長期的・慢性的な疲労度評価も行う予定である。

## 【参考文献】

- 1)伊藤嘉奈子, 西川敦, 谷口和弘 他: 手術器具の3次元追跡と作業領域の術前プランニング導入による術中の腹腔鏡自動位置決め. 日本機械学会 ROBOMEC'06 講演論文集 CD-ROM, 2A1-A02, 2006