

論 文 要 旨

Impact and characteristics of two- and three-dimensional forceps manipulation using laparoscopic hepaticojejunostomy mimicking a disease-specific simulator: a comparison of pediatric surgeons with gastrointestinal surgeons

疾患特異的腹腔鏡下肝管空腸吻合シミュレータを用いた2次元及び3次元視野における鉗子操作の特性と影響：小児外科医と消化器外科医の比較

氏名 山田耕嗣

【序論及び目的】

近年、胆道拡張症(CBD)に対する腹腔鏡下肝管空腸吻合術の導入が小児外科領域に限らず消化器外科領域においても普及している。しかしながら希少疾患であるために、シミュレータを用いたトレーニングが欠かせない。今回我々は疾患特異的な腹腔鏡下肝管空腸吻合術シミュレータを開発した。また、3次元内視鏡システムの有用性が報告されているが、小児内視鏡外科分野における報告は少ない。本研究の目的は2次元(2D)及び3次元(3D)環境が手術時間および鉗子操作に与える影響を腹腔鏡下肝管空腸吻合シミュレータを用いて評価し、小児外科医(PS)と消化器外科医(GIS)における鉗子運動の特性を明らかにすることである。

【材料及び方法】

シミュレータ：過去に報告した1歳児のCTデータを元に開発した小児気腹体幹モデルを元にし(Fig.1a)、内部に直径10mmの肝管と直径20mmの空腸モデルを配置した(Fig.1b)。カメラは直径10mmの直視3Dスコープを用いた。鉗子運動の測定は、空間位置測定機(TrackSTAR)を用いて鉗子先端に取り付けたセンサーの経路をトレースすることで収集した。

タスク：肝管空腸吻合術を行った。Para-axial positionのポート配置とし、右手に持針器、左手にケリー鉗子を使用した(Fig.1.c)。縫合糸は16cm両端針を用いた。空腸に作成した吻合口と肝管とを連続縫合で吻合し、結紮を2回行った。上記タスクを2Dおよび3D各1回ずつ行った。

被験者：35人の外科医が研究に参加した。被験者は小児外科学会学術集会及びNeedlescopic Surgery Meetingの参加者、及び我々の施設の消化器外科教室のスタッフであった。被験者はPSグループ(19名)とGISグループ(16名)に分けられた。

評価項目：1.タスク完了までの時間(s)、2.各鉗子の総移動距離(m)、3.各鉗子先端の平均速度(mm/s)

統計分析：すべてのデータは平均±標準偏差で評価した。統計ソフトはEZRを使用した。Two-tailed paired または unpaired Student's t-test で分析した。 $p < 0.05$ で統計的に有意であると定義した。

【結 果】

被験者背景(Table.1)：PSのうち1名が左利きであった。PSのうち3名GISのうち7名が日本内視鏡外科学会技術認定医であった。PSとGIS間で年齢、経歴、利き手、腹腔鏡下手術経験数に差は認められなかった。腹腔鏡下肝管空腸吻合術の経験数に有意差が認められた。

2Dと3Dの比較(Table.2)：PSグループでは2D

と3D間に有意差は認められなかったが、GISグループでは2Dに比べ3Dでタスク完了までの時間が有意に短くなり、右手鉗子移動速度が有意に速くなった。

Fig. 1

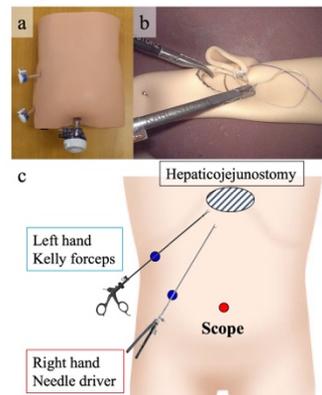


Table 1. Background characteristics of the participating surgeons

Table 1	PS ¹ (n=19)	GIS ² (n=16)	p value
Age (years)	41.5±7.3	44.3±7.4	0.28
Right handed: Left handed	18:1	16:0	1 ³
Career as a medical doctor (years)	16.3±8.0	18.4±7.3	0.42
Laparoscopic surgeries performed			
≥101	11	11	
51-100	3	5	
1-50	4	0	0.16 ⁴
0	1	0	
Laparoscopic hepaticojejunostomy performed			
≥6	4	0	
1-5	8	3	0.019 ⁴
0	7	13	
0	5	7	0.152 ⁴

1) PS: pediatric surgeon, 2) GIS: gastrointestinal surgeon

3) Endoscopic surgical skill qualification system by Japan Society for Endoscopic Surgery

4) Fisher's exact test

PS と GIS の比較(Table.3): タスク完了までの時間は、2D、3D いずれにおいても PS と GIS 間に有意差は認められなかった。右鉗子の移動距離は、2D では PS が短い傾向にあり、3D では PS が優位に短かった。右鉗子の平均速度は 2D、3D いずれにおいても PS が遅く GIS が速かった。左鉗子の移動距離は 2D、3D いずれにおいても GIS が短く、左鉗子の平均速度は 2D、3D いずれにおいても PS が速く GIS が遅かった。

【考察】

2D と 3D の比較において、PS グループでは鉗子操作に影響が見られなかった。原田らは、3D システムは単純なタスクで効果的に作用すると報告している。今回の縫合操作のタスクは内視鏡手術における難解な手技の一つであり、また para-axial position での手術はタスクをさらに難解なものにしていた。PS

グループにおいて 3D と 2D 間に差が見られなかったのはタスクが難解であったことによる可能性があるが、サンプルサイズが小さかったことにより有意差が現れなかった可能性もありえる。したがって 3D 環境が手術に影響を与えるかどうかについては明らかにすることは出来なかった。

PS グループの右鉗子の移動距離は GIS グループよりも有意に短く、右鉗子の平均速度は有意に遅かった。左手についてはこれらの結果は逆になり、左鉗子の移動距離は有意に長くなり、左鉗子の平均速度は GIS グループよりも PS グループで有意に速くなった。家入らは鉗子の移動距離が短く、速度が遅くなると手術の質が向上すると述べている。したがって、PS は GIS に比べ右手をより効率的に使用でき、GIS は PS に比べ左手をより効率的に使用できることを示唆している。鉗子運動特性のこれらの違いは、両グループの普段の手術環境の違いに起因すると考えられる。PS は通常狭いスペースで腹腔鏡手術を行うため、鉗子の動きが制限される。したがって縫合操作の際は GIS に比べ右手の使用頻度が増加すると考えられる。一方 GIS は広い空間で手術を行うため、左手の使用頻度が PS に比べ高くなるのではないかと考えられる。

PS、GIS いずれのグループでも膵胆管合流異常症などの CBD に対する手術を行っているが、本研究の被験者背景では PS グループの方が CBD 手術経験を多く有していた。よって PS グループが GIS グループよりも優れたパフォーマンスを示すと予想したが、結果は異なっていた。本研究のタスクでは para-axial position での手術であったが、これは PS グループにとって馴染みのないものであった。神保らは熟練した PS は para-axial と co-axial とで同等の成績で縫合操作が行なえるが、熟練者で無い場合は para-axial position での成績が低下すると報告している。本研究での PS グループには熟練者と初心者が含まれていた。熟練者と初心者間での評価、及び co-axial position での 3D 環境の効果を評価する必要がある。

【考察】

PS と GIS の間には、鉗子の移動特性に有意な違いがある。3D 環境の効果は、使用されているポータルレイアウトと手技の難度に依存する可能性があるため、この調査では明確にできなかった。

Table.2

	2D	3D	p value
PS			
Required time (s)	1111.06±414.15	939.57±302.37	0.090
Rt. total path length (m)	83.46±108.51	55.13±51.21	0.085
Lt. total path length (m)	211.87±122.25	188.02±111.91	0.078
Rt. average velocity (mm/s)	65.36±65.40	56.18±46.59	0.40
Lt. average velocity (mm/s)	182.22±64.67	188.05±65.29	0.70
GIS			
Required time (s)	875.79±471.21	755.17±442.27	0.013*
Rt. total path length (m)	163.43±133.65	143.53±98.55	0.24
Lt. total path length (m)	52.33±44.84	44.35±40.75	0.29
Rt. average velocity (mm/s)	186.35±96.16	201.78±112.36	0.014*
Lt. average velocity (mm/s)	59.09±34.22	57.72±39.70	0.63

PS pediatric surgeon, GIS gastrointestinal surgeon

*Significant difference

Table.3

	PS (n=19)	GIS (n=16)	p value
2D			
Required time (s)	1111.06±414.15	875.79±471.21	0.13
Rt. total path length (m)	83.46±108.51	163.43±133.65	0.060
Lt. total path length (m)	211.87±122.25	52.33±44.84	<0.01*
Rt. average velocity (mm/s)	65.36±65.40	186.35±96.16	<0.01*
Lt. average velocity (mm/s)	182.22±64.67	59.09±34.22	<0.01*
3D			
Required time (s)	939.57±302.37	755.17±442.27	0.15
Rt. total path length (m)	55.13±51.21	143.53±98.55	<0.01*
Lt. total path length (m)	188.02±111.91	44.35±40.75	<0.01*
Rt. average velocity (mm/s)	56.18±46.59	201.78±112.36	<0.01*
Lt. average velocity (mm/s)	188.05±65.29	57.72±39.70	<0.01*

PS pediatric surgeon, GIS gastrointestinal surgeon

*Significant difference