



Optimal monitor positioning and camera rotation angle for mirror image: overcoming reverse alignment during laparoscopic colorectal surgery

三浦, 晋

(Degree)

博士 (医学)

(Date of Degree)

2023-12-20

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

乙第3435号

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/0100490191>

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。



(論文博士関係)

学 位 論 文 の 内 容 要 旨

Optimal monitor positioning and camera rotation angle for mirror
image: overcoming reverse alignment during laparoscopic
colorectal surgery

ミラーイメージにおける至適カメラ角度とモニター位置は？

腹腔鏡下大腸切除におけるミラーイメージの克服について

(指導教員：神戸大学大学院医学研究科医科学専攻掛地吉弘教授)

三浦 晋

背景：

腹腔鏡手術では外科医の立ち位置、カメラの向き、モニターの位置が操作に影響を与える。カメラの向きと外科医の向きが一致しており、モニターが外科医の正面にある設定（コアキシャルイメージ）が最も理想的である。逆に、カメラが外科医の対側にあり、カメラの向きと外科医の向きが 180° 違う設定（ミラーイメージ）では操作が最も困難になる。

ミラーイメージは腹腔鏡下大腸切除術において、助手が陥る操作困難な状況のひとつである。特に左側大腸切除において、術者とスコピストが患者右側に立ち、助手はその対面（患者左側）に立つため、助手がミラーイメージに陥る。

ミラーイメージは手術経験で克服できるとされているが、少なくとも 30-40 例の助手の経験が必要であり、若手外科医がその症例数を経験することは難しい。助手がミラーイメージに慣れていない場合は術野を展開することができず、手術時間が長くなる可能性がある。

ミラーイメージの克服については、イメージコンバーターを用いて助手対側のモニター画像を 180 度回転（上下・左右反転）にする方法が報告されている。しかし、イメージコンバーターがない施設も多く、新規で導入するには費用がかかる。カメラを 180 度回転する方法もあるが、この方法は術者やスコピストに負担がかかると思われる。

本研究ではドライボックスを用いて助手のミラーイメージを再現し、カメラの 90 度回転やモニターの移動といった比較的簡便な方法でミラーイメージを解消できるかを検討した。

方法

本研究では、①モニターを正面から左側に移動することで、ミラーイメージが改善するか？②カメラを右に 90 度回転するだけで、ミラーイメージが改善するか？③モニターを左側面に配置して、カメラを右 90 度回転するとミラーイメージが改善するか？について検討した。モニターの位置について被験者の左側を選択したのは、実際の腹腔鏡下左側大腸切除において助手の左側（患者尾側）にモニターがあることが多いからである。カメラの回転について右 90 度回転を選択したのは、術者、スコピストにとっても 90 度までなら許容範囲と考えたからである。

対象

被験者はミラーイメージに慣れていない助手を想定して 5-10 年目の若手外科医 24 人を対象とした。

タスク

タスクはアメリカ内視鏡外科学会の基礎トレーニングである Peg transfer を参考に、ミラーイメージでもタスクが完遂できるように簡略化した modified Peg transfer を用いた。Peg transfer を選択した理由は、助手の主な仕事は術野の展開であり、対象物を持つ、移動する、離すという操作が最低限必要であると考えたからである。

実際にはドライボックスの中に白い台を準備して、台の左側は直線上に青、黄、赤のペグを、右側は三角形上に青、黄、赤のペグを配置した。被験者は左手で左側のペグから右側の同じ色のペグにリングを移動する。次に右手で右側のペグから左側の同じ色のペグにリングを移動する。左右のタスクを1往復として5往復行い、所要時間を計測した。

セットアップと方法

ドライボックスを用いてコアキシャルイメージ(C)、ミラーイメージ(M)、ミラーイメージ+モニター左側配置(M+Mon)、ミラーイメージ+カメラ右90度回転(M+Cam)、ミラーイメージ+モニター左側配置+カメラ右90度回転(M+Mon+Cam)の五つのセッティングについて順番をランダムにして若手外科医に modified Peg transfer のタスクを行ってもらい、その時間を計測した。

解析

データは統計ソフト JMP を用いて解析した。3群以上の比較には MANOVA を用いた。2群間の比較には Paired-T Test を用いた。有意差は $p < 0.05$ とした。

結果

それぞれの平均所要時間と標準偏差はコアキシャルイメージ(C) 20.5 ± 3.5 秒, ミラーイメージ(M) 111.4 ± 58.9 秒, ミラーイメージ+モニター左側配置(M+Mon) 70.5 ± 29.4 秒, ミラーイメージ+カメラ右90度回転(M+Cam) 47.1 ± 17.7 秒, ミラーイメージ+モニター左側配置+カメラ右90度回転(M+Mon+Cam) 33.4 ± 10.3 秒であった。(MANOVA; $p = 7.9 \times 10^{-7}$)

・コアキシャルイメージと比較すると、ミラーイメージは有意に所要時間が延長した。(C vs M; $p = 8.0 \times 10^{-8}$)

・ミラーイメージと比較すると、ミラーイメージ+モニター左側配置は有意に所要時間が短縮した。(M vs M+Mon; $p = 1.4 \times 10^{-5}$)

・ミラーイメージと比較すると、ミラーイメージ+カメラ右90度回転は有意に所要時間が短縮した。(M vs M+Cam; $p = 2.6 \times 10^{-6}$)

・ミラーイメージと比較すると、ミラーイメージ+モニター左側配置+カメラ右90度回転は有意に所要時間が短縮した (M vs M+Mon+Cam; $p = 2.7 \times 10^{-7}$)

・ミラーイメージ+モニター左側配置+カメラ右90度回転、ミラーイメージ+カメラ右90度回転、ミラーイメージ+モニター左側配置はこの順番で所要時間が有意に短縮した。(M+Mon vs M+Cam; $p = 3.3 \times 10^{-5}$, M+Cam vs M+Mon+Cam $P = 2.2 \times 10^{-8}$.)

考察

本研究ではモニターを被験者の左側に配置するとミラーイメージは改善することが分かった。また、カメラを右に90度回転させるとミラーイメージが改善することが分かった。さ

らに、モニターを被験者の左側に配置して、カメラを右に 90 度回転するとミラーイメージは最も改善することが分かった。しかし、コアキシャルイメージと同等ではなかった。

ミラーイメージでは実際の画像とモニター画像のアングルの差が 180 度になる。ミラーイメージで操作をするためには頭の中でモニター画像を 180 度回転させる必要があるため、操作に時間がかかる。本研究でもコアキシャルイメージに比べてミラーイメージではタスクの所要時間が著明に延長した。また、タスクの所要時間の分布に幅があった。被験者の中でミラーイメージの経験数に差があるためと思われる。

モニターを被験者の左側に配置すると、モニター画像を右に 90 度回転した場合と似た状況になる。ミラーイメージで左側にモニターを配置すると実際の画像とモニター画像のアングルの差が 90 度に減るため、ミラーイメージが改善したと考えられる。ただ、カメラを右 90 度回転させる場合と比較するとミラーイメージの改善は軽度であった。モニター画像が直接回転したわけではないからと思われる。

カメラを 90 度回転させるとモニター画像も右に 90 度回転する。ミラーイメージでカメラを 90 度回転させると実際の画像とモニター画像のアングルの差が 90 度に減るため、ミラーイメージが改善したと考えられる。

被験者の左側にモニターを配置して、カメラを右に 90 度回転させることによって、モニター画像を 180 度回転した場合と似た状況になる。ミラーイメージで左側にモニターを配置して、カメラを右に 90 度回転させると、実際の画像とモニター画像のアングルが一致するため、ミラーイメージが最も改善したと考えられる。タスクの所要時間の分布も幅が狭く、経験に関わらずミラーイメージが改善した可能性が示唆される。ただ、ミラーイメージを完全に克服できるわけではなかった。

実際の腹腔鏡下大腸切除で助手がミラーイメージに陥った場合、カメラを右に 90 度回転させて、助手の左側のモニターを見るとミラーイメージは著明に改善することが分かった。ミラーイメージに慣れていない助手と手術をする際にこの方法を用いると比較的に術野の展開ができる可能性が示唆された。一旦術野の展開ができれば、助手は大きく動く必要はなくなるので、セッティングを元に戻して、術者は手術を進めればよい。この方法は簡単にミラーイメージを改善することができ、コストや手間もかからない優れた方法と考えている。

本研究にはいくつかのリミテーションがある。第一に本研究は実際の手術での検討をしていない。倫理的な観点から、臨床応用に先立ってドライボックスでミラーイメージを改善する方法を検討した。ドライボックスの設定は手術の状況を完全に再現しているわけではないので、今後は実際の手術で術野展開の時間短縮ができるか検討したい。第二に本研究はモニターの位置とカメラの角度のすべての組み合わせを検討していない。腹腔鏡下大腸切除のミラーイメージの克服を主な目的としたため、今回はモニターを被験者の右側に配置する設定や、カメラを左に 90 度回転する設定での検討はしなかった。

結論

ミラーイメージはカメラの角度とモニターの位置で改善することが分かった。しかも、カメラ角度とモニター位置を適切に組み合わせることによって、ミラーイメージはさらに改善することが分かった。この方法を手術に応用すれば腹腔鏡下大腸切除の手術時間の短縮につながる可能性が示唆される。

論文審査の結果の要旨			
受 付 番 号	乙 第 2181 号	氏 名	三 浦 晋
論 文 題 目 Title of Dissertation	Optimal monitor positioning and camera rotation angle for mirror image: overcoming reverse alignment during laparoscopic colorectal surgery ミラーイメージにおける至適カメラ角度とモニター位置は？腹腔鏡下大腸切除におけるミラーイメージの克服について		
審 査 委 員 Examiner	主 査 福 本 巧 Chief Examiner 副 査 寺 井 義 人 Vice-examiner 副 査 見 玉 裕 三 Vice-examiner		

（要旨は1，000字～2，000字程度）

【背景】

腹腔鏡手術では外科医の向き、カメラの向き、モニターの位置が操作に影響を与える。カメラの向きと外科医の向きが一致しており、モニターが外科医の正面にある設定（コアキシャルイメージ）が最も理想的である。逆に、カメラが外科医の対側にあり、カメラの向きと外科医の向きが 180° 違う設定（ミラーイメージ）では操作が最も困難になる。

ミラーイメージは腹腔鏡下大腸切除術において、助手が陥る操作困難な状況のひとつである。特に左側大腸切除において、術者とスコピストが患者右側に立ち、助手はその対面（患者左側）に立つため、助手がミラーイメージに陥る。

本研究ではドライボックスを用いて助手のミラーイメージを再現し、カメラの 90 度回転やモニターの移動といった比較的簡便な方法でミラーイメージを解消できるかを検討した。

【方法】

本研究では、①モニターを正面から左側に移動することで、ミラーイメージが改善するか？②カメラを右に 90 度回転するだけで、ミラーイメージが改善するか？③モニターを左側面に配置して、カメラを右 90 度回転するとミラーイメージが改善するか？について検討した。

対象 被験者は 5－10 年目の若手外科医 24 人とした。

タスク タスクはアメリカ内視鏡外科学会の基礎トレーニングである Peg transfer を参考に、簡略化した modified Peg transfer を用いた。実際には、ドライボックス内の左側には直線上に青、黄、赤のペグを、右側には三角形上に青、黄、赤のペグを配置した。被験者は左手で左側のペグから右側の同じ色のペグにリングを移動する。次に右手で右側のペグから左側の同じ色のペグにリングを移動する。左右のタスクを 1 往復として 5 往復行い、所要時間を計測した。

セットアップと方法 ドライボックスを用いてコアキシャルイメージ(C)、ミラーイメージ(M)、ミラーイメージ＋モニター左側配置(M+Mon)、ミラーイメージ＋カメラ右 90 度回転(M+Cam)、ミラーイメージ＋モニター左側配置＋カメラ右 90 度回転(M+Mon+Cam)の五つのセッティングについて順番をランダムにして若手外科医に modified Peg transfer のタスクを行ってもらい、その時間を計測した。

解析 データは統計ソフト JMP を用いて解析した。3 群以上の比較には MANOVA を用いた。2 群間の比較には Paired-T Test を用いた。有意差は $p<0.05$ とした。

【結果】

それぞれの平均所要時間と標準偏差はコアキシャルイメージ(C) 20.5 ± 3.5 秒, ミラーイメージ(M) 111.4 ± 58.9 秒, ミラーイメージ+モニター左側配置(M+Mon) 70.5 ± 29.4 秒, ミラーイメージ+カメラ右 90 度回転(M+Cam) 47.1 ± 17.7 秒, ミラーイメージ+モニター左側配置+カメラ右 90 度回転(M+Mon+Cam) 33.4 ± 10.3 秒であった。(MANOVA; $p = 7.9 \times 10^{-7}$)

- ・コアキシャルイメージと比較すると、ミラーイメージは有意に所要時間が延長した。(C vs M; $p = 8.0 \times 10^{-8}$)

- ・ミラーイメージと比較すると、ミラーイメージ+モニター左側配置は有意に所要時間が短縮した。(M vs M+Mon; $p = 1.4 \times 10^{-5}$)

- ・ミラーイメージと比較すると、ミラーイメージ+カメラ右 90 度回転は有意に所要時間が短縮した。(M vs M+Cam; $p = 2.6 \times 10^{-6}$)

- ・ミラーイメージと比較すると、ミラーイメージ+モニター左側配置+カメラ右 90 度回転は有意に所要時間が短縮した (M vs M+Mon+Cam; $p = 2.7 \times 10^{-7}$)

- ・ミラーイメージ+モニター左側配置+カメラ右 90 度回転、ミラーイメージ+カメラ右 90 度回転、ミラーイメージ+モニター左側配置はこの順番で所要時間が有意に短縮した。(M+Mon vs M+Cam; $p = 3.3 \times 10^{-5}$, M+Cam vs M+Mon+Cam $P = 2.2 \times 10^{-8}$.)

【総括】

本研究ではモニターを被験者の左側に配置するとミラーイメージは改善することが分かった。また、カメラを右に 90 度回転させるとミラーイメージが改善することが分かった。さらに、モニターを被験者の左側に配置して、カメラを右に 90 度回転するとミラーイメージは最も改善することが分かった。

実際の腹腔鏡下大腸切除で助手がミラーイメージに陥った場合、カメラを右に 90 度回転させて、助手の左側のモニターを見るとミラーイメージは著明に改善することが分かった。

本研究は腹腔鏡手術におけるミラーイメージについて、その改善方法を研究したものであるが、従来ほとんど行われなかったモニターの位置やカメラの角度でミラーイメージが改善するか？というテーマについて重要な知見を得たものとして価値ある集積であると認める。よって本研究者は、博士（医学）の学位を得る権利があると認める。