

医工心理学連携による低侵襲外科学

—客観的評価とトレーニングシステムの構築—

○服部 稔

(広島大学医学部附属 医学教育センター)

内視鏡外科手術はその整容性と低侵襲性から外科手術のあらゆる領域で行われており、2016年には25万件を超える勢いである(日本内視鏡外科学会, 2016)。しかし内視鏡外科手術は二次元モニタ情報による奥行き知覚の欠如や特殊な鉗子を使うため動きの制限などの困難さがあるため、術者にとっては難易度の高い術式でもある。

我々は医学・工学・心理学連携で「低侵襲外科学」を創設し、内視鏡外科手術の客観的評価やトレーニングの構築、新しい機械・術式の開発を行ってきた。そこで我々の一連の研究を報告する。

【実験1 客観的評価装置(HUESAD)の開発】

1. 目的: 安全な内視鏡外科手術を行うためにはまず技術力の向上が必須で、そのためには正確な技術力評価の解析が必須である。さらに新しいデバイスを使用する場合も、そのデバイスにより手術パフォーマンスが向上することが理想で、その客観的な指標としても技術評価システムは重要となる。そこで我々は独自に内視鏡外科手術技術力評価システム HUESAD (Hiroshima University Endoscopic Surgical Assessment Device) を開発した。本研究では HUESAD の妥当性を検討した。
2. 対象者: 内視鏡外科手術トレーニング経験のない学生 25 名と内視鏡外科医 12 名
3. 手続き: 医学生と内視鏡外科医に対して HUESAD を施行した。HUESAD は 光学センサ、エンコーダ、実験テーブル、腹腔鏡下手術用鉗子、モニターからなり、コンピュータに接続されている。鉗子の先端位置は、これを動かすことによって生じる二つの角度と鉗子の先端までの距離から算出した。課されたタスクは“4つのポールの2点間を内視鏡鉗子でまっすぐにできるだけ早く動かす”というものであった。
4. 結果: 鉗子位置検出精度の誤差が 0.92mm であった。Deviation(鉗子のズレ)については内視鏡外科医の方が学生よりも有意に低値であった($p<0.05$)。Approaching time(鉗子の正確性)、Peak velocity(鉗子の最大加速度)については、内視鏡外科の方が学生よりも有意に高値であった($ps<0.05$)。HUESAD の構成概念妥当性が明らかになった。

【実験2 3次元内視鏡システムの有効性の検討】

1. 目的: 内視鏡外科手術を困難にする 2次元モニタによる奥行き知覚の欠如を解決する方法として、近年3次元内視鏡システムが本邦でも導入され始めている。しかしその有用性の客観的評価は不十分である。そこで本研究では3次元内視鏡システムの有効性を HUESAD により検討した。
2. 対象者: 内視鏡外科手術トレーニング経験のない医学生 28 名(男性 17 名, 女性 11 名)
3. 手続き: 2次元映像下と3次元映像下で HUESAD を試行した。試行順序による学習効果が生じないようにカウンターバランスをとった。
4. 質問紙: それぞれの施行の終了後に、NASA-TLX、主観的映像知覚尺度、主観的不快感尺度に回答を求めた。実験終了後に空間認知能力試験を行い、実験参加者の空間認知能力を評価した。
5. 結果: 3次元映像下では深さ知覚、映像の鮮明さが2次元映像下よりも有意に向上していた($ps<0.05$)。また課題難易度は3次元映像下において有意に低下していた($p<0.05$)。主観的不快感尺度においては有意な差は認められなかった。NASA-TLX においては身体的欲求、努力の項目において3次元映像下で有意に低下していた($ps<0.05$)。HUESAD について Approaching time (正確性) と Deviation (鉗子のズレ) では2次元映像下よりも3次元映像下で有意に向上していた($ps<0.05$)。最後に3次元映像下において空間認知能力がどのように影響するか、空間認知能力の中央値でグループ分けを行い空間認知能力高群低群による HUESAD の成績を比較した。Approaching time (正確性) において空間認知能力の低群は2次元映像下よりも3次元映像下で有意に成績が向上した ($p<0.05$)。一方で空間認知能力の高群は2次元映像下と3次元映像下で有意な差は認められなかった。

【考察】

HUESAD を開発しその妥当性の証明を行ってきた。また HUESAD を用いて新規デバイスの有効性を検討した。医工心理学連携で安全な手術を行うための環境づくりをしたいと考えている。