

論文の内容の要旨

論文題目「腹臥位CTを用いた胸腔鏡下胸部食道癌手術の 術前シミュレーションの有用性」

学位申請者 樋口 格

キーワード：食道癌，胸腔鏡下食道切除術，低侵襲手術，腹臥位CT，術後肺炎

【背景】

1992年に胸腔鏡下食道切除術が、世界で初めて報告されて以来、食道癌に対する術式として、広く普及されるようになってきた。日本でもNCDの報告によると、2018年には、胸腔鏡下食道切除術を含む低侵襲手術（Minimally invasive esophagectomy：MIE）は食道癌手術の約6割に実施されるようになり、その有用性が報告されるようになった。MIEの利点としては、開胸手術に比べて術中出血量の減少、呼吸器合併症の発生割合の低下、そして、術後在院日数の短縮等が報告されている。当院における食道癌に対する術式は、MIEが約9割を占めており、術中の体位は腹臥位であることより、術前のCT撮影を腹臥位で施行している。腹臥位での撮像に着目した理由は、縦隔内臓器の位置関係を把握するのに有用であり、仰臥位と腹臥位とで、操作空間に差がある症例において術野展開が良好であることを経験したからである。これまでに、食道癌の術前画像診断において、仰臥位と腹臥位といった、体位変換に伴う変化量と手術成績の関連性についての研究はない。

【目的】

術前腹臥位CT撮影を用いて、術中術後因子の改善に与える影響を明らかにすることを本研究の目的とした。

【対象】

患者は、2019年5月から2020年12月までに、当院で胸部食道癌に対して根治的食道切除術を施行した59例を対象とした。

【方法】

術前に仰臥位および腹臥位でのCT撮影を行い、縦隔内の臓器間における体位変換に伴う解剖学的な変化量の差を算出した。また、その内、MIEを施行した56例においては、手術成績との関連性についての検討を行った。縦隔内におけるCT画像の測定位置は、大動脈弓頭側レベルとし、以下の項目を縦隔内測定指数とした。まず、胸腔内の最大横径であるMaximum lateral diameter within the thoracic cavity（MLD）と、それに直交する前後径として椎体腹側と胸骨背側の距離をDistance from ventral aspect of the

vertebral body to dorsal aspect of the sternum (DVS) として測定した。そして、腹臥位による重力の影響を反映すると考えられる縦隔内の前後径として、椎体と気管間、そして椎体と食道間の距離を測定した。椎体腹側と気管背側の距離をDistance between ventral aspect of the vertebral body and dorsal aspect of the trachea (VT) とし、椎体腹側と食道中心の距離をDistance between ventral aspect of the vertebral body and the midpoint of the esophagus (VE) とした。次に、椎体が突出する症例や、食道が対側に偏位する症例において手術難易度が上がることを経験したため、左右の解剖学的な位置関係に着目した。椎体と食道の位置関係として、椎体中線と食道中心との左右の距離をDistance between the midline of the vertebral body to midpoint of the esophagus (ME) とした。以上の測定値を縦隔内測定指数として、仰臥位と腹臥位のそれぞれの値と、仰臥位と腹臥位の体位変換により生じる変化量を算出した。

【結果】

今回の研究では、仰臥位と腹臥位の異なる体位でCT撮影を施行することで、縦隔内の椎体、食道、気管の臓器間に生じる空間に差が生じることがわかった。その中で、VE値の変化量が大きな症例では、MIEにおける胸腔内手術時間と胸腔内出血量との間に負の相関関係があり、VE値の変化量が大きい症例において、胸腔内手術時間の短縮と胸腔内出血量の減少を認めた。また、Clavien-Dindo分類で、Grade II以上の術後肺炎とVE値の変化量との関係について検討した。VE値の変化量と術後肺炎の発生の有無に関してROC曲線分析を行ったところ、VE値の変化量が9mm以下の症例で肺炎の発生を多く認めた。また、術後肺炎に対する多変量解析では、VE値の変化量が、独立した予測因子であった。

【考察】

今回の研究の中で、第一の検討項目として、患者の体型因子と変化量の検討を行った。上縦隔において、前後径が長い症例では、体位変換による変化量の大きいことが示せた。理由としては、上縦隔の前後径が長い症例では、臓器の移動において重力の影響を受けやすく、縦隔内の臓器間に空間が生じやすいと考えられた。よって、VE、VT値の変化量は、腹臥位における術野展開の指標となり、手術難易度に関与する可能性が示唆された。過去の報告例からも、腹臥位CTは、重力と周囲臓器の影響を受けて縦隔内臓器の解剖学的な位置変化を評価するのに有用であるとされている。しかし、多くの報告は、病期診断の評価目的に施行されており、本研究のように臓器間の空間や縦隔内における良好な視野展開といった外科医の視点での報告例はなかった。

第二の検討項目は、縦隔内測定指数と手術成績の関連について検討した。本研究において、椎体と食道間に空間の生じやすい症例を検出する方法として、VE値を四分位数で、2群に区分した。四分位数を用いて評価した理由としては、全体の数値で検討したが有意差はなく、変化量の大きさが手術成績に影響すると推測され、25、50、75パーセントイル以上と未満に区分して、それぞれの群で評価した。その結果、VE値の変化量が75パー

センチメートル以上の群で、胸腔内手術時間と胸腔内出血量との間に負の相関関係を認めた。その理由としては、VE値の変化量の大きい症例では、重力に伴う腹臥位での視野展開が良好で、手術操作が容易になり、胸腔内出血量の軽減と手術時間の短縮に寄与した可能性が示された。具体的には、当院での術中操作において、上縦隔の左反回神経リンパ節郭清に先立ち、胸部上部食道を2点でテーピングする方法を施行した。その操作性に関して、食道と椎体の位置関係が影響したと考えられた。その結果、VE値の変化量が大きい症例で操作性が良好であったことより、手術時間の短縮を認めたと考えられた。出血量に関しては、食道を剥離する際の操作性の難易度に起因すると考えられた。

第三に、手術成績と相関のあったVE値の変化量と術後の合併症に関する検討を行った。本症例の中で、胸腔内操作が関与すると考えられたClavien-Dindo分類Grade II以上の合併症は、肺炎11例（19.6%）、反回神経麻痺1例（1.8%）、乳び胸1例（1.8%）であったため、発生割合の高かった肺炎との検討を行った。術後肺炎の有無に対して、VE値の変化量を用いてROC曲線分析を行ったところ、VE値の変化量の最適カットオフ値は、9mm（AUC：0.808）であった。その結果より、術後肺炎に関連する多変量解析を行ったところ、VE値の変化量が、肺炎発症に関連する独立したリスク因子であった。本研究結果からは、VE値の変化量が小さい症例では、手術難易度が高く、出血量増加と手術時間の延長を認め、その結果として術後肺炎の発生割合が高くなったと考えられた。

以上のことより、VE値の変化量の小さい症例では、手術難易度が上がり、術後肺炎の発生割合の上昇が懸念される。よって、VE値の変化量の小さい症例に対しては、術中のポート配置の検討や、多関節機能を有したロボット支援下手術を選択肢として考慮する必要があると同時に、高難易度手術症例には熟練者が担当するなど難易度を考慮した術者選択の必要性が示唆された。

【結論】

今回のわれわれの研究では、縦隔内の解剖学的な位置関係を把握することは、限られた空間での手術を要するMIEにおいて重要であり、腹臥位CT撮影は、術野展開の難易度と術後肺炎を予測するのに有用であると考えられた。