

報告

特殊手術における臨床工学技士の必要性と臨床的意義
— 人工心肺下に胸部大動脈弓部の合併切除・
再建により摘出できた局所進行性肺癌の1例 —

鹿島 裕^{1,2}・中下 清文²・森田 悟³・原田 洋明⁴

1. 純真学園大学 保健医療学部 医療工学科
2. 国立病院機構 東広島医療センター 医療機器管理室
3. 国立病院機構 東広島医療センター 心臓血管外科
4. 国立病院機構 東広島医療センター 呼吸器外科

Necessity and clinical significance of clinical engineer in special surgery
— A case of locally advanced lung cancer that could be excised by combined resection
and reconstruction of thoracic aortic arch under cardiopulmonary bypass —

Yu KASHIMA^{1,2}, Kiyofumi NAKASHITA², Satoru MORITA³, Hiroaki HARADA⁴

1. Department of Medical Engineering, Faculty of Health Sciences, Junshin Gakuen University.
2. Department of Medical Equipment Management Office, National Hospital Organization Higashihiroshima Medical Center.
3. Department of Cardiovascular Surgery, National Hospital Organization Higashihiroshima Medical Center.
4. Department of Respiratory Surgery, National Hospital Organization Higashihiroshima Medical Center.

要旨： 本症例では、大動脈弓部に浸潤する局所進行性肺癌に対し人工心肺下に肺・大動脈合併切除を施行した経験から、臨床工学技士の必要性を電気的安全性の確保と医療安全管理の視点から考察し、その臨床的意義を報告する。症例は50代男性。胸部CTならびにPET-CT検査にて大動脈弓部に浸潤する肺癌が疑われた。胸腔鏡下腫瘍生検を実施し、肺癌と診断されたため放射線治療と化学療法を施行した後、手術を実施した。Hemi clamshell approachにて手術を開始し、胸腔鏡を併用しつつ原発巣である左肺上葉を切除した。左鎖骨下動脈分岐部に腫瘍が浸潤していたため、心拍動下部分体外循環補助による浸潤腫瘍切除および大動脈～左鎖骨下動脈合併切除・人工血管再建術を追加で行う方針となった。左総頸動脈と左鎖骨下動脈の間、左鎖骨下動脈末梢、下行大動脈をそれぞれ遮断し腫瘍と大動脈壁を切除した。1分枝付き人工血管にて再建後、大動脈遮断を解除し止血確認を行った後、体外循環を離脱した。本症例では大量の医療機器を使用し手術を行ったため、電気的安全性の確保や手術室内環境管理をあらかじめ考慮しなければ安全な手術は行えなかったが、臨床工学技士が手術チームに加わることで安全が担保された。また、人工心肺回路を工夫することで迅速かつ安全な準備が可能となった。病院内において、臨床工学技士は数少ない医学と工学の専門家として手術チームに必須な存在であり、その臨床的意義も大きい。

キーワード： 肺癌手術、大動脈浸潤、人工心肺、胸腔鏡手術、電気的安全性、臨床工学技士、医療安全

はじめに

日本における肺癌手術は、年間3万件以上実施されており年々増加傾向にある¹⁾。放射線治療や化学療法の進歩により手術適応が拡大され、Stage III A までの肺癌に対しては手術による治療

が行われている。国内におけるリンパ節転移や遠隔転移の無い原発性肺癌の弓部大動脈浸潤の手術報告は少なく、浸潤腫瘍切除の際の循環補助手段には様々な方法が実施されている²⁻⁶⁾。また、近年多くの肺癌手術に内視鏡を用いた胸腔鏡下手術



Fig. 1. 放射線画像（左：胸部レントゲン，中央：CT，右：PET-CT）

が実施されており，複雑化する内視鏡システムに対応するため臨床工学技士が内視鏡外科チームに加わることが増加している⁷⁾．そこで，我々は大動脈弓部に浸潤する局所進行性肺癌に対し人工心肺下に肺・大動脈合併切除を胸腔鏡も使用しつつ施行した経験から，臨床工学技士の必要性を電気的安全性の確保と医療安全管理の視点から考察し，その臨床的意義を報告する．

症例

50代男性．検診にて癌胎児性抗原（CEA）が37ng/mlと異常値を指摘され紹介医を受診し，CT検査にて縦隔型肺癌疑いで東広島医療センターに紹介された．胸部CTならびにPET-CT検査にて大動脈弓部に浸潤する肺癌が疑われた（Fig.1）．

治療経過

確定診断を行うために胸腔鏡下腫瘍生検を実施し，肺癌と診断された．臨床的TNM分類はcT4N0M0 Stage III Aであった．放射線治療（40Gy/20fr）と化学療法（カルボプラスチン+TS-1）を施行した後，手術を実施した．

方法

胸骨正中切開に第4肋間開胸を繋げたHemi clamshell approachにて手術を開始した．浸潤の有無や切除範囲は大動脈を直視しなければ判断できないため人工心肺回路の準備は行わずにスタンバイした．まず，胸腔鏡を併用しつつ原発巣である左肺上葉切除を実施した．その後，腫瘍浸潤の可能性のある左鎖骨下動脈と大動脈弓部を露出・観察すると，左鎖骨下動脈分岐部に腫瘍が浸潤していた（Fig.2）．



Fig. 2. 大動脈浸潤腫瘍の位置

大動脈遮断は左総頸動脈と左鎖骨下動脈の間にて可能と判断し，常温による心拍動下部分体外循環補助による浸潤腫瘍切除および大動脈～左鎖骨下動脈合併切除・人工血管再建術を行う方針となった．

方針決定後，人工心肺の準備を開始した．人工心肺回路はテルモ社製東広島医療センター専用回路を使用し，早急に準備を行った．心臓血管外科医によって，大腿動脈に東洋紡社製動脈カニューレ18Fr（PCKC-A-18），大腿静脈に東洋紡社製静脈カニューレ20Fr（PCKC-V-20）を挿入し体外循環を開始した．浸潤腫瘍からの切除マージンを十分に確保した後，左総頸動脈と左鎖骨下動脈の間，左鎖骨下動脈末梢，下行大動脈それぞれを遮断し腫瘍と大動脈壁を切除した（Fig.3）．

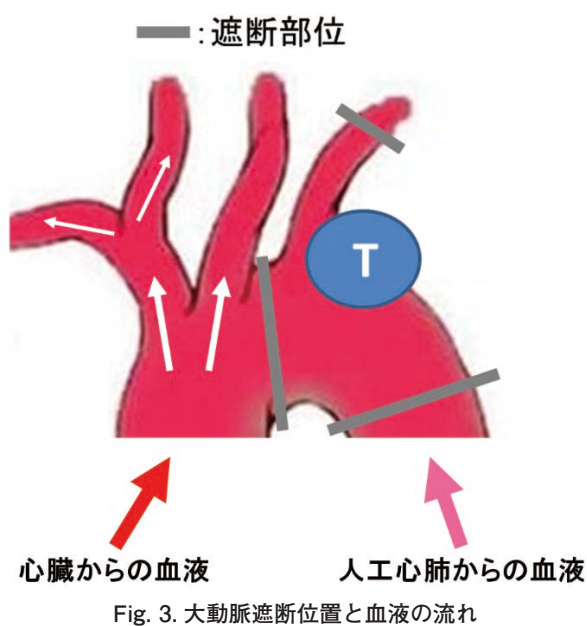


Fig. 3. 大動脈遮断位置と血液の流れ

大動脈壁断端を迅速病理に提出し陰性であることを確認した後、1分枝付き人工血管にて再建を行った (Fig.4).



Fig. 4. 人工血管再建

再建後、大動脈遮断を解除し、止血確認後体外循環を離脱した。

結果

手術時間659分、人工心肺時間145分であった。病理検査所見によると、腫瘍は17mmの低分化充実型腺癌で大動脈外膜まで浸潤を認め、病理学的TNM分類はpT4N0M0 Stage III A, R0 (病理学的完全切除)と診断された。術後経過は良好で、手術翌日に抜管、術後2日目に集中治療室を退室し、術後26日目に軽快退院となった。術後7か月の時点で再発は認められていない。

考察

i) 電気的安全性

呼吸器外科手術には内視鏡システム、心臓血管外科手術には人工心肺関連装置を使用する。Table1に示すように、定格入力電力の大きい機器を使用する二つの手術を一つの手術室で同時に行うことは想定されておらず、各コンセンツの定格電流 (20アンペア) を考慮した上で装置レイアウトの工夫をしなければ、手術を安全に行うことはできない。田上らは、心臓血管外科手術を行う手術室の過電流防止の取り組みを報告しているが⁸⁾、本症例はそれよりも多くの医療機器を使用する。近年はハイブリッド手術室や手術支援ロボットを使用するために大きな定格電流を備えた手術室が増えてきているが、どの施設にもそのような設備を備えている訳ではない⁹⁾。通常の呼吸器外科手術・心臓血管外科手術の手術室内レイアウトと本症例の手術室内レイアウトを比較する (Fig.5)。

Table1. 本症例に使用した医療機器の種類と定格入力電力

| 医療機器名称 | 定格入力電力 (VA) |
|--------------------------|-------------|
| 麻酔器 | 1240 |
| シリンジポンプ (1台) | 18 |
| 内視鏡システム (合計) | 1260 |
| 電気メス | 1000 |
| Tissue Sealant Generator | 950 |
| 超音波画像診断装置 | 300 |
| 自己血回収装置 | 550 |
| 心筋保護液供給装置 | 1500 |
| 人工心肺装置 | 1200 |
| 冷温水層 | 2000 |
| 除細動器 | 300 |

今回の術式における配線は、通常使用する麻酔器やエネルギーデバイスの他に、サブモニタを含む内視鏡システム・人工心肺関連装置 (人工心肺・冷温水層・心筋保護液供給装置など) の定格入力電力を考慮した。手術室には無停電電源・非常電源が備わっている。しかし、各装置停止時の患者に与える影響を考慮すると、無停電電源使用の優先順位は、【人工心肺関連装置≧麻酔器>内視鏡システム>エネルギーデバイス>バッテリー搭

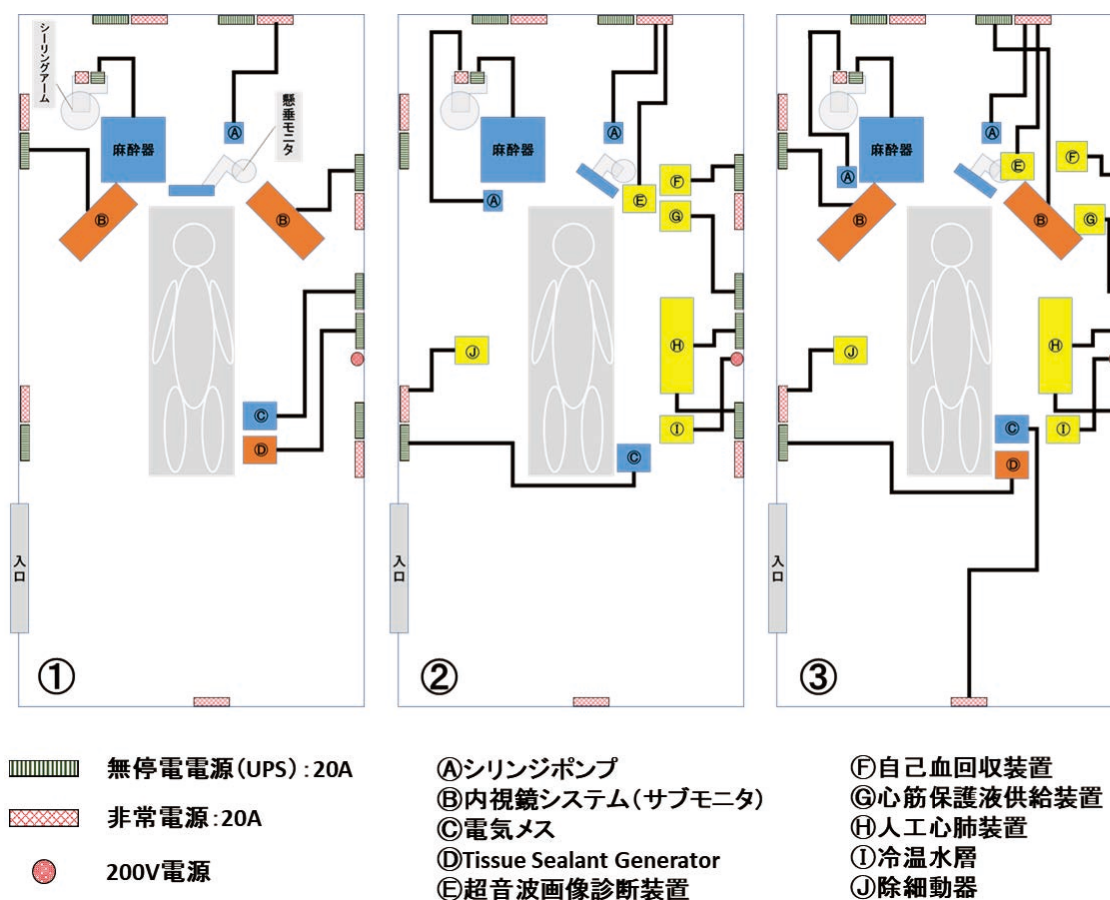


Fig. 5. 各手術における機器配置と配線 (①呼吸器外科手術: 胸腔鏡下②心臓血管外科手術: 人工心肺使用③本症例)

載機器】となるため、無停電電源には人工心肺関連装置と麻酔器を使用し、離れた位置にある無停電電源を内視鏡システムに振り分けた。また、エネルギーデバイスなどの電源は普段使用していない離れた位置にある非常電源から導出し、コンセントの定格電流を超えないように配慮することで電気的安全性が確保され则认为される。

ii) 術式を考慮した配置

手術中に大きく動かす事ができない内視鏡システム・サブモニタ・人工心肺関連機器のレイアウトを考慮した上で機器の配置を決定した。本症例において、浸潤範囲によっては低体温循環停止下脳分離体外循環を行う可能性も否定できなかった。その場合、心筋保護液供給装置とサブモニタの位置が干渉するため、サブモニタの映像を懸垂モニタに切り替えることでその問題の解決を図った。結果的に心停止や脳分離体外循環を行わなかったため心筋保護液供給装置を置くスペースが空き、内視鏡用サブモニタを通常配置のまま手術可能となったが、様々なケースを想定し、配置を決定し

ておくことが安全管理上重要であると考えられる。また、術中の機器移動は手術室内の塵埃を増加させ、感染を引き起こす原因となる可能性があるため^{10,11)}、移動が必要最低限で済むように最適な機器配置を心がけることが重要である。臨床工学技士は手術に必要な医学的(解剖学、外科学、感染管理学)・工学的(電気工学、手術室空調管理、映像配信・録画管理)知識など様々な要素を兼ね備えた医療従事者であるため、特に、多診療科・多職種が関わる特殊手術の際には必要な人材となりうる。

iii) 人工心肺管理

本症例では、術式決定後に人工心肺回路の準備を開始した。人工心肺回路は単回使用の製品であり、更に高額であるためあらかじめ準備することができない。当施設の人工心肺回路は、緊急手術時の急速導入を考慮した、動脈フィルタ内蔵型人工肺が組み込まれたプレコネクト回路を使用しており、迅速かつ安全なプライミングが可能となり、準備開始からプライミング終了まで15分以内で完

了した。日常的に緊急手術の準備を想定することで、特殊な症例にも即時に対応でき、安全を担保しながら病院経営にも貢献できると考えられる。

結語

本症例の経験を通じ、特殊な手術における臨床工学技士の必要性は、今後更に高まることを実感した。医療の高度化とともに様々な医療機器が開発される中、病院内において、臨床工学技士は数少ない医学と工学の専門家として多角的な視点で臨床へのアプローチが必要となる。よって、臨床工学技士は手術チームに必須な存在でありその臨床的意義も大きい。

引用文献

1. 日本胸部外科学会. 統計, 2018-8-20,
http://www.jpats.org/modules/general/index.php?content_id=19
2. 片岡 和彦, 松浦 求樹, 妹尾 紀具, 他. アンスロンチューブを用いたバイパス術により大動脈合併切除を施行した肺癌の1例. 日本胸部臨床, 54, (7), 591-595, 1995.
3. 幸 大輔, 中前 勝視, 山田 健, 他. PCPS 下に切除した弓部大動脈浸潤肺癌の1例. 聖隷三方原病院雑誌, 5 (1), 76-81, 2001.
4. 江夏総太郎, 白石武史, 岩崎昭憲, 他. 大動脈合併切除を行った原発性肺癌5症例の検討. 肺癌, 45 (2), 111-114, 2005.
5. 芳野 充, 椎名 裕樹, 稲毛 輝長, 他. 椎骨動脈再建を伴う遠位弓部大動脈合併切除を行った肺大細胞癌の一例. 日本呼吸器外科学会雑誌, 30 (4), 431-436, 2016.
6. 小林 零, 永山 加奈, 高橋 保博, 他. スtentグラフト内挿術により切除可能であった大動脈浸潤肺癌の1例. 肺癌, 56 (4), 303-307, 2016.
7. 日本臨床工学技士会手術室業務検討委員会. “手術領域医療機器の操作・管理術 (第二版)”, メジカルレビュー社, 東京, 146-169, 2017.
8. 田上 佳奈, 松本 恵子, 糸川 珠美, 他. 手術室における過電流防止の取り組み. 体外循環技術, 31, (2), 225-228, 2004.
9. 山田 奨人, 橋本 修一, 山本 恭輔, 他. 手術支援ロボットにおける電源確保のための消費電流検討. 公益社団法人北海道臨床工学技士会会誌, 24, 41-43, 2014.
10. 岩崎 亜貴子, 加藤 美香, 加藤 人美, 他. 塵埃測定による手術室感染対策について. 日本骨・関節感染症学会雑誌, 23, 67-69, 2010.
11. 井谷 基, 岩山 幸子, 繁田 絵実, 池田 慈子. 手術室環境の維持と周術期の感染. 日本臨床麻酔学会誌, 35 (1), 61-66, 2015.