

主 論 文 要 旨

論文提出者氏名：

尾上 林太郎

専攻分野：内科学

コース：呼吸器内科

指導教授：峯下 昌道

主論文の題目：

3D-Measurement of Tracheobronchial Angles on Inspiratory and Expiratory Chest CT in COPD: Respiratory Changes and Correlation with Airflow Limitation

(COPD患者における吸呼気CTでの3次元的气管分岐角の計測:呼吸での変化と気流制限との相関)

共著者：

Tsuneo Yamashiro, Hiroshi Handa, Shinya Azagami, Shin Matsuoka, Takeo Inoue, Teruomi Miyazawa, Masamichi Mineshita

緒言

1950年代より数々の気管気管支の解剖学的研究が西欧諸国より発表され、これらの研究から得られたデータは多くの教科書の気管気管支の解剖学的データの基礎となった。しかし年齢や人種、また個体差もかなりあることが知られており、測定方法も差異があることから気管分岐角についてはいまだ議論がある。

過去の研究では胸部単純写真や吸気CTを用いた平面的な角度の計測に留まっていた。今回我々はCTと画像解析ソフトウェアを用い3次元的に角度を計測し、さらに吸気呼気の変化まで計測した初めての研究を行った。

気管分岐角に影響を与えると予想される疾患として **Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD)** が挙げられる。我々は喫煙者でCOPDが疑われ、吸気呼気のCTが撮像された患者を解析した。この研究の目的は1) 気管の真の分岐角を示し、気管の分岐角が吸気呼

気に変化するのか。2) 気管の分岐角が肺容量と相関するのか。3) 気管の分岐角が呼吸機能や肺気腫パーセンテージと相関するのかを明らかにすることである。

方法・対象

聖マリアンナ医科大学病院の診療にて喫煙者で COPD が疑われ、吸呼気 CT 検査が施行されている症例を後ろ向きに検討した。2017 年 1 月から 2017 年 4 月の期間を対象期間とした。除外基準は肺切除術が行われている症例、心肥大の症例、肺炎の症例とした。計 87 例のうち、肺切除術が行われた 2 例の症例、心拡大の 3 例の症例、肺炎や無気肺の 2 例の症例が除外され、計 80 例が検討された。画像解析として市販のソフトウェア (4D Airways Analysis, Canon) に基づく社内研究ソフトウェアを使用し気管気管支角を測定した。気管、右主気管支、および左主気管支によって形成された 3 つの角度を自動的に測定した。吸気および呼気時の肺容量も自動的に計算した。COPD が気管分岐角に与える影響として肺容量や呼吸機能、Low Attenuation Volume Percentage (LAV%) との相関を調べた。

なお本研究は、聖マリアンナ医科大学生命倫理委員会 (承認 3657 号) の承認を得たものである。統計は吸息と呼気との間の気管気管支角の変化 (有意差検定) は Mann-Whitney 検定、肺容量、気流制限、および LAA% と角度の相関は Spearman 検定で評価した。

結果

気管分岐角は吸気では気管右主気管支角が 142.9 度、気管左主気管支角が 141.5 度、右主気管支左主気管支角が 74.4 度であった。呼気では気管右主気管支角が 144.7 度、気管左主気管支角が 136.6 度、右主気管支左主気管支角が 77.0 度であった。呼吸によって気管左主気管支角、右主気管支左主気管支角が有意に変化した ($P < 0.01$)。

気管分岐角と肺容量は特に呼気にて気管左主気管支角と右主気管支左主気管支角において相関が見られた ($P < 0.01$)。また気管分岐角と一秒率、%一秒量、LAV% は気管左主気管支角と右主気管支左主気管支角において相関が見られた ($P < 0.01$)。

考察

今回 COPD が疑われる患者に CT を用いて 3 次元的に気管分岐角を測定し、吸気と呼気で有意に気管分岐角が変化することを示し、また分岐角が COPD の進行の指標とも有意な相関を示すことがわかった。3 次元的に角度を計測した理由として、いままでの 2 次元的な計測が真の気管分岐角を示していないのではないかという仮説からはじまった。

胸部単純写真の側面像が示すとおり、気管は一直線に分岐するのではなく、3次元的な奥行きをもって分岐していく。このことから3次元的に気管の芯線を取り分岐角の計測をすることで、より生理的に正しい値を示すことが出来た。そしてその計測により今回吸気と呼気で気管の角度に大きな変化があったことが初めて示された。息を吐くことで生理学的に肺容量は少なくなり、横隔膜が上がる。その生理学的変化が気管を押し上げ、角度に影響を与えたと推測される。気管左主気管支角が有意に変化した理由として心臓の影響が考えられる。呼気で横隔膜が上がる際に心臓も押し上げ、角度に影響を与えていることが考えられる。また右の気管の長さは左の気管に比べ短く、動きにくいことが予想される。そのことも気管右主気管角が変化しなかった理由かもしれない。

また今回 COPD が気管分岐角に与える影響についても初めて明らかにした。今回の結果は COPD の進行により呼気で空気を吐けないため、横隔膜が上がらないことで起こっている可能性がある。また COPD の進行は肺の過膨張も引き起こすため、過膨張自体がこの結果をもたらしたとも考えられる。

結論

今回 CT を用い3次元的に気管の分岐角を測定することで気管分岐角の平均値を示し、さらに吸気から呼気にかけて気管の分岐角が変化することを明らかにした。また COPD の進行度の指標と気管分岐角に有意な相関が見られたことを示した。