

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2 年 6 月 2 日現在

機関番号：32612

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K16482

研究課題名(和文) 立位胸部CTの検査法の確立と胸部疾患に対する立位CTの臨床的有用性の検討

研究課題名(英文) Establishment of the method for chest upright CT examination and evaluation of the clinical usefulness of upright CT for chest diseases

研究代表者

山田 祥岳 (YAMADA, Yoshitake)

慶應義塾大学・医学部(信濃町)・助教

研究者番号：60383791

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：新たな診断機器である立位(座位)胸部CTが、日常臨床検査として施行可能であることを確認した。

無症状ボランティアにおいて、臥位と比較して立位で、両側全肺体積・両側肺上葉体積・両側肺下葉体積は有意に大きく、さらに肺下葉においてその違いが大きいことが明らかとなった。一方で右肺中葉は、臥位と立位で体積が変わらないことが分かった。慢性閉塞性肺疾患においては、肺上葉・下葉については立位の方が臥位より体積が大きい一方、中葉については立位の方が臥位より体積が小さいことが明らかとなった。また、立位CTでの全肺体積は、臥位CTでの全肺体積と比較して、呼吸機能検査での全肺気量の値に、より近いことが明らかとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

現在の通常のCTは臥位で撮影するため、ヒトの日常生活の状態(立位/座位)を3次元的に画像化できていなかった。

新たな診断機器である立位CTを用いた本研究により、無症状ボランティアにおいても胸部疾患においても、立位と臥位で解剖学的構造はかなり異なることが明らかとなった。本研究結果は、特に臥位と立位で症状の異なる疾患において、未解明の病態を解明するための基礎的データになると考えられる。また、立位CTの肺体積のデータは、ヒトの日常生活の肺の状態を反映しているため、肺葉切除術予定の肺癌患者における、術後肺機能のより正確な予測に役立つ可能性があり、適切な治療法選択に役立つ可能性がある。

研究成果の概要(英文)：We confirmed that chest upright CT can be used in routine clinical practice. In asymptomatic volunteer cohort, while the inspiratory volumes of the bilateral upper and lower lobes and bilateral lungs were significantly greater in the standing than in the supine position, with lower lobes showing larger changes, the right middle lobe volume did not change significantly between positions. In patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD), whereas the inspiratory volumes of the bilateral upper and lower lobes and bilateral lungs were significantly greater in the standing position than in the supine position, the right middle lobe volume was significantly lower in the standing position than in the supine position.

The total lung volume on upright CT in the standing position was more similar to total lung capacity on pulmonary function test than that in the supine position in both asymptomatic volunteer and COPD cohorts.

研究分野：放射線科学

キーワード：CT computed tomography 立位 座位 呼吸器 胸部 肺 循環器

1. 研究開始当初の背景

現在の画像診断学において、CTは単純X線写真よりも基本的に診断能が高い。ただし、単純X線写真は立位で撮影可能であるが、CTは立位で撮影できない、という決定的な違いがあった。現在の通常のCTは臥位で撮影するため、ヒトの日常生活の状態(立位/座位)を3次元的に画像化できていなかった。そこで我々は、国内メーカーと共同で320列立位CTを開発し、2017年に慶應義塾大学病院に世界第1号機を導入した。

2. 研究の目的

本研究の目的は、新たな診断機器である立位CTの検査法を確立し、胸部立位CTの臨床的有用性を、各種臨床データと比較しながら検討することである。

3. 研究の方法

- (1) 立位胸部CTが日常臨床でルーチンに施行可能か、スループットを含めて検討、評価した。
- (2) ボランティア同一被験者に対し、通常の臥位CT(手さげ)と立位CTの両方を撮影し、肺体積を比較した。
- (3) ボランティア同一被験者に対し、通常の臥位CT(手上げ)と立位CTの両方を撮影し、肺体積を比較した。
- (4) 同一被験者における上大静脈と下大静脈の径について、臥位CT画像と立位CT画像を比較した。
- (5) 慢性閉塞性肺疾患の同一被験者に対し、通常の臥位CT(手上げ)と立位CTの両方を撮影し、肺体積を比較した。

4. 研究成果

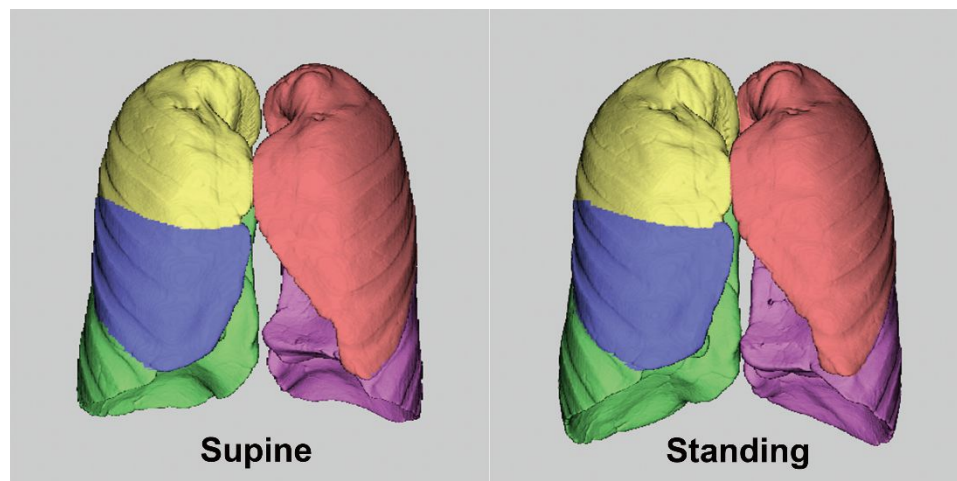
- (1) 新たな診断機器である立位(座位)胸部CTが、日常臨床でルーチンに施行可能かを評価した。立位CT検査室への被験者の呼び入れ、立位CT撮影における被験者固定(図1)、立位胸部CT撮影のプロトコル、立位CT撮影時間、被験者のCT室退出までのスループット、画像解析装置への画像転送、に関して評価し、立位(座位)胸部CTが、日常臨床検査としてルーチンに施行可能であることを確認した。

図1：立位CT撮影における被験者固定



- (2) ボランティア同一被験者に対し、通常の臥位CT(手さげ)と立位CTの両方を撮影し、両者を比較した。臥位と比較して立位で、両側肺体積・両側上葉体積・両側下葉体積は有意に大きく、さらに下葉において、その違いが大きいことが明らかとなった(図2)。一方で右肺中葉は、臥位と立位で体積が変わらないことが分かった。また、立位CTでの全肺体積は、臥位CTと比較して、呼吸機能検査での全肺気量の値に、より近いことが明らかとなった。本研究結果は、特に臥位と立位で症状の異なる疾患において、未解明の病態を解明するための基礎的データになると考えられる。また、立位CTの肺体積のデータは、ヒトの日常生活の肺の状態を反映しているため、肺葉切除術予定の肺癌患者における、術後肺機能のより正確な予測に役立つ可能性があり、適切な治療法選択に役立つ可能性がある。本結果を第77回日本医学放射線学会総会で発表した。さらに同内容の英語論文が「Respiration」誌に受理された(Respiration, 2020 in press, DOI: 10.1159/000507265)。

図2：臥位CTでの肺体積（左）と立位CTでの肺体積（右）（正面からみたボリュームレンダリング画像）：黄色が右肺上葉、青色が右肺中葉、緑色が右肺下葉、ピンク色が左肺上葉、紫色が左肺下葉。



- (3) ボランティア同一被験者内の、臥位(手上げ)・立位・座位の吸気・呼気 CT を撮影し、両者を比較した。上記の結果に加えて、呼気CTでは、右肺中葉の体積は、立位・座位の方が臥位よりも小さいことが明らかになった。この結果を第79回日本医学放射線学会（延期され2020年5月15日～6月5日）で発表する。また英語論文を投稿中である。
- (4) 同一被験者内の臥位CT画像と立位CT画像の比較により、上大静脈は臥位より立位で細くなり、横隔膜レベルの下大静脈は臥位と立位で断面積はほぼ変わらず、腹部の下大静脈は臥位より立位で太くなるということが明らかとなった。立位での上大静脈の径は、中心静脈圧を反映していると考えられ、必ずしも侵襲的な右心カテーテル検査を行わなくても、立位胸部CTのみから中心静脈圧や右心房の圧がある程度推定可能であると考えられた。この結果を第78回日本医学放射線学会（2019年4月11日～14日）で発表した。また、同内容を含んだ英語論文が「Investigative Radiology」誌に受理された（Invest Radiol. 2020;55(2):73-83）。
- (5) 慢性閉塞性肺疾患(COPD)を対象とし、通常の臥位CTと立位CTを撮影し、両者を比較した。肺上葉・肺下葉については立位の方が臥位より体積が大きい一方、右肺中葉については立位の方が臥位より体積が小さいことが明らかとなった。慢性閉塞性肺疾患(COPD)の肺癌の合併頻度は高いと言われているが、慢性閉塞性肺疾患(COPD)では肺機能が低下している。そのため、外科手術（肺葉切除術）に耐えられるかどうか、事前に通常の臥位CTで各肺葉体積を算出し、そこから肺葉切除術後肺機能を予測し、手術の適応を判断している現状がある。立位CTの肺体積のデータは、ヒトの日常生活の肺の状態を反映しているため、肺葉切除術予定の慢性閉塞性肺疾患(COPD)における、術後肺機能のより正確な予測に役立つ可能性があり、適切な治療法選択に役立つ可能性がある。本結果を今後、学会発表・論文発表する予定である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Masahiro Jinzaki, Yoshitake Yamada, Takeo Nagura, Takehiro Nakahara, Yoichi Yokoyama, Keiichi Narita, Naomichi Ogihara, Minoru Yamada	4. 巻 55
2. 論文標題 Development of Upright Computed Tomography With Area Detector for Whole-Body Scans	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Investigative Radiology	6. 最初と最後の頁 73～83
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） DOI: 10.1097/RLI.0000000000000603	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Yoshitake Yamada, Minoru Yamada, Yoichi Yokoyama, Akiko Tanabe, Shiho Matsuoka, Yuki Nijima, Keiichi Narita, Takehiro Nakahara, Mitsuru Murata, Koichi Fukunaga, Shotaro Chubachi, Masahiro Jinzaki	4. 巻 -
2. 論文標題 Differences in Lung and Lobe Volumes Between Supine and Standing Positions Scanned with Conventional and Newly Developed 320-Detector-Row Upright CT: Intra-Individual Comparison	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Respiration	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） DOI: 10.1159/000507265	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計10件（うち招待講演 0件/うち国際学会 2件）

1. 発表者名 山田祥岳, 山田稔, 横山陽一, 中原健裕, 成田啓一, 陣崎雅弘.
2. 発表標題 320列縦型CTと通常CTを用いた、立位・臥位での大静脈・大動脈断面積の比較
3. 学会等名 第78回日本医学放射線学会総会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 横山 陽一, 山田 祥岳, 名倉 武雄, 中原 健裕, 成田 啓一, 山田 稔, 南島 一也, 荻原 直道, 陣崎 雅弘.
2. 発表標題 全身撮影が可能な立位CTの開発 ファントムスタディ、人体に対する重力の影響
3. 学会等名 第38回日本医用画像工学会大会 (JAMIT 2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山田 稔, 山田 祥岳, 藤原 広和, 横山 陽一, 中原 健裕, 成田 啓一, 小杉 健三, 戸田 正博, 陣崎 雅弘
2. 発表標題 重力による静脈系の変化 ~ 立位CTでの評価 ~
3. 学会等名 最先端CT研究会2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 横山陽一, 山田祥岳, 中原健裕, 成田啓一, 山田稔, 陣崎雅弘
2. 発表標題 乳房の形状変化 立位CTを用いた検討
3. 学会等名 加齢画像研究会 第8回学術集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yamada Y, Yamada M, Yokoyama Y, Tanabe A, Matsuoka S, Narita K, Nakahara T, Chubachi S, Jinzaki M.
2. 発表標題 Differences in Lung and Lobe Volumes Between Supine and Standing Positions Scanned with Conventional and Newly Developed 320-Detector-Row Upright CT: Intra-Individual Comparison
3. 学会等名 European Congress of Radiology (ECR) 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Jinzaki M, Yamada Y, Yamada M, Nagura T, Ogiyama N, Narita K, Yokoyama Y, Nakahara T.
2. 発表標題 Visualization of the Effects of Gravity on the Human Anatomy and Pathologic Conditions Using Upright CT with Area Detectors
3. 学会等名 第104回 北米放射線学会 (RSNA 2018: 104th RSNA Scientific Assembly and Annual Meeting) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 陣崎雅弘
2. 発表標題 320 列検出器を用いた立位型CT の開発 重力下の人体の可視化を目指して
3. 学会等名 第77回日本医学放射線学会総会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 陣崎雅弘
2. 発表標題 立位CTの開発と加齢研究への応用
3. 学会等名 加齢画像研究会 第7回学術集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山田祥岳, 中鉢正太郎, 山田稔, 横山陽一, 田邊晃子, 松岡志保, 塚田諒, 阿部貴行, 別役智子, 陣崎雅弘.
2. 発表標題 Intra-individual Comparison of Lung Volumes Between Supine, Sitting, and Standing Positions scanned with Conventional and Newly Developed 320-detector-row Upright CT
3. 学会等名 第77回日本医学放射線学会総会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山田祥岳, 山田稔, 横山陽一, 田邊晃子, 松岡志保, 新島友輝, 村田満, 福永興壱, 中鉢正太郎, 陣崎雅弘.
2. 発表標題 通常CTと立位CTを用いた、臥位・立位・座位での吸気・呼気の肺/肺葉容積の比較
3. 学会等名 第79回日本医学放射線学会総会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

Researchmap
https://researchmap.jp/yoshitake_yamada
K-ris
<https://k-ris.keio.ac.jp/Profiles/88/0008715/profile.html>
K-ris
<https://keio.pure.elsevier.com/ja/persons/yoshitake-yamada>
J-GLOBAL
https://jglobal.jst.go.jp/detail?JGLOBAL_ID=20090107087263084&rel=1#%7B%22category%22%3A%22%2C%22keyword%22%3A%22%E5%B1%B1%E7%94%B0%E7%A5%A5%E5%B2%B3%22%7D

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	陣崎 雅弘 (JINZAKI Masahiro) (80216259)	慶應義塾大学・放射線科(診断)・教授 (32612)	