

日本医療研究開発機構 若手研究者によるスタートアップ課題解決支援事業 事後評価報告書



I 基本情報

補助事業課題名: (日本語) CT 像から筋骨格情報を計測する AI システムの研究開発
(英語) Development of an AI system for measuring the musculoskeletal information
from CT images

実施期間: 令和 5 年 7 月 14 日 ~ 令和 6 年 3 月 31 日

補助事業担当者 氏名: (日本語) 上村 圭亮
(英語) Uemura Keisuke

補助事業担当者 所属機関・部署・役職:
(日本語) 大阪大学大学院運動器医工学治療学・講師
(英語) Department of Orthopaedic Medical Engineering, Osaka University Graduate School of Medicine

II 補助事業の概要

補助事業の成果およびその意義等

概要 (和文)

【本研究の目的】

骨粗鬆症に伴う脆弱性骨折およびサルコペニア (筋萎縮) は高齢者における活動性の低下に繋がり、二次骨折や意欲低下などによって支援や介護が必要となる場合が多い。実際、要介護に至る要因の 25% は筋骨格系疾患が占めるとされている。そのため、骨密度の低下、および転倒の要因となる筋萎縮を早期に検知し、初回の骨折を予防することによって骨折の連鎖を防ぐことが高齢者の日常生活動作の維持には重要とされている。しかし、骨粗鬆症の検診率は 4-5% に過ぎないため、1300 万人いると推察されている骨粗鬆症患者のうち実際に治療を受けているのは 2-3 割程度に過ぎないとされている。また、サルコペニアに関しても 500 万人いると推察されているが、診断されている患者数は限定的と考えられている。骨粗鬆症、サルコペニアは疾患そのものに自覚症状がないため、患者が自発的に検査を行うことが稀であることが診断率の低下に至っていると考えられるため、他の目的 (例: 悪性腫瘍のスクリーニング) で撮影された CT 画像から骨密度・筋肉量の計測が可能なシステムを構築することを目的とする。

【方法】

これまでに開発を行ってきた CT 画像から個別の筋骨格領域を高精度に自動抽出する AI システム

(Bayesian U-net) を応用する。骨密度計測に関しては CT 画像から対象とする骨領域 (大腿骨近位部・腰椎) を抽出し、同領域の骨密度を計測し、骨密度計測のゴールドスタンダードである二重エネルギー X 線吸収測定法 (DXA) による計測値との相関および骨粗鬆症の診断精度を多施設研究にて検証する。筋量計測に関しては学習データを追加することによって AI モデルを改良し、対象者のバリエーションに対応して個別の筋肉を抽出できるシステムを構築する。また、筋体積の精度検証およびサルコペニアの診断精度の検証を行う。

【本提案の目標】

筋萎縮等の疾患を含む多様な患者で CT 画像から骨密度や個々の筋肉量を正確に測定できるシステムを構築し、臨床応用を目指す。具体的には、CT から計測した骨密度と DXA による計測値との相関値 > 0.9 および骨粗鬆症診断の $AUC > 0.95$ を達成する。また、筋量に関しては CT 画像から手動セグメンテーションで計測した値との相関値 > 0.9 、サルコペニアの診断 $AUC > 0.9$ を達成する。

作成したプログラムは一般病院・研究施設からアクセスできるように PACS 会社と連携する。プログラムを普及することによって、骨粗鬆症やサルコペニアの診断率の向上および早期介入を可能とし、転倒や脆弱性骨折を予防することによって将来的に健康寿命の延伸に寄与することを目標とする。

【達成事項】

・精度検証 (骨密度)

腹部 CT を用い、作成したシステムで骨密度が正確に計測できるか検証を行った。その結果、大腿骨領域で DXA との間に > 0.9 の相関を認め、骨粗鬆症診断に関する ROC 解析では AUC は 0.96 であり、目的を達成した。

・精度検証 (筋量)

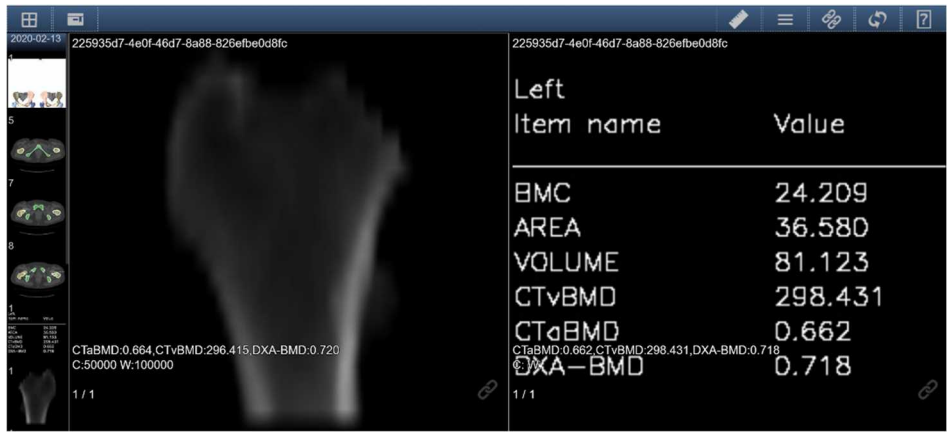
CT から抽出した筋肉領域を重量 (g) へ換算する最適な式を求め、CT から計測した筋量と DXA で計測した筋量との相関を調査した。その結果、相関係数 > 0.9 を認めた。また、サルコペニアの診断基準となる四肢骨格筋指数 (SMI) 5.4 kg/m^2 の診断に関する ROC 解析では $AUC: 0.96$ であり、目的を達成した。

・システム作成

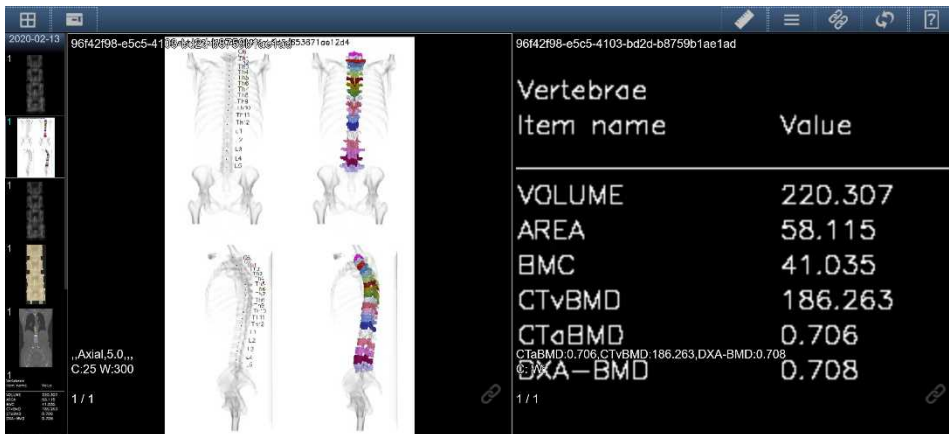
PACS 会社と連携し、作成・検証した筋骨格計測システムを公開した。以下にシステムを用いた測定画面を添付する。今後汎用性等に関して多施設検証を行い、医療機器認可を通じた実用化を目指す。



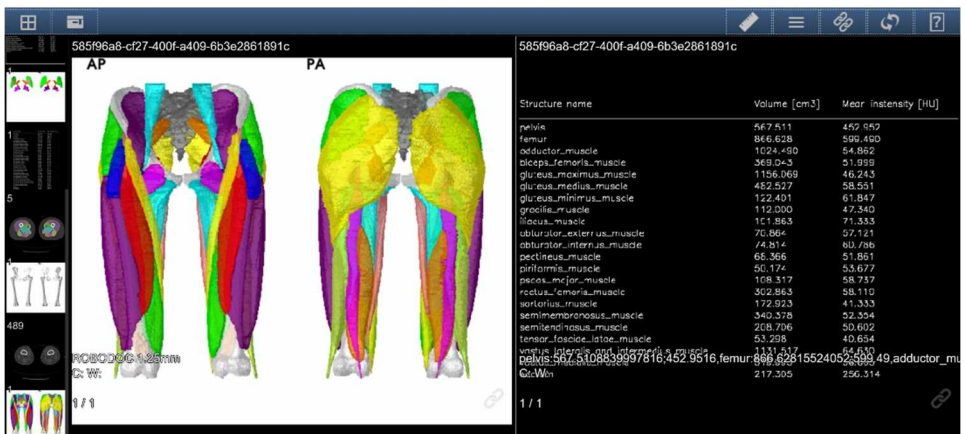
計測ソフト画面 (DICOM 画像のアップロード)



大腿骨近位部骨密度計測結果。計測の元となった画像データ（左）と計測値（右）を出力する。



腰椎骨密度計測結果。計測の元となった画像データ（左）と計測値（右）を出力する。



筋肉量計測結果。計測の元となった画像データ（左）と計測値（右）を出力する。

English summary

【Study outline】

To develop and validate an automated system using artificial intelligence (AI) that measures bone mineral density (BMD) and muscle volume from CT images.

【Purposes】

Osteoporosis, sarcopenia, and age-related progressive loss of muscle mass and strength lead to decreased activity in the elderly that are closely related to fragility fractures. To maintain the activities of daily living, primary fractures must be prevented by preserving BMD and preventing falls by maintaining muscle strength. However, since osteoporosis and sarcopenia are often undiagnosed (screening rate for osteoporosis <5%), we aimed to develop a system that can measure BMD and muscle mass from CT images taken for other purposes and screen for osteoporosis and sarcopenia (i.e., opportunistically screening).

【Methods】

Apply and update the AI system we have previously developed to segment the musculoskeletal regions from CT images automatically. From the segmented labels, target bone regions (proximal femur and lumbar spine) will be extracted from CT images to measure the BMD. Correlation between the CT-derived BMD and BMD measured in dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) will be compared in a multi-center study for verification. Additionally, the volume and density of the individual muscles (e.g., gluteus medius, iliopsoas) will be measured and compared to the measurement performed manually for validation.

【Aims】

The performance goal is to achieve a correlation coefficient of 0.9 or higher with DXA measurements for BMD and 0.9 or higher with manual muscle volume measurements from the CT measurements. The final goal is to develop a system that accurately diagnoses osteoporosis and sarcopenia from CT images and enables early treatment against bone loss and muscle loss before fractures occur.

【Achievements】

Measurement of BMD and muscle mass achieved a correlation coefficient of 0.9 or higher. Based on the verification, we have contracted with a provider of the Picture Archiving and Communication System (PACS) so that the developed system can be accessed and used.