의료영상 기반 근감소증 자동진단 지원 시스템 및 응용 : 간질환 분석

노시형[1], 임동욱[1], 정창원[1,2]
[1]원광대학교 근감소증토탈솔루션센터
[2]원광대학교 병원 정보관리실 스마트사업팀
e-mail : {nosij123, dwl316}@wku.ac.kr, mediblue@wkuh.org

Medical Image-Based Sarcopenia Automatic Diagnosis Support System and Its Application: : Liver Disease Analysis

Si-Hyeong Noh[1], Dong-Wook Lim[1], Chang-Won Jeong[1,2]
[1]Medical Convergence Research Center, Wonkwang University
[2]Smart Business Team of Wonkwang University Hospital

요 약

최근 사회적으로 근감소증에 대한 관심이 높아지면서 노인성 근감소증 시장이 골다공증 시장을 뛰어넘을 것으로 전망하고 있다. 진단 방법으로 의료영상기반으로 근육량을 인공지능 기술로 측정하여 근감소증 진단에 적용하는 연구가 활발하게 진행되고 있다. 본 논문에서는 복부 CT 영상에서 L3 부위의 근육량을 기반으로 한 진단 기준을 이용하여 아시아 피험자의 T-score를 기반으로 근감소증 진단을 자동화하였다. 특히 복부 CT영상의 업로드와 함께 자동으로 근육량을 측정하여 개인별 상태를 확인할 수 있도록하여 근감소증 진단을 지원 할 수 있도록 개발하였다. 그리고 이를 기반으로 4가지 간 질환 환자의 L3 부위 근육량을 측정하여 근감소증과의 상관성을 확인하였다. 이는 다양한 기저 질환과 근감소증과의 연관성 연구에 도움이 될 것으로 기대한다.

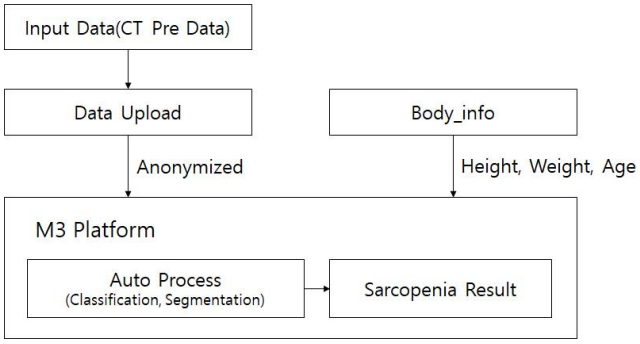
1. 서론

컴퓨터 단층 촬영 (CT) 은 특히 임상 환경에서 상대적으로 사용하기 쉽기 때문에 근육 분석을 위한 매우 유망한 방법으로 부상했다. 그럼에도 불구하고 CT의 적용은 근육량을 측정하는데 많은 시간이 소요되었다. 이러한 문제점을 인공지능 기술을 도입하여 해결하고자 하였다. 우리는 L3 요추 수준의 축 영상에서 볼 수 있는 모든 근육을 포괄하는 골격근 영역 (SMA)에 중점을 맞추고 있다[1]. SMA의 경계는 특히 -29에서 +150 하운스필드 단위 사이의 사전 결정된 임계값을 사용하여 수행되었다. 또한 포괄적인 분석을 제공하기 위해 다양한 SMA 지수를 계산했다. 이러한 지수는 키, 체중 및 체질량 지수 (BMI) 에 대해 조정되어 이러한 생리학적 요인과 관련하여 SMA를 구한다[2, 5]. 그러나 대부분의 기존 연구에서는 L3의 영역에 해당하는 여러 장의 슬라이드에서 기준 슬라이드를 정해 해당 단면적 상의 근육량을 측정하였으나 우리는 L3 영역의 전체를 대상으로 근육량을 측정하여 정량화 하였다.

본 논문에서는 복부 CT 영상에서 L3 부위의 근육량을 기반으로 한 진단 기준을 이용하여 한국인의 T-score를 기반으로 근감소증 진단을 자동화하고, 4가지 간 질환 환자의 L3 부위 근육량을 측정하여 근감소증과의 상관성과 유병률을 확인하고자 하였다.

2. 근감소증 자동 진단 지원 시스템

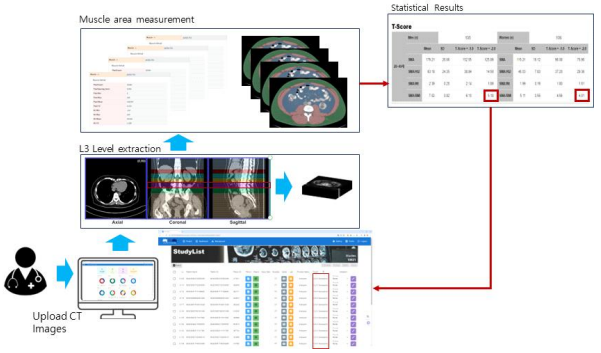
2.1 근감소증 자동 진단 지원 시스템 구성



(그림 1) 근감소증 진단 처리 과정

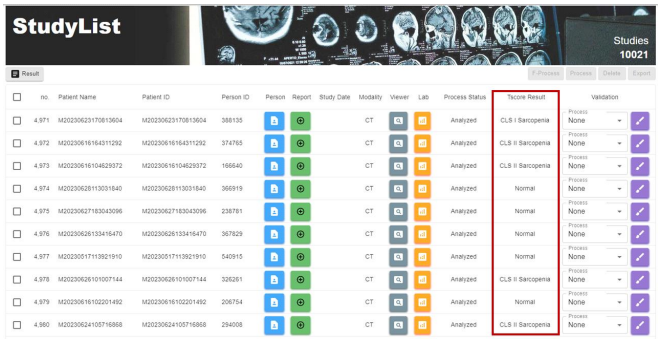
근감소증 자동진단 지원 시스템은 우리가 개발한 M3플랫폼을 기반으로 한다[4]. 그림 1과 같은 순서로 처리된다. 자동진단을 위해서는 복부의 CT Data와 해당 환자의 Body_info, 즉 키, 몸무게, 나이에

대한 정보가 필요하다. 먼저 CT Data를 업로드 하게 되는데 이때 익명화 과정을 거치게 된다. Body_info까지 입력하게 되면 분석을 위한 준비가 끝나게 된다. 그 후 Process가 수행되는데, 이 때 L3 영역을 자동으로 Classification하고 그 영역에 해당하는 각각의 영상에서 근육과 피하지방, 내장지방으로 구분하는 Segmentation이 자동으로 진행된다. 마지막으로 Segmentation된 영상에서 근육과 피하지방, 내장지방에 대한 볼륨값을 측정하고 Body_info를 통해 입력된 데이터와 T-score를 계산하는 공식[3]에 의해 근감소증 상태를 제공한다. 이러한 결과를 처리하기 위해서는 한국인 대상으로 T-score 컷오프 포인트를 계산하는 방법을 따랐다. 근감소증을 정의하는 기준으로 T-score < -2.0을 사용했을 때, 현재 컷오프 포인트는 남성 5.18, 여성 4.01이였다. 기존 논문[3]에서 제시한 값과 차이는 있지만 우리가 수집한 영상데이터를 분석한 결과를 기준으로 한 결과이다. 다음 그림 2는 처리과정에 따른 각 단계별 결과를 보이고 있다.



(그림 2) 자동진단 지원 시스템 플랫폼 상에서 각 단계별 처리 결과

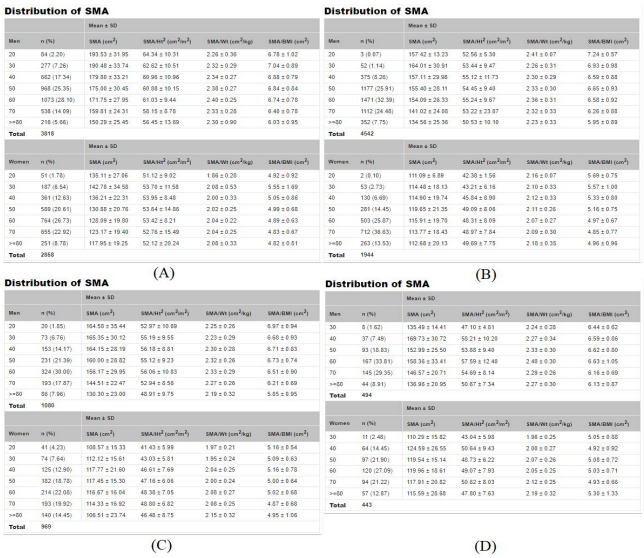
다음 그림 3은 T-score 기준에 따라 적용한 결과로 개인별 근감소증 상태를 확인할 수 있다.



(그림 3) 개인별 근감소증 진단 결과

2.2 시스템을 이용한 근감소증 진단

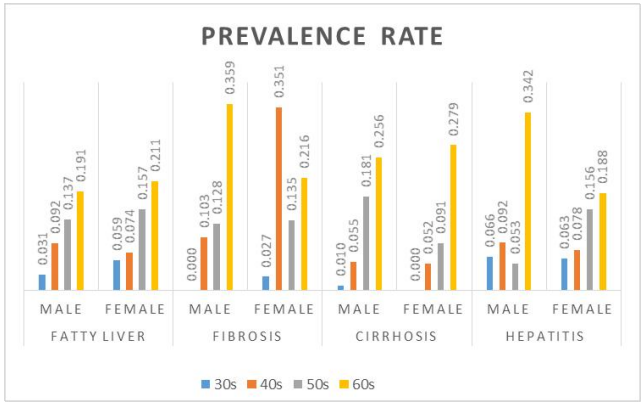
우리는 근감소증 연구를 위해 4가지 간 질환에 대한 연령별 SMA 및 SMI 분포를 그림 4에서 확인할 수 있다. (A) 지방간 데이터 세트는 각각의 모집단 크기에 따라 남성 3,818명과 여성 2,858명으로 구성되었다. 연령대별로 SMA(cm^2), SMA/Ht^2, SMA/Wt, SMA/BMI의 4가지 방법에 대한 분류와 유병률을 확인할 수 있다. 나머지 3가지 간 질환(간경변, 간염, 섬유증)에 대해서도 동일한 접근 방식을 적용하여 계산한 결과를 보이고 있다.



(그림 4) (A)Fatty Liver, (B)Cirrhosis, (C)Hepatitis, (D)Fibrosis

2.3 근감소증 분석 결과

연령과 성별로 구분한 간질환자 중 30대에서 60대 사이의 환자에서 근감소증의 유병률을 나타낸 결과는 그림 5와 같다. 그 결과, 연령이 증가함에 따라 전체 유병률이 증가하였으며, 간섬유화의 경우 40대 여성에서 유병률이 더 높은 것으로 나타났다. 또한, 질환별 유병률은 간섬유화가 가장 높았고, 간경변증은 다른 질환에 비해 낮은 것으로 나타났다.



(그림 5) 간질환자별 근감소증 유병률 비교 평가 결과

3. 결론 및 향후 연구

의료영상을 기반으로 근감소증 진단을 자동화하고, 4가지 간 질환과 근감소증과의 상관성을 확인하였다. 이는 다양한 질환과 근감소증의 연관성 연구에 도움이 될 것으로 기대한다.

현재 본 시스템에서는 자동화를 목적으로 하여 T-score의 컷오프 포인트 값이 기존 논문에서 제안한 값과 차이가 있다. 이러한 제한점은 젊은 그룹의 범위를 어떻게 지정했느냐(20-44, 20-49 etc)에 따라 결과가 달라질 수 있음을 확인하였다. 이러한 기준은 연구목적 그리고 대상질병군 그리고 연구설계에 따라 달라진다. 우리는 정한 기준에 따라 컷오프 포인트값에 의해 각각의 환자에 적용하여 근감소증을 진단할 수 있도록 하였다.

향후 연구로는 4개의 간 질환만이 아닌 더 다양한 기저질환과 근감소증의 상관관계를 확인하는 연구를 진행 할 예정이다.

사사표기

본 연구는 과학정보통신부의 재원으로 한국연구재단(NRF-2021R1A5A8029876) 지원에 의하여 이루어진 것임.

참고문헌

[1] Ha, J., Park, T., Kim, HK. et al. Development of a fully automatic deep learning system for L3 selection and body composition assessment on computed tomography. Sci Rep 11, 21656 (2021).

[2] ALBANO, Domenico, et al. Imaging of sarcopenia: old evidence and new insights. European radiology, 2020, 30: 2199-2208..

[3] KIM, Eun Hee, et al. Reference data and T-scores of lumbar skeletal muscle area and its skeletal muscle indices measured by CT scan in a healthy Korean population. The Journals of Gerontology: Series A, 2021, 76.2: 265-271.

[4] Moon HK, Lim DW, et al. Development and Application of FHRI-Based Multiple Medical Information Mediation Platform, The Society of Convergence Knowledge Transactions, 2024, 12.1: 115-126.

[5] Kim T.-H., Jeong C.-W, Lee, C., Noh, S., Lim D.W, et al. Association between Body Composition Contents and Hepatic Fibrosis in Sarcopenic Obesity. J. Clin. Med. 2023, 12, 4279. https://doi.org/10.3390/jcm12134279