

◆ 综述

Progresses in imaging study of sarcopenia

WANG Fengzhe^{1,2}, SUN He¹, LI Qi³, WANG Lei³, PAN Shinong^{1*}

(1. Department of Radiology, Shengjing Hospital of China Medical University, Shenyang 110004, China; 2. Department of Radiology, the 4th People's Hospital of Shenyang, Shenyang 110031, China; 3. Department of Medical Imaging, Liaoning Electric Power Center Hospital, Shenyang 110006, China)

[Abstract] Sarcopenia is an aging-related syndrome characterized with progressive and generalized loss of skeletal muscle mass and strength with complex and various causes, which seriously affects the quality of the elderly's life. Quantitative and qualitative assessment of muscle mass with imaging techniques is an important factor in diagnosis of sarcopenia, which may provide reference for early diagnosis, therapeutic intervention and prevention. The progresses in imaging study of sarcopenia were reviewed in this article.

[Keywords] sarcopenia; aging; ultrasonography; tomography, X-ray computed; magnetic resonance imaging

DOI:10.13929/j.1003-3289.201805161

肌少症的影像学研究进展

王丰哲^{1,2}, 孙 鹤¹, 李 琦³, 王 磊³, 潘诗农^{1*}

(1. 中国医科大学附属盛京医院放射科, 辽宁 沈阳 110004; 2. 沈阳市第四人民医院放射科, 辽宁 沈阳 110031; 3. 辽宁电力中心医院医学影像科, 辽宁 沈阳 110006)

[摘 要] 肌少症是与增龄相关的进行性、全身性肌肉质量减少和/或肌强度下降或肌肉生理功能减退的综合征, 病因复杂多样, 严重影响老年人的生活质量。影像学技术定量和定性评估肌肉质量是诊断肌少症的重要依据, 可为早期诊断、治疗干预及预防提供参考。本文对肌少症的影像学研究进展进行综述。

[关键词] 肌少症; 衰老; 超声检查; 体层摄影术, X 线计算机; 磁共振成像

[中图分类号] R685; R445 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-3289(2019)01-0148-04

随着年龄增长, 骨骼肌包括肌肉质量和肌强度呈进展性和全身性下降, 并伴有生理功能减退^[1], 此过程称为肌少症, 可伴随一系列组织学改变, 如肌内脂肪聚集、肌纤维化、选择性 II 型肌纤维萎缩和灌注异常, 导致肌力衰退和运动功能下降, 增加中老年人跌倒、骨折的风险和致残、致死率, 严重影响其生活质量^[2]。肌少症是一种复杂的综合征, 病因多样, 与肌肉丧失和脂肪增加相关, 诊断时应综合评价肌肉质量、肌强度和肌肉

功能^[3]。目前影像学技术已广泛应用于定量和定性评价肌少症, 且程序准确、标准化及可重复, 是主要诊断工具之一。本文对肌少症的影像学研究进展进行综述。

1 骨骼肌增龄相关改变

骨骼肌约占人体总质量的 40%, 肌细胞占人体细胞数量的 60%~75%。在多数个体中, 机体的运动能力与肌强度高峰年龄在 20~30 岁。Silva 等^[4]发现 27

[基金项目] 国家重点研发计划数字诊疗装备研发专项课题(2016YFC0107102)。

[第一作者] 王丰哲(1982—), 男, 辽宁锦州人, 在读博士, 副主任医师。研究方向: 骨肌影像学诊断。E-mail: wangfengzhe82@163.com

[通信作者] 潘诗农, 中国医科大学附属盛京医院放射科, 110004。E-mail: cjr.panshinong@vip.163.com

[收稿日期] 2018-05-30 **[修回日期]** 2018-10-17

岁是人体肌肉质量增加或减少的转折年龄。尽管影像学技术可检测到人体 30~50 岁时肌肉质量下降,但其是否与年龄相关尚未确定,也可能是生活环境与生活方式改变的结果,如体育运动较少、工作负荷较高、长期久坐等生活与工作方式等^[5]。肌肉质量和肌强度的年龄依赖性下降是一个持续过程,但在 50~70 岁时,肌强度每隔 10 年下降 15%;而 70 岁后,肌强度每隔 10 年下降甚至超过 30%^[6]。研究^[5]发现,与 25 岁志愿者相比,75 岁志愿者全身肌肉质量减少 20%~40%,可能是肌细胞被脂肪细胞取代所致。Peeters 等^[7]对 12 432 名 68~82 岁健康老年人的身体机能进行 3 年随访,发现女性运动功能下降 11.0%,男性下降 9.6%。

增龄相关肌肉质量进展性减少具有定性和定量的特征改变。研究^[8]显示,老年人股外侧肌的横截面积(cross-sectional area, CSA)小于年轻人约 40%。肌肉质量减少可伴随肌纤维类型的定性改变,特征在于选择性 II 型纤维(快肌纤维)萎缩,纤维间横桥坏死和减少,线粒体变小、变少;原因可能与进行性萎缩和肌球蛋白重链异构体的共表达有关,或由运动神经元损伤所致。肌肉质量减少的另一个定性改变为肌肉中可见脂肪浸润,导致老年人活动障碍风险增加,主要影响具有高比例脂肪成分的老年肥胖女性^[9]。

增龄相关的肌肉质量和肌强度降低还取决于个体健康状况、遗传、活动功能、肌肉质量与肌强度训练、营养水平以及早期肌肉的基线水平^[10]。机体全身肌肉质量并非均匀下降,而是下肢的负重肌肉质量下降更为显著。尽管运动员的肌肉质量和肌强度下降也与增龄相关,但老年运动员的肌强度水平仍显著高于普通人群的峰值(20~30 岁),且对其日常生活、运动功能及衰老转化影响较小^[10]。

2 影像学技术在肌少症中的应用

2.1 双能 X 线吸收仪(dual X-ray absorptiometry, DXA) DXA 是目前常用于测量体质成分的成像技术之一,原理是基于 2 个不同能量等级(40 和 70 keV)的 X 线束在通过人体不同组织成分和厚度后呈指数衰减,以此来估算全身或特定解剖区域(上肢、下肢及躯干等)的骨骼矿物质含量、脂肪含量和瘦体质量(皮肤、结缔组织、实质和骨骼肌肉质量)^[11]。研究^[12]表明,采用 DXA 测量的瘦体质量结果与无脂肪测量模型获得的结果密切相关。通过上肢和下肢肌肉质量总和计算的四肢骨骼肌肉质量(appendicular skeletal muscle mass, ASMM)是目前评估肌少症最常用的指

标之一,ASMM 指数(ASMMI = ASMM/身高的平方)为诊断肌肉质量减少的主要参数,其中 ASMMI 男性 $\leq 7.23 \text{ kg/m}^2$ 、女性 $\leq 5.67 \text{ kg/m}^2$ 为评估肌肉质量减少的截断值^[13-14]。

DXA 具有辐射较小、成本较低,成像速度相对较快(全身扫描 $<20 \text{ min}$)的优势^[15],但与 CT 和 MRI 相比,DXA 可能会低估肌肉质量减少程度,而机体水合状态和水潴留性疾病(如心脏、肝脏或肾衰竭)均能影响 DXA 结果的准确性^[16]。此外,DXA 无法测量肌肉脂肪含量,且由于各制造商硬件和软件差别,也给多中心不同 DXA 数据间的比较带来困难。

2.2 CT CT 为评估体质成分与肌肉定量和定性变化的金标准^[17]。通过测量不同组织厚度与密度的 X 线衰减,并根据不同组织成分的阈值和数学重建算法,CT 可定量分析不同部位和肌肉群的骨骼肌和脂肪组织分布。CT 评价增龄相关的脂肪和瘦体质量变化的可靠性较好,CT 测量的肌肉 CSA 与肌肉质量的相关性较好^[17]。Mitsiopoulos 等^[18]发现 CT 测量的大腿肌肉、皮下脂肪和肌间脂肪含量与尸体解剖结果的一致性较好。然而,CT 评估骨骼肌肉质量受高辐射、高成本和操作复杂性的限制,临床应用有限。

与 CT 相比,外周定量 CT(peripheral quantitative CT, pQCT)扫描仪较小,辐射较低,可定量分析上肢、下肢横断面的组织结构和密度变化。由于胫骨上 1/3 水平的 CSA 与小腿最大径一致,且个体间差异较小,故多以之定量分析肌肉质量变化。Lauretani 等^[19]建议以低于上述水平 CSA 平均值 2 个标准差(男性 $<83.3 \text{ cm}^2$,女性 $<62.6 \text{ cm}^2$)为诊断肌少症的截断值。Swinford 等^[20]认为 pQCT 测量肌肉质量的总体误差 $<1.5\%$,脂肪含量误差 $<3\%$ 。但 pQCT 有一定局限性,龙门架径线有限,仅能扫描上肢和下肢,不能提供足够的对比度来区分不同肌肉群,且在图像采集和分析方案中也缺乏同质性。

2.3 超声 超声通过测量肌肉厚度以评估瘦体质量,且可通过分析回声强度的灰度定性评估肌肉性质变化,如评估肌肉中的脂肪浸润。超声定量评估瘦体质量的结果与 MRI 的一致性较好^[21]。但肌肉和脂肪组织的声阻抗相似,导致超声辨别肌肉-脂肪分界面困难。此外,超声还受检查者主观性的影响,可导致测量误差并干扰测量数据的可重复性和可比性;通过增强力反馈、校准模型和标准化程序,可提高超声检查的一致性^[22]。

2.4 MRI MRI 能根据解剖部位的不同分子特性,

对不同软组织成分(肌肉、脂肪及水)进行高分辨成像。MRI 不仅能定性评价异常病变,如肌肉撕裂、水肿或肌肉脂肪浸润/纤维化,也在细胞或纤维束水平无创评价肌肉特征改变成为可能。通过水脂分离技术,多回波 Dixon 成像可精确量化肌肉体积和脂肪浸润程度^[23];DTI 可用于评估肌肉微观结构并显示脂肪浸润程度^[24];IVIM-DWI 以双指数扩散信号衰减为基础,可评估微血管灌注和水分子的真实弥散效应。

此外,MRI 还可检测肌肉随增龄和疾病进展而发生的结构和生理代谢变化。肌肉内异常水肿、脂肪和结缔组织聚积均会导致肌肉质量和肌强度下降,此为肌少症和衰弱综合征的关键问题。Kent-Braun 等^[25]发现健康年轻受试者(25~45 岁)的胫前肌 CSA 大于中老年受试者(65~85 岁)。Macaluso 等^[26]发现,与年轻女性[(22.8±5.7)岁]相比,老年女性[(69.5±2.4)岁]的股四头肌和腓绳肌的肌肉质量明显降低,而肌肉内非收缩组织(脂肪和结缔组织)的数量则显著增加。Nilwik 等^[27]指出,老年男性股四头肌 CSA 比年轻男性小 14%,可能由于 II 型肌纤维减少所致,并伴 I 型肌纤维减小的倾向。Yoon 等^[28]报道股四头肌的各向异性、血管外-细胞外间隙容积分数及大腿肌肉的脂肪分数均与年龄具有显著的相关性。

MRI 是定性和定量分析肌肉的金标准^[17],然而高成本、设备使用的有限性和复杂性使其在肌少症的应用中受限;且面临组织分割算法不同、图像分析缺乏标准化方案和缺乏增龄相关大样本数据等问题,使 MRI 在骨骼肌的研究中尚有不少挑战。

3 小结

肌肉质量减少是肌少症的主要诊断标准。理想的肌肉质量评估工具应具备精确、安全、可靠及低成本的特点。MRI 和 CT 是评价肌肉定量和定性变化的金标准,但由于费用昂贵、耗时且技术复杂,使其临床应用受限。DXA 是目前公认的筛查肌少症的常用方法之一,辐射剂量较低,且具有国际共识的诊断阈值,但精准性不足。超声具有简便、经济及有效等优点,但其对体质成分的检测价值还需进一步验证。总之,影像学诊断肌少症正向成像设备的便携性和小型化发展,而大型成像设备将作为研究手段,为精准诊断和治疗以及探索其分子机制提供更多帮助。

[参考文献]

[1] Beyer I, Mets T, Bautmans I. Chronic low-grade inflammation

and age-related sarcopenia. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 2012,15(1):12-22.

[2] Fuggle N, Shaw S, Dennison E, et al. Sarcopenia. *Best Pract Res Clin Rheumatol*, 2017,31(2):218-242.

[3] Chen LK, Liu LK, Woo J, et al. Sarcopenia in Asia: Consensus report of the Asian Working Group for Sarcopenia. *J Am Med Dir Assoc*, 2014,15(2):95-101.

[4] Silva AM, Shen W, Heo M, et al. Ethnicity-related skeletal muscle differences across the lifespan. *Am J Hum Biol*, 2010,22(1):76-82.

[5] Keller K. Sarcopenia. *Wien Med Wochenschr*, 2018, doi: 10.1007/s10354-018-0618-2. [Epub ahead of print]

[6] Deschenes MR. Effects of aging on muscle fibre type and size. *Sports Med*, 2004,34(12):809-824.

[7] Peeters G, Dobson AJ, Deeg DJ, et al. A life-course perspective on physical functioning in women. *Bull World Health Organ*, 2013,91(9):661-670.

[8] Lexell J, Taylor CC, Sjostrom M. What is the cause of the ageing atrophy? Total number, size and proportion of different fiber types studied in whole vastus lateralis muscle from 15- to 83-year-old men. *J Neurol Sci*, 1988,84(2-3):275-294.

[9] Stenholm S, Harris TB, Rantanen T, et al. Sarcopenic obesity: Definition, cause and consequences. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 2008,11(6):693-700.

[10] Keller K, Engelhardt M. Strength and muscle mass loss with aging process. Age and strength loss. *Muscles Ligaments Tendons J*, 2013,3(4):346-350.

[11] Rubbieri G, Mossello E, Di Bari M. Techniques for the diagnosis of sarcopenia. *Clin Cases Miner Bone Metab*, 2014,11(3):181-184.

[12] Heymsfield SB, Smith R, Aulet M, et al. Appendicular skeletal muscle mass: Measurement by dual-photon absorptiometry. *Am J Clin Nutr*, 1990,52(2):214-218.

[13] Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing*, 2010,39(4):412-423.

[14] Shaw SC, Dennison EM, Cooper C. Epidemiology of sarcopenia: Determinants throughout the lifecourse. *Calcif Tissue Int*, 2017,101(3):229-247.

[15] 孙鹤,孙玲玲,潘诗农,等.肥胖症对体质成分的交互作用及影像学评价现状. *中国医学影像技术*, 2018,34(8):1263-1266.

[16] Prado CM, Heymsfield SB. Lean tissue imaging: A new era for nutritional assessment and intervention. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, 2014,38(8):940-953.

[17] Lustgarten MS, Fielding RA. Assessment of analytical methods used to measure changes in body composition in the elderly and recommendations for their use in phase II clinical trials. *J Nutr Health Aging*, 2011,15(5):368-375.

[18] Mitsiopoulos N, Baumgartner RN, Heymsfield SB, et al. Cadaver validation of skeletal muscle measurement by magnetic

- resonance imaging and computerized tomography. J Appl Physiol (1985), 1998, 85(1):115-122.
- [19] Lauretani F, Russo CR, Bandinelli S, et al. Age-associated changes in skeletal muscles and their effect on mobility: An operational diagnosis of sarcopenia. J Appl Physiol (1985), 2003, 95(5):1851-1860.
- [20] Swinford RR, Warden SJ. Factors affecting short-term precision of musculoskeletal measures using peripheral quantitative computed tomography (pQCT). Osteoporos Int, 2010, 21(11): 1863-1870.
- [21] Nijholt W, Scafoglieri A, Jager-Wittenaar H, et al. The reliability and validity of ultrasound to quantify muscles in older adults: A systematic review. J Cachexia Sarcopenia Muscle, 2017, 8(5):702-712.
- [22] Harris-Love MO, Monfaredi R, Ismail C, et al. Quantitative ultrasound: measurement considerations for the assessment of muscular dystrophy and sarcopenia. Front Aging Neurosci, 2014, 6:172.
- [23] Fischer MA, Nanz D, Shimakawa A, et al. Quantification of muscle fat in patients with low back pain: Comparison of multi-echo MR imaging with single-voxel MR spectroscopy. Radiology, 2013, 266(2):555-563.
- [24] Zaraiskaya T, Kumbhare D, Noseworthy MD. Diffusion tensor imaging in evaluation of human skeletal muscle injury. J Magn Reson Imaging, 2006, 24(2):402-408.
- [25] Kent-Braun JA, Ng AV, Young K. Skeletal muscle contractile and noncontractile components in young and older women and men. J Appl Physiol (1985), 2000, 88(2):662-668.
- [26] Macaluso A, Nimmo MA, Foster JE, et al. Contractile muscle volume and agonist-antagonist coactivation account for differences in torque between young and older women. Muscle Nerve, 2002, 25(6):858-863.
- [27] Nilwik R, Snijders T, Leenders M, et al. The decline in skeletal muscle mass with aging is mainly attributed to a reduction in type II muscle fiber size. Exp Gerontol, 2013, 48(5):492-498.
- [28] Yoon MA, Hong SJ, Ku MC, et al. Multiparametric MR imaging of age-related changes in healthy thigh muscles. Radiology, 2018, 287(1):235-246.

《五官头颈病变 CT 与 MR 对比临床应用》已出版

由南昌大学第一附属医院龚洪翰教授、江西省肿瘤医院徐仁根主任医师、上海交通大学医学院附属苏州九龙医院沈海林教授任主编,人民卫生出版社出版的《五官头颈病变 CT 与 MR 对比临床应用》一书已出版,并在全国发行。本书采用 CT 与 MR 对比的方式进行撰写,对五官头颈部同一疾病,在同一时间、同一层面进行扫描的 CT 与 MR 所见进行对比,通过大量疾病的 CT 与 MR 图像对比,让读者更好地理解 CT 与 MR 两种不同成像技术在五官头颈病变应用的优势与限度。本书既适用于影像专业诊断人员,也适用于眼科、耳鼻咽喉-头颈外科及口腔科专业人员。

本书是龚洪翰教授任总主编的《CT 与 MR 对比临床应用系列丛书》的第五部,其他四部分分别为《颅脑病变 CT 与 MR 对比临床应用》《胸部病变 CT 与 MR 对比临床应用》、《腹部病变 CT 与 MR 对比临床应用》及《骨骼肌肉病变 CT 与 MR 对比临床应用》。

《五官头颈病变 CT 与 MR 对比临床应用》一书为 16 开精装本,全书约 130 万字。定价 178 元,全国新华书店均有销售,也欢迎来函来电向我院购买,免费邮寄。联系人:徐珍珍;地址:南昌市永外正街 17 号,南昌大学第一附属医院;邮编:330006;联系电话:0791-88693825 或 88692582,传真:0791-88623153。邮箱:1059245012@qq.com。