

骨骼肌超声在临床中的应用进展

段若琪, 范智东

大理大学附属医院麻醉科, 云南 大理

收稿日期: 2025年7月1日; 录用日期: 2025年7月24日; 发布日期: 2025年8月4日

摘要

超声检查拥有经济性、操作便捷及设备便携性、无创性、无需患者特殊配合、无电离辐射风险等优势。超声成像为骨骼肌形态学评估提供了帮助, 其测量的参数(包括肌肉厚度、横截面积和肌纤维长度)与肌肉功能表现密切相关。近年来, 随着肌肉病理生理学变化的临床意义日益凸显, 以及随着超声成像技术的快速发展, 骨骼肌超声在临床应用中日渐受到广泛关注。其检测参数已应用于疾病进展评估、预后判断、围手术期患者状态监测, 甚至可辅助重症监护(ICU)及麻醉医师优化气管拔管决策, 从而降低相关不良事件的发生。本文系统综述了骨骼肌超声在临床中的应用。

关键词

骨骼肌超声, 肌少症, 股四头肌

Advances in Clinical Applications of Skeletal Muscle Ultrasound

Ruoqi Duan, Zhidong Fan

Department of Anesthesiology, The Affiliated Hospital of Dali University, Dali Yunan

Received: Jul. 1st, 2025; accepted: Jul. 24th, 2025; published: Aug. 4th, 2025

Abstract

Ultrasonography offers multiple advantages, including cost-effectiveness, operational convenience, portability, non-invasiveness, no requirement for special patient preparation, and absence of ionizing radiation risks. Ultrasound imaging aids in the assessment of skeletal muscle morphology, and the parameters it measures (including muscle thickness, cross-sectional area, and muscle fiber length) are closely related to muscle function performance. In recent years, as the clinical significance of muscle pathophysiological changes has become increasingly evident and with the rapid development of ultrasound imaging technology, skeletal muscle ultrasound has garnered growing attention in clinical applications. Its measurement parameters have been applied to disease progression assessment, prognosis

evaluation, perioperative patient status monitoring, and can even assist Intensive Care Unit (ICU) and anesthesiologists in optimizing tracheal extubation decisions, thereby reducing the incidence of related adverse events. This article provides a systematic review of the clinical applications of skeletal muscle ultrasound.

Keywords

Skeletal Muscle Ultrasound, Sarcopenia, Quadriceps

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

肌少症(Sarcopenia)是一种与年龄相关的进行性骨骼肌疾病,主要表现为肌肉质量减少、肌肉力量下降及躯体功能减退。该疾病常伴有跌倒、骨折、日常生活能力丧失以及认知功能障碍等严重并发症[1]。流行病学研究表明,全球肌少症的患病率约为10%~27% [2]。根据欧洲老年人肌少症工作组(EWGSOP)的共识[3],计算机断层扫描(CT)与磁共振成像(MRI)是测量肌肉质量的权威方法。因为高分辨率成像特性,所以这两种技术能准确区分骨骼肌、脂肪及其他组织,并提供细致的解剖结构信息。此外,它们还能通过分析脂肪浸润情况来评估肌肉含量。然而,CT和MRI存在成本高昂、设备体积庞大以及医疗资源分布不均等局限性,CT还有电离辐射的缺点。相比之下,超声检查具有经济高效、操作便捷及设备便携性、无创性、无需患者特殊配合、无辐射暴露等优势,使其在肌少症评估中具有重要的临床应用价值。2011年,肌少症、恶病质和消瘦障碍学会[4] (The Society on Sarcopenia, Cachexia and Wasting Disorders, SCWD)将超声纳入肌少症肌肉质量评估工具中。在《2021年中国老年人肌少症诊疗专家共识》[5]中,肌肉超声检查不仅能够直接获取肌肉厚度、横截面积及肌纤维长度等形态学参数,而且可通过测量羽状角和杨氏模量等生物力学指标有效评估肌肉功能状态。超声检查具有良好的信度与效度,因此被推荐为一种高效便捷的肌肉质量评估手段。目前,肌肉超声测量技术已在临床实践中得到广泛应用,下文将就其具体临床应用进行系统阐述。

2. 评估拔管

多项研究表明,超声测量的膈肌功能参数(包括膈肌移动度、膈肌厚度及膈肌增厚分数)与跨膈压、肺功能指标等存在显著相关性[6] [7]。Parada-Gereda等[8]通过Meta分析系统评估了膈肌移动度和膈肌增厚分数的诊断价值,结果显示这两个参数对预测机械通气撤机成功率具有良好的敏感性和特异性,且诊断准确性较为理想。然而,该研究同时发现测量体位可能对检测结果产生显著影响。Huang等[9]研究了120名接受腹腔镜根治性切除术治疗结直肠癌后入住AICU的老年人患者。使用膈肌超声和肌肉放松监测的组合在拔管后预测不良呼吸事件的可行性,不良事件发生组患者的肌肉松弛值、拔管时的安静呼吸膈肌移动距离、拔管时的深呼吸膈肌移动距离和拔管时的深呼吸膈肌厚度分数(DTF-DB)显著低于无不良事件组($P < 0.05$)。通过二元逻辑回归分析确定了拔管时的肌肉松弛值、膈肌移动距离和膈肌厚度分数作为老年患者拔管后呼吸事件的明显相关性。有研究[10]测定机械通气早期的膈肌回声强度发现,较长时间通气后膈肌回声强度增加,因此膈肌回声强度可作为一种新的超声评价指标,定量反映膈肌肌束损伤的程度。通过膈肌超声诊断膈肌功能障碍能够用来辅助拔管,预测拔管后不良呼吸事件发生,对高危患者进行干

预, 减少不良事件的发生。

3. 衰弱评估

在 Fried 提出的衰弱表型模型中, 肌肉力量减退、肌肉质量下降及肌肉功能障碍构成了衰弱的核心特征。研究表明, 维持良好的肌肉质量可作为预防衰弱发生的保护性因素[11]。Lv 等[12]通过 Fried 衰弱表将病人分为正常组、前衰弱组和衰弱组。使用带有线性换能器(5 MHz~12 MHz)的 B 型超声波(飞利浦 iU Elite, 美国华盛顿州博特尔)来评估肌肉厚度(MT)和肌肉质量。测量肌肉质量时, 参与者为仰卧位, 放松肌肉, 操纵者选择肌肉的同一部位, 将检查深度调整为 5 厘米, 冻结图像, 用 QLAB 软件进行分析, 使用默认的 5 毫米正方形取样框, 避开血管, 获得 ROI, 然后测量 ROI 的灰度值。所有测量均由同一位具有 5 年经验的超声技师完成。所有数据均测量三次, 取平均值进行进一步分析。结果发现前衰弱组参与者的股外侧肌的回声强度更高, 这表明肌肉质量的下降。在衰弱组中, 股外侧肌和前胫骨肌的肌肉厚度和质量与正常和前虚弱组相比显著下降。对比结果表明, 肌肉质量比肌肉厚度特异度更强, 在亚虚弱状态就开始表现出下降。另外, 由于超声回声强度易受皮下脂肪厚度等因素的影响, 其与衰弱客观评估指标的相关性仍存在争议, 这提示在临床应用中需结合多参数综合评估。Meza-Valderrama 等[13]的研究表明, 老年人股直肌(RF)的肌肉厚度(MT)和横截面积(CSA)与患者虚弱状态有良好相关性。Puthuchery 等[14]通过超声测量预计重症监护病房停留超过 7 天 ICU 患者第 1 天、第 3 天、第 7 天和第 10 天对股四头肌横截面积(CSA), 结果在第 10 天观察到股直肌横截面积有显著减少。在第 1 天和第 7 天使用所有 3 种测量方法评估的 28 名患者中, 股直肌横截面积减少了 10.3%, 肌纤维横截面积减少了 17.5%, 蛋白质与 DNA 的比值减少了 29.5%。在第 7 天发生多器官衰竭的患者中, 股直肌横截面积的减少更为显著。而 Canales 等[15]通过 CT 扫描患者腰大肌面积与术前超声波测量股四头肌和股直肌作比较, 结果表明股四头肌厚度和腰大肌面积能够识别虚弱患者, 但股直肌的横截面积则不具有相关性。

羽状角是由肌束与深层筋膜形成的角度, 被用来评估肌肉的收缩情况, 以及肌肉状态与力量之间的关系。Turton 等[16]对插管的重症患者肌肉厚度和羽状角进行床边超声测量, 分析肘屈肌区、内侧腓肠肌和股外侧肌的肌肉厚度和羽状角。研究结果表明, 患者在入院的 10 天内, 肘屈肌区的大小没有变化。在腓肠肌中, 5 天或 10 天内肌肉厚度或肌束倾斜角没有显著变化。在股二头肌中, 发现第 5 天时肌肉厚度和肌束倾斜角都有显著损失, 但发现肌束长度保持不变。第 5 天的肌肉损失与肌束倾斜角的减少有关。在下肢的两种肌肉中, 观察到第 1 天的肌束倾斜角与第 5 天和第 10 天损失的角度百分比之间存在正相关关系。

这些研究结果之间的不同可能是由于衰弱是一种多系统疾病, 需要从生理储备、功能障碍等多个维度进行综合评估。

4. 慢性阻塞性肺疾病(COPD)

慢性阻塞性肺疾病(Chronic Obstructive Pulmonary Disease, COPD)是一种以持续性气流受限为主要病理特征的常见呼吸系统疾病。该疾病往往伴随多系统并发症, 包括心血管系统疾病、骨骼肌功能障碍、代谢异常以及骨质疏松等。肌肉减少症(Sarcopenia)作为 COPD 重要的肺外并发症之一, 肌少症的发病率在 COPD 患者群体中显著增高。Sepúlveda-Loyola 等[17]分析了五个数据库包括 23 项研究(70%为横断面研究)涉及 9637 名≥40 岁的参与者, 系统性分析得出慢阻肺患者肌肉减少症的总体流行率估计为 27.5% [17]。Schedel 等通过超声测量健康人和慢阻肺患者的肌肉强度以及横截面积, 证实了横截面积与肌肉强度有相关性, 而且与健康人相比, 慢阻肺患者的股直肌横截面积下降约 25% [18]。加拿大研究者 Maynard-Paquette 等[19]开展了一项纵向研究, 采用超声技术评估中重度急性加重期慢性阻塞性肺疾病(COPD)患

者股四头肌形态学参数与临床症状、肺功能及膈肌收缩力的相关性。股四头肌的大小通过三种测量方法进行评估: 1) 股直肌的横截面积(Qcsa), 2) 厚度(Qthick)和 3) 收缩指数(Qci), Qci 定义为股四头肌厚度/总大腿前部厚度的比率。膈肌的收缩性通过增厚分数(TFdi)进行评估。该研究发现 Qcsa 和 Qci 在频繁急性加重的患者中显著降低。入组时测量了呼吸困难(mMRC 量表)和疾病对健康状况的影响(COPD 评估测试(CAT))。体脂免费质量指数(FFMI)通过生物电阻抗法进行评估。在包括年龄、性别、FFMI、FEV1 和 TFdi 的多元线性回归分析中, 只有 FFMI 和 TFdi 被发现与 Qci 值降低显著相关。证实了超声评估股四头肌收缩指数是可行的, 并与疾病严重程度、临床症状、加重史和膈肌收缩力相关。因此, 它可能为该人群疾病的严重程度评估提供一种新的工具。但仍需要进一步的研究来更好地确定其在该人群作为预后标志物的潜在作用。

Niu 等[20]通过对健康人和 COPD 患者股四头肌进行了灰阶超声(US)检查, 以测量其厚度(RFthick)和横截面积(RFcsa)。使用剪切波弹性成像(SWEmean)来确定 COPD 患者的股四头肌(SWERFmean)、股外侧肌(SWEVLmean)和股内侧肌(SWEVMmean)。SWE 平均值在股四头肌($P < 0.001$)之间存在统计学显著性差异, 但在健康对照组和 COPD 患者之间, RF 厚度和 RF 横截面积($P > 0.05$)没有显著性差异。SWE 反映了 COPD 患者股四头肌硬度的变化, 并且可以扩展 US 的维度以评估股四头肌。此外, SWE 平均与临床特征相关, 并且可以作为反映 COPD 患者临床特征的潜在指标, 当然其作为预后标志物的临床应用价值仍需通过更大样本量的前瞻性研究进一步验证。

5. 不同疾病的预后

5.1. 心衰

Saito 等[21]针对 65 岁及以上因心力衰竭住院的患者开展了一项前瞻性队列研究。研究者采用超声技术测量患者股四头肌厚度(Quadriceps Muscle Thickness, QMT), 包括静息状态和等长收缩状态下的测量值, 并对患者出院后进行了长达 735 天的随访以评估死亡率。该研究表示对于老年心力衰竭患者, 超声测量的安静和等长收缩时的 QMT 是可行的, 且静息和等长收缩时身高校正 QMT 独立地与较高的死亡率相关。

Fuentes-Abolafio 等[22]选择超声评估的回声纹理生物标志物作为研究对象, 通过分析这些回声标志物与性别、年龄、体重指数(BMI)、自我报告的结果、肌肉力量和老年人心脏功能障碍(HFpEF)的物理功能之间的关系, 结果表明超声声像图生物标志物与女性的肌肉力量和身体功能有关, 尤其是肌肉能量、对比度和熵。Fuentes-Abolafio 等认为, 通过超声评估的声像图生物标志物可以促进对患有 HFpEF 的老年人的管理, 监测其进展并评估对肌肉骨骼结构的治疗效果。

5.2. 终末期肾病

肌肉质量的评估是终末期肾病(ESKD)接受慢性血液透析(HD)患者营养评估的一个重要部分。Sabatino 等[23]研究了终末期肾病(ESKD)接受慢性血液透析(HD)患者的股四头肌肌肉厚度与近期死亡率的相关性, 结果表明肌肉超声波测量的远端中间股肌与死亡率独立相关。Sabatino 等认为, 无论是作为连续变量还是分类变量, 肌肉超声波测量是维持性血液透析 ESKD 患者床边营养评估中增加预后信息的简单实用工具。

5.3. 脑卒中

Nozoe 等[24]对急性中风住院康复阶段的患者, 通过超声检查在入院的第一周(第一周)、第一次检查后一周(第二周)和第二次检查后一周(第三周)对他们的患肢和健肢的股四头肌厚度进行测量。发现急性期

非行走型中风幸存者的股四头肌厚度不仅在患肢而且在非患肢也减少,特别是在入院后的第二周内。Akazawa 等[25]研究了慢性中风幸存者股四头肌厚度和回声强度的变化,随访 3 年后,患肢和健肢的股四头肌厚度显著下降(分别下降 10.3%和 17.0%)。随访 3 年后,与基线相比,患肢和健肢的股四头肌回声强度显著增加(分别增加 20.0%和 24.9%)。身体重量的变化与患肢和健肢的股四头肌厚度变化之间存在显著的正相关关系。体重减少更多的慢性中风患者,其患肢和健肢的股四头肌厚度减少趋势也更明显。结果表明,慢性中风幸存者的骨骼肌存在显著的纵向变化。预防骨骼肌的继发性变化并限制体重的下降对于改善慢性中风幸存者的预后至关重要。

6. 谵妄

Bai 等[26]使用逻辑回归和线性回归模型探讨了肌少症及其定义成分与轻度认知障碍(MCI)风险以及 428 名 80 岁及以上老年人在多个认知领域的表现之间的关联。研究表明,肌少症及其组成成分(握力、低肌肉质量)与认知障碍风险增加之间存在统计学意义,但现有数据并不支持肌少症是导致认知障碍的直接因素。

Canales 等[15]观察到超声测得的股直肌横截面积在术前识别衰弱患者(AUC 为 0.70)的价值小于测得的腰大肌横截面积(AUC 为 0.88),并且测得的腰大肌 CSA 与术后谵妄以及患者预后相关,而超声测得的股直肌 CSA 并无此相关性。

参考文献

- [1] Chen, L., Woo, J., Assantachai, P., Auyeung, T., Chou, M., Iijima, K., *et al.* (2020) Asian Working Group for Sarcopenia: 2019 Consensus Update on Sarcopenia Diagnosis and Treatment. *Journal of the American Medical Directors Association*, **21**, 300-307.E2. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2019.12.012>
- [2] Petermann-Rocha, F., Balntzi, V., Gray, S.R., Lara, J., Ho, F.K., Pell, J.P., *et al.* (2021) Global Prevalence of Sarcopenia and Severe Sarcopenia: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, **13**, 86-99. <https://doi.org/10.1002/jcsm.12783>
- [3] Cruz-Jentoft, A.J., Bahat, G., Bauer, J., Boirie, Y., Bruyère, O., Cederholm, T., *et al.* (2018) Sarcopenia: Revised European Consensus on Definition and Diagnosis. *Age and Ageing*, **48**, 16-31. <https://doi.org/10.1093/ageing/afy169>
- [4] Morley, J.E., Abbatecola, A.M., Argiles, J.M., *et al.* (2011) Society on Sarcopenia, Cachexia and Wasting Disorders Trialist Workshop, Sarcopenia with Limited Mobility: An International Consensus. *Journal of the American Medical Directors Association*, **2**, 403-409.
- [5] 刘娟, 丁清清, 周白瑜, 等. 中国老年人肌少症诊疗专家共识(2021) [J]. 中华老年医学杂志, 2021, 40(8): 943-952.
- [6] Lekshmi, S.S., Mary, T., Ann, P.F. and Jagathnath, K.K. (2020) Performance in 6-Min Walk Test in Prediction of Post-Operative Pulmonary Complication in Major Oncosurgeries: A Prospective Observational Study. *Indian Journal of Anaesthesia*, **64**, 55-61. https://doi.org/10.4103/ija.ija_533_19
- [7] Keeratichananont, W., Thanadetsuntorn, C. and Keeratichananont, S. (2015) Value of Preoperative 6-Minute Walk Test for Predicting Postoperative Pulmonary Complications. *Therapeutic Advances in Respiratory Disease*, **10**, 18-25. <https://doi.org/10.1177/1753465815615509>
- [8] Parada-Gereda, H.M., Tibaduiza, A.L., Rico-Mendoza, A., Molano-Franco, D., Nieto, V.H., Arias-Ortiz, W.A., *et al.* (2023) Effectiveness of Diaphragmatic Ultrasound as a Predictor of Successful Weaning from Mechanical Ventilation: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Critical Care*, **27**, Article No. 174. <https://doi.org/10.1186/s13054-023-04430-9>
- [9] Huang, L., Xia, B., Cheng, L., Hu, X., Zheng, L. and Cheng, F. (2023) Use of a Combination of Diaphragmatic Ultrasound and Muscle Relaxation Monitoring in Predicting Post-Extubation Adverse Respiratory Events among Elderly Patients in an Anesthesia Intensive Care Unit. *BMC Pulmonary Medicine*, **23**, Article No. 503. <https://doi.org/10.1186/s12890-023-02791-z>
- [10] Coiffard, B., Riegler, S., Sklar, M.C., Dres, M., Vorona, S., Reid, W.D., *et al.* (2021) Diaphragm Echodensity in Mechanically Ventilated Patients: A Description of Technique and Outcomes. *Critical Care*, **25**, Article No. 64. <https://doi.org/10.1186/s13054-021-03494-9>
- [11] Chan, K.S., Chan, Y.M., Chin, Y.S. and Mohd Shariff, Z. (2022) Dietary Quality, Sleep Quality and Muscle Mass Predicted Frailty among Chinese Postmenopausal Women in Malaysia. *International Journal of Environmental Research and Public*

- Health*, **19**, Article 2565. <https://doi.org/10.3390/ijerph19052565>
- [12] Lv, S., Ling, L., Shi, H., Chen, X., Chen, S., Zhu, S., *et al.* (2022) Application of Muscle Thickness and Quality Measured by Ultrasound in Frailty Assessment in China. *Frontiers in Medicine*, **9**, Article ID: 859555. <https://doi.org/10.3389/fmed.2022.859555>
 - [13] Meza-Valderrama, D., Marco, E., Muñoz-Redondo, E., Morgado-Pérez, A., Sánchez, M.T., Curbelo Peña, Y., *et al.* (2022) Musculoskeletal Ultrasound Shows Muscle Mass Changes during Post-Acute Care Hospitalization in Older Men: A Prospective Cohort Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **19**, Article 15150. <https://doi.org/10.3390/ijerph192215150>
 - [14] Puthucheary, Z.A., Rawal, J., McPhail, M., Connolly, B., Ratnayake, G., Chan, P., *et al.* (2013) Acute Skeletal Muscle Wasting in Critical Illness. *JAMA*, **310**, 1591-1600. <https://doi.org/10.1001/jama.2013.278481>
 - [15] Canales, C., Mazor, E., Coy, H., Grogan, T.R., Duval, V., Raman, S., *et al.* (2021) Preoperative Point-of-Care Ultrasound to Identify Frailty and Predict Postoperative Outcomes: A Diagnostic Accuracy Study. *Anesthesiology*, **136**, 268-278. <https://doi.org/10.1097/aln.0000000000004064>
 - [16] Turton, P., Hay, R., Taylor, J., McPhee, J. and Welters, I. (2016) Human Limb Skeletal Muscle Wasting and Architectural Remodeling during Five to Ten Days Intubation and Ventilation in Critical Care—An Observational Study Using Ultrasound. *BMC Anesthesiology*, **16**, Article No. 119. <https://doi.org/10.1186/s12871-016-0269-z>
 - [17] Sepúlveda-Loyola, W., Osadnik, C., Phu, S., Morita, A.A., Duque, G. and Probst, V.S. (2020) Diagnosis, Prevalence, and Clinical Impact of Sarcopenia in COPD: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, **11**, 1164-1176. <https://doi.org/10.1002/jcsm.12600>
 - [18] Schedel, H., Reimers, C.D., Nägele, M., Witt, T.N., Pongratz, D.E. and Vogl, T. (1992) Imaging Techniques in Myotonic Dystrophy. a Comparative Study of Ultrasound, Computed Tomography and Magnetic Resonance Imaging of Skeletal Muscles. *European Journal of Radiology*, **15**, 230-238. [https://doi.org/10.1016/0720-048x\(92\)90113-n](https://doi.org/10.1016/0720-048x(92)90113-n)
 - [19] Maynard-Paquette, A., Poirier, C., Chartrand-Lefebvre, C. and Dubé, B. (2020) Ultrasound Evaluation of the Quadriceps Muscle Contractile Index in Patients with Stable Chronic Obstructive Pulmonary Disease: Relationships with Clinical Symptoms, Disease Severity and Diaphragm Contractility. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*, **15**, 79-88. <https://doi.org/10.2147/copd.s222945>
 - [20] Niu, Y., Yue, Y., Zheng, Y., Long, C., Li, Q., Chen, Y., *et al.* (2022) SWE_{mean} of Quadriceps, a Potential Index of Complication Evaluation to Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*, **17**, 1921-1928. <https://doi.org/10.2147/copd.s374945>
 - [21] Saito, H., Fujimoto, Y., Matsue, Y., Yoshioka, K., Maekawa, E., Kamiya, K., *et al.* (2024) Ultrasound-Measured Quadriceps Muscle Thickness and Mortality in Older Patients with Heart Failure. *Canadian Journal of Cardiology*, **40**, 2555-2564. <https://doi.org/10.1016/j.cjca.2024.09.007>
 - [22] Fuentes-Abolafio, I.J., Ricci, M., Bernal-López, M.R., Gómez-Huelgas, R., Cuesta-Vargas, A.I. and Pérez-Belmonte, L.M. (2024) Relationship between Quadriceps Femoris Echotexture Biomarkers and Muscle Strength and Physical Function in Older Adults with Heart Failure with Preserved Ejection Fraction. *Experimental Gerontology*, **190**, Article 112412. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2024.112412>
 - [23] Sabatino, A., Kooman, J.P., Di Motta, T., Cantarelli, C., Gregorini, M., Bianchi, S., *et al.* (2022) Quadriceps Muscle Thickness Assessed by Ultrasound Is Independently Associated with Mortality in Hemodialysis Patients. *European Journal of Clinical Nutrition*, **76**, 1719-1726. <https://doi.org/10.1038/s41430-022-01166-7>
 - [24] Nozoe, M., Kanai, M., Kubo, H., Kitamura, Y., Shimada, S. and Mase, K. (2015) Changes in Quadriceps Muscle Thickness in Acute Non-Ambulatory Stroke Survivors. *Topics in Stroke Rehabilitation*, **23**, 8-14. <https://doi.org/10.1179/1945511915y.0000000002>
 - [25] Akazawa, N., Harada, K., Okawa, N., Kishi, M., Tamura, K. and Moriyama, H. (2021) Changes in Quadriceps Thickness and Echo Intensity in Chronic Stroke Survivors: A 3-Year Longitudinal Study. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, **30**, Article 105543. <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2020.105543>
 - [26] Bai, A., Xu, W., Sun, J., Liu, J., Deng, X., Wu, L., *et al.* (2021) Associations of Sarcopenia and Its Defining Components with Cognitive Function in Community-Dwelling Oldest Old. *BMC Geriatrics*, **21**, Article No. 292. <https://doi.org/10.1186/s12877-021-02190-1>