

先导研究肌少症与视力缺失老年患者的舌头厚度

赵达燊^{1*}&黄颖思^{2*}, 黄家强⁴, 叶志刚³, 伍可怡², 陈绰彤⁴, 陈心妍⁴, 张君仪⁴, 舒妍卉⁴, 谭舜馨⁴, 谢佩珊⁴, 叶智斌³

¹ 中国香港盲人辅导会院舍职业治疗 香港

² 中国香港理工大学中文及双语学系言语治疗所 香港

³ 中国香港东华学院医疗及健康科学学院 (职业治疗) 香港

⁴ 中国香港理工大学康复治疗科学系 (职业治疗) 香港

【摘要】肌少症是一种进行性肌肉疾病，其特征是骨骼肌质量 (Skeletal Muscle Mass) 和功能的渐进性、广泛性丧失，并且与身体功能障碍和机能衰退密切相关。当肌少症表现为舌肌萎缩 (进一步体现为舌体厚度减少) 时，舌骨上肌群肌力的减弱可能导致吞咽困难，并增加误吸风险，这种情况可能危及生命。目前，肌少症的常用筛查方法包括问卷评估、诊断量表 (diagnostic grids) 或预测公式 (prediction equations)，这些工具通常采用“排除法”测试——即通过比对多项参数来筛选无肌少症风险的人群。骨骼肌质量 (SMM) 和体重被视为最可靠且常用的评估参数，可通过生物电阻抗分析 (BIA) 仪获取。由于肌少症对吞咽功能的不良影响，亟需采用一种更具成本效益且普适性的舌体厚度测量方法用于肌少症筛查。本研究采用横断面设计，使用 3.5MHz 凸面探头测量颏舌骨肌至舌背距离 (三次测量均值作为舌厚值)，发现舌厚每减少 0.1cm，误吸风险显著增加 15% (Nakamori et al., 2020)。本研究旨在通过超声波测量舌体厚度，探究肌少症与舌体厚度的相关性，并探索推广超声波技术在肌少症筛查中的应用。研究目的本研究旨在比较健康受试者与罹患肌少症的老年患者之间的舌体厚度差异。研究方法本研究采用便利抽样法招募 35 名男女受试者。受试者符合入选标准，包括肌少症组 (n=15, 来自香港盲人辅导会) 和健康对照组 (n=25, 来自香港社区)。使用 MIRUKO® 便携式超声波设备 (日本东京 Nippon Sigmax 公司) 测量受试者舌体厚度，以颏舌骨肌下端中点至舌背的三次测量平均值作为舌体厚度值。另外采用 InBodyS10 (韩国首尔 InBody 公司) 进行生物电阻抗分析 (BIA) 测定肌肉质量、骨骼肌质量及骨骼肌质量指数 (SMI)。本研究采用欧洲老年肌少症工作组 (EWGS) 制定的骨骼肌质量指数 (SMI) 和握力标准为 7.4kg/m² 和 22kg (Bahat G 等, 2016)。研究结果在肌少症患者 (N=15) 中，舌体厚度与骨骼肌质量 (r=0.643, p=0.01) 及骨骼肌指数 (r=0.564, p=0.028) 三者呈显著正相关。舌体厚度的接受者操作特征曲线显示，4.145cm 的舌体厚度对肌少症的筛查敏感度为 80%，特异度为 70%，曲线下面积为 0.737 (p=0.018)。基于舌体厚度预测骨骼肌质量的回归模型分析显示舌体厚度可解释 35.7% 的骨骼肌质量变异 (F=7.223, df=1, p=0.019)。合并身高、体重、舌体厚度、舌肌力量及唇肌力量的回归模型可解释 95.1% 的骨骼肌质量变异 (F=19.367, df=7, p<0.001) 但仅身高与体重的系数在模型中具有统计学意义。结论与展望本研究表明，在肌少症患者当中，舌体厚度与骨骼肌质量及体重呈显著正相关，展现出舌体厚度可能可作为肌少症的筛查指标，超声波技术或可应用于肌少症筛查。早期筛查有助于减少可避免的吞咽困难与误吸所致健康损害，并缓解肌少症对医疗系统造成的经济负担。此外，超声波测量舌体厚度技术有望用于监测肌少症老年患者的口腔运动训练及康复进程。

【关键词】肌少症；吞咽困难；超声波

【收稿日期】2025 年 4 月 28 日

【出刊日期】2025 年 5 月 26 日

【DOI】10.12208/j.ijmd.20250045

Tongue thickness in older adults with sarcopenia and visual impairment: a pilot study

Chiu ATS¹ & Wong WWS², Wong TKK⁴, Yip CCK³, Ng JHY², Chan CT⁴, Chan SY⁴, Cheung KY⁴, Shu YW⁴, Tam SH⁴, Tse PS⁴, Yip BCB³

*通讯作者及共同第一作者：赵达燊，中国香港盲人辅导会院舍服务职业治疗师；黄颖思，中国香港理工大学中文及双语学系助理教授 (研究)

¹*The Hong Kong Society for the Blind Home, Hong Kong*

²*Speech Therapy Unit, Department of Chinese and Bilingual Studies, The Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong SAR, China*

³*School of Medical and Health Sciences (Occupational Therapy), Tung Wah College, Hong Kong*

⁴*Department of Rehabilitation Sciences (Occupational Therapy), The Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong*

【Abstract】 Sarcopenia is a progressive muscle disorder characterized by progressive and generalized loss of skeletal muscle mass and functions and it is strictly correlated with physical disability and functional decline. When sarcopenia presents itself as the atrophy of tongue muscles which is further manifested by a reduction of tongue thickness, the reduction of suprahyoid muscle strength may result in difficulties in swallowing and increased risks of aspiration, which can be fatal. Common screening approaches at sarcopenia include questionnaires, diagnostic grids, or prediction equations which comprise of “rule-out” tests that identify those who are not at risk of sarcopenia by comparing different parameters. SMM and bodyweight are regarded as the most reliable and common parameters and could be obtained by a bioelectrical impedance analysis (BIA) machine. The Iowa Oral Performance Instrument (IOPI) used as an intervention tool in measuring strength and endurance of tongue in healthy populations or disordered populations. Owing to the adverse impacts of sarcopenia on swallowing, there is a need for using a more cost-effective and universal method to measure tongue thickness for the screening of sarcopenia. This study aimed at measuring the tongue thickness using ultrasound, examining the correlation between sarcopenia and tongue thickness and generalizing the use of ultrasound in the screening of sarcopenia. Objectives The study aimed at comparing the tongue thickness between healthy subjects and older individuals with sarcopenia. Methods A population-based sample of 35 male and female were recruited by convenience sampling. The sample met the selection criteria and was comprised of the sarcopenia group (n=15) who were recruited from the Kowloon Home for the Aged Blind and the healthy subject group (n=25) who were recruited in the community. The tongue thickness of the subjects was examined by the MIRUKO ® Portable Ultrasound (Nippon Sigmax Co. Ltd, Tokyo, Japan). The mean value of the distance between the midpoint of the lower end of the geniohyoid muscle to the tongue dorsum obtained from the three trials was considered to be the tongue thickness. Muscle mass, Skeletal Muscle Mass(SMM) and skeletal muscle index (SMI) were measured by bioelectrical impedance analysis (BIA) using InBody S10 (InBody Co. Ltd, Seoul, Korea). This study adopted the EWGS cut-off thresholds for skeletal muscle index (SMI) hand grip strength was 7.4 kg/m² and 22 kg for females with sarcopenia. (Bahat G et al., 2016). Results Receiver operating characteristic curve on the tongue thickness revealed that the tongue thickness at 4.145cm displayed the sensitivity and specificity to classify the sarcopenia at 80% and 70% respectively. The area under the curve at 0.737 with p = 0.018. In people with sarcopenia (N= 15), there were significant correlation between tongue thickness, the skeletal muscle mass (r = 0.643, p = 0.01) and skeletal muscle index (r = 0.564, p = 0.028). Regression model on the prediction of the SMM by the tongue thickness showed that the tongue thickness explained 35.7% of the SMM (F = 7.223, df=1, p = 0.019). We incorporated Height, Weight, Tongue thickness, Tongue strength and Lip strength into the regression model, which explained 95.1% of the SMM (F=19.367, df = 7, p<0.001). However, only the coefficient of height and weight were significant in the model. Conclusion and Future Implications Our findings suggested that tongue thickness had a positive and significant correlation with skeletal muscle mass and body weight. The results revealed that tongue thickness might be an indicator of sarcopenia, and hence ultrasound could be used in the screening of sarcopenia. Early screening may help to minimize the health consequences of dysphagia and aspiration that could otherwise be avoided and the economic burden sarcopenia has exerted on the healthcare system. In addition, the use of ultrasound in measuring tongue thickness has the potential to monitor the progress of oral-motor training and rehabilitation

process of older individuals with sarcopenia.

【Keywords】Sarcopenia; Dysphagia; Ultrasound

1 引言

肌少症是一种以肌肉质量和功能加速丧失为特征的进行性肌肉疾病(Cruz-Jentoft & Sayer, 2019)。世界卫生组织于 2016 年正式将肌少症纳入国际疾病分类系统(international classification of diseases)(Anker et al., 2016)。肌少症通常与衰老相关,可导致老年人跌倒、功能衰退、衰弱及死亡率上升等多种不良后果(Yeung et al., 2019)。肌少症在香港地区发病率很高。根据亚洲肌少症共识会(AWGS)标准,82 岁老年人中男性患病率为 73.6%,女性为 67.7%(Ho 等, 2016)。研究指出,髌部骨折患者更易发展为肌少症,且 80 岁以上人群存在显著性别差异,男性患病率更高(Huber & Kirchengast, 2009)。肌少症导致的住院治疗为政府带来沉重经济负担:2000 年美国相关医疗支出达 185 亿美元,占当年总医疗支出的 5%(Jassen 等, 2004)。若肌少症患者减少 10%,每年可节省 11 亿美元医疗开支。研究显示,严重肌少症使老年患者住院风险增高 31%,大病医疗支出升高 4%(Zhang 等, 2024)。因此,早期筛查和预防对降低跌倒、骨折及相关并发症风险至关重要,同时可缓解香港地区的经济负担(Ho 等, 2016)。

目前肌少症诊断依赖于身体成分检测技术,如双能量 X 光吸光式测定仪(DXA)、电脑断层扫描(CT)和磁力共振造影(MRI)(Au 等, 2021)。肌少症的筛查与诊断可采用多种参数。常见的筛查方法包括问卷调查、诊断量表或预测公式等,这些方法主要通过参数对比来“排除”非肌少症风险人群(Yu 等, 2016)。在临床实践中,骨骼肌质量(SMM)和体重被视为最可靠且常用的参数,通常通过生物电阻抗分析(BIA)设备获取。然而,这些方法成本高昂又不便利。开发更具成本效益的早期筛查工具,作为一级预防手段以实现早期识别和干预,对改善老年人群生存质量、减少医疗支出具有重要意义。

超声检查作为一种准确和可靠的非侵入性肌肉测量方法(Nijholt 等人, 2017; Mourtzakakis 和 Wischmeyer, 2014),可用于评估肌肉的肌肉质量和肌肉大小,在肌肉功能的评价中具有重要的应用价值。针对肌少症的超声评估,代表性肌肉的选择至

关重要。过去研究发现,不仅影响骨骼肌,还会累及舌肌(Tamura, Kikutani, Tohara 等, 2012),舌肌萎缩(表现为舌体厚度减少)可视为肌少症的临床表现之一。舌部相关参数(如舌运动、舌面积和舌体积),均可基于超声诊断算法进行测量(Lahav 等, 2009)。

通过超声评估的舌厚与老年人吞咽困难(尤其是在肌肉减少症的背景下)之间的关系已成为重要的研究课题。多项研究表明,舌厚与肌肉减少症相关的吞咽困难之间存在相关性。值得注意的是,Tamura 等人指出,舌厚减少与营养不良和肌肉减少症有关,这表明舌肌质量减少是导致老年人吞咽困难的原因之一(Tamura et al., 2012)。报告称,舌压降低(表明舌肌力量减弱)的老年人更容易出现吞咽困难,这表明保持舌头厚度对于有效吞咽至关重要(Nakamori et al., 2020)。李等人进一步阐述了舌肌质量对吞咽困难的影响,报告称,口腔肌肉质量(包括舌头厚度)较低的卒中后患者吞咽功能较差(Li et al., 2025)。这项研究支持了肌肉健康对吞咽至关重要的观点。同样,Sanz-París 等人强调,对咬肌和舌肌进行超声测量可以有效识别老年人的营养不良和肌肉减少症风险,强调了面部结构肌肉健康与吞咽能力之间的相互关联(Sanz-París et al., 2021)。

多项研究强调了老年人舌头厚度的关键因素。值得一提的是,Nakamori 等人研究了 254 名老年人的舌头厚度超声波测量结果,旨在将这些测量结果与舌压和整体吞咽功能关联起来。他们的研究结果表明,提示存在吞咽障碍的潜在风险(Nakamori et al., 2020)。

值得注意的是,Tagami 等人探讨了超声回声强度与老年人舌厚及舌功能之间的关系,揭示了舌体质量增加与舌功能之间存在明显的关联。他们的研究结果支持了舌厚增加通常伴随功能衰退的观点(Tagami et al., 2022)。与此同时,Ariya 等人的研究强调,舌的形态尺寸之间不仅存在定量关系,还存在可能影响老年人口腔健康的定性属性,这表明舌厚与舌功能之间存在复杂的相互作用和肌肉完整性(Ariya et al., 2019)。

2 研究方法

2.1 研究设计

本研究采用横断面研究设计,旨在比较健康人群与老年肌少症患者的舌体厚度差异。

2.2 样本选取

研究采用便利抽样法,从社区健康人群中招募受试者作为健康对照组,同时选取九龙盲人安老院确诊的老年肌少症患者作为研究组,两组数据进行对比分析。

健康对照组的纳入标准包括:年满 18 岁或以上、体重指数(BMI)处于正常范围(18.5-24.9)、无肌少症诊断史、能够签署书面知情同意书。同时排除确诊患有痴呆、吞咽困难等慢性疾病,以及存在口腔结构异常或颌面部功能障碍的受试者。肌少症组除需满足年龄和知情同意要求外,必须经临床确诊为肌少症,其他排除标准与健康对照组保持一致。

2.3 数据收集程序(Data Collection procedures)

符合纳入和排除标准的受试者被邀请签署电子知情同意书。在签署同意书后,研究人员将对受试者进行舌体厚度测量,并收集包括年龄、性别、身高、体重、体重指数(BMI)在内的人口统计学数据。

2.3.1 受试者舌体厚度测量方法

本研究使用 MIRUKO®便携式超声波设备(日本东京 Nippon Sigmax 公司生产)对所有受试者进行无创生物反馈式超声波检测。测量采用 3.5MHz 凸面探头,受试者取坐位,颈部上段保持 30-35 度伸展(Nakamori 等, 2020),必要时可使用头部支撑。

研究人员首先在受试者下颌正中矢状面均匀涂抹超声波导电凝胶,随后将传感器准确定位在该区域(Preston 等, 2017)(图 1)。为确保测量准确性,受试者被要求在检测过程中持续发出/ga/音。当超声图像显示最清晰的舌体轮廓时,操作人员立即冻结图像,精确测量从颏舌骨肌下端中点至舌背的垂直距离(cm)(Ogawa 等, 2018)(图 2)。为最大限度保证数据可靠性,每位受试者均重复进行三次完整测量流程,最终取三次测量结果的平均值作为该受试者的舌体厚度数据。

本研究所采用的测量方案严格遵循九龙盲人安老院职业治疗科的标准化临床操作规范,该方案已广泛应用于老年住客的常规评估中,从而确保本研究测量方法与临床实践的高度一致性和结果可比性。

2.3.2 老年肌少症患者数据采集

肌肉质量通过生物电阻抗分析(BIA)进行测量,使用 InBody S10 设备(韩国首尔 InBody 公司生产)。测量时,受试者取仰卧位,在四肢分别贴附四个电极。测量内容包括四肢肌肉质量、躯干肌肉质量及骨骼肌质量指数(SMI)。SMI 的计算方法为四肢肌肉质量(kg)除以身高(米)的平方。尽管双能量 X 射线吸收测定法(DXA)被视为身体成分测量的金标准,但已有研究证实 BIA 与 DXA 的测量结果具有高度相关性(Fukuoka 等, 2019)。本研究采用的骨骼肌质量指数(SMI)和握力临界值参考欧洲老年肌少症工作组(EWGS)标准,其中女性肌少症患者的 SMI 临界值为 7.4 kg/m²,握力临界值为 22 kg (Bahat G 等, 2016)。

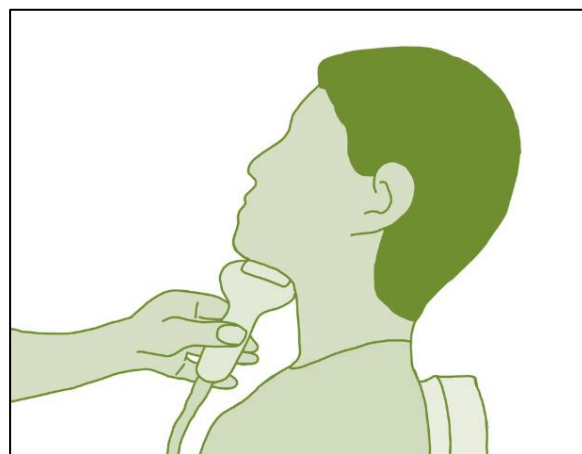


图 1 舌体厚度之超声波生物反馈测量

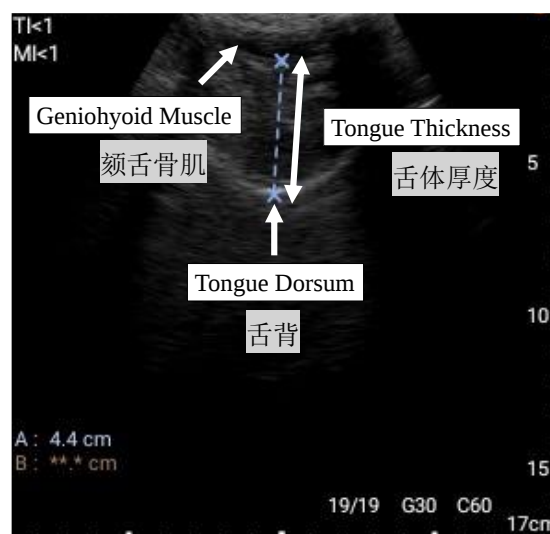


图 2 健康受试者舌体厚度超声测量数据

3 统计分析

本研究采用 IBM SPSS Statistics 26 统计软件 (IBM 公司, 2019 年版) 进行数据分析。根据数据分布特征, 计量资料以中位数 (四分位距) 或均值 ± 标准差表示, 分类资料以例数 (百分比) 表示。首先通过曼惠特尼 U 检定 (Mann-Whitney U test) 比较健康受试者与老年肌少症患者舌体厚度的组间差异。为评估舌体厚度对肌少症的筛查价值, 研究构建了受试者工作特征曲线 (ROC 曲线), 并计算其曲线下面积、敏感度和特异度等指标。同时采用一般线性回归模型分析老年肌少症患者舌体厚度的影响因素。所有

统计分析均采用双侧检验, 显著性水平设定为 $p < 0.05$ 。研究严格遵循欧洲老年肌少症工作组 (EWGS) 的诊断标准, 确保数据分析的规范性和可比性。

4 研究结果

本研究共招募 35 名受试者, 包括 20 名健康成人和 15 名老年肌少症患者。两组在年龄、身高及舌体厚度等指标上均存在显著差异。具体而言, 健康成人组的平均舌体厚度为 $4.09 (0.17)$ cm, 而肌少症患者组的平均舌体厚度则达到 $4.40 (0.40)$ cm。表 1 详细展示了两组受试者在体重、身高、体重指数 (BMI) 以及舌体厚度等指标的比较结果。

表 1 健康受试者与老年肌少症患者临床特征比较

	肌少症患者组		健康成人组		
	平均值	标准差 (S.D.)	平均值	标准差 (S.D.)	
年龄 (岁)	87.73	(8.78)	21.10	(0.64)	$p < 0.001^*$
体重 (kg)	49.41	(11.44)	53.50	(5.65)	$p = 0.364$
身高 (cm)	151.13	(9.13)	162.45	(7.19)	$p = 0.001^*$
体重指数 (kg/m^2)	21.63	(4.64)	20.25	(1.43)	$p = 0.298$
舌体厚度 (cm)	4.40	(0.40)	4.09	(0.17)	$p = 0.017^*$
骨骼肌质量 (kg)	15.07	(3.24)			
骨骼肌质量指数 (kg/m^2)	6.56	(1.04)			
平均握力 (kgf)	10.13	(2.51)			
舌肌力量 (kPa)	20.82	(9.21)			
唇肌力量 (kPa)	15.71	(6.66)			

注: *采用曼惠特尼 U 检定进行统计分析

舌体厚度的受试者工作特征曲线 (ROC 曲线, 图 3) 分析显示, 当以 4.145cm 作为临界值时, 其对肌少症的筛查敏感度为 80%, 特异度为 70%。曲线下面积为 0.737 ($p=0.018$)。

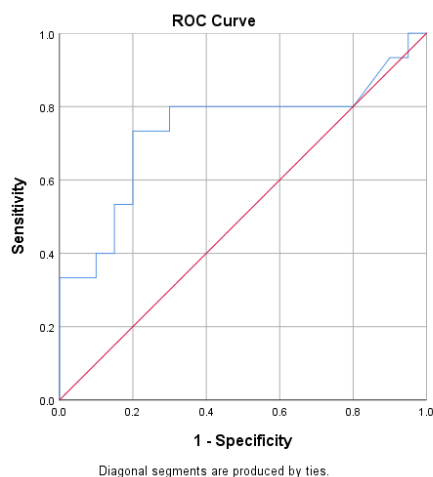


图 3 舌体厚度测量的受试者工作特征曲线 (ROC 曲线)

为深入探究肌少症患者的舌体厚度特征, 我们对肌少症组 ($N=15$) 进行了亚组分析。

4.1 肌少症患者的亚组分析

在老年肌少症患者群体中 ($N=15$), 研究发现舌体厚度与骨骼肌质量 ($r=0.643$, $p=0.01$) 及骨骼肌质量指数 ($r=0.564$, $p=0.028$) 的相关性, 舌体厚度作为单一预测变量时, 能够显著解释骨骼肌质量 35.7% 的变异 ($F=7.223$, $df=1$, $p=0.019$)。

我们将身高、体重、舌体厚度、舌肌力量和唇肌力量纳入回归模型, 该模型可解释 95.1% 的骨骼肌质量 (SMM) ($F=19.367$, $df=7$, $p<0.001$)。然而在模型中, 仅身高和体重的回归系数具有统计学显著性。

5 讨论

研究结果显示, 舌体厚度可能作为老年肌少症患者的筛查指标, 且与骨骼肌质量存在显著相关性。然而, 这项初步研究还发现了一些关于肌少症的值得探讨的现象, 将在下文详细阐述。

为了研究肌肉减少症研究对象的舌厚度，我们进一步分析了他们的数据，在患有肌肉减少症的老年人（N=15）中，舌厚度、骨骼肌重（ $r=0.643$ ， $p=0.01$ ）和骨骼肌质量指数（ $r=0.564$ ， $p=0.028$ ）之间存在显著的关系。回归模型运用舌头厚度预测骨骼肌重，显示舌头厚度解释了 35.7% 的骨骼肌重（ $F=7.223$ ， $df=1$ ， $p=0.019$ ）。我们将身高、体重、舌

厚度、舌肌肉力量和唇肌肉力量纳入回归模型，解释了 95.1% 的骨骼肌重（ $F=19.367$ ， $df=7$ ， $p<0.001$ ）。然而，只有身高和体重的系数在模型中是显著的。

作为极少数探讨香港肌少症患者舌厚及其他肌少症相关指数的研究之一，本研究为香港患者的口腔功能提供初步数据，我们亦尝试将数据和其他研究所得作比较（见表 2）。

表 2 反映这项研究肌少症与社区健康长者，各样参数指标作比较

指标	肌少症患者组	健康成人组
舌厚度（cm）	4.4	5.30（Tagami et al, 2022）
骨骼肌重（公斤）SMM	15.07	N/A
骨骼肌质量指数（公斤/米 ² ）SMI	6.56	N/A
平均手握力（千克力）	10.13	24.20（Nakamori et al., 2020）
舌头肌肉力量（千帕）	20.82	35.70（Tagami et al, 2022）
唇部肌肉力量（千帕）	15.71	N/A

5.1 肌少症筛查

健康人群与肌少症患者之间的骨骼肌质量差异，可能解释了两组舌体厚度存在显著差异的原因。Tamura 等学者（2012）的研究表明，舌体厚度与中臂肌量（肌肉质量的指标之一）存在显著相关性。肌少症患者的骨骼肌容积会出现萎缩，而作为骨骼肌组成部分的舌肌，其厚度也会相应减小。因此，舌体厚度初步具备作为区分健康人群与肌少症患者的筛查指标的价值。

5.1.1 生物反馈超声波研究

本研究通过超声波检测发现，肌少症患者的舌体厚度与体重及骨骼肌质量（SMM）呈显著正相关。尽管该结论仍需大样本验证，但提示舌体厚度超声波测量值可能成为肌少症筛查的新型生物学标志物。研究同时证实，生物反馈超声波设备在肌少症早期筛查中具有临床应用价值。

就超声波设备而言，其具备快速、无创等优势，特别适用于舌部形态学的临床研究。该设备不仅能实时提供舌肌运动生物反馈与动态超声波影像，辅助医师评估口咽功能，更因其与肌少症的高度相关性，在社区医疗场景中展现出重要筛查潜力——通过标准化超声波舌厚度测量，可在基层卫生服务中心、社区老年健康驿站及长期照护机构等场所建立肌少症筛查网络。

5.1.2 筛查工作的重要意义

通过早期筛查识别肌少症患者，能够为及时干预创造条件，这一理念与基层医疗（Primary Health Care, PHC）强调慢性病早发现、早干预的原则高度一致。我们建议优先针对 65 岁及以上高危人群开展系统化筛查工作。在具体实施层面，政府部门可通过社交媒体平台宣传、社区健康讲座等多种渠道提升公众对肌少症筛查的认知和参与度。在宣传推广过程中，应重点强调超声波检测设备的四大核心优势：其无创性可避免传统肌肉活检带来的创伤；高效性体现在单次检测仅需 3 分钟即可完成；可靠性表现为测量结果与 DXA（双能量 X 光吸收式测定仪）金标准具有高度一致性（Zhang 等，2024）；特异性则反映在舌厚度指标与肌少症严重程度呈现显著相关性。这些特点使其特别适合在社区环境中大规模推广应用。

5.1.3 临床实践中测量舌体厚度的重要性

本研究证实，测量舌体厚度对筛查肌少症患者至关重要。通过监测舌体厚度或可早期发现吞咽障碍，从而预防肌少症恶化。舌体在吞咽过程中起关键作用，负责控制并推动食团进入食管，其功能直接影响患者的营养状况。舌体肌群无力可能导致致吞咽失败，引发吞咽障碍。

存在吞咽障碍的老年患者常伴有营养状况恶化，由于蛋白质摄入不足影响肌细胞合成，最终加剧肌少症发展。通过测量舌体厚度，职业治疗师能在肌

少症发生前筛查出吞咽障碍相关风险。针对老年患者的营养干预,可通过调整食物性状实施,例如使用增稠剂或提供糊状膳食。

Yeates 等(2008)研究表明,职业治疗师实施的口腔运动训练方案能通过特定的舌体锻炼改善肌肉功能,有效预防营养不良相关肌少症。因此,在基层医疗中监测舌体厚度可作为预防肌少症进展的有效手段。

6 生物反馈超声波临床应用面临的挑战与解决方案

在临床实践中应用生物反馈超声波技术主要面临以下挑战。

6.1 可靠性问题

在临床实践中应用生物反馈超声波技术面临若干可靠性问题。首先,由于需要临床医师手动采集并视觉判读图像来识别疾病特征,这一过程本身就会引入测量误差和评估者间差异(Shen 等, 2021)。其次,临床医师专业培训和经验的不足可能进一步降低筛查的可靠性。值得注意的是,生物反馈超声波设备并非专业诊断级超声仪器,而合格的超声波诊断技师需要经过系统培训认证才能确保图像采集和解读的准确性。相比之下,在严格遵循标准化操作流程的前提下,职业治疗师及职业治疗实习学生并未接受医学影像专业训练,其在设备操作、图像获取和判读方面的经验不足,可能导致筛查准确性下降和敏感性降低。但经过针对性培训后可有效完成基础筛查任务。

为提高筛查可靠性,可采取多学科协作模式。言语治疗师和职业治疗师可在口腔运动干预方面开展合作。以香港地区为例,二者在口腔运动训练领域存在职能重叠,但职业治疗师在该领域的角色定位尚不明确。通过协作可促进专业间的相互理解,实现知识和技能的互补。此外,生物医学工程师和电子工程师可开发人工智能辅助系统,通过算法识别复杂模式并对影像数据进行定量评估,例如自动识别肌少症特征(Drukker 等, 2020)。这类技术还能优化探头定位等操作环节,提高真阳性/阴性率,降低误判风险。

同时,应加强对职业治疗师的专业培训。针对生物反馈超声波设备在职业治疗中的潜在价值,可通过系统培训提升治疗师的设备操作能力,并借助技术推广活动增进其对设备原理的理解。这些措施

将有效提升筛查的标准化程度和可靠性。

6.2 建议:生物反馈超声波设备的进一步应用

生物反馈超声波设备在临床实践中具有广阔的应用前景,其价值不仅体现在肌少症和口腔衰弱的早期筛查方面,更可作为口腔运动功能康复训练的重要辅助工具。该技术通过实时超声波成像功能,实现了治疗过程的动态可视化:一方面使患者能够直观地观察自身舌体的伸展、回缩和上抬等运动轨迹,另一方面为治疗师提供了精准评估舌位空间定位和运动范围的客观依据。在具体临床应用上,作业治疗师(OT)可基于实时影像反馈,指导患者完成特定目标姿势的训练;而言语治疗师(ST)则可针对性地设计改善舌肌控制能力的康复方案。临床实践表明,规范使用该设备可产生多重效益:显着提升患者的舌肌运动控制能力,有效降低吸入性肺炎的发生风险,并显着改善吞咽功能质量。

6.3 研究局限性

本研究存在若干局限性需加以说明。首先,研究样本量较小且采用便利抽样法,健康受试者年龄范围较窄(20-23岁),这限制了研究结果在更广泛人群中的推广性(Jager 等, 2017)。样本量的不足可能掩盖了舌体厚度与其他健康参数间的潜在关联,例如虽然骨骼肌质量指数(SMI)与舌体厚度未显示显着相关性,但SMI计算所依据的身高和骨骼肌质量(SMM)却与舌体厚度存在显着预测关系,这种矛盾现象可能是由于计算过程中各因素的交互效应所致。为增强统计效力,未来需要开展更大规模的研究。

其次,本研究未对生物反馈超声测量的评估者间及评估者内信度进行检验。为减少不同检查者间的测量变异,建议后续研究采用多人重复测量并结合专家督导的方式进行设备校准(Castro, 2019)。考虑到已有研究对便携式超声波设备可靠性的质疑(Winiker 等, 2021),我们的研究发现仍需进一步验证。

第三,本研究未纳入睡眠呼吸暂停的影响因素。现有研究表明,老年睡眠呼吸暂停患者因脂肪过度沉积会导致舌体增厚(Wang 等, 2020),而未经治疗的睡眠呼吸暂停会显着增加衰弱和肌少症的发生风险(McFerrin, 2018)。这种共病状态可能影响我们对舌体厚度与肌少症相关性的解读,建议未来研究纳入睡眠呼吸暂停病史作为协变量。

7 结论

本研究探讨了采用超声波测量舌体厚度作为肌少症筛查工具的可行性。研究结果显示,健康人群与肌少症患者的舌体厚度存在显著差异,数据分析证实舌体厚度与肌少症具有相关性。这表明,通过生物反馈超声波测量舌体厚度有望实现肌少症的早期筛查。然而,该技术在临床应用仍面临若干挑战,包括测量可靠性的问题以及患者在检测过程中配合度不足的情况。值得注意的是,除筛查功能外,生物反馈超声还可用于口腔训练中的舌体运动观察。

本研究存在样本量较小、未检验评估者内及评估者间信度,以及未考虑睡眠呼吸暂停影响因素等局限性。建议后续研究扩大样本规模,进一步验证生物反馈超声作为筛查工具的有效性,同时应将睡眠呼吸暂停病史纳入考虑因素。这些改进将有助于提升该技术在肌少症早期识别中的临床应用价值。

参考文献

- [1] Adams, V., Mathisen, B., Baines, S., Lazarus, C., & Callister, R. (2013). A Systematic Review and Meta-analysis of Measurements of Tongue and Hand Strength and Endurance Using the Iowa Oral Performance Instrument (IOPI). *Dysphagia*, 28(3), 350-369.
- [2] Anker SD, Morley JE, von Haehling S. Welcome to the ICD-10 code for sarcopenia. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2016 Dec;7(5):512-514. doi: 10.1002/jcsm.12147. Epub 2016 Oct 17. PMID: 27891296; PMCID: PMC5114626.
- [3] Ariya, C., Tohara, H., Nakagawa, K., Hara, K., Nakane, A., Yamaguchi, K., ... & Minakuchi, S. (2019). Association between echo intensity of the tongue and its thickness and function in elderly subjects. *Journal of Oral Rehabilitation*, 46(7), 634-639. <https://doi.org/10.1111/joor.12788>
- [4] Au, Chan, W. L. D., Tiu, K. L., Lee, K. B., Lee, W., & Chan, A. C. M. (2021). Prevalence of sarcopenia and the association of sarcopenia, premorbid factors, early functional outcome and 1-year mortality in Hong Kong Chinese fragility hip fracture patients. *Journal of Orthopaedics, Trauma and Rehabilitation*, 28, 221049172199598.
- [5] Bahat G, Tufan A, Tufan F, Kilic C, Akpinar TS, Kose M, Erten N, Karan MA, Cruz-Jentoft AJ. (2016). Cut-off points to identify sarcopenia according to European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP) definition. *Clin Nutr*, 35(6), 1557-1563.
- [6] Castro, J., Livino de Carvalho, K., Silva, P. E., Fachin-Martins, E., Babault, N., Marqueti, R. de, & Durigan, J. L. (2019). Intra- and inter-rater reproducibility of ultrasound imaging of patellar and quadriceps tendons in critically ill patients. *PLOS ONE*, 14(6).
- [7] Chen, Y., Chen, P., Wang, Y., Wang, T., & Han, D. (2020). Decreased swallowing function in the sarcopenic elderly without clinical dysphagia: a cross-sectional study. *BMC Geriatrics*, 20(1). <https://doi.org/10.1186/s12877-020-01832-0>
- [8] Cruz-Jentoft, & Sayer, A. A. (2019). Sarcopenia. *The Lancet (British Edition)*, 393(10191), 2636-2646.
- [9] Drukker, L., Noble, J. A., & Papageorgiou, A. T. (2020). Introduction to artificial intelligence in ultrasound imaging in obstetrics and gynecology. *Ultrasound in Obstetrics & Gynecology*, 56(4), 498-505.
- [10] Food and Health Bureau. (2020). Primary Care Development in Hong Kong: Strategy Document. https://www.fhb.gov.hk/download/press_and_publications/otherinfo/101231_primary_care/e_strategy_doc.pdf
- [11] Fukuoka, Y., Narita, T., Fujita, H., Morii, T., Sato, T., Sassa, M. H., & Yamada, Y. (2019). Importance of physical evaluation using skeletal muscle mass index and body fat percentage to prevent sarcopenia in elderly Japanese diabetes patients. *Journal of diabetes investigation*, 10(2), 322-330.
- [12] G. (2016). Tongue interface based on surface EMG signals of suprahyoid muscles. *ROBOMECH Journal*, 3(1).
- [13] Ho, A. W. H., Lee, M. M. L., Chan, E. W., Ng, H. M., Lee, C. W., Ng, W. S., & Wong, S. H. (2016). Prevalence of pre-sarcopenia and sarcopenia in Hong Kong Chinese geriatric patients with hip fracture and its correlation with different factors. *Hong Kong Medical Journal = Xianggang Yi Xue Za Zhi*, 22(1), 23-29.
- [14] Huber, & Kirchengast, S. (2009). Gender and age

- differences in lean soft tissue mass and sarcopenia among healthy elderly. *Anthropologischer Anzeiger*, 67(2), 139-151.
- [15] IBM Corp. (2019). IBM SPSS Statistics for Windows, Version 26.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- [16] Jager, J., Putnick, D. L., & Bornstein, M. H. (2017). More than just convenient: The scientific merits of homogenous convenience samples. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 82(2), 13-30.
- [17] Janssen, Shepard, D. S., Katzmarzyk, P. T., & Roubenoff, R. (2004). The Healthcare Costs of Sarcopenia in the United States. *Journal of the American Geriatrics Society (JAGS)*, 52(1), 80-85.
- [18] Lahav, Y., Rosenzweig, E., Heyman, Z., Doljansky, J., Green, A., & Dagan, Y. (2009). Tongue base ultrasound: A diagnostic tool for predicting obstructive sleep apnea. *Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology*, 118(3), 179-184.
- [19] Li, G., Huang, Y., Wu, J., Leong, C., & Cheng, C. (2025). Swallowing therapy effects on oral muscle mass, tongue function, swallowing, and nutrition in stroke patients with dysphagia. *Neurorehabilitation*, 56(2), 164-174.
- [20] McFerrin, C. A., Malmstrom, T. K., Morley, J. E., & Bourey, R. E. (2018). Sarcopenia, Frailty, and Cognitive Dysfunction in Adults with Untreated Sleep Apnea. *Sleep (New York, N.Y.)*, 41(suppl_1), 274-274.
- [21] Mourtzakis, & Wischmeyer, P. (2014). Bedside ultrasound measurement of skeletal muscle. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 17(5), 389-395.
- [22] Nakamori, M., Imamura, E., Fukuta, M., Tachiyama, K., Kamimura, T., Hayashi, Y., ... & Wakabayashi, S. (2020). Tongue thickness measured by ultrasonography is associated with tongue pressure in the Japanese elderly. *Plos One*, 15(8), e0230224.
- [23] Nijholt, Scafoglieri, A., Jager-Wittenaar, H., Hobbelen, H., & van der Schans, C. P. (2017). The reliability and validity of ultrasound to quantify muscles in older adults: a systematic review. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 8(5), 702-712.
- [24] Ogawa, N., Mori, T., Fujishima, I., Wakabayashi, H., Itoda, M., Kunieda, K., ... & Ogawa, S. (2018). Biofeedback ultrasound to measure swallowing muscle mass and quality in older patients with sarcopenic dysphagia. *Journal of the American Medical Directors Association*, 19(6), 516-522.
- [25] Panara, K., Ramezanpour Ahangar, E., & Padalia, D. (2021). Physiology, Swallowing. In StatPearls. StatPearls Publishing.
- [26] Preston, J. L., McAllister Byun, T., Boyce, S. E., Hamilton, S., Tiede, M., Phillips, E., Rivera-Campos, A., & Whalen, D. H. (2017). Ultrasound Images of the Tongue: A Tutorial for Assessment and Remediation of Speech Sound Errors. *Journal of visualized experiments : JoVE*, (119), 55123.
- [27] Sanz - París, A., Gonzalez-Fernandez, M., Río, L., Ferrer-Lahuerta, E., Monge-Vazquez, A., Losfablos-Callau, F., ... & Arbones-Mainar, J. (2021). Muscle thickness and echogenicity measured by ultrasound could detect local sarcopenia and malnutrition in older patients hospitalized for hip fracture. *Nutrients*, 13(7), 2401.
- [28] Sasaki, M., Onishi, K., Stefanov, D., Kamata, K., Nakayama, A., Yoshikawa, M., & Obinata, G. (2016). Tongue interface based on surface EMG signals of suprahyoid muscles. *ROBOMECH Journal*, 3(1).
- [29] Shen, Y. T., Chen, L., Yue, W. W., & Xu, H. X. (2021). Artificial intelligence in ultrasound. *European Journal of Radiology*, 109717.
- [30] Solomon, N. (2004). Assessment of tongue weakness and fatigue. *International Journal of Orofacial Myology*, 30(1), 8-19.
- [31] Tagami, Y., Fujimoto, K., Goto, T., Suito, H., Nagao, K., & Ichikawa, T. (2022). Measurement of ultrasonic echo intensity predicts the mass and strength of the tongue muscles in the elderly. *Journal of Oral Science*, 64(1), 44-48.
- [32] Tamura, F., Kikutani, T., Tohara, T., Yoshida, M., & Yaegaki, K. (2012). Tongue thickness relates to nutritional status in the elderly. *Dysphagia*, 27(4), 556-561.
- [33] Tournadre, Vial, G., Capel, F., Soubrier, M., & Boirie, Y. (2019). Sarcopenia. *Joint, Bone, Spine : Revue Du*

- Rhumatisme, 86(3), 309-314.
- [34] Wang, S. H., Keenan, B. T., Wiemken, A., Zang, Y., Staley, B., Sarwer, D. B., Torigian, D. A., Williams, N., Pack, A. I., & Schwab, R. J. (2020). Effect of weight loss on upper airway anatomy and the apnea-Hypopnea index. the importance of tongue fat. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 201(6), 718-727.
- [35] Winiker, K., Burnip, E., Gozdzikowska, K., Hernandez, E. G., Hammond, R., Macrae, P., Thomas, P., & Huckabee, M.-L. (2021). Ultrasound: Reliability of a pocket-sized system in the assessment of swallowing. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 64(8), 2928-2940.
- [36] Yeates, Molfenter, S. M., & Steele, C. M. (2008). Improvements in tongue strength and pressure-generation precision following a tongue-pressure training protocol in older individuals with dysphagia: three case reports. *Clinical Interventions in Aging*, 3(4), 735-747.
- [37] Yeung, S., Reijnierse, E. M., Pham, V. K., Trappenburg, M. C., Lim, W. K., Meskers, C., & Maier, A. B. (2019). Sarcopenia and its association with falls and fractures in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Journal of cachexia, sarcopenia and muscle*, 10(3), 485-500.
- [38] Zhang, Q., Kang, L., Wang, J. Y., Xi, H., Yu, P. L., Zhang, C. T., Tuo, X. P., ... Liu, X. H., Geriatrics Branch of Chinese Medical Association, & Editorial Committee of Chinese Journal of Geriatrics. (2024). Lao nian ren ji shao zheng men zhen guan li gui fan Zhongguo zhuan jia gong shi (2024 ban) [Chinese expert consensus on the management of sarcopenia in outpatient clinics for the elderly (2024 edition)]. *Zhonghua Lao Nian Yi Xue Za Zhi* [Chinese Journal of Geriatrics], *43*(12), 1511-1517.
- [39] ZHANG Yiliang, GAO Mingliang, HUANG Lei, SHI Ruzhu, TONG Yong. Parameter Analysis and Uncertainty Evaluation of Dual Energy X-Ray Bone Density Phantom Calibration Device[J]. *Metrology Science and Technology*, 2025, 69(3): 60-66.
- 版权声明:** ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

**OPEN ACCESS**