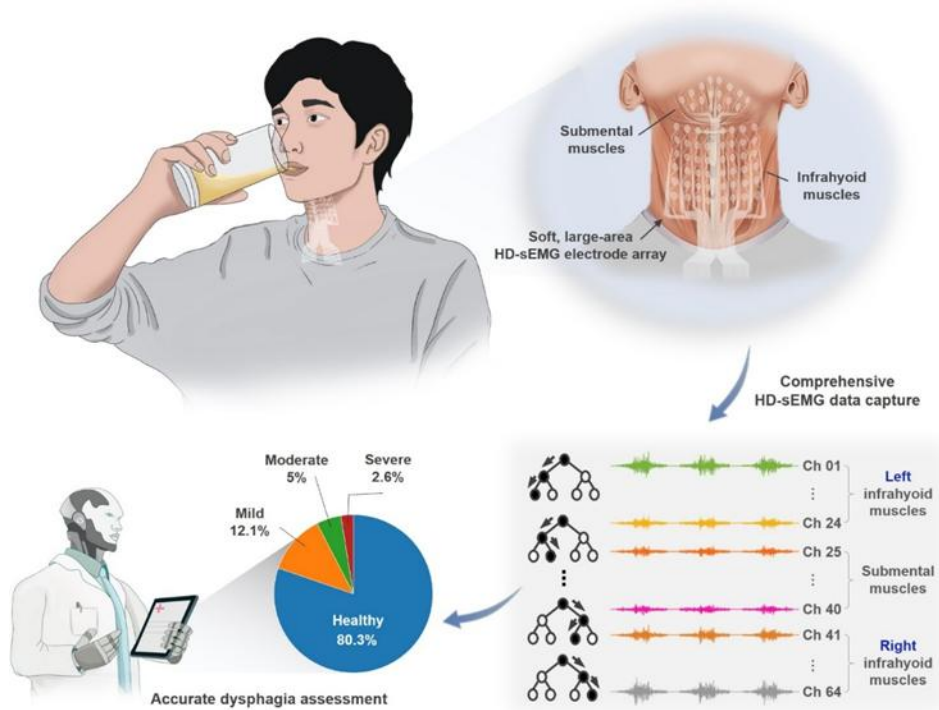


# 全球首创柔性 sEMG 电极阵列技术体系 构建吞咽障碍医养结合评估新范式

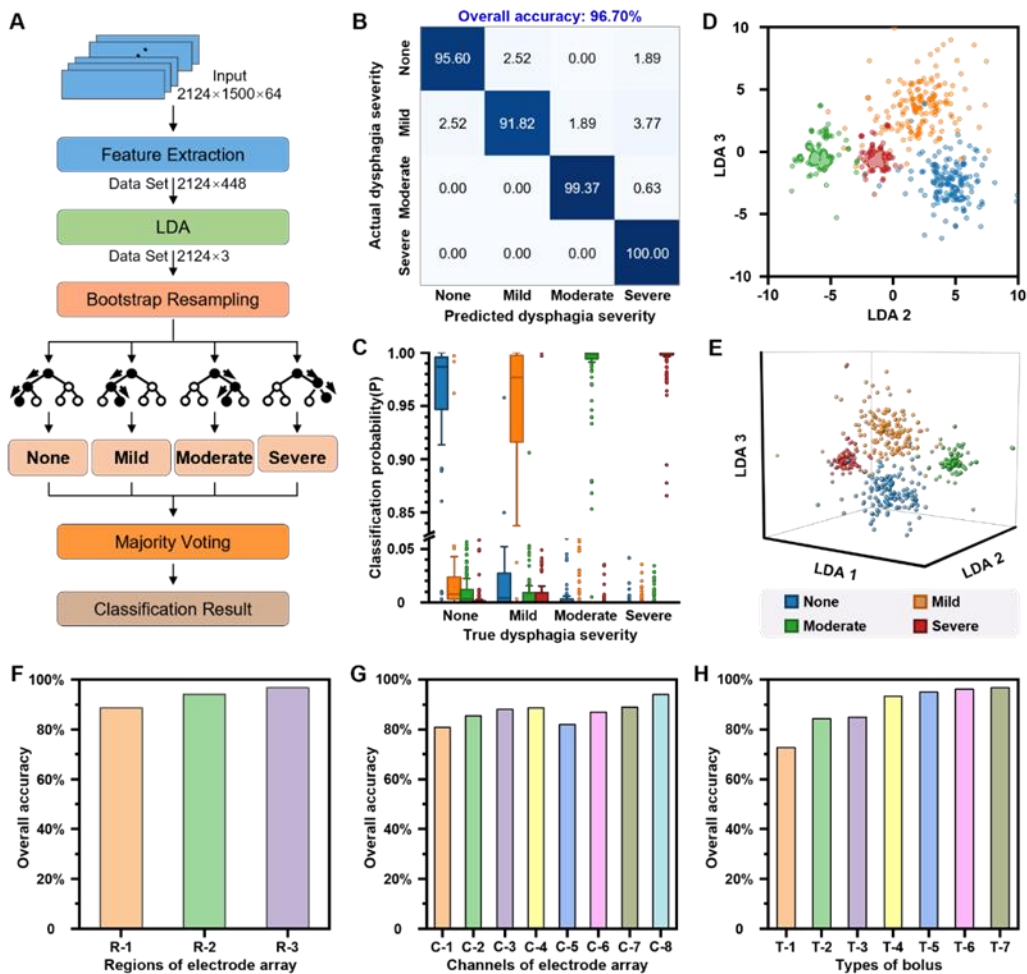
2025 年 3 月 24 日，浙江省医学会医养结合分会主任委员陈作兵教授研究成果 “Accurate and Noninvasive Dysphagia Assessment via a Soft High-Density sEMG Electrode Array Conformal to the Submental and Infrahyoid Muscles” 发表于国际权威期刊《Advanced Science》。



吞咽障碍作为临床高发健康问题，在老年群体、脑卒中患者中尤为普遍，不仅直接降低患者进食体验与生活品质，更易诱发吸入性肺炎、脱水、营养不良等严重并发症，是医养结合服务中亟需破解的核心康复难题。传统吞咽功能诊断依赖造影、内窥镜等侵入性检查，搭配主观量表评估，存在操作繁琐、创伤性强、结果主观性

大等短板，难以匹配医养结合场景下无创便捷、客观精准、居家可及的核心需求。

近年来，表面肌电（sEMG）技术凭借无创、高灵敏、实时监测的独特优势，成为吞咽功能评估的新兴方向。该技术通过皮肤表面电极采集吞咽肌群生物电信号，可直观反映颏下、舌骨下肌群收缩状态，为吞咽障碍早筛、早诊、早干预提供关键数据支撑。但当前相关技术仍存在诸多瓶颈：电极覆盖范围、密度不足，与颈部皮肤贴合度差，难以规模化生产；更缺乏统一的肌电信号定量评估体系，未经过大规模人群数据验证，无法适配医养结合全场景应用需求。



针对医养结合场景下吞咽障碍评估的痛点难点，浙江大学医学院附属第一医院康复科陈作兵教授团队联合浙江大学航天航空学院宋吉舟教授团队，深耕医工信交叉融合，以可拉伸、可折叠、分区域一体化为设计核心，突破软衬底多层丝网印刷、软材料加工等关键技术，历经3年攻关，成功研发可延展、大面积、高密度 sEMG 电极阵列。该电极阵列完美适配颞下、舌骨下肌群复杂皮肤曲面，实现紧密共形贴敷，同时具备批量生产优势；经系统力学、电学及生物相容性验证，在延展性、皮肤粘附性、信号信噪比、抗运动干扰、长时佩戴安全性等方面表现卓越，即便颈部仰头、低头、转动等大幅活动，仍能稳定采集高质量肌电信号，兼顾医用精准性与养老场景实用性。

临床应用中，研究团队依托该柔性电极阵列，结合容积-粘度吞咽测试（V-VST），面向健康青年、健康老年、脑卒中老年三类人群，开展9种不同吞咽任务下的颞下、舌骨下肌群高密度肌电数据采集与对比分析。通过时域、频域、时频域多维度解析，精准提取肌肉活动强度分布、对称度、质心等客观定量指标，清晰揭示不同人群吞咽肌肉激活模式差异：健康人群吞咽时肌电激活对称均衡，而吞咽障碍患者呈现激活延迟、分布不均、左右不对称等典型特征，为医养结合场景下吞咽障碍精准筛查提供直观依据。

为进一步实现吞咽障碍自动化、智能化、分级化评估，助力医养结合服务高效落地，研究团队深度融合 AI 技术，构建基于高密度肌电信号的吞咽障碍严重等级分类模型。该模型创新融合线性判别

分析（LDA）降维与随机森林（RF）分类算法，有效解决高维数据冗余问题，即便在小样本条件下，也能实现无、轻、中、重四级吞咽障碍自动精准分类，整体识别准确率高达 96.7%，打造出客观、无创、实时的智能评估工具，大幅提升医养结合机构吞咽障碍评估效率与精准度。

此项全球首创技术体系，以医工信交叉创新为内核，以 AI 赋能为抓手，彻底填补了肌电信号吞咽障碍定量评估领域的空白，构建起医用精准诊断、养老便捷筛查、康复全程监测的吞咽障碍医养结合服务新范式。不仅为吞咽障碍提供无创、高效、客观的检测手段，更为个性化康复方案制定、疗效跟踪提供坚实数据支撑。未来，随着大规模样本数据积累与算法持续优化，该技术将广泛落地医院、康复中心、社区养老、居家照护等全场景，打通吞咽障碍“筛查-评估-干预-康复”全链条服务，切实提升老年群体、脑卒中患者等重点人群的生活质量，助力医养结合事业高质量发展。