●护理园地

衰弱评估在微创脊柱手术患者围手术期风险分层中的应用

王璨　梁海林　刘梦瑶　王晓琼　葛国芬

【摘要】 **目的**　探讨衰弱评估在微创脊柱手术(MISS)患者围手术期风险分层中的应用价值,分析衰弱状态与术后不良结局及功能恢复的关系。 **方法**　前瞻性选取2025年1月至2026年2月杭州市中医院收治的122例接受全身麻醉下MISS的患者为研究对象。术前采用临床衰弱量表(CFS)将患者分为低度衰弱组50例、中度衰弱组35例、高度衰弱组37例。比较3组患者一般资料、基础疾病、术前评估指标、手术相关资料(手术类型、手术时间、术中出血量)等,收集患者围手术期结局指标(术后并发症发生率、术后住院时间、术后早期活动依从性评分等)、功能恢复指标[出院时疼痛数字评定量表(NRS)评分、Barthel指数]。采用Spearman秩相关分析评估CFS分级与各连续变量的相关性,采用二元logistic回归分析术后发生并发症的影响因素,并检验模型拟合效果。 **结果**　3组患者年龄、基础疾病构成比较差异均有统计学意义(均$P<0.05$),高度衰弱组年龄大于低度衰弱组($P<0.05$);手术相关资料比较差异均无统计学意义(均$P>0.05$)。3组患者术后并发症发生率、术后住院时间、术后早期活动依从性评分、出院NRS评分、Barthel指数比较差异均有统计学意义(均$P<0.05$)。高度衰弱组术后并发症发生率最高、术后住院时间最长,中度衰弱组出院NRS评分最高,低度衰弱组术后早期活动依从性评分、Barthel指数最优,差异均有统计学意义(均$P<0.05$)。Spearman秩相关分析显示,CFS分级与年龄、首次下床时间、术后住院时间、出院NRS评分呈正相关(均$P<0.05$),与Barthel指数、术后早期活动依从性评分呈负相关(均$P<0.05$)。logistic回归分析证实,CFS评分升高是MISS患者发生术后并发症的独立危险因素($P<0.05$);模型拟合效果良好(Hosmer-Lemeshow $\chi^2=6.231$,$P=0.621$,Nagelkerke $R^2=0.284$)。 **结论**　衰弱评估可有效用于MISS患者的围手术期风险分层,术前识别衰弱患者有助于优化围手术期管理、提前制定康复计划并改善术后结局。

【关键词】 衰弱;微创脊柱手术;围手术期管理;风险分层;预后

微创脊柱手术(minimally invasive spine surgery,MISS)因创伤较小、出血较少、恢复较快等优势,已广泛应用于腰椎退行性疾病、椎管狭窄、腰椎滑脱及椎间盘退变等疾病的治疗[1-2]。老年患者往往伴随多系统功能减退、慢性病负担增加及生理储备下降,术后易出现疼痛控制困难、活动受限、住院时间延长及功能恢复不充分等问题[3-4]。衰弱作为一种多维度的老年综合征,整合了生理储备、认知功能、营养状态及社会支持等多维因素,能够更精细地反映个体对应激源的脆弱性[5]。一项针对择期胃肠道手术老年患者的系统评价和荟萃分析显示,术前衰弱评估能明显增强对术后不良结局的预测能力,其中临床衰弱量表(Clinical Frailty Scale,CFS)与术后并发症的关联性最强($OR=2.046$,95%CI:1.413~3.015)[6]。相较于年龄因素,衰弱能够更准确地反映患者的生理储备水平和围手术期耐受能力,已被逐步纳入心血管外科、普通外科及骨科等领域的术前评估体系[7]。在脊柱外科领域,衰弱评估是否能够作为MISS围手术期风险分层中的独立预测指标,尚缺乏高质量的临床报道。本研究探讨衰弱评估在MISS患者围手术期风险分层中的应用价值,分析衰弱状态与术后不良结局及功能恢复的关系,以期为衰弱老年患者的个体化围手术期管理提供参考,现报道如下。

1　对象和方法

1.1　对象　前瞻性选取2025年1月至2026年2月杭州市中医院骨伤科收治的122例接受全身麻醉下MISS的患者为研究对象。纳入标准:(1)年龄≥60岁;(2)接受MISS治疗,手术方式包括单侧双通道内镜技术(unilateral biportal endoscope,UBE)、微创经椎间孔腰椎椎间融合术(minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion,MIS-TLIF)、经皮椎弓根螺钉内固定术或椎管减压术。排除标准:(1)合并恶性肿瘤晚期、严重感染或危

DOI:10.12056/j.issn.1006-2785.2026.48.18.2026-1140
基金项目:浙江省中医药科技计划项目(2024ZL114)
作者单位:310044　杭州市中医院骨伤科
通信作者:葛国芬,E-mail:1299519785@qq.com

重状态；(2)既往存在严重神经系统疾病或不能配合功能评估；(3)病历资料缺失，关键变量无法提取；(4)术中转开放手术或术式明显改变且无法单独分析者。其中男63例，女59例，年龄(71.34±6.66)岁，体重指数(22.55±2.66) kg/m^2。本研究经本院医学伦理委员会审查通过(批准文号：2024KLL134)，所有患者术前均签署知情同意书。

1.2 衰弱评估 患者术前由经过统一培训的医师采用CFS进行衰弱评估[8]。CFS基于临床判断，从活动能力、精力、体能及合并症等方面将患者分为1~7级(1=非常健康，7=严重衰弱)。依据量表评分标准将患者分为3组：低度衰弱组(CFS评分1~2分)50例、中度衰弱组(CFS评分3~4分)35例、高度衰弱组(CFS评分5~7分)37例。

1.3 观察指标

1.3.1 基线资料 收集患者一般资料(年龄、性别、体重指数)、基础疾病(高血压、糖尿病、冠心病等)、术前评估指标[中国医院协会(Chinese Hospital Association，CHA)手术风险评估分级、骨密度(g/cm^2)]、营养风险筛查2002评分。

1.3.2 手术相关资料 收集患者的手术类型、手术时间、术中出血量等资料。

1.3.3 围手术期结局及功能恢复评估 收集患者主要结局指标：术后并发症发生率(包括切口感染、深静脉血栓、术后谵妄、跌倒、神经功能恶化等)。收集患者次要结局指标：首次下床时间、术后住院时间、术后30 d再入院率、术后早期活动依从性评分(0~4分，分值越高依从性越好)。采用疼痛数字评定量表(Numeric Rating Scale，NRS)评估出院时疼痛强度，采用Barthel指数评估出院时日常生活活动能力(0~100分，分值越高独立性越强)。

1.4 统计学处理 采用SPSS 26.0统计软件。正态分布的计量资料以$\bar{x}\pm s$表示，多组间比较采用单因素方差分析，两两比较采用Bonferroni法；非正态分布的计量资料[以$M(P_{25},P_{75})$表示]及等级资料组间比较采用Kruskal-Wallis H检验，两两比较采用Mann-Whitney U检验，检验水准经Bonferroni校正。计数资料组间比较采用χ^2检验或Fisher确切概率法。采用Spearman秩相关分析评估CFS分级与各临床指标的相关性。采用二元logistic回归分析患者发生术后并发症的影响因素。采用Hosmer-Lemeshow检验评价模型拟合优度，以Nagelkerke R^2评估模型的解释度。$P<0.05$为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 3组患者基线资料比较 本研究122例患者中，低度衰弱组50例(41.0%)，中度衰弱组35例(28.7%)，高度衰弱组37例(30.3%)。3组患者年龄、基础疾病构成比较差异均有统计学意义(均$P<0.05$)，高度衰弱组年龄大于低度衰弱组($P<0.05$)，其余指标比较差异无统计学意义(均$P>0.05$)，见表1。

2.2 3组患者手术相关资料比较 3组患者手术类型分布、手术时间及术中出血量比较差异均无统计学意义(均$P>0.05$)，见表2。

2.3 3组患者围手术期结局及功能恢复评估比较 3组患者术后并发症发生率、术后住院时间、术后早期活动依从性评分、出院NRS评分、Barthel指数比较差异均有统计学意义(均$P<0.05$)。高度衰弱组术后并发症发生率最高，术后住院时间长于低度衰弱组与中度衰弱组；中度衰弱组出院NRS评分高于低度衰弱组和高度衰弱组；低度衰弱组术后早期活动依从性评分、Barthel指数高于中度衰弱组和高度衰弱组，差异均有统计学意义

表1 3组患者基线资料比较

指标	低度衰弱组(n=50)	中度衰弱组(n=35)	高度衰弱组(n=37)	χ^2/F值	P值
性别(男/女，n)	23/27	17/18	23/14	2.409	0.300
年龄(岁)	69.14±7.37	71.80±6.32	73.89±4.89[a]	5.977	0.003
体重指数(kg/m^2)	22.81±2.57	22.79±2.77	21.95±2.66	1.319	0.271
基础疾病[n(%)]					
无	34(68.00)	4(11.43)	1(2.70)	76.234	<0.001
1种	16(32.00)	19(54.29)	3(8.11)		
2种	0	12(34.29)	29(78.38)		
≥3种	0	0	4(10.81)		
CHA手术风险评估分级≥2级[n(%)]	20(40.00)	20(57.14)	7(19.44)	4.926	0.295
骨密度(g/cm^2)	0.87±0.11	0.91±0.20	0.83±0.12	2.533	0.084
营养风险筛查2002评分≥2分[n(%)]	13(26.00)	11(31.43)	14(37.84)	10.342	0.111

注：CHA为中国医院协会；与低度衰弱组比较，[a]$P<0.05$。

表2　3组患者手术相关资料比较

指标	低度衰弱组（n=50）	中度衰弱组（n=35）	高度衰弱组（n=37）	χ^2/H值	P值
手术类型[n(%)]					
经皮内固定	30(60.0)	15(42.9)	14(37.8)	12.339	0.055
MIS-TLIF	9(18.0)	6(17.1)	4(10.8)		
UBE	5(10.0)	12(34.3)	13(35.1)		
椎管减压	6(12.0)	2(5.7)	6(16.2)		
手术时间(min)	99.50(75.00, 113.50)	90.00(76.00, 111.00)	100.00(87.50, 127.00)	2.748	0.253
术中出血量(mL)	85.00(50.00, 100.00)	90.00(50.00, 100.00)	100.00(75.00, 125.00)	4.837	0.089

注：MIS-TLIF为微创经椎间孔腰椎椎间融合术；UBE为单侧双通道内镜技术。

（均P<0.05），见表3。

2.4　CFS分级与各临床指标的相关性分析　Spearman秩相关分析显示，CFS分级与年龄、首次下床时间、术后住院时间及出院NRS评分呈正相关（均P<0.05），与Barthel指数、术后早期活动依从性评分呈负相关（均P<0.05），见表4。

2.5　MISS患者发生术后并发症的影响因素分析　以术后并发症（是/否）为因变量，将性别、年龄、体重指数、骨密度、合并症数量、手术时间、术中出血量、CFS评分作为自变量，构建二元logistic回归模型。结果显示，CFS评分升高是MISS患者发生术后并发症的独立危险因素（OR=2.060，95%CI：1.109~3.829，P<0.05）；其余变量均未进入最终模型（均P>0.05），模型拟合效果良好（Hosmer-Lemeshow χ^2=6.231，P=0.621，Nagelkerke R^2=0.284），见表5。

3　讨论

本研究系统评估了CFS分级对MISS老年患者围手术期结局的预测价值。结果显示，衰弱程度越高，患者术后并发症发生率越高，衰弱分级与术后住院时间延长、术后躯体功能恢复减慢存在相关性，与术后首次下床时间仅呈弱正相关，而3组患者术后首次下床时间比较差异无统计学意义，可能与早期活动方案标准化及按天记录致变异受限有关。在校正年龄、体重指数、骨密度、手术时长、术中出血量等多项混杂因素后，CFS分级升高仍是术后并发症发生的独立危险因素。提示衰弱评估可纳入老年MISS患者围手术期风险分层体系，用于术前风险预判。本研究结果显示，CFS评分每升高1分，术后并发症发生风险提升至原来的2.06倍（OR=2.060，95%CI：1.109~3.829），该效应值与Xing等[6]针对择期胃肠道手术老年患者的荟萃分析结果（OR=2.046，95%CI：1.413~3.015）高度相近，提示CFS对术后并发症的预测效能在不同外科领域具备较好的外推性。此外，一项2025年发表的系统评价与荟萃分析显示，择期脊柱手术中，升高的5项改良衰弱指数评分与术后并发症风险增加明显相关（合并OR=1.7，P<0.001）[9]，进一步支持衰弱评估应用于脊柱外科术前风险分层的临床价值。

衰弱患者术后并发症风险升高的机制可涉及多层面病理生理改变。首先，衰弱状态常合并肌肉减少症、营养不良及慢性低度炎症，这些因素共同导致伤口愈合能力下降、免疫防御功能减退，继而增加感染风险。研究表明，衰弱患者发生术后肺炎、尿路感染、脓毒症及心肌梗死等心血管事件的风险比多处于1.5~2.2区间[10]。衰弱人群免疫监视功能减退、生理储备严重不足，应对手术创伤这一急性应激打击的防御能力下降，是术后感染风险上升的重要原因[11]。其次，衰弱可造成自主神经调节功能与心肺储备受损，患者对手术应激的代偿能力有限，术后更易出现谵妄、血流动力学波动等不良事件[12-13]。

本研究结果显示，高度衰弱组患者合并症负担明显较重（≥2种合并症者占78.38%），多病共存本身即为不良预后结局的基础危险因素，但二元logistic回归结果提示，在校正合并症数量等混杂因素后，CFS评分仍是术后并发症的独立预测因子，提示衰弱评估能够获取超

表3　3组患者围手术期结局及功能恢复评估比较

指标	低度衰弱组（n=50）	中度衰弱组（n=35）	高度衰弱组（n=37）	χ^2/H值	P值
术后并发症发生[n(%)]	1(2.00)	4(11.43)	7(18.92)	7.864	0.020
首次下床时间(d)	3.00(2.00,4.00)	3.00(2.00,4.00)	3.00(3.00,4.00)	4.778	0.092
术后住院时间(d)	7.00(6.00,8.30)	8.00(6.00,9.00)	10.00(7.00,10.00)^{ab}	18.926	<0.001
术后30 d再入院率[n(%)]	0	0	1(2.7)	-	0.590
术后早期活动依从性评分(分)	3.00(2.00,3.00)	2.00(2.00,3.00)^{a}	2.00(1.50,2.50)^{a}	13.035	0.001
出院NRS评分(分)	1.00(0.00,1.00)	2.00(1.00,2.00)^{a}	1.00(1.00,2.00)^{b}	10.417	0.005
Barthel指数	90.00(85.00,95.00)	75.00(75.00,85.00)^{a}	75.00(72.50,75.00)^{a}	66.268	<0.001

注：NRS为疼痛数字评定量表；与低度衰弱组比较，^{a}P<0.05；与中度衰弱组比较，^{b}P<0.05。

表4 CFS分级与各临床指标的Spearman秩相关分析

变量	*r*值	*P*值
年龄	0.295	0.001
体重指数	–0.126	0.167
骨密度	–0.121	0.184
术中出血量	0.169	0.063
手术时间	0.095	0.298
Barthel指数	–0.736	<0.001
首次下床时间	0.189	0.037
术后住院时间	0.386	<0.001
出院NRS评分	0.250	0.005
术后早期活动依从性评分	–0.292	0.001

注：CFS为临床衰弱量表；NRS为疼痛数字评定量表。

表5 影响MISS患者发生术后并发症的二元logistic回归分析

变量	*b*值	*SE*	*Wald*值	*OR*值	95%*CI*	*P*值
CFS评分	0.723	0.316	5.230	2.060	1.109~3.829	0.022
年龄	–0.060	0.057	1.106	0.942	0.842~1.053	0.293
体重指数	<0.001	0.135	<0.001	1.000	0.767~1.304	0.999
骨密度	1.849	2.578	0.515	6.356	0.041~993.819	0.473
术中出血量	0.013	0.009	2.283	1.013	0.996~1.031	0.131
手术时间	0.020	0.014	1.992	1.020	0.992~1.048	0.158

注：MISS为微创脊柱手术；CFS为临床衰弱量表。

越疾病计数的整体功能储备信息。尽管3组患者手术时间、术中出血量无明显差异，但高度衰弱组的术后Barthel指数、术后早期活动依从性等功能恢复指标仍明显滞后。这提示即使手术过程顺利、手术创伤程度相近，衰弱患者的术后康复进程仍处于劣势。其潜在原因可能为，衰弱患者疼痛阈值发生改变，对镇痛药物更为敏感或更易出现不良反应，早期下床活动时疼痛加剧进而延迟康复锻炼[14]；同时，肌力下降和跌倒恐惧等心理因素也会降低患者康复训练的参与意愿与依从性[5,15]。

本研究发现术前CFS筛查可作为MISS患者的常规评估项目，耗时短、操作简便，适合在门诊或入院环节实施；对于高度衰弱（CFS≥5）患者，建议组建多学科团队（包括骨科、麻醉科、老年医学科、营养科及康复科等），制定渐进式康复路径，如术前预康复、术中优化麻醉方案、术后早期床上渐进性活动及心理支持；衰弱患者的出院准备应更充分，包括家属照护培训、社区康复衔接及出院后48 h内电话随访，以降低再入院风险。

本研究尚存在一定局限性。第一，CFS评分虽为临床常用评估工具，但具有一定主观性，未来可联合Fried衰弱表型或衰弱评估量表进行多重验证。第二，单中心设计和相对较小的样本量可能限制了结论的外推性，且无法对罕见并发症（如深部感染、肺栓塞）进行独立分析。第三，本研究仅随访至出院时的短期结局，未纳入术后30 d功能状态及远期生活质量数据，后续研究应延长随访周期。第四，虽经多因素校正，但可能存在社会经济状况、认知功能等残余混杂。

术前CFS评分是MISS老年患者术后并发症及住院时间延长的独立预测因子。将衰弱评估纳入围手术期风险分层流程，有助于早期识别高危个体、制定并实施个体化干预方案，进而改善患者的短期功能恢复与临床结局。

4 参考文献

[1] Patel PD, Canseco JA, Houlihan N, et al. Overview of minimally invasive spine surgery[J]. World Neurosurg, 2020, 142:43–56. DOI:10.1016/j.wneu.2020.06.043.

[2] Mohamed AA, Alshaibi R, Faragalla S, et al. Less is more: evaluating the benefits of minimally invasive spinal surgery[J]. Life (Basel), 2024, 15(1):8. DOI:10.3390/life15010008.

[3] Ampomah K, Tisler AT, Shah A, et al. A retrospective evaluation of adverse events in minimally invasive posterior approach with bone allograft in sacroiliac joint fusion[J]. Pain Pract, 2025, 25(7):e70071. DOI:10.1111/papr.70071.

[4] Feng X, Shi J, Huang X. Delayed cerebrospinal fluid leak (CSFL) occurring 21 days post-lumbar unilateral biportal endoscopic surgery: a case report[J]. Medicine (Baltimore), 2026, 105(2):e46858. DOI:10.1097/MD.0000000000046858.

[5] 罗扬, 沈玉珊, 张雨晨, 等. 运动恐惧在老年冠心病患者自我感知老化和衰弱的中介作用[J]. 护士进修杂志, 2026,41(15):1584–1589. DOI:10.16821/j.cnki.hsjx.2026.15.003.

[6] Xing Y, He Z, Wang L, et al. Preoperative prediction of adverse outcome after elective gastrointestinal surgery in older patients: three leading frailty instruments and the American Society of Anesthesiologists Physical Status[J]. Am J Transl Res, 2023, 15(5):3476–3488.

[7] Aucoin SD, Hao M, Sohi R, et al. Accuracy and feasibility of clinically applied frailty instruments before surgery: a systematic review and Meta-analysis[J]. Anesthesiology, 2020, 133(1):78–95. DOI:10.1097/ALN.0000000000003257.

[8] Rockwood K, Song X, MacKnight C, et al. A global clinical measure of fitness and frailty in elderly people[J]. CMAJ, 2005, 173(5):489–495. DOI:10.1503/cmaj.050051.

[9] Xu GD, Kumar N, Yu A, et al. Prognostic performance of mFI-5 and mFI-11 frailty indices in elective spine surgery: a systematic review and Meta-analysis[J]. World Neurosurg, 2026, 205:124709. DOI:10.1016/j.wneu.2025.124709.

[10] Samson LD, Engelfriet P, Verschuren WMM, et al. Impaired JAK-STAT pathway signaling in leukocytes of the frail elderly[J]. Immun Ageing, 2022, 19(1):5. DOI:10.1186/s12979–021–

（下转第1996页）

2019.10.003.

[23] Jing X, Xu C, Su W, et al. Photosensitive and conductive hydrogel induced innerved bone regeneration for infected bone defect repair[J]. Adv Healthc Mater, 2023, 12(3):e2201349. DOI:10.1002/adhm.202201349.

[24] 刘亦杨, 沈立锋, 黄凯, 等. 腓骨骨皮瓣结合载抗生素人工骨一期治疗前臂Cierny-Mader Ⅳ型骨髓炎[J]. 中华显微外科杂志, 2019, 42(4):348-353. DOI:10.3760/cma.j.issn.1001-2036.2019.04.009.

[25] 江彬锋, 黄凯, 陆建伟, 等. 髂骨及载抗生素人工骨联合腓肠肌内侧头肌皮瓣移植治疗胫骨中上段创伤性骨髓炎[J]. 中华整形外科杂志, 2017, 33(3):226-228. DOI:10.3760/cma.j.issn.1009-4598.2017.03.016.

[26] Zhou R, Huang K, Guo Q, et al. Comparative study of linezolid and vancomycin regimens in one-stage surgery for treating limb traumatic osteomyelitis caused by methicillin-resistant staphylococcus aureus[J]. Pol J Microbiol, 2023, 72(3):239-246. DOI:10.33073/pjm-2023-024.

[27] Li Y, Li J, Zhong Y, et al. pH-responsive and nanoenzyme-loaded artificial nanocells relieved osteomyelitis efficiently by synergistic chemodynamic and cuproptosis therapy[J]. Biomaterials, 2025, 313:122762. DOI:10.1016/j.biomaterials.2024.122762.

[28] 郭丁, 冯庆辉, 李安, 等. 自制抗生素骨水泥链珠在早期骨关节感染疾病中的疗效[J]. 中国骨与关节杂志, 2025, 14(12):1126-1131. DOI:10.3969/j.issn.2095-252X.2025.12.011.

[29] Zeng M, Xu Z, Song ZQ, et al. Diagnosis and treatment of chronic osteomyelitis based on nanomaterials[J]. World J Orthop, 2023, 14(2):42-54. DOI:10.5312/wjo.v14.i2.42.

[30] Zhu C, He M, Sun D, et al. 3D-printed multifunctional polyetheretherketone bone scaffold for multimodal treatment of osteosarcoma and osteomyelitis[J]. ACS Appl Mater Interfaces, 2021, 13(40):47327-47340. DOI:10.1021/acsami.1c10898.

[31] Park JH, Bae HS, Kim I, et al. Efficacy of bone regeneration cell therapy using mesenchymal stem cells originating from embryonic stem cells in animal models; bone defects and osteomyelitis[J]. Tissue Eng Regen Med, 2024. DOI:10.1007/s13770-024-00683-9.

[32] Higgins E, Suh GA, Tande AJ. Enhancing diagnostics in orthopedic infections[J]. J Clin Microbiol, 2022, 60(6):e0219621. DOI:10.1128/jcm.02196-21.

（收稿日期：2025-10-28）

（本文编辑：沈亚芳）

（上接第1991页）

00261-w.

[11] Herklots MW, Kroon M, Roks G, et al. Poor outcome in frail elderly patient after severe TBI[J]. Brain Inj, 2022, 36(9):1118-1122. DOI:10.1080/02699052.2022.2109731.

[12] Aloisi A, Tseng J, Kuhn T, et al. Robotic surgery in the frail elderly: analysis of perioperative outcomes[J]. Ann Surg Oncol, 2020, 27(10):3772-3780. DOI:10.1245/s10434-020-08475-w.

[13] 何羽, 李子楠, 石琳. 衰弱联合血液学参数预测老年脊柱手术术后谵妄的临床价值[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2025, 35(12):1277-1283.

[14] Li H, Li X, Chen H, et al. Impaired function of Vγ9Vδ2 T cells in frail elderly[J]. Immun Ageing, 2026, 23(1):7. DOI:10.1186/s12979-026-00558-8.

[15] Lenardt MH, Binotto MA, Carneiro NH, et al. Força de preensão manual e atividade física em idosos fragilizados [Handgrip strength and physical activity in frail elderly][J]. Rev Esc Enferm USP, 2016, 50(1):88-94. DOI:10.1590/S0080-623420160000100012.

（收稿日期：2026-07-06）

（本文编辑：聂超颖）