

PTG和TFA根管治疗系统清理根管效果的分析

孙海欧, 刘佼佼, 赵灵洁

(中国人民解放军北部战区总医院口腔科, 沈阳 110016)

摘要 **目的** 比较ProTaper Gold (PTG) 和TF-Adaptive (TFA) 根管治疗系统的根管清理效果。**方法** 将40颗离体牙随机分为PTG组和TFA组, 每组20颗。分别使用PTG和TFA根管治疗系统进行根管预备。通过扫描电子显微镜观察根管预备后碎屑和玷污层的分布, 并采用YAMASHITA量化分析标准对每组根冠1/3、根中1/3、根尖1/3区域的碎屑和玷污层分别量化评分, 分析PTG和TFA的清理效果。**结果** PTG组和TFA组根冠1/3、根中1/3的碎屑与玷污层评分差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。PTG组根尖1/3的碎屑和玷污层评分均大于TFA组, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。**结论** PTG和TFA根管治疗系统在根管中上段清理效果均良好, 但TFA在根尖1/3区域的清理效果比PTG更具优势。

关键词 ProTaper Gold根管治疗系统; TF-Adaptive根管治疗系统; 扫描电子显微镜; 根管预备; 根管清理

中图分类号 R781.05 **文献标志码** A **文章编号** 0258-4646 (2024) 08-0747-05

网络出版地址 <https://link.cnki.net/urlid/21.1227.R.20240722.1245.010>

DOI: 10.12007/j.issn.0258-4646.2024.08.013

Analysis of the efficacy of root canal cleaning by PTG and TFA root canal treatment systems

SUN Haiou, LIU Jiaojiao, ZHAO Lingjie

(Department of Stomatology, General Hospital of Northern Theater Command, Shenyang 110016, China)

Abstract **Objective** To compare the cleaning abilities of ProTaper Gold (PTG) and TF-Adaptive (TFA). **Methods** Forty single-abstracted premolars were randomly divided into PTG and TFA groups. The debris and smear layer of the root coronal 1/3, middle 1/3 and apical 1/3 in the two groups were observed using scanning electron microscope (SEM). The cleaning abilities of the PTG and TFA rotary systems were scored according to the scoring standard developed by YAMASHITA. The scores of the two groups were compared and then analyzed. **Results** There was no significant difference found in the scores of the smear layer and debris at the root coronal 1/3 and the middle 1/3. The scores of the debris and smear layer at the apical 1/3 in the group PTG were higher than those in the TFA group ($P < 0.05$). **Conclusion** PTG and TFA can effectively remove the root canal smear layer and debris at the root coronal 1/3, and the middle 1/3. However, at the apical 1/3, the cleaning efficiency of TFA is better than that of PTG.

Keywords ProTaper Gold; TF-Adaptive; scanning electron microscope; root canal preparation; root canal cleaning

由于镍钛器械(尤其是机用镍钛器械)的柔韧性与抗扭力较不锈钢器械更强,且具有较好的形态记忆功能,根管预备产生的并发症也随之减少。因此,近30年来,镍钛器械几乎完全代替了不锈钢器械。但无论是机用、手动镍钛器械或不锈钢器械,根管预备时产生的碎屑和玷污层都不可避免,特别是根尖1/3处,因而降低了根管治疗成功率^[1-2]。为了提高根管治疗的成功率,近年来根管预备器械不断改良创新。ProTaper Gold (PTG) 和TF-Adaptive

(TFA) 根管治疗系统是2种新型镍钛器械,与其他镍钛器械相比,其冶炼工艺均增加了热处理技术,提高了器械的抗疲劳性能^[3-4]。PTG和TFA采用了不同的马达设备和运动方式,关于2种根管治疗系统的临床对比研究目前较少,因此,本研究通过扫描电子显微镜(scanning electron microscope, SEM)观察并比较PTG和TFA根管治疗系统的根管预备效果,旨在帮助临床医生在根管预备时选择合适的治疗系统。

1 材料与方法

1.1 材料

收集就诊于我院患者因牙周病拔除的患牙40颗。患者年龄40~50岁。纳入标准:上下颌前牙,单

基金项目:辽宁省自然科学基金(2019-ZD-1043)

作者简介:孙海欧(1989-),女,主治医师,硕士。

通信作者:刘佼佼, E-mail: liujiaojiao1230@hotmail.com

收稿日期:2023-10-10

网络出版时间:2024-07-23 10:17:54

根管;牙根无形态异常,根尖区完整无破坏;根管通畅、长度在17~23 mm之间,中度弯曲根管(Schneider法)。排除标准:龋坏、牙髓炎及根尖周炎。所有患者对本研究知情同意。本研究获得医院医学伦理委员会批准[住审Y(2024)140号]。

清洁患牙表面后将其置于0.9%氯化钠溶液,4℃保存备用。将40颗离体牙随机分为PTG组和TFA组,每组20颗,分别使用PTG根管治疗系统(美国Dentsply Maillefer公司)和TFA根管治疗系统(德国SybronEndo公司)进行根管预备。

1.2 方法

1.2.1 根管预备:2组样本常规开髓、拔髓后,用10#k锉探查每个根管,并预备根管至15#。PTG组依次使用SX、S1、S2、F1、F2进行根管预备,TFA组依次使用#25.08、#30.06、#50.04至工作长度。2组均使用其专用马达并设转速为250 r/min,扭矩2.0。根管预备时采用上下提拉的预备方式,并禁止向下施加压力。2组样本预备过程中,每换一次器械前后均采用3%NaClO溶液和17%EDTA溶液反复交替冲洗。每个样本根管预备后均用Endo Activator Kit声波荡洗设备进行根管荡洗1~2 min。

1.2.2 SEM标本制作:根管预备后,用车针在样本牙颈部去除牙冠,0.9%氯化钠溶液冲洗;在牙根的近中面和远中面,用金刚砂车针磨出2条沿牙体长轴方向的引导沟,不要穿透根管;用骨锤和骨凿将其纵向劈开;将劈开后的牙根放入2.5%戊二醛(pH7.4)溶液中24 h后,无菌蒸馏水冲洗,逐级脱水,干燥,喷金,完成SEM标本的制作。

1.2.3 数据收集:分组对标本进行SEM扫描。在低倍下采用单盲法分别在每组样本的根冠1/3、根中1/3和根尖1/3随机选择2个视野,然后将每个视野放大至1 500倍并拍照。对照片中每个区域的碎屑和玷污层用YAMASHITA等^[5]的量化分析标准进行评分。

(1) 碎屑评分标准:1分,根管内牙本质壁清洁,几乎无碎屑;2分,碎屑较少,根管内牙本质壁上的碎屑面积/根管壁面积 $\geq 1/4$;3分,碎屑面积/根管壁面积 $>1/4\sim 1/2$;4分,碎屑面积/根管壁面积的 $>1/2\sim 3/4$;5分,根管内牙本质壁几乎铺满碎屑。(2) 玷污层评分标准:1分,无玷污层,管臂内仅有少量栓塞或者牙本质小管全部开放;2分,玷污层薄且少,牙本质小管大部分开放;3分,薄层玷污层,管壁开放约50%~80%;4分,玷污层呈团块状,牙本质小管开放 $<50%$;5分,几乎无开放的牙本质小管,玷污层较厚。

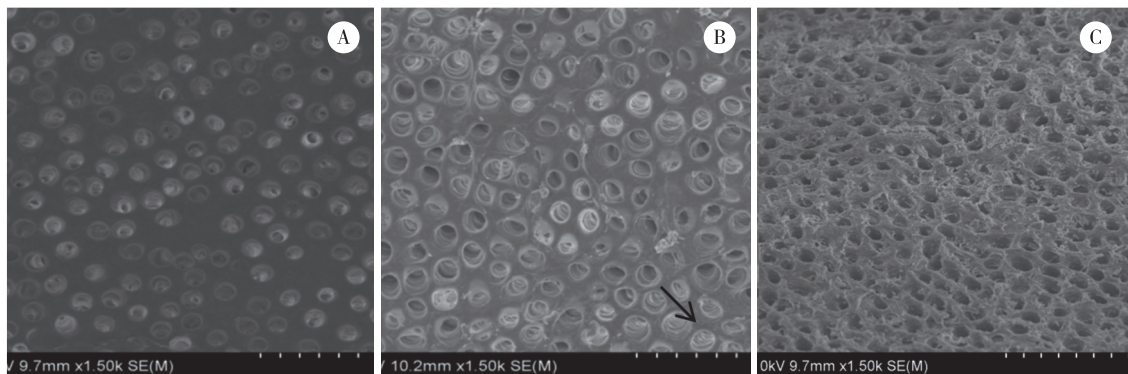
1.3 统计学分析

采用SPSS 21.0统计软件处理数据。计量资料采用非参数检验比较, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 SEM观察结果

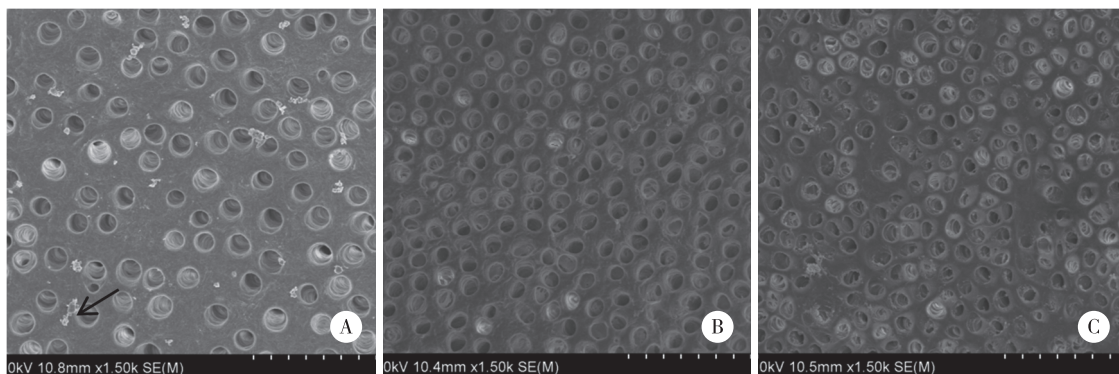
SEM结果显示,PTG组和TFA组的根冠部1/3根管管壁清洁无栓塞,牙本质小管全部开放,几乎无碎屑及玷污层;中部1/3根管壁碎屑较少,牙本质小管大部分开放;根尖1/3区PTG组可见明显玷污层及碎屑,TFA组牙本质小管开放较多,碎屑及玷污层较少。见图1、图2。



A, the coronal 1/3; B, the middle 1/3; C, the apical 1/3. The area shown with the arrow is smear layer.

图1 PTG根管治疗后玷污层及碎屑扫描电子显微镜观察 × 1 500

Fig.1 Scanning electron microscopic observation of the stained layer and debris after PTG root canal treatment × 1 500



A, the coronal 1/3; B, the middle 1/3; C, the apical 1/3. The area shown with the arrow is debris.

图2 TFA根管治疗后的玷污层及碎屑电镜观察 × 1 500

Fig.2 Scanning electron microscopic observation of the stained layer and debris after TFA root canal treatment × 1 500

2.2 碎屑与玷污层评分结果

2组根冠1/3和根中1/3的碎屑及玷污层评分比较,差异无统计学意义 ($P > 0.05$); 但根尖1/3处碎屑

及玷污层的评分结果比较,PTG组大于TFA组,差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。见表1、表2。

表1 PTG组和TFA组根管治疗后碎屑评分比较

Tab.1 Comprison of the castic scores after PTG and TFA

Area	PTG					TFA					Z	P
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		
Coronal 1/3	12	5	3	0	0	11	6	3	0	0	-0.259	0.795
Middle 1/3	7	7	5	1	0	8	8	3	0	1	-0.531	0.595
Apical 1/3	3	4	5	4	4	7	5	5	2	1	-1.968	0.049

表2 PTG组和TFA组根管治疗后的玷污层评分比较

Tab.2 Comprison of the tuile layer scores after PTG and TFA

Area	PTG					TFA					Z	P
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		
Coronal 1/3	10	2	4	3	1	12	1	3	4	0	-0.507	0.612
Middle 1/3	7	7	5	0	1	8	6	2	3	1	-0.014	0.989
Apical 1/3	4	4	4	4	4	7	7	3	2	1	-1.889	0.059

3 讨论

清除感染是根管治疗的核心目标,而根管预备是控制根管内感染的关键步骤。根管预备由根管的机械预备和化学清理组成,大部分学者认为机械预备的好坏决定根管预备的成功与否^[6]。机用镍钛锉的韧性及切削力明显强于传统的手用K锉,而且加快了根管预备的速度,并能更好地维持根管的原始走行,近年来机用镍钛锉不断改良,锉的个数有所减少,根管预备过程逐渐简化。

根管预备的往复式或旋转式运动会产生牙本质碎屑及根管内牙髓残留物及细菌坏死物等堆积,凝固并贴附于根管内壁,形成玷污层^[7-8]。玷污层是一种紧密结合在一起的均质结构形成的物理屏障,会阻碍抗菌药物渗入,降低药物进入牙本质小管的浓度,同时还会改变根管糊剂的性质,降低糊剂性能,从而减低根充材料对根管的密闭性,残存的病原微生物通过侧副根管进一步向牙周组织扩散,特别是在根尖1/3区域,使根管治疗成功率降低,甚至导致根管治疗失败^[9-10]。但也有部分研究者^[11]不支

持彻底清除玷污层,认为玷污层是一种屏障,可阻挡牙本质小管中的感染微生物进一步向根管内扩散。

随着镍钛根管预备材料的进一步更新,不同种类镍钛锉的锥度、横截面形状、螺纹甚至生产制作方式等都会提高根管预备疗效,医生的临床工作效率也随之提高,且缩短了患者张口治疗时间,减低了根尖穿孔等并发症的发生率^[12]。镍钛合金的弹性系数小,且有较宽的塑性变形范围,故镍钛器械的柔韧性能较强,能在根管预备过程中较好地维持根管的原始形态,减少根尖偏移,形成良好的冠部扩展。镍钛器械的超弹性和良好的记忆性使其在国内外根管治疗过程中获得广泛应用^[13]。

本研究选择的2种根管预备器械的制造工艺相同,均可在镍钛合金冷却时产生R-phase,减少器械在使用过程中因器械疲劳产生的结构破坏,减少微裂的发生。PTG为连续多锥度设计,且相比Dentsply Maillefer公司以往的镍钛器械增加了热处理技术,大幅度改善了器械的抗疲劳性^[14-15]。TFA采用的是扭转成型技术,提高了器械的弹性^[16];且TFA的自适应性往复运动可使其在根管预备时,根据镍钛锉在根管中受到的负荷调整旋转方向为顺时针或逆时针方向,从而减少器械折断的产生。本研究中使用Schneider的弯曲根管分类方法,轻度弯曲为 $0^{\circ} \sim 5^{\circ}$,中度为 $10^{\circ} \sim 20^{\circ}$,重度为 $25^{\circ} \sim 75^{\circ}$ 。为了保证平衡性,本研究选用的所有样本均为中度弯曲,初尖锉均为IAF=10#,且长度在18~22 mm之间的根管。

根管预备时对根尖区域的清理和成形至关重要^[17]。在根管预备过程中,应尽量维持根管原有走行,并尽量减小根管偏移,在这种前提下,根管预备很难彻底清除根尖1/3区内的感染微生物^[18]。本研究通过SEM观察了PTG和TFA根管预备后,在根尖1/3、根中1/3和根冠1/3区域内产生的碎屑和玷污层量化评分,分析2种镍钛器械的清理效果。结果表明,应用PTG和TFA根管预备后,根管中上段均能获得良好的清洁效果,2组比较无显著差异;但碎屑在根尖1/3区域仍残留较多,TFA组碎屑与玷污层评分小于PTG组($P < 0.05$),说明PTG组在根尖1/3处残留的碎屑较TFA组多。分析原因可能是由于根尖1/3往往存在弯曲,阻力较大,而TFA的自适应往复运动使

镍钛器械在根管中遇到阻力时会逆时针调整,不会因压力过大切削过多的管壁组织。DE VASCONCELOS等^[19]与GAMBARINI等^[20]的研究表明,由Gold-Wire制成的PTG切削效率明显高于其他镍钛器械,切削能力相对较强,导致相同预备时间内产生的碎屑较多。而ZAN等^[21]的研究结果显示,TFA在根尖区产生的碎屑较PTG多,这可能与样本量不同有关。

在根管预备过程中,良好的预备器械与有效的化学清理相互配合可大幅度提高根管内部清洁度。本研究在根管预备过程中使用17% EDTA溶液和EndoActivator声波振荡进行化学清理,较好地清除了管壁内的碎屑及玷污层,但对根管内根尖1/3附近的玷污层去除仍较为困难。根尖1/3玷污层内的感染微生物可能向根尖孔扩散,导致根尖周组织病变,并影响根充糊剂的性能,从而造成根尖孔微渗漏。如何在临床工作中改善根管根尖1/3区的清理效果,仍有待进一步的研究。

参考文献:

- [1] 辛悦,杨健,宋矿余. XP-endo Finisher锉对根管内壁玷污层清除效果的体外研究[J]. 华西口腔医学杂志,2019,37(1):48-52. DOI:10.7518/hxkq.2019.01.009.
- [2] VIOLICH DR, CHANDLER NP. The smear layer in endodontics-a review [J]. Int Endod J, 2010, 43(1):2-15. DOI:10.1111/j.1365-2591.2009.01627.x.
- [3] ZHOU X, JIANG S, WANG X, et al. Comparison of dentinal and apical crack formation caused by four different nickel-titanium rotary and reciprocating systems in large and small canals [J]. Dent Mater J, 2015, 34(6):903-909. DOI:10.4012/dmj.2015-197.
- [4] ÖZYÜREK T, YILMAZ K, USLU G. Shaping ability of reciproc., WaveOne GOLD, and HyFlex EDM single-file systems in simulated S-shaped canals [J]. J Endod, 2017, 43(5):805-809. DOI:10.1016/j.joen.2016.12.010.
- [5] YAMASHITA JC, TANOMARU FILHO M, LEONARDO MR, et al. Scanning electron microscopic study of the cleaning ability of chlorhexidine as a root-canal irrigant [J]. Int Endodontic J, 2003, 36(6):391-394. DOI:10.1046/j.1365-2591.2003.00656.x.
- [6] OZSU D, KARATAS E, ARSLAN H, et al. Quantitative evaluation of apically extruded debris during root canal instrumentation with ProTaper Universal, ProTaper Next, WaveOne, and self-adjusting file systems [J]. Eur J Dent, 2014, 8(4):504-508. DOI:10.4103/1305-7456.143633.
- [7] 何新宇,林欣欣,李依洲,等. Er:YAG激光光子增强的光声流效应技术清理根管玷污层效果的体外研究[J]. 中国实用口腔科杂志,2021,14(2):161-165. DOI:10.19538/j.kq.2021.02.008.
- [8] PAQUÉ F, AL-JADAA A, KFIR A. Hard-tissue debris accumulation created by conventional rotary versus self-adjusting file instrumentation in mesial root canal systems of mandibular molars [J]. Int Endod J, 2012, 45(5):413-418. DOI:10.1111/j.1365-2591.2011.01991.x.
- [9] VOUZARA T, KOULAOUZIDOU E, ZIOUTI F, et al. Combined and

- independent cytotoxicity of sodium hypochlorite, ethylenediamine-tetraacetic acid and chlorhexidine [J]. *Int Endod J*, 2016, 49 (8) : 764-773. DOI: 10.1111/iej.12517.
- [10] SHARMA G, KAKKAR P, VATS A. A comparative SEM investigation of smear layer remaining on dentinal walls by three rotary NiTi files with different cross sectional designs in moderately curved canals [J]. *J Clin Diagn Res*, 2015, 9 (3) : ZC43-ZC47. DOI: 10.7860/JCDR/2015/11569.5710.
- [11] DA SILVA LAB, SANGUINO ACM, ROCHA CT, et al. Scanning electron microscopic preliminary study of the efficacy of SmearClear and EDTA for smear layer removal after root canal instrumentation in permanent teeth [J]. *J Endod*, 2008, 34 (12) : 1541-1544. DOI: 10.1016/j.joen.2008.08.007.
- [12] GUNDAPPA M, BANSAL R, KHORIYA S, et al. Root canal centering ability of rotary cutting nickel titanium instruments: a meta-analysis [J]. *J Conserv Dent*, 2014, 17 (6) : 504-509. DOI: 10.4103/0972-0707.144567.
- [13] TOPÇUOĞLU G, TOPÇUOĞLU HS, AKPEK F. Evaluation of apically extruded debris during root canal preparation in primary molar teeth using three different rotary systems and hand files [J]. *Int J Paediatr Dent*, 2016, 26 (5) : 357-363. DOI: 10.1111/ipd.12208.
- [14] ELNAGHY AM, ELSAKA SE. Mechanical properties of ProTaper Gold nickel-titanium rotary instruments [J]. *Int Endod J*, 2016, 49 (11) : 1073-1078. DOI: 10.1111/iej.12557.
- [15] HIEAWY A, HAAPASALO M, ZHOU HM, et al. Phase transformation behavior and resistance to bending and cyclic fatigue of ProTaper gold and ProTaper universal instruments [J]. *J Endod*, 2015, 41 (7) : 1134-1138. DOI: 10.1016/j.joen.2015.02.030.
- [16] GAMBARINI G, GERGI R, NAAMAN A, et al. Cyclic fatigue analysis of twisted file rotary NiTi instruments used in reciprocating motion [J]. *Int Endod J*, 2012, 45 (9) : 802-806. DOI: 10.1111/j.1365-2591.2012.02036.x.
- [17] BAUGH D, WALLACE J. The role of apical instrumentation in root canal treatment: a review of the literature [J]. *J Endod*, 2005, 31 (5) : 333-340. DOI: 10.1097/01.don.0000145422.94578.e6.
- [18] KHEDMAT S, SHOKOUHINEJAD N. Comparison of the efficacy of three chelating agents in smear layer removal [J]. *J Endod*, 2008, 34 (5) : 599-602. DOI: 10.1016/j.joen.2008.02.023.
- [19] DE VASCONCELOS RA, DE VASCONCELOS RA, ARIAS A, et al. Lateral and axial cutting efficiency of instruments manufactured with conventional nickel-titanium and novel gold metallurgy [J]. *Int Endod J*, 2018, 51 : 577-583. DOI: 10.1111/iej.12822.
- [20] GAMBARINI G, MICCOLI G, ZANZA A, et al. How to improve properties of nickel-titanium rotary instruments [J]. *J Contemp Dent Pract*, 2020, 21 (4) : 351-352.
- [21] ZAN RC, TUNÇ T, HUBBEZOĞLU İ, et al. Apical extrusion of intracanal biofilm using ProTaper Gold, WaveOne Gold, Twisted File Adaptive, OneShape New Generation and K3XF [J]. *Eur Endod J*, 2016, 1 (1) : 1-6. DOI: 10.5152/eej.2016.16017.

(编辑 王又冬)

(上接第746页)

- early brain injury following subarachnoid hemorrhage by controlling mitochondrial metabolism via AMPK/SIRT1/PGC-1 α pathway in rats [J]. *Theranostics*, 2021, 11 (2) : 522-539. DOI: 10.7150/thno.49426.
- [8] ZHANG W, ZHANG MH, WU Q, et al. Dendrobium nobile lindl. alkaloids ameliorate A β ₂₅₋₃₅-induced synaptic deficits by targeting Wnt/ β -catenin pathway in Alzheimer's disease models [J]. *J Alzheimers Dis*, 2022, 86 (1) : 297-313. DOI: 10.3233/jad-215433.
- [9] 汪瑞茹, 李茂全. 单味中药及中药复方治疗阿尔茨海默病的研究进展 [J]. *河北中医*, 2023, 45 (4) : 699-704. DOI: 10.3969/j.issn.1002-2619.2023.04.038.
- [10] 刘辉, 李佩芳. 针灸治疗阿尔茨海默病研究进展 [J]. *实用中医药杂志*, 2023, 39 (4) : 843-846.
- [11] 张宇洁, 赵佳佳, 木尼热·艾海提, 等. 阿尔茨海默病差异表达基因生物信息学分析及潜在治疗中药的预测 [J]. *中国老年学杂志*, 2023, 43 (7) : 1596-1602. DOI: 10.3969/j.issn.1005-9202.2023.07.017.
- [12] 李陶然, 周小青, 刘宏栋, 等. 治疗阿尔茨海默病的皂苷类成分及其作用机制研究进展 [J]. *中国实验方剂学杂志*, 2022, 28 (14) : 216-225. DOI: 10.13422/j.cnki.syfx.20221338.
- [13] 郭健, 曾华婷, 陈彦. 氧化苦参碱药理作用及其新型给药系统的研究进展 [J]. *世界科学技术-中医药现代化*, 2022, 24 (12) : 4633-4643.
- [14] ZHU L, PAN QX, ZHANG XJ, et al. Protective effects of matrine on experimental autoimmune encephalomyelitis via regulation of ProNGF and NGF signaling [J]. *Exp Mol Pathol*, 2016, 100 (2) : 337-343. DOI: 10.1016/j.yexmp.2015.12.006.
- [15] 李娟, 姚遥, 韩怀钦, 等. 苦参碱对LPS诱导的阿尔茨海默病小鼠模型学习记忆功能和脑内神经炎症的影响 [J]. *中国实验方剂学杂志*, 2018, 24 (24) : 134-139. DOI: 10.13422/j.cnki.syfx.20182430.
- [16] 姚遥, 孙娜, 郑萍, 等. 苦参碱对阿尔茨海默症小鼠学习记忆功能和脑内氧化应激的影响 [J]. *宁夏医科大学学报*, 2016, 38 (9) : 985-988. DOI: 10.16050/j.cnki.issn1674-6309.2016.09.003.
- [17] 沈芳, 梁培, 陆红. 苦参碱对PC12细胞的毒性及线粒体损伤机制 [J]. *中国药理学与毒理学杂志*, 2017, 31 (9) : 873-879. DOI: 10.3867/j.issn.1000-3002.2017.09.003.
- [18] XU YX, YU TH, MA GJ, et al. Berberine modulates deacetylation of PPAR γ to promote adipose tissue remodeling and thermogenesis via AMPK/SIRT1 pathway [J]. *Int J Biol Sci*, 2021, 17 (12) : 3173-3187. DOI: 10.7150/ijbs.62556.
- [19] DINICOLANTONIO JJ, MCCARTY MF, O'KEEFE JH. Nutritional activation of Sirt1: a review [J]. *Open Heart*, 2022, 9 (2) : e002171. DOI: 10.1136/openhrt-2022-002171.
- [20] YE F, WU AS. The protective mechanism of SIRT1 in the regulation of mitochondrial biogenesis and mitochondrial autophagy in Alzheimer's disease [J]. *J Alzheimers Dis*, 2021, 82 (1) : 149-157. DOI: 10.3233/JAD-210132.
- [21] ZHAO ZJ, LIU Y, LU YJ, et al. Ginkgo biloba-inspired lactone prevents osteoarthritis by activating the AMPK-SIRT1 signaling pathway [J]. *Arthritis Res Ther*, 2022, 24 (1) : 197. DOI: 10.1186/s13075-022-02890-y.
- [22] 李瑜, 胡莹, 于映映, 等. 虾青素调控AMPK-SIRT1通路对七氟醚诱导HT22神经细胞损伤的影响 [J]. *现代药物与临床*, 2021, 36 (4) : 645-651. DOI: 10.7501/j.issn.1674-5515.2021.04.002.

(编辑 于溪)