

## · 综 述 ·

## 牙面粘接技术的研究进展

刘晓羽 综述, 阮晓慧<sup>△</sup> 审校

(新疆医科大学第二附属医院口腔科, 新疆 乌鲁木齐 830092)

**[摘要]** 随着人们生活水平的提高, 对口腔正畸的需求也逐渐增强。固定矫治器或无托槽隐形矫治是依附于牙齿表面粘接托槽或附件, 从而对牙齿及颌骨施加矫治力, 而托槽与附件在牙面的粘结极为重要, 该文以牙齿表面的粘结技术研究进展做一综述。

**[关键词]** 牙釉质粘接; 牙面处理; 粘接剂; 综述

**DOI:** 10.3969/j.issn.1009-5519.2023.01.028

**中图法分类号:** R783.5

**文章编号:** 1009-5519(2023)01-0132-05

**文献标识码:** A

**Research progress of tooth surface bonding technology**LIU Xiaoyu, RUAN Xiaohui<sup>△</sup>

(Department of Stomatology, Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi, Xinjiang 830092, China)

**[Abstract]** With the improvement of people's living standards, the demand for orthodontics has gradually increased. Fixed corrective appliance or invisible correction without brackets exerts a orthodontic force to the teeth and jaw by attaching brackets or attachments to the surface of the teeth. The bonding between brackets and attachments on the tooth surface is very important. This paper reviews the research progress of the bonding techniques on the tooth surface.

**[Key words]** Enamel bonding; Tooth surface treatment; Adhesives; Review

固定矫治作为正畸治疗的主要矫治方法, 是以托槽在牙面的有效粘接为基础, 托槽能否牢固粘接于牙面, 决定了正畸力是否可以作用于牙齿及颌骨。隐形矫治作为新兴的一种矫治方法, 以其美观、方便、舒适度强的特点已经越来越被大众接受。而隐形矫治中的作用力是通过附件在牙面的粘接表现, 同样附件的粘接也应作为隐形矫治的基础。可见牙面的粘接在正畸过程中是重要的一环。

**1 牙面粘结原理**

1966 年酸蚀被应用于托槽粘接, 所有的粘接剂系统都是树脂基材料, 能够黏附在界面一边的牙釉质, 并结合到另一边的材料上, 原理是在粘接剂-复合界面上的共聚过程<sup>[1]</sup>。粘结剂系统含有酸性或蚀刻类成分, 能够使牙釉质脱矿, 在一侧与牙釉质产生微机械相互作用, 并能与另一侧的复合单体共聚<sup>[2]</sup>。

牙面的粘接选用全酸蚀粘接系统或自酸蚀粘接系统。全酸蚀粘接系统是牙面经过彻底酸蚀处理后, 冲洗去除玷污层, 表面脱矿形成蜂窝状的微孔层, 粘接剂通过毛细作用渗透进入微孔中, 凹凸不平的釉质表面增大了釉质与粘接剂接触的表面积与自由能, 进而提高了机械嵌合力。自酸蚀粘接系统是将酸蚀剂

和偶联剂混合在一起, 不除去玷污层, 只是溶解玷污层, 使其改性共同形成树脂突的一部分, 连接树脂与牙体组织。

粘接前对牙面进行酸蚀处理, 极性化牙釉质表面, 溶解牙釉质结构, 使牙釉质脱矿, 形成孔隙结构, 增大与粘结剂的接触面积及摩擦系数, 形成机械嵌合作用。而过度酸蚀则会破坏牙釉质层, 降低牙釉质的强度。张泽宇等<sup>[3]</sup>研究了酸蚀时间不同对托槽粘接强度影响的离体牙实验, 证明了牙釉质酸蚀 30 s 与酸蚀 60 s 后粘接托槽的粘结强度, 差异无统计学意义。临床上选择酸蚀 30 s, 既保证了托槽的粘接强度, 又可以降低牙釉质的损伤程度。国内学者发现, 在酸蚀牙釉质的过程中仅仅提高酸蚀剂的浓度与时间并不能使粘接强度增加, 反而更损伤年轻恒牙<sup>[4]</sup>。

无论光固化与化学固化均需要酸蚀牙面, 而在临床操作中, 要考虑实际托槽位置的调整与患者舒适度的问题, 所以具体操作时间及流程的改变同样会影响粘接效果。有学者通过对 60 颗离体牙分别采用光固化与化学固化系统, 以延长酸蚀时间和酸蚀后再次于唾液中作为探究点, 展开实验, 结果可见光固化粘结系统中延长酸蚀时间及延迟粘结固化会减弱托槽

<sup>△</sup> 通信作者, E-mail: 295923650@qq.com.

的粘接强度,而化学固化粘结系统中酸蚀后再次浸于唾液反而会使粘接强度增加<sup>[5]</sup>。

## 2 牙面处理

牙齿表面的获得性薄膜约有几微米厚,附着有各种蛋白质、细菌及油脂,这些均会阻碍托槽的粘接。有研究针对清洁牙面的抛光剂做了体内、外联合实验,证实了使用 BISCOVER LV 液体抛光剂并不会影响托槽的粘接性,也就是说不会增大托槽的脱落率<sup>[6]</sup>。同样也不会增加托槽去除后对牙面的损害,反而增加了防龋的效果。

**2.1 牙面喷砂** 运用喷砂技术处理牙面,可以增加牙面与树脂的粘结性。喷砂技术是将氧化铝、氧化硅等细小颗粒通过高压气流喷射于牙釉质表面,从而使牙面粗化,使其不需要酸蚀而可以直接粘接托槽,但是 DARATSIANOS 等<sup>[7]</sup>的观点不尽相同,他认为喷砂不能代替酸蚀,实验结果显示与酸蚀相比,仅喷砂降低了约 67% 的剪切粘结强度,剥离后在牙齿上残留的树脂也更少。有学者通过比较酸蚀牙面与喷砂处理牙面,证明喷砂技术可以增加托槽粘结强度,但同时也会对牙面釉质的损伤也是很大的,这一点与 PATCAS 等<sup>[8]</sup>观点相同,即在显微镜下喷砂会显著改变牙釉质表面,使釉质面变得粗糙,失去更多的牙釉质,与单纯酸蚀的牙面相比,附加喷砂后酸蚀的树脂浸润程度相同,但粘结强度有所提高。

**2.2 激光蚀刻** 激光蚀刻作为酸蚀刻的一种替代方法,已被提出用于表面粗化。早有国外学者提出,磷酸或 Er、Cr : YSGG 激光表面处理提高了传统的玻璃离子水门汀与复合树脂的粘结强度;然而,在树脂改性的玻璃离子水门汀中,只有激光蚀刻可以显著提高粘结强度<sup>[9]</sup>。SHAFIEI 等<sup>[10]</sup>还证实了在使用 Er、Cr : YSGG 激光表面处理时,60 mJ 或 80 mJ 的激光可以提高粘结强度,且不影响其强度;再增大激光的能量,牙面的所能承受的强度会显著下降。

**2.3 NaOCl 处理牙面** ARAS 等<sup>[11]</sup>通过对乳牙、年轻恒牙、成熟恒牙用 NaOCl 处理牙面发现,年轻恒牙经过 NaOCl 处理后托槽粘接的粘结性增大,可能是与年轻恒牙结构疏松多空,含有丰富的未被矿化的蛋白质有关,而成熟恒牙有无 NaOCl 处理的效果没有差异性,乳牙的效果存在争议。

## 3 粘结剂的选择

**3.1 化学固化型粘接剂** 早期研究表明,化学固化型粘接剂比光固化型复合树脂和树脂改良型玻璃离子水门汀粘接强度更大些,但化学固化型粘接剂最大的缺点为无凝固时间短,对托槽定位的技术要求较高,且操作过程中容易混杂气泡的进入,影响粘接强度。

**3.2 光固化型粘接剂** 光固化型粘接剂的主要组成部分为树脂复合体,其固化过程是由光引发剂吸收光的能量,激活自由基,使单体发生聚合反应。为避免固化的紫外光对黏膜产生不良影响,现已将固化光发展为可见光。

附件一般选用牙体修复用光固化树脂制成,既保证了足够的强度,还兼顾了美观的特点。评价附件的粘接强度,即评价粘接剂在牙面的粘接强度。顾月光等<sup>[12]</sup>对比研究了流动树脂与固体树脂在无托槽隐形矫治中制作的附件即刻及 1 年后的损坏率和脱落率,其中证明了流动树脂用于制作附件的粘接强度更大些,且其操作时间更短。袁婷等<sup>[13]</sup>也对比研究了流动树脂和固体树脂粘接首次附件的粘接效果,同样得出流动树脂要优于固体树脂,并且在 3D 口内扫描仪下观察,可见流动树脂粘接的附件基本不存在缺损。但是有国外文献同样对比研究了 Z350 复合树脂和 Z350 流动树脂在制作附件的粘接强度,流动树脂易操作性明显高于复合树脂,而两者的粘结强度没有明显差异<sup>[14]</sup>。

韩磊等<sup>[15]</sup>的临床试验中,对比了 Z350 纳米充填树脂、Z350 纳米流动树脂、瓷化充填树脂、瓷化流动树脂四种材料在隐形矫治中粘接附件的稳定性与椅旁操作时间,认为流动性树脂更易操作,节省椅旁操作时间,但是纳米充填树脂的长期稳定性更好些。

许翔<sup>[16]</sup>通过临床试验对比研究了全酸蚀粘结剂、自酸蚀粘结剂和树脂加强型玻璃离子水门汀粘接附件的临床效果,发现三者的脱落率比较差异无统计学意义,虽然树脂加强型玻璃离子水门汀粘接的附件仍具有 10% 的脱落率,但其制作时间要少于其他酸蚀型树脂类粘结剂。

陈文儿等<sup>[17]</sup>应用 Z350 通用树脂、Z350 流动树脂、SonicFill 超声树脂三种光固化复合树脂材料进行体外研究,得出结论 SonicFill 超声树脂能承受的剪切强度要高于其他 2 种树脂,Z350 流动树脂相对低一些。同时指出 Z350 流动树脂因其流动性较高,其制作的附件体积变化较大,而且会出现溢出的材料粘接于牙面的情况。而 SonicFill 超声树脂则表现出易操作性,操作时间短、粘接力强的优点。

**3.3 光固化型粘结剂与化学固化型粘结剂对比研究** 李汉玲等<sup>[18]</sup>曾用 32 颗离体第一前磨牙做了体外对比试验,通过对传统化学固化和光固化流体树脂粘接托槽后测试剪切力的大小,得出光固化流体树脂粘接力更强,但是两组离体牙在去除托槽后牙面所残留的树脂面积大小差异无统计学意义。牟胤赫等<sup>[19]</sup>比较了 3M 化学粘结剂、3M 光固化树脂粘结剂、杭州西湖粘结剂用于托槽粘接过程中,同样得出结论,3M 光

固化树脂粘结剂的粘结性高于其他二者。而国外学者研究了新型高粘性玻璃离子水门料(HV-GIC)、树脂改性玻璃离子水门料(RM-GIC)、体积-填充流动复合材料和常规流动复合材料与牙面之间的粘结强度的对比,发现虽然每组粘接界面的电镜下图像均符合良好的粘结性。但是用以自酸蚀方式粘接高新型粘性玻璃离子水门料的粘结性高于其他粘接材料<sup>[20]</sup>。刘刚等<sup>[21]</sup>对比了光固化树脂粘接剂与光固化树脂加强型玻璃离子在体外实验中的粘接强度和粘结剂的残留量,发现光固化树脂粘接剂的粘接强度要大于光固化树脂加强型玻璃离子,并且粘接强度大者在去除托槽后粘结剂的残留量也多。这间接说明光固化树脂粘接剂可以更好地保护牙釉质在去除托槽时减少损伤。

**3.4 改良型粘结剂** 朴秀鹭等<sup>[22]</sup>在粘接剂中加入不同浓度的甲基丙烯酸酞氧乙基磷酸胆碱(2-methacryloyloxyethyl phosphorycholine, MPC),以探究改性的自酸蚀粘结剂对粘结强度的影响,离体牙实验结果显示,3.0%~7.5% MPC 改性自酸蚀粘结剂对托槽的粘结强度没有影响。尽管有学者提出,添加 MPC 的粘接剂提高了牙本质抗蛋白附着功能及细菌黏附功能,也不能说明其对托槽在牙釉质粘接中是有优势的<sup>[23]</sup>。龋白斑(white spot lesions, WSLs)是正畸过程中常见的并发症,常发生在上颌尖牙及侧切牙<sup>[24]</sup>。WSLs 是牙釉质表面因脱矿而表现出的白垩色斑块,会增加患龋的概率。为了减少粘接托槽后牙齿患龋率,较多学者研究了加入抗菌剂的粘结剂在粘接托槽中的应用<sup>[25]</sup>。其中全璐璐等<sup>[26]</sup>把不同浓度的季铵盐单体甲基丙烯酸十六烷基二甲胺(DMAHDM)加入至流动树脂中,做了体外实验,通过测试其剪切力大小、扫描电镜观察牙体表面菌斑黏附量及测试生物膜活性大小,证明加入 7.5% DMAHDM 抗菌剂的粘结材料黏附细菌最少,但其可承受的剪切力显著下降,也就是粘结性下降,虽可满足正畸粘接要求,但是不能保证托槽粘接的长期稳定性。李振霞等<sup>[27]</sup>体外实验研究了纳米二氧化钛对光固化正畸托槽粘接剂(Grengloo)抗菌性和拉伸粘接强度的影响,选用临床常用的光固化绿胶托槽粘接剂中加入不同质量分数的纳米二氧化钛,结果显示粘接材料发挥了一定的抗菌性,但对粘接强度没有影响。

#### 4 固化光照强度

还有学者提出,在光固化树脂粘接系统中,不同的 LED 灯光照强度也会影响粘结强度,尤其是使用时间较长的、老旧的 LED 灯,其光照强度在照射相同时间的情况下,已不足以使树脂达到粘结正畸托槽的强度,而不同品牌的 LED 灯只要光照强度足够,其粘

结性大小差异无统计学意义<sup>[28]</sup>。PHANEUF 等<sup>[29]</sup>提出用聚苯乙烯条作为干预条件延迟光固化,探究正常口腔环境与无氧的干预条件下光固化粘结强度,得出结论为有无氧的条件下对粘接力并没有明显影响,反而粘结材料厚度的增加会影响粘接强度。

#### 5 解剖位置

由于临床操作是在患者口内进行,无法百分之百达到操作标准,就会影响托槽及附件粘接的效率。在患者口内,受解剖位置关系的影响,越靠近远中的牙位,操作难度越大,操作时间越长,这可能导致了粘接剂在未能取得正确位置时已经改变了其理化性质,从而影响了托槽的粘结性<sup>[30]</sup>。同时有研究发现,下颌牙齿的托槽脱落率要显著大于上颌。这与其解剖位置密切相关,一是因为正常的咬合关系是上颌覆盖下颌,下颌托槽易产生干扰,从而使下颌托槽受到过大的力而脱落;儿童在建骀期间,后牙没有完全萌出,咬合较深,使得颌间垂直距离不够,而使托槽受力过大脱落。二是因为下颌隔湿效果差,在粘接时容易造成唾液的污染,而使粘接力下降。同时,在粘接附件时,后牙的附件脱落率要高于前牙,这与后牙隔湿效果差、不易操作有关。

#### 6 患者因素

托槽处于口腔环境内,如果患者不能保持口腔卫生,大量菌斑更容易附着在托槽周围凹凸不平的牙面上,造成局部脱矿,不仅增加了患龋的风险,也使局部能承受的剪切力下降,从而影响托槽及附件的粘接强度。儿童托槽的脱落率要比成人高些,儿童人群中有一部分是家长要求正畸的意愿更强烈些,儿童对自身口腔维护的重要性没有建立起强烈的意识,依从性差,饮食与日常习惯都不注意,造成更高的脱落率。而随着正畸患者矫治的进行,正畸过程中的不舒适与对美和健康的渴望,使其依从性逐渐提高,更加配合医生的操作,更加关注口腔的维护,从而逐渐减少了托槽的脱落率。而无托槽隐形矫治中,患者自行摘戴的频率也影响附件的脱落率,当每天摘戴次数大于或等于 5 次时,就会增加附件的脱落率。如患者进食时选择佩戴矫治器进食,这则是附件脱落的一个抑制因素。

#### 7 结 论

综上所述,牙面粘接技术不断发展,但牙面粘结的强度受多种因素影响。为了能更好地使牙釉质表面机械嵌合力作用发挥到最大限度,要对牙面进行清洁与牙面处理。牙面清洁是去除牙齿表面的油脂、蛋白、细菌、软垢等,牙面处理是增加牙面的粗糙程度,增大粘结剂与牙面的粘接面积,从而提高粘接强度。目前,可以增加牙面粗糙度的牙面处理方法有喷砂处

理、激光蚀刻、化学处理等,均可达到牙面粗化的效果。但是牙面处理不可代替牙釉质酸蚀处理。酸蚀后的牙面是蜂窝状的微孔层,牙釉质面粘接是利用机械嵌合力的作用,树脂突与釉质的微孔层形成机械锁合。粘结剂的选择也是影响粘接效果的重要一环。随着技术的更新,越来越多的粘接剂问世。光固化型粘接剂操作方便、快捷,且有足够的粘接性能,临床使用率也高。也可在粘接剂中增加一些防龋、抗菌试剂成分,在不影响粘接的情况下,可以达到预防龋病的效果。光固化粘接剂的固化引发条件是光照,光照强度也是影响粘接强度的因素之一。老旧的光固化灯无法达到粘接固化的要求,会影响粘接效果。除此之外,粘接托槽所在的解剖位置与患者自身因素也同样会影响托槽、附件在牙面的粘接。解剖位置增加了位于后牙区的托槽及附件的粘接操作难度,会导致隔湿效果降低,操作时间延长,粘接效果差一些。患者自身口腔卫生维护是托槽及附件粘接后粘接强度最大化的保障。同时,在隐形矫治过程中,还要告知患者尽量减少摘戴矫治器的次数,以降低附件的脱落率,提高牙齿移动效率。

## 参考文献

[1] CADENARO M, MARAVIC T, COMBA A, et al. The role of polymerization in adhesive dentistry[J]. *Dent Mater*, 2019, 35(1): e1-e22.

[2] BRESCHI L, MARAVIC T, CUNHA S R, et al. Dentin bonding systems: From dentin collagen structure to bond preservation and clinical applications[J]. *Dent Mater*, 2018, 34(1): 78-96.

[3] 张泽宇, 奥玛里, 肖立伟. 不同托槽处理方法及牙釉质酸蚀时间对再粘接强度影响的比较[J]. *实用口腔医学杂志*, 2019, 35(3): 416-419.

[4] 孙立众, 王琦, 王若帆. 次氯酸钠去蛋白化对正畸托槽粘接影响的研究进展[J]. *口腔疾病防治*, 2018, 26(6): 396-400.

[5] ALFONSO PARRA REYES. 粘接剂的不同操作流程对托槽粘接强度的影响[D]. 大连: 大连医科大学, 2019.

[6] 林宝山, 李婷. 液体抛光剂对托槽黏结强度影响的体内外实验[J]. *中国组织工程研究*, 2018, 22(18): 2872-2876.

[7] DARATSIANOS N, SCHÜTZ B, REIMANN S, et al. The influence of enamel sandblasting on the shear bond strength and fractography of the bracket-adhesive-enamel complex tested in

vitro by the DIN 13990:2017-04 standard[J]. *Clin Oral Investig*, 2019, 23(7): 2975-2985.

[8] PATCAS R, ZINELIS S, ELIADES G, et al. Surface and interfacial analysis of sand-blasted and acid-etched enamel for bonding orthodontic adhesives[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2015, 147(4 Suppl): S64-75.

[9] NAVIMIPOUR E J, OSKOE S S, OSKOE A, et al. Effect of acid and laser etching on shear bond strength of conventional and resin-modified glass-ionomer cements to composite resin[J]. *Lasers Med Sci*, 2012, 27(2): 305-311.

[10] SHAFIEI F, DEGHANIAN P. Effect of Er:YAG laser etching on topography, microstructure, compressive strength, and bond strength of a universal adhesive to calcium silicate cements[J]. *Clin Oral Investig*, 2020, 24(2): 711-718.

[11] ARAS S, KUCUKESMEN C, KUCUKESMEN H C, et al. Deproteinization treatment on bond strengths of primary, mature and immature permanent tooth enamel[J]. *J Clin Pediatr Dent*, 2013, 37(3): 275-279.

[12] 顾月光, 岳莉, 李雷, 等. 比较传统树脂和流体树脂在无托槽隐形矫治中的应用[J]. *口腔医学*, 2021, 41(11): 992-994.

[13] 袁婷, 许方清, 吕夏杨, 等. 固体树脂和流体树脂在无托槽隐形矫治首次附件粘接效果的比较[J/CD]. *全科口腔医学电子杂志*, 2018, 5(20): 32-38.

[14] LIN S, HUANG L, LI J, et al. Assessment of preparation time and 1-year Invisalign aligner attachment survival using flowable and packable composites[J]. *Angle Orthod*, 2021, 91(5): 583-589.

[15] 韩磊, 赵丹, 季骏. 应用 4 种光固化纳米树脂粘接无托槽隐形矫治器附件的临床比较研究[J]. *口腔医学研究*, 2018, 34(7): 784-787.

[16] 许翔. 无托槽隐形矫治器附件三种粘接方法的效果研究[J]. *中国医师杂志*, 2018, 20(2): 281-283.

[17] 陈文儿, 钱玉芬. 应用 3 种光固化复合树脂材料制作的无托槽隐形矫治附件粘接效果比较研究[J]. *中国实用口腔科杂志*, 2019, 12(4): 222-226.

[18] 李汉玲, 陈然然. 光固化流体树脂正畸托槽粘接剂对牙齿外观及抗剪切强度的影响分析[J]. 中

国美容医学, 2020, 29(9):152-154.

- [19] 牟胤赫, 杨陆一, 吴嫣然, 等. 不同条件下 3 种正畸粘接剂粘结强度的比较及其意义[J]. 吉林大学学报(医学版), 2016, 42(3):512-516.
- [20] FRANCOIS P, VENNAT E, LE GOFF S, et al. Shear bond strength and interface analysis between a resin composite and a recent high-viscous glass ionomer cement bonded with various adhesive systems[J]. Clin Oral Investig, 2019, 23(6):2599-2608.
- [21] 刘刚, 王银龙, 王元银, 等. 两种正畸粘接剂粘接强度的体外实验研究[J]. 中国美容医学, 2018, 27(5):112-115.
- [22] 朴秀鹭, 张宁, 白玉兴. 甲基丙烯酸酞氧乙基磷酸胆碱对自酸蚀粘接剂托槽剪切粘接强度的影响[J]. 北京口腔医学, 2018, 26(2):61-64.
- [23] ZHANG N, MELO M, BAI Y, et al. Novel protein-repellent dental adhesive containing 2-methacryloyloxyethyl phosphorylcholine[J]. J Dent, 2014, 42(10):1284-1291.
- [24] BEVINAGIDAD S, SETTY S, PATIL A, et al. Estimation and correlation of salivary calcium, phosphorous, alkaline phosphatase, pH, white spot lesions, and oral hygiene status among orthodontic patients[J]. J Indian Soc Periodontol, 2020, 24(2):117-121.
- [25] 买尔旦江·肉孜, 胡首杉, 曾福磊, 等. 正畸中釉质脱矿的控制与治疗研究进展[J]. 口腔医学, 2020, 40(9):855-859.
- [26] 全璐璐, 李雪微, 赵俊杰, 等. 正畸改性流动树脂的体外研究[J]. 口腔医学研究, 2021, 37(8):712-716.
- [27] 李振霞, 薛晶, 陈婷婷, 等. 纳米二氧化钛对正畸粘接剂抗菌性与拉伸粘接强度的影响[J]. 口腔医学, 2016, 36(7):591-594.
- [28] 周祥, 魏全青, 刘明月, 等. LED 光固化灯光照强度对正畸托槽粘接即刻脱落的影响[J]. 中国保健营养, 2020, 30(3):40-41.
- [29] PHANEUF M, HAIMEUR A, FRANÇA R. Effect of anaerobic cure of self-etch adhesive on degree of conversion and shear bond strength[J]. Clin Oral Investig, 2019, 23(5):2227-2233.
- [30] 何明宜, 聂丽萍, 古贵刚, 等. 临床正畸托槽脱落相关因素分析[J]. 北京口腔医学, 2008, 16(1):29-31.

(收稿日期:2022-04-06 修回日期:2022-10-10)

(上接第 131 页)

- [22] ZANG K, CHEN B, WANG M, et al. The effect of early mobilization in critically ill patients: A meta-analysis[J]. Nurs Crit Care, 2020, 25(6):360-367.
- [23] CAMPOS D R, BUENO T, ANJOS J, et al. Early neuromuscular electrical stimulation in addition to early mobilization improves functional status and decreases hospitalization days of critically ill patients[J]. Crit Care Med, 2022, 50(7):1116-1126.
- [24] 刘晶涛, 陆巍. 机械通气患者非语言沟通的研究进展[J]. 护理学杂志, 2019, 34(13):102-106.
- [25] HOLM A, VIFTRUP A, KARLSSON V, et al. Nurses' communication with mechanically ventilated patients in the intensive care unit: Umbrella review[J]. J Adv Nurs, 2020, 76(11):2909-2920.
- [26] 成晶, 席明霞, 周朝阳, 等. eCASH 策略预防 ICU 机械通气患者谵妄效果评价[J]. 护理学杂志, 2019, 34(20):27-30.
- [27] 赵先美, 叶曼, 李知音, 等. eCASH 理念运用于 ICU 机械通气患者镇静镇痛管理的效果评价[J]. 中国护理管理, 2018, 18(4):533-537.
- [28] 卞红, 刘海英, 杨正宇, 等. eCASH 理念结合早期活动在 ICU 机械通气患者的应用研究[J]. 护理学杂志, 2019, 34(10):38-41.
- [29] WU J, HUANG M. How do we maximize the humanistic care of a long-range (36-day) venoarterial extracorporeal membrane oxygenation and successfully bridged to heart transplantation[J]. J Clin Anesth, 2019, 58:105-106.
- [30] ACEVEDO-NUEVO M, GONZÁLEZ-GIL M T, ROMERA-ORTEGA M Á, et al. The early diagnosis and management of mixed delirium in a patient placed on ECMO and with difficult sedation: A case report[J]. Intensive and Critical Care Nursing, 2018, 44:110-114.
- [31] 李莉. 基于 eCASH 理念的镇静、镇痛护理在 ICU 机械通气病人中的应用[J]. 护理研究, 2021, 35(16):2895-2899.

(收稿日期:2022-03-22 修回日期:2022-08-19)