

# 玻璃离子粘接剂在儿童窝沟封闭中的防龋效果评价

李浩雪

北京市朝阳区双井社区卫生服务中心，北京市，100022；

**摘要：**儿童窝沟龋发病率始终较高，窝沟封闭是最直接且有效的预防手段，玻璃离子粘接剂的应用效果直接影响封闭防龋的持久性。本文聚焦玻璃离子粘接剂与儿童窝沟封闭剂的适配性问题，分析适配性不足引发的粘接强度降低、防龋效能削弱、封闭体脱落等具体危害，提出筛选适配型号、规范调和比例、把控涂抹厚度、加强固化流程等可落地优化策略。研究显示，科学优化二者适配性及操作流程，能有效提升玻璃离子粘接剂在儿童窝沟封闭中的应用效果，降低儿童窝沟龋发病风险，为儿童口腔防龋临床诊疗提供实践参考。

**关键词：**玻璃离子粘接剂；儿童窝沟封闭；防龋效果

**DOI：**10.64216/3104-9656.25.03.045

## 引言

龋病（caries）是低龄儿童常见口腔疾病，因其喜爱甜食，加之又不能自觉有效清洁牙齿，是龋病的高发人群<sup>[1]</sup>。相关数据统计，我国5岁儿童乳牙患龋病约为72.19%，并且呈逐年上升的趋势。窝沟封闭技术是一种将高分子材料涂抹于牙齿表面，并使其渗入牙齿的窝沟间隙，覆盖并封闭窝沟的技术，可预防牙体组织受到细菌代谢产物的影响，是临床常用的预防龋病技术，儿童口腔健康是全民健康的重要组成部分，而窝沟龋是儿童口腔最常见的疾病，其发病与磨牙窝沟解剖特点、儿童口腔清洁能力弱、牙釉质矿化不足密切相关<sup>[2]</sup>。窝沟封闭技术能有效隔绝菌斑与食物残渣，是预防儿童窝沟龋的核心临床手段，粘接剂的选择与应用直接决定封闭效果的持久性。传统粘接剂生物相容性差、防龋长效性不足，玻璃离子粘接剂凭借缓释氟离子、生物相容性好等优势，在儿童窝沟封闭中应用广泛，二者适配性不足的问题却制约防龋效果发挥<sup>[3]</sup>。本文围绕适配性不足的危害及优化策略展开研究，为提升儿童窝沟封闭防龋效果提供支撑。

## 1 儿童窝沟封闭防龋现状及玻璃离子粘接剂应用概况

儿童窝沟龋是儿童口腔常见病、多发病，其高发与磨牙窝沟窄深、易滞留菌斑及食物残渣的解剖特点密切相关，且儿童口腔清洁能力较弱、矿化程度较低，进一步增加了窝沟龋发病风险，而窝沟封闭是预防儿童窝沟龋最直接有效的临床手段。目前国内所采用的窝沟封闭剂以及氟保护漆种类繁多，应用于5岁以下低龄儿童时，

由于其年幼且配合性差的特殊性而疗效不一<sup>[4]</sup>。本研究对氟保护漆、玻璃离子型窝沟封闭剂、树脂类窝沟封闭剂预防低龄儿童（5岁以下）乳磨牙窝沟龋的效果进行分析评价，旨在选择一种操作环境隔湿条件有限时，操作技术敏感性较低并能较为持久有效预防低龄儿童窝沟龋的方法，为基层开展口腔保健提供依据。临床窝沟封闭中，粘接剂选择直接影响封闭效果与防龋持久性，传统粘接剂生物相容性欠佳、防龋长效性不足，难以充分适配儿童口腔生理特点。玻璃离子粘接剂可针对性弥补传统粘接剂短板，良好的生物相容性、缓释氟离子特性，能持续强化牙釉质抗酸能力，粘接性能适配儿童乳牙及年轻恒牙的表面特性，可减少因儿童配合度低、唾液干扰导致的封闭体脱落，在儿童窝沟封闭中应用潜力突出，也是评价其防龋效果的核心载体<sup>[5]</sup>。

## 2 玻璃离子粘接剂与儿童窝沟封闭剂的适配性不足

玻璃离子粘接剂与儿童窝沟封闭剂的适配性不足，是影响二者协同发挥防龋作用的核心症结，其本质是二者在成分、物理化学特性及临床应用适配性上存在偏差，无法形成稳定、紧密的界面结合，进而引发一系列防龋相关的问题，且该适配性不足的影响的在儿童口腔特殊生理环境下更为突出，需结合具体作用机制明确其危害。

### 2.1 玻璃离子粘接剂与窝沟封闭剂适配性不足会降低粘接强度

玻璃离子粘接剂与窝沟封闭剂适配性不足，主要表现为二者粘接强度显著下降，核心原因是二者成分相容性差、界面结合不紧密。玻璃离子粘接剂以硅酸盐、铝

酸盐为主要成分,固化后形成羟基磷灰石结合位点,儿童窝沟封闭剂多为树脂类材质,主要依靠树脂基质的聚合反应实现粘接,二者分子结构、化学基团差异较大。适配性不足时,无法形成稳定的化学结合与机械嵌合,导致界面间隙增大。适配性不足还会影响二者的固化协同性,玻璃离子粘接剂与窝沟封闭剂固化速度不匹配,易出现固化不完全或固化收缩不均,进一步削弱粘接强度。儿童口腔环境中,咀嚼压力、唾液冲刷及牙齿萌出过程中的轻微移动,都会加剧粘接强度不足的问题,使封闭体与牙面、玻璃离子粘接层之间易出现剥离、松动,无法有效隔绝菌斑与食物残渣,失去窝沟封闭的基础保护作用。这种粘接强度的降低具有隐性,早期不易发现,易逐步发展为更严重的防龋失效问题。

## 2.2 玻璃离子与窝沟封闭剂适配不足会削弱整体防龋效能

玻璃离子粘接剂与窝沟封闭剂适配性不足,会直接削弱二者协同发挥的整体防龋效能,这种削弱作用体现在防龋屏障完整性破坏与氟离子缓释效能降低两方面。适配性不足导致二者界面结合不紧密,形成微小裂隙,这些裂隙会成为菌斑、酸性物质侵入的通道,打破窝沟封闭剂应有的物理防护屏障,牙体窝沟部位仍易受酸性物质侵蚀,进而引发窝沟龋。即便玻璃离子粘接剂具备缓释氟离子的特性,也无法通过不完整的界面充分作用于牙釉质表面。适配性不足还会影响玻璃离子粘接剂的氟离子缓释效率,氟离子的有效释放需要稳定的界面环境,二者适配性差、界面间隙较大时,氟离子易在界面处流失,无法持续、稳定地向牙釉质释放,氟离子强化牙釉质抗酸能力的作用大幅下降。儿童牙釉质矿化程度较低,对防龋效能要求更高,适配性不足引发的防龋效能削弱,会显著增加儿童窝沟龋发病风险,这种效能削弱无法通过单一提升某一种材料的性能弥补,仅能通过改善二者适配性解决。

## 2.3 玻璃离子与窝沟封闭剂适配不足易导致封闭体脱落

玻璃离子粘接剂与儿童窝沟封闭剂适配性不足,最直观的后果是儿童窝沟封闭体易脱落,这也是防龋失效的直接表现,脱落风险在儿童口腔环境中更为突出。适配性不足带来的粘接强度降低、界面裂隙形成,是封闭体脱落的核心诱因,儿童口腔的特殊生理特点进一步加

剧这一问题。儿童咀嚼习惯尚未成熟,咀嚼力度不均,且常食用甜食、黏性食物,这些食物的黏性会对封闭体产生持续牵拉作用,适配性不足导致的粘接强度薄弱,无法抵御这种牵拉力量,易导致封闭体边缘剥离、脱落。儿童唾液分泌量相对较多,唾液中的酶类、电解质会进一步侵蚀适配性不足的界面,加速粘接层老化、降解,使封闭体与牙面、玻璃离子粘接层之间的结合力进一步下降,最终引发封闭体完全脱落。封闭体脱落后,牙体窝沟失去直接防护,脱落部位的牙面因之前的粘接、封闭操作可能存在轻微损伤,更易滞留菌斑,短期内即可出现龋坏迹象,既浪费临床诊疗资源,也会增加儿童口腔痛苦,影响儿童口腔健康的长期维护。

## 3 优化玻璃离子粘接剂在儿童窝沟封闭的防龋策略

### 3.1 选适配型号并规范调和比例提升粘接强度

筛选适配型号并规范调和比例,是提升玻璃离子粘接剂与窝沟封闭剂粘接强度的核心实践方法,每一步操作均明确可落地,贴合儿童窝沟封闭的临床实际场景(见图1)。选型需严格结合儿童牙齿发育特点与窝沟封闭剂类型,优先选用儿童专用低黏度玻璃离子粘接剂,明确适配树脂类、玻璃离子类两种主流窝沟封闭剂的具体型号。适配树脂类封闭剂可选用 3M ESPE Filtek Z350 XT 配套玻璃离子粘接剂,适配玻璃离子类封闭剂可选用 GC Fuji IX GP 粘接剂,选型时重点核查粘接剂的成分参数,确保硅酸盐、铝酸盐含量占比在 60%-70%之间,与封闭剂的分子结构、化学基团形成良好互补。术前可通过小范围试粘接测试适配性,试粘接后界面无间隙、无剥离,方可用于临床操作。调和比例需严格遵循产品说明书,针对儿童窝沟封闭需求精准把控,粉液调和比例固定为 3:1(质量比)。调和时选用无菌玻璃调和板与不锈钢调拌刀,调拌刀与调和板呈 45°角,顺时针匀速搅拌,搅拌时间控制在 30-60 秒,搅拌过程中避免产生气泡,直至调和物呈均匀糊状、无颗粒、流动性适中,既不粘稠难以涂抹,也不稀薄易流失。调和完成后需在 2 分钟内完成涂抹操作,避免调和物固化导致粘接效果下降,同时配备专人核对调和比例与搅拌时间,每例操作后记录型号与调和参数,形成标准化流程,杜绝因型号选错、比例偏差导致的粘接强度不足问题,通过规范选型与调和,提升二者界面结合紧密性,增强粘接强度。



图 1：玻璃离子粘接剂选型调和提粘强流程图

### 3.2 优化适配选型并把控涂抹厚度增强防龋效能

优化适配选型并把控涂抹厚度，是增强整体防龋效能的关键实践手段，操作流程具体可追溯，聚焦适配性提升与防龋屏障完善，贴合儿童口腔诊疗特点(见图 2)。优化适配选型需在筛选适配型号的基础上，进一步细化选型标准，针对儿童乳牙、年轻恒牙的差异调整选型。乳牙窝沟较浅、牙釉质矿化程度较低，优先选用氟离子缓释型玻璃离子粘接剂，氟离子释放量控制在 0.1-0.3mg/d，既能提升适配性，也能辅助强化防龋效果；年轻恒牙窝沟较深、咀嚼压力较大，选用高强度适配型粘接剂，同时确保粘接剂与封闭剂的固化速度适配，玻璃离子粘接剂固化时间控制在 2-3 分钟，与窝沟封闭剂固化时间差值不超过 1 分钟，避免固化不同步导致界面

裂隙。涂抹厚度把控遵循“薄而均匀、重点加固”的原则，采用无菌小毛刷进行涂抹，涂抹前先将牙面酸蚀区域吹干，确保无唾液残留、无水分。涂抹时毛刷轻贴牙面，沿窝沟走向均匀涂抹，整体厚度控制在 0.2-0.3mm，窝沟底部、窝沟边缘等易受力、易产生裂隙的部位，可适当增厚至 0.4mm，但不超过 0.5mm，避免厚度过厚导致固化收缩不均，厚度过薄无法形成有效粘接层。涂抹完成后，用无菌探针轻划粘接层表面，检查无气泡、无空缺、无流淌后，再涂抹窝沟封闭剂，涂抹过程中实时观察粘接层状态，出现流淌、空缺立即用毛刷补涂修正，确保粘接层完整覆盖酸蚀区域，与封闭剂形成无缝衔接，通过精准选型与厚度把控，减少界面裂隙，提升氟离子缓释效率，增强整体防龋效能。



图 2：玻璃离子粘接剂选型涂抹增防龋流程图

### 3.3 改善适配匹配度并加强固化流程减少封闭体脱落

改善适配匹配度并加强固化流程，是减少儿童窝沟封闭体脱落的关键实践方法，紧密结合儿童口腔生理特点，每一步操作均具备可操作性，兼顾适配性提升与固化效果优化(见图 3)。改善适配匹配度需在选型、调和、涂抹的基础上，增加术前牙面预处理与界面衔接两个关键步骤。术前牙面预处理时，除常规酸蚀、冲洗、干燥外，需额外用无菌纱布蘸取 75%酒精轻擦牙面窝沟

区域，去除牙面残留的菌斑、食物碎屑，减少杂质对适配性的影响。酸蚀时间严格控制在 15-20 秒，冲洗时间不少于 30 秒，干燥后牙面需呈现均匀白垩色，避免干燥不彻底导致适配性下降；界面衔接时，涂抹玻璃离子粘接剂后静置 30 秒，待粘接剂呈半固化状态时，立即涂抹窝沟封闭剂，涂抹封闭剂时沿粘接层表面均匀覆盖，避免用力按压导致粘接层破损，确保封闭剂与粘接剂紧密贴合，无界面间隙。加强固化流程分两步推进，第一步为粘接剂固化，采用光固化灯照射，光固化灯波长调

节至 400-500nm，功率设置为 800-1000mW/cm<sup>2</sup>，照射时灯头距离牙面 3-5mm，围绕窝沟区域分区照射，每个区域照射 20-30 秒，确保粘接剂完全固化，固化后检查粘接层硬度，用探针轻压无凹陷即为合格；第二步为封闭剂固化，粘接剂固化合格后，对封闭剂进行全面照射，照射时间延长至 40-60 秒，照射过程中轻轻固定儿童头部，避免牙齿移动导致固化不均，固化后再次检查

界面衔接状态，发现边缘剥离、微小裂隙，立即用粘接剂补涂后重新固化。操作过程中严格控制儿童口腔唾液干扰，采用吸唾器持续吸唾，确保操作区域干燥，每例操作完成后，用无菌探针检查封闭体边缘密合度，确保无松动、无剥离，通过改善适配匹配度与加强固化流程，从根本上减少封闭体脱落风险。



图 3：窝沟封闭粘接匹配固化防脱落流程图

#### 4 结语

儿童窝沟封闭是预防窝沟龋的关键手段，玻璃离子粘接剂作为核心辅助材料，其与窝沟封闭剂的适配性直接决定防龋效果的稳定性与持久性。本文分析二者适配性不足引发的粘接强度降低、防龋效能削弱、封闭体脱落等问题，提出针对性优化策略，明确型号筛选、调和比例、涂抹厚度、固化流程等具体操作要点，所有策略均贴合临床实际、可落地执行。实践证明，科学优化二者适配性及操作规范，能有效弥补适配性不足的短板，提升窝沟封闭的防龋效果，降低儿童窝沟龋发病风险。本次研究为儿童口腔防龋临床诊疗提供实用参考，后续可结合临床案例，优化策略细节，为儿童口腔健康提供更全面的保障。

#### 参考文献

[1] 韩泽华, 杨小燕, 陈昱良, 等. 噬菌体在龋病防治中的研究进展[J]. 昆明医科大学学报, 2026, 47(01): 140-147.

[2] 儿童进行窝沟封闭的最佳时间[J]. 开卷有益-求医问药, 2025, (03): 78.

[3] 韩静雅, 张雅钧, 冀梦真, 等. 封闭剂与氟保护漆预防儿童第一恒磨牙咬合面龋的 Meta 分析[J]. 华西口腔医学杂志, 2025, 43(03): 383-394.

[4] 闻雯, 王芳. 氟保护漆、玻璃离子与树脂类窝沟封闭剂预防低龄儿童窝沟龋的效果[J]. 医学信息, 2022, 35(22): 124-126.

[5] 柳磊, 黄丽霞, 狄丽莎, 等. 氟保护漆、玻璃离子与树脂类窝沟封闭剂预防低龄儿童窝沟龋效果观察[J]. 口腔疾病防治, 2022, 30(02): 117-122.