

高分子义眼材料表面菌斑生物膜的清洁效应

郭素萍¹, 宋岩², 王凡涛², 胥欣², 贾微¹(¹潍坊医学院, 山东省潍坊市 261053; ²潍坊医学院附属医院口腔科, 山东省潍坊市 261031)

文章亮点:

1 义眼戴入后结膜囊内的微生态环境被打破, 高分子材料表面更利于菌斑生物膜的形成, 修复材料和天然组织表面存在的结构差异也成为菌斑形成聚集的加剧因素。同时, 菌斑生物膜在材料表面附着, 造成材料老化、性能降低, 材料表面粗糙度增加也促使细菌再附着。

2 鉴于目前对义眼清洁方式方法缺乏研究, 对常用的清洁方法效果缺乏评价与论证, 本实验应用 5 种方式清洁常用义眼材料表面的菌斑生物膜, 评价其菌斑清除效果, 发现表明乙醇、Boston SIMPLUS、Polident 及牙膏清洗方法对两种义眼材料表面金黄色葡萄球菌生物膜的清除效果均优于清水冲洗, 综合多因素, 为避免义眼戴入后结膜囊内微生物感染的发生, 鼓励选用 Polident 及 Boston SIMPLUS 清洁义眼片。

关键词:

生物材料; 材料相容性; 义眼; 聚甲基丙烯酸甲酯; 结膜囊; 菌斑生物膜; 清洗方法; 组织构建

主题词:

眼, 人工; 生物膜; 甲基丙烯酸甲酯类; 组织工程

摘要

背景: 义眼戴入后结膜囊内的微生态环境被打破, 其自洁作用减弱, 更利于微生物的生长和定植, 义眼表面菌斑生物膜的清洁效果影响佩戴舒适度和患者生活质量, 寻求一种有效的清洁方法有其必要性。

目的: 比较 5 种清洗方法对义眼表面菌斑生物膜的清洁效果。

方法: 对 84 例已行义眼修复患者, 取结膜囊内分泌物作细菌培养鉴定。制作自凝树脂、热凝树脂义眼片各 50 片, 每组义眼片随机均分为 5 组, 分别以清水、体积分数 75%乙醇、Boston SIMPLUS、Polident 及牙膏进行清洁, 清洁完成后将试片进行残留生物膜培养, 并运用菌落计数法评估不同处理方式的清洁效果。

结果与结论: 84 例标本送检, 阳性 49 例, 其中金黄色葡萄球菌分离率 14.29%, 表皮葡萄球菌分离率占 13.10%, 麦氏棒杆菌分离率占 7.14%。采用清水、Boston SIMPLUS、牙膏清洁时, 自凝树脂组金黄色葡萄球菌菌落数高于热凝树脂组($P < 0.05$); 采用乙醇、Polident 清洁时, 两组金黄色葡萄球菌菌落数无差异。在自凝树脂中, 清水处理组菌落计数高于其他方法处理组($P < 0.05$), 乙醇处理组菌落计数低于 Boston SIMPLUS 组($P < 0.05$), 其余组间比较差异均无显著性意义; 在热凝树脂中, 清水处理组菌落计数高于其他方法处理组($P < 0.05$), 其余组间比较差异均无显著性意义。表明乙醇、Boston SIMPLUS、Polident 及牙膏清洗方法对两种义眼材料表面金黄色葡萄球菌生物膜的清除效果均优于清水冲洗, 综合多因素, 为避免义眼戴入后结膜囊内微生物感染的发生, 鼓励选用 Polident 及 Boston SIMPLUS 清洁义眼片。

郭素萍, 宋岩, 王凡涛, 胥欣, 贾微. 高分子义眼材料表面菌斑生物膜的清洁效应[J]. 中国组织工程研究, 2015, 19(43):6993-6997.

doi:10.3969/j.issn.2095-4344.2015.43.020

The cleaning of plaque biofilm on the surface of macromolecule ocular prosthesis material

Guo Su-ping¹, Song Yan², Wang Fan-tao², Xu Xin², Jia Wei¹ (¹Weifang Medical University, Weifang 261053, Shandong Province, China; ²Department of Stomatology, Affiliated Hospital of Weifang Medical University, Weifang 261031, Shandong Province, China)

Abstract

BACKGROUND: The micro-ecological environment has been broken when the ocular prosthesis was inset into the conjunctival sac. The recede of self cleaning function is more conducive to the microbial growth and colonization. The cleaning of plaque biofilm on ocular prosthesis surface affects the patient's wearing comfort and quality of life. It is necessary to seek an effective cleaning method.

OBJECTIVE: To compare the clearance effect of five cleaning methods on the palque biofilm on ocular prosthesis surface.

METHODS: The conjunctival secretions from 84 patients who were subjected to ocular prosthesis repair were taken for bacterial culture and identification. Fifty pieces of self-curing resin and thermosetting resin artificial eyes were produced. The artificial eyes in each group were randomly divided into five groups, and were cleaned respectively with clear water, volume fraction of 75% ethanol, Boston SIMPLUS, polident and toothpaste. After

郭素萍, 女, 1991 年生, 山东省潍坊市人, 汉族, 潍坊医学院在读硕士, 主要从事口腔颌面部畸形与缺损的修复研究。

通讯作者: 宋岩, 主任医师, 教授, 潍坊医学院附属医院口腔科, 山东省潍坊市 261031

中图分类号:R318

文献标识码:B

文章编号:2095-4344

(2015)43-06993-05

稿件接受: 2015-07-20

http://www.crter.org

Guo Su-ping, Studying for master's degree, Weifang Medical University, Weifang 261053, Shandong Province, China

Corresponding author: Song Yan, Chief physician, Professor, Department of Stomatology, Affiliated Hospital of Weifang Medical University, Weifang 261031, Shandong Province, China

Accepted: 2015-07-20

the completion of the cleaning, the test piece was conducted residual biofilm culture. The clearance effects of different processing modes were evaluated using colony counting method.

RESULTS AND CONCLUSION: Eighty-four specimens were submitted for inspection, of which 49 were positive. The *Staphylococcus aureus* separation rate was 14.29%. *Staphylococcus epidermidis* separation rate accounted for 13.10%. *Maxwell Corynebacterium* separation rate accounted for 7.14%. When water, Boston SIMPLUS and toothpaste were used for cleaning, the *Staphylococcus aureus* colony number in the self-curing resin group was higher than that in the thermosetting resin group ($P < 0.05$); when ethanol and polident were used for cleaning, there was no difference in the *Staphylococcus aureus* colony number between these two groups. In self-curing resin, the colony count in the clear water treatment group was higher than that in the other treatment groups ($P < 0.05$). The colony count in the ethanol treatment group was lower than that in the Boston SIMPLUS group ($P < 0.05$). There was no significant difference in the colony count between other groups. In thermosetting resin, the colony count in the clear water treatment group was higher than that in the other treatment groups ($P < 0.05$). There was no significant difference in the colony count between other groups. These results demonstrate that ethanol, Boston SIMPLUS, polident and toothpaste have better cleaning effects on *Staphylococcus aureus* biofilms on the surface of two kinds of ocular prostheses than the clear water rinse. Overall, it is encouraged to clean the artificial eyes using polident and Boston SIMPLUS, in order to avoid the occurrence of microbial infection in the conjunctival sac after wearing ocular prosthesis.

Subject headings: Eye, Artificial; Biofilms; Methylmethacrylates; Tissue Engineering

Guo SP, Song Y, Wang FT, Xu X, Jia W. The cleaning of plaque biofilm on the surface of macromolecule ocular prosthesis material. *Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu*. 2015;19(43):6993-6997.

0 引言 Introduction

在临床实践中,大量眼部疾病或外伤导致的眼球缺失、眼球萎缩及眼窝凹陷,给患者生理和心理造成严重障碍,需要依靠义眼来改善容貌^[1]。目前义眼制作最理想的材料为聚甲基丙烯酸甲酯,在长期的临床实践中发现应用此材料制作义眼,具有美观、组织相容性好,无毒性、无排斥,与眼部周围组织相融合,与健眼相媲美等优点^[2-5],在一定程度上改善了患者的生活质量,因此在眼球缺失修复中被广泛应用。

结膜囊存在正常菌群也存在条件致病菌^[6],当机体免疫力低下或外界因素干预的情况下会导致眼部感染性疾病的发生,义眼戴入后结膜囊内的微生态环境被打破,高分子材料表面更利于菌斑生物膜的形成,修复材料和天然组织表面存在的结构差异也成为菌斑形成聚集的加剧因素^[7]。同时,菌斑生物膜在高分子材料表面附着,造成材料老化、性能降低,材料表面粗糙度增加也促使细菌再附着^[8]。在临床工作中发现复诊患者多有结膜囊内分泌物增多、疼痛等不适,检查可见结膜囊红肿。由于结膜囊内特殊的生态环境,义眼的护理要求有其特殊性,义眼材料的清洁方法影响其使用寿命、佩戴舒适度,不恰当的清洁浸泡方式会导致修复体表面粗糙度增加、透光率下降等表面老化反应。因此义眼戴用者应长期保持眼窝内和义眼片的卫生。国内学者建议义眼的护理主要包括以下两个方面^[9-11]:清洁双手后,用凉开水或肥皂水冲洗义眼片;睡眠时应取下义眼清洗,抗生素滴眼液冲洗结膜囊,清晨安装能够防止结膜囊内细菌的生长繁殖。

鉴于目前对义眼清洁方式方法缺乏研究,对常用的清洁方法效果缺乏评价与论证,本实验应用5种方式清洁常用义眼材料表面的菌斑生物膜,评价其菌斑清除效果,旨在指导修复医师和患者正确地清洁义眼,减少结膜囊内感染的发生,提高义眼戴用者的生活质量。

1 材料和方法 Materials and methods

1.1 设计 完全随机设计观察实验。

1.2 时间及地点 于2014年1月至2015年3月在潍坊医学院附属医院口腔科及潍坊医学院附属医院检验科细菌室完成。

1.3 材料

结膜囊内分泌物标本:来自自己佩戴义眼并伴有结膜囊内分泌物增多不适来潍坊医学院复诊的患者,共84例,其中男59例,女25例,平均年龄47岁,受试者3个月内未使用抗生素滴眼液。受试者采集标本前均已获得患者本人及其家属同意。

造牙树脂:自凝树脂(造牙树脂,常温固化粉末、液剂)由日进齿科有限公司生产;热凝树脂(造牙树脂 II型)由上海医疗器械有限公司齿科材料厂生产。

采用的清洁剂、作用时间及主要成分:

名称	生产商	作用时间	主要成分
乙醇消毒液	山东利尔康消毒科技有限公司	5 min	体积分数 75%乙醇
Boston SIMPLUS (博视顿新洁)	博士伦有限公司	20 s	波洛沙默, 羟基磷酸盐, 硼酸, 硼酸钠, 氯化钠, 氯己胺葡萄糖酸盐 (0.003%)、氯丙胺双胍(0.0005%)
Polident (保丽净)	中美天津史克制药有限公司	5 min	碳酸氢钠、柠檬酸、卡卢酸钾、碳酸钠、碳酸钠过氧化物、四乙酰乙二胺、苯甲酸钠
云南白药牙膏	云南白药集团股份有限公司	5 min	碳酸氢钙二水合物、去离子水、山梨醇、甘油、水合硅石、聚乙二醇-400、月桂醇硫酸酯钠等

其他实验材料及仪器:金黄色葡萄球菌标准菌株(ATCC25923)由潍坊医学院附属医院检验科实验室保存;

表1 两种义眼材料经不同方式清洁后的金黄色葡萄球菌菌落计数的比较 ($\bar{x}\pm s$, $n=10$, 3×10^8 cfu/mL)

Table 1 Comparison of *Staphylococcus aureus* colony count of two kinds of prosthesis materials after cleaning by different ways

处理方式	自凝树脂组	热凝树脂组	<i>t</i>	<i>P</i>
清水	297.5±21.2	248.8±35.6	3.325	0.005
乙醇	21.2±11.3	18.8±8.4	0.505	0.622
Boston SIMPLUS	53.8±18.5	20.0±9.3	4.621	0.000
Polident	28.8±11.3	25.0±11.9	0.646	0.529
牙膏	48.8±26.4	25.0±14.1	2.241	0.042

表2 自凝树脂材料不同清洁方式间残余金黄色葡萄球菌生物膜悬液为原倍时的差异比较 (*q* 值)

Table 2 Comparison of different cleaning ways of self-curing resin materials when the *Staphylococcus aureus* biofilm suspension liquid is in former times

清洁方式	清水	乙醇	Boston SIMPLUS	Polident
乙醇	29.593 ^b			
Boston SIMPLUS	26.111 ^b	3.482 ^a		
Polident	28.790 ^b	0.803	2.678	
牙膏	26.647 ^b	2.946	0.536	2.142

表注: ^a $P \leq 0.05$, ^b $P < 0.01$ 。

表3 热凝树脂材料不同清洁方式间残余金黄色葡萄球菌生物膜悬液为原倍时的差异比较 (*q* 值)

Table 3 Comparison of different cleaning ways of thermosetting resin materials when the *Staphylococcus aureus* biofilm suspension liquid is in former times

清洁方式	清水	乙醇	Boston SIMPLUS	Polident
乙醇	24.463 ^a			
Boston SIMPLUS	24.330 ^a	0.133		
Polident	23.800 ^a	0.665	0.532	
牙膏	23.800 ^a	0.665	0.532	0

表注: ^a $P < 0.01$ 。

一次性无菌拭子(江苏康健医疗用品有限公司); 哥伦比亚血琼脂平板(BA)(法国梅里埃公司); VITEK2 Compact全自动微生物分析仪(法国生物梅里埃公司); 麦氏比浊仪(意大利, HANNA公司)。

1.4 实验方法

结膜囊细菌鉴定: 嘱患者坐位, 向上方注视, 术者用蘸有生理盐水的无菌拭子自外眦向内眦方向水平旋转涂拭擦取结膜囊内分泌物, 并将拭子标本接种于哥伦比亚血琼脂平板, 置于37 °C、体积分数5%CO₂细菌孵育箱培养, 48 h后观察细菌生长情况, 无细菌生长视为阴性, 如有细菌则转种于另一培养基上进行分离, 分离后的可疑致病菌进行革兰染色及菌落形态观察。经全自动微生物分析仪进行菌种鉴定。

试件制备: 制作20 mm×10 mm×2 mm的蜡型100片, 将蜡型放置于6 cm×7 cm×3 cm的玻璃板固定, 常规包埋, 冲蜡, 严格按照厂方要求的粉液比例调拌树脂, 于面团期

装盒, 热凝树脂经水浴加热固化; 自凝树脂经室温固化, 每种材料分别制作50片, 材料完全凝固后将试片边缘修整, 对非玻璃面模拟临床抛光过程, 用600至2 000目水磨砂纸打磨, 布轮蘸取牙用抛光膏抛光, 清洗试片并干燥后, 每个玻璃管中放入1枚经紫外线消毒48 h备用。

菌液制备及生物膜的培养: 将复苏纯化后的金黄色葡萄球菌标准菌株(ATCC25923)接种于哥伦比亚血琼脂平板, 37 °C、体积分数5%CO₂条件下培养48 h。以无菌棉棒将固体培养基上的细菌转移到装有1 mL无菌生理盐水的试管中, 比浊仪比浊, 制备成 3×10^8 cfu/mL的菌悬液备用。随机抽取自凝树脂、热凝树脂试片各50片, 置于装有1 mL菌悬液和4 mL液体培养基的试管中各1片, 37 °C有氧条件下培养5 d。

分组及清洁处理: 根据清洗剂不同, 将自凝树脂组、热凝树脂组试片随机均分为5组, 分别为清水组、乙醇组、Boston SIMPLUS组、Polident组与牙膏组。清水组仅用清水冲洗30 s; 乙醇组用含体积分数75%乙醇棉球擦拭表面10次; Boston SIMPLUS组将Boston SIMPLUS滴于试片表面, 置于手心搓洗20 s; Polident组将1片Polident按照厂家要求溶于150 mL、40 °C温水中, 将试片浸泡于该溶液中5 min; 牙膏组以0.2 mg牙膏搓洗20次。上述各组经不同方式处理后分别用流水冲洗10 s, 以去除残余清洁剂。

1.5 主要观察指标 将清洁后的试片用生理盐水冲洗1次, 置于盛有5 mL无菌生理盐水的试管中, 漩涡振荡45 s, 分别收集菌原液, 用微量加样枪取0.1 mL菌原液滴于固体培养基上, 充分推匀, 于37 °C、体积分数5%CO₂条件下培养72 h后进行菌落计数。

1.6 统计学分析 采用成组比较的*t* 检验, 方差分析, 事后检验(SNK法)进行比较。将 $\alpha=0.05$ 作为所有统计学检验水准。

2 结果 Results

2.1 结膜囊细菌鉴定 共有84例标本送检, 阳性49例, 阳性率为58%, 患者多见眼部不适及结膜囊内分泌物增多现象, 葡萄球菌属比例较高, 其中金黄色葡萄球菌(*Staphylococcus aureus*, S.a)分离率居首位, 占14%; 表皮葡萄球菌(*staphylococcus epidermidis*, S.e)与其相当, 占13%; 麦氏杆菌(*Corynebacterium mi*)居于第3位, 占7%。

2.2 两组材料不同清洁方式的菌落计数比较 见表1。

表1的统计结果显示, 采用清水、Boston SIMPLUS与牙膏清洁时, 自凝树脂组菌落计数高于热凝树脂组($P < 0.01$ 或0.05), 采用乙醇、Polident清洁时, 两组材料菌落计数比较差异无显著性意义($P > 0.05$)。

2.3 相同材料不同清洁方式后的菌落数差异比较 见表2、3。

表2的统计结果显示, 在自凝树脂中, 清水组与其他处理方式间残余菌落计数比较差异有显著性意义($P < 0.001$),

乙醇处理组和Boston SIMPLUS组间残余菌落数比较差异有显著性意义($P < 0.05$), 乙醇优于Boston SIMPLUS, 其余组间比较差异均无显著性意义; 虽然Polident的处理效果虽不如乙醇处理, 但较Boston SIMPLUS和牙膏亦好。

表3的统计学结果显示, 在热凝树脂中, 清水组与其他处理方式间的残余菌落计数比较差异有显著性意义($P < 0.05$), 其他各组间比较差异均无显著性意义($P > 0.05$)。

3 讨论 Discussion

眼眶缺失及眼球萎缩的患者需要安装义眼和眶膈附体来修复缺损, 参与正常的社交活动^[12], 但义眼戴入后与结膜囊之间形成新的生态环境, 加上聚甲基丙烯酸甲酯在聚合过程中表面有微孔形成, 成为义眼表面微生物黏附、繁殖, 菌斑形成的加剧因素, 造成结膜囊内炎症的发生, 影响美观和舒适度。本实验中微生物培养结果表明, 革兰阳性菌中的金黄色葡萄球菌和表皮葡萄球菌以较高的比例存在于义眼戴用患者的结膜囊中, 与相关研究结果表述一致^[13]。

义眼表面的细菌生物膜是细菌黏附在植入物表面形成的具有三维结构的聚集体, 是菌体抵御宿主防御反应的一种存在形式^[14-15]。金黄色葡萄球菌在72 h会形成初期生物膜, 其生长能力、致病性均较强, 且对抗生素和宿主有较强的自身免疫力^[16-17]。同时相关研究表明, 金黄色葡萄球菌与结膜囊内炎症的发生存在相关性^[18]。需要有效的清洁剂去除义眼表面的菌斑生物膜, 降低义眼修复后结膜囊内感染发生的概率, 避免患者因炎症反应产生的不适感。本实验选择金黄色葡萄球菌在义眼材料表面构建体外微生物模型极具代表性。

由于两种常用义眼制作材料的聚合方式不同, 表面微几何形态差异, 菌斑生物膜形成的致密程度不同, 对处理方法的耐受程度不一致。该研究经过5种清洁处理发现, 清水处理效果最差, Boston SIMPLUS、牙膏处理后自凝树脂表面菌落残留明显高于热凝树脂, 乙醇及Polident对两种材料均能表现较好的菌斑清除效果。

体积分数75%乙醇现被广泛应用于皮肤表面及医疗器械表面消毒, 通过发挥渗透作用使细菌细胞溶解, 蛋白变性, 抑制氧化酶和脱氢酶阻碍微生物的正常代谢^[19-20]。本实验中乙醇组的处理时间为5 min, 说明体积分数75%乙醇浸泡5 min能够达到较好的除菌效果, 但不能完全去除残余菌落。王晓蕾等^[21]指出, 浸泡时间达到10 min能够作为安全有效的清洁消毒方法, 但在实践中发现乙醇浸泡后的角膜接触镜清晰度明显降低, 材料表面老化迅速。聚甲基丙烯酸甲酯属于有机聚合物, 体积分数75%乙醇虽然消毒效果尚可, 但作用于有机物影响较大, 该消毒剂目前不建议作为日常清洁义眼表面菌斑生物膜首选。

在口腔修复中, 化学法清洁义齿多使用义齿清洁剂浸泡^[22]。Polident有过氧化物及蛋白水解酶两重清洁功效,

通过借助过硼酸钠溶于水后生成过氧化物, 释放活性氧起到杀菌作用, 蛋白水解酶水解细菌细胞壁中的蛋白, 引起细胞破裂溶菌, 能起到较好的清洁抑菌作用^[23-24]。本实验上述结果也表明, Polident作用于两种义眼材料表面的菌斑生物膜与清水组存在统计学意义, 对自凝树脂和热凝树脂使用Polident浸泡义眼5 min均能起到很好的清洁效果。相关研究也表明, 在Polident配合软毛牙刷的摩擦体系中不存在研磨颗粒, 不会在义眼表面形成磨损, 能够避免因材料表面粗糙度增加而加剧细菌的附着和患者不适^[25]。建议在使用时配合软毛刷进行机械刷洗, 将Polident作为清洁自凝树脂义眼片的首选。

Boston SIMPLUS中含有双胍类消毒剂, 具备高活性, 易被细菌吸附并与细胞内含磷酸盐分子组合, 阻断微生物的核糖核酸功能, 抑制细菌病毒的分裂^[26]。胍类消毒剂在隐形眼镜护理液具备消毒防腐效果^[27-28], 且经毒性验证表明安全无毒^[26]。义眼戴入后易造成蛋白吸附沉积, 清除表面蛋白有其必要性, 又因该护理液属于多效护理液, 含有表面活性剂泊洛沙姆, 与氯化钠等结合能吸引表面的蛋白成分^[29]。经Boston SIMPLUS处理20 s后, 试片表面菌落残留显著低于清水组, 清洁自凝树脂效果不及Polident浸泡及乙醇处理组, 对于热凝树脂与其他3种化学清洗方式比较则无差异。护理液的杀菌效果与作用时间、温度、作用材料等多种因素有关^[30]。建议将Boston SIMPLUS作为清洁热凝树脂义眼片的首选, 且在使用时适当延长使用时间能起到更好的除菌效果。

本实验中牙膏对义眼表面菌斑生物膜的清除效果未配合牙刷刷洗, 虽优于清水处理, 但从自凝树脂表面菌落残留计数来看, 菌斑清除效果不及乙醇、Polident、及Boston SIMPLUS处理组, 在热凝树脂表面则与其他3组无显著差异, 牙膏中的研磨成分需要借助机械刷洗来发挥清洁作用, 经摩擦后会对义眼材料表面造成损坏^[31]。后期研究将对化学清洁方式作用于义眼表面的损伤程度进行评价。

上述研究结果表明, 4种化学方法对对于两种常用义眼制作材料表面金黄色葡萄球菌生物膜的清除效果优于清水清洗; 4种处理后, 自凝树脂表面菌落的残余量由低到高依次为: 乙醇、Polident、Boston SIMPLUS、牙膏; 对于热凝树脂, 4种化学处理方式间差异均无统计学意义, 体积分数75%乙醇对聚甲基丙烯酸甲酯义眼片的损伤情况有待研究。研究结果提示, 在选用日进自凝材料制作义眼时, 鼓励患者使用Polident进行清洁, 热凝树脂义眼片选用Boston SIMPLUS进行清洁。

致谢: 对潍坊医学院附属医院检验科细菌室硕士研究生导师陶元勇在实验实施过程中提供的实验条件和技术支持表示感谢, 感谢审稿专家的悉心审阅。

作者贡献: 宋岩、郭素萍进行实验设计, 实验实施为郭素萍、贾微, 实验评估为王凡涛、胥欣, 资料收集为郭素萍, 郭素萍成

文, 宋岩审校。

利益冲突: 所有作者共同认可文章无相关利益冲突。

伦理问题: 符合医学伦理学要求。

学术术语: 高分子义眼的特性? 高分子聚合物材料是全球运用最多的义眼材料, 分为国产及进口, 国产高分子聚合物义眼价格低廉预后较差, 经过一两年的佩戴, 材料稳定性逐渐瓦解, 义眼内部逐渐产生爆裂、泛黄的迹象, 最终碎裂; 进口高分子聚合物义眼, 原料通常从国外进口, 分子结构同国产高分子聚合物完全不同, 价格昂贵预后较好, 进口高分子聚合物义眼的技术含量很高, 最大的优点是易于修改, 并且具有较高的仿真性, 不易褪色泛黄, 使用寿命上可以达到 15-20 年, 缺点也是因为其材质特性, 导致加工工艺复杂, 原料成本高昂。

作者声明: 通讯作者对研究和撰写的论文中出现的不端行为承担责任。论文中涉及的原始图片、数据(包括计算机数据库)记录及样本已按照有关规定保存、分享和销毁, 可接受核查。

4 参考文献 References

- [1] Pine K, Sloan B, Stewart J, et al. Concerns of anophthalmic patients wearing artificial eyes. *Clin Experiment Ophthalmol*. 2011;39(1):47-52.
- [2] 杨新, 宋岩, 王凡涛, 等. 高分子义眼材料表面的粗糙度及硬度[J]. *中国组织工程研究*, 2014, 18(8):1257-1259.
- [3] 高方, 高利雅, 宋斗, 等. 聚甲基丙烯酸甲酯义眼片在眼球缺失美容中的应用[J]. *中华医学美容美容杂志*, 2006, 12(2):68-79.
- [4] 金晖博, 张莹. 眼外伤等眼外形破坏时 PMMA 义眼的整容效果[J]. *眼外伤职业眼病杂志*, 2004, 26(6):401-403.
- [5] Song JS, Oh J, Baek SH. A survey of satisfaction in anophthalmic patients wearing ocular prosthesis. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2006;244(3):330-335.
- [6] 杨砚廷, 卢国华. 应用抗菌药物降低结膜囊细菌量的临床研究[J]. *中国感染质控杂志*, 2014, 13(11):674-676.
- [7] Ryu M, Ueda T, Saito T, et al. Oral environmental factors affecting number of microbes in saliva of complete denture wearers. *J Oral Rehabil*. 2010;37(3):194-201.
- [8] Byeth N, Bahir R, Matalon S, et al. *Streptococcus mutans* biofilm changes surface-topography of resin composites. *Dent Mater*. 2008;24(6):732-736.
- [9] 丁莲花. 儿童活动义眼片的临床应用及分析[J]. *山东医学高等专科学校学报*, 2011, 33(6):428-429.
- [10] 张津, 王海莹, 薛园园, 等. 仿真义眼片的制作应用及护理[J]. *齐鲁护理杂志*, 2012, 18(32):63-64.
- [11] 易敬林, 许小毛, 卢屹. 仿真硬性薄义眼片的定制技术和临床应用[J]. *江西医药*, 2006, 41(1):1-2.
- [12] 游素兰, 吴伟恂, 蒋永林, 等. 一种新眼眶修复体与常规眼眶修复体的比较[J]. *口腔颌面修复学杂志*, 2011, 12(5):311-314.
- [13] 黄莹莹, 陈一强, 孔晋亮, 等. 黄芩素联合左氧氟沙星对金黄色葡萄球菌生物膜的体外作用[J]. *中华医院感染学杂志*, 2013, 23(10):2264-2266.
- [14] Epstein AK, Pokroy B, Seminara A, et al. Bacterial biofilm shows persistent resistance to liquid wetting and gas penetration. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2011;108(3):995-1000.
- [15] 任伟, 黄茜, 周立平, 等. 不同清洗剂对内镜生物膜清除的效果评价[J]. *中华医院感染学杂志*, 2011, 21(7):1382-1384.
- [16] Lewis K. Riddle of biofilm resistance. *Antimicrobe Agents Chemother*. 2001;45(4):999-1007.
- [17] 陈杰, 高利雅, 苏书, 等. 配戴义眼后结膜囊细菌感染分析与治疗[J]. *眼外伤职业眼病杂志*, 2002, 24(4):437-438.
- [18] 刘梦阳, 孙士营, 曾庆延, 等. 结膜囊正常菌群与眼部细菌性感染的关系[J]. *中国感染与化疗杂志*, 2007, 7(1):437-438.
- [19] 银燕, 张为. 醇类消毒剂及其制剂的发展[J]. *中国消毒学杂志*, 2013, 30(11):1062-1065.
- [20] 涂颖, 宗媛, 董玉梅. 透明 PVC 气管内套管应用乙醇浸泡消毒的临床研究及效果评价[J]. *中国感染控制杂志*, 2013, 12(1):44-46.
- [21] 王晓蕾, 吴燕, 李世迎. 3 种消毒方法对眼科检查用角膜接触镜的消毒效果比较[J]. *第三军医大学学报*, 2014, 36(17):1847-1849.
- [22] K M, Fernandez P, Loewy Z, et al. Attachment of *Streptococcus oralis* on acrylic substrates of varying roughness. *Lett Appl Microbiol*. 2009;48(4):472-477.
- [23] 王桃, 李银铃, 莫三心, 等. 不同类型义齿清洁剂对基托树脂表面白色念珠菌抑菌效果观察[J]. *口腔医学研究*, 2013, 29(1):68-73.
- [24] 管力, 李刚, 黄萍, 等. 利用定量悬浮试验评估义齿清洁片杀菌活性[J]. *口腔生物医学*, 2012, 3(2):78-79.
- [25] Harrison Z, Johnson A, Douglas CW. An in vitro study into the effect of a limited range of denture cleaners on surface roughness and removal of *Candida albicans* from conventional heat-cured acrylic resin denture base material. *J Oral Rehabil*. 2004;31(5):460-467.
- [26] 朱兵, 刘南, 林龙毅, 等. 一种多功能隐形眼镜护理液杀菌效果及毒性的研究[J]. *国际检验医学杂志*, 2009, 30(3):274-276.
- [27] Solid composition for treating water[p]. US patent 7,625,496, 2009.
- [28] Microbiological control in aqueous systems[p]. US patent 7,579,018, 2009.
- [29] 陆龙喜, 魏兰芬, 傅桂明, 等. 全功能隐形眼镜护理液杀菌效果及毒性的研究[J]. *中国消毒学杂志*, 2005, 22(1):30-33.
- [30] 陈越英, 陈文森, 谈智, 等. 隐形眼镜护理液杀菌效果影响因素研究[J]. *中国消毒学杂志*, 2011, 28(2):141-145.
- [31] 王蔚, 侯玉明, 李佳佳, 等. 不同清洁方式对义齿树脂基托粗糙度的影响[J]. *中南大学学报:医学版*, 2013, 38(10):1065-1069.