

团 体 标 准

T/CHEAA 00XX—202X

电动牙刷-牙菌斑生物膜清除效果体外评价 方法

Powered toothbrushes-evaluation method of dental plaque biofilm removal

in vitro

(征求意见稿)

本稿完成日期：2025.6.10

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上

202X - XX - XX 发布

202X - XX - XX 实施

中国家用电器协会 发布

版权声明

本文件的版权归中国家用电器协会所有，任何单位和个人未经许可，不得进行技术文件的纸质和电子等任何形式的复制、印刷、出版、翻译、传播、发行、合订和宣贯等行为。任何单位、组织及个人采用本文件的技术内容制修订标准须经中国家用电器协会授权，引用本文件的内容须指明本文件的标准号。如有以上需要请与版权所有方联系。

邮箱：bzfg@cheaa.org

电话：010-51696557

CHEAA Draft

目 次

前 言..... III

引 言..... IV

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 评价原理..... 2

5 评价方法..... 2

附录 A（规范性）羟基磷灰石片 5

附录 B（规范性）标准体外牙菌斑生物膜培养方法..... 6

附录 C（资料性）人手刷牙动作模拟设备 9

附录 D（资料型）牙菌斑粘附力测试方法 11

参考文献..... 12

前 言

本标准参照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》给出的规则起草。

截至本稿完成之日，中国家用电器协会共收到一份来自起草单位的专利许可声明，专利拥有人已许可实施本标准的任何一方免费使用专利申请号为 202210689560.7《用于评价产品功效的离体牙菌斑生物膜模型和方法》、201310286196.4《牙刷测试设备和牙齿模型的制备方法》和 202320579099.X《牙刷测试设备》三项专利。

本标准由中国家用电器协会美健（个护）电器专业委员会提出。

本标准由中国家用电器协会标准化委员会归口并解释。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准主要起草单位：

本标准主要起草人：

本标准为首次发布。

引 言

随着中国消费电子行业的发展愈发迅猛,消费者对于电动牙刷等口腔清洁产品的接受度大幅增加,口腔电子产品在国内以及国际的竞争日益激烈,市场上出现了大量的新兴电动牙刷产品。然而由于价格竞争,产品品质良莠不齐,家电行业缺乏统一的测试方法对这类产品应该达成的功效进行客观和科学的评价,不利于行业的健康有序发展。

本标准是业内首份电动牙刷产品功效测试标准,本标准致力于构建科学合理的体外评价体系,为电动牙刷生产企业明确产品研发与质量把控的方向,为检测机构提供专业、可靠的检测依据,为监管部门实施有效监管提供有力支撑,从而推动电动牙刷行业朝着规范化、标准化、高质量的方向稳健发展。

电动牙刷-牙菌斑生物膜清除效果体外评价方法

1 范围

本文件规定了利用体外牙菌斑生物膜模型测定电动牙刷对牙菌斑生物膜清除效果的术语和定义、原理和评价方法等。

本文件适用于测定电动牙刷对于牙菌斑生物膜的清除效果，旋转式电动牙刷可以选择参考本文件评价方法。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，凡是注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 6682-2008 分析实验室用水规格和试验方法

GB 19489-2008 实验室 生物安全通用要求

T/CHEAA 0009—2019 电动牙刷

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电动牙刷 powered toothbrushes

刷头带有刷丝或其他清洁牙齿的材质，用于清洁牙齿的手持电动器具。

[来源：T/CHEAA 0009—2019，3.1]

3.2

牙菌斑生物膜 dental plaque biofilm

牙菌斑生物膜医学定义：牙菌斑是一种黏附于牙面、牙间、软组织或修复体表面的细菌性生物膜，是由唾液中的蛋白质、细菌、细胞外基质、食物残渣和口腔脱落物，紧密附着在牙齿表面的膜状物，也称牙菌斑生物膜^[1-3]。

3.3

体外牙菌斑生物膜模型 dental plaque biofilm model in vitro

体外牙菌斑生物膜模型是指在非生物体内构建的微生物模型，通过体外培养的变异链球菌，黏附于含有获得性膜的羟基磷灰石载体上，模拟牙菌斑生物膜形成和发育的动态过程，大致可以分成获得性膜的形成、细菌的黏附和聚集、菌斑的成熟三个阶段。

3.4

牙菌斑生物膜清除效果 dental plaque biofilm removal

电动牙刷对生物膜的清除程度，通过牙菌斑生物清除率来衡量。

4 评价原理

本标准采用菌种-载体进行待测电动牙刷对牙菌斑生物膜清除效果差异性的评价。以口腔常见变异链球菌为研究工具，处理并暴露于载体工具羟基磷灰石片，构建形成牙菌斑生物膜模型，以不同电动牙刷作为清洁工具，对牙菌斑生物膜模型做表面刷拭处理，测试过程固定刷拭时间、刷拭方向和刷拭压力，通过对刷拭前后牙菌斑生物膜进行定量分析，测定刷拭前后样品吸光度计算牙菌斑清除率，最后以清除率评价电动牙刷的清除效果。

5 评价方法

5.1 试验设备

5.1.1 人手刷牙动作模拟设备

可满足5.4.3中在牙齿或类似牙齿材料表面上的刷牙运动的功能，并可加载相应水平的接触压力。

注：以上设备可采用实现同类功能的设备代替。

5.1.2 菌斑含量分析设备

酶标仪（生产厂家：南京德铁，型号：HBS-ScanX）或其他颜色定量分析设备，使用波长 575 nm。

注：以上设备可采用实现同类功能的设备代替。

5.1.3 微量液体混匀设备

微量振荡器（生产厂家：金坛大地，型号：MM-1），使用转速为0-1500 rpm。

注：以上设备可采用实现同类功能的设备代替。

5.2 试剂和耗材

——羟基磷灰石片（生产厂家：四川拜阿蒙生物活性材料有限公司，规格： $\Phi 12 \pm 0.5 \times 2$ mm，采用附录A中规定的方法制备）

——冰醋酸（生产厂家：麦克林，CAS：64-19-7，使用浓度：33%（v/v））

——磷酸盐缓冲液（PBS）（生产厂家：博士德，成分：磷酸二氢钾、氯化钠、磷酸氢二钠，PH值：7.2-7.4，使用浓度：0.1 mol/L）

——超纯水（实验室自制，用水规格符合GB/T 6682-2008 分析实验室用水规格和试验方法 具备三级水的要求）

注：以上试剂可采用实现同类功能的物质代替。

5.3 试验条件

评价牙菌斑生物膜清除效果的试验操作均可在室温条件下进行，具体如下：

——温度：18-26 °C；

——湿度：45-65%。

5.4 操作步骤

5.4.1 测试分组

表 1 测试分组

组别	造模处理	体外模型	样品处理	检测方法
空白对照（BC）	无菌 PBS	羟基磷灰石片 （3 片平行样 本）	/	牙菌斑生物膜定量分析
阴性对照（NC）	人工唾液+变异 链球菌培养，造		/	
样品组	模条件为 24 h		刷试处理	

5.4.2 牙菌斑生物膜培养过程

采用附录B中规定的标准体外牙菌斑生物膜培养方法，培养过程包括细菌悬液的制备、获得性膜构建、牙菌斑生物膜构建以及牙菌斑生物膜固定和染色。

5.4.3 牙菌斑生物膜清洁效果评价

1) 电动牙刷需确定在充满电下进行刷试测试

2) 压力校准过程：首先将电动牙刷调至未开启状态下，将空白的羟基磷灰石片载体固定于 3D 打印件上，通过调整电动牙刷固定组件将电动牙刷固定于人手刷牙动作模拟设备上，使电动牙刷在水平和竖直方向上不发生位移，调整羟基磷灰石片与电动牙刷接触面积（通过上下平移 3D 打印件的高度来调整压力），开启人手刷牙动作模拟设备（将刷试速度设置为 4 mm/s）使电动牙刷做直线的往复运动，一般以 3D 打印件的中间位置作为压力的标定位置，电动牙刷每次前进至同一位置同一方向，压力值稳定在 200±20 g 后可以开始正式测试。

3) 将羟基磷灰石片放置于鼓风干燥箱中在 37℃干燥约 10-30 min（如环境湿度在 45%左右，则参考干燥时间约为 10 min；如环境湿度在 65%左右，参考干燥时间约 25 min），将同一组的 3 个表面带有牙菌斑生物膜的羟基磷灰石片载体统一垂直朝上固定于 3D 打印件凹槽内部呈直线排布，3 个平行的羟基磷灰石片两侧均需加入 1 个空白羟基磷灰石片用于缓冲刷毛带来的形变，准备测试前将电动牙刷刷头部位浸润在装满超纯水的 10 mL 烧杯中保持 10 s，刷丝的根部与水面平齐，浸润后使用无纺布轻轻擦拭刷头部位保证刷头刷丝不悬挂水滴。将 3 个羟基磷灰石片重复在相同条件下开启人手刷牙动作模拟设备，电动牙刷运行经过 3D 打印件为单次直线运动，从开始刷试第一个空白羟基磷灰石片到最后一个空白羟基磷灰石片刷试完成为一次完整的测试过程；刷试结束后，将被刷试后的羟基磷灰石片转移至 2 mL PBS 中暂存，待所有测试结束后，将羟基磷灰石片放入新的 24 孔板中，贴壁加入水进行清洗，模拟人体刷牙过程，共清洗 3 次，2 mL/次。

4) 每把电动牙刷采取一样的刷试过程，刷试前均需更换刷头。

5.4.4 牙菌斑生物膜定量

刷试后将所有羟基磷灰石片放置于鼓风干燥箱中在 37℃干燥约 20-30 min。待表面完全晾干后将各组的刷试后样本置于新的 24 孔板中，加入 33%冰醋酸，每孔 1 mL，并将孔板置于振荡器上，振荡开始前使用封口膜或者胶带固定孔板盖孔板底部，室温振荡 60 min，转速低于 500 rpm，判定终点以羟基磷灰石片表面菌膜完全洗脱下来为准，洗脱结束后羟基磷灰石片表面颜色不再发生变化则认为洗

脱完全；振荡结束后，将每孔或每管的溶液析出至新的 2 mL 离心管中，11000 rpm~15000 rpm 转速下离心 5 min，从每个离心管中吸出 200 μ L 或 100 μ L 冰醋酸—龙胆紫溶液至一个新的 96 孔板，每管平行测定 3 孔，利用酶标仪，在 575 nm 波长下测定吸光度值。

5.4.5 结果计算

牙菌斑生物膜清除率计算公式：

$$\text{牙菌斑生物膜清除率 (\%)} = \frac{[(\text{OD前}) - (\text{OD后})]}{(\text{OD前})} \times 100\%$$

式中：

OD前：阴性对照组，未进行任何刷拭时的吸光度值

OD后：样品组，使用待测样品处理后的吸光度值

5.4.6 结果统计分析

建议采用GraphPad Prism或SPSS作图分析，结果表示为Mean $\pm$ SD。各组间比较采用t-test统计分析，统计分析均为双尾。 $P < 0.05$ 认为具有显著差异， $P < 0.01$ 认为具有极显著差异， P 值越小越显著。

5.4.7 结果判定

每批次试验均需设置空白对照组、阴性对照组和样品组。试验中设置的各组别需符合下述：

(1) 阴性对照组与空白对照组结果相比，羟基磷灰石片吸光度值显著上升， $P < 0.05$ ，具有统计学差异，证明试验造模条件有效。

空白对照组和阴性对照组吸光度值参考如下：

当测试溶液体积为200 μ L时，空白对照组OD_{575 nm}=0.3-1.1，阴性对照组OD_{575 nm}=3.0-3.9

当测试溶液体积为100 μ L时，空白对照组OD_{575 nm}=0.05-0.5，阴性对照组OD_{575 nm}=1.5-2.1

在此建议值下牙菌斑生物膜的厚度约为 15 μ m，牙菌斑的粘附力约为0.24~0.26 N（参考附录D）。

试验稳定性判断需符合下述：

当批次实验中，统计每个组别复孔间吸光度的标准差(Standard Deviation, SD)和平均值(Average)，并计算变异系数(Coefficient of Variation, C.V)，C.V值 $\leq 20\%$ 。

$$\text{变异系数 (\%)} = \frac{[\text{OD 值标准差}]}{[\text{平均 OD 值}]} \times 100\%$$

式中：

OD值标准差 ——575nm下吸光度值标准差

平均OD值 ——575nm下吸光度值平均值

样品试验有效性判断需符合下述：

样品组与阴性对照组结果相比，吸光度值显著下降， $P < 0.05$ ，具有统计学差异，判定样品组可以有效清除牙菌斑。

附录A
(规范性)
羟基磷灰石片

A.1 生产材料

羟基磷灰石粉料（规格：HA/P 100，四川拜阿蒙生物活性材料有限公司，生产批号：01221001）
（备注：以上材料可采用实现同类功能的设备代替）

A.2 生产设备

- 电子天平
 - 粉末压片机
 - 高温烧结炉
 - 超声清洗器
 - 恒温干燥箱
- （备注：以上材料可采用实现同类功能的设备代替）

A.3 生产工艺

称量羟基磷灰石粉料加入模具槽中，尽量填满不留空隙；使用粉末压片机对填装了粉料的模具共同进行压制，到一定压力后放开，然后小心脱模；将一批脱模后压成型的羟基磷灰石片排列整齐，放入高温烧结炉进行 1100 °C 烧结，使材料转化为陶瓷；待冷却后从高温烧结炉取出模型，测量尺寸；用去离子水超声清洗模型，烘干，包装。

A.4 模型参数

表A-1 羟基磷灰石片详细参数

名称	内容
直径	12±0.5 mm
厚度	2 mm
线粗糙度	0.9-2.1μm
面粗糙度	2.0-6.5 μm

附录 B

（规范性）

标准体外牙菌斑生物膜培养方法

B.1 试验原理

口腔菌大多分为牙周致病菌和致龋菌，致龋菌中口腔变异链球菌粘附性较强，易培养，通过改变培养条件即可获得相应较佳的牙菌斑生物膜。口腔中变异链球菌黏附并聚集于唾液形成的获得性膜载体上，利用口腔中的蔗糖，形成大量的胞外多糖，变异链球菌结合胞外多糖黏附于牙齿表面，同时变异链球菌释放大量胞外物质，参与生物膜的形成。

本培养方法是将在口腔变异链球菌在脑心浸液培养基中进行活化培养，得到菌株增菌液；将羟基磷灰石片作为载体浸没于人工唾液中培养，得到具有获得性膜的载体；将活化后的变异链球菌菌液、获得性膜的载体与含有蔗糖的脑心浸液培养基进行共培养，使得变异链球菌黏附于含有获得性膜的载体上形成牙菌斑生物膜模型；收集牙菌斑生物膜模型，清洗去除多余浮游菌和培养基，利用染色剂对形成的牙菌斑生物膜模型进行染色处理，可得到用于评价电动牙刷清除效果的牙菌斑生物膜模型。

B.2 设备

试验用仪器及相关参数应符合以下要求：

- 高温高压灭菌锅（生产厂家：上海尚仪，型号：24L手提式快开自动型，使用条件：121±1℃，15±1 min）
 - 生化培养箱（生产厂家：上海恒一，型号：LRH-250，使用条件：37±1℃）
 - 双人单面超净工作台（生产厂家：苏州净化，型号：SW-CJ-2FD，使用条件：超净等级十万级）
 - 超低温冰箱（生产厂家：凌氏达，型号：DW-80L028，使用条件：-80±1℃）
 - 涡旋仪（生产厂家：上海雷磁，型号：HY-2，使用条件：0-2800 rpm）
 - 冰箱（生产厂家：美的，型号：BCD-550WKPZM，使用条件：2-8℃）
- （备注：以上设备可采用实现同类功能的设备代替）

B.3 试剂和材料

试验用试剂和耗材及相关参数应符合以下要求：

- 变异链球菌（生产厂家：北纳生物，菌种型号：ATCC 25175，菌落形态特征：菌落直径为1-2 mm，圆形，边缘整齐）
- 羟基磷灰石片（生产厂家：四川拜阿蒙生物活性材料有限公司，规格：Φ12±0.5*2 mm）
- 人工唾液（生产厂家：上海远慕生物，参照规格标准：ISO/TR10271，产品编号：R18797，成分：氯化钠、氯化钾、氯化钙、磷酸二氢钠、尿素、硫化钠，pH值：6.0-6.1）
- 胰酪大豆胨琼脂培养基（生产厂家：北京陆桥，成分：胰蛋白胨15g/L、植物蛋白胨5g/L、氯化钠5g/L、琼脂15g/L，使用浓度：38 g/L）
- 脑心浸出液肉汤（颗粒剂型）（生产厂家：北京陆桥，成分：胰蛋白质胨10g/L、葡萄糖2g/L、牛心粉5g/L、氯化钠5g/L、十二水合磷酸氢二钠2.5g/L，使用浓度：24.5 g/L）

- 蔗糖（生产厂家：国药试剂，规格：AR，使用浓度：10 g/L）
 - 革兰氏染色液龙胆紫液（生产厂家：贝索，成分：龙胆紫、乙醇，使用浓度：原液；原液OD值参考标定：33%冰醋酸溶液均匀混合5 μ L龙胆紫液，当测试溶液体积为200 μ L时，OD_{575 nm}=3.7-4.0，当测试溶液体积为100 μ L时，OD_{575 nm}=1.85-2.0）
 - 磷酸盐缓冲液（生产厂家：博士德，成分：磷酸二氢钾、氯化钠、磷酸氢二钠，PH值：7.2-7.4，使用浓度：0.1 mol/L）
 - 无水甲醇（生产厂家：天津市富宇精细化工有限公司，规格：AR，使用浓度：>99%）
 - 厌氧产气袋（生产厂家：日本三菱，规格：2.5 L，使用条件：氧气浓度0.1%以下、二氧化碳浓度15%以上）
 - 厌氧指示剂（生产厂家：日本三菱）
 - 厌氧培养罐（生产厂家：日本三菱，规格：2.5 L）
- （备注：以上试剂可采用实现同类功能的物质代替）

B.4 试验条件

试验前，所有涉及微生物操作的器皿、试剂和材料应在121 °C条件下，在高温高压蒸汽灭菌器内进行灭菌处理15 min。

牙菌斑生物膜培养过程中的试验操作均应在二级微生物实验室超净间内的超净台中进行，生物实验室日常运行和维护规范参照GB 19489-2008 实验室 生物安全通用要求。

B.5 操作步骤

B.5.1 细菌悬液制备

使用1微升接种环挑取1环第3-5代变异链球菌新鲜培养物至1%蔗糖的BHI培养基中在37 °C厌氧条件下（厌氧条件由厌氧产气袋提供）活化培养24 h后，将离心管贴壁生长的细菌使用接种环全部刮取下来后，使用移液枪吹打均匀获得菌株增菌液，制备浓度为 $6.0\sim 9.0\times 10^8$ CFU/mL（或OD_{550nm}=0.5-0.6）菌液备用（包括但不限于直接固体平板刮取菌落，离心PBS重悬，再吹打分散使用；或者在原液体扩增的基础上，增加离心PBS重悬的步骤，能确保后续步骤细菌稳定增值即可）。

B.5.2 获得性膜构建

根据测试分组，将阴性对照组和样品组羟基磷灰石载体分别置于24孔板中，每孔1 mL人工唾液中浸泡，空白对照组羟基磷灰石载体置于1 mL无菌PBS中浸泡，37 °C培养为24 h，在羟基磷灰石载体与人工唾液充分接触培养的表面形成人工获得性膜，弃去液体后备用^[4]。

B.5.3 牙菌斑生物膜构建

将制备好的菌液用含1%蔗糖的BHI培养基进行10倍稀释后，分别加入到上述处理后的阴性对照组和样品组的羟基磷灰石载体上，每孔2 mL菌液。空白对照组每孔加入2 mL PBS。37 °C厌氧条件下（厌氧条件由厌氧产气袋提供）培养24 h，在羟基磷灰石载体与菌液充分接触培养的表面形成牙菌斑生物膜^[5]。

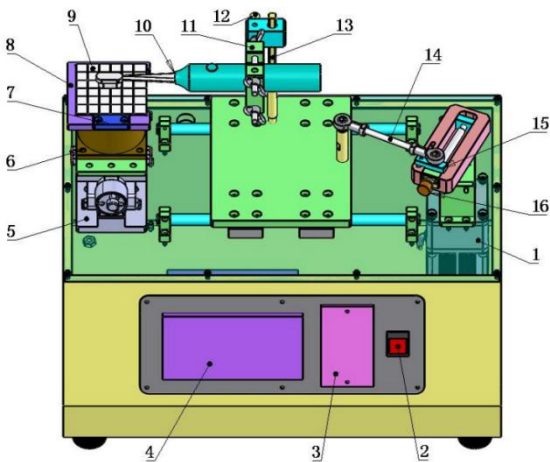
B.5.4 牙菌斑生物膜固定和染色

培养结束后，弃去培养基。在 24 孔板的每孔中加入无水甲醇固定 5-10 min，每孔 1 mL。固定结束后，贴壁加入 2 mL 的 PBS 轻柔缓慢清洗 1 次。将各组牙菌斑生物膜模型转移至新的 24 孔板中，将形成有牙菌斑生物膜的一面朝上，置于孔板内，贴壁加入 2 mL PBS，轻柔缓慢清洗去除多余浮游菌和培养基，清洗结束后，弃去清洗液，室温静置 5 min，在每个牙菌斑生物膜模型（菌膜呈湿润状态）的表面滴加革兰氏染色液龙胆紫液原液 10 μ L，滴加后室温震荡 1min（1500 rpm）或采用手持轻微摇晃振荡孔板，确保羟基磷灰石载体表面染色均匀（染色剂均匀覆盖在表面，无白色区域），室温静置 10min。染色结束后，轻柔缓慢贴壁加入 PBS 进行清洗，清洗去除未结合的染色液，清洗 3 次，2 mL/次，室温静置 1 min/次，清洗结束后将每个牙菌斑生物膜模型置于 PBS 中，在避光条件下（温度：18-26 $^{\circ}$ C，湿度：45-65%）静置储存备用；储存在 PBS 中的羟基磷灰石载体应在 1 h 以内用于电动牙刷清洁效果评价。

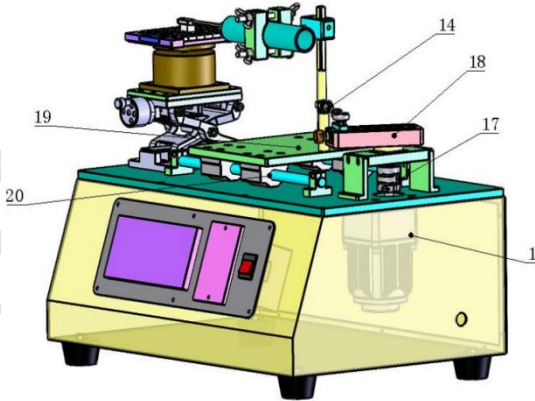
附录 C
(资料性)
人手刷牙动作模拟设备

C. 1 人手刷牙模拟设备

C. 1. 1 设备结构



图B-1 人手刷牙模拟设备结构图



图B-2 人手刷牙模拟设备结构图

表C-1 人手刷牙模拟设备各部件编号及名称

编号	名称
1	调速电机
2	电源开关
3	调速器
4	重量显示器
5	升降滑台
6	称重传感器
7	齿模调节块
8	齿模安装块
9	齿模
10	电动牙刷
11	电动牙刷固定组件
12	左右调节杆
13	上下调节杆
14	前后调节螺杆
15	固定块
16	调节旋钮
17	联轴器
18	驱动盘
19	驱动板
20	滑轨

C. 1. 2 设计原理

本刷牙模拟设备的电动牙刷装置上具有可水平反复运动的控制组件，将电动牙刷固定后，启动电机，调速电机1开始运转，通过联轴器17带动驱动盘18转动，驱动盘18的转动通过前后调节螺杆14的作用，带动驱动板19沿滑轨20以一定的频率前后反复运动，使驱动板上面的电动牙刷装置也前后反复运动，电机转一圈电动牙刷刷一个来回，达到模拟手动刷牙效果，在刷试过程中确保电动牙刷和刷试模块均处于水平位置。

C. 1. 3 设备参数

表C-2 人手刷牙模拟设备各部件编号、名称和参数

编号	名称	内容
1	设备尺寸	长*宽*高：500*340*450 mm
2	电动牙刷大小	直径 14-40 mm
3	移动行程	最大可到 120 mm
4	可称重大小	5 KG 以下
5	升降滑台行程	60 mm
6	电机速度	0.45-4±0.005 mm/s

附录D
(资料型)
牙菌斑粘附力测试方法

D.1 引言

本附录给出一种牙菌斑黏附力测试方法。该方法仅为参考方法，测试单位可以自主选择是否采用本方法对牙菌斑粘附力进行测试，测试结果仅供参考。

D.2 测试原理

通过精密控制的微米级探针与牙菌斑生物膜发生可控的接触，轻微加载一定范围载荷、以恒定速度从菌斑表面垂直向上滑动分离。通过集成的力传感器测量分离所需的峰值拉力（粘附力），并通过高分辨率显微光学系统实时观测和测量界面接触面积的变化，从而对牙菌斑的界面微观粘附强度进行定量、可视化的评价。

D.3 测试设备

牙菌斑粘附力通过MAT-2微粘附力测试仪开展，仪器配备的力学传感器为电容式力学传感器，测试量程为5mN—1N，最高分辨率0.015 mN，带有下试样高倍显微镜系统用于观察检测接触面积。

D.4 测试参数和步骤

- 滑动距离：2 mm
- 加载力范围：0.03~0.5 N
- 滑动速度：400 $\mu\text{m}/\text{min}$
- 载荷加载速率：0.94 N/min

D.5 评价方法

指定范围线性加载力为破开待测牙菌斑生物膜表面的最小力至击穿羟基磷灰石片表面且不会对羟基磷灰石片表面构成明显划痕的力

参考文献

- [1] Jakubovics NS, Goodman SD, Mashburn-Warren L. et al. The dental plaque biofilm matrix. *Periodontol* 2000. 2021; 86: 32–56. <https://doi.org/10.1111/prd.12361>
- [2] Marsh P.D. Dental plaque: biological significance of a biofilm and community life-style. *Journal of Clinical Periodontology*. 2005; 32: 7-15. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.2005.00790.x>
- [3] Drotleff B., Roth S.R., Henkel K. et al. Lipidomic profiling of non-mineralized dental plaque and biofilm by untargeted UHPLC-QTOF-MS/MS and SWATH acquisition. *Anal Bioanal Chem*. 2020; 412, 2303–2314 . <https://doi.org/10.1007/s00216-019-02364-2>
- [4] Yang IH, Lim BS, Park JR. et al. Ahn SJ. Effect of orthodontic bonding steps on the initial adhesion of mutans streptococci in the presence of saliva. *Angle Orthod*. 2011; 3; 81(2):326-33. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21208087/>
- [5] Dewake N, Ma X, Sato K. et al. β -Glycyrrhetic acid inhibits the bacterial growth and biofilm formation by supragingival plaque commensals. *Microbiol and Immunol*. 2021; 65: 343-351. <https://doi.org/10.1111/1348-0421.12884>
-