

# 对于手机表面细菌携带和清 洁的研究与建议

参赛队员姓名：张振锐，邓睿  
指导老师：

中国人民大学附属中学  
国家地区：中国北京

## 论文题目：对于手机表面细菌携带和清洁的研究与建议

### 摘要：

手机是现代社会人们离不开的工具之一，然而，手机也是人们身边最大得细菌携带者。本篇文章旨在对于手机表面的细菌携带做出详细的研究，并在相对应的试验后提出最好的日常清洁手机的方法。我们先对一个标准手机上的细菌进行取样以及定性和定量的实验。在此基础上，再对不同同类的清洁试剂对于手机表面的清洁效果进行实验和分析。最后，再根据清洁效果的差异，找到每种试剂最合适的擦拭频率，并选出最合适的一种方法来帮助人们减少手机携带细菌所带来的威胁。

关键词：手机细菌 CFU 数量，API 细菌鉴定系统，革兰氏染色法

## **Title: The investigation of bacteria carried by phones and the advice on cleanliness**

### **Abstract:**

Phones are indispensable in modern lives; however, they are also one of the biggest bacteria carriers in our lives. Here we aimed at studying the amount of bacteria that exist on the surface of a mobile phone and find the best method in cleaning it. We first took a sample of bacteria on the surface and investigated it both qualitatively and quantitatively. Then, we did several experiments using different cleaning methods and drew a conclusion about the best type of detergent and the most appropriate frequency in utilizing it.

## 目录

1. 引文
  - 1.1. 手机清洁的盲区
  - 1.2. 提出问题
  - 1.3. 初始的想法
  - 1.4. 我们准备采用的研究方法
2. 对于手机携带细菌的定性定量实验
  - 2.1. 定量实验的相关说明
  - 2.2. 实验器材
  - 2.3. 定量实验操作流程
  - 2.4. 定量实验分析
  - 2.5. 定性实验的相关说明
  - 2.6. 试验器材
  - 2.7. 定性实验操作流程
  - 2.8. 定性实验分析
  - 2.9. 总结
3. 对于不同清洁剂清洁效果的实验
  - 3.1. 试验相关说明
  - 3.2. 实验器材
  - 3.3. 实验操作流程
  - 3.4. 实验结论
4. 基于上述实验的分析
  - 4.1. 实验的拓展
5. 结论
6. 参考文献

## 1. 引文

### 1.1. 手机清洁的盲区

众所周知, 随着越来越向信息化时代的发展, 手机作为最简便的移动电子设备已经成为了世界上绝大多数人生活中不可分离的一部分。然而, 在频繁使用的同时, 大部分人们却忽略了手机的卫生与清洁。手机细菌, 有调查显示手机每平方厘米就驻扎了 12 万个细菌, 按照这样推算, 整部手机起码有上百万个细菌, 这个数字足以令马桶坐垫上的细菌队伍汗颜。由于特殊的环境与特殊的待遇, 手机已经成为了大量细菌的繁殖基地。对于这样的调查结果并不是每一位手机用户都知情, 很多消费者几乎没有清洁手机的意识, 更加重了细菌的繁殖。

### 1.2. 提出问题

虽然手机细菌问题近些年来收到的关注越来越多, 但是大部分研究机构也只是对于手机上细菌的数量进行了大概的统计, 并没有详细的定性定量研究, 也没有提出具体的符合人们日常生活的建议。其实对于手机上细菌的研究本事就旨在告诉人们如何合理的清洁, 如果没有详细的建议是不完整的研究。所以我们希望知道手机上的细菌的总数量和种类的同时, 研究不同种清洁剂清洁效果的差异。

### 1.3. 初始的想法

之前学者统计的方法大多是在显微镜下观察细菌数量, 再乘以面积比例, 即使大量实验误差还是极大。相比去计算细菌的个数, 如果使用利用培养单位面积的手机细菌, 再数出 CFU 菌落数, 并计算出手机表面单位面积的菌落数, 结果自然会准确许多。而且医学界统一的清洁度标准也是以  $\text{CFU}/\text{cm}^2$  来检测的。在加上由于科技的进步, 传统的繁琐的细菌测试方法已经被标准化, 易操作的革兰氏染色法和 API 细菌鉴定系统所替代, 所以进行详细的定性测试也不是难事。至于清洁剂的效果, 我们只需要观察进行完清洁的手机表面的细菌恢复速率, 也可以做出比较。

### 1.4. 我们准备采用的研究方法

基础的测定 CFU 数量实验, API 细菌鉴定系统, 革兰氏染色法, 不同清洁剂的清洁效果周期观察实验

## 2. 对于手机携带细菌的定性定量实验

### 2.1. 实验的相关说明

正如前面提到的, 传统的试验按比例算出手机表面的细菌个数不但误差比较大, 而且没有国际统一的评价标准。CFU 菌落数测试时医学界一直以来使用的测试清洁程度的方法, 不但更加科学严谨, 误差还小, 并且具备统一的测评标准。所以本次试验决定以这种方法来检测手机表面的细菌个数。

### 2.2. 定量实验器材

2.2.1. 拭子 (图 1.): 绕在小棍一端的一小团有吸收能力的材料, 经过无菌处理, 通常作为采集微生物、脱落细胞或分泌物的医学检查的工具。



图 1. 采样拭子

2.2.2. 无菌生理盐水: 氯化钠和蒸馏水配制成的 0.9% 的生理盐水。

2.2.3. 医用振荡器 (图 2.): 用于快速使溶剂与溶质充分均匀溶解。



图 2. 医用振荡器

2.2.4. 稀释试管组：用于获取原液并对原液进行稀释的成套的试管。在本实验中，大试管（图 3.）为原液组，装有 10ml 的无菌生理盐水；小试管（图 4.）为不同浓度的稀释组，每个装有 1.8ml 的无菌生理盐水。



图 3. 大试管

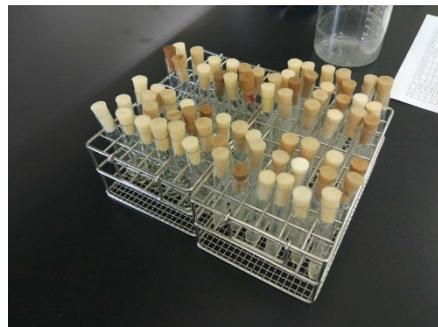


图 4. 小试管

2.2.5. 手动单道移液枪（图 5.）：用于精准地取液的仪器。在本次实验中使用的是量程为 200  $\mu$ l 的单道移液枪



图 5. 手动单道移液枪

2.2.6. 移液枪枪头（图 6.）：在实验过程中，移液枪需要重复使用，所以为选取不同种液体需要每次更换枪头。本实验使用的是 8 $\times$ 12 标准盒移液枪枪头。



图 6. 8 $\times$ 12 移液枪头盒

2.2.7. 自动取液器 (图 7.): 为了将取液过程更简单精确的标准化设备。本实验中枪头配位 10ml 的玻璃管。



图 7. 自动取液器

2.2.8. 医用涂布棒 (图 8.): 将细菌样本在培养皿上涂抹均匀的拐角型玻璃棒。



图 8. 医用涂布棒

2.2.9. 细菌培养皿 (图 9.): 为了培养细菌所人工制造的营养环境设备, 用于盛装不同的培养基。本实验中使用的是 5%羊血与 Mueller-Hinton 培养基的混合培养基。

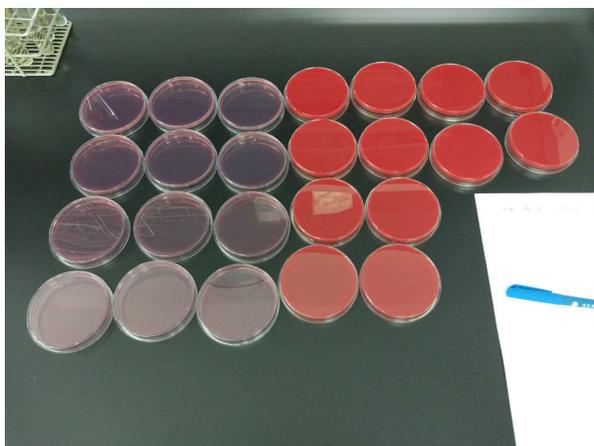


图 9. 细菌培养皿

2.2.10. 恒温箱 (图 10.): 为细菌的培养提供恒温的环境。本实验的恒温箱内温度为 35 度。



图 10. 恒温箱

### 2.3. 定量实验的操作流程

#### 2.3.1. 实验准备

首先, 为了保证实验数据的可靠性和合理性, 我们的样本采用了 6 个大小以 iPhone5 为基准, 上下浮动 10% 的不同年龄段手机使用者的不同手机。同时, 实验的所有步骤均在酒精灯旁完成, 使得空气环境中的细菌在酒精灯上升气流的影响下减少影响。以下为 6 部手机的使用者年龄以及型号大小 (表 1.)。

编号	使用者年龄	型号	正面表面积
手机 A	35	iPhone5	123.8×58mm <sup>2</sup>
手机 B	16	小米 4	139.2×68.5mm <sup>2</sup>
手机 C	40	iPhone6	138.1×67mm <sup>2</sup>
手机 D	17	iPhone6 Plus	158.1×77.8mm <sup>2</sup>
手机 E	16	华为 P8	144.9×72.1mm <sup>2</sup>
手机 F	39	魅族 MX6	153.6×75.2mm <sup>2</sup>

表 1. 参与实验手机的信息资料

#### 2.3.2. 细菌的取样

用浸有生理盐水液的采样棉拭子 1 支, 在手机表面横竖往返各涂抹 5 次, 并随之转动棉拭子。为了进一步加强实验的科学性, 我们将每个手机的正反两边分别进行取样。该步骤结束后, 剪去手接触部分, 将棉拭子放入装有 10ml 无菌生理盐水的试管中, 得到 12 个 10ml 的细菌原液样本。

#### 2.3.3. 样本的制作

使用医用振荡器对 12 个样本试管进行充分震荡后, 用自动取液器从每个原液试管中取 0.2ml 的原液加入事先准备好的相应的稀释试管组进行稀释。每个稀释试管装有 1.8ml 的无菌生理盐水, 每组稀释均为十倍稀释。根据之前的研究结果, 手机上每平方厘米越有 12 万个细菌; 以此为依据, 我们推测如果要取得适当的可读取的结果, 需要进行至少 100 倍稀释, 所以每一组样本我们分别进行三次稀释操作。操作结束后, 我们得到 12 个实验样本组, 每组包括手机细菌的原液, 十倍稀释, 一百倍稀释三个稀释度, 共计 36 个样本。

### 2.3.4. 血培养皿的制备

称取 3.8g, 溶于 100ml 蒸馏水, 121°C 高压灭菌 20 分钟。待培养基冷却到 40°C~45°C, 加入 5ml 脱纤维羊血, 混匀后, 倒入无菌培养皿中, 每皿倾注 20ml。操作结束后, 得到 48 个 5%羊血 Mueller-Hinton 琼脂培混合培养基。

### 2.3.5. 接种操作

用手动单道移液枪对 12 组, 36 个样本进行取样, 每种浓度洗脱液 100 μl, 接种事先已经编码完成的血培养皿种, 每次取样时更换移液枪枪头。接种完成后, 用涂布棒将样本液体在培养皿上抹匀, 共涂抹三次, 每次操作旋转 120 度。操作完成后得到 48 个已接种培养皿, 将其全部放入恒温箱中, 35°C 培养 48~72 小时。

### 2.3.6. 实验结果

72 小时后取出恒温箱中的培养皿, 观察并数出每个培养皿上的菌落数 CFU, 得到下面表 2。

	原液	十倍稀释	一百倍稀释
手机 A 正	73	7	1
手机 A 反	42	5	0
手机 B 正	91	8	1
手机 B 反	27	3	0
手机 C 正	42	4	0
手机 C 反	77	6	1
手机 D 正	38	4	1
手机 D 反	17	1	0
手机 E 正	69	7	1
手机 E 反	106	10	2
手机 F 正	57	4	0
手机 F 反	64	7	1

表 2. 定量实验数据

(注: 表中数据单位为国际标准单位菌落数 CFU, 用于衡量清洁程度)

### 2.4. 定量实验分析

由于>300 的菌落数很难在直径为 90ml 的培养皿上数出, 而<30 的菌落数很有可能是由于环境污染造成的, 所以可参考的数据范围在 30~300 之间, 其余一律作为误差数据不做处理或者仅作为参考。由于每组稀释为十倍关系, 而参考范围在 30~300CFU 之间, 所以每个样本的三个稀释度数据只有一个有参考意义 (如果三个数据均没有达到 30, 则优先选取最大的数据)。表中数据是 100 μl 中所含的菌落数, 将具有参考意义的数字乘以 100 再乘以稀释倍数便得到了 10ml 原液中的 CFU 个数, 即实验采样面积部分的菌落数。通过计算我们得到表 3。

	A 正	A 反	B 正	B 反	C 正	C 反	D 正	D 反	E 正	E 反	F 正	F 反
计算	7300	4200	9100	2700	4200	7700	3800	1700	6900	10600	5700	6400

表 3. 计算结果

(这里的计算结果是 10ml 中的 CFU 个数, 即实验采样面积上的菌落数)

在得到表 3.的数据后, 只要将每个手机正反两面的结果相加, 即可得到每个手机上的 CFU 总数, 我们将总数记在表 4.中

	手机 A	手机 B	手机 C	手机 D	手机 E	手机 F
<b>CFU 总数</b>	11500	11800	11900	5500	17500	12100

表 4. 手机上的细菌总数

在得到每个手机的 CFU 总数后, 利用表 1.中手机的表面积, 以及下列公式, 得到手机表面清洁度, 整理以上数据并汇总得到表 5.

$$\text{物体表面洁净程度 (CFU/cm}^2\text{)} = \frac{\text{手机上的 CFU 总数}}{\text{手机的表面积 (cm}^2\text{)}}$$

	手机 A	手机 B	手机 C	手机 D	手机 E	手机 F
<b>CFU 总数</b>	11500	11800	11900	5500	17500	12100
<b>表面积 (MM2)</b>	123.8x58x2	139.2x68.5x2	138.1x67x2	158.1x77.8x2	144.9x72.1x2	153.6x75.2x2
<b>清 洁 度 (CFU/CM<sup>2</sup>)</b>	80.6	62.4	64.3	22.6	84.3	52.7

表 5. 手机清洁度

国际上有着用 cfu/cm<sup>2</sup> 来衡量环境的洁净程度以及消毒效果的统一标准。最常见的就是对医院和医疗机构以及生化实验室不同的区域和环境的消毒要求。医院环境中重症监护 病房, 物表≤5cfu/cm<sup>2</sup>; 儿科病房, 妇产检查室等物表≤10cfu/cm<sup>2</sup>; 传染科及病房, 物表≤15 cfu/cm<sup>2</sup>。基于我们的实验结果, 手机上的细菌数远超于医院所要求的洁净程度达四倍之多; 但是也并非如之前所传言的如“手机堪比马桶圈”“每平方厘米 12 万个细菌”那样脏。手机的洁净程度基本停留于 60cfu/cm<sup>2</sup>左右, 如果说要与日常生活中的物品相比较的话, 也就大约与门把手上单细菌数相当。

## 2.5. 定性实验的相关说明

由于定量实验时统一用的 5%羊血 Mueller-Hinton 琼脂培混合培养基, 无法区分格兰氏阴性或阳性细菌, 所以我们决定采用革兰氏染色法结合目前国际上已经完善并商业化的 API 细菌鉴定系统, 以此来进行细菌的分类鉴定。

## 2.6. 主要实验器材

2.6.1. 接种针 (图 11.): 用于将培养出的高浓度细菌移植到新的培养皿上



图 11. 接种针

2.6.2. 普通光学显微镜

2.6.3. 革兰氏染色试剂 (图 12.): 四种革兰氏染色溶液, 从左至右依次为龙胆紫, 碘溶液, 脱色液和沙黄溶液。



图 12. 革兰氏染色液

2.6.4. 玻片 (图 13.): 用于放置革兰氏染色后的细菌样本并放在光学显微镜下观察。

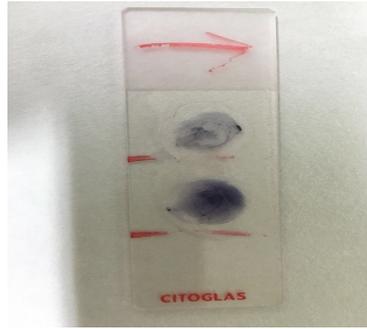


图 13. 玻片

2.6.5. API 试纸条 (图 14.): 用于进行 API 详细细菌鉴定的试纸, 本实验选用的两种试纸分别为 API—Coryne (棒状杆菌) 以及 API—staph (葡萄球菌) 试纸。本实验中, 每条试纸分别有 20 个小实验区 (蜂窝小凹), 每个试验区下方有对应的序号和特殊符号, 例如 GEL, ESC, NIT 等。这些序号和特殊符号在试验中对应适当的试剂盒操作。

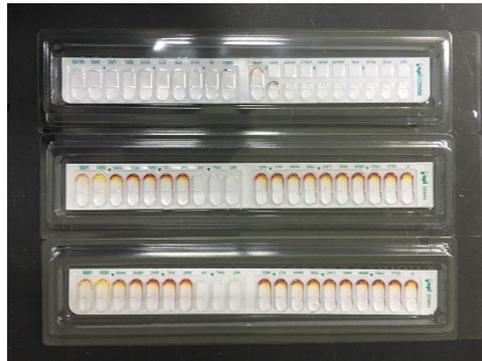


图 14. API 试纸条

2.6.6. API 试剂 (图 15.): 在将细菌样本分别加入 API 试纸反应实验区后, 有些项目需要额外滴加其他试剂。以下为实验所滴加的 API 试剂。



图 15. API 试剂

2.6.7. API 数值分析索引卡: 在实验结束后用于分析菌种的卡片, 通过实验结果相对应的计算可以最终算出细菌编号并鉴定出细菌种类。

2.6.8. 安瓿 API GP 培养基:

<b>API GP 培养基 2 ml</b>	L-胱氨酸	0.5 g
	胰蛋白胨 (牛/猪源)	20 g
	氯化钠	5 g
	亚硫酸钠	0,5 g
	酚红	0,17 g
	去离子水	
	加至 1000 ml pH : 7.4 - 7.8	

2.6.9. 安瓿 API Staph 培养基:

<b>API Staph 培养基 6 ml</b>	酵母提取物	0.5 g
	细菌蛋白胨 (牛/猪源的 )	10 g
	NaCl	5 g
	微量元素	10 ml
	软化水	加至 1000 ml
	pH : 7.0 - 7.4	

2.6.10. McFarland 标准比浊管: BaSO<sub>4</sub> 溶液, 浓度为 2.88\*10<sup>-4</sup> mol/l (6 麦氏单位)。

2.6.11. API 悬浊液去离子水

2.7. 定性实验操作流程

2.7.1. 细菌再培养

首先为了对细菌进行分类, 我们需要粗略判断大体上有几种细菌。在已经第一天的定量实验中已经培养了 72 小时的 36 个培养皿中, 我们使用接种针将生长出的有代表性的菌落取样, 并将这些高浓度的细菌样本重新接种到新的 5% 羊血 Mueller-Hinton 琼脂混合培养基上, 再次放入恒温箱中孵化 24 小时, 得到结果 (图 16)。

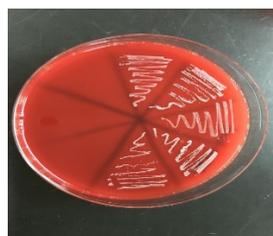


图 16. 细菌再培养结果

### 2.7.2. 革兰氏染色法

在得到细菌再培养的结果后, 我们首先对其进行革兰氏染色法分类, 以此来分别革兰氏阳性和阴性的细菌。革兰氏染色法的原理很简单, 革兰阳性菌细胞壁结构较致密, 肽聚糖层厚, 含脂质少, 脱色时乙醚不易渗入, 反而使细胞壁脱水, 通透性下降, 胞内结晶紫与碘的复合物不易渗出。革兰阴性菌细胞壁结构较疏松, 肽聚糖层薄, 含脂质多, 易被乙醚溶解, 使细胞壁通透性增加, 胞内结晶紫与碘的复合物易被乙醇溶解溢出而被脱色。从化学上讲, 革兰阳性菌含大量核糖核酸镁盐可与结晶紫、碘牢固结合, 而不易被乙醇脱色。革兰阴性菌体内所含核糖核酸镁盐少, 故易被脱色。从电学上讲, 革兰阳性菌的等电点 (PH2-3) 比革兰阴性菌 (PH4—5) 低, 在相同 PH 条件下, 革兰阳性菌比革兰阴性菌所带的负电荷多, 与带正电荷的碱性染料结合较牢, 而不易脱色。

### 2.7.3. 革兰氏染色操作

将我们细菌再培养的样本用适当的方式涂布于洁净无油脂的载玻片上。一般细菌培养液可直接取样涂布于玻片上, 若为细菌固体培养物, 先在载玻片上滴加生理盐水, 后用灭菌后的接种环挑取菌落磨匀, 使菌液呈均匀乳浊状, 再涂成  $1\text{cm}^2$  或蚕豆大小的半透明菌膜。标本涂片后最好自然干燥, 若需加快干燥速度, 可将涂抹面朝上, 置于烘片机上慢慢烘干, 以防高温引起细菌变形。玻片干燥后常用火焰加热法固定, 即中速通过火焰 3 次进行固定, 以玻片反面接触皮肤热而不烫手为宜。加龙胆紫液染色 10 秒, 流水冲洗。加碘溶液染色 10 秒, 流水冲洗。加脱色液脱色 10-20 秒 (不时摇动), 流水冲洗。加沙黄溶液复染 10 秒, 流水冲洗。用滤纸吸干或自然干燥后镜检。革兰氏阳性菌呈紫色, 革兰氏阴性菌呈红色。

2.7.4. 使用光学显微镜, 我们观察染色后的细菌, 得到了以下三种结果: 葡萄球菌 1 (图 17.) 葡萄球菌 2 (图 18.) 短杆 (图 19.)



图 17. 显微镜下的葡萄球菌 1



图 18. 显微镜下的葡萄球菌 2



图 19. 显微镜下的短杆

在初步得到三种细菌分别为球菌，葡萄球菌和短杆，且均为革兰氏阴性菌后，我们采用 API 细菌鉴定系统做进一步的分析。

#### 2.7.5. API 细菌鉴定系统

API 微生物鉴定系统以微生物生化理论为基础，通过大量积累的数据以及实验经验，为微生物检验提供了简易、方便、快捷、科学的鉴定程序。所谓生理生化鉴定，就是根据微生物对各种生理条件（温度、pH、氧气、渗透压）以及生化指标（唯一碳氮源、抗生素、酶、盐碱性）代谢反应进行分析，并与已知菌株数据库进行比较，最终对未知菌实现鉴定的一种技术。API 鉴定系统自开发以来已有 30 多年的时间，其庞大的菌种资料拥有超过 25000 篇报告，超过 750 次鉴定系统源生化测试以及超过 1500 篇使用文献。本次试验我们使用的 API 试纸有 20 多种，可以鉴定超过 600 种细菌，其中不乏日常生活中最常见的金黄色葡萄球菌，大肠杆菌，弯曲菌等。



试验	有效成分	量 (mg/cup.)	反应 / 酶	结果	
				阴性	阳性
NIT	硝酸钾	0.136	硝酸盐还原	<b>NIT 1 + NIT 2 / 10 分钟</b> 无色 极浅的粉色   深粉红色 红色	
PYZ	吡嗪碳胺	0.56	吡嗪胺酶	<b>PYZ / 10 分钟</b> 无色 极浅的褐色 非常浅的橙色   褐色 橙色	
PYRA	焦谷氨酸-β-萘胺	0.0256	吡咯烷酮基芳胺酶	<b>ZYM A + ZYM B (PyrA → βNAG) / 10 分钟</b> 无色 浅橙色   橙色	
PAL	2-萘基-磷酸盐	0.0244	碱性磷酸酶	无色 浅褐色 - 淡紫色 浅橙色	紫色
βGUR	萘酚 ASBI-葡萄糖醛酸	0.0548	β-葡萄糖苷酸酶	无色 浅灰色 浅褐色	蓝色
βGAL	2-萘基-βD-半乳糖甙	0.0312	β-半乳糖	无色 浅褐色 - 淡紫色	紫色
αGLU	2-萘基-αD-葡萄糖甙	0.0308	α-葡萄糖苷酶	无色 浅褐色 - 淡紫色 浅绿色	紫色
βNAG	1-萘基-N-乙酰-βD-葡萄糖胺	0.0348	N-乙酰-β-葡萄糖胺酶	无色 浅褐色 - 淡紫色 浅褐色 浅灰色	褐色
ESC	七叶灵 柠檬酸铁	0.546 0.078	β-葡萄糖甙酶 (七叶灵)	无色 灰色	黑色
URE	尿素	0.76	脲酶	黄色 橙色	红色 粉红色
<b>GEL</b>	凝胶 (牛源)	0.6	水解 (凝胶)	无黑色素扩散	黑色素扩散
<b>Q</b>	阴性对照	-	发酵		
<b>GLU</b>	D-葡萄糖	1.56	发酵 (葡萄糖)		
<b>RIB</b>	D-核糖	1.4	发酵 (核糖)		
<b>XYL</b>	D-木糖	1.4	发酵 (木糖)		
<b>MAN</b>	D-甘露醇	1.36	发酵 (甘露醇)	红色	黄色
<b>MAL</b>	D-麦芽糖	1.4	发酵 (麦芽糖)	橙色	黄 - 橙色
<b>LAC</b>	D-乳糖 (牛源)	1.4	发酵 (乳糖)		
<b>SAC</b>	D-蔗糖	1.32	发酵 (蔗糖)		
<b>GLY</b>	肝糖	1.28	发酵 (肝糖)		
CAT	(ESC 或 <b>GEL</b> ) 试验	-	触酶	<b>H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (3%) / 1 分钟</b> 无气泡   产生气泡	

表 6. Coryne 结果判读表

在对短杆进行的 API—Coryne 棒状杆菌鉴定试验后, 我们最终确定该菌种的标号为 1100105

(图 21.), 在数字图谱中所对应的是麦氏棒状杆菌。图 21. 麦氏棒状杆菌



### 2.7.6.2. API—Staph 葡萄球菌实验

API—Staph 与 API—Coryne 的实验大同小异, 区别在于试纸接种并孵化后的操作与判定。对于 API—Staph 实验, 孵育后, 分别加入一滴下述试剂并根据结果判读表判读所有反应:

VP 试验: VP 1 和 VP 2 试剂: 等待 10 分钟。出现紫红-粉红色为阳性反应。十分钟后颜色为浅粉色或亮粉色应该认为是阴性反应。

NIT 试验: NIT 1 和 NIT 2 试剂: 等待 10 分钟。出现红色为阳性反应。

PAL 试验: ZYM A 和 ZYM B 试剂: 等待 10 分钟。出现紫红色为阳性反应。

除此以外, 葡萄球菌还需要额外进行溶葡萄球菌酶耐受试验。为了进行试验, 用菌悬液充满 P 琼脂平板的表面 (大约  $10^7$  微生物/ml)。于  $36^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  干燥 10-20 分钟。在琼脂表面加一滴溶葡萄球菌酶溶液(200  $\mu\text{g}/\text{ml}$ )。于  $35-37^{\circ}\text{C}$  孵育 18-24 小时。全部或部分细菌培养物被抑制表示对溶葡萄球菌酶敏感。这个试验组成试条上的第 21 个试验。如果耐受溶葡萄球菌酶认为该试验阳性。同样的, 我们根据 Staph 的结果判读表 (表 7.见下页) 记录两种我们在手机上发现的细菌的数据并进行判断。

在记录完数据后, 我们同样将这两个 7 位数与数字图谱中的资料经行对比, 最终发现我们观察到的葡萄球菌 1 编号为 6306052, 对应的细菌是表皮葡萄球菌 (图 22.); 而另一个葡萄球菌 2 的编号为 2636051, 对应的细菌是溶血葡萄球菌 (图 23.)。



图 22. 表皮葡萄球菌



图 23. 溶血葡萄球菌

试验	有效成分	量 (mg/cup.)	反应 / 酶	结果	
				阴性	阳性
0	没有底物		阴性控制	红色	—
GLU	D-葡萄糖	1.56	(Positive control) (D-GLUcose)	红色 *	黄色
FRU	D-果糖	1.4	产酸 (D-果糖)		
MNE	D-甘露糖	1.4	产酸 (D-甘露糖)		
MAL	D-麦芽糖	1.4	产酸 (麦芽糖)		
LAC	D-乳糖 (牛源的)	1.4	产酸 (乳糖)		
TRE	D-海藻糖	1.32	产酸 (D-海藻糖)		
MAN	D-甘露醇	1.36	产酸 (D-甘露醇)		
XLT	木糖醇	1.4	产酸 (木糖醇)		
MEL	D-蜜二糖	1.32	产酸 (D-蜜二糖)		
NIT	硝酸钾	0.08	硝酸盐还原为亚硝酸盐		
PAL	$\beta$ -萘基 硝酸盐	0.0244	碱性磷酸酶	ZYM A + ZYM B / 10 分钟 黄色   紫红色	
VP	丙酮酸钠	1.904	乙酰-甲基-甲醇 产生 (VP 试验)	VP 1 + VP 2 / 10 分钟 无色-亮粉色   紫红-粉红色	
RAF	D-棉子糖	1.56	产酸 (棉子糖)	红色	黄色
XYL	D-木糖	1.4	产酸 (木糖)		
SAC	D-蔗糖	1.32	产酸 (蔗糖)		
MDG	甲基- $\alpha$ D-葡萄糖甙	1.28	产酸 (甲基- $\alpha$ D-葡萄糖甙)		
NAG	N-乙酰-葡萄糖胺	1.28	产酸 (N-乙酰-葡萄糖胺)		
ADH	L-精氨酸	1.904	精氨酸双水解酶	黄色	橙色-红色
URE	尿素	0.76	脲酶	黄色	红色-紫红色

表 7. Staph 结果判读表

## 2.8. 定性实验分析

由于根据资料我们发现，均为长期在人体表面寄宿的条件致病菌，所以在手机上发现这三种细菌也合情合理。所以，我们得出结论，手机表面细菌以麦氏棒状杆菌、表皮葡萄球菌以及溶血葡萄球菌这三大类为主。

## 2.9. 总结

根据以上是研究结果，我们发现手机上的细菌数远不及传闻所说的那般多，但是也并非那样干净，大致在  $60\text{cfu}/\text{cm}^2$  左右。而定性实验又告诉我们手机上主要以麦氏棒状杆菌、表皮葡萄球菌以及溶血葡萄球菌这三种条件致病菌为主。所以，定期的清洁手机有助于维持人体健康，防止生小病的几率。但是，到底怎么样清洁、以哪种频率清洁最有效、性价比最高呢？为了得到结果，我们决定展开手机清洁效果实验。

### 3. 对于不同清洁剂清洁效果的实验

#### 3.1. 实验的相关说明

其实人们对手机清洁问题的关注也不是一两天的事了，但是很少有人具体研究到底怎样才能保持手机的洁净，之前的研究者也大多是提倡人们多清理，但也没有具体的研究或方案。我们希望通过我们的研究，能够使得人们真正对怎样保持手机的洁净有一个全新的了解。对此，我们决定对日常生活中常见的四种清洁剂对手机的清洁效果进行比对，并且找出每种试剂最适当的清洁频率。

#### 3.2. 实验器材

##### 3.2.1. 医用拭子

##### 3.2.2. 医用振荡器

##### 3.2.3. 稀释试管组

##### 3.2.4. 手动单道移液枪

##### 3.2.5. 移液枪枪头

##### 3.2.6. 医用涂布棒

##### 3.2.7. 细菌培养皿

##### 3.2.8. 恒温箱

##### 3.2.9. 市面销售干纸巾

##### 3.2.10. 市面销售湿纸巾（主要成分为芦荟精华）

##### 3.2.11. 75%乙醇溶液

##### 3.2.12. 自来水

##### 3.2.13. 10%洗衣粉溶液（主要成分为烷基苯磺酸钠）

#### 3.3. 实验操作流程

##### 3.3.1. 清洁操作

首先，我们决定对以下四种日常清洁手段对手机的效果进行比较：干纸巾蘸水，市面销售湿纸巾（主要成分为芦荟精粹），75%酒精以及10%洗衣粉溶液。我们将之前实验的6个手机中的四个分为四组，每组对应一种清洁剂。分别用不同的清洁剂仔细擦拭相对应的实验组手机。擦拭完毕后，将手机静置10min。

### 3.3.2. 细菌的培养

待十分钟后, 按照定量实验室的方法, 对每个手机进行菌丝取样, 溶解稀释, 接种培养基等操作。将接种并编码好的 4 个培养基放入恒温箱中。培养 72 个小时后取出, 进行与定量试验相同的菌落数统计实验, 得到表 8。

	原液	十倍稀释	一百倍稀释
手机 A 正-X	21	1	1
手机 B 正-Y	17	2	0
手机 C 正-Z	3	0	0
手机 D 正-W	1	0	0

表 8. 清洁剂 10min 后效果

(注: x 为干纸巾蘸水实验组, y 为湿纸巾实验组, z 为酒精实验组, w 为洗衣粉实验组; 这里的数据为 CFU 的个数)

$$\text{物体表面洁净程度 (CFU/cm}^2\text{)} = \frac{\text{平均每皿菌落数 CFU} \times \text{洗脱液稀释}}{\text{采样面积 (cm}^2\text{)}}$$

利用上述公式并结合定量实验时的思考和方法 (即基于 30~300CFU 的范围考量选取最合适参考数据), 我们计算得出清洁 10min 后的手机洁净程度, 记为表 9。

	干纸巾蘸水 A	湿纸巾 B	75%酒精 C	10%洗衣粉 D
洁净程度 (CFU/CM <sup>2</sup> )	29.2	17.9	3.2	0.8

表 9. 清洁试剂 10min 后洁净程度

### 3.3.3. 重复实验

为了保证第二天实验与实际情况更加接近, 我们将做完实验后的手机归还给手机主。第二天, 再次收集这 4 个手机, 进行与定量实验相同的实验相同的操作, 得到清洁试剂一天后手机上的菌落数 (表 10.), 再通过相同的计算得出手机的清洁程度 (表 11.)。

	原液	十倍稀释	一百倍稀释
手机 A 正-X	45	4	0
手机 B 正-Y	43	3	1
手机 C 正-Z	29	1	0
手机 D 正-W	31	3	0

表 10. 清洁试剂一天后效果

	干纸巾蘸水 A	湿纸巾 B	75%酒精 C	10%洗衣粉 D
洁净程度 (CFU/CM <sup>2</sup> )	62.7	45.5	31.4	25.2

表 11. 清洁试剂一天后洁净程度

### 3.3.4. 后续实验

试验结束后, 同样让手机将手机带回, 第三天第四天和第五天重复前面的流程, 分别得到清洁试剂两天三天以及四天后的效果, 分别记录在表 12.~表 17.中。

	原液	十倍稀释	一百倍稀释
手机 A 正-X	64	5	1
手机 B 正-Y	70	8	0
手机 C 正-Z	41	3	0
手机 D 正-W	47	2	1

表 12. 清洁试剂两天后效果

	干纸巾蘸水 A	湿纸巾 B	75%酒精 C	10%洗衣粉 D
洁净程度 (CFU/CM <sup>2</sup> )	89.1	74.1	44.3	38.1

表 13. 清洁试剂两天后洁净程度

	原液	十倍稀释	一百倍稀释
手机 A 正-X	63	7	1
手机 B 正-Y	89	7	2
手机 C 正-Z	42	3	0
手机 D 正-W	50	5	1

表 14. 清洁试剂三天后效果

	干纸巾蘸水 A	湿纸巾 B	75%酒精 C	10%洗衣粉 D
洁净程度 (CFU/CM <sup>2</sup> )	88.3	94.1	45.5	40.5

表 15. 清洁试剂三天后洁净程度

	原液	十倍稀释	一百倍稀释
手机 A 正-X	67	5	1
手机 B 正-Y	90	10	2
手机 C 正-Z	49	6	0
手机 D 正-W	43	5	1

表 16. 清洁试剂四天后效果

	干纸巾蘸水 A	湿纸巾 B	75%酒精 C	10%洗衣粉 D
洁净程度 (CFU/CM <sup>2</sup> )	93.9	95.2	52.9	35.3

表 17. 清洁试剂四天后洁净程度

### 3.3.5. 数据汇总

在分别得到 10min, 一天, 两天, 三天的效果数据后, 我们利用原始数据计算未清洁时的洁净程度, 并汇总成为一张表 18.

	干纸巾蘸水	湿纸巾	75%酒精	10%洗衣粉
未清洁时	102.3	96.3	45.4	30.8
10MIN 后	29.2	17.9	3.2	0.8
一天后	62.7	45.5	31.4	25.2
两天后	89.1	74.1	44.3	38.1
三天后	88.3	94.1	45.5	40.5
四天后	93.9	95.2	52.9	35.3

表.18 清洁剂效果汇总表

(这里的数据为手机洁净程度 CFU/cm<sup>2</sup>)

在得到四部手机正面细菌菌落数的变化后,我们将其绘制成折线统计图以便观察趋势(表 19.)

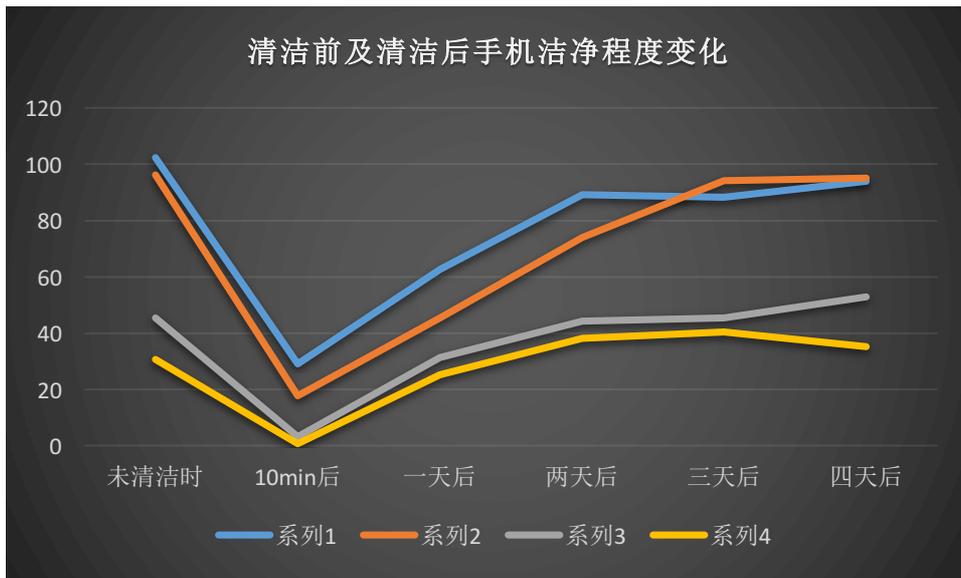


表 19. 清洁前后手机洁净程度变化趋势

(其中系列一为手机 A 正面+干纸巾蘸水, 系列二为手机 B 正面+湿纸巾, 系列三为手机 C 正面+75%酒精, 系列四为手机 D 正面+10%洗衣粉溶液)

### 3.4. 实验总结

在进行不同种的清洁试剂对手机清洁效果的比对试验之后,我们发现无论是哪种试剂,无论短时间内的清洁效果有多强,在一段时间,也就是三天之后,手机都会恢复未清洁时的肮脏程度。所以,我们得出结论,无论使用什么样的清洁试剂,只要能够保持至少每周两次的清洁,就能达到我们保持手机洁净的目的。

## 4. 基于上述实验的分析

我们一共进行了三项实验,分别是手机上细菌的定量,定量,以及不同清洁试剂的清洁效果比对。为了减小实验的误差,我们采取了很多措施,但是依然有以下几点不足:

一受时间以及设备和人员的限制,我们实验的规模很小,一共也只有 6 部智能手机参与;而且,尽管这六部型号不同的手机的使用者的年龄参差不齐,但是他们都是我们身边的同学以及家长,都是生活在北京这种大城市的中产阶级。北京的城市环境相对干净,而被调查者大多是学生或者办公室人员,与不干净环境的接触机会较少。所以这些数据的代表性稍差,只能带表一部分人的手机的细菌情况。

—在进行定性实验室，在革兰氏染色完成后，我们观察到葡萄球菌 1 有呈现出双球菌的特性；并且，在使用 API—Staph 鉴定完毕后，数据库也显示这个编码对应表皮葡萄球菌有 30% 的误差概率。对于细菌鉴定来说，30% 有些过高，但是在重复试验后我们发现仍是这个结果，所以认为该菌依然是表皮葡萄球菌。

—理论上，所有的实验都应该在无菌环境下进行。但是由于条件限制，我们只能采用在酒精灯旁实验来弥补这一缺陷，所以有可能导致实验结果有误差。

但是，除去这些不足，我们认为这一系列实验还是颇为有意义的。首先，对于终结了谣言如“根据研究，手机上每平方厘米有 12 万个细菌”和“手机的肮脏程度堪比马桶圈”。即使我们的实验选取的对象的代表性稍差，上述谣言也是绝对不靠谱的。我们认为这些研究可能停留于翻盖键盘手机时代，因为那时的手机有更多让细菌匿藏的空间。但是随着智能手机的发展和普及，现如今大部分手机表面光滑，没有那么多细菌的藏身之所。我们也能告诉人们，即使手机没有那么肮脏，也依然存在着四倍多于洁净标准的条件致病菌，所以不能忽视对手机的清洁。最后，我们还可以得出结论手机的清洁与试剂的选用关系不大。从实验也可以看出，无论短时间内的清洁效果如何，只要清洁频率在每周两次左右，手机就能保持干净。这也是合乎情理的，因为人们现在对手机的使用过于频繁，而手机上发现的细菌大多是长期在人体表面有驻扎的，所以这些接触导致了手机表面细菌的恢复速率极快。所以，从经济以及其他方面考虑，我们认为干纸巾蘸水是最简单方便且效果显著的清洁方式。

#### 4.1. 实验的拓展

在高科技日益普及的今天，新兴技术的引进为我们的生活提供了便利。市面上有不少厂家引进了紫外线杀菌灯对手机的表面进行清洁，这也不失为另一种有效的途径。

##### 4.1.1. 紫外线杀菌的原理

紫外线的杀菌的方式主要有两种，其中紫外线的波长分别集中在254nm和185nm，处于短波灭菌紫外线波段（UVC波段）。这种波段的紫外线穿透能力弱，甚至无法穿透透明玻璃和塑料。在日光中含有的短波紫外线几乎被臭氧层完全吸收。

每一粒波长为254nm的紫外线光子具有4.9eV的能量。在紫外线对生物的照射过程中，能量逐渐被传递以及积累。当细菌、病毒吸收超过3600~65000 uW/cm<sup>2</sup>剂量时，紫外线对细菌、病毒的去氧核糖核酸（DNA）及核糖核酸（RNA）具有强大破坏力，能使细菌、病毒丧失生存力及繁殖力进而消灭细菌、病毒，达到消毒灭菌成效。其杀菌原理是紫外线易被

核蛋白吸收，使DNA的同一条螺旋体上相邻的碱基形成胸腺嘧啶二聚体，从而干扰DNA的复制。紫外线一方面可使核酸突变、阻碍其复制、转录封锁及蛋白质的合成；另一方面，在强光的照射下，组成细菌、病毒的分子中共价键断裂，形成自由基，从而使得细菌、病毒大规模死亡。

而185nm的紫外线可将空气中的氧气转换为臭氧，臭氧具有强氧化作用，可有效地杀灭细菌，臭氧的弥散性恰好可弥补由于紫外线只沿直线传播、消毒有死角的缺点。但这种类型的杀菌方法并不会在紫外线杀菌灯中使用，其常用于化学加工、杀菌剂的制作方面。

#### 4.1.2. 紫外线杀菌的应用

每一种微生物都有其特定紫外线杀灭、死亡剂量标准，其剂量是照射强度与照射时间的乘积（杀菌剂量=照射强度·照射时间/ $K=I \cdot t$ ），即紫外线的照射剂量则取决于紫外线的强度大小以及照射时间的长短，高强度短时间与低强度长时间之照射其效果是相同的。

但又有些科学研究表明，紫外线杀菌效果与照射时间不成正比。据军事医学科学院微生物流行病学研究所研究发现，杀菌40min 空气中细菌数平均降低约80%，继续延长杀菌时间至120min，空气中细菌数的下降不明显，此现象的发生乃因为室内人员的呼吸、交谈、走动等随时在产生新的微生物气溶胶，经一定时间后，空气中微生物的产生和消亡即会达到一个动态的平衡。有人对紫外线杀菌的有关研究发现，紫外线杀菌30min 与杀菌60min 空气中的细菌数差异无统计学意义。

也就是说，紫外线杀菌灯的使用长短还需进一步探究，且依照不同的情况会有不一样的定夺。

还有，紫外线的只能沿直线传播，穿透能力弱，任何纸片、铅玻璃、塑料都会大幅降低照射强度。因此消毒时尽量应使消毒部位充分暴露于紫外线下，定期擦拭灯管，以免影响紫外线穿透率及照射强度。

#### 4.1.3. 前景展望

在科技的普及下，我们预计，运用新型手段进行手机消毒的人群会逐渐增加。并且，有科学研究表明，紫外线杀菌效果可达99%及以上，这为人们的生活提供了很大的便利。

## 5. 结论

现代智能手机表面的洁净程度大约为  $60\text{cfu}/\text{cm}^2$ ，主要有表皮葡萄球菌，溶血葡萄球菌以及

麦氏棒状杆菌等表皮寄宿条件致病菌组成。对于手机的清洁，我们建议使用湿纸巾蘸水对手机表面进行擦拭，频率为至少每周两次。

## 6. 参考文献

- [1] 杨茜,《紫外线杀菌灯的技术及应用》,灯与照明:第30卷2期,49~53,2005.6
- [2] 王辉,《临床微生物学检验》,人民卫生出版社:P105,2015.
- [3] 蒋春燕,《实时荧光定量PCR技术》,动物医学进展26(2):97-101.
- [4] 赵小平,《不同清洁消毒方法对洁净手术室物体表面除菌效果比较研究》,护理研究:第22卷第6期,1569,2008.6.