

# 【2021 全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

## 高中（職）組成果報告表單

**題目名稱：黃金跳水記**

### 一、摘要：

排便時濺水的問題一直困擾着人們的日常生活，不但使人難受，更是一大衛生問題，所以我們研究在排便時，能夠為衛生防線加強防護的方法。網路上流傳五花八門的方法，例如控制排便的角度、糞便的大小形狀等，但是這些對於人為調節來說有着一定的難度，於是我們從馬桶水位高低和有否鋪設紙巾的情況與一般排便的情境進行對照，以探究一般情況與實驗情況水花濺起高度的差別。為提高實驗的重要性，我們更在廁所的各個位置收集樣本以比較含菌量。研究主要發現沖廁過後的廁所水含菌量最少，而低水位的馬桶能有效減少水花，想要令效果更顯著可以鋪放紙巾在水面。

### 二、探究題目與動機

廁所的衛生情況一直都是大家非常重視的一個因素，特別是排便時如果稍有不慎，就會遭到水花的噴濺，可以想像得到當時的情境是那麼不適和嘔心。不光是令到如廁時的體驗不佳，更是為成千上萬的細菌提供了入侵人體的機會，所以我們應該以有效的方法來防止水花飛濺，為自己增添一層保障。在沒有辦法控制糞便的大小形狀、排便角度、力度等的情況下，我們將嘗試就不同水位的馬桶進行實驗，觀察水花的高低以了解濺水的情況，以及論證鋪有紙巾能防止水花的傳聞。

### 三、探究目的與假設

- 一、探討廁所不同位置的含菌量
- 二、觀察馬桶水位高低對水花飛濺的影響
- 三、放置紙巾於水面上方後，觀察對水花飛濺的影響

### 四、探究方法與驗證步驟

#### 實驗思路：

在正式實驗前，我們對於這個未接觸的領域感到迷茫，不知該從何入手。同時，我們遇到一個問題，排遺時水花濺起的這個問題是否真的十分普遍？還是只是我們自己才有的感受？於是，我們訪問了身邊的同學、朋友以及老師，詢問他們會否有這樣的困擾。而訪問後亦得出我們預想的結果，就是這個問題的確實困擾著不少人。因此，我們決定在實驗前上網尋找與排遺相關的資料，例如排遺姿勢等。在搜索資料後，一般情況的實驗設置已基本成形，但新的問題接踵而來。究竟要如何最大化地模擬人類排出的糞便？

為此，我們再次上網尋找資料，最後決定使用重量以及形狀皆與糞便相若的香蕉作模擬糞便。除此之外，我們亦使用 3D 打印的技術打印出特製的滑道。最後，在經過組內的討論後，一致決定設計四種實驗組，分別是：一般情況對照組，高水位實驗組，低水位實驗

組以及放置紙巾實驗組。

### **實驗準備：**

模擬糞便；模擬馬桶；滑道；高速攝影機；直尺；鐵架台；水桶；培養基；量筒；瓶；培養皿；棉棒；筆

### **實驗方法：**

#### 第一部分 濺水實驗

在這一系類實驗中，所用的模擬廁所是以澳門的娛樂場、政府部門及家居廁所為標準，水平面至廁所坐墊的距離為 16.5 厘米。而實驗中的模擬糞便則採用香蕉製成，重量為 250 克，約為正常成年人每次糞便的重量。模擬糞便的形狀則定為最常見的狀態，固體長條狀。實驗中，我們使用夾子固定滑道於坐墊上方，糞便入水的角度將固定為 45 度，以模擬正常排泄姿勢（腰向前傾 45 度，小腿與大腿成 90 度）的排泄物角度。然後，將模擬糞便於滑道指定高度滑下。測量飛濺出來的水花，並以高速攝影拍攝水花彈出的距離，所有於水平面垂直距離以上的水花都納入作計算。而在正式實驗前，我們會先進行幾次測試，以確保實驗設置在實驗期間不會有任何移動或變形。實驗將重複十次，結果取平均值，以確保實驗數據並非隨機生成。

整個實驗分為三部分：標準馬桶水位的糞便濺水實驗、坐廁水位高/低對水花的影響和於水面上放紙巾對水花的影響。



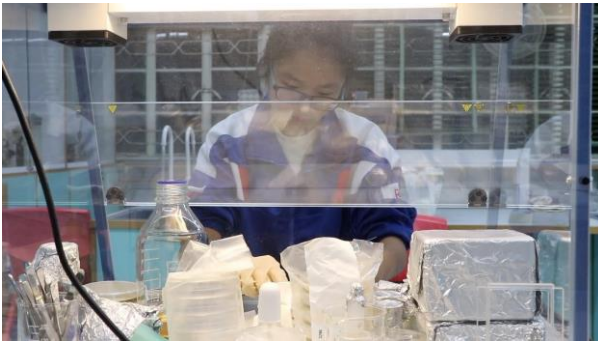
圖一、實驗裝置近景

圖二、實驗設置全景

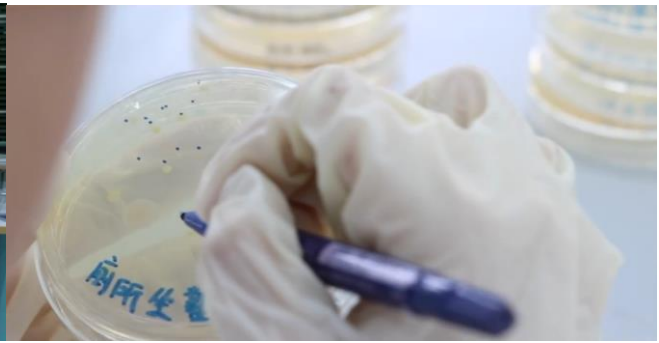
#### 第二部分 培菌實驗

先用 500 毫升水配 15 克 LB 培養基，混合均勻後將培養液放入高溫高壓滅菌釜內滅菌。當滅菌完畢，於無菌操作箱內將培養液倒入培養皿裡，然後將其放入冰箱冷藏。冷藏後，將培養皿倒放入培養箱。接著，在培養皿上寫上樣本名稱，分別為：廁所水（沖水前）、廁所水（沖水後）、廁所坐墊、廁所內壁、廁所外壁、沖水按鈕、廁所空氣以及對照實驗。除廁所空氣外，其他樣本均有兩個樣本，共 15 個樣本。抽取樣本後，放入培養箱培養

一至兩天。



圖三、無菌操作實驗情景



圖四、數菌落過程示意

### 實驗分析：

#### 【實驗一 糞便濺水實驗】

1. 糞便濺水实验						
实验结果(单位:厘米)						
	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均值
水花高度	10.8	* 30	1.5	* 30	16.7	23.9
	第六次	第七次	第八次	第九次	第十次	
	* 30	* 30	* 30	* 30	* 30	

\*号为弹出画面，统一以30厘米代替  
^号为无弹出厕所，统一以0厘米代替

表一、一般對照組實驗數據

透過這次的實驗，我們發現一般家居廁所在正常排泄姿勢下，所產生的水花平均達至23.9厘米高。

#### 【實驗二 坐廁水位高對水花的影響】

2. 坐厕水位高对水花的影响						
实验结果(单位:厘米)						
	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均值
水花高度	* 30	^	* 30	* 30	* 30	23.47
	第六次	第七次	第八次	第九次	第十次	
	10.9	13.8	* 30	* 30	* 30	

\*号为弹出画面，统一以30厘米代替  
^号为无弹出厕所，统一以0厘米代替

表二、高水位實驗數據

改變坐廁水位，實驗步驟與設施維持原狀，將水平面與坐墊距離更改為正常距離的三分之二，我們發現坐廁水位高，所產生的水花平均達至 23.47 厘米高。

【實驗三 坐廁水位低對水花的影響】

	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均值
水花高度	4.2	20.3	* 30	* 30	25.1	20.8
	第六次	第七次	第八次	第九次	第十次	
	17.3	13.7	7.4	* 30	* 30	

表三、低水位實驗數據

接着，將水平面與坐墊距離更改為為正常距離的 1.2倍，我們發現坐廁水位低時，所產生的水花平均達至 20.8 厘米高。由此可見，低水位能有效地減少水花濺出。

【實驗四 於水面上放紙巾對水花的影響】

	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均值
水花高度	5.5	^	^	3.1	^	3.06
	第六次	第七次	第八次	第九次	第十次	
	^	^	^	22	^	

表四、加放紙巾濺水實驗數據

最後，於水面上放紙巾，實驗步驟與設施同上，而實驗中所使用的紙巾為一般面紙。正式實驗前，我們測試了水平面上鋪一張紙巾的效果，然而結果並無太大改變。因此，在實驗中我們在水平面鋪上了兩張紙巾。透過實驗，我們發現於水面上平放兩張紙巾，所產生的水花平均達至 3.06 厘米高。可見，紙巾能有效地減少水花。

## 【培菌實驗】

培養皿細菌數量								
12月21日	廁所水 (沖水前)	廁所水 (沖水後)	廁所坐墊	廁所內壁	廁所外壁	沖水按鈕	廁所空氣	對照實驗
樣本1	104	34	7	31	5	5	0	0
樣本2	127	20	14	22	11	7		0

12月22日	廁所水 (沖水前)	廁所水 (沖水後)	廁所坐墊	廁所內壁	廁所外壁	沖水按鈕	廁所空氣	對照實驗
樣本1	317	185	7	33	6	5	1	0
樣本2	273	94	25	23	19	9		0

表五、廁所不同位置的含菌量

以上為培養一天及兩天后的細菌數量對照，由此可見沖水前的廁所水細菌量眾多，緊隨其後的是沖水後的廁所水。

### 實驗結果：

相對來說，水位較低的馬桶可以輕微減少水花飛濺。另一方面，鋪設紙巾在廁所水平面上增加了水的表面張力，亦緩衝了糞便落下時的衝擊力，所以能夠有效地攔截濺射的效果。

同時，在濺水實驗中，水花濺起超出 30 釐米的部分均以 30 釐米計算。而正常水位及高水位均有 7 次濺水是高於 30 釐米，而低水位只有 4 次濺水高於 30 釐米。

總括來說，一般情況下水花濺起高度平均值為 23.9 釐米，而高水位其水花濺起高度平均值為 23.47 釐米，差異不大。但低水位明顯可減少水花濺起的高度，最有效減少水花濺起高度的是於水面上放置紙巾。

此外，在培菌實驗中一天及兩天后的細菌數量對照，我們發現沖水前的廁所水細菌量眾多，細菌量第二多的是沖水後的廁所水。

## 五、結論與生活應用

實驗結果可以應用於日常生活中，在廁所設計上加以改善便可以從小事中改善生活品質。例如將日常中的廁所改成真空廁所的設計等。鑑於培菌實驗中，沖水後的廁所水的細菌量亦很多，所以亦可以考慮定期使用清潔球等的物品以達致除菌的目的，以減少生活上的不便以及與細菌接觸的風險。

## 參考資料

維基百科：表面張力。檢自 <https://zh.wikipedia.org/wiki/表面张力>

百度百科：表面張力。檢自 <https://baike.baidu.com/item/表面张力>