

中華民國第 61 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國中組 生活與應用科學(二)科

032921

「義乳」擋彈 — 討論矽膠義乳製作防彈頭盔之
可能性

學校名稱：連江縣立敬恆國民中學

作者： 國二 黎柏閔 國二 王宏維	指導老師： 林冠州 王慶弘
---------------------------------	-----------------------------

關鍵詞：非牛頓流體力學、矽膠

摘要

網路新聞啟發了利用矽膠製作抗彈防具。購買網路的矽膠進行實驗，過程中受限於馬祖對於 BB 槍的槍支限制，改採漆彈進行實驗。矽膠成型實驗發現：配方中 B 劑(硬化劑)比例越高，則成形的效果越好，但成形效果好不代表抗彈能力佳。乾燥實驗觀察配方 1(1A:9B) 最乾，依序 2~5，配方 6、7 完全無法成形。彈性實驗觀察配方 1(1A:9B) 最乾，依序 2~5，配方 6、7 完全無法成形。在射擊實驗中配方 2 和配方 4 較穩定，在中短距離有較好的抗子彈效果。且配方 4 能有效擋住子彈並不彈開。具有吸收能量的能力，更加的保護我們的身體！配方 8 在短距離的防彈效果極為優秀，之後實驗考慮以矽膠與米水混和實驗，也許可以獲得更佳的效果！

壹、研究動機

在一次偶然的機會看到新聞播報國外女子胸口中彈卻「矽膠讓子彈轉彎」。看到有假奶防彈的新聞，子彈偏離心臟，就醫後沒有大礙。「矽膠植入物改變子彈的軌跡」，外科醫師麥伊凡努認為，子彈射進她的皮膚後，矽膠植入物讓子彈偏離原本軌道，使得子彈轉移至右側乳房，儘管右側肋骨斷裂，但也避免心臟被射穿的危機，「人體左側有心臟和肺，如果子彈直接射進胸部，她的傷勢會嚴重許多，甚至可能危害到性命。」於是查了有關假奶的原料，發現與矽膠有關，想要研究是否可以利用矽膠防彈，製作出防彈頭盔。

2018 年加拿大一名 30 歲女子胸部中彈，當時她胸部植入矽膠乳房，導致子彈進入胸部後「轉彎」，因此重要器官未遭受損害，成功撿回一命，極罕見的情況，讓這起案例登上 SAGE 醫學國際期刊(SAGE medical journal)。[1]



圖 1

貳、研究目的

目的為研究出可以有效防彈且可以減輕重量的防彈頭盔，降低中彈死亡的危險性，以及嘗試各種不同比例跟類型的矽膠，找出最合適放在頭盔上的矽膠。另外本組也利用玉米粉加上水，比例約是 5 份玉米粉配上 3 份水混合而成。並利用兩種不同的非牛頓流體比較防彈性能。



圖 2



圖 3

參、研究設備及器材

矽膠 A、凝固膠 B、密實袋、攪拌棒、吹風機、除濕機、漆彈槍、漆彈、手機、玉米粉。



圖 4 矽膠 A 劑

用途：矽膠主要材料，與 B 劑混和形成矽膠。



圖 5 凝固膠 B 劑

用途：用於凝固矽膠與 A 劑混和形成矽膠。



圖 6 燒杯

用途：固定成型，作為矽膠能夠完美成型的器皿。



圖 7 密實袋

用途：固定成型，使矽膠能夠塑型不黏在成型器皿中。



圖 8 漆彈槍

用途：使用安全的漆彈槍用於射擊矽膠。



圖 9 漆彈

用途：用較大顆且顏色明顯易於觀察，裝填於漆彈槍。

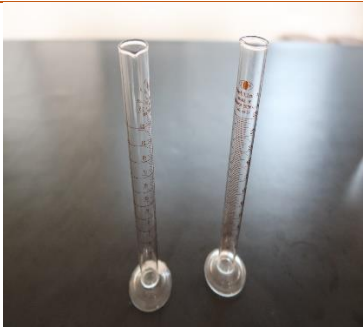


圖 10 量筒

用途：量矽膠和凝固膠，用不同的比例做調整。



圖 11 攪拌棒

用途：攪拌矽膠和凝固膠，使兩者混合。

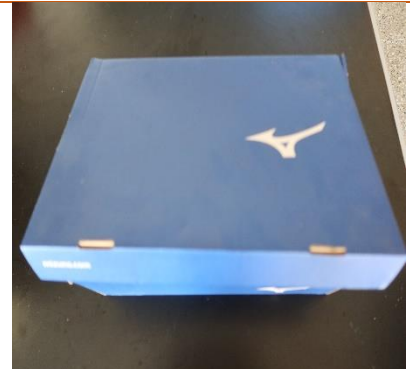


圖 12 鞋盒

用途：固定矽膠用，使矽膠不會被射擊後飛出去。

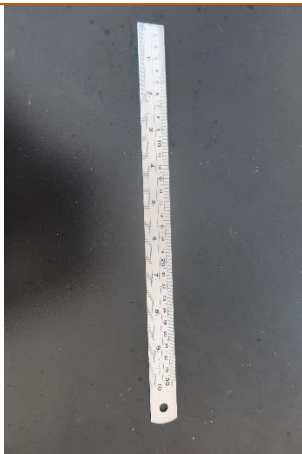


圖 13 鐵尺

用途：測量矽膠被漆彈槍射擊後的凹陷程度。

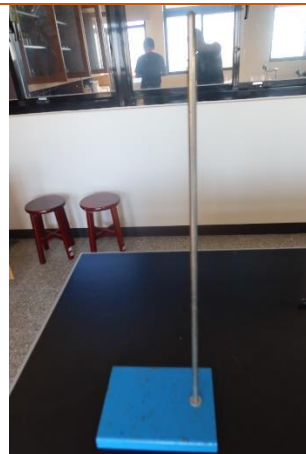


圖 14 滴定台

用途：作為射擊時固定矽膠的裝置之一。



圖 15 滴定管架

用途：作為射擊時固定矽膠的裝置之一。



圖 16 矽膠

用途：主要實驗物品，測試其衝擊後非牛頓流體性質。



圖 17 組裝射擊台

用途：作為射擊時固定矽膠的裝置之一。



圖 18 組裝射擊台

用途：作為射擊時固定矽膠的裝置之一。

肆、研究過程或方法

一、文獻探討

(一) 牛頓流體

黏度與剪切速率無關的流體（即遵守牛頓黏性定律的流體）稱為牛頓流體。一種流體的行為符合牛頓定律，黏度 μ 與受應力無關稱為牛頓流體。事實上這個世界上基本上不存在理想流體。因為所有的流體在特定溫度底下都會有三態之間的變化、或其他溫度壓力影響導致變化。最趨近於牛頓理想中的流體是純水。

(二) 黏度（英語：Viscosity）

是黏性的程度。例如在室溫（25°C）及常壓（1 巴）下，空氣的黏度為 $18.5 \mu \text{Pa}\cdot\text{s}$ ，大約比在相同溫度下的水黏度小 50 倍。最普通的液體黏度大致在 $1\sim 1000\text{mPa}\cdot\text{s}$ ，氣體的黏度大致在 $1\sim 10 \mu \text{Pa}\cdot\text{s}$ 。黏度較高的物質，比較不容易流動；而黏度較低的物質，比較容易流動。黏滯力是流體受到剪應力變形或拉伸應力時所產生的阻力。在日常生活方面，黏滯像是「黏稠度」或「流體內的摩擦力」。因此，水是「稀薄」的，具有較低的黏滯力，而矽膠是「濃稠」的，具有較高的黏滯力。

(三) 黏度與溫度的關係

從日常經驗中，我們可以知道，粘度隨著溫度的變化而變化。如，蜂蜜和糖漿在加熱時更容易流動；在冬季天氣變冷時，發動機潤滑油和液壓液明顯粘結變厚，嚴重影響汽車及其他機械的性能。一般來說，一種簡單液體的粘度隨溫度的升高而下降（反之亦然），隨著溫度的升高，液體中分子中運動的平均速度增大，與臨近分子的接觸時間變短。

(四) 液體黏度與壓力的關係

液體粘度隨壓力的增加而增大，但遠不如氣體的粘度與壓力的關係之密切。因此在自然界中並沒有永遠「遵守」牛頓理想流體的物質，大多是在特定的溫度與壓力會遵守，只是差別在遵守的範圍大小，或是人類好不好利用這個區間而已。

(五) 非牛頓流體

相對於遵守牛頓理想中的流體。只要不遵守牛頓理想流體即為非牛頓流體。事實上這個世界上基本上不存在理想流體。因為所有的流體在特定溫度底下都會有三態之間的變化。最趨近於牛頓理想中的流體是純水。非牛頓也不是只有一種。根據不同的性質分類有可以細分為剪切增稠流體（脹流性）、剪切稀化流體（假塑性）、賓漢流體...等。最常被拿來作為防彈材料是剪切增稠流體（脹流性）。因為剪變厚性流體（脹流性）具有剪切速率或者剪應力增加到某一個數值時，液體中形成了新的結構，引起了阻力的增加，導致液體的表觀粘度增大。本組利用此特性來設計本實驗。

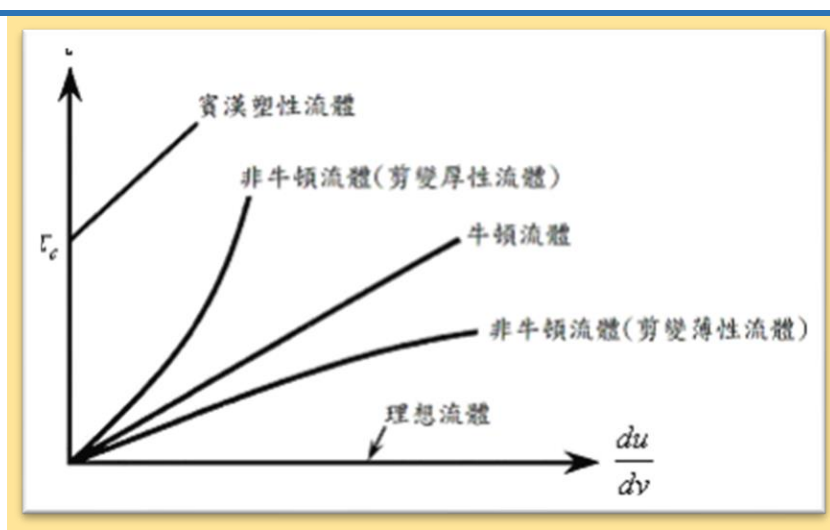


圖 19

X 軸：應變力 Y 軸：型變率

常見的賓漢流體是牙膏，需要有一定的壓力作用在牙膏上，才擠得出牙膏。

常見的脹流性流體(剪變厚性)有陶瓷泥漿，糖果配料，玉米澱粉以及沙水混合物。

常見的剪切稀化流體有熔岩、番茄醬、生奶油、血液、顏料。

其中一種比較廣為人知及易於家中試製的非牛頓流體為玉米澱粉加水的製成品，比例約是 5 份玉米粉配上 3 份水混合而成。

太白粉溶液和一般水溶液的差別是：太白粉溶液是一種「非牛頓流體」，而一般水溶液是「牛頓流體」。因此當用力搥打非牛頓流體時，接觸面因為壓力大而黏度增加，拳頭就無法進入流體內部，也就不會沾上太白粉了。

本次利用玉米澱粉加水的製成品，比例約是 5 份玉米粉配上 3 份水混合而成。作為這次實驗的對照組來判定有無防彈效果。(因為許多實驗已經證明玉米粉加水具有防彈的效果且市售許說產品均有加入)

(六) 矽膠

矽膠是一種粒狀多孔的二氧化矽水合物，由矽酸鈉加酸後洗滌乾燥製得，主要用作乾燥劑以及管柱層析和薄層層析中的吸附劑。

外表呈透明或乳白色，其柔韌似橡膠，可製成透明成品，也可加入色料調製各種不同顏色的產品，矽膠依製成的成品不同，有不同比例及不同的硬化時間，經一定比例調和後，方可使用，可加熱使其化學反應加速。

雖名稱為「膠」，它實際上是一種固體，外表呈透明或乳白色。

我們推測矽膠應該介於牛頓流體與脹流性流體(剪變厚性)之間。也正好是我們需要的特性！因為如果完全符合脹流性流體(剪變厚性)沒有辦法將中彈的力量分散，也會造成人體的傷害。

矽膠製品廠家生產加工原因是由原材剪切、兩百多度高溫成型、成型硫化主要添加成為硫化劑，硫化成型原理是硫化劑中的元素硫與硫化合物經過加熱，加壓冷卻，在高溫環境中高壓分離循環長時間固定而成型達到矽橡膠製品固化效果，而硫化元素主要用來為醃類化合物以及樹脂和金屬氧化物和胺類化合物，材質經過處理對環保安全沒有任何影響！

二、實驗假設

(一) 台灣進 BB 彈槍需要填寫槍砲彈藥管制條例申請，所以我們改用漆彈做射擊矽膠實驗。

(二) 1 J 等於在一物體上施加 1 N 的力，使其移動 1 m 的距離，相當於舉起 102 g 的物體。一顆漆彈的重量為 0.0032kg，初速為每秒 91.44 m，計算出

$$\text{動能 } E=0.0032*91.44*91.44/2=13.38 \text{ J}，$$

半徑為 0.864 公分的

$$\text{截面積 } 0.864*0.864*3.14=2.34 \text{ cm}^2，$$

故漆彈的

$$\text{動能/截面積}=13.38/2.34=5.71 \text{ J/cm}^2，$$

低於法定的殺傷力 20 J/cm²，所以漆彈是不具殺傷力的槍彈。

(三) 本實驗因為利用距離的變化來測出不同能量對於待測物的形體變化。

(四) 本實驗採用手機進行攝影紀錄待測物前後的形體變化，故我們先行假設物體受力後的形變僅有單一方向(與受力方向平行的狀況)。

三、研究過程

(一) 防彈材料製作流程

1. 本實驗固定總體積為 100 毫升，並採用不同比例配方去完成製作。
2. 首先利用量筒測量測量不同比例的 A、B 以及其他材料的體積。
3. 將成分材料混合丟入裝袋的燒杯，並進行攪拌 5 分鐘、等待一天凝固。
(攪拌兩分鐘的原因是為了充分混合，本實驗的溶液都類似凝膠狀，因此更需要充分的混和溶液)

	A 矽膠劑 (ml)	B 硬化劑 (ml)
配方 1(1A:9B)	10	90
配方 2(2A:8B)	20	80
配方 3(3A:7B)	30	70
配方 4(4A:6B)	40	60
配方 5(5A:5B)	50	50
配方 6(6A:4B)	60	40
配方 7(7A:3B)	70	30
配方 8 玉米粉+水(5:3)	62.5	37.5



圖 20

圖 20 為矽膠依不同比例去製作、成型。

1. 最初實驗 A 劑與 B 劑沒有攪拌就混合，等了一天還是大部分沒有凝固，再用除濕機蓋上大黑色塑膠袋等一天，還是沒辦法完全除去殘留液體，所以實驗就失敗。
2. 本組上網尋找其他人的製作方法，發現凝膠狀的液體，反而更需要攪拌才能充分的混和，因此重新設計本實驗，終於成功使矽膠凝固。
3. 玉米粉加水的實驗，由於水會很容易蒸發，因此本實驗室射擊當天才進行配置！

(二) 射擊現場架設

1. 圖 21 為本實驗現場之架設圖，由於場地過大。無法確實入鏡。故因而使用繪製的示意圖。
2. 本實驗為求精準距離的射擊因而利用皮尺與電工膠帶進行距離的固定。確保每一次的實驗都是準確而標準的。(圖 22~圖 24)
3. 由圖 23 可以經由高速錄影測得待測物形變前後長度的差異變化圖。
4. 本組使用同一把漆彈槍且每三發子彈進行一次瓦斯填氣，確保實驗精確度。
5. 本組利用不同距離 2.5、3.5、4.5、5.5、6.5、7.5、8.5、9.5 m 來測量不同力道對於防彈效果的影響。



圖 21 射擊現場示意圖



圖 22 待測物 布置圖正面



圖 23 待測物 布置圖側面



圖 24 架設現場固定儀器方法

補充說明

1. 雖然架設器材有經過校準 但是發射漆彈的時候仍然會受到後座力作用而上揚。
2. 架設錄影裝置的時候 我們發現漆彈容易噴到裝置因此我們利用保鮮膜包覆裝置 得以改善此困擾。
3. 我們透過"慢動作"模式錄影之後再進行減速播放 去測量矽膠被漆彈集中前後之變化。

伍、研究結果

一、防彈材料製作流程

製造不同配方之間的問題

- (一) 準備將 A(矽膠)和 B(硬化劑)倒入量筒測量時，因液流速慢導致會有不小心超過準備量的問題，所以我們在測量快要達到指定量時，會先稍等液體流完，再繼續加入一點點，重複此動作到液體達到指定量即可。
- (二) 配置矽膠時，本組推測配方 4 到配方 6 會成功，因為 50:50 的顏色較混濁，60:40 和 40:60 比較透明一點也不混濁。
- (三) 後來發現若 B 硬化劑含量越多則矽膠越容易成形，但是否成形度越高效果越好則有待觀察。

本組觀測不同配方硬化的過程。

	A 矽膠劑 (ml)	B 硬化劑 (ml)	等待 1 天後 乾燥度	等待一天後 彈性
配方 1(1A:9B)	10	90	第一名	第一名
配方 2(2A:8B)	20	80	第二名	第二名
配方 3(3A:7B)	30	70	第三名	第三名
配方 4(4A:6B)	40	60	第四名	第四名
配方 5(5A:5B)	50	50	第五名	第五名
配方 6(6A:4B)	60	40	不成形	不成形
配方 7(7A:3B)	70	30	不成形	不成形
配方 8 玉米粉+水(5:3)	62.5	37.5	無法比較	無法比較

乾燥度測量：

利用一張衛生紙放上去等待兩分鐘觀察潮濕的程度發現：

配方 1(1A:9B) 最乾，依序 2~5，配方 6、7 完全無法成形。

彈性測量：

利用 10 元硬幣自 50 公分高度丟下，反覆測量，平均發現：

配方 1(1A:9B) 最乾，依序 2~5，配方 6、7 完全無法成形。

二、射擊實驗結果

- (一) 利用不同配方放置至待測區進行射擊。
- (二) 用同一把漆彈槍且每三發子彈進行一次瓦斯填氣，確保實驗精確度。
- (三) 用不同距離 2.5、3.5、4.5、5.5、6.5、7.5、8.5、9.5 m 測量防彈效果的影響。

下表為距離 2.5 公尺時不同配方之防彈能力數據(長度單為為公分；形變率沒有單位)

由上表可以知道配方 1~5 中，**配方 2** 效果最為優秀。

(cm)	配方 1	配方 2	配方 3	配方 4	配方 5	配方 6	配方 7	配方 8
2.5 m 射擊前	4.00	6.00	5.00	6.00	7.00	無法測量	無法測量	4.00
2.5 m 射擊後	3.50	5.80	4.70	5.00	5.00	無法測量	無法測量	3.92
形變量	0.50	0.20	0.30	1.00	2.00	無法測量	無法測量	0.08
形變率	0.13	0.03	0.06	0.17	0.29	無法測量	無法測量	0.02

下表為距離 3.5 公尺時不同配方之防彈能力數據(長度單為為公分；形變率沒有單位)

(cm)	配方 1	配方 2	配方 3	配方 4	配方 5	配方 6	配方 7	配方 8
3.5 m 射擊前	4.00	6.00	5.00	6.00	7.00	無法測量	無法測量	4.00
4.5 m 射擊後	3.98	4.00	4.00	3.50	6.50	無法測量	無法測量	3.88
形變量	0.02	2.00	1.00	2.50	0.50	無法測量	無法測量	0.12
形變率	0.01	0.33	0.20	0.42	0.07	無法測量	無法測量	0.03

由上表可以知道配方 1~5 中，**配方 1** 效果最為優秀。

下表為距離 4.5 公尺時不同配方之防彈能力數據(長度單為為公分；形變率沒有單位)

(cm)	配方 1	配方 2	配方 3	配方 4	配方 5	配方 6	配方 7	配方 8
4.5 m 射擊前	4.00	6.00	5.00	6.00	7.00	無法測量	無法測量	4.00
4.5 m 射擊後	3.00	5.50	3.00	5.00	5.50	無法測量	無法測量	3.80
形變量	1.00	0.50	2.00	1.00	1.50	無法測量	無法測量	0.20
形變率	0.25	0.08	0.40	0.17	0.21	無法測量	無法測量	0.05

由上表可以知道配方 1~5 中，**配方 4** 效果最為優秀。

下表為距離 5.5 公尺時不同配方之防彈能力數據(長度單為公分；形變率沒有單位)

(cm)	配方 1	配方 2	配方 3	配方 4	配方 5	配方 6	配方 7	配方 8
5.5 m 射擊前	4.00	6.00	5.00	6.00	7.00	無法測量	無法測量	4.00
5.5 m 射擊後	3.00	4.00	4.70	4.00	5.50	無法測量	無法測量	3.68
形變量	1.00	2.00	0.30	2.00	1.50	無法測量	無法測量	0.32
形變率	0.25	0.33	0.06	0.33	0.21	無法測量	無法測量	0.08

由上表可以知道配方 1~5 中，**配方 3** 效果最為優秀。

下表為距離 6.5 公尺時不同配方之防彈能力數據(長度單為公分；形變率沒有單位)

(cm)	配方 1	配方 2	配方 3	配方 4	配方 5	配方 6	配方 7	配方 8
6.5 m 射擊前	4.00	6.00	5.00	6.00	7.00	無法測量	無法測量	4.00
6.5 m 射擊後	3.82	5.00	4.80	5.40	6.70	無法測量	無法測量	3.60
形變量	0.08	1.00	0.20	0.60	0.30	無法測量	無法測量	0.40
形變率	0.02	0.17	0.04	0.10	0.04	無法測量	無法測量	0.10

由上表可以知道配方 1~5 中，**配方 4** 效果最為優秀。

下表為距離 7.5 公尺時不同配方之防彈能力數據(長度單為公分；形變率沒有單位)

(cm)	配方 1	配方 2	配方 3	配方 4	配方 5	配方 6	配方 7	配方 8
7.5 m 射擊前	4.00	6.00	5.00	6.00	7.00	無法測量	無法測量	4.00
7.5 m 射擊後	3.00	5.80	3.70	5.30	6.37	無法測量	無法測量	2.60
形變量	1.00	0.20	1.30	0.70	0.63	無法測量	無法測量	1.40
形變率	0.25	0.03	0.26	0.12	0.09	無法測量	無法測量	0.35

由上表可以知道配方 1~5 中，**配方 2** 效果最為優秀。

下表為距離 8.5 公尺時不同配方之防彈能力數據(長度單為公分；形變率沒有單位)

(cm)	配方 1	配方 2	配方 3	配方 4	配方 5	配方 6	配方 7	配方 8
9.5 m 射擊前	4.00	6.00	5.00	6.00	7.00	無法測量	無法測量	4.00
9.5 m 射擊後	3.50	5.70	4.60	5.70	6.37	無法測量	無法測量	3.92
形變量	0.50	0.30	0.40	0.30	0.63	無法測量	無法測量	0.08
形變率	0.13	0.05	0.08	0.05	0.09	無法測量	無法測量	0.35

由上表可以知道配方 1~5 中，**配方 1** 效果最為優秀。

下表為距離 9.5 公尺時不同配方之防彈能力數據(長度單為公分；形變率沒有單位)

	配方 1	配方 2	配方 3	配方 4	配方 5	配方 6	配方 7	配方 8
9.5 公尺 射擊前	4.00	6.00	5.00	6.00	7.00	無法測量	無法測量	4.00
9.5 公尺 射擊後	3.80	3.00	4.80	5.60	5.00	無法測量	無法測量	3.92
形變量	0.20	3.00	0.20	0.40	2.00	無法測量	無法測量	0.08
形變率	0.05	0.50	0.04	0.07	0.03	無法測量	無法測量	0.45

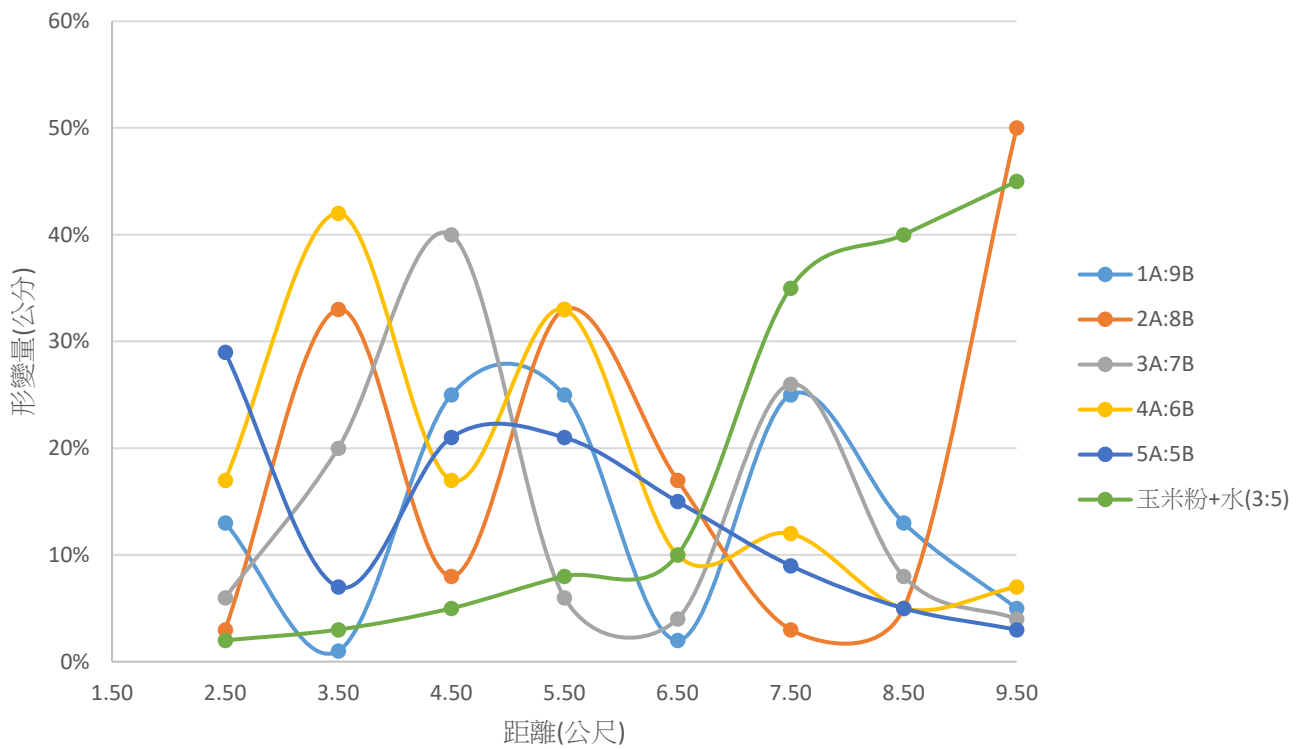
由上表可以知道配方 1~5 中，**配方 3 和配方 5** 效果最為優秀。

下表為不同配方在不同距離的的形變率

距離	配方 1	配方 2	配方 3	配方 4	配方 5	配方 8
2.50	13%	3%	6%	17%	29%	2%
3.50	1%	33%	20%	42%	7%	3%
4.50	25%	8%	40%	17%	21%	5%
5.50	25%	33%	6%	33%	21%	8%
6.50	2%	17%	4%	10%	15%	10%
7.50	25%	3%	26%	12%	9%	35%
8.50	13%	5%	8%	5%	5%	40%
9.50	5%	50%	4%	7%	3%	45%

上表數據中要觀察配方的優劣其實雜亂無章，因此本組利用折線圖來降數據具象化獲得更好的比較方式。

漆彈射擊距離與不同配方之形變量變化



由折線圖中可以得知

- 1.在短距離的時候，能量較大因此形變量越小代表越不容易遭受子彈穿破能力越高。此時**配方一(1A:9B)**與**配方五(5A:5B)**效果較差。**配方 2 和配方 4 較為穩定。**
- 2.其實大多數的配方在長距離的實驗當中都能夠有效的阻擋子彈不被穿透。所有的**配方的曲線都不是平滑順暢的曲線，間接證明流體的性質並非一成不變，而是在不同的狀況會有不同的改變，因此單一材料可能不是最好的解決問題方法。**

陸、討論

一、防彈材料配置流程中

- (一) 準備將 A(矽膠)和 B(硬化劑)倒入量筒測量時，因液流速慢導致會有不小心超過準備量的問題，所以我們在測量快要達到指定量時，會先稍等液體流完，再繼續加入一點點，重複此動作到液體達到指定量即可。
- (二) 配置矽膠時，本組推測配方 4 到配方 6 會成功，因為 50:50 的顏色較混濁，60:40 和 40:60 比較透明一點也不混濁。
- (三) 後來發現若 B 硬化劑含量越多則矽膠越容易成形，但是否成形度越高效果越好則有待觀察。

二、防彈材料製作完成後觀察

- (一) 配方 6 與配方 7 無法順利成行。推測是由於硬化劑比例過低。因此在後方的實驗都沒有去做防彈的檢測。
- (二) 乾燥度測量：利用一張衛生紙放上去，等待兩分鐘觀察潮濕的程度發現：

配方 1(1A:9B) 最乾，依序 2~5，配方 6、7 完全無法成形。

- (三) 彈性測量：利用 10 元硬幣自 50 公分高度丟下，反覆測量，平均發現：

配方 1(1A:9B) 最乾，依序 2~5，配方 6、7 完全無法成形。

三、射擊實驗結果討論

- (一) 2.5 公尺時不同配方之防彈能力數據：配方 2 效果最為優秀。(配方八不考慮狀況)
- (二) 3.5 公尺時不同配方之防彈能力數據：配方 1 效果最為優秀。(配方八不考慮狀況)
- (三) 4.5 公尺時不同配方之防彈能力數據：配方 4 效果最為優秀。(配方八不考慮狀況)
- (四) 5.5 公尺時不同配方之防彈能力數據：配方 3 效果最為優秀。(配方八不考慮狀況)
- (五) 6.5 公尺時不同配方之防彈能力數據：配方 4 效果最為優秀。(配方八不考慮狀況)
- (六) 7.5 公尺時不同配方之防彈能力數據：配方 2 效果最為優秀。(配方八不考慮狀況)
- (七) 8.5 公尺時不同配方之防彈能力數據：配方 1 效果最為優秀。(配方八不考慮狀況)
- (八) 9.5 公尺時不同配方之防彈能力數據：配方 3、5 效果最為優秀(配方八不考慮狀況)

綜合所有配方考量的話：配方 2 和配方 4 較為穩定能夠在中短距離有較好的抗子彈效果。且配方四能夠有較地擋住子彈並不彈開。代表他有吸收能量的能力。可以更加的保護我們的身體！

柒、結論

一、防彈材料配置流程中

在配方中只要 B 劑(硬化劑)比例越高，則成形的效果越好。但成形效果好不代表抗彈能力佳。

二、防彈材料製作完成後觀察

(一) 配方 6 與配方 7 無法順利成行。推測是由於硬化劑比例過低。因此在後方的實驗都沒有去做防彈的檢測。

(二) 乾燥度測量：利用一張衛生紙放上去，等待兩分鐘觀察潮濕的程度發現：

配方 1(1A:9B) 最乾，依序 2~5，配方 6、7 完全無法成形。

(三) 彈性測量：利用 10 元硬幣自 50 公分高度丟下，反覆測量，平均發現：

配方 1(1A:9B) 最乾，依序 2~5，配方 6、7 完全無法成形。

三、射擊實驗結果討論

(一) 2.5 公尺時不同配方之防彈能力數據：配方 2 效果最為優秀。(配方八不考慮狀況)

(二) 3.5 公尺時不同配方之防彈能力數據：配方 1 效果最為優秀。(配方八不考慮狀況)

(三) 4.5 公尺時不同配方之防彈能力數據：配方 4 效果最為優秀。(配方八不考慮狀況)

(四) 5.5 公尺時不同配方之防彈能力數據：配方 3 效果最為優秀。(配方八不考慮狀況)

(五) 6.5 公尺時不同配方之防彈能力數據：配方 4 效果最為優秀。(配方八不考慮狀況)

(六) 7.5 公尺時不同配方之防彈能力數據：配方 2 效果最為優秀。(配方八不考慮狀況)

(七) 8.5 公尺時不同配方之防彈能力數據：配方 1 效果最為優秀。(配方八不考慮狀況)

(八) 9.5 公尺時不同配方之防彈能力數據：配方 3、5 效果最為優秀(配方八不考慮狀況)

(九) 綜合所有配方考量的話：配方 2 和配方 4 較為穩定能夠在中短距離有較好的抗子彈效果。且配方四能夠有較地擋住子彈並不彈開。代表他有吸收能量的能力。可以更加的保護我們的身體！

(十)加入配方 8(玉米粉+水)配方比較的話可以發現，越短距離配方 8 的抗彈能力越好；代表能量越高配方 8 效能越高，矽膠無法企及。或許採用兩種配方混和也許是更好的方式！

捌、參考資料及其他

1.黃靜儀(2020)。假奶可以擋死！子彈轉彎奇蹟救命。中時新聞網。

<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20200422003246-260402?chdtv>

2.葉庭瑄、張憲紘、劉芷辰(2017)。兵來漿擋－非牛頓流體防衝撞力之研究。中華民國第 57 屆中小學科展。國立臺灣科學教育館，未出版。

<https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?a=6821&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=1&sid=13527>

【評語】 032921

本作品嘗試兩種不同的非牛頓流體比較防彈性能，探討各種不同比例跟類型的矽膠，也利用玉米粉加上水為實驗對照組，利用距離的變化來測出不同能量對於待測物的形體變化，以形變量作為依據，防彈效能預計找出可以有效防彈且可以減輕重量的防彈頭盔。從新聞得到科展的靈感，題材新穎有趣，與在地生活結合，實驗過程能思慮多種可能，並作出推論。建議：子彈打入物體會有“空腔效應”。因此建議研究的發想應該要歸類於抗衡擊力的探討，而非防彈頭盔的概念，因受限撞擊力實驗條件，可改變情境為工地安全帽等，或許較能設計適合的實驗。

作品簡報

中華民國第 61 屆中小學科學展覽會

「義乳」擋彈—討論矽膠義乳製作防彈頭盔之可能性

組別: 國中組

科別: 生活與應用科學(二)環保與民生

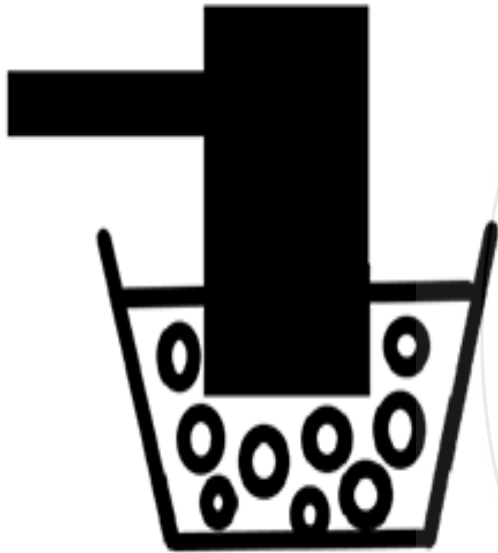
壹、研究動機

- 看到新聞播報國外女子胸口中彈卻「矽膠讓子彈轉彎」。
- 子彈偏離心臟，就醫後沒有大礙。
- 「矽膠植入物改變子彈的軌跡」，避免心臟被射穿的危機。



- 2018年加拿大一名30歲女子胸部中彈，當時她胸部植入矽膠乳房，導致子彈進入胸部後「轉彎」，因此重要器官未遭受損害，成功撿回一命，極罕見的情況，讓這起案例登上SAGE醫學國際期刊(SAGE medical journal)。[1]

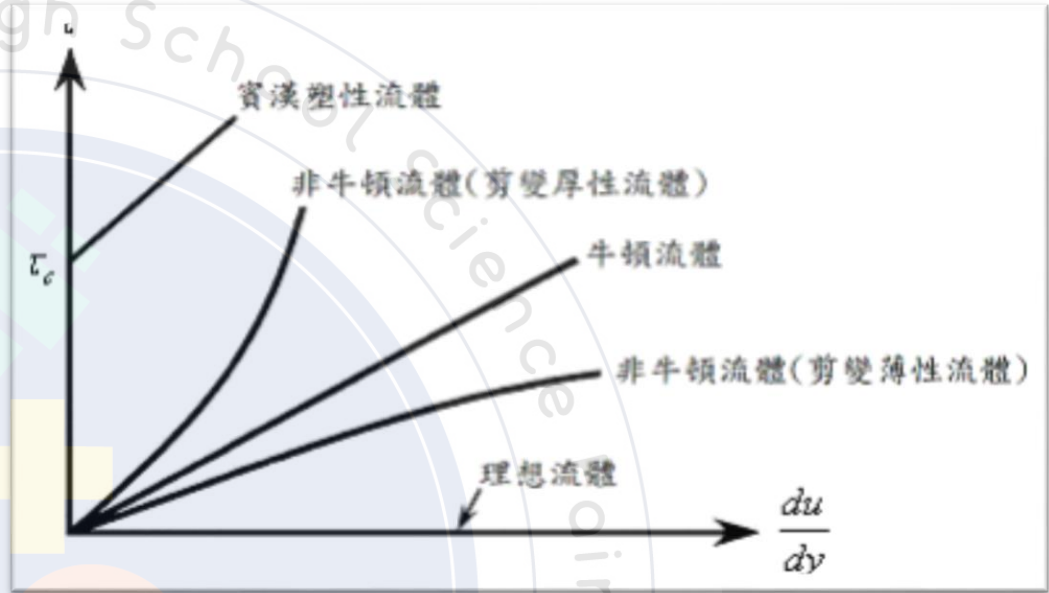
牛頓流體與非牛頓流體



牛頓流體



非牛頓流體



X軸：應變力 Y軸：型變率

常見的賓漢流體是牙膏，需要有一定的壓力作用在牙膏上，才擠得出牙膏。

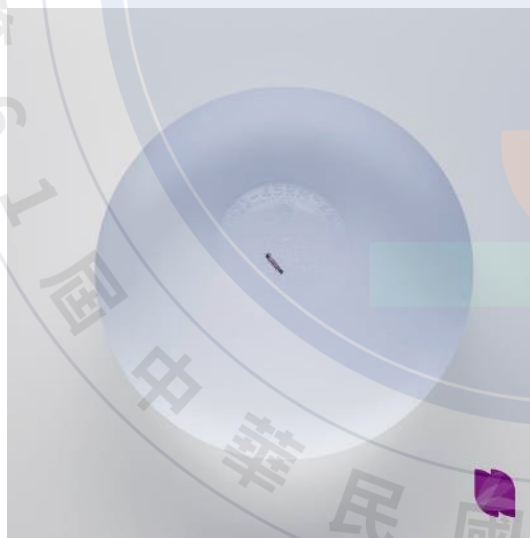
常見的脹流性流體(剪變厚性)有陶瓷泥漿，糖果配料，玉米澱粉以及沙水混合物。

常見的剪切稀化流體有熔岩、番茄醬、生奶油、血液、顏料。

貳、研究目的

- 找出可以有效防彈且可以減輕重量的防彈頭盔。
- 嘗試各種不同比例跟類型的矽膠，找出最合適放在頭盔上的矽膠。
- 用玉米粉加上水，比例約是5份玉米粉配上3份水混合而成。

作為對照組



三、研究過程

• (一) 防彈材料製作流程

1. 固定總體積為100 ml，並採用不同比例配方去完成製作。
2. 將成分材料混合丟入裝袋的燒杯，並進行攪拌5分鐘、等待一天凝固。

	A矽膠劑 (ml)	B硬化劑 (ml)
配方1(1A:9B)	10	90
配方2(2A:8B)	20	80
配方3(3A:7B)	30	70
配方4(4A:6B)	40	60
配方5(5A:5B)	50	50
配方6(6A:4B)	60	40
配方7(7A:3B)	70	30
配方8 玉米粉+水(5:3)	62.5	37.5

為本實驗現場之架設圖，由於場地過大。無法確實入鏡。
故因而使用繪製的示意圖。

本實驗為求精準距離的射擊因而利用皮尺與電工膠帶進行
距離的固定。

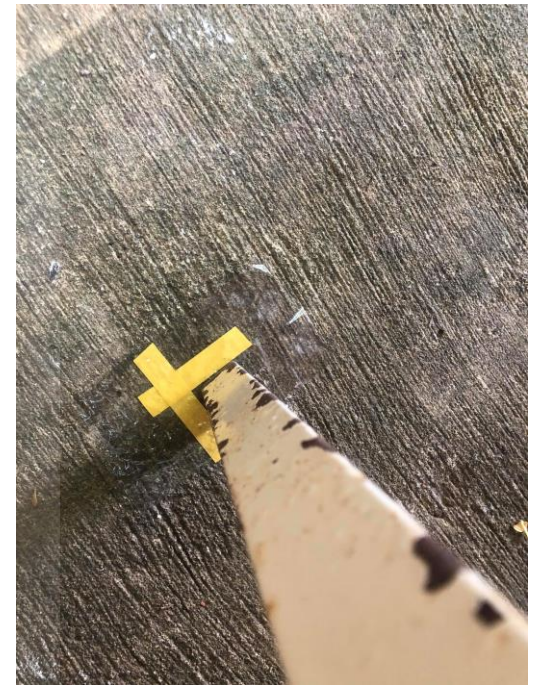
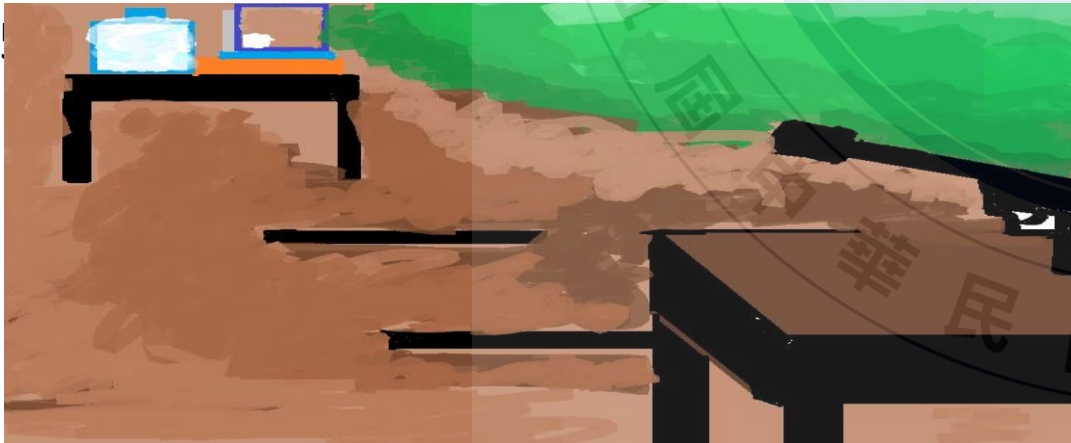
確保每一次的實驗都是準確而標準的。

可以經由高速錄影測得待測物形變前後長度的差異變化
圖。

本組使用同一把漆彈槍且每三發子彈進行一次瓦斯填氣，
確保實驗精確度。

本組利用不同距離2.5、3.5、4.5、5.5、6.5、7.5、8.5、

9.





第 19 屆 National Primary & High School Science Fair 中華民國中小學科學展覽會

二、射擊實驗結果

1. 用不同距離2.5、3.5、4.5、5.5、6.5、7.5、8.5、9.5 m 測量防彈效果的影響。

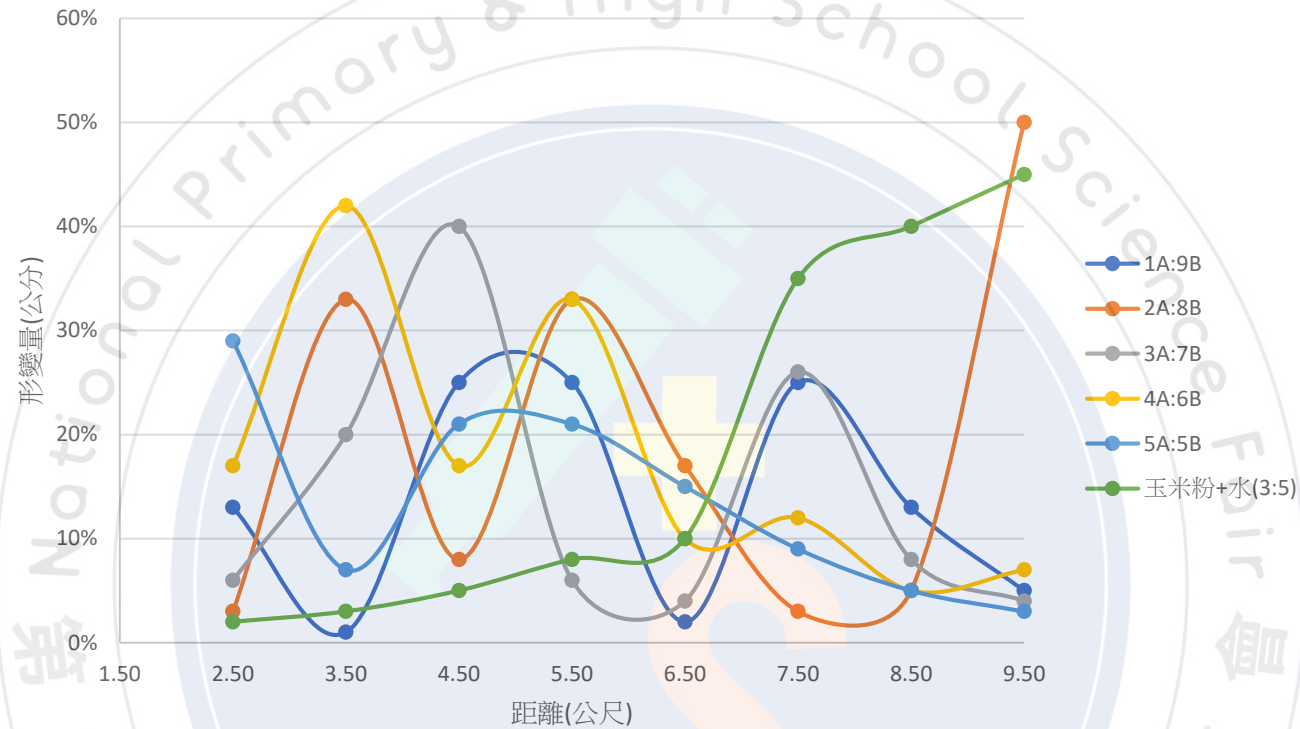
(cm)	配方1	配方2	配方3	配方4	配方5	配方6	配方7	配方8
2.5 m 射擊前	4.00	6.00	5.00	6.00	7.00	無法測量	無法測量	4.00
2.5 m 射擊後	3.50	5.80	4.70	5.00	5.00	無法測量	無法測量	3.92
形變量	0.50	0.20	0.30	1.00	2.00	無法測量	無法測量	0.08
形變率	0.13	0.03	0.06	0.17	0.29	無法測量	無法測量	0.02

左表為距離2.5公尺時不同配方之防彈能力數據，長度單為公分；形變率沒有單位。由上表可以知道配方1~5中，**配方2**效果最為優秀。

距離	配方1	配方2	配方3	配方4	配方5	配方8
2.50	13%	3%	6%	17%	29%	2%
3.50	1%	33%	20%	42%	7%	3%
4.50	25%	8%	40%	17%	21%	5%
5.50	25%	33%	6%	33%	21%	8%
6.50	2%	17%	4%	10%	15%	10%
7.50	25%	3%	26%	12%	9%	35%
8.50	13%	5%	8%	5%	5%	40%
9.50	5%	50%	4%	7%	3%	45%

下表為不同配方在不同距離的形變率。上表數據中要觀察配方的優劣其實雜亂無章，因此本組利用折線圖來將數據具象化獲得更好的比較方式。

漆彈射擊距離與不同配方之形變量變化



由折線圖中可以得知

1. 在短距離的時候，能量較大因此形變量越小代表越不容易遭受子彈穿破能力越高。此時**配方一(1A:9B)**與**配方五(5A:5B)**效果較差。配方2和配方4較為穩定。
2. 其實大多數的配方在長距離的實驗當中都能夠有效的阻擋子彈不被穿透。
3. 所有的**配方的曲線都不是平滑順暢的曲線**，間接證明流體的性質並非一成不變，而是在不同的狀況會有不同的改變，因此單一材料可能不是最好的解決問題方法。

陸、討論

準備將A(矽膠)和B(硬化劑)倒入量筒測量時，因液流速慢導致會有不小心超過準備量的問題，所以我們在測量快要達到指定量時，會先稍等液體流完，再繼續加入一點點，重複此動作到液體達到指定量即可。

配置矽膠時，本組推測配方4到配方6會成功，因為50:50的顏色較混濁，60:40和40:60比較透明一點也不混濁。

後來發現若B硬化劑含量越多則矽膠越容易成形，但是否成形度越高效果越好則有待觀察。

加入配方8(玉米粉+水)配方比較的話可以發現，越短距離配方8的抗彈能力越好；代表能量越高配方8效能越高，矽膠無法企及。或許採用兩種配方混和也許是更好的方式！

捌、參考資料及其他

1. 黃瀟儀(2020)。假奶可以擋死！子彈轉彎奇蹟救命。中時新聞網。
<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20200422003246-260402?chdtv>
2. 葉庭瑄、張憲紘、劉芷辰(2017)。兵來漿擋 - 非牛頓流體防衝撞力之研究。中華民國第57屆中小學科展。國立臺灣科學教育館，未出版。
3. <https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?a=6821&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=1&sid=13527>