

嘉義市第 38 屆中小學科學展覽會

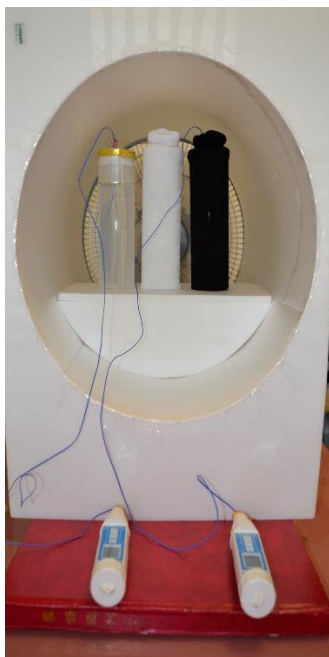
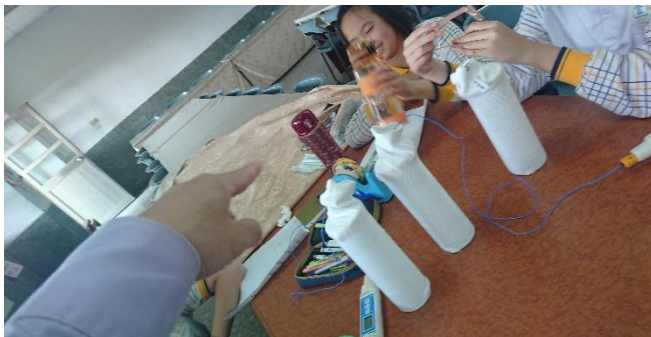
作品說明書

科 別：生活與應用科學科(2)(環保與民生)

組 別：國小組

作品名稱：天冷要穿襪-襪子保溫的探究

關 鍵 詞：襪子、保溫、保暖



編 號：

天冷要穿襪-襪子保溫的探究

摘要

當天氣冷時，要改善腳跟乾裂，避免足部水分流失，必須穿上襪子。睡覺時穿上襪子，可以讓雙腳暖和起來，同時促進氣血循環，使血管擴張，增加足部血液流量時，這時身體會通過皮膚釋放熱量，降低核心體溫，讓人更快入睡。

本實驗即是模擬穿襪子時，那些情況會影響保暖效果。因此團隊透過參訪襪子製造工廠，自行設計保溫設備、風洞實驗、透氣度實驗等檢測工具來探究。

本實驗上分成三部分：

- 一、襪子的特性：對襪子的材質、特殊性、顏色、厚薄、吸濕度、透氣度等探究。
- 二、襪子使用方式：對襪子的鬆緊、新舊、搭配方式、泡漂白水、泡柔軟精、穿著層數等探討。
- 三、外在環境的因素：對吹風、日照、髒度、流汗程度等加以研究。

壹、研究動機

今年冬天非常的冷，媽媽帶我到「生活館」想購買較保暖的襪子。當我在襪子專櫃前面對許多種類的襪子時，實在不知要挑哪一種才是較保暖的襪子。於是想到六年級上學期自然科「熱和我們的生活」單元中有提到，保溫較好的材料就是能讓溫度流失越少的材質。於是請自然老師協助指導我們，從生活上較常使用的襪子為材料，設計不同的實驗，了解襪子若因材質、使用方式或外在環境等因素，如何影響保溫的效果。

貳、研究目的

- 一、探究襪子顏色、厚薄、材質、吸濕度、透氣度等對襪子保溫的影響。
- 二、研究襪子使用時因鬆緊、新舊、搭配方式、泡漂白水、泡柔軟精、穿著層數等因素對襪子保溫的影響。
- 三、了解因外在環境中因吹風、日照、髒度及潮濕等因素造成襪子保溫的影響。

參、研究設備及器材



各種材質顏色的襪子共 45 種、厚度表 1 台、熱熔槍 1 支、7cm 壓克力管 3 支、3cm 壓克力管 1 支、吹風機 1 台、電風扇 1 台、熱電偶溫度計 2 支、尺 1 支、剪刀 1 支、美工刀、珍珠板 4 塊、白熊冷洗精 1 罐、白蘭漂白水 1 罐等、雙面膠 1 捲。

肆、文獻探討

查詢全國中小學歷屆科展作品的資料，以「襪子」為研究主題僅有 1 筆-國立竹北高中的「廢絲襪也有春天—絲襪的回收再利用」(民 100) ，但主要研究為利用絲襪中的耐綸成分自製薄板層析試片(TLC 片)，以運用於生物及化學實驗中。

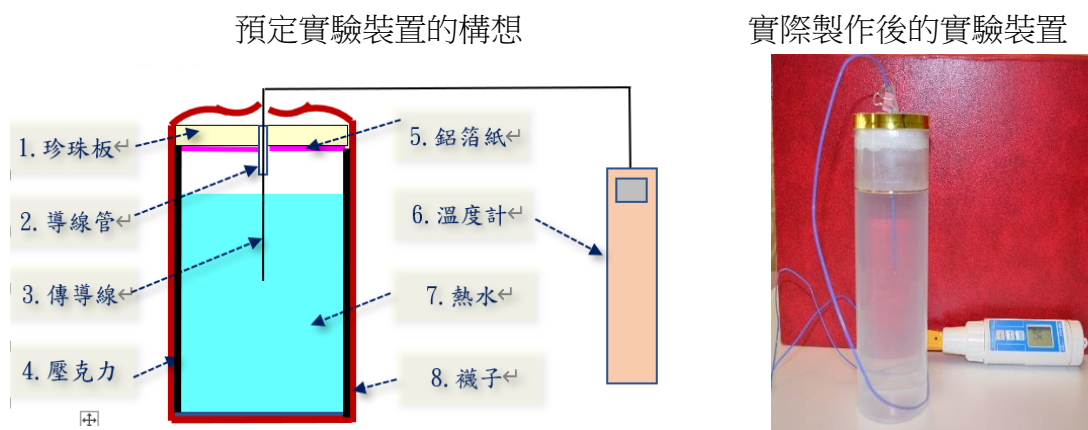
查詢以「保溫」為研究主題共 50 筆，當中僅有 3 筆是與纖維有關聯，包含:臺北市螢橋國小以「保溫度的比較」(民 64)為題，進行布袋內放棉花、泡棉、衛生紙

及塑膠袋等物品研究當中的保溫效果；臺北市立大學附小以「『羽』眾不同—羽毛特徵與功能探討」(民 103)為題，探討羽毛保溫的功能；苗栗縣客庄國小以「『藺』能刮目相看」(民 105)為題，探究藺草編的熱傳導能力等。

透過文獻探討得知，目前尚未有直接與「襪子保溫」為研究主題的科展。因此希望透過本實驗，能更了解襪子保溫的相關資料，成為日後相關研究的參考依據。

伍、研究方法及過程

一、研究方法



- 1.蓋子:0.5 公分珍珠板二層做蓋子，防止熱水的熱能以傳導方式流失。
- 2.導線管:細塑膠管製成，主要在導引溫度計的傳導線能以垂直方式進入管內。
- 3.傳導線:溫度計的傳導線，主要測量點在末端，因此設計放在熱水的正中央。
- 4.壓克力管:設計高 20 公分、直徑 7 公分、側邊 3mm 厚的透明壓克力圓管，以 1mm 厚壓克力板做底，並用三秒膠黏貼在壓克力管上。
- 5.鋁箔紙:廚房用鋁箔紙為蓋子底層材質，防止熱水的熱能以輻射方式傳出去。
- 6.溫度計:以熱電偶溫度計作為溫度傳感器，了解壓克力管內的熱水溫度變化。
- 7.熱開水:壓克力管內裝熱水，以 90°C 為量測的起始溫度，每 10 分鐘紀錄一次。

本實驗主要在測量襪子包覆壓克力管時，在 100 分鐘內能讓管內的熱水溫度越高，表示襪子的保溫效果就越好。

二、研究過程

1.參觀襪子製造工廠

由於對襪子的認知有限，因此研究團隊特別排定參訪彰化縣襪子王觀光工廠，並邀請專家在現場專業解說，讓我們能更了解襪子紡紗的材料、加入原料

及製造過程等相關知識。

從現場我們了解，襪子的紡紗包含:精梳棉、中空紗、橡膠紗、尼龍、銀纖維、萊卡、棉紗、聚酯纖維、竹炭紗等，在加工的原料上會用到吸濕排汗加工劑、尼龍用吸水柔軟劑、ITRI 抗菌劑、ITRI 中空纖維、ITRI 抗日光熱輻射纖維、ITRI 抗菌棉紗、ITRI 正四角纖維、T3T 纖維、負離子粉末、遠紅外線粉末、遠紅外線母粒、銀纖維紗、保溫紗、玉米紗、吸濕排汗紗、竹炭紗、棉等，可說是非常多樣。

透過參訪，更了解製造襪子要經過: 設計、打樣→採購原料、選紗→編織→車縫→定型→包裝等六道主要的生產流程。



聆聽解說員解說



認識襪子加工上會用到的原料



認識襪子的紡紗原料



觸摸襪子的紡紗原料



體驗襪子製作的過程

2.改良實驗方法

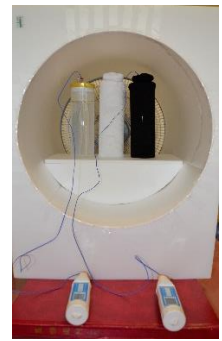
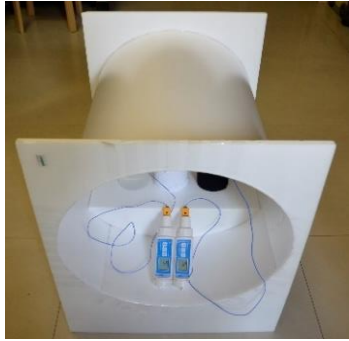
(1)改良保溫設備

原先實驗未設計隔離裝置，可能造成室內氣流影響實驗，因此我們設計模擬穿鞋子的小盒子，將實驗物品放入盒內，可避免不必要的氣流干擾。



(2)設計風洞實驗

穿襪子有時會在外吹風，因此實驗上設計以電風扇在後面吹風，但為了避免室內氣流的干擾，因此以珍珠板製作風洞裝置(如下圖)，並以電風扇吹不同等級的風力，測量不同襪子的保溫效果。



3.設計透氣度實驗

在長 1 公尺直徑 3 公分的透明壓克力管底下套上襪子，並以橡皮筋綁住，並以吹風機吹襪子，讓壓克力管內的浮子能慢慢上升。當浮子停留時，量出浮子距管底的高度，了解不同襪子透氣度的差異。



3.實驗步驟

實驗 1-1 在室內黑、白顏色的襪子對保溫的影響

(一) 實驗說明

透過實驗想要了解，室內沒有穿襪子時和有穿上的保溫上差異，同時了解黑襪或白襪中，哪一種較為保暖？

(二) 實驗步驟

- 1.將三支透明壓克力管各裝入 1500c.c.的熱開水。
- 2.其中二支壓克力管分別套上 80%棉、萊卡纖維 20%為材質的白、黑襪各一隻。第三支則



- 不套上襪子。
- 3.從 90°C 為開始量測的起始溫度，每 5 分鐘量測一次並記錄。
 - 4.記錄至 100 分鐘為止，以折線圖分析每 10 分鐘平均溫度的變化。

實驗 1-2 襪子不同顏色的保溫效果

(一) 實驗說明

想了解在室內穿襪子時，哪一種顏色的襪子會較為保暖？

(二) 實驗步驟

- 1.六個透明壓克力管各裝入 1500c.c.的熱開水。
- 2.管外分別套上聚酯纖維 80%、彈性纖維 20%的白、黑、藍、紅、綠、紫等六種顏色的襪子各一隻。
- 3.從 90°C 為開始量測的起始溫度，每 5 分鐘量測一次並記錄。
- 4.記錄至 100 分鐘為止，以折線圖分析每 10 分鐘平均溫度的變化。



實驗 1-3 襪子的厚薄影響保溫的效果

(一) 實驗說明

透過實驗想了解襪子越厚是否會越保暖，並比較市售的各種氣墊襪、毛巾襪或羊毛襪做比較，是否會比一般的襪子更多的保暖？

(二) 實驗步驟

- 1.取 15 種不同的黑襪子，並給予編號:
 - #1: 二重底紳士襪棉 (64.3%、聚醯胺 34.7%、彈性 1%)
 - #2: 200 針精梳棉襪 (精梳棉 100%)
 - #3: 一般襪 (棉 30%、聚酯 66%、彈性 2%、橡膠 2%)
 - #4: 一般襪 (棉 80%、彈性 15%、尼龍 5%)
 - #5: 學生襪 (棉 80%、萊卡 20%)
 - #6: 氣墊襪 (聚酯 80%、彈性 15%、橡膠 5%)
 - #7: 奈米竹炭襪 (聚酯 96%、棉 2%、彈性 2%)

- #8: 運動襪 (聚酯 80%、彈性 16%、橡膠 4%)
- #9: 運動毛巾襪 (聚酯 93%、聚醯胺 3%、彈性 2%、橡膠 2%)
- #10: 氣墊襪 (聚酯 75%、彈性 20%、橡膠 5%)
- #11: 毛巾襪 (聚酯 80%、彈性 20%)
- #12: 透氣運動襪 (聚酯 93%、聚醯胺 3%、彈性 2%、橡膠 5%)
- #13: 運動毛巾襪 (棉 60%、聚酯 40%)
- #14: 一般襪 (棉 70%、尼龍 5%、彈性 20%、橡膠 5%)
- #15: 羊毛襪 (羊毛 100%)

- 2.用厚度計量 15 種襪子的上底厚度及下底厚度，再求二種厚度的平均值。
- 3.將襪子分別套在壓克力管上，管內各裝入 1500c.c.的熱開水。
- 4.從 90°C 為開始量測的起始溫度，每 5 分鐘量測一次並記錄。
- 5.記錄至 100 分鐘為止，以折線圖分析每 10 分鐘量測的平均溫度。



實驗 1-4 襪子成分對保溫的影響

(一) 實驗說明

襪子主要的材質有棉、聚酯纖維、聚醯胺纖維、羊毛等，若依同厚度比解，不知棉質材料的保暖度是否優於聚酯纖維。

(二) 實驗步驟

- 1.以厚度計量測 15 種襪子的平均厚度。
- 2.15 種黑襪各包覆壓克力管，管內各裝入 1500c.c.的熱開水，從 90°C 為開始量測的起始溫度，每 5 分鐘量測一次並記錄。
- 3.記錄至 100 分鐘為止的最後溫度，求各種類襪子的保溫值:



$$\text{保溫值} = \frac{(100 \text{ 分鐘的溫度} - \text{常溫 } 23^{\circ}\text{C})}{\text{厚度(mm)}}$$

- 4.用保溫(100 分鐘的溫度—常溫 23°C)及保溫值二種數據製成長條圖加以分析。

實驗 1-5 襪子晾乾度對保溫的影響

(一) 實驗說明

穿未完全晾乾的襪子可能會影響保溫，因此實驗上以噴水方式讓襪子分成不同的含水量，藉以分析襪子未晾乾時對保溫的影響。

(二) 實驗步驟

- 1.取 80%棉、萊卡 20%黑襪子 3 隻，分別套在壓克力管上。
- 2.取小瓶噴槍，計算每噴一次的水量為 50c.c./36 次 =1.4c.c.)
- 3.每 10 分鐘在襪子上噴不同次數的水量:第一支不噴水、第二支噴 10 次、第三支噴 20 次。
- 4.在 3 支管內各裝入 1500c.c.的熱開水，從 90°C 為量測的起始溫度，每 5 分鐘量測 1 次並記錄。
- 5.記錄至 100 分鐘為止，以折線圖分析每 10 分鐘量測的平均溫度。



實驗 1-6 襪子透氣度對保溫的影響

(一) 實驗說明

取成分大約相同的襪子，在 100 分鐘後的保溫效果若有落差，是否是因為透氣度不同造成的影響？因此透過實驗，想了解透氣度對襪子保溫的影響。

(二) 實驗步驟



- 1.取材質為(1)80%棉、萊卡 20%。(2)聚酯纖維 80%、彈性纖維 20%。
- (3)棉 80%、彈性纖維 15%、尼龍 5%。(4)聚酯纖維 80%、彈性纖維

15%、橡膠纖維 5%。(5)聚酯纖維 80%、彈性纖維 16%、橡膠纖維 4%等五種的黑襪套在壓克力管上。

- 2.用吹風機以同段的風速，透過壓克力底下襪子將浮子吹高的高度。
- 3.用手機上相機的放大效果，研究襪子織法，並與 1-4 的實驗結果做比較，製成分析圖。

實驗 1-7 運動襪對保溫效果的影響

(一) 實驗說明

運動機能襪種類非常多且價位不低，但與一般學生襪的保溫效果比較起來，是否有更佳的保溫效果，是本實驗想要探究的問題。

(二) 實驗步驟

- 1.取運動襪、運動襪紅、運動襪灰等三種材質分別套在壓克力管上。
- 2.壓克力管內，用管內各裝入 1500c.c.的熱開水，從 90°C 為開始量測的起始溫度，每 5 分鐘量測一次並記錄。
- 3.記錄至 100 分鐘為止，以折線圖分析每 10 分鐘量測的平均溫度。



實驗 1-8 特殊材質襪子對保溫的影響

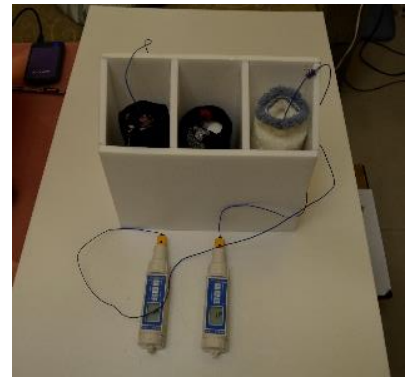
(一) 實驗說明

襪子的種類非常的多，包含銀離子襪、毛襪、運動襪(紅)及彩虹襪等等，透過與一般學生襪做比較，了解是否襪子因具特殊性而有更佳的保溫效果。

(二) 實驗步驟

- 1.取厚銀離子襪、羊毛襪、運動襪(紅)及彩虹襪等。

- 2.將四種襪各包覆在壓克力管外，管內各裝 1500c.c.的熱開水。
- 3.從 90°C 為開始量測的起始溫度，每 5 分鐘測一次並記錄。
- 4.記錄至 100 分鐘為止，以折線圖分析每 10 分鐘量測的平均溫度。



3.使用襪子的方式影響保溫

實驗 2-1 襪子鬆緊對保溫的影響

(一) 實驗說明

襪子穿在腳上，有時會因較鬆而增加厚度。本實驗想了解當長襪變短，會變得較鬆時是否會影響襪子的保溫效果？

(二) 實驗步驟

- 1.取三支壓克力管，其中一支壓克力管套上 200 針白色長精梳棉襪，並將長度變成皺褶方式集中在 20 公分內；另一支壓克力管則是直接套上 200 針白色長精梳棉襪，但不用皺褶；最後一管則不套上任何襪子。
- 2.三支壓克力管內各裝入 1500c.c.的熱開水，從 90°C 為開始量測的起始溫度，每 5 分鐘量測一次並記錄。
- 3.記錄至 100 分鐘為止，以折線圖分析每 10 分鐘量測的平均溫度。



實驗 2-2 襪子新舊差異對保溫的影響

(一) 實驗說明

想了解襪子是否因為手洗多次後，材質是否會變異而影響保溫效果。

(二) 實驗步驟

- 1.取 80%棉、萊卡 20%的白襪 3 隻，其中一隻未洗滌、一隻用手洗滌

- 5 遍、一隻洗滌 10 遍。
- 2.將三隻不同洗滌次數的白套在壓克力管上，管內各裝入 1500c.c.的熱開水。



- 3.從 90°C 為開始量測的起始溫度，每 5 分鐘量測一次並記錄，記錄至 100 分鐘為止，以折線圖分析每 10 分鐘量測的平均溫度。

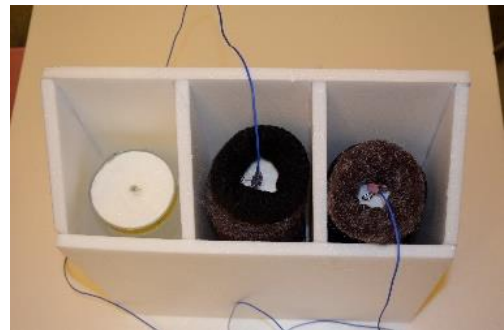
實驗 2-3 襪子搭配不同方式對保溫的影響

(一) 實驗說明

當天氣太冷但沒有非常厚的毛襪時，若改以二雙厚襪穿在一起時，又怕鞋子穿不進去。因此用一厚一薄的襪子做搭配。但到底薄的穿在裡面較保溫？還是厚的穿在裡面較保溫？

(二) 實驗步驟

- 1.取 80%棉、萊卡 20%的黑襪及聚酯纖維 80%、彈性纖維 20% 厚黑襪各 2 隻，分厚在內+薄在外，以及厚在外+薄在內的組合，再各套在壓克力管外，另一管則不套上任何襪子。
- 2.管內各裝入 1500c.c.的熱開水，從 90°C 為開始量測的起始溫度，每 5 分鐘量測一次並記錄。記錄至 100 分鐘為止，以折線圖分析。



實驗 2-4 襪子浸泡漂白水對保溫的影響

(一) 實驗說明

穿襪子弄髒需要漂白，想了解經過漂白後的襪子，保溫效果是否會受到影響？因此設計浸泡漂白水的實驗。

(二) 實驗步驟

- 1.取 3 隻 80%棉、萊卡 20%的全新白襪，其中一隻為浸水白蘭漂白水 4 小時、另一隻則浸 8 小時，最後一隻襪子則不浸漂白水。



- 2.將 3 隻襪子分別套在壓克力管上，管內各裝入 1500c.c.的熱開水，從 90°C 為開始量測的起始溫度，每 5 分鐘量測一次並記錄。
- 3.記錄至 100 分鐘為止，以折線圖分析每 10 分鐘量測的平均溫度。

實驗 2-5 襪子浸泡柔軟精對保溫的影響

(一) 實驗說明

當襪子髒掉後有時會浸泡柔軟精，這種方式不知是否會影響襪子的保溫效果？因此實驗上設計不同浸泡柔軟精的時間，分析是否對襪子保溫的效果有影響？

(二) 實驗步驟

- 1.取 80%棉、萊卡 20%的全新白襪 3 隻，其中一隻為浸水白熊柔軟精 4 小時、另一隻則浸 8 小時，最後一隻襪子則不浸漂白水。
- 2.將 3 隻襪子分別套在壓克



- 力管上，管內各裝入 1500c.c.的熱開水，從 90°C 為開始量測的起始溫度，每 5 分鐘量測一次並記錄。
- 3.記錄至 100 分鐘為止，以折線圖分析每 10 分鐘量測的平均溫度。

實驗 2-6 襪子穿著的層數對保溫的影響。

(一) 實驗說明

想了解穿不同層數的襪子是否對保溫效果較有影響？因此實驗設計一、二及三層差異，了解層數不同對保溫效果的影響。

(二) 實驗步驟

- 1.取 80%棉、萊卡 20%的黑襪 6 隻，分成 1、2、3 層的組合套在壓克力管上。
- 2.管內各裝入 1500c.c.的熱開水，從 90°C 為開始量測的起始溫度，每 5 分鐘量測一次並記錄。記錄至 100 分鐘為止，以折線圖分析每 10 分鐘量測的平均溫度。



4.外在環境的不同影響襪子保溫:

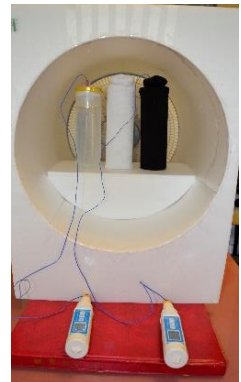
實驗 3-1 吹風程度不同對襪子保溫的影響。

(一) 實驗說明

穿襪子登山或出門在外，有時會吹到不同等級的風。因此實驗上讓襪子處在不同的風力，了解風力差異對襪子保溫效果的影響。

(二) 實驗步驟

- 1.取材質為 80%棉、萊卡 20%的黑襪套在壓克力管上，其中 1 支壓克力管則不包覆任何襪子。
- 2.在風洞中將風力分成無風、低風速、強風速等。
- 3.用管內各裝入 1500c.c.的熱開水，從 90°C 為開始量測的起始溫度，每 5 分鐘量測一次並記錄。
- 4.記錄至 100 分鐘為止，以折線圖分析每 10 分鐘量測的平均溫度。



實驗 3-2 光照度不同對襪子保溫的影響

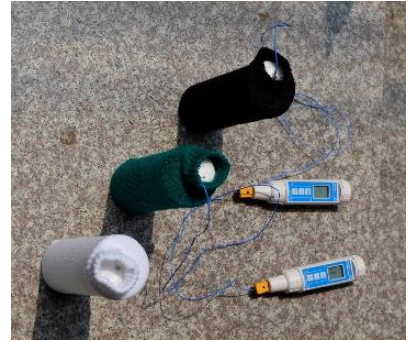
(一) 實驗說明

襪子穿在腳上時有時會受到陽光的照射，因此實驗上讓襪子在日光下照射，了解襪子因顏色的差異，對保溫效果的影響。

(二) 實驗步驟

- 1.三支壓克力管分別套上材質為聚酯纖維 80%、彈性纖維 20%的白、

- 黑、綠等 3 種顏色的襪子各一隻。
- 在中午陽光下每支管內各裝入熱開水 1500c.c.，從 90°C 為開始量測的起始溫度，每 5 分鐘量測一次並記錄。
- 記錄至 100 分鐘為止，每 10 分鐘量測的平均溫度。



實驗 3-3 襪子髒度對保溫的影響

(一) 實驗說明

襪子穿一陣子後會髒掉，少許泥沙會附著襪子上。因此實驗上先將襪子弄髒，了解若髒掉程度的不同對襪子保溫效果的影響。

(二) 實驗步驟

- 材質 80%棉、萊卡 20%的白襪 3 隻，其中 2 隻各浸泡 5 克、10 克的泥沙各放 300c.c.水，各浸泡 10 分鐘後取出陰乾，第 3 隻襪子則不浸泡任何液體。
- 將 3 隻襪子分別套在 3 支壓克力管，管內各裝入 1500c.c.的熱開水，從 90°C 為起始溫度，每 5 分鐘量測一次並記錄。記錄至 100 分鐘為止的平均溫度。



實驗 3-4 襪子流汗程度不同對保溫的影響

(一) 實驗說明

襪子穿在腳上，有些人的腳會不斷流汗。因此實驗上以少量水噴襪子，模擬腳出汗的狀況。但因個人出汗程度不同，因此分別以 0、1、2、3 次噴水做比較，了解出汗情形對襪子保溫效果的影響。

(二) 實驗步驟

- 將三個透明壓克力管分別套上材質為 80%棉、萊卡 20%的黑襪子各一隻。
- 管內各裝入 1500c.c.的熱開水後，從 90°C 為開始量測的起始溫度。

- 3.每 10 分鐘量測完就立即噴上不同次數的水量，每次噴水的水量平均為 1.38c.c。
- 4.每 10 分鐘噴的次數分成:第一管噴 1 次、第二管噴 2 次、第 3 管噴 3 次。
- 5.量測至 100 分鐘為止，以折線圖分析每 10 分鐘量測的平均溫度。



陸、研究結果

一、襪子的材質影響保溫:

實驗 1-1 在室內黑、白顏色的襪子對保溫的影響。

(一) 實驗結果

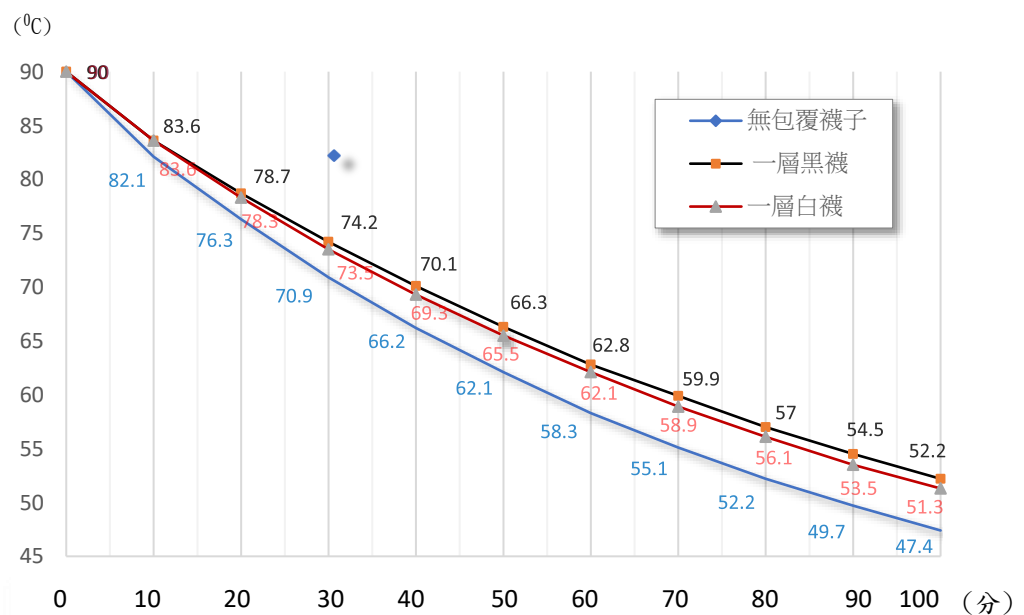


圖 6-1 . 同材質黑白襪在 100 分鐘內溫度變化折線圖(°C)

(二) 分析結果

- 1.從圖 6-1 得知，在 100 分鐘後，壓克力管沒任何包覆時的溫度為 47.4°C，但有包覆襪子時則保溫效果高出約 3°C 以上，達 52.2°C。
- 2.實驗 100 分鐘後發現，室內的黑襪會比白襪更具有保溫作用，但黑襪比白襪的保溫效果僅多出 0.9°C，彼此的差異不大。

實驗 1-2 室內不同顏色襪子的保溫效果

(一) 實驗結果

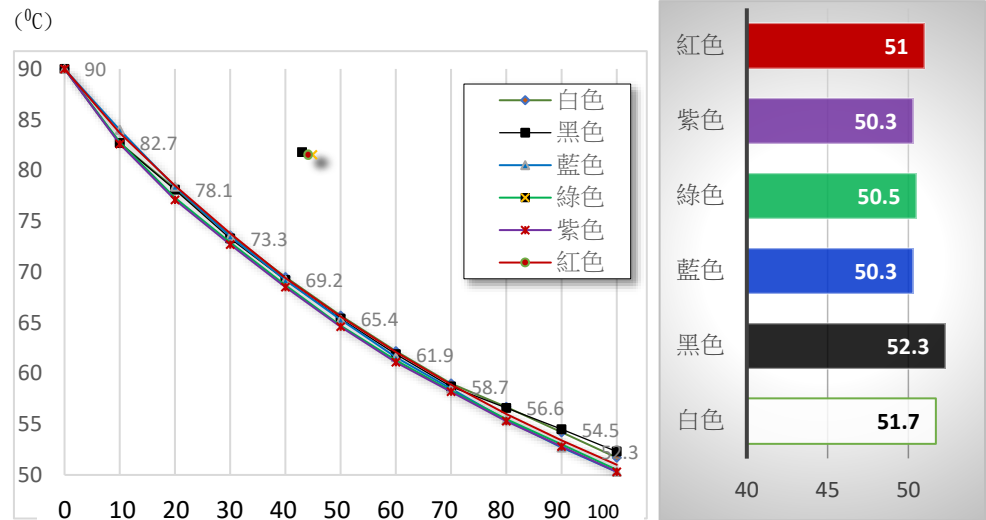


圖 6-2 . 不同顏色的襪子在 100 分鐘內溫度變化折線圖及長條圖(°C)

(二) 分析結果

1. 從圖 6-2 得知，在 100 分鐘時同材質各色襪子的保溫效果幾乎在 50.3°C~51.7°C 之間，溫差不太大。
2. 與實驗 6-1 相比，雖換成不同材質的黑、白襪，但仍是黑襪比白襪更具有保溫效果，黑襪比白襪多出 0.6°C 的保溫效果。

實驗 1-3 襪子的厚薄影響保溫的效果

(一) 實驗結果



圖 6-3 . 襪子種類即厚度不同在 100 分鐘時溫度變化分析圖(°C)

編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
上厚	0.54	0.8	0.89	0.93	0.95	0.9	1.13	0.96	0.98	1.05	1.05	1.01	1.29	1.49	1.56
下厚	0.54	0.8	0.89	0.93	0.95	1.32	1.13	1.55	1.53	1.55	1.55	1.63	1.62	1.49	1.56
均厚	0.54	0.8	0.89	0.93	0.95	1.11	1.13	1.26	1.26	1.3	1.3	1.32	1.46	1.49	1.56
溫度	49.5	50.6	48.7	50.2	52.2	51.2	52	50.2	50.9	50.3	51.8	50.7	51.3	52.1	58.4

(二) 分析結果

1. 從圖 6-3 得知，在 100 分鐘中襪子的保溫程度幾乎不隨厚度增加。
2. #1 到#15 的厚度相差三倍，但溫差僅差 8.9°C，預估若厚度每增加 0.5mm 溫度要比#1 的 48.9°C 增加約 3°C，則僅有#5 有較好的保溫效果。
3. 從實驗發現，#1 二重底紳士襪、#5 學生襪及#15 羊毛襪有較佳的保溫效果，其它的襪子則不因厚度增加而相對增加保溫效果。

實驗 1-4 襪子成分對保溫的影響。

(一) 實驗結果

編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
均厚	0.54	0.8	0.89	0.93	0.95	1.11	1.13	1.26	1.26	1.3	1.3	1.32	1.46	1.49	1.56
保溫值	26.5	27.6	25.7	27.2	29.2	28.2	29	27.2	27.9	27.3	28.8	27.7	28.3	29.1	35.4
值	49.1	34.5	28.9	29.2	30.7	25.4	25.7	21.6	22.1	21.0	22.2	21.0	19.4	19.5	22.7
主要成分	棉 64.3%、 聚酯胺 34.7%	精梳棉 100%	棉 30%、 聚酯 66%、	棉 80%、 彈性 15%	棉 80%、 萊卡 20%	聚酯 80%	聚酯 96%	聚酯 80%	聚酯 93%	聚酯 75%、 彈性 20%	聚酯 80%	聚酯 93%	棉 60%、 聚酯 40%	棉 70%、 彈性 20%	羊毛 100%

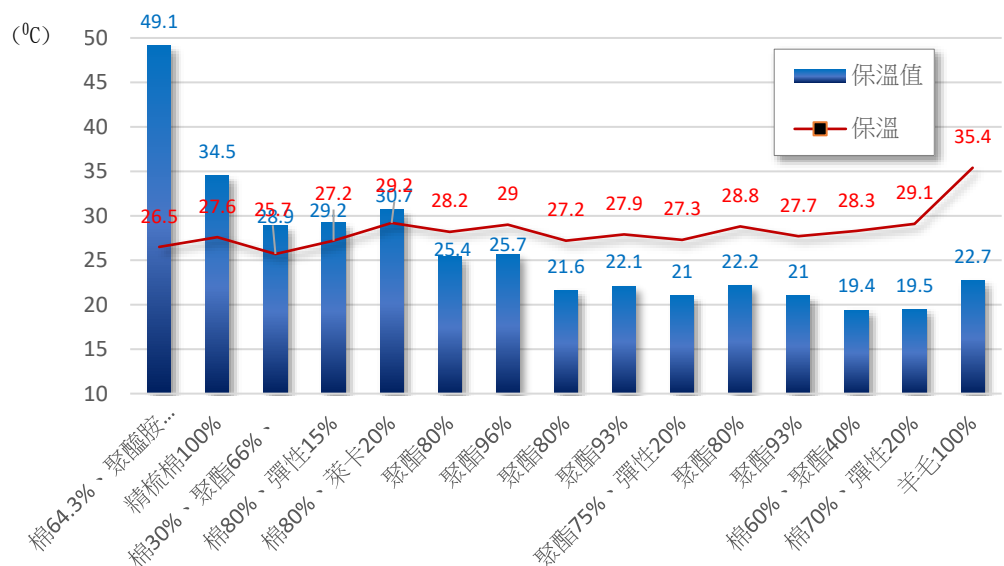


圖 6-4. 不同材質的襪子在 100 分鐘內厚度與保溫值分析圖(°C)

(二) 分析結果

- 1.從圖 6-4 得知，在 100 分鐘的保溫值較佳的區域主要在#1~#5 區域，這區域主要成分為棉，可見棉製品具有較佳的保溫值。
- 2.雖#13、#14 的襪子成分中棉成分佔 50%以上，但保溫值仍偏低。表示棉的成分的高低，不是判斷保溫值好壞的唯一依據。
- 3.依厚度來求保溫值發現:#9~#12 的區域中聚酯纖維越多，保溫值沒有相對增加，表示聚酯纖維的保溫效果並沒有棉質來得好。

實驗 1-5 濕襪子對保溫的影響。

(一) 實驗結果

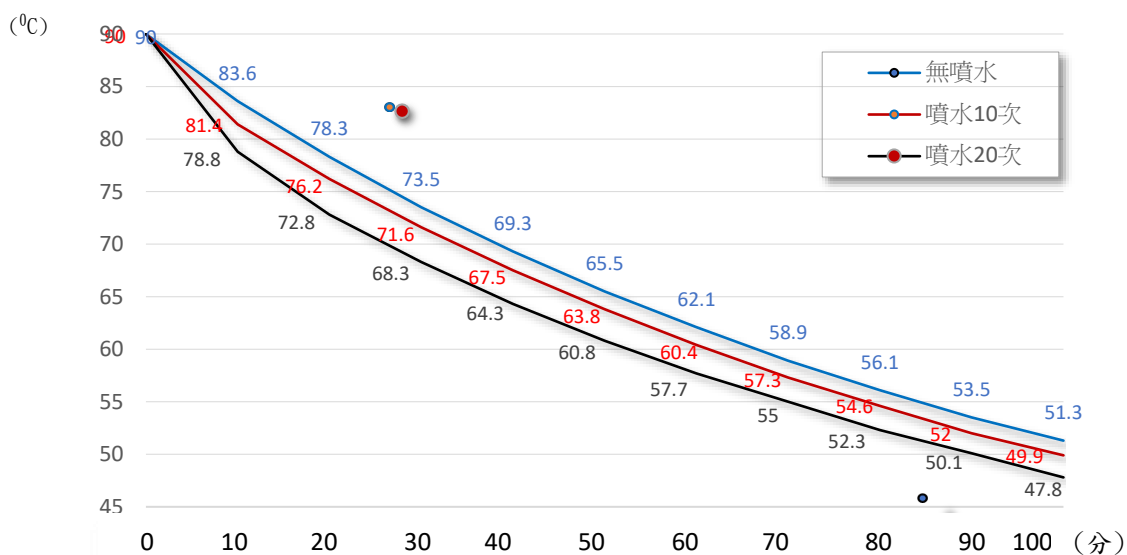


圖 6-5 . 同材質的襪子噴不同水量在 100 分鐘內溫度變化折線圖(°C)

(二) 分析結果

- 1.從 6-5 圖發現，噴 20 次(含 28c.c.的水量) 的水在襪子上，會使壓克力管內的水溫在 10 分鐘內快速降 11.2°C、噴 10 次(含 14c.c.的水量)則降了 8.6°C，未噴水的襪子則僅降了 6.4°C。
- 2.在 20 分鐘後不管有沒有噴水，幾乎都有相同的平滑曲線，可見 20 分鐘襪子已經乾了，保溫的效果也就幾乎與原來的襪子一樣。
3. 100 分鐘後，有噴 20 次(含 28c.c.水量)水的襪子，管內的水溫比未噴水的管內水溫低了 3.5°C；噴 10 次(含 28c.c.水量)水的襪子，管內的水溫比未噴水的管內水溫低了 1.4°C。

實驗 1-6 襪子透氣度對保溫的影響。

(一) 實驗結果

表 6-1 . 襪子透氣度、厚度與 100 分鐘溫度一覽表

主要成分	棉 80%、 彈性纖維 15%、尼 龍 5%。	棉 80%、 萊卡 20%	聚酯纖維 80%、彈性 纖維 15%、 橡膠纖維 5%	聚酯纖維 80%、彈性 纖維 16%、 橡膠纖維 4%	聚酯纖維 80%、彈性 纖維 20%
襪子均厚(mm)	0.93	0.95	1.11	1.26	1.3
100 分鐘後溫度(°C)	50.2	29.2	28.2	50.2	28.8
透氣度(cm)	38	30	24	17.5	14.5

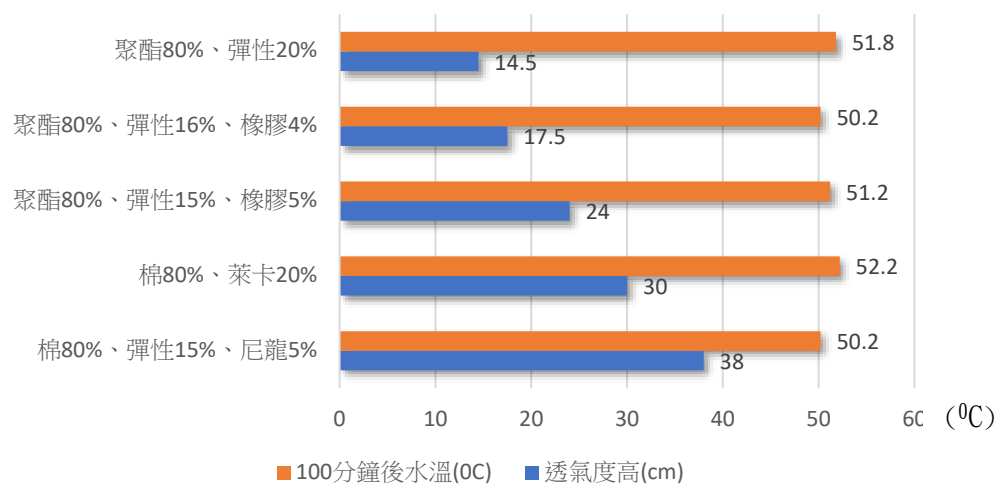


圖 6-6 . 襪子透氣度與 100 分鐘溫度關係長條圖(°C)

(二) 分析結果

1. 從 6-6 圖得知，棉成分較多透氣度較佳，均有 30cm 高的透氣度。而三種聚酯纖維為 80% 的襪子，透氣度則均不如棉製襪。
2. 以三種聚酯纖維均為 80% 做比較，雖透氣度從 14cm 到 24cm 均有，差距相差幾乎一倍，但在 100 分鐘時管內的水溫相差僅 1.2°C，可見透氣度不是判斷保溫效果唯一的依據，還可能比須考量厚度、材質或織法等等因素。

實驗 1-7 運動襪對保溫效果的影響。

(一) 實驗結果

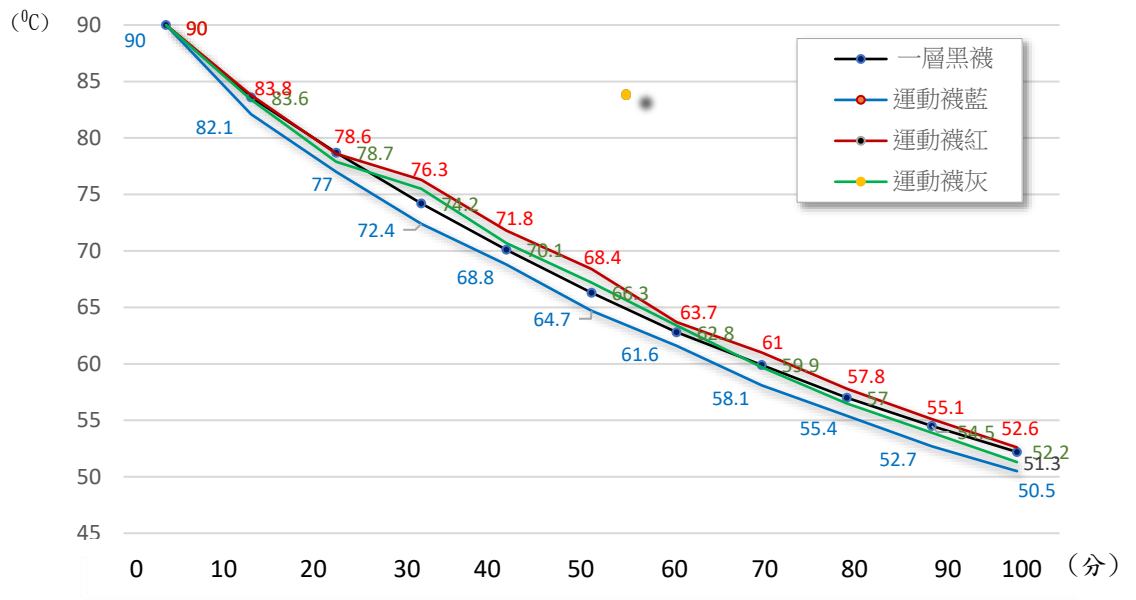


圖 6-7 . 不同運動襪與一般學生襪在 100 分鐘內溫度變化折線圖(°C)

(二) 分析結果

1. 從 6-7 圖得知，運動襪的保溫效果與一般黑色學生襪差一不大，在 100 分鐘後灰與藍色運動機能襪比一般學生黑色襪的保溫效果略低，低於 0.9~1.7°C。
2. 6-7 圖中運動襪紅比一般黑色學生襪的保溫效果在 100 分鐘後僅高 0.4°C，差異也不大。

實驗 1-8 特殊材質襪子對保溫的影響。

(一) 實驗結果

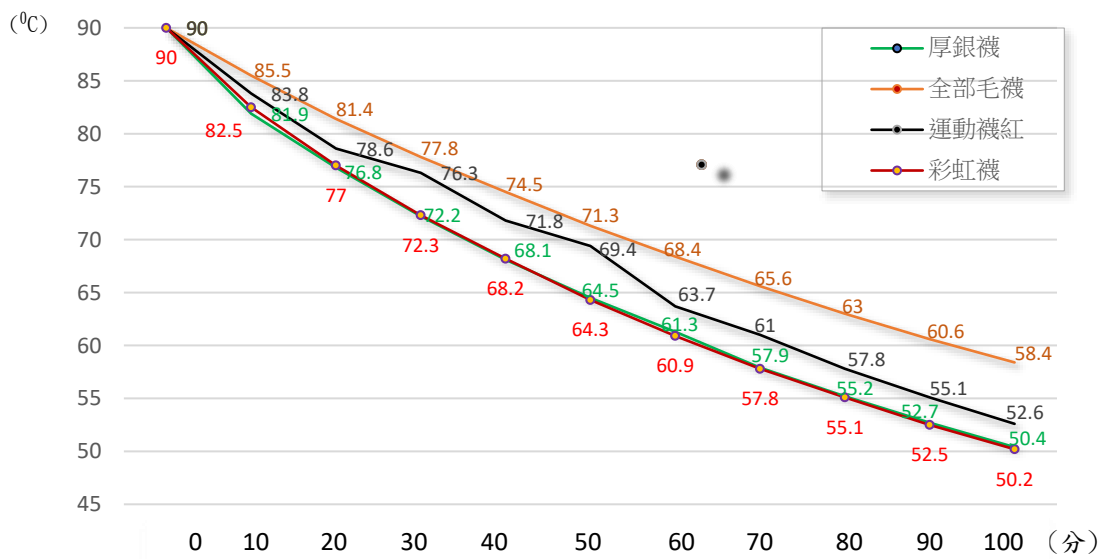


圖 6-8 . 特殊材質的襪子在 100 分鐘內溫度變化折線圖(°C)

(二) 分析結果

- 1.從圖 6-8 得知，厚銀離子襪的保溫效果與一般 30 元的彩虹襪的保溫效果大約相同，僅高約 0.4°C。
- 2.從圖 6-8 做分析，厚銀離子襪與彩虹襪的保溫效果不如一般黑色學生襪的 52.2°C。
- 3.運動機能襪與一般黑色學生襪相比，保溫效果幾乎相同。但毛襪則具有更好的保溫效果，在 100 分鐘時比一般黑色學生襪高 5.8°C。

二、使用襪子的方式影響保溫

實驗 2-1 襪子鬆緊對保溫的影響

(一) 實驗結果

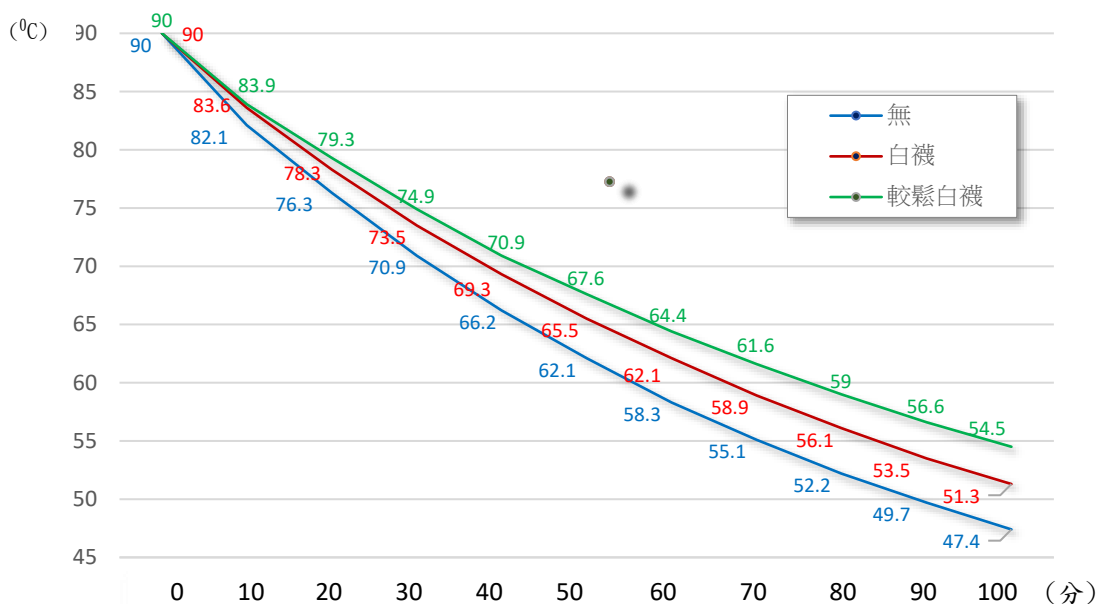


圖 6-9 白色長精梳棉襪不同鬆緊度在 100 分鐘內溫度變化折線圖(°C)

(二) 分析結果

- 1.從圖 6-9 得知，200 針白色長精梳棉襪在 100 分鐘後比沒有包覆襪子的水溫多出 3.7°C。
2. 200 針白色長精梳棉襪變短(鬆)比直接套上襪子(緊)有更好的保溫效果，在 100 分鐘後多出 3.2°C；比沒套上襪子的水溫多出約 7°C。
- 3.實驗得知:長襪縮短的保溫效果比較緊的長襪有較高的保溫效果。

實驗 2-2 新舊襪子的差異對保溫的影響

(一) 實驗結果

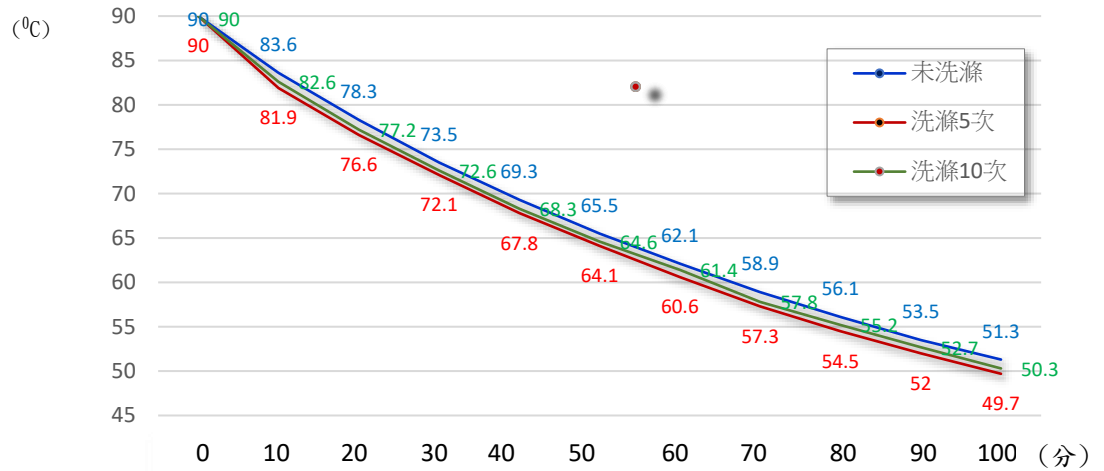


圖 6-10 . 同材質白襪子不同程度洗滌後在 100 分鐘內溫度變化折線圖(°C)

(二) 分析結果

1. 從圖 6-10 得知，襪子經不同次數的洗滌，在 100 分鐘後差異僅在 1.6°C。
2. 依圖 6-10 得知，100 分鐘內的保溫效果依序為:未洗滌 > 洗滌 5 次 > 洗滌 10 次。

實驗 2-3 襪子搭配不同方式對保溫的影響

(一) 實驗結果

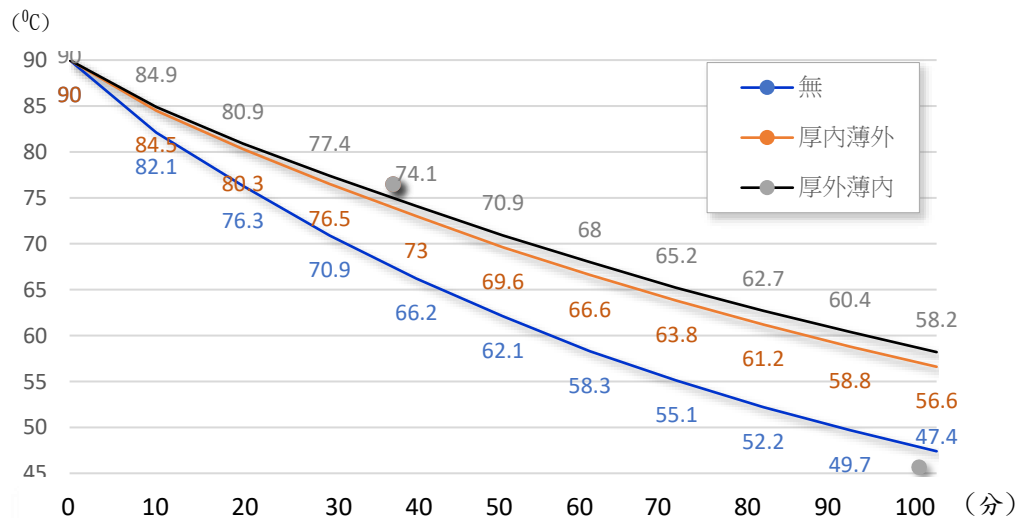


圖 6-11. 不同顏色的襪子在 100 分鐘內溫度變化一覽表(°C)

(二) 分析結果

- 1.從圖 6-11 得知，厚襪子與薄襪子一起的組合，比未任何包覆襪子時的水溫多出至少 7.2°C 以上。
- 2.經 100 分鐘後，外厚襪子與內薄襪子的組合比內厚襪子與外薄襪子的組合有更佳的保溫效果，多出 1.6°C 以上；也比無包覆任何襪子的水溫多出 10.2°C 以上。
- 3.可見若二件組合的搭配時的保溫效果：外厚襪子+內薄襪子 > 外薄襪子+內厚襪子。

實驗 2-4 襪子浸泡漂白水對保溫的影響

(一) 實驗結果

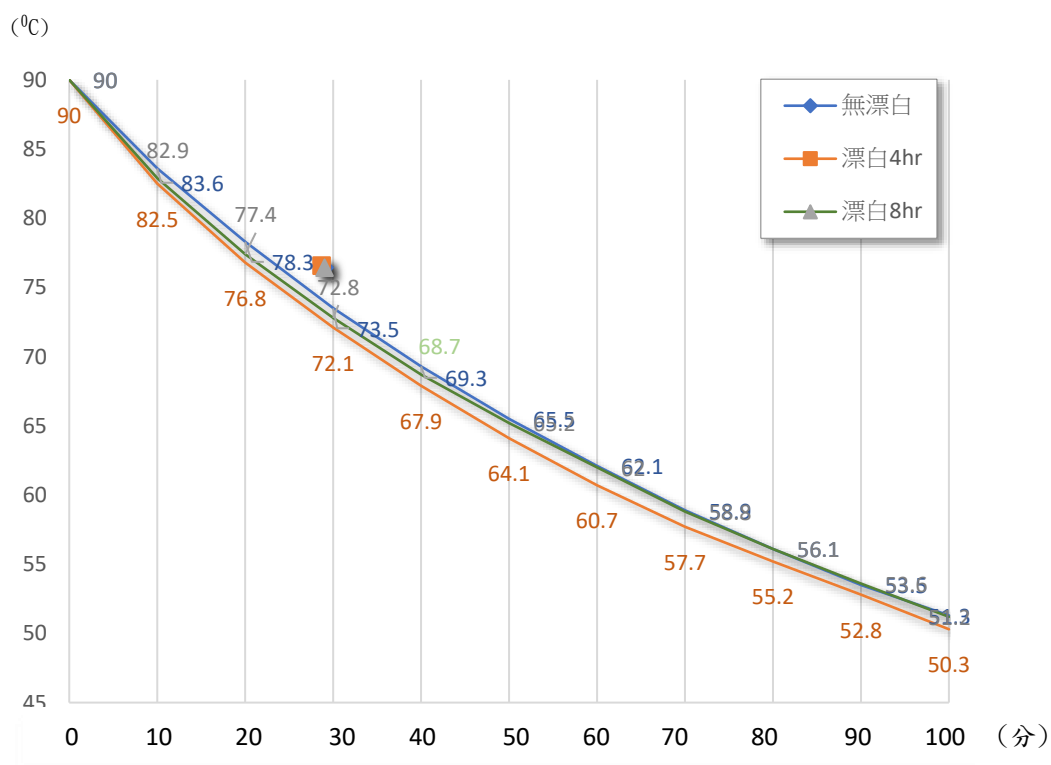


圖 6-12 . 同材質襪子浸泡漂白水時間不同在 100 分鐘內溫度變化折線圖(°C)

(二) 分析結果

- 1.從圖 6-12 得知，未浸泡漂白水的白襪子在 100 分鐘時水溫是 51.3°C、浸泡漂白水 4 小時的水溫是 50.3°C、浸泡漂白水 8 小時的水溫是 51.2°C。
- 2.可見浸泡漂白水的時間長短，對襪子的保溫作用的影響非常小。

實驗 2-5 襪子浸泡柔軟精對保溫的影響

(一) 實驗結果

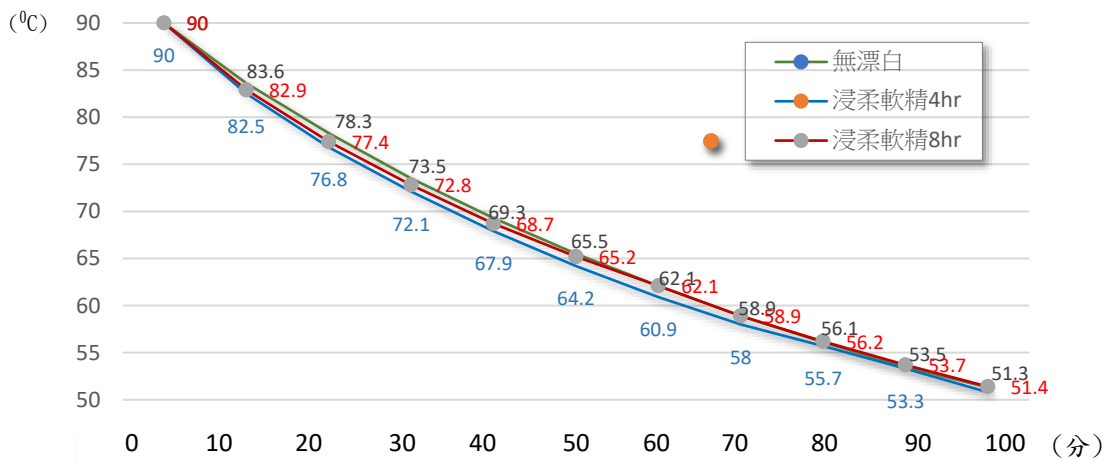


圖 6-13 . 同材質襪子浸泡柔軟精時間不同在 100 分鐘內溫度變化折線圖(°C)

(二) 分析結果

1. 從圖 6-13 得知，未浸泡柔軟精的白襪子在 100 分鐘時水溫是 51.3°C、浸泡漂白水 4 小時的水溫是 50.8°C、浸泡 8 小時的水溫是 51.4°C。
2. 可見浸泡柔軟時間的長短，對襪子的保溫效果的影響非常小。

實驗 2-6 穿著襪子的層數對保溫的影響

(一) 實驗結果

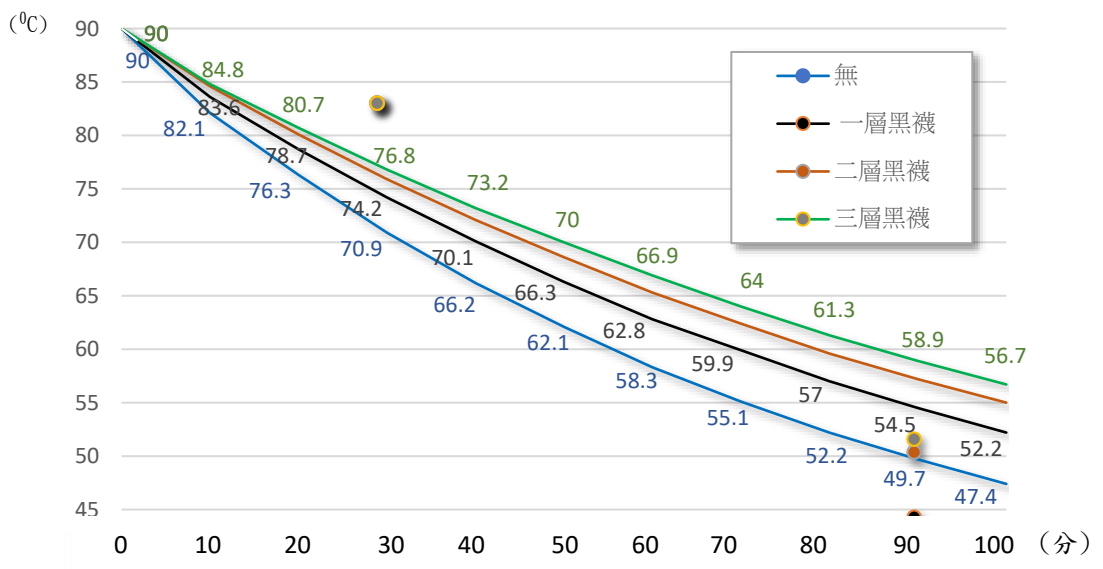


圖 6-14 . 同材質不同層數的襪子在 100 分鐘內溫度變化折線圖(°C)

(二) 分析結果

- 1.從圖 6-14 得知，未包覆襪子的水溫是 47.4°C，但包 1 層襪子時的水溫為 52.2°C、包 2 層襪子時的水溫為 55°C、包 3 層襪子時的水溫為 56.7°C，比未包時多出 9.3°C。
- 2.可見不同層數的襪子，對保溫效果影響較大。影響效果的大小為：3 層襪子 > 2 層襪子 > 1 層襪子。

(三) 外在環境的不同影響襪子保溫:

實驗 3-1 吹風程度不同對襪子保溫的影響

(一) 實驗結果

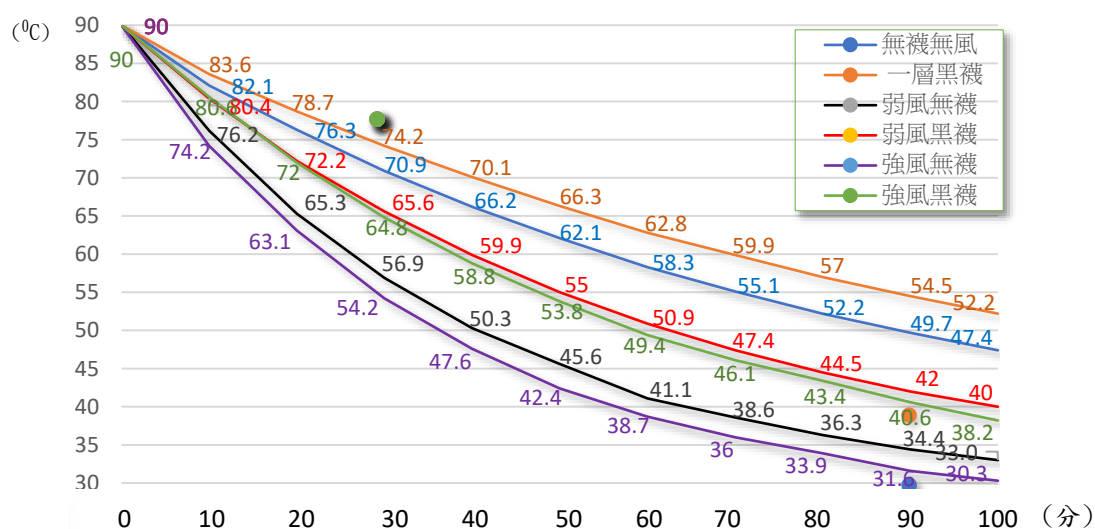


圖 6-15 . 黑襪子在不同等級風力 100 分鐘內溫度變化折線圖(°C)

(二) 分析結果

- 1.為避免折線圖複雜化，僅就黑襪在不同等級風力的環境中，呈現圖 6-15 折線圖。
- 2.從圖 6-15 得知，因風力造成溫差差距極大。有包覆襪子在無風狀態時，100 分鐘時的水溫為 52.2°C，但未包覆襪子在風力大時的水溫是 30.3°C，相差 21.9°C。
- 3.實驗發現，100 分鐘後的水溫呈現弱風狀態下，縱使包覆襪子的保溫效果，比無風狀態下未包覆襪子效果更差，相差 4.7°C。
4. 100 分鐘後的水溫高低分別為：無風黑襪 > 無襪無風 > 弱風黑襪 > 強風黑襪 > 弱風無襪 > 強風無襪。

實驗 3-2 光照度對襪子保溫的影響

(一) 實驗結果

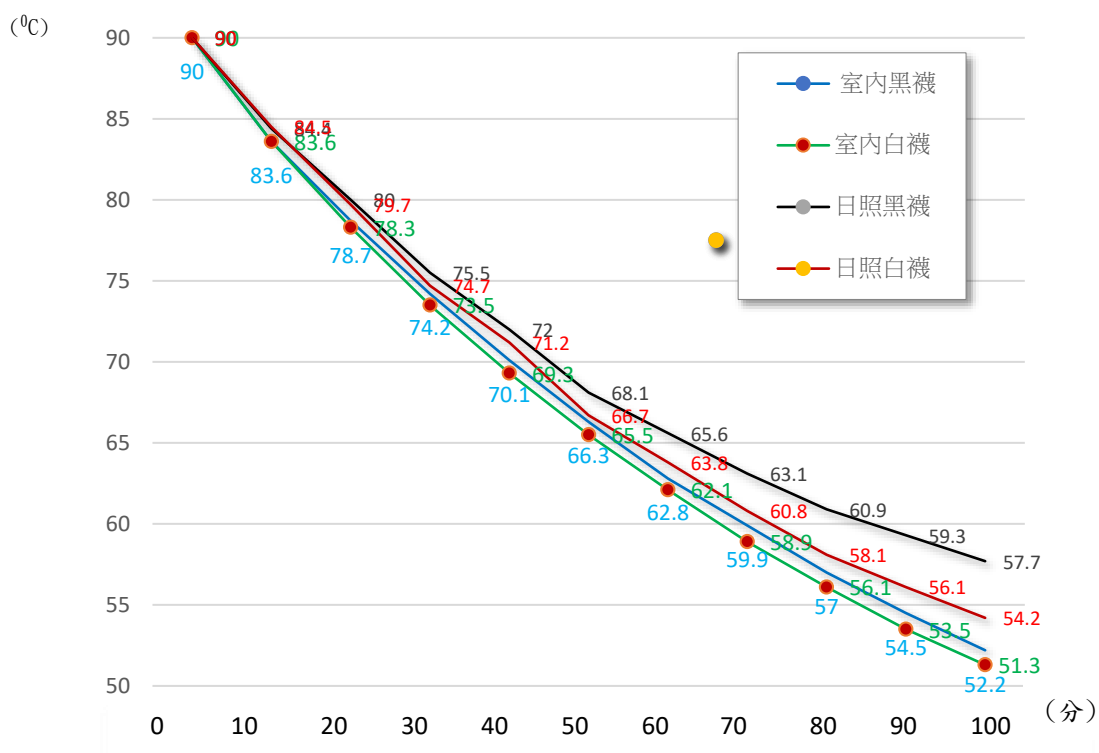


圖 6-16 . 不同顏色襪子陽光下與室內在 100 分鐘內溫度變化折線圖(°C)

(二) 分析結果

1. 為避免折線圖複雜化，僅就黑白襪在室內與陽光下的保溫效果做比較，得圖 6-16。
2. 從圖 6-16 得知，100 分鐘時陽光下的黑襪保溫效果最好，水溫為 57.7°C，室內白襪的水溫最低為 51.3°C，相差 6.4°C。
3. 實驗發現 100 分鐘後的保溫效果分別為：
日照黑襪 > 日照白襪 > 室內黑襪 > 室內白襪

實驗 3-3 襪子髒度對保溫的影響

(一) 實驗結果

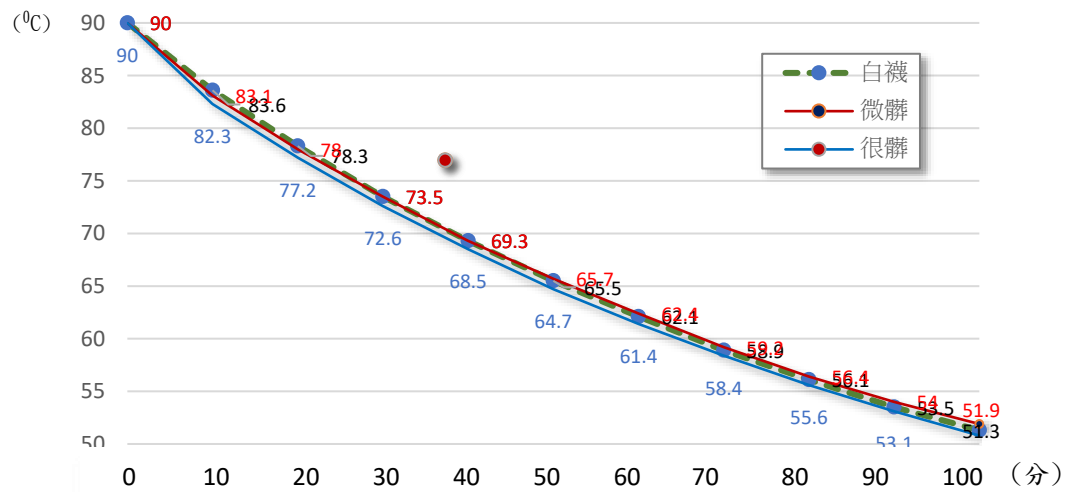


圖 6-17 . 同材質不同髒度的襪子在 100 分鐘內溫度變化折線圖(°C)

(二) 分析結果

1. 從圖 6-17 得知，100 分鐘時陽光下白襪子的髒度從 52.3°C 到最髒 50.8°C，僅差 0.5°C。
2. 實驗發現 100 分鐘後的髒度不同，但對襪子的保溫效果影響很小。

實驗 3-4 襪子流汗程度不同對保溫的影響

(一) 實驗結果

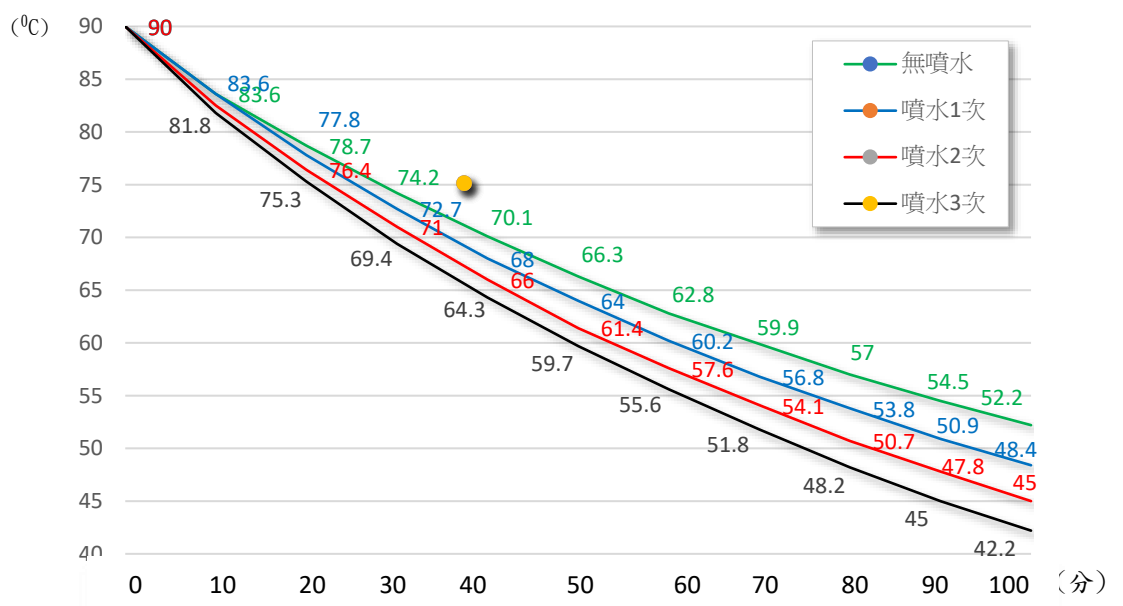


圖 6-18 . 同材質的襪子不同噴水次數後在 100 分鐘內溫度變化折線圖(°C)

(二) 分析結果

- 1.從圖 6-18 得知，100 分鐘後噴 3 次的水溫為 42.2°C，但未噴水的水溫為 52.2°C，相差達 10°C。
2. 100 分鐘後噴水 1 次與未噴水時的水溫相差 3.8°C、噴水 2 次與未噴水時的水溫相差 7.2°C，可見襪子有噴水，襪子保溫受到影響較大。

柒、討論

一、襪子的材質影響保溫:

- 1.熱水如同人的散熱方式相同，不只用傳導方式將熱傳出去，也會用對流和輻射方式將熱傳出去。因此同材質的黑白襪，傳導的熱量應該相同，但在室內黑襪比白襪較有保溫作用，可能是黑色較能吸收熱水的輻射熱。
- 2.從 1-3 實驗得知，襪子的厚度不是判斷保溫效果的唯一依據。可能也必須將襪子的材質、織法、密度、顏色、紡紗種類等因素有關。保溫效果不能僅就單一因素作討論，若要深究主要的因素，待有時間再更深入研究。
- 3.從 1-4 實驗得知，單就厚度與材質作考量保溫效果，發現棉製品有較佳的保溫值，而聚酯纖維的保溫效果就不如棉製品好。這可能是天然棉在製襪子時，棉絨毛空隙就可保留空氣，而空氣是熱的不良導體，棉能比聚酯纖維更具保溫效果。
- 4.觀察實驗 1-5 發現，開始的 10 分鐘內，有噴水的襪子都會冒煙，而看得見的煙是小水滴。其中噴水 20 次襪子的管子有非常多的「煙」，比噴水 10 次襪子上的管子的煙還多，無噴水襪子的管子就沒有煙。可見這「煙」是剛噴水的水分正在蒸散。當襪子水分被蒸散完畢後，小水滴形成的「煙」才消失不見。從數據顯示，正在冒煙時的溫度正處於陡降，可能熱水的熱量正被吸收成蒸發水分的熱量。當襪子水分蒸發完畢時，才是保溫的開始。
- 5.從實驗 1-6 發現，透氣度較高的材質主要為棉纖維，聚酯纖維的透氣度則不如棉纖維好。這可能棉纖維本身具有天然的空隙，能讓更多的空氣自由進出，這項優勢能達到排汗的目的。但因棉製品成本較高，因此採購襪子時，也是必須考量成本的因素。
- 6.運動機能襪本身價位高，有些彈力非常好，但由於是有各種功能上的需求，因此製作上較厚、較繁複。也因此，不是以保溫效果為訴求的製作，就在材

質上較不強調保暖的原料。甚至因為材料複雜、織法多樣、工法繁複等因素，造成保溫效果並不太穩定。

- 7.銀離子襪(厚的襪子每雙約 500 元)的價位高，可能因為原料的成本偏高導致。但就保溫效果而言，與廉價襪差異不大，可能貴在特殊的除臭性。待往後有時間，在繼續探究相關除臭的功能性。
- 8.一般羊毛襪或較厚毛襪有較佳的保溫效果，可能因為較厚，空氣層較多，可能因為毛襪較厚，空氣層較多有關。

二、使用襪子的方式影響保溫

- 1.當長棉襪變短(鬆)比直接套襪子(緊)有更佳的保溫效果，可能是因布料擠在一起，增加更多的空氣層，導致熱被多出來的空氣層鎖住，無法將熱傳出去，保溫效果相對好。
- 2.襪子洗滌次數多寡對保溫效果影響不太，雖洗滌後的纖維結構稍有改變，但原先纖維特性、顏色、密度不改變，傳熱的能力也就差異不大。
- 3.若厚薄襪做組合穿在腳，則外厚內薄的組相比內厚外薄有較佳的保溫效果。
- 4.購買襪子時標籤上有標明不可浸泡漂白水、柔軟精等，從實驗 2-4、2-5 發現，浸泡漂白水、柔軟精對襪子的保溫效果影響不大。漂白水或柔軟精可能是對襪子的彈性造成影響。因此洗襪前要注意有些清潔劑會直接影響襪子的彈性。
- 5.襪子越多層數時，保溫效果就越好。可能層數越多，彼此之間的空氣層越多，而空氣是熱的不良導體，因此層數多，空氣層增加，保溫效果相對好。

三、外在環境的不同影響襪子保溫:

- 1.從實驗 3-1 風洞實驗發現，當弱風時即可造成極大的熱量流失，流失的熱量如同穿三層襪的保溫的熱量。出門儘量不要吹風力，因會讓體熱大量的流失。
- 2.實驗 3-2 發現當日照時，黑色的襪子能吸收日光的輻射熱，比白色更具有保溫的效果。實驗上雖也有讓綠襪子進行日照實驗，溫度不高於黑色，但不低於白色襪子。可見黑色代表暖系列，在陽光下較具保暖作用。而白色襪子代表淺色系列，在陽光下較不具保暖作用。
- 4.襪子髒度對保溫效果影響很小，可能纖維未減的情況下，保暖效果不大改變。
- 5.實驗 3-4 得知，流汗量影響襪子的保溫較大。可能流汗需更多的熱量來蒸發水分，造成熱量流失極大。

捌、結論

一、襪子的材質影響保溫:

- 1.室內黑襪比白襪更具有保溫作用，但保溫效果差異不大。
- 2.襪子保溫效果不因厚度增加而增加，可能還與襪子材質、織法、密度有關。
- 3.通常棉製品有較佳的保溫值，聚酯纖維的保溫效果不如棉製品。
- 4.襪子未乾就穿在腳上，一開始保溫效果較不好，直到水份蒸乾後才會較佳。
- 5.棉成分較多的襪子較透氣，聚酯纖維的透氣度則不如棉製襪。
- 6.運動機能襪有各種功能上訴求，厚度也較厚，但保溫效果如同一般學生襪。
- 7.銀離子襪價位高，但保溫效果與廉價襪差異不大，可能貴在特殊的除臭性。
- 8.一般羊毛襪或較厚毛襪有較佳的保溫效果，可能因為較厚，空氣層較多。

二、使用襪子的方式影響保溫

- 1.長棉襪變短(鬆)比直接套襪子(緊)有更佳的保溫效果，可能增加較多空氣層。
- 2.襪子經不同程度的洗滌對保溫效果不太有影響，但洗後纖維結構稍有改變。
- 3.若厚薄襪做組合穿在腳，則外厚內薄的組合比內厚外薄有較佳的保溫效果。
- 4.襪子浸泡漂白水影響保溫效果非常小，但對襪子的彈性會有影響。
- 5.浸泡柔軟精造成襪子保溫效果的影響非常有限，影響不大。
- 6.穿上不同層數的襪子，對保溫效果影響較大，越多層保溫效果越好。
- 7.襪子的保溫效果與紗線材質、織法、加工技術、厚薄、密度、顏色等有。

三、外在環境的不同影響襪子保溫:

- 1.風力造成襪子保溫效果的差距極大。因風力造成的保溫狀態為：無風黑襪 > 無襪無風 > 弱風黑襪 > 強風黑襪 > 弱風無襪 > 強風無襪。
- 2.實驗發現 100 分鐘後日照的保溫效果分別為:日照黑襪 > 日照白襪 > 室內黑襪 > 室內白襪。
- 3.襪子的髒度對保溫的影響很小。
- 4.模擬流汗的實驗得知，流汗量時對襪子保溫受到影響較大。