

中華民國第四十四屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組物理科

080112

連江縣立東引國民小學

指導老師姓名

劉宜倫

作者姓名

林宛昀

陳學平

劉禹安

張凱為

林坤皇

以柔克剛

壹、摘要

起跳後落地時，腳要做『緩衝動作』，這是一種以柔克剛的方法。起跳後落地時，腳會自然的彎曲，但是：

- 一、高度越高衝力越大嗎？
- 二、爲什麼要有這些彎曲關節的動作呢？
- 三、落地時，腳接觸在比較有彈性的地面上，能夠減緩衝力嗎？

貳、研究動機

縣運快要到了，我們學校現在密集訓練籃球隊，訓練的時候，老師要求我們一定要穿球鞋，因爲球鞋可以保護我們的腳，在接受訓練的時候，老師提到：起跳後落地時，腳要做『緩衝動作』，才不容易受傷，這是一種以柔克剛的方法。我們知道起跳後落地時，腳會很自然的彎曲，有時甚至會蹲下去用手幫忙撐地，但是：

- 一、難道高度越高衝力越大嗎？
- 二、爲什麼要有這些彎曲關節或用手撐地的動作呢？
- 三、落地時，腳接觸在比較有彈性的表面上，能夠減緩衝力嗎？

老師除了細心的爲我們解說力學原理，也建議我們去做有關緩衝力量的實驗。

參、研究目的

- 一、探討高度越高是否衝力越大。
- 二、探討關節彎曲的意義是要減緩落地瞬間的衝力。
- 三、探討物體落於有彈性的表面上能不能夠減緩衝力。

肆、研究器材

50 片光碟片、2 個大夾子、一個厚紙盒、兩張高度一樣的椅子、童軍繩、皮尺（單位：公分）、衛生紙

伍、研究過程及方法

本研究分三個主題來探討與研究：

主題一、高度越高是否衝力越大：

實驗方法：

我們經驗告訴我們從越高的地方往下跳，落地時腳會越痛，這樣是否代表衝力較大呢？我們在安全的考量下，以物品從不同高度自由落下的實驗來證明高度越高衝力越大。

實驗器材準備：

架設一組臨界力量檢驗平台（註 1）、將十片用膠帶固定成一疊的光碟片從不同高度落入預先架設好的臨界力量檢驗平台（如下圖所示）



【 皮尺：單位公分 】





【 大夾子 】





【 紙盒 】

實驗步驟：

步驟（一）：將固定成一疊的光碟片從起點 30 公分處自由落入臨界力量檢驗平台，重複 5 次，並觀察平台的變化，紀錄之。

步驟（二）：如同步驟一，每次提高 10 公分將固定成一疊的光碟片從提高的高處點自由落入臨界力量檢驗平台，並觀察平台的變化，紀錄之。

高度	結果	說明
30 公分		* 大夾子依然把紙盒夾得很緊。
40 公分		* 紙盒的右邊有些微鬆脫。
50 公分		* 紙盒的左邊明顯鬆脫，紙盒的右邊也有些微鬆脫。
60 公分		* 紙盒的左邊整個鬆脫，紙盒的右邊也有部分鬆脫了。

70 公分		* 紙盒的左邊整個鬆脫，紙盒的右邊也有明顯鬆脫了。
80 公分		* 整個紙盒都脫離大夾子了。
90 公分		* 整個紙盒都脫離大夾子了。
100 公分		* 整個紙盒都脫離大夾子了。

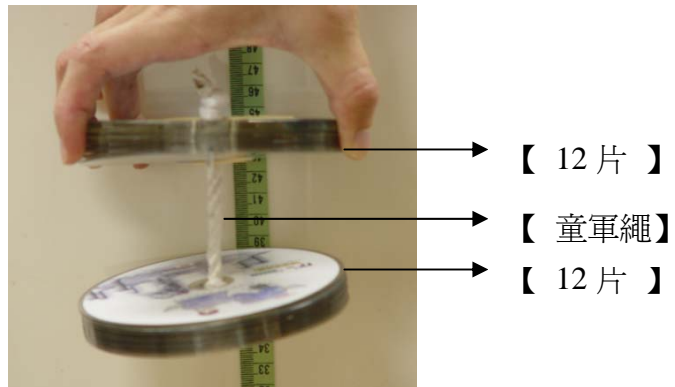
主題二、關節彎曲的意義是要減緩落地瞬間的衝力，它的機制為何？

實驗方法：

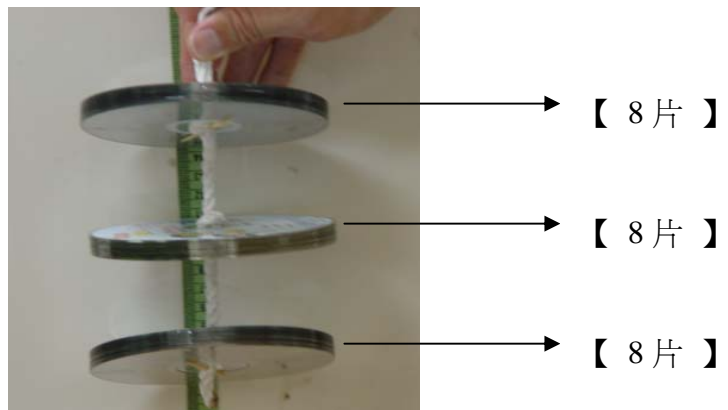
我們爲了了解關節彎曲能否減緩落地瞬間的衝力，我們製作了兩組重量相同類似關節的實驗器材：人工關節 1 號、人工關節 2 號。並從一樣的高度自由落下重量相同的三樣實驗器材（分別是 24 片用膠帶固定成一疊的光碟片、人工關節 1 號、人工關節 2 號），並觀察臨界力量檢驗平台的反應情形。

實驗器材準備：

1. 臨界力量檢驗平台。
2. 將 24 片光碟用膠帶固定成一疊。
3. 製作關節 1 號：將 24 片光碟分成 2 等份，並分別用膠固定成一疊，再用童軍繩串起來（如右圖所示）



4. 製作關節 2 號：將 24 片光碟分成 3 等份，並分別用膠帶固定成一疊，再用童軍繩串起來（如右圖所示）






實驗步驟：

步驟（一）：測量出 24 片用膠帶固定成一疊的光碟片在臨界力量檢驗平台所測出的臨界高度（註 2）是（35 公分）。

步驟（二）：將關節 1 號從步驟一所測量的高度（35 公分）處自由落下，並觀察臨界力量檢驗平台的變化，重複 5 次，紀錄之。

步驟（三）：將關節 2 號從步驟一所測量的高度（35 公分）處自由落下，並觀察臨界力量檢驗平台的變化，重複 5 次，紀錄之。

實驗物	結果	說明
24 片一疊的光碟		* 紙盒直接脫離大夾子，掉落在地面。
人工關節 1 號		* 紙盒的右邊整個鬆脫，左邊也明顯鬆脫，但未完全脫離。
人工關節 2 號		* 紙盒的左右邊皆有些微鬆脫而已。

主題三：探討物體落於有彈性的表面上能不能夠減緩衝力：



研究方法：

我們以膠帶固定 10 片光碟片成一疊為重物，並在臨界力量檢驗平台鋪上不同數量的衛生紙，再從臨界高度自由落下重物，觀察臨界力量檢驗平台的變化。

實驗器材準備：衛生紙、臨界力量檢驗平台、10 片一疊的光碟片

實驗步驟：

步驟：在臨界力量檢驗平台上每次增加 1 張衛生紙，然後將重物從臨界高度自由落下，觀察臨界力量檢驗平台的變化，每一增加一張衛生紙，重複 5 次自由落下，紀錄之。

衛生紙張數	結果	說明
1		* 紙盒的右邊完全鬆脫。
2		* ，右邊幾乎快脫離大夾子。
3		* 紙盒的右邊明顯鬆脫。

4		* 紙盒的右邊些微鬆脫。
5		* 紙盒的右邊些微鬆脫。

陸、實驗結果：

主題一：高度越高是否衝力越大。

從本實驗的結果發現，重量固定的時候，當高度從 30 公分開始提高，高度越高則紙盒從兩側夾子滑落的情形越明顯。

主題二：關節彎曲的意義是要減緩落地瞬間的衝力。

從本實驗的數據發現：

結果 1：24 片用膠帶固定成一疊的光碟片從臨界高度下落至臨界力量檢驗平台時，厚紙盒會從兩側的夾子脫離。

結果 2：關節 1 號從臨界高度下落至臨界力量檢驗平台時，厚紙盒有 1 邊脫離大夾子。

結果 3：關節 2 號從臨界高度下落至臨界力量檢驗平台時，厚紙盒兩邊都沒有脫離大夾子。

主題三：物體落於有彈性的地表面上能不能夠減緩衝力。

從本實驗的數據發現衛生紙鋪的越厚，紙盒滑落脫離大夾子的狀況越不明顯。

柒、實驗結果探討：

主題一：高度越高是否衝力越大？

從主題一的實驗結果知道高度越高，紙盒鬆脫的情形越明顯。因為高度越高，光碟在落地的瞬間速度就越大，所產生的衝力也就越大。也由此可知，我們在一些籃球訓練的過程中，跳得越高，落地時的速度也較快，容易受到比較大衝力而使腳踝受傷，因此更要特別小心。

主題二：關節彎曲的意義是要減緩落地瞬間的衝力。

高度一定，光碟的總片數相同，一整疊的光碟片下落至臨界力量檢驗平台所造成的結果反應（厚紙盒脫離大夾的的程度）比關節 1 號來的大，而關節 1 號下落至臨界力量檢驗平台所造成的結果反應則比關節 2 號來的大，最主要的差別是因為 24 片光碟被分批用童軍繩連接。我們雖然拿起來重量幾乎相同，而且自由下落高度也一樣，但是童軍繩的連接使得落地的衝力被『緩衝』了。

【緩衝的原理】 24 片光碟分成 2 等份的關節 1 號和 24 片光碟分成 3 等份的關節 2 號，在下落的過程中，童軍繩會產生形變（類似膝關節彎曲），提供了下落物品較多的緩衝時間，衝力也因此變成原來的 1/2（1/3）。

因此我們從高處落地時，關節的彎曲，就是在提供較多的緩衝時間，使落地時衝力減小，如此比較不容易受傷。

主題三：探討物體落於有彈性的地表面上能不能夠減緩衝力。

從本實驗的數據發現，重量固定（10 片已經固定成一疊的光碟），從該重物的臨界高度（80cm）自由落下，厚紙盒上舖的衛生紙越厚，厚紙盒從大夾子脫離的反應越小，這表示衛生紙厚度越大，能形成越有彈性的表面，所造成緩衝的效果就會越好。因為越有彈性的表面就能提供較長的緩衝的時間以減緩衝力。而穿著球鞋的原理也是要提供有效的緩衝時間，減少部分衝力，使運動傷害減少。

捌、註解：

註 1：臨界力量檢驗平台：用兩個相同的大夾子夾住厚紙盒的兩邊，再將大夾子用銅線固定在兩張高度相同的椅背上。

註 2：臨界高度：臨界力量檢驗平台的厚紙盒會在一定的受力下，脫離大夾子滑落，當重物剛好上升至在某個高度自由下落，促使後紙盒開始脫離大夾子滑落的高度，我們稱爲此高度爲該重物的臨界高度。

玖、參考資料及其他

一、 休伊特著 常雲惠譯 觀念物理 I 天下遠見出版 p158~162 2001 年初版

二、 許樹淵著 運動生物力學 國立編譯館主編 p343~p356 民國 88 年

評語

080112 國小組物理科

以柔克剛

1. 內容仍可加深加廣
2. 研究方法可更嚴謹一點。