

科技部補助

大專學生研究計畫研究成果報告

* ***** ***** *
* 計畫 : 比較增強式訓練結合動態神經肌肉穩定術或結合動態 *
* 名稱 : 伸展在肌肉骨骼的表現 *
* ***** ***** *

執行計畫學生： 蘇雋哲

學生計畫編號： MOST 105-2815-C-040-050-E

研究期間： 105年07月01日至106年02月28日止，計8個月

指導教授： 唐詠雯

處理方式： 本計畫可公開查詢

執行單位： 中山醫學大學物理治療學系

中華民國 106年04月06日

目錄

1. 中文摘要	II
英文摘要及關鍵字	III
2. 報告內容	
• 研究介紹	1.
• 研究方法	6.
• 研究結果	11.
• 討論	16.
• 參考文獻	18.
3. 計畫成果自評表	20
4. 科技部補助專題研究計畫成果彙整表	21

中英文摘要及關鍵詞

中文摘要：

比較增強式訓練結合動態神經肌肉穩定術或結合動態伸展的訓練效果

背景與目的：增強式訓練常用於爆發力的訓練，動態神經肌肉穩定術由Kolar學者所提出透過訓練脊椎整合性穩定系統維持姿勢的核心穩定可以提升整體動作模式，而動態伸展為藉由主動的伸展可防止運動傷害及增加運動表現，三者訓練的成效已在許多研究中被證實，但結合訓練的成效較少有研究探討。本研究目的為探討進行四週之增強式訓練結合動態伸展或結合動態神經肌肉穩定術的訓練之成效，以及比較兩組介入成效之差異。**方法：**本研究之受試者招募於中區某大專院校，20位大學生(6位男性14位女性，平均年齡 20.15 ± 1.18 歲)自願參與本研究，以隨機方式分成增強式訓練結合動態神經肌肉穩定術組10人(3位男性7位女性)，與增強式訓練結合動態伸展組10人(3位男性7位女性)，進行一周兩次、每次約五十分鐘共八次介入，動態神經肌肉穩定術有11個動作、動態伸展有12個動作，增強式訓練為共同訓練部分，有8個動作組成，在介入前後測量(1)坐姿體前彎的柔軟度表現、(2)膝伸直肌肌力，以及(3)立定跳遠距離、垂直跳距離、最大著地力量、壓力中心軌跡等爆發力表現。統計方法以SPSS 20.0進行描述性統計、獨立樣本t檢定及成對樣本t檢定來進行分析。**結果：**增強式訓練結合動態伸展組及增強式訓練結合神經肌肉穩定術組兩組在介入前各參數沒有統計上顯著地差異，在介入前後的變化中，增強式訓練結合動態伸展組在坐姿體前彎($p=0.02$)、膝伸直肌力($p=0.001$)、立定跳遠($p=0.002$)、壓力中心軌跡($p=0.006$)均有統計上顯著地進步，增強式訓練結合動態神經肌肉穩定術組則只有在膝伸直肌力($p=0.009$)、立定跳遠($p=0.021$)有顯著地進步，兩組介入後在各參數比較及介入前後的各參數變化量比較顯示均無統計上顯著差異。**結論：**增強式訓練結合動態伸展或動態神經肌肉穩定術均會提升提高肌力、爆發力，若增強式訓練只結合動態伸展訓練，會額外改善柔軟度、身體重心轉移能力，所以增強式訓練能改善肌力與爆發力，若要提高肌肉效能、改善關節活動，需結合動態伸展訓練，然而動態神經肌肉穩定結合增強式訓練在肌力、爆發力外的項目沒有顯著的進步，可能與介入時間的不足、檢測項目無法有效測得肌耐力、身體排列、核心肌群的變化而有關。**臨床意義：**增強式訓練無論結合動態伸展訓練或動態神經肌肉穩定術訓練有別於以往只單一選擇增強式訓練，除改善肌力、爆發力表現外，結合動態伸展訓練可以改善在柔軟度、身體重心轉移的成效，建議在增強式訓練時，可合併動態伸展訓練加入運動選手的訓練項目或是復健病人的運動中，比起單一增強式訓練效果更好。

英文摘要：

Comparing Effects between Plyometric Training combined with Dynamic Neuromuscular Stabilization and Plyometric Training combined with Dynamic Stretch

Abstract：

Plyometric exercise is used usually improving muscle power training , the dynamic neuromuscular stabilization is published by Dr. Kolar that through training integrated spinal stabilizing system (ISSS) to maintain posture stability can improve whole motor patterns, and dynamic stretch is used to avoid exercise injury risk and increasing performance by active stretch. The effect of this three kinds of exercise training is proved by lots of researches . However combined training of them is rare researched , we want to know Effects between Plyometric Training combined with Dynamic Neuromuscular Stabilization(DNS) and Plyometric Training combined with Dynamic Stretch in four weeks.Outcome measurements are sit to reach(cm),knee extensor strength(lbs) ,standing long jump(cm), vertical jump height(cm),COP length(mm) , peak landing force(N) Result : Plyometric combined with Dynamic Stretch group significantly improved at sit to reach 、knee extensor strength 、standing long jump 、COP length , and the Plyometric combined with DNS significantly improved only improved at knee extensor strength . However ,the data between two group is not significantly different after intervention .Conclusion : Plyometric combined with Dynamic Stretch improved muscle flexibility 、weight shifting control 、muscle strength 、muscle power more than Plyometric combined with DNS . The limitation of our research is the insufficient intervention duration and the measurement can't detect core muscle endurance ability

Key words : plyometric exercise , dynamic stretch , dynamic neuromuscular stabilization, muscle strengthening

一、研究介紹：

1. 前言：

增強式訓練(Plyometric training)在各個運動領域的訓練中時常看見，常用來增進跳躍及爆發力的表現，近幾年台灣興起核心運動的風潮，動態神經肌肉穩定術(Dynamic neuromuscular system)是以肌動發展學為原則設計的一套核心穩定系統，藉由增強內部軀幹穩定能精準協調骨骼、肌肉、關節間的動作，與其比較的是動態伸展(Dynamic stretch)，透過主動拉筋的暖身可以增加肌肉收縮能力、柔軟度、關節活動度、爆發力的表現，三者各別對運動表現的幫助在許多研究中已被證實出來，假若增強式訓練結合了動態神經肌肉穩定術能否對動作控制、核心穩定有所進步，或增強式訓練結合動態伸展是否對柔軟度、及其他爆發力的表現有更進一步的表現，目前較少有這方面的研究，也是本次實驗所需探討的地方。

2. 研究動機與研究問題：

過去的運動訓練概念為每次只用一種單一形式的訓練方法，例如單一動作的阻力式訓練、有氧或無氧的衝刺訓練及現今流行的核心訓練等，雖然一次一種訓練形式的成效及相關研究已被證實許久，如增強式訓練已被許多研究證實有效增進下肢肌肉爆發力的表現使肌力增加，可以跳的更高、衝刺更快，在許多運動領域不管是田徑領域、各式球類領域甚至是臨床病人的復健都很常見；運動前的暖身如動態伸展可在短期內使柔軟度增加、肌力及爆發力有所提升，對於運動的表現的增進也是大家有共識且有被證實的知識；而現今流行的核心穩定運動透過維持特定的姿勢，不管是棒式、彈力球上的各式各樣的動作等僅需維持數秒至數分鐘即可訓練到維持身體姿勢重要的深層穩定肌肉，維持正確關節排列，可有效塑身、增強遠端肢體的控制，對於運動的增進也是功不可沒

，然而一般民眾或健身房教練甚至傳統球隊之教練較多只有一種單一訓練的觀念，可能針對某一動作像投籃、打擊、踢球、舉重、跳躍等專一的動作進行大量且重複的訓練，然而雖然對於動作的熟悉度、肌力的提升是有所幫助，但注意到動作進步的同時容易忽略了受傷的可能性及其他由於姿勢不良造成的代價，故核心運動或動態伸展的訓練就在此展現其必要性，一次進行多種形式的訓練方法至今仍不常見，故想探討核心或動態伸展與增強式訓練的組合式的訓練是否額外增加運動表現成效，以及兩種組合相比何種更為有效以及未來應用的可能性。

研究目的有三：

1. 探討增加式訓練結合動態神經肌肉穩定術的介入在柔軟度、肌力、爆發力的成效。
2. 探討增加式訓練結合動態伸展的介入在柔軟度、肌力、爆發力的成效。

3. 探討增加式訓練結合動態神經肌肉穩定術與增加式訓練結合動態伸展兩組介入在柔軟度、肌力、爆發力的成效差異。

3. 文獻回顧與探討

一、運動需要的表現

肌力為肌肉對抗阻力時所發出的力量，一般指肌肉在一次收縮時，所能產生的最大力量，爆發力為肌肉產生力量過程中肢體移動速度與肌肉產生力量的乘積，於盡可能短的時間內產生盡可能大之力量，通常以垂直跳、立定跳遠等移動身體的測驗結果來代表(Knuttgen & Komi, 1992)，透過訓練可使肌肉收縮所產生的作功增加，在進行動作時身體各部位的肌肉可在適當時機產生更多力量，擁有好的肌力及爆發力不僅可以增進身體適能也能增加運動表現，在田徑或球類等項目中更是不可或缺的。(王順正, 1991)

二、各類運動訓練效果

1. 增強式訓練的運用與效果

增強式運動為一種結合速度與強度的訓練，可以用來增加爆發力與肌力，秉持的原則為在肌肉的離心與向心收縮之間保持著短時間的轉換，可以將肌肉拉長所產生的延展势能快速轉換為機械能以降低轉換成熱能的可能，且可調用特殊的神經適性，如增加主動的肌肉動作單元，比起傳統的重量阻力訓練，呈現較少的肌肉肥大，常見的動作(見圖 1)有瞬間的跳箱、抱膝跳、屈膝跳、碰牆跳、180 度跳躍、袋鼠跳、鋸齒型移動跳、深跳式跳躍等的動作，Afyon 等人對 15 位男性足球選手進行 8 週的增強式訓練後，在背部及腿部的肌力、右手握力和垂直跳都有顯著的進步(Afyon, 2014)，Adams 等人則是對 48 名男性大學生進行 7 週的訓練，結果在臀部及大腿的肌力、垂直跳有顯著進步(Adams & O'Shea, 1992)。經過增強式訓練後可有效的增進下肢肌肉爆發力的表現使作功增加、肌力輸出的增強，更可以增進運動的表現，如跳躍瞬間的高度、短跑衝刺的速度等需要大量下肢肌肉的動作。



(跳箱)



(碰牆跳)



(屈膝跳)



(抱膝跳)



(屈膝跳)



(袋鼠跳)



(深跳式跳躍)



(抱膝跳)



(鋸齒型移動跳)

圖 1. 增強式訓練範例

2. 動態伸展對運動表現的影響

伸展運動可以增加運動能力藉由增加肌肉表現能力、協調性、呼吸及心血管系統的效率、肌肉的力量、輸出等等防止運動有關的受傷以及增強運動表現。通常是由靜態的伸展最為廣泛，然而最近有研究指出靜態的伸展會降低肌肉的表現，不管是在等長收縮、跳躍、爆發力的表現等等，甚至有學者建議靜態的伸展不該被放到暖身之中。熱身通常分 被動及主動兩種，被動的熱身飽含透過外在的方式 提高肌肉或核心的溫度(如熱水澡、熱敷包、靜態伸展等)，主動的熱身透過動態的動作如(慢跑、柔軟操、動態伸展等)，已有研究指出主動的熱身優於被動的伸展 在增加肌肉表現上面，由於其提高體溫的方式是藉由肌肉的作用、以及把身體準備好運動的狀態。增加肌肉內血管的擴張 增加氧氣的供給

(Dalrymple,Davis,Dwyer,&Moir,2015)，常見的動作像是，踢腿、抬腿、弓箭步等(見圖 2)，與靜態伸展最大差別在於動作進行中不會有維持同一姿勢太久的情形，通常 2~3 秒就做完一個動作。Yamaguchi 等對 12 名健康男性健行一天的動態伸展訓練，發現最大做功及達到最大做功時的速度有明顯上升 (Yamaguchi, Ishii,Yamanaka,&Yasuda,2007)Abbas 等人對 19 位足球員進行 4 天的訓練，最後在垂直跳上有顯著的進步(Abbas & Mohammadtaghi,2012)， Jeffrey 則對 14 位女性進行動態伸展，結果發現在最大做功、垂直跳、髖關節活動度、肢體前彎有顯著的進步(Jeffery,2010)。當加上動態伸展的訓練可以在短期內可以使肌肉收縮更有效，使肌力、爆發力上升、關節活動度增加，對於主要運動項目的表現，更能夠發揮身體肌肉骨骼系統的效益，使身體更快進入最合適的運動狀態。



(Thigh up)



(Leg extension
anterior aspect of body)



(Supine hip flexion with
bent leg)



(Standing lunge)



(Buttock kick)



(Leg extension posterior aspect of body)



(Supine hip flexion with straight leg)



(sidelying knee flexion)



(Standing hip flexion with straight leg)



(Standing shoulder flexion)



(Standing dorsiflexion)



(Standing shoulder abduction)

圖 2 動態伸展訓練範例

3. 動態神經肌肉穩定術(Dynamic neuromuscular system, DNS)

對動作協調的影響

DNS 是一種徒手及復健的方法來調整身體動作，是 Kolar 學者根據肌動發展學的原則所提出，現在被廣泛接收在運動場上的復健、肌肉骨骼的過度使用還有傷害的預防等等，他所強調綜合脊椎穩定系統(integrated spinal stabilizing system, ISSS)，是一種維持平衡的共同動作在頸部深層屈肌及脊髓伸肌之間，還有在橫膈、骨盆底、腹部及脊椎區域提供一個前方腰髖姿勢的穩定。

另一個影響脊椎穩定的是腹內壓(IAP)系統，過去已有共識為增加腹內壓可以穩定脊椎排列，以及有內在的深層肌肉配合，可以提供良好的脊椎穩定，這些深層核心在做自主的動作的時候形成一個前饋系統，使每一個關節動作確保在穩定的肌肉功能上，不管是遠端或近端的肌肉來確定關節在動作鏈中的正確位置，它會影響到的是整個身體的解剖構造，其次是以健康嬰兒的穩定度發展模式當作治療來恢復長期錯誤姿勢造成的錯誤穩定模式，尋求好的 ISSS 及 IAP 來避免做多的關節承重，甚至在呼吸的時候 橫膈膜的下降來增加 IAP 以保持腹部、骨盆底應有的張力。常見的動作如圖 3。



Prone head lift



Supine flexion hip and knee to 90



Trasiton to prone



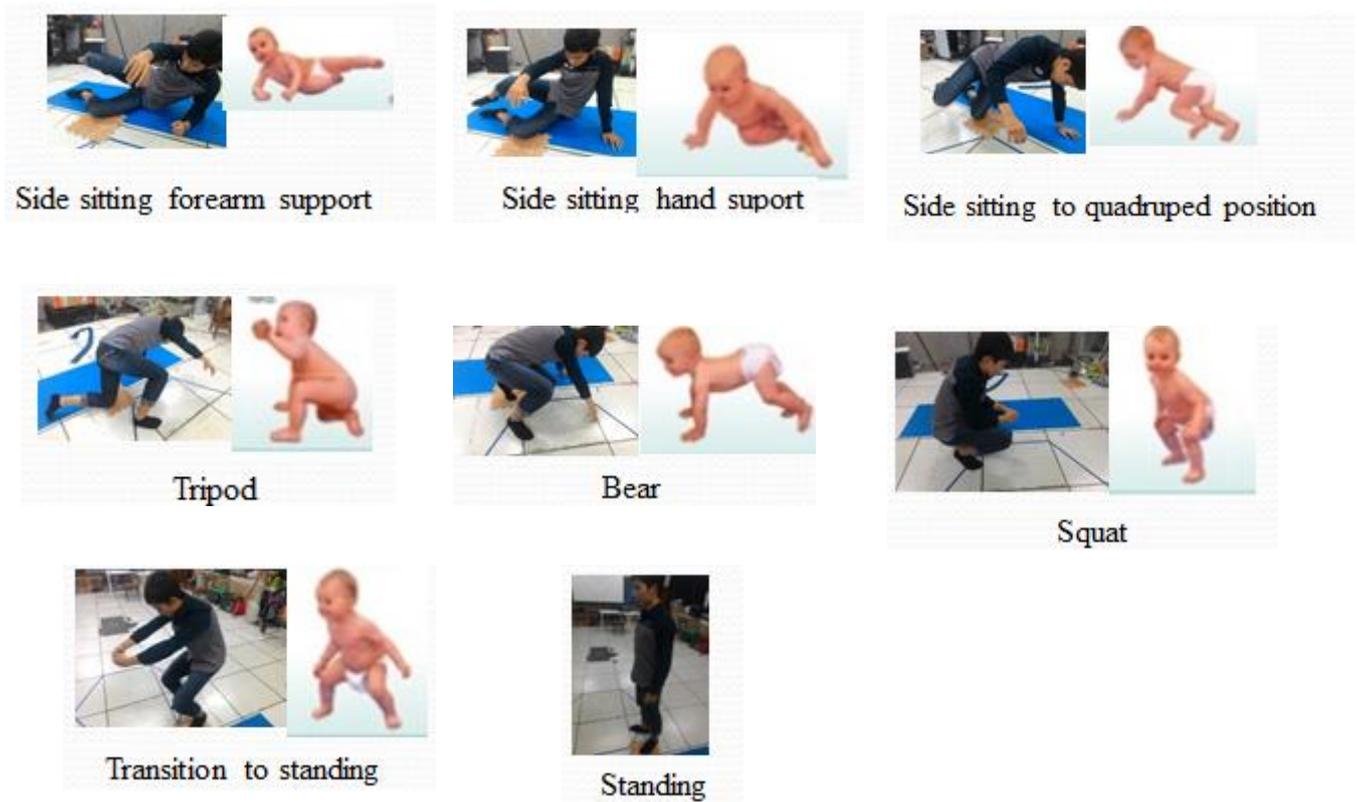


圖 3 動態神經肌肉穩定術訓練範例

有其他相似的核心訓練指出經過六周的核心訓練，發現在跳躍高度不變下可以降低著地時的最大力量值，減低下肢受傷的危險，Afyon 對 15 位男性足球選手進行 8 週的核心訓練後，發現在肌力及垂直跳的項目也有所進步(Afyon,2014)。預期當有較強的核心穩定之後，可以在近端肢體的穩定下給予遠端肢體較好的活動能力，有助於整體動作的維持、遠端肢體的協調及瞬間肌肉發力時重心的穩定，進而增進動作的品質且減少因錯誤姿勢而代償的所造成的出力。

三. 合併不同運動訓練的效果

1. 增強式結合動態伸展

當動態伸展結合增強式訓練後，透過動態伸展將關節活動度提升且提升肌肉收縮效率後，在進行增強式訓練時，離心與向心收縮的轉換之間肌肉有更多的長度及活動度可以進行收縮且增強肌肉做功的輸出，可以更有效的增進爆發力及肌力，Selvam ramachandran 等對 30 位職業籃球員進行兩周的訓練後，在垂直跳及折返衝刺有顯著的進步(Ramachandran&Pradhan.2014)。本研究也想探討除了在肌力及爆發力有所進步之外，在其他項目如柔軟度、身體協調性、身體重心的變化是否也會因為結合式的運動訓練而有所進步。

2. 增強式結合平衡訓練

藉由平衡訓練，可以穩定身體重心，在做動作時可準確的將動作做到想要的位置，而非施多餘的力在斜向或其他方向上，Behm and Colado 指出當處在不平衡的狀態下進行動作會使肌肉的出力及做功均下降(Behm,D &Colado,J,C,2012)，故當增強是訓練結合平衡訓練後，可降低在增強式訓練時對關節的衝擊及緩和、高載重、高組數的過度訓練效果，Chaouach 等對於 14 名青少年進行八周的增強式訓練結合平衡訓練，結果在 10 公尺衝刺及折返跑上有顯著的進步(Chaouachi,2014)。故只有單純的增強式訓練是稍嫌不足的，隨著肌力的進步，身體代償的肌力也同樣增加，配合平衡訓練後把不必要的出力減少，對身體負擔及運動的動作準確度都能有所改善。

由於增強式訓練可以對下肢的肌力及爆發力的增進已如前述所說，加上身體核心肌肉的訓練可以減低關節額外的負擔、增加身體的協調性。若增強式訓練結合動態神經肌肉穩定術，應可加強身體的脊椎排列穩定、減少額外的四肢代償姿勢，使增強式訓練時更集中該動作及肌肉上，進行動作表現時，由於軀幹的穩定，對於四肢瞬間爆發力的表現也可以有所進步。若增強式訓練結合動態伸展，應可加強身體柔軟度的表現，使關節活動範圍更大，更多的肌肉可以參與動作的執行，對於增強式訓練的效果能夠增加、減少單一肌肉的過度使用的負擔，這兩種結合的方法個別來看都是有其效益。所以假若增強式訓練結合了動態神經肌肉穩定術能否對動作控制、核心穩定有所進步，或增強式訓練結合動態伸展是否對柔軟度、及其他爆發力的表現有更進一步的表現，目前較少有這方面的研究，也是本次實驗所需探討的地方。

二、研究方法：

一、研究對象：一般大專院校，非體育相關科系學生 20 名

(男性 10 名、女性 10 名)

納入條件：健康狀況良好、有運動習慣者且在在實驗期間內，無任何因素影響測試成績者。

排除條件：過去半年有任何下肢神經、肌肉、骨骼傷害病史者。

二、研究流程 (見圖 4)

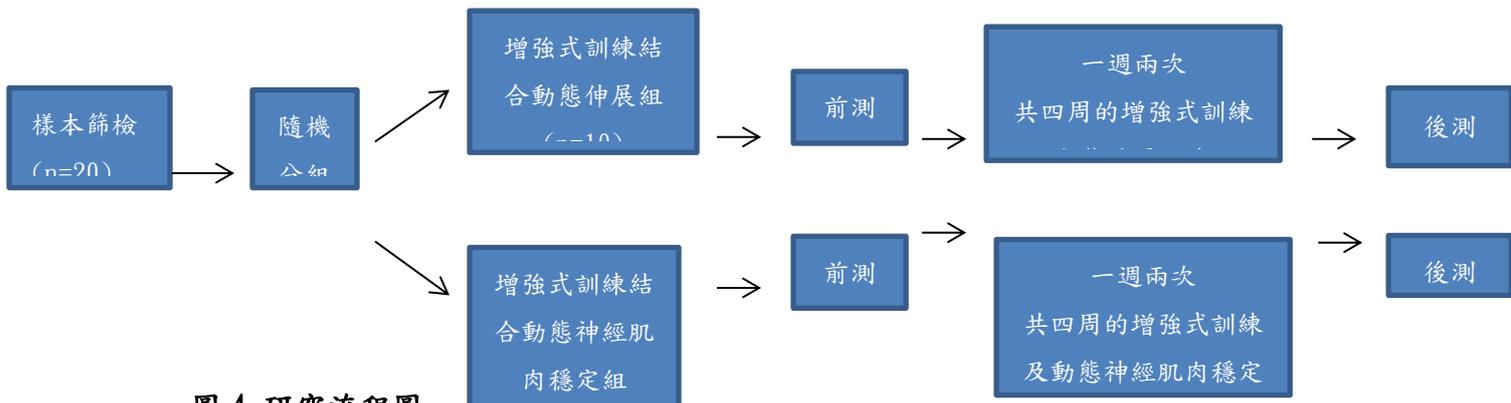


圖 4. 研究流程圖

1. 研究流程：

取 20 位健康大專生，以隨機分組分成增強式訓練結合動態神經肌肉穩定術組與增強式訓練結合動態伸展組，增強式訓練結合動態神經肌肉穩定術組共有 10 人，增強式訓練結合動態伸展組共有 10 人，進行一周兩次、每次五十分鐘共八次的介入，兩組均接受由八個動作所組成的增強式訓練共 25 分鐘，另外的 25 分鐘分別接受動態神經肌肉穩定術或動態伸展的介入，動態神經肌肉穩定術的訓練由 11 個動作組成，動態伸展訓練由 12 個動作組成。均在介入前後進行坐姿體前彎、股四頭肌肌力、立定跳遠距離、垂直跳距離、垂直跳之最大著地力量和重心變化範圍的測量。

2. 前後測測量項目：肢體前彎、肌力測試、立定跳遠、垂直跳高、重心總位移路徑長、最大著地力量值

3. 受試者分為增強式訓練結合動態神經肌肉穩定組及增強式訓練結合動態伸展組，介入時間為一週兩次每次 50 分鐘，共維持四週的訓練。

三、介入方法：

1. 增強式訓練：

選取八個動作分別為 Deep knee bend jump、Box jumping、Tuck jump、Wall jump、Kangaroo hops、Zigzag bounding、Depth Jump，(動作圖示如圖 1.)，每次練習取其五個動作，每一週照順序換成下一組五個動作(每週動作及順序不完全一樣)，每個動作需在一分鐘內跳完，動作間可休息一分鐘，一次練習共作兩組動作，每個動作從第二週開始每週多加一下(見圖 5.)，總共 25 分鐘的訓練。

(第一，二次)

	TIMES	REPS
box jumping	10	2
Wall jumps	10	2
deep knee bend jump	10	2
TUCK JUMP	10	2
180 degree Jumps	10	2
Total	50	10

(第五，六次)

	TIMES	REPS
box jumping	12	2
Depth Jump	12	2
deep knee bend jump	12	2
TUCK JUMP	12	2
180 degree Jumps	12	2
Total	60	10

(第三，四次)

	TIMES	REPS
deep knee bend jump	11	2
TUCK JUMP	11	2
Kangaroo hops	11	2
Depth Jump	11	2
Zigzag bounding	11	2
Total	55	10

(第七，八次)

	TIMES	REPS
TUCK JUMP	13	2
180 degree Jumps	13	2
Depth Jump	13	2
box jumping	13	2
Zigzag bounding	13	2
Total	75	10

圖 5. 增強式四週訓練動作安排及其組數

2. 動態伸展訓練：

共 11 個動作，分別是 Supine hip flexion with bent leg、Supine hip flexion with straight leg、sidelying knee flexion、Thigh up、Buttock kick、Leg extension anterior aspect of body、Leg extension posterior aspect of body、Standing lunge、Standing

dorsiflexion、Standing shoulder flexion、Standing shoulder abduction，(動作圖示見圖 2。)每個動作速率為 2 秒做一下，共做 10 下，休息間隔為 20 秒換下一組動作，左右腳各做一次，共作一組動作(詳細見圖 6)，每次訓練時間為 25 分鐘。

	times	reps
Supine hip flexion with bent leg	10	1
Supine hip flexion with straight leg	10	1
sidelying knee flexion	10	1
Thigh up	10	1
Buttock kick	10	1
Leg extension anterior aspect of body	10	1
Leg extension posterior aspect of body	10	1
Standing lunge	10	1
Standing dorsiflexion	10	1
Standing shoulder flexion	10	1
Standing shoulder abduction	10	1
Total	110	11

圖 6. 動態伸展動作安排及組數

3. 動態神經肌肉穩定術訓練:

共有 11 個動作，取其 4 個為進階式給予阻力的動作，每次練習照順序取其 3 個動作，且左右邊分別都要練習，動作需維持 1 分鐘休息 1 分鐘，共練習兩組，先進行動作個別的維持訓練(靜態)、再進行動作的結合(動態)、最後再練習以阻力的方式練習(靜態)，每次訓練時間為 25 分鐘。

動作列表：

- | | |
|--------------------------------------|---------------------------------------|
| 1. Prone head lift | 6. Side sitting to quadruped position |
| 2. Supine flexion hip and knee to 90 | 7. Tripod |
| 3. Transition to prone | 8. Bear |
| 4. Side sitting forearm support | 9. Squat |
| 5. Side sitting hand support | 10. Transition to standing |
| | 11. Standing |

(動作圖示見圖 3.)

四、評估之儀器:

1. Zebris-FDM-S 多功能測力板:

由許多的壓力傳感器組成，與電腦的程式結合，能應用在許多的領域，可以測得站立時靜態或移動時動態的足底壓力分布情況。可分析足部畸形、足部功能異常和任何姿勢下的壓力分布，可藉由軟體選擇不同的模式，平衡的分析也是可行的，對於結果可自動輸出一份報告，另一大特色為立板上的測量可在螢幕上進行同步視覺化的回饋，全部的測量資料可被儲存(見圖 7)，肌電圖及測量情形可使用慢動作撥放。

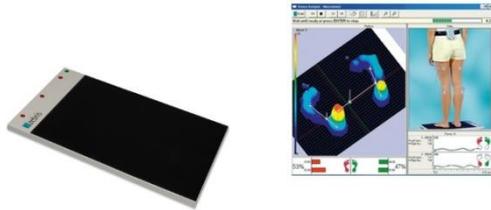


圖 7. Zebros-FDM-S 多功能測力板及其軟體

2. 手持式無線測力器 microfet2：

為手持的裝置，可以用來在任何所需的平面上，重量少一磅，符合人體工學的設計 可以貼合測試者的掌面有應變片的原件及傳感器，可以立即反應出所測量的力量值，有低閾值 - 0.8 lb. to 300 lbs. 及高閾值 - 3.0 lbs. to 300 lbs. (每單位為 0.1lb)

(見圖 8.)



圖 8 手持式無線測力器 microfet2

五、測量參數：

(1) 柔軟度項目

肢體前彎(sit to reach) (cm):

1. 受測者坐於地面或墊子上，兩腿分開 與肩同寬，膝蓋伸直，腳尖朝上受測者 雙腿腳跟底部與布尺之 25 公分 記號平齊 (需脫鞋)
2. 受試者雙手相疊，自然緩慢向前伸展，中指觸及布尺後， 暫停二秒，以便記錄。
3. 兩中指互疊觸及布尺之處，其數值即為成績登記之點。

(2) 肌力項目：

股四頭肌等長肌力(quadriceps isometric muscle strength)(lb):

請受試者坐在桌緣，且 hip、knee 維持 90 度的屈曲，測驗者將握力器放置於 ankle 上方，並請受試者伸直膝蓋，頂住測力器維持 3 到 5 秒後讀取讀數，左右腳均需要。

(3) 爆發力測量項目：

立定跳距離(standing long jump) (cm):

1. 受測者立於起跳線後，雙腳打開與肩同寬，雙腳半蹲， 膝關節彎曲，雙臂置於身體兩側後方。
2. 雙臂自然前擺，雙腳「同時躍起」、「同時落地」。
3. 每次測驗一人，每人可跳 3 次

4. 續丈量由起跳線內緣至最近之落地點為準

(4)力板測量項目：

1. 垂直跳高度(vertical jump height)(cm)

:採用 Nicholas P 所提出之方法取其雙腳在力板上所離地平均的時間，可由程式看出，再帶入公式，即可導出其垂直跳的高度（公式見圖 9）

(Linthorne,2001.Analysis of standing vertical jumps using a force platform)

$$\frac{1}{2}m v^{to2} + m g v^{to} = \frac{1}{2}m v^{peak2} + m g v^{peak}$$

$$v^{to} = g t^{flight} / 2, \quad G=9.81$$

peak of the jump is zero ($v^{peak} = 0$),

$$v^{flight} = v^{peak} - v^{to} = v^{to2} / 2g = g t^{flight2} / 8$$

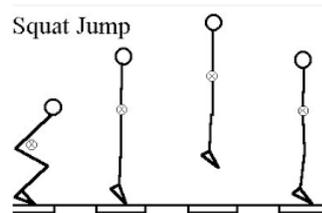


圖 9 公式及垂直跳示意圖

2. 重心總位移路徑長(center of pressure length)(mm):

記錄在整個從起跳到著地時其壓力中心的移動路徑長，結果由力版程式所呈現。

3. 最大著地力量測驗步驟(peak landing force)(N):

在力板上進行深蹲跳，當其落下時取左前足、左後足、前足、右後足之四點最大值加總後平均。（跳的方式如上圖）

六、統計分析

使用 IBM SPSS 20.0 軟體

1. 分析增強式訓練結合動態神經肌肉穩定組的柔軟度、肌力、爆發力在前後測的差異：用成對樣本 t 檢定法分別比較在介入前後之坐姿體前彎(cm)、股四頭肌等長肌力(1b)、立定跳距離(cm)、垂直跳高度(cm)、重心總位移路徑長(cm)、最大著地力量(N)的差異。
2. 分析增強式訓練結合動態伸展組的柔軟度、肌力、爆發力在前後測的差異：用成對樣本 t 檢定法分別比較在介入前後之坐姿體前彎(cm)、股四頭肌等長肌力(1b)、立定跳距離(cm)、垂直跳高度(cm)、重心總位移路徑長(cm)、最大著地力量(N)的差異。
3. 分析兩組間在介入後於柔軟度、肌力、爆發力變化的差異：用獨立樣本 t 檢定法比較兩組在坐姿體前彎(cm)、股四頭肌等長肌力(1b)、立定跳距離(cm)、垂直跳高度(cm)、重心總位移路徑長(cm)、最大著地力量(N)前後測變化值的差異。

二、預計實驗結果：

由於增強式訓練之效果，預計兩組均會在肌力及爆發力的項目都會有所進步；增強式訓練結合動態伸展對於柔軟度的影響較大故會在肢體前彎的進步較多，而增強式訓練結合動態神經肌肉穩定術對於脊椎的排列及核心穩定肌群的幫助較多，故會在重心總位移路徑長、最大著地力量值這兩個項目有所進步。

三、結果：

一共有 20 位受試者(6 位男性 14 位女性，平均年齡 20.15 ± 1.18 歲)參與實驗，使用隨機分組的方式分為增強式訓練結合動態伸展組，過程中無人退出，皆完成一周 2 次共四周的介入

1. 兩組在介入前數值之比較

增強式訓練結合動態伸展(表格內簡稱動 DS+P 組) 以及增強式訓練結合動態神經肌肉穩定術(表格內簡稱 DNS+P 組)在介入前的六個測量的數值坐姿體前彎(cm)、股四頭肌等長肌力(1b)、立定跳距離(cm)、垂直跳高度(cm)、重心總位移路徑長(mm)、最大著地力量(N)，經過成對樣本 T 檢定分析後其 P 值均大於 0.05 兩組的測量數值沒有顯著的差異，代表兩組在測驗前條件相同，沒有存在顯著的差異。

表 1. 測驗前兩組成對樣本統計

項目	DNS+P 組	DS+P 組	差值 (動態伸展-DNS)	個數	顯著性(P)
坐姿體前彎(cm)	37.76 ± 13.6	39.25 ± 7.4	1.49	10	0.329
股四頭肌等長肌力(1b)	42.01 ± 13.6	38.25 ± 12.1	-3.76	10	0.285
立定跳距離(cm)	198.20 ± 21.8	196.03 ± 34.6	-2.17	10	0.782
重心總位移路徑長(mm)	622.89 ± 90.6	751.65 ± 151.8	128.76	10	0.654
最大著地力量值(N)	573.20 ± 121.2	543.73 ± 196.1	-29.47	10	0.150
垂直跳高度(cm)	31.41 ± 7.8	33.61 ± 8.2	2.2	10	0.869

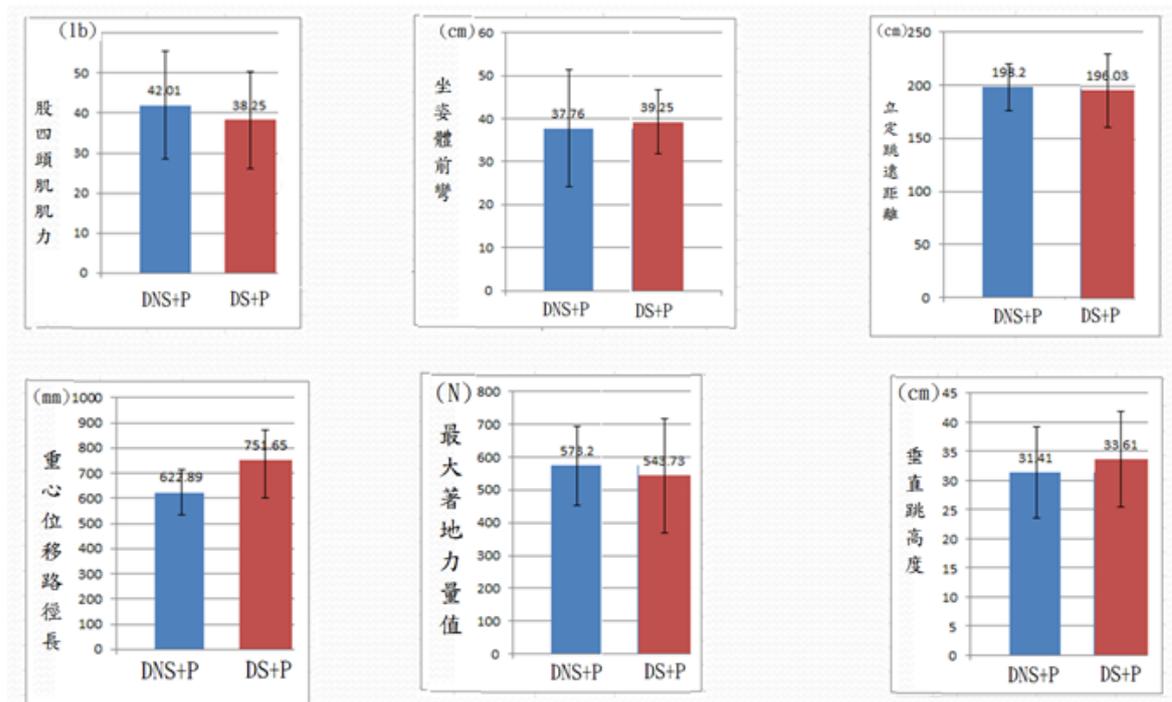


圖 10. DNS+P 與 DS+P 組在介入前之比較直線圖

2. 增強式訓練結合動態伸展組介入前後變化

增強式訓練結合動態伸展組經過 8 次的介入後分別在坐姿體前彎($P=0.02$)、股四頭肌等長肌力($P=0.001$)、立定跳距離(0.002)、重心總位移路徑長($P=0.05$)有顯著的進步，經過統計之後有顯著的差異。

表 2. 增強式訓練結合動態伸展組在介入前後變化統計圖表

項目	前測平均	後測平均	變化量	個數	顯著性(P)
坐姿體前彎(cm)	39.25±7.4	41.18±7.9	1.93	10	0.020*
股四頭肌等長肌力(lb)	38.25±12.1	58.53±11.2	20.28	10	* 表示 $p<0.05$
立定跳距離(cm)	196.03±34.6	207.33±30.7	11.3	10	0.002*
重心總位移路徑長(mm)	751.65±151.8	635.91±79.5	115.74	10	0.006*
最大著地力量值(N)	543.73±196.1	595.29±213.5	51.56	10	0.263
垂直跳高度(cm)	33.61±8.2	33.46±8	0.15	10	0.851

*表示其顯著性 <0.05

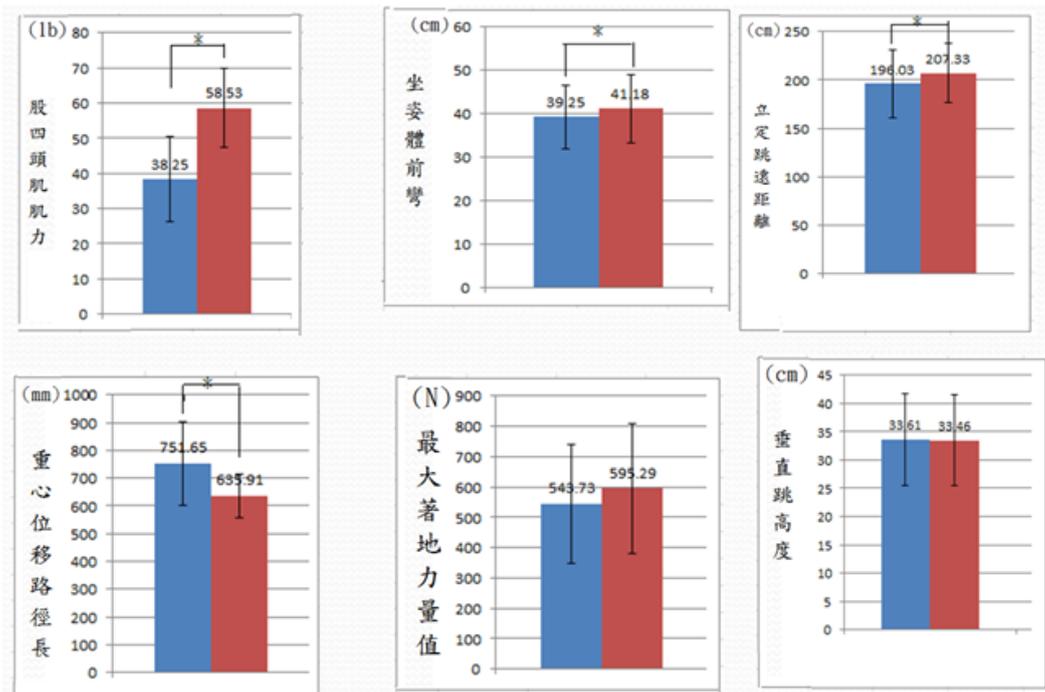


圖 11. 增強式訓練結合動態伸展組介入前後比較圖

3. 增強式訓練結合動態神經肌肉穩定術組介入前後變化

增強式訓練結合動態神經肌肉穩定術組經過 8 次的介入，只有在股四頭肌等長肌力(P=0.009)、立定跳距離有顯著的進步(P=0.021)，其餘的項目雖然有進步的趨勢但沒有統計上的差異。

表 3. 增強式訓練結合動態神經肌肉穩定術組介入前後變化統計圖表

項目	前測平均	後測平均	變化量	個數	顯著性(P)
坐姿體前彎(cm)	37.76±13.6	40.0 ±11.2	2.24	10	0.572
股四頭肌等長肌力(lb)	42.01±13.6	60.5±18.0	18.49	10	0.009*
立定跳距離(cm)	198.20±21.8	209.77±17.2	11.57	10	0.021*
重心總位移路徑長(mm)	622.89±90.6	588.41±53.8	34.48	10	0.298
最大著地力量值(N)	573.20±121.2	561.93±135.9	11.27	10	0.804
垂直跳高度(cm)	31.41±7.8	29.79±4.6	1.62	10	0.421

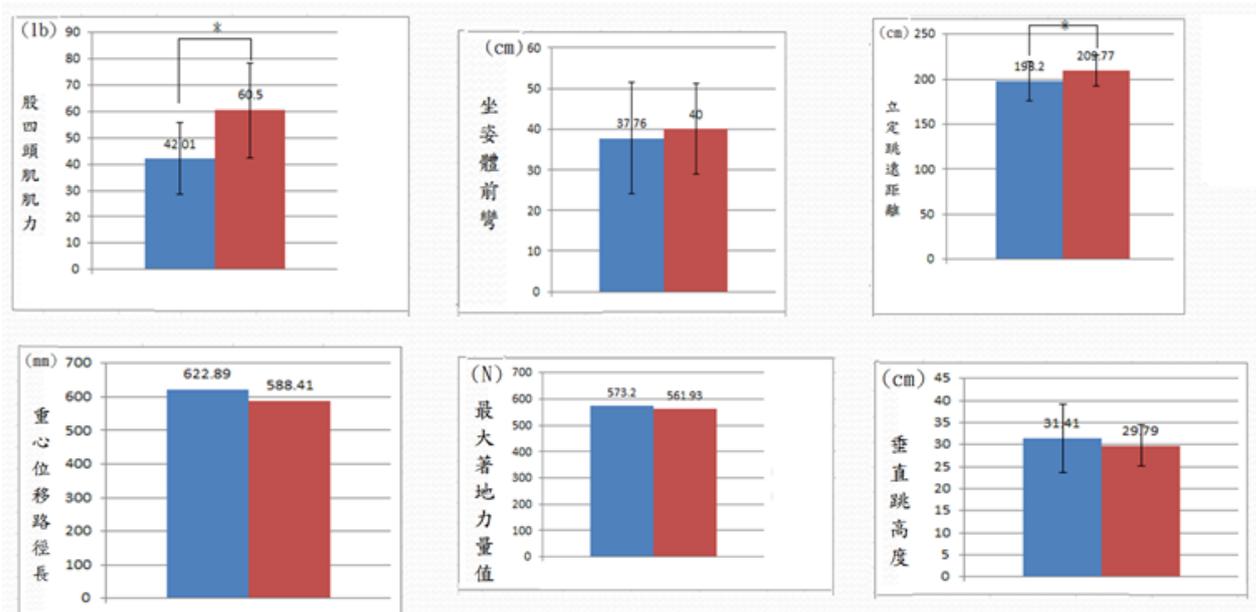


圖 12. 增強式訓練結合動態神經肌肉穩定術組介入前後比較圖

4. 兩組後測結果比較

將增強式訓練結合動態伸展組(以下圖表簡稱動態伸展組)與增強式訓練結合動態神經肌肉穩定術組(以下簡稱 DNS 組)的後測數值,經由成對樣本 T 檢定發現經過 4 週 8

次的介入後,六個測驗項目的數值經過統計後均沒有顯著的差異($P>0.05$),表示在經過介入後兩組間只有數值上趨勢不同的差異,沒有統計上的差異。

表 4. 兩組後測數值經統計分析之圖表

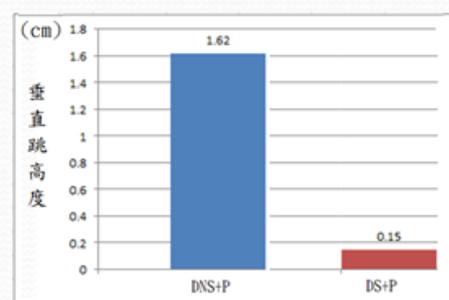
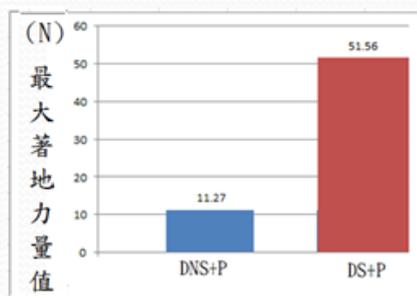
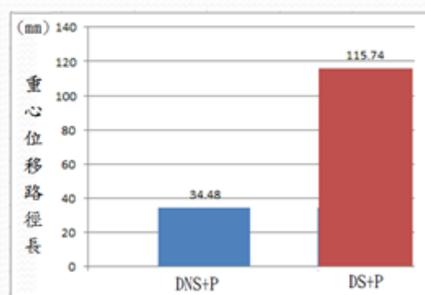
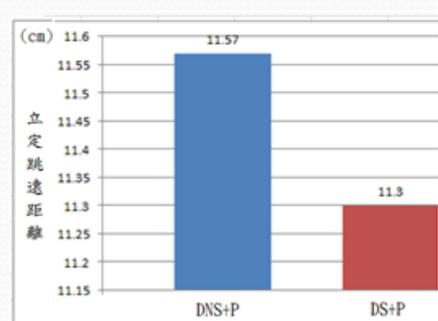
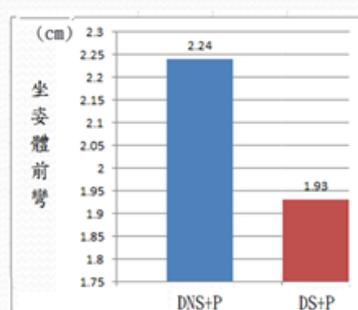
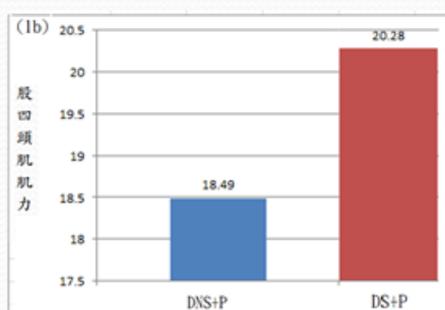
項目	DNS 組	動態伸展組	差值 (動態伸展-DNS)	個數	顯著性(P)
坐姿體前彎(cm)	40.0 ±11.2	41.18±7.9	1.18	10	0.918
股四頭肌等長肌力(lb)	60.5±18.0	58.53±11.2	-1.97	10	0.806
立定跳距離(cm)	209.77±17.2	207.33±30.7	-2.44	10	0.546
重心總位移路徑長(mm)	588.41±53.8	635.91±79.5	47.49	10	0.143
最大著地力量值(N)	561.93±135.9	595.29±213.5	33.36	10	0.773
垂直跳高度(cm)	29.79±4.6	33.46±8	3.67	10	0.261

5. 兩組介入後變化量比較

將增強式訓練結合動態伸展組之變化量與增強式訓練結合動態神經肌肉穩定術組之變化量，依每一個測驗的項目分別進行獨立樣本 T 檢定，其結果 6 個測量數值之前後測變化量在兩組之前均沒有統計上的差異($P>0.05$)

表 5. 兩組之檢測項目變化量比較

項目	DNS 組	動態伸展組	個數	顯著性(P)
坐姿體前彎(cm)	2.24	1.93	10	0.94
股四頭肌等長肌力(lb)	18.49	20.28	10	0.79
立定跳距離(cm)	11.57	11.3	10	0.85
重心總位移路徑長(mm)	34.48	115.74	10	0.09
最大著地力量值(N)	11.27	51.56	10	0.32
垂直跳高度(cm)	1.62	0.15	10	0.48



* 表示 $p<0.05$

四、討論：

1. 相關研究之比較：

將兩種不同形式的運動訓練模式進行比較在諸多研究中時常使用，不論是將爆發力訓練與核心訓練的比較、靜態與動態拉筋之間的比較等，回顧三篇運動模式比較的研究，Murphy等人針對42位18~24歲有運動習慣的男性分為控制組、靜態拉筋組與動態拉筋組進行兩天的訓練，以下肢關節活動度、垂直跳及坐姿體前彎為檢測項目，結果下肢膝關節活動度只有靜態拉筋組有顯著的進步，在垂直跳上只有動態拉筋組有顯著的進步，坐姿體前彎則是靜態拉筋與動態拉筋均有顯著的進步，可以得知動態拉筋對於靜態柔軟度及動態的跳躍表現會有幫助，然而本實驗的增強式訓練結合動態拉筋組同樣在坐姿體前彎有顯著的進步($P=0.02$)，而垂直跳的表現只有數值上的進步，統計上沒有顯著的差異($P=0.85$)，可見動態拉筋對於身體柔軟度的表現有提升的成效。

Araujo等人則是對16位大學女性運動員進行每週3次、共6週的核心訓練，從一特定高度跳到力板上觀察其最大著地力量值、原地垂直跳高度、平均著地速率，結果在最大著地力量值及平均著地速率有顯著的下降，許多研究指出最大著力量及著地速率與受傷的風險息息相關，隨著越大的力量、越快的速度著地對於身體衝擊勢必比較小的力量及較慢速度大，故核心穩定運動能增進身體的控制、衝擊力道的減輕，然而本次研究屬於核心運動的動態神經肌肉穩定術結合增強式訓練組在最大著地力量值有下降的趨勢但沒有統計上的差異($P=0.804$)

MYER等人對19位高中女性運動員分成增強式訓練及平衡訓練組，為期一週3次共6週的訓練，結果平衡組訓練在最大著地力量值上有顯著的下降，而增強式訓練組則是相對有提升著地力量值，而在膝彎曲肌力、垂直跳高度兩組亦有顯著的進步，而本研究的兩組均在膝伸直肌力有顯著的進步，雖然著地力量值及垂直跳高度均無統計上的進步但增強式訓練的介入隨著結合動態神經肌肉穩定術或動態伸展的不同其進步的趨勢也同MYER等人研究，結合動態神經肌肉穩定術的訓練後，著地力量值下降表示對於身體穩定度的控制提升，結合動態伸展後對於著地力量值的提升則可以看出相對於結合動態神經肌肉穩定術，對於平衡方面的提升較沒有幫助。

2. 增強式訓練結合動態伸展組與增強式訓練結合動態神經肌肉穩定術組介入差異之比較：

本研究以增強式訓練為共同訓練項目分別結合動態神經肌肉穩定術或動態拉筋以比較何者在肌力、爆發力、重心轉移等的效果更有進步，動態神經肌肉穩定術採以11個動作進行核心穩定的訓練與動態伸展相比每個動作均維持30秒以上，對於軀幹骨骼的排列、核心控制的能力較有影響到，反之動態伸展組則是採取2組上肢動作、8組下肢動作，在短時間內快速收縮，提升肌肉活性及延展度，兩者的動作在時間及種類上沒有相關。

3. 兩組別在其各自進步項目之比較：

增強式訓練結合動態伸展組在坐姿體前彎($P=0.02$)、股四頭肌等長肌力($P=0.001$)、立定跳距離($P=0.002$)、重心總位移路徑長($P=0.05$)有顯著的進步，原本增強式訓練就會對下肢肌力有效提升，結合動態伸展後，可見身體柔軟度提升、延展肌肉的長度，將活性被提高的肌肉可以更加適應及儲存增強式訓練之爆發力的變化，以及提升動態的穩定度，而增強式訓練結合動態神經肌肉穩定術，在股四頭肌等長肌力($P=0.009$)、立定跳距離($P=0.021$)有統計上的顯著進步，其餘只有進步的趨勢但沒有統計上的差異，增強式訓練結合動態神經肌肉穩定術組，則是在股四頭肌等長肌力($P=0.009$)、立定跳距離有顯著的進步($P=0.021$)其餘的測量值只有進步的趨勢而沒有統計上的差異，動態神經肌肉穩定術相對來說，是為較靜態、訓練核心肌群的改變以增進軀幹的穩定度，亦也不太影響增強式訓練對於肌力的變化，對於動態跳躍的立定跳遠能力，肌力的上升配合身體軀幹的穩定，有效減少向前跳躍時姿勢矯正所需的耗能，軀幹能更穩定的協調肢體在跳的動作上，至於對於柔軟度或垂直跳的距離、重心總位移路徑長的變化則沒有直接影響故在前後測沒有顯著的變化。

4. 研究的限制和可進一步探討的地方：

本次介入的時間不足，只有一週2次 每次1小時共8次的介入，約一個月的介入很難在人體上產生顯著程度的改變，如果延長至半年、一年的介入，兩組變化量的差異以及在哪些項目的改變會更明顯，且本次測量的項目缺少能準確測量到核心肌群變化的測量，導致動態神經肌肉穩定術所造成的變化無法準確測量，再者本次受試者人數只有20人，受試者數量不足，受試者間的能力差異很容易影響實驗的結果，整體的收案人數建議可以在增加，最後實驗的分組中礙於人數上的缺乏，沒有只有增強式訓練的控制組，無法得知單純增強式訓練與是否結合其他項的運動訓練之間的關係，以上不足之處有待日後其他研究補足。

五、結論：

增強式訓練對於在肌肉的離心與向心收縮之間保持著短時間的轉換，可以將肌肉拉長所產生的延展勢能快速轉換為機械能對於肌肉爆發力的增進已經被大家所公認也在許多實驗被證實，然而對於組合動態伸展或是動態神經肌肉穩定術在不同的項目有不同的效果，增強式訓練結合動態伸展或動態神經肌肉穩定術均會提升提高肌力、爆發力，若增強式訓練結合動態伸展訓練，會額外改善柔軟度、身體重心轉移能力，所以增強式訓練能改善肌力與爆發力，若要提高肌肉效能、改善關節活動，需結合動態伸展訓練，然而動態神經肌肉穩定結合增強式訓練在肌力、爆發力外的項目沒有顯著的進步，可能與介入時間的不足、檢測項目無法有效測得肌耐力、身體排列、核心肌群的變化而有關

六、参考文献

1. Adams, K., John, P., O'Shea, Katie, L., O'Shea and Climstein, M., (1992). The effect of six weeks of squat, plyometric and, squat-plyometric training on power production, *Journal of Applied Sport Science Research*, 6(1).36-41.
2. Araujo, Cohen, D., & Hayes, L., (2015). Six weeks of core stability training improves landing kinetics among female capoeira athletes: a pilot study. *Journal of Human Kinetic*, 45(1).27-37.
3. Afyon, Y, A., (2014). The effect of core and plyometric exercises on soccer players. *Kamla-Raj*, 18(3).927-932.
4. Abbas, F, B & Mohammadtaghi, A, K., (2012). Acute effect of different stretching methods on power and agility performances in different soccer positions. *World Journal of Sport Sciences*, 7,(3).140-144,
5. Behm, D & Colado, J. C., (2012) The effectiveness of resistance training using unstable surface and devices for rehabilitation, *J Sports Phys Ther.*, 7(2).226–241.
6. Chaouachi, A, Hammami, R, Drinkwater, E, Behm, D., (2013). The combination of plyometric and balance training Improves sprint and shuttle run performances more often than plyometric-only training with children, *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(2).401-12
7. Dalrymple, K, J, Davis, S, E, Dwyer, G, B, Moir, G, L., (2015). Effects of static and dynamic stretching during Warm-up on vertical jump in soccer players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 11(2).279–285.
8. Häkkinen, K, Komi, P, V, Alén, M., (1985). Effect of explosive type strength training on isometric force- and relaxation-time, electromyographic and muscle fibre characteristics of leg extensor muscles. *Acta Physiol Scand.*, 125(4).587-600.
9. Kobesova, A, Kolar, p., (2014). Developmental kinesiology: three levels of motor control in the assessment and treatment of the motor system. *J Bodyw Mov Ther.*, 8(1).23-33.
10. Knuttgen, H, G, & Komi, P, V., (1992). Basic definition for exercise. In P. V Komi (Eds). *strength and power in sport:3-6*. Oxford, England: Blackwell
11. Linthorne, N, P., (2001). Analysis of standing vertical jumps using a force platform. *American Journal of Physic*, 69(11).1198-1204.
12. Murphy, J, C., (2008). Effect of acute dynamic and static stretching on maximal muscular power in a sample of college age recreational athletes. (Doctor of Philosophy in exercise physiology) University of Pittsburgh).

13. Ramachandran S & Pradhan B, (2014). Effects of short-term two weeks low intensity plyometrics combined with dynamic stretching training in improving vertical jump height and agility on trained basketball players. *Indian J Physiol Pharmacol.*, 58(2). 113-6.
14. Yamaguchi, T, Ishii, K, Yamanaka, M, Yasuda, K, (2007). Acute effects of dynamic stretching exercise on power output during concentric dynamic constant external resistance leg extension. *Journal of strength and conditioning research*, 21(4). 1238-44.
15. 王順正, (民國 88 年 11 月) 。肌力訓練的好處。運動生理週訊, 31。
取自 <http://www.epsport.idv.tw/epsport/week/newspaper.asp?repno=31>.

。

科技部補助專題研究計畫成果自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現（簡要敘述成果是否具有政策應用參考價值及具影響公共利益之重大發現）或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

達成目標

未達成目標（請說明，以 100 字為限）

實驗失敗

因故實驗中斷

其他原因

說明：

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形(請於其他欄註明專利及技轉之證號、合約、申請及洽談等詳細資訊)

論文： 已發表 未發表之文稿 撰寫中 無

專利： 已獲得 申請中 無

技轉： 已技轉 洽談中

無

其他：(以 200 字為限)

3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性，以 500 字為限）。

增強式訓練無論結合動態伸展訓練或動態神經肌肉穩定術訓練有別於以往只單一選擇增強式訓練，除改善肌力、爆發力表現外，結合動態伸展訓練可以改善在柔軟度、身體重心轉移的成效，建議在增強式訓練時，可合併動態伸展訓練加入運動選手的訓練項目或是復健病人的運動中，比起單一增強式訓練效果更好。

4. 主要發現

本研究具有政策應用參考價值： 否 是，建議提供機關_____

(勾選「是」者，請列舉建議可提供施政參考之業務主管機關)

本研究具影響公共利益之重大發現： 否 是

說明：(以 150 字為限)

科技部補助專題研究計畫成果彙整表

計畫主持人：陳惠雅		計畫編號：105-2815-C-040 -050 -E			
計畫名稱：比較增強式訓練結合動態神經肌肉穩定術或結合動態伸展在肌肉骨骼的表現					
成果項目		量化	單位	質化	
國內	學術性論文	期刊論文	0	篇	參與「台灣物理治療學會第七十二次學術論文研討會」口頭報告編號O10 如附圖 
		研討會論文	1		
	專書	0	本		
	專書論文	0	章		
	技術報告	0	篇		
	其他	0	篇		