



12-31-2012

The Effect of Vibration on Shoulder Strength and Flexibility of Volleyball Athletes

Yun-Tai Lin

Hsing-Kuo Wang

Shao-Yi Liu

Tzyy-Yuang Shiang

Follow this and additional works at: <https://rps.researchcommons.org/journal>



Part of the [Rehabilitation and Therapy Commons](#)

Recommended Citation

Lin, Yun-Tai; Wang, Hsing-Kuo; Liu, Shao-Yi; and Shiang, Tzyy-Yuang (2012) "The Effect of Vibration on Shoulder Strength and Flexibility of Volleyball Athletes," *Rehabilitation Practice and Science*: Vol. 40: Iss. 4, Article 2.

DOI: [https://doi.org/10.6315/2012.40\(4\)02](https://doi.org/10.6315/2012.40(4)02)

Available at: <https://rps.researchcommons.org/journal/vol40/iss4/2>

This Original Article is brought to you for free and open access by Rehabilitation Practice and Science. It has been accepted for inclusion in Rehabilitation Practice and Science by an authorized editor of Rehabilitation Practice and Science. For more information, please contact twpmrscore@gmail.com.

原著

震動訓練對排球選手肩關節肌力及柔軟度之影響

林芸代^{1,2} 王興國³ 劉韶怡² 相子元²

國泰綜合醫院汐止分院復健科¹ 國立師範大學運動科學研究所²
國立臺灣大學醫學院物理治療學系暨研究所³

目的：探討震動伸展訓練及靜態伸展訓練對於排球選手上肢爆發力及柔軟度表現之影響。

方法：本研究招募十五位優秀大專排球女性運動員，隨機分成兩組，分別為震動伸展組 8 人及靜態伸展組 7 人。透過等速肌力測定機(BIODEX)收取經過六週的訓練後對於上肢等速最大肌力及柔軟度的表現並比較不同的訓練方式之影響。

結果：震動訓練對於上肢二頭肌最大肌力有明顯的改善，而在前三角肌的最大肌力上只有在訓練四週時比前測進步，靜態訓練對前三角肌在角速度 180°/s 及 300°/s 有明顯的改善，對於二頭肌離心動作最大肌力則沒有明顯的改善。震動訓練及靜態伸展組兩組間比較未達顯著差異。在柔軟度表現上，無論是靜態伸展組或震動伸展組，對於肩關節屈肘旋轉或是肩關節屈曲伸展，皆可以大幅提升柔軟度表現，但兩組間比較未達顯著差異。然而可以發現，震動訓練較快達到訓練效果的趨勢而且隨訓練時間越久效果越佳。尤其在屈肘旋後及肩伸展部分，經過四週的訓練後角度即可達顯著提升，而六週訓練效果可以持續增加。

結論：經震動訓練四週後，可以增進排球選手上肢肩關節的肌力及柔軟度，且柔軟度隨著訓練時間越久效果越佳；雖未達顯著意義，但可看出比靜態伸展組更快達到顯著差異的趨勢；而肌力在訓練六週後的結果並未比四週進步，可能因達高原期且已適應刺激強度，建議可以採漸增強度的震動訓練來達到更好的效果。（台灣復健醫誌 2012；40(4)：197 - 204）

關鍵詞：伸展震動訓練(vibration stretching training)，肩關節肌力(shoulder strength)，柔軟度(flexibility)，最大等速力矩(maximal isokinetic torque)

前 言

對於運動選手來說，擁有良好的肌力及爆發力可以提升運動表現；目前市面上的運動器材琳瑯滿目，也以阻力訓練增進肌力及爆發力居多，此種訓練型態可以使肌肉肥大以提升肌力及發力率表現，但是傳統的阻力訓練可能使肌肉肥大而導致柔軟度表現降低，使其活動範圍變小。^[1,2]然而對於許多運動而言，柔軟度的優劣可以決定其運動成績（例如體操、跆拳道、游泳、武術...），許多文獻也指出，增進柔軟度表現可

以預防傷害的發生，進而延長運動員的運動壽命。^[3-6]伸展運動可以延展活動肌肉的長度，增加關節活動度，提升活動部位關節與肌肉的溫度及提昇肌肉部位輸送血液的流動，減少對肌腱傷害及減輕肌肉疼痛的症狀。^[7]其中靜態伸展是一種緩慢且舒適的伸展活動方法，最為廣泛使用，但也有學者發現靜態伸展會減少跳躍高度表現 4.4%-7%，^[8,9]及減少蹲跳的高度 4%-4.3%^[8,10]與減少肌肉最大的自主收縮力量 9.5%，^[11]所以靜態伸展對於柔軟度表現有所助益，但相對的會降低肌力及爆發力表現。

近年來，越來越多科技產品也紛紛加入運動產

投稿日期：101 年 3 月 23 日 修改日期：101 年 9 月 17 日 接受日期：101 年 9 月 21 日

通訊作者：相子元教授，國立師範大學運動科學研究所，台北市 116 汀洲路四段 88 號

電話：(02)77346869 E-mail：tyshiang@gmail.com

業，震動訓練器材便是其一。震動訓練早期用於治療痙攣患者，以紓解肌肉張力。^[12]文獻指出，^[13,14]震動訓練會引起神經肌肉系統的活化，誘導肌肉或肌腱產生非自主的肌肉收縮，稱為張力性震動反射(tonic vibration reflex)，此種方法可以使肌肉有效地產生肌肉最大的收縮。另外，震動也可刺激到高爾基氏腱，進而促進肌肉放鬆，抑制拮抗肌收縮，增加血液循環及組織溫度，提高伸展時疼痛閥值等以提昇柔軟度。^[15-19]

有學者將震動訓練分別針對柔軟度及爆發力表現來做探討，有些學者^[15,16]發現震動訓練可以同時增加柔軟度及爆發力表現；反之，Cronin 等人^[20]及 Gerodimos 等人^[21]提出震動訓練對下肢柔軟度有立即效果，但在蹲踞跳的跳躍表現並無顯著差異，可能是因震動刺激強度不足或是刺激的部位不適合。目前的研究中，對於震動訓練是否可以同時增進柔軟度及爆發力表現，並沒有一致的趨勢，目前文獻對不同的介入強度、運動姿勢等未有一致的共識；且是否有暖身運動、蹲踞跳時上臂動作是否限制等都會影響到結果的量測。資料收取例如蹲踞跳以多肌群多關節動作為主，影響因素較多，不易單純看出震動訓練的效果。且之前的研究大多測量下肢之肌肉表現，但許多運動項目的運動表現與上肢肌群之柔軟度及肌力、爆發力有高度相關，排球運動便是其中之一，不管在發球，攔網或扣球，上肢肌群都扮演非常重要的角色，因此，若一訓練方法可以同時增進柔軟度及肌力，對教練及選手來說都是相當重要的。所以本研究目的主要針對震動訓練於排球選手上肢肌群之柔軟度及肌力表現來做探討，選取的結果指標包含關節活動度及最大等速肌力。本研究假設震動伸展可以增加肩關節柔軟度、二頭肌及三角肌最大等速肌力。

材料與方法

材料

受試者：本研究招募十五位優秀甲組大專排球女性運動員，隨機分成兩組，分別為震動伸展組 8 人及靜態伸展組 7 人，兩手肩關節皆接受訓練及測試。受試者最近一年內無上肢骨骼、肌肉傷害等相關病症史。

儀器：本研究使用的震動訓練使用台灣期美股份有限公司所提供的 I-SHAPE TVR-8500 震動機(圖 1)，此機台分為網狀上機台及下機台平台。測量肌力使用等速肌力測定機(BIODEX Multi-Joint System 4 PRO)。

方法

本研究震動伸展組的訓練方式為受試者站立於震動平台上做伸展訓練，設定震動機台震動頻率為 50



圖 1. 震動訓練機台：由台灣期美股份有限公司所提供的 I-SHAPE TVR-8500 震動機，其頻率範圍介於 25-50 Hz；此機臺震幅分為三部分，上踏板：最大 1.0 mm，下踏板：最大 1.5mm，手握把：2.5mm-5.0mm。

Hz，上機台震幅 0.6 mm，下機台震幅 2.5mm，主要有四個動作，分別在上機台上執行肩關節水平內轉暨屈肘旋前，肩關節水平外轉暨屈肘旋後，肩關節高舉屈曲呈扣球姿，及在下機台上執行雙膝跪地伏地挺身姿勢(圖 2)；肩關節水平內轉、外轉及屈曲呈預備扣球姿勢皆以受試者自主可忍受之最大活動角度在震動儀網狀上機台上接受震動刺激，雙膝跪地伏地挺身姿勢則是受試者雙手放在震動儀下機台平台上，以手可支撐程度下身體盡量靠近機台呈伏地挺身姿勢維持不動接受震動刺激，每個動作接受震動刺激三次，每次震動刺激 30 秒，休息 20 秒，震動刺激間休息時肩關節角度回到旋轉 0 度或屈曲 180 度，雙膝跪地伏地挺身姿勢休息時則是呈跪姿身體直立手臂自然下垂。各組動作間休息 60 秒，換動作間休息時肩關節回到正中姿勢(neutral position)自然下垂於身體兩側，每週訓練 3 次，訓練六週。靜態伸展組，整個伸展過程與震動組相同，但沒有震動刺激加入其伸展訓練。所有受試者在整個實驗期間活動量與平時相同，接受相同的排球體能常規訓練。

每位受試者在實驗前一天熟悉各項測試方式包含



圖 2. 在震動訓練機台上執行四個動作，分別在機台上執行肩關節水平內轉，肩關節水平外轉，肩關節高舉屈曲呈預備扣球姿，及雙膝跪地伏地挺身姿勢；肩關節內外轉及屈曲呈扣球姿動作皆以受試者自主可忍受之最大活動角度在震動儀網狀上機台上接受震動刺激，雙膝跪地伏地挺身姿勢則是受試者雙手放在震動儀下機台平台上，以手可支撐程度下身體盡量靠近機台呈伏地挺身姿勢維持不動接受震動刺激。

關節活動度測量及等速肌力測定機(BIODEX)肌力測量方式以排除因學習效應造成的量測值差異，以增加測量的一致性、效度，並限制受試者在每階段收取資料前 24 小時避免過度激烈的運動。收取資料包含上肢肌力及柔軟度：本研究使用等速肌力測定機(BIODEX)收取在三種不同旋轉角速度下($60^{\circ}/s$ 、 $180^{\circ}/s$ 、 $300^{\circ}/s$)二頭肌向心動作最大肌力、二頭肌離心動作最大肌力、及前三角肌向心動作最大肌力(圖 3)，不同速度間休息 30 秒，三個速度做完為一組，共測三組，每組間休息 180 秒，計算每個速度三次測量的平均值。柔軟度部分，以量測受試者肩關節水平內轉暨屈肘旋前、肩關節水平外轉暨屈肘旋後、肩關節伸展、和預備扣球姿勢之肩關節屈曲角度做為柔軟度表現。

本實驗分三階段收取資料：(1)接受伸展訓練前-前測結果；(2)接受伸展訓練後-立即效果；(3)接受震動訓練四週、六週-長期效果。

統計方法

本研究以 SPSS 18 軟體進行各項統計分析。先用 t-test 比較兩組間前測顯示沒有差異，接著使用二因子重複量數變異數分析(repeat measure analysis of variance (ANOVA) within 2-factors)(時間點×組別)進行分析，若時間點與組別有交互作用，則再分別進行單純主要效果檢定，找出各時間點之組別間是否有差異；若沒有交互作用，則利用 LSD 進行事後比較，分別看時間點與兩組整體間是否有顯著差異。以 p 值小於 0.05 為統計學上之顯著意義。

研究對象為大專甲組排球女性選手，平均年齡震動伸展組為 20.38 ± 1.06 歲，靜態伸展組為 20.43 ± 0.98 歲；身高體重震動伸展組為 169.13 ± 4.82 公分， 64.00 ± 6.16 公斤，靜態伸展組為 167.71 ± 3.77 公分， 58.86 ± 6.01 公斤。兩名震動伸展組受試者及一名靜態伸展組受試者因時間無法配合而未訓練滿六週故將之排



圖 3. 實際用等速肌力測定機(BIODEX)收取上肢不同角速度下最大肌力之情形：在測試之前先進行水平校正為 0 度，之後再進行垂直校正為 90 度，受試者在此 90 度間進行測試，測量受測者二頭肌及前三角肌在三種不同旋轉角速度下之向心及離心的等速肌力，分別為 $60^{\circ}/s$ 、 $180^{\circ}/s$ 和 $300^{\circ}/s$ ，再以最大努力進行向心及離心收縮，測驗順序由低速至高速，不同速度間休息 30 秒，三個速度做完為一組，總共做三組，每組間休息 180 秒。測試的過程中給予受試者口頭激勵，計算二頭肌向心及離心的最大肌力表現和前三角肌向心的最大肌力表現。

結 果

除，一名震動伸展組受試者未完成關節活動度測試，故兩組分別各有六名受試者(12個肩關節)完成訓練，而震動組只有五名受試者(10個肩關節)完成關節活動度測試。

本研究結果分為以下兩部分：

最大肌力表現

結果發現，震動訓練及靜態伸展組兩組間皆未有交互作用。然而主要效果分析及事後比較發現：(1)上肢二頭肌向心最大肌力(表1)：震動組與靜態組在四週時均有顯著進步，但靜態組在六週時的持續效果不如震動組。(2)上肢二頭肌離心最大肌力(表2)：震動組在四週與六週時均有顯著進步，但靜態組無明顯影響。(3)上肢前三角肌向心最大肌力(表3)：在四週時，震動組與靜態組在角速度 180°/s 及 300°/s 均有顯著進步。

以不同角速度的測量結果而言，在經過四週訓練

後，震動組除了前三角肌的低角速度(60°/s)最大肌力外，在三種不同角速度下上肢最大肌力皆有顯著進步；靜態組在二頭肌部分只有 60°/s 及 300°/s 之向心最大肌力有顯著進步，前三角肌結果與震動組相同。

柔軟度表現

肩水平內轉外轉及肩關節伸展屈曲關節活動角度結果如表4。

結果發現，無論是靜態伸展組或震動伸展組，對於肩關節屈肘內外旋轉或是肩關節屈伸伸展，皆可以大幅提升柔軟度表現，但兩組間比較未達顯著差異。然而，震動訓練有較快速達到訓練效果的趨勢而且隨訓練時間越久效果越佳。尤其在肩水平外轉及肩伸展部分，經過四週的訓練後角度即可達顯著提升，而六週訓練效果可以持續增加。

表 1. 上肢二頭肌向心動作最大肌力表現(單位：牛頓米(N·m))

角速度	前測	立即後測	四週後測	六週後測
震動組	(n=12)	(n=12)	(n=12)	(n=12)
60°/s	21.86±7.38	28.18±6.32*	34.42±18.53*	33.59±15.68*
180°/s	32.04±9.23	40.14±11.94	46.03±17.38*	37.16±7.22
300°/s	30.33±10.32	39.51±12.97	45.25±15.32*+	37.49±7.51 [#]
靜態組	(n=12)	(n=12)	(n=12)	(n=12)
60°/s	27.05±12.56	35.47±12.34*	35.25±14.63*	31.33±11.70
180°/s	35.38±19.37	43.04±17.22*	41.53±20.49	35.36±12.78 [#]
300°/s	31.25±19.82	38.60±15.41*	40.23±20.95*	35.67±13.26

註：四個測試時期間若與前測比較達顯著水準($p < 0.05$)用*表示，與立即比較達顯著水準($p < 0.05$)用+，與四周比較達顯著水準($p < 0.05$)用#；兩組比對皆未達顯著水準。

表 2. 上肢二頭肌離心動作最大肌力表現(單位：牛頓米(N·m))

角速度	前測	立即後測	四週後測	六週後測
震動組	(n=12)	(n=12)	(n=12)	(n=12)
60°/s	33.54±8.90	49.12±14.22*	46.36±18.24*	45.46±21.11*
180°/s	46.81±8.34	52.80±12.71*	57.03±9.23*	54.57±12.60*
300°/s	47.75±11.15	57.86±22.63*	61.20±13.16*	53.36±11.46
靜態組	(n=12)	(n=12)	(n=12)	(n=12)
60°/s	38.77±10.93	43.37±17.31	45.36±15.28	44.94±12.33
180°/s	43.87±13.48	48.24±15.44	46.52±18.55	51.85±9.51*
300°/s	45.28±21.70	56.20±18.01	54.32±18.17	49.28±20.69

註：四個測試時期間若與前測比較達顯著水準($p < 0.05$)用*表示，與立即比較達顯著水準($p < 0.05$)用+，與四周比較達顯著水準($p < 0.05$)用#；兩組比對皆未達顯著水準。

表 3. 上肢前三角肌向心動作最大肌力表現(單位：牛頓米(N·m))

角速度	前測	立即後測	四週後測	六週後測
震動組	(n=12)	(n=12)	(n=12)	(n=12)
60°/s	60.68±29.21	62.92±34.38	80.22±39.32	68.17±29.85
180°/s	61.50±28.98	78.02±43.23	80.69±31.76*	79.86±27.79
300°/s	56.16±27.98	67.91±33.93	79.05±23.97*	71.48±35.53
靜態組	(n=12)	(n=12)	(n=12)	(n=12)
60°/s	69.24±30.77	60.95±19.03	68.39±31.55	59.20±15.93
180°/s	47.76±18.60	58.73±29.15	77.76±29.22*	74.35±31.39*+
300°/s	44.54±18.11	46.20±16.66	75.83±33.87*+	73.20±39.42*+

註：四個測試時期間若與前測比較達顯著水準($p < 0.05$)用*表示，與立即比較達顯著水準($p < 0.05$)用+，與四周比較達顯著水準($p < 0.05$)用#；兩組比對皆未達顯著水準。

表 4. 上肢肩關節活動角度(單位：度)

肩關節動作	前測	立即	四週	六週
震動組	(n=10)	(n=10)	(n=10)	(n=10)
水平內轉	132.38±14.17	138.49±6.72	150.16±13.32*+	153.09±13.70*+
水平外轉	144.43±8.02	151.81±8.45*	164.59±16.28*+	174.37±14.95*+†
屈曲	263.20±11.20	266.83±8.65	285.08±19.43*+	295.53±10.57*+
伸展	53.42±11.39	54.20±12.75	61.61±15.65*+	69.87±18.26*+†
靜態組	(n=12)	(n=12)	(n=12)	(n=12)
水平內轉	129.20±19.22	131.31±13.11	146.00±12.42*+	142.91±11.01*+
水平外轉	158.79±17.11	160.78±17.70	166.84±15.27	171.96±16.01*+
屈曲扣球	276.23±22.05	282.64±19.92	293.57±16.23*+	296.65±20.24*+
伸展	64.14±15.96	63.89±14.66	72.53±12.46	73.15±11.84+

註：四個測試時期間若與前測比較達顯著水準($p < 0.05$)用*表示，與立即比較達顯著水準($p < 0.05$)用+，與四周比較達顯著水準($p < 0.05$)用#；兩組比對皆未達顯著水準。

討 論

先前關於下肢震動訓練的研究常將跳躍高度作為肌力或爆發力的表現，^[22,23]但是跳躍動作包含了許多肌群共同作用的動作，且跳躍姿勢控制不易，較易受多種因素干擾，本研究使用等速肌力測定機(BIODEX)來收取數據，純粹以單個關節的最大肌力來探討。大多研究都針對下肢肌群來探討，鮮少探討上肢肌群的震動訓練效果，而在特定運動項目中上肢肌群的肌力、爆發力、及柔軟度會影響到其運動表現，故本研究針對排球員之上肢肌群作震動訓練的效果比較。本研究結果與 Issurin 等人^[13]研究結果相似，震動訓練可以提升上肢肌力表現。

許多學者研究指出震動訓練可以刺激神經系統，提升肌肉活化程度，^[24]也有學者指出，震動訓練對於增進爆發力表現的機轉，是由於震動刺激經由 1a 感覺神經纖維，而後透過脊髓 α 運動神經纖維傳入中樞神經系統，進而去誘發肌肉或肌腱產生張力反射收縮，^[13,25]進而促進肌肉的肌力及爆發力的表現。本研究結果發現，震動訓練可以快速提升二頭肌的最大等速肌力表現，經過每週三次，維持四週的訓練後，對於二頭肌不管向心或離心最大肌力都有顯著的成長，相較於靜態組來看，接受震動刺激的進步效果快速且成長率高。而靜態訓練組經過四週訓練後對前三角肌向心最大肌力有顯著進步。反觀六週訓練後的最大等速肌力雖仍然大於前測值，但卻未如四週訓練值進步，表示震動訓練機轉主要仍以神經肌肉適應及增加運動元

徵召為主，而非來自肌肉肥厚，故效果在四週內出現而達到最大值；Marshall 等人^[26]針對 20 位舞蹈學校的大學生運用震動刺激漸增式訓練共四週，前兩週每個動作作用 35Hz 訓練 30 秒，後兩週用 40Hz 訓練 30 秒，結果顯示其跳躍高度的進步率(5.7%)與 Wyon 等人^[27]訓練六週(5.9%)相當；Annino 等人^[22]的研究雖進步較多(6.3%)，但需耗時八週，顯示肌力進步在訓練四週後看似有達到高原期的趨勢，若訓練方法合宜，訓練四週即可達到相當於六週的訓練進步量；本研究訓練六週的肌力雖比前測進步但比四週退步，可能因肩關節已適應目前震動刺激的強度，後續研究可考慮漸增震動刺激的強度來做訓練。另一方面，文獻指出扣球球速與肩內外轉及伸屈肘最大肌力成正相關性，至於低角速度與高角速度的相關性是否有差別並未有明確的共識，但大多認為排球扣球動作需高速的上肢動作，故在高角速度下的最大肌力對排球選手扣球表現尤其重要。^[28-30]而屈肘肌肌力與三角肌肌力在擊球後的減速期占重要角色，可減少傷害發生。^[30]本研究測量三種不同角速度下的最大肌力，發現訓練四週後震動組在不同角速度的最大等速肌力皆增加，尤其在前三角肌高角速度下的進步較為明顯，對排球選手預防傷害及增加表現有幫助。

柔軟度部分，使用震動伸展對於柔軟度的進步幅度相較靜態伸展的進步幅度佳。本研究結果與 Sands 等人^[31]相比較，結果發現震動訓練都可以立即提升柔軟度表現。相較於靜態伸展，震動訓練可以快速提升其柔軟度表現，且隨訓練時間越長，柔軟度表現越好，尤其在肩水平外轉及肩關節伸展部分效果更為顯著。文獻指出^[32]在從事手高舉過頭的運動員其肩關節總旋轉角度大，尤其外轉角度會較內轉角度大，而高舉過頭如扣球等動作常需要較大的外轉旋後。本研究對旋轉角度有幫助，而震動訓練對外轉旋後角度的幫助更大，可能可以進一步增加運動表現。

先前的研究發現靜態伸展會降低肌力及爆發力的表現，在訓練處方上，就必須有所取捨。本研究使用震動訓練及靜態訓練在上肢肌力及柔軟度對於運動表現是否有所影響來做探討，結果發現震動訓練可以同時提升上肢肌力及柔軟度，而靜態伸展對於肌力影響較低，但對於柔軟度表現仍可以明顯的提升。

而受試者人數較少為本研究主要之限制。且因受試者為比賽選手，在受試期間仍必須持續接受訓練，故無法完全控制其活動量。在高度訓練的優秀選手而言，本身柔軟度已經比一般人還要好，要增加其柔軟度更顯困難，這可能也是造成兩組別未達顯著差異的原因之一。

結 論

本研究證實，經過每週三次，每次三組，每組四個動作的震動訓練處方四週後，可以有更好的肌力及柔軟度，且柔軟度隨著訓練時間越久效果越佳；雖未達顯著意義，但可看出比靜態伸展組更快達到顯著差異的趨勢。這樣的結果不僅可以提升上肢肌肉適能，提高關節的活動度，並對肌肉的延展性和運動表現有所幫助，且在運動員最擔心的運動傷害上，也有預防的效果。肌力進步在訓練四週後看似有達到高原期的趨勢，本研究訓練六週的肌力雖比前測進步但比四週退步，可能因肩關節已適應目前震動刺激的強度，建議未來後續研究可考慮漸增震動刺激的強度來做訓練。相較於一般的訓練處方，震動訓練可以同時提升肌力及柔軟度表現，相信這對於教練及運動員來說，在運動訓練的安排上是一種可以嘗試的訓練方式。

參考文獻

1. Kraemer WJ, Ratamess NA, French DN. Resistance training for health and performance. *Curr Sports Med Rep* 2002;1:165-71.
2. Kim E, Dear A, Ferguson SL, et al. Effects of 4 weeks of traditional resistance training vs. superslow strength training on early phase adaptations in strength, flexibility, and aerobic capacity in college-aged women. *J Strength Cond Res* 2011;25:3006-13.
3. Shellock FG, Prentice WE. Warming-up and stretching for improved physical performance and prevention of sports-related injuries. *Sports Med* 1985;2:267-78.
4. Bixler B, Jones RL. High-school football injuries: effects of a post-halftime warm-up and stretching routine. *Fam Pract Res J* 1992;12:131-9.
5. Verrall GM, Slavotinek JP, Barnes PG. The effect of sports specific training on reducing the incidence of hamstring injuries in professional Australian rules football players. *Br J Sports Med* 2005;39:363-8.
6. Woods K, Bishop P, Jones E. Warm-up and stretching in the prevention of muscular injury. *Sports Med* 2007;37:1089-99.
7. Bandy WD, Irion JM. The effect of time on static stretch on the flexibility of the hamstring muscles. *Phys Ther* 1994;74:845-50.
8. Nelson AG, Cornwell A, Heise GD. Acute stretching

- exercise and vertical jump stored elastic energy. *Med Sci Sports Exerc* 1996;28(Suppl):156.
9. Young W, Elliott S. Acute effects of static stretching, proprioceptive neuromuscular facilitation stretching, and maximum voluntary contractions on explosive force production and jumping performance. *Res Q Exerc Sport* 2001;72:273-9.
 10. Young WB, Behm DG. Effects of running, static stretching and practice jumps on explosive force production and jumping performance. *J Sports Med Phys Fitness* 2003;43:21-7.
 11. Power K, Behm D, Cahill F, et al. An acute bout of static: effects on force and jumping performance. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36:1389-96.
 12. Bishop B. Vibratory stimulation. Part II. Vibratory stimulation as an evaluation tool. *Phys Ther* 1975;55:28-34.
 13. Issurin VB, Tenenbaum G. Acute and residual effects of vibratory stimulation on explosive strength in elite and amateur athletes. *J Sports Sci* 1999;17:177-82.
 14. Matyas TA, Galea MP, Spicer SD. Facilitation of the maximum voluntary contraction in hemiplegia by concomitant cutaneous stimulation. *Am J Phys Med* 1986;65:125-34.
 15. Fagnani F, Giombini A, Di Cesare A, et al. The effects of a whole-body vibration program on muscle performance and flexibility in female athletes. *Am J Phys Med Rehabil* 2006;85:956-62.
 16. Cochrane DJ, Stannard SR. Acute whole body vibration training increases vertical jump and flexibility performance in elite female field hockey players. *Br J Sports Med* 2005;39:860-5.
 17. 賴仲亮、曾炫諭、王淳厚等：兩種不同頻率之全身震動訓練對平衡能力與柔軟度之立即影響。台灣復健醫誌 2011;39:17-23。
 18. Bosco C, Colli R, Introini E, et al. Adaptive responses of human skeletal muscle to vibration exposure. *Clin Physiol* 1999;19:183-7.
 19. Lythgo N, Eser P, de Groot P, et al. Whole-body vibration dosage alters leg blood flow. *Clin Physiol Funct Imaging* 2009;29:53-9.
 20. Cronin J, Nash M, Whatman C. The acute effects of hamstring stretching and vibration on dynamic knee joint range of motion and jump performance. *Phys Ther Sport* 2008;9:89-96.
 21. Gerodimos V, Zafeiridis A, Karatrantou K, et al. The acute effects of different whole-body vibration amplitudes and frequencies on flexibility and vertical jumping performance. *J Sci Med Sport* 2010;13:438-43.
 22. Annino G, Padua E, Castagna C, et al. Effect of whole body vibration training on lower limb performance in selected high-level ballet students. *J Strength Cond Res* 2007;21:1072-6.
 23. Bosco C, Iacovelli M, Tsarpela O, et al. Hormonal responses to whole-body vibration in men. *Eur J Appl Physiol* 2000;81:449-54.
 24. Cormie P, Deane RS, Triplett NT, et al. Acute effects of whole-body vibration on muscle activity, strength, and power. *J Strength Cond Res* 2006;20:257-61.
 25. Item F, Denking J, Fontana P, et al. Combined effects of whole-body vibration, resistance exercise, and vascular occlusion on skeletal muscle and performance. *Int J Sports Med* 2011;32:781-7.
 26. Marshall LC, Wyon MA. The effect of whole-body vibration on jump height and active range of movement in female dancers. *J Strength Cond Res* 2012;26:789-93.
 27. Wyon M, Guinan D, Hawkey A. Whole-body vibration training increases vertical jump height in a dance population. *J Strength Cond Res* 2010;24:866-70.
 28. Forthomme B, Croisier JL, Ciccarone G, et al. Factors correlated with volleyball spike velocity. *Am J Sports Med* 2005;33:1513-9.
 29. Lidor R, Ziv G. Physical and physiological attributes of female volleyball players--a review. *J Strength Cond Res* 2010;24:1963-73.
 30. Alfredson H, Pietilä T, Lorentzon R. Concentric and eccentric shoulder and elbow muscle strength in female volleyball players and non-active females. *Scand J Med Sci Sports* 1998;8:265-70.
 31. Sands WA, McNeal JR, Stone MH, et al. Flexibility enhancement with vibration: acute and long-term. *Med Sci Sports Exerc* 2006;38:720-5.
 32. Baltaci G, Tunay VB. Isokinetic performance at diagonal pattern and shoulder mobility in elite overhead athletes. *Scand J Med Sci Sports* 2004;14:231-8.

The Effect of Vibration on Shoulder Strength and Flexibility of Volleyball Athletes

Yun-Tai Lin,^{1,2} Hsing-Kuo Wang,³ Shao-Yi Liu,² Tzyy-Yuang Shiang²

¹Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Cathay General Hospital, Sijhih Branch, Taipei;

²Graduate Institute of Exercise and Sport Science, National Taiwan Normal University, Taipei;

³School and Graduate Institute of Physical Therapy, College of Medicine, National Taiwan University, Taipei.

Purpose: The aim of this study was to compare the effect of vibration and static stretching on shoulder strength and flexibility of volleyball athletes.

Methods: Fifteen female volleyball athletes were randomly divided into 2 groups: 8 athletes who received vibration training were allocated to the vibration-stretching group and 7 athletes who did not receive vibration training comprised the static-stretching group. During a 6-week training period, pre- and post-tests were conducted using a Biodex system to evaluate the shoulder flexibility and the maximal isokinetic torque of the biceps and the anterior deltoid muscle.

Results: After 4 weeks of training, the maximal isokinetic torque of the biceps muscle significantly increased with vibration. The static-stretching group showed better improvement in the maximal isokinetic torque of the anterior deltoid muscle. Flexibility performance was significantly increased in both vibration- and static-stretching groups. The vibration-stretching group could increase flexibility more quickly, and the effect accumulated with time, although there was no significant difference between the 2 groups.

Conclusions: In volleyball athletes, vibration stretching could simultaneously increase shoulder strength and flexibility, which improved more quickly in vibration-stretching group than in the static-stretching group. The peak effect was observed within 4 weeks of training. (Tw J Phys Med Rehabil 2012; 40(4): 197 - 204)

Key Words: vibration stretching training, shoulder strength, flexibility, maximal isokinetic torque