

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

開放鍊與閉鎖鍊運動對退化性膝關節炎患者、健康中老年人，及健康年輕人之下肢功能與行走速度改善之研究

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC92-2218-E-002-014-

執行期間：92 年 08 月 01 日至 93 年 07 月 31 日

執行單位：國立臺灣大學醫學院物理治療學系暨研究所

計畫主持人：詹美華

計畫參與人員：劉華昌

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 93 年 11 月 18 日

開放鏈與閉鎖鏈運動對退化性膝關節患者下之功能與行走速度改善之研究

Comparison of Muscle Strength, Walking Speed and Reposition Sense between Closed Chain Exercises and Proprioceptor Facilitation Exercise for Patients with OA Knees

計畫編號：NSC 92-2218-E-002-014

執行期限：92 年 08 月 01 日至 93 年 07 月 31 日

主持人：詹美華 國立台灣大學醫學院物理治療學系暨研究所

共同主持人：劉華昌 國立台灣大學醫學院骨科

計畫參與人員：韓岳津、施榮榮 國立台灣大學醫學院物理治療學系暨研究所

一、中文摘要

背景與目的：由於阻力較大的開放鏈運動(open chain exercise)常會加重退化性膝關節炎患者的臨床症狀；更因閉鎖鏈運動(closed chain exercise)比開放鏈運動(open chain exercise)能誘發本體感覺的刺激，因此在臨床上對本體感覺有缺損的患者，物理治療師較偏好選擇閉鎖鏈運動來治療這些患者。退化性膝關節炎患者的肌力、本體感覺都較差，就理論上而言，閉鎖鏈運動應會比開放鏈運動提供較佳的臨床效果。但回顧文獻尚未有人以退化性膝關節炎患者為研究對象，比較開放鏈與閉鎖鏈運動對他們行走平地、海綿墊、上下樓梯的速度，本體感覺效果之差異。**方法：**從臺大醫院骨科門診挑選 61 位退化性膝關節炎的患者為研究對象，分為開放鏈運動組 26 位、閉鎖鏈運動組 19 位與控制組 16 位，共三組。控制組不接受任何治療只有實驗前、後的評估測量，包括(1) WOMAC 第三部分的功能評估；(2) 行走速度：快速平地行走；上下樓梯行走；海綿墊上行走；8 字型行走；(3) 角度配對誤差值，及(4) 膝伸肌、屈肌等速肌力測試值。**結果：**接受運動訓練的兩組受試者在不同角速度下之伸肌、屈肌肌力都有明顯進步 ($P<0.017$)，且其改善量皆較控制組大又具統計意義差異 ($P<0.017$)。而兩組之間的進步量之差異以屈肌較明顯且達統計意義差別 ($p<0.05$)，閉鎖鏈運動比開放鏈運動效果大。其餘的各項測試值，除開放鏈運動組未能在海綿墊行走速度、角度配對誤差值顯示訓練效果外，兩組受試者在各項改善量皆比控制組具統計意義的好 ($p<0.05$)。閉鎖鏈運動的患者在海綿墊上，8 字型行走速度及角度配對誤差值的改善量皆比開放鏈運動效果大。**結論：**閉鎖鏈運動對退化性膝關節炎患者的效果與開放鏈運動在多項評量上都差不多，但在屈肌肌力、或與本體感覺較相關的海綿墊上，8 字型行走速度及角度配對誤差值的改善量則比開放鏈運動效果大。

關鍵詞：開放鍊、閉鎖鍊、本體感覺、運動訓練

Abstract

Background and purpose: High intensity open chain exercise increases the severity of symptoms in osteoarthritis knees. In closed-chain condition, the joints bear body weight and their proprioceptive receptors fire actively and frequently more than open-chain does. The results of earlier serial researches indicate that the proprioception under closed-chain testing model is more accurate than it under open-chain model. However, the information is not sufficient to answer that whether or not the training effect of closed-chain exercise is better than that of open-chain. Therefore, we hypothesize that the effectiveness of exercise in open-chain and closed-chain model could be different in knee disorders (i.e., osteoarthritis). The purpose of this study is to compare the training effect of closed-chain and open-chain exercise program. **Methods:** Including 61 subjects from NTU hospital and randomized into open chain group (26 subjects), closed chain group (19 subjects) and control group (16 subjects). The evaluation measures to be used are (1) third part of WOMAC functional score, (2) walking speed in 3 routes (straight line, up/down stairs, sponge and figure eight). (3) knee joint reposition sense (proprioception) and (4) isokinetic strength. **Result:** training groups (open chain and closed chain) improved significantly in all evaluation measures, except walking on sponge and knee joint reposition sense in open chain group. The sponge and figure of eight walking speed, knee joint reposition sense, and flexor muscle strength in closed chain exercise has more effects than open chain. **Conclusion:** closed chain and open chain exercise training have the same effectiveness in several evaluation measures. But the closed chain exercise training are better than open chain in proprioceptive related performance

such as sponge walking, figure of eight walking and strength of knee flexor.

Keywords: open chain, closed chain, proprioception, exercise training

二、緣由與目的

本體感覺對肢體動作控制的重要性越來越受到醫療人員的重視。臨床上常見病患有正常的關節活動度及肌力，卻仍抱怨肢體笨拙、腳很沉重、常絆到東西或容易跌倒。而且也有實驗證明常跌倒的病患本體感覺較差。

本體感覺於人類日常生活中扮演極重要的角色，其使我們意知肢體在空間中的位置、移動速度與方向、力量的大小與維持能力。其訊息的傳入主要來源有：存在於關節內與關節周圍軟組織內的機械壓力感受器、皮膚感受器、肌梭內受器。藉由以上三大來源的訊息傳入與整合，使我們可精確執行日常生活中各種活動。而日常生活中的動作常混合開放鍊與閉鎖鍊兩模式，就生物力學的觀點而言，於開放鍊與閉鎖鍊兩模式下，其感覺訊息的輸入、肌肉收縮型態、與關節受壓情況皆不相同，故我們預期於開放鍊與閉鎖鍊兩模式下的運動訓練，本體感覺功能或肌力的改善應該會有所不同，

文獻上已證實退化性膝關節炎患者的肌力、本體感覺都較健康者差，而閉鎖鍊運動是一種可同時訓練肌力與本體感覺的治療，是符合退化性膝關節炎患者的需求。但閉鎖鍊運動需承載體重，這對退化性膝關節炎病患而言，往往有臨床上的困難，所以理論上來說，閉鎖鍊運動並非絕對適合他們的運動訓練。因此本研究目的是要比較閉鎖鍊運動與開放鍊運動對退化性膝關節炎患者肌力、角度配對誤差、各種不同路徑行走速度的臨床效果之差異。

三、研究方法

方法：從臺大醫院骨科門診挑選退化性膝關節炎的患者為研究對象，隨機分為開放鍊運動組、閉鎖鍊運動組與控制組，共三組。兩運動訓練組每週各訓練 3 次，共訓練 8 週，控制組則不接受任何運動訓練。

閉鎖鍊訓練組以 Shuttle Mini Clinic 當阻力訓練儀，以體重的 10-25 % 當阻力(每隔 2 週增加 5 % 體重的阻力)，每次訓練兩腳各推蹬 100 下。

開放鍊訓練組則以 EN-TreeM 當阻力訓練儀，以 60-80 % 1RM 當阻力(每週需重測 1RM，每週增 5 % 1RM，但第 5~8 週則固定用 80 % 1RM

當組力量)，每次訓練 4 回合，每回合踢 6 下。控制組不接受任何治療只有實驗前後的評估測量。

評估測量的參數包括：

(1) WOMAC 第三部分的功能評估；

(2) 行走速度:快速平地行走 60 公尺；海綿墊上型走 12 公尺；50 公分半徑的雙圓連接成的 8 字型行走；上下 13 階樓梯折返之時間，樓梯每階之高為 16 公分、寬為 30 公分

(3) 角度配對誤差值，作為膝關節本體感覺之參數及

(4) 膝伸肌、屈肌等速肌力在 60°/sec、120°/sec、180°/sec 角速度的測試值。

統計：以 SPSS 11.0 軟體分析資料，先以描述性統計分析各組間受試者的特質。以 two-way ANOVA, repeated measures 分析三組間治療前後的各項評估測量值之差異。

四、結果與討論

結果：開放鍊運動組 26 位、閉鎖鍊運動組 19 位與控制組 16 位，三組共 61 位完成訓練及前後測試。

基本資料及受試者特質：三組受試者之基本資料如身高、體重、年齡等皆沒有統計上的差異。

WOMAC 功能量表第三部分總分：接受訓練兩組在訓練前後都有顯著的進步，並與控制組達顯著差異，但兩訓練組之間並沒有統計上的差異。

行走速度：快速平地行走 60 公尺；海綿墊上型走 12 公尺；50 公分半徑的雙圓連接成的 8 字型行走；上下 13 階樓梯折返之時間等四項測試於接受訓練後，不論是閉鎖鍊或開放鍊皆有顯著的進步，相較於控制組亦有顯著差異；兩訓練組之間於海綿墊上行走和 8 字型行走呈現統計上的差異。

角度配對誤差值：兩訓練組於訓練後皆有顯著的進步且與控制組呈現顯著差異，閉鎖鍊訓練組訓練後角度配對誤差值小於開放鍊訓練後角度配對誤差值。

等速肌力：接受運動訓練的兩組受試者在不同角速度下之伸肌、屈肌肌力都有明顯進步 ($P<0.017$)，且其改善量皆較控制組大又具統計意義差異 ($P<0.017$)。而兩組之間的進步量之差異以屈肌較明顯且達統計意義差別($p<0.05$)，閉鎖鍊運動比開放鍊運動效果大。

討論：本研究結果顯示，不論是在功能量表評估、行走功能表現、本體感覺及肌力表現上接受訓練的兩組在訓練之後都有顯著的進步，且相較於控制組亦有顯著的差異，而閉鎖鍊及開放鍊兩訓練組之間的差異在於與本體感覺相關的評估項目：海綿墊上行走、8 字型行走、角度配對誤差

值。顯示本研究所設計之下肢運動訓練計劃有助於退化性膝關節炎膝關節本體感覺功能的促進。此結果與 Hurley 的研究相同。退化性膝關節炎患者訓練後，膝關節本體感覺功能會進步原因，可能是激發了多重本體感受器的刺激，誘發肌梭感受器（receptor of the muscle spindle）、肌腱感受器（receptor of the gogi tendon organ），與關節感受器（joint receptors）的興奮。快速且有意向性、多方向變化之運動訓練，會造成肌肉收縮、肌肉受器大量受刺激，進而使肌肉神經控制能力提升，膝關節本體感覺敏銳度的提高。故 1998 年 Stillman、2000 年 Bouet 分別對運動員與正常年輕人，比較肌力訓練前後，膝關節本體感覺的差異，顯示運動訓練後，膝關節本體感覺之絕對誤差值下降，而 1994 年 Bernauer 學者比較分別接受 30 天臥床休息、等張肌肉收縮訓練、等速肌肉收縮訓練的三組正常人，經訓練後，接受運動訓練的後兩組，膝關節本體感覺的準確度高於臥床組。而本研究結果亦與前述兩學者相似，針對兩側下肢做運動訓練後，可能有助於肌肉力量與肌肉耐力的增加，且閉鎖鏈之訓練優於開放鏈之訓練。故肌梭感受器與肌腱感受器對於膝關節本體感覺功能的表現，扮演極重要的角色。

五、結論及臨床意義

結論：閉鎖鏈運動對退化性膝關節炎患者的效果與開放鏈運動在多項評量上都差不多，但在屈肌肌力、或與本體感覺較相關的海綿墊上，8 字型行走速度及角度配對誤差值的改善量則比開放鏈運動效果大。

臨床意義：建議未來在臨床上對退化性膝關節炎患者的運動治療應以患者執行率（compliance rate）較高，臨床效果對本體感覺較好的閉鎖鏈運動為主。

六、參考文獻

1. Marks R. The effects of 16 months of angle-specific isometric strengthening exercises in midrange on torque of the knee extensor muscles in osteoarthritis of the knee: a case study. *J Orthop Sport Phys Ther* 20(2):103-9, 1994.
2. Fisher NM, Gresham G, Pendergast DR. Effects of a quantitative progressive rehabilitation program applied unilaterally to the osteoarthritic knee. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 74(12):1319-26, 1993.
3. Marks R. The effect of isometric quadriceps strength training in mid-range for osteoarthritis of the knee. *Arthritis Care Res* 6(1):52-6, 1993.
4. Dexter PA: Joint exercises in elderly persons with symptomatic osteoarthritis of the hip or knee, performance patterns, medical support patterns, and the relationship between exercising and medical care. *Arthritis Care Res* 1992;5:36-41.
5. Minor MA: Exercise in the management of osteoarthritis of the knee and hip. *Arthritis Care Res* 1994;7:198-204
6. Hall MG, Ferrell WR, Sturrock RD: The effect of the hypermobility syndrome on knee joint proprioception. *Brit Rheumatol* 34:121-25, 1995.
7. Barrett DS, Cobb AG, Bentley G: Joint proprioception in normal, osteoarthritic and replaced knees. *J Bone Joint Surg* 73B:53-6, 1991.
8. Barrack RL, Skinner HB, Cook SD, Haddad RJ. Effect of articular disease and total knee arthroplasty on knee joint-position sense. *Journal of Neurophysiology* 1983;50:684-7.
9. Sharma L, Pai Y-C, Holtkamp K, Rymer WZ. Is knee joint proprioception worse in the arthritic knee versus the unaffected knee in unilateral knee osteoarthritis? *Arthritis and Rheumatism* 1997;40:1518-25.
10. Sharma L. Proprioception impairment in knee osteoarthritis. *Rheum Dis Clin North Am* 1999;25:299-314.
11. Banwell BF: Exercise for Arthritis. In: Banwell BF, Gall V eds. *Clinics in Physical Therapy: Physical Therapy Management of Arthritis*. New York: Churchill Livingstone, pp67-75, 1988.
12. Davies GJ: Isokinetic approach to the knee. In: Mangine RE. *Clinics in Physical Therapy: Physical Therapy of The Knee*. New York: Churchill Livingstone, pp221-244, 1988.
13. Poole RM, Blackburn TA: Dysfunction, evaluation and treatment of the knee. In: Donatelli RA, Wooden MJ eds. *Orthopaedic Physical Therapy*. 3rd ed., New York: Churchill Livingstone, pp448-467, 2001.
14. Lewis CB, Bottomley JM: *Geriatric Physical Therapy*. 1st ed. East Norwal: Appleton and Lange, 1994.
15. Denise CM, Health C, Anthony VA: Motor skill learning of concentric and eccentric isokinetic movements in older adults. *Exp Aging Res* 26:209-28, 2000.
16. Rooney EM: Exercise for older patients: Why it's worth your effort. *Geriatrics* 48:68-77, 1993.

17. Skelton DA, Young A, Greig CA, Malbut KE: Effects of resistance training on strength, power, and selected functional abilities of women aged 75 and older. *J Am Geriatr Soc* 43:1081-7, 1995.
18. Butler RN, Davis R, Lewis CB, et al.: Physical fitness: Benefits of exercise for the older patient. *Geriatrics* 53:46-62, 1998.
19. Shelbourne KD, Klotzwyk TE, Wilckens JH, DeCarlo MS: Ligament stability two to six years after anterior cruciate ligament reconstruction with autogenous patellar tendon graft and participation in accelerated rehabilitation program. *Am J Sport Med* 23:575-9, 1995.
20. Ashton-Miller JA, Wojtys EM, Huston LJ, Fry-Welch D. Can proprioception really be improved by exercise? *Knee Surg, Sports Traumatol, Arthrosc* 2001;9:128-36.
21. Bernauer EM, Walby WF, Ertl AC, Dempster PT, Bond M, Breenleaf JE. Knee -joint proprioception during 30-day 6° head-down bed rest with isotonic and isokinetic exercise training. *Aviat. Space Environ. Med.* 1994;65:1110-15.
22. Bouet V, Gahery Y. Muscular exercise improves knee position sense in humans. *Neuroscience Letters* 2000;289:143-6.
23. Bunton EE, Pitney WA, Kane AW, Cappaert TA. The role of limb torque muscle action and proprioception during closed kinetic chain rehabilitation of the lower extremity. *Journal of Athletic Training* 1993;28:10-20.
24. Shelbourne KD, Patel DV: Rehabilitation after autogenous bone-patellar tendon-bone ACL reconstruction. *Instructional Course Lectures* 45:263-73, 1996.
25. Bynum EB, Barrack RL, Alexander AH: Open versus closed chain kinetic exercises after anterior cruciate ligament reconstruction. A prospective randomized study. *Am J Sport Med* 24: 125, 1996.
26. Wilk KE: Rehabilitation of isolated and combined posterior cruciate ligament injuries. *Clin Sport Med* 13:649-77, 1994.
27. Bamman MM, Caruso JF: Resistance exercise countermeasures for space flight: implications of training specificity. *J Strength Cond Res* 14:45-9, 2000.
28. Doucette SA, Child DD: The effect of open and closed chain exercise and knee joint position on patellar tracking in lateral patellar compression syndrome. *J Orthop Sport Phys Ther* 23:104-10, 1996.
29. Dolny DG, Collins MG, Wilson T, Germann ML, Davis HP: Validity of lower extremity strength and power utilizing a new closed chain dynamometer. *Med Sci Sport Exerc* 33:171-5, 2001.
30. Kibler WB: Closed kinetic chain rehabilitation for sports injuries. *Phys Med Rehabil Clin North Am* 11:369-84, 2000.
31. McGinty G, Irrgang JJ, Pezzullo D: Biomechanical considerations for rehabilitation of the knee. *Clin Biomech* 15:160-6, 2000.
32. Hamman R, Longridge NS, Mekjavic I, Dickinson J. Effect of age and training schedules on balance improvement exercises using visual biofeedback. *Journal of Otolaryngology* 1995; 24:221-9.
33. Hurley MV, Scott DL. Improvement in quadriceps sensorimotor function and disability of patients with knee osteoarthritis following a clinically practicable exercise regime. *British Journal of Rheumatology* 1998; 37: 1181-7.
34. Kramer J, Handfield T, Kiefer G, Forwell L, Birmingham T. Comparisons of weight - bearing and non- weight - bearing tests of knee proprioception performed by patients with patello-femoral pain syndrome and asymptomatic individuals. *Clin J Sport Med* 1997; 7: 113-8.
35. Rogind H, Bibow-Nielsen B, Moller HC, Frimodt-Moller H, Bliddal H. The effects of physical training program on patients with osteoarthritis of the knees. *Arch Phys Med Rehabil* 1998;79:1421-7.
36. Wong AM, Lin Y-C, Chou S-W, Tang F-T, Wong P-Y. Coordination exercise and postural stability in elderly people: effect of Tai Chi Chuan. *Arch Phys Med Rehabil* 2001; 82:608-12.
37. Jan MH, Cheng CK, Wong SF. Comparison of clinical effect in different exercise modern on osteoarthritic knees. *Formosan J med* 1:447-456, 1997.
38. Taylor RA, Marshall PH, Dunlap RD, Gable CD, Sizer PS: Knee position error detection in closed and open kinetic chain tasks during concurrent cognitive distraction. *J Orthop Sport Phys Ther* 28:81-7, 1998.
39. Sharma L. Epidemiology of osteoarthritis. In: Moskowitz Rw, Howell DS, Atman RD, Buckwalter JA Goldbery VM eds. *Osteoarthritis. Diagnosis and Medical/Surgical mangement*. 3rd ed. New York: W.B. Saunders Co., 2001: 3-28
40. Washburn R, Smith K, Jette A. The physical activity scae for the elderly: Development and evaluation. *J Clin Epidemiol* 48:153-162,

- 1993.
41. Davis GJ: A Compendium of Isokinetic in Clinical Usage. LaCrosse WI.: S & S Publishers. 1984.
42. Jan MH, Lai JS: The effect of physiotherapy on osteoarthritic knees of females. J Formosan Med Assoc 90:1008-13, 1991.