

科技部補助專題研究計畫成果報告 期末報告

慢性踝不穩定運動員姿勢平衡之近似熵分析

計畫類別：個別型計畫
計畫編號：MOST 104-2410-H-028-004-
執行期間：104年08月01日至105年09月30日
執行單位：國立臺灣體育運動大學運動健康科學學系

計畫主持人：張怡雯

計畫參與人員：碩士班研究生-兼任助理人員：王琮郁
碩士班研究生-兼任助理人員：李芄
碩士班研究生-兼任助理人員：蔡承峰

報告附件：出席國際學術會議心得報告

中華民國 105 年 12 月 30 日

中文摘要：外側踝扭傷為常見的運動傷害，易造成關節結構或動作模式的改變，進而形成慢性踝關節不穩定。慢性踝關節不穩定會影響本體感覺回饋和肌肉協同收縮策略，因而影響姿勢平衡能力。近似熵為一種統計邏輯分析模式，適於量化時間序列資料的複雜性與隨機性。本研究目的為比較慢性踝不穩定患者健側和患側姿勢平衡參數近似熵的差異。本研究共招募20位單側慢性踝不穩定患者(11位男性和9位女性)，平均年齡21.31.5歲，平均身高166.78.0公分，平均體重65.311.5公斤。受試者測試腳站在Kistler力板上進行8個方向的星型平衡測試，並分析前後方向和內外方向的足底壓力中心軌跡之近似熵，使用成對樣本T檢定比較患側和健側的差異，統計顯著性設為 $p < .05$ 。足底壓力中心近似熵的結果顯示，在後外方向星型平衡測試中，患側的內外方向足底壓力中心軌跡近似熵值顯著大於健側($p < 0.05$)，在前內方向星型平衡測試中，患側的前後方向足底壓力中心軌跡近似熵值顯著大於健側($p < 0.05$)。慢性踝不穩定患者星型平衡測試時患側的足底壓力中心軌跡近似熵顯著高於健側，顯示曾有過扭傷病史不穩定的踝關節在姿勢平衡控制上具有較高的動作變異性。

中文關鍵詞：足底壓力中心、星型平衡測試、力板

英文摘要：Lateral ankle sprain is a common sports injury and prone to alteration in ankle joint structure or motion pattern, resulting in chronic ankle instability. Proprioception, muscle contraction strategy and posture balance are affected by chronic ankle instability. Approximate entropy (ApEn) is a suitable model to analyze the regularity and randomness in time series data. Therefore, the purpose of this study was to compare the differences on approximate entropy of postural balance between the affected side and unaffected side in the subjects with chronic ankle instability. Twenty subjects participated in this study (age: 21.31.5years, length: 166.78.0 cm, weight: 65.311.5 kg). The testing leg was on the Kistler force plate to perform the star excursion balance test. The center of pressure (COP) data were collected and ApEn was analyzed. Paired t-test was used to compare the difference between the affected and unaffected sides. The level of significance was set as $=0.05$. The ApEn on the medial-lateral COP at the affected side was significantly greater than that at the unaffected side in star excursion balance test in the posterior-lateral direction ($p < 0.05$). The ApEn on the anterior-posterior COP at the affected side was significantly greater than that at the unaffected side in star excursion balance test in the anterior-medial direction ($p < 0.05$). This study suggested that high variability on posture balance control was found at the chronically unstable ankle.

英文關鍵詞：center of pressure, star excursion balance test, force plate

慢性踝不穩定運動員姿勢平衡之近似熵分析

緒論

外側踝扭傷(Lateral ankle sprain)為常見的運動傷害，若是未經過適當的處理，易造成關節結構或是動作模式的改變，因而使得原本已傷害的韌帶須負擔更大的負荷，進而形成慢性踝關節不穩定(Chronic ankle instability) (Wikstrom et al, 2013)。根據運動傷害調查，大約有 30%的外側踝扭傷會形成慢性踝不穩定，且症狀可能會持續 2 年以上(Anandacoomarasamy & Barnsley, 2005)，且發生重複性踝扭傷的機率高於健康運動員，顯示外側踝扭傷與慢性踝不穩定應有及早的處置與適當的復健，才能減少此種傷害對於運動員的影響。

慢性踝關節不穩定會影響本體感覺回饋以及肌肉協同收縮策略，對於日常生活活動與運動所需的基本能力，皆可能造成影響。對於站立平衡的影響，發現不穩定的踝關節會使得單腳站立平衡擺盪變大，改變單腳站立之感覺動作平衡策略，出現較低的姿勢控制效率與較差的反應能力(McGuine et al, 2000)。慢性踝不穩定對於平地走路的影響，發現不穩定的踝關節會改變步態起始的足底壓力中心(Center of pressure)變化(Hass et al, 2010)，在走路或跑步時，慢性踝不穩定易擺位於踝關節跖屈與內翻位置，表示慢性踝不穩定會影響跑步動作時的踝關節運動學(Chinn et al, 2013)。對於跳躍的影響，發現不穩定的踝關節在跳躍著地後會出現較長的恢復穩定的時間與較小的膝關節屈曲角度，且具有不同的肌肉收縮反應策略(Ross et al, 2005)。

近似熵(Approximate entropy, ApEn)為一種統計邏輯原理，可用於量化時間序列資料(Time series data)的複雜性(Complexity)與規律性(Regularity)。Stergiou et al (2006)提出近似熵是由非線性動力學(Nonlinear dynamics)演變而來模式，和動作學習(Motor learning)有密切關係，是一種可以應用於動作變異(Movement variability)的分析模式。近似熵分析應用於姿勢平衡之研究，發現姿勢控制的足底壓力中心軌跡之近似熵分析模式，可用於區辨感覺剝奪(Hong et al, 2007)、雙重任務(Cavanaugh et al, 2007)與疲乏(McGregor et al, 2011)的影響，偵測運動員(Kiers et al, 2013)、老年人(Soangra and Lockhart, 2013)和嬰兒(Deffeyes et al, 2011)的動作控制特性，並可應用在腦震盪(Cavanaugh et al, 2006)和前庭系統損傷(Haran and Keshner, 2008)的姿勢控制能力判定，以決定腦震盪後運動員再次回到運動場最適合的時間點。另外，近似熵分析模式在步態的應用上，發現慢速走路的動作規律性降低(Russell and Haworth, 2014)，且周邊環境干擾會促使步態變異

的增加(Nessler et al, 2012)，且高跌倒機率老人有較高的足離地高度近似熵，出現較高的步態不規則性(Khandoker et al, 2008)。而在運動傷害的應用上，發現利用近似熵分析前十字韌帶損傷患者步態，膝關節動作具有高預測性與固定動作模式(Moraiti et al, 2009)，但對於前十字韌帶重建患者則出現較高的步態變異近似熵，步態具有較高的不規則動作模式(Mei et al, 2013)。

近似熵模式適於分析連續性時序資料的規則性和隨機性，已有研究應用於前十字韌帶損傷和重建患者的動作變異性，而慢性踝不穩定已證實影響站立平衡的動作穩定性，然而，目前尚少有文獻探討慢性踝不穩定的姿勢平衡之近似熵分析，因此，本研究目的為比較慢性踝不穩定患者健側和患側姿勢平衡參數近似熵的差異，以了解慢性踝不穩定對於姿勢平衡穩定的影響。

文獻探討

Cavanaugh et al (2005) 提出過去傳統所用於姿勢穩定的分析模式，無法完全呈現姿勢控制的非線性(Nonlinear)特性，對於曾經有過運動傷害病史的特定選手族群，傳統姿勢穩定的分析方法可能無法偵測出運動傷害對於姿勢控制生物力學上微小的變化，因此，提出近似熵分析模式，並應用於腦震盪運動員的姿勢穩定評估，作為腦震盪運動員再次回到運動場的時間決策依據。Harbourne et al (2009) 亦提出近似熵模式對於變異性分析相當重要，可以應用於臨床範疇，例如：姿勢平衡、功能性動作評估、帕金森氏症以及心臟病患者。Behnia (2008) 分析非線性時間序列心跳率資料，以區辨心臟病患者與健康人的差異，認為相較於標準差的使用，近似熵分析模式更具有效力。關於近似熵分析模式應用於運動上，Antunez et al (2012) 指出增加網球選手的動作變異性(近似熵)，會減少球的擊出速度和正確性，因而負面的影響網球發球表現。本研究則是探討近似熵應用於慢性踝關節不穩定族群的姿勢控制。

研究方法

受試者

本研究共招募 20 位單側慢性踝不穩定患者(11 位男性和 9 位女性)，平均年齡 21.3 ± 1.5 歲，平均身高 166.7 ± 8.0 公分，平均體重 65.3 ± 11.5 公斤。所有受試者皆由具政府考試合格之運動傷害防護員或物理治療師進行受試者的評估與篩選。受試者納入標準包含 (1) 曾發生過至少一次以上單側踝扭傷，當時曾出

現腫脹、疼痛、負重困難或須固定踝關節 (2) 出現踝突然不穩定感覺(sudden giving way)經驗 (3) 二年內至少發生二次踝扭傷 (4) 踝不穩定量表分數 (Cumberland ankle instability tool score, Hiller, 2006)小於 27 分 (5) 目前已無任何疼痛、腫脹或發炎症狀 (6) 目前已恢復正常運動狀態，運動訓練頻率至少 2 次/週。受試者排除標準包含 (1) 下肢骨折或手術病史 (2) 下肢發生過除了踝扭傷的其他傷害病史 (3) 雙側踝扭傷病史 (4) 前庭系統或頭部損傷足以影響站立平衡能力。

實驗流程

本研究使用星型平衡測試(star excursion balance test)作為動態平衡測試的方法(Reiman, 2009)。在實驗資料收集之前，會向每一位受試者詳細說明整個實驗流程，並簽署受試者知情同意書，接著詢問受傷病史，測量身高及體重等基本資料，並填寫踝關節不穩定量表。

足底壓力中心實驗資料收集時，受試者測試腳站在力板(Kistler, inc. Winterhur, Switzerland)上，非測試腳則往目標方向做最大的跨步，進行星型平衡測試，並維持 4 秒鐘的單腳站立姿勢，此時身體重心放在測試腳上，非測試腳則不承受體重，在維持站立平衡的同時也記錄最大跨步距離，測試方向包含前、前內、前外、後、後內、後外、內、外等 8 個方向，每一方向測 3 次。患側和健側均進行測試，每位受試者的患側和健側之測試順序，以及 8 個方向的測試順序均為隨機。

資料分析

本研究分析的變數為，患側腳和健側腳在維持星型平衡站立穩定時，前後方向和內外方向的足底壓力中心軌跡參數，所分析之參數包含足底壓力中心軌跡範圍、標準差、平均軌跡移動速度、最大軌跡移動速度和近似熵。近似熵的運算公式為

$$\varnothing^m(r) = (N - m + 1)^{-1} \sum_{i=1}^{N-(m-1)} \ln C_i^m(r)$$

$$ApEn(m, r) = \lim_{N \rightarrow \infty} \varnothing^m(r) - \varnothing^{m+1}(r)$$

其中 N：總資料點數；m：資料比較的長度；r：閾值。所有資料分析使用自行撰寫的 matlab 程式進行運算。統計分析使用成對樣本 T 檢定比較患側和健

側足底壓力中心軌跡各個參數的差異(SPSS, V12.0)，統計顯著性設為 $\alpha=0.05$ 。

結果與討論

受試者患側的踝不穩定量表分數為 18.0 ± 4.7 ，健側的踝不穩定量表分數為 28.4 ± 2.1 ，健側和患側踝不穩定量表分數之間達顯著差異($p < 0.01$)。但星型平衡測試在 8 個方向的跨步距離，健側和患側之間均無達到顯著差異(圖 1)。

星型平衡測試的內外和前後方向足底壓力中心軌跡之範圍，健側和患側之間均無達到顯著差異(圖 2)。星型平衡測試的內外和前後方向足底壓力中心軌跡移動平均速度，健側和患側之間均無達到顯著差異(圖 3)。

星型平衡測試的足底壓力中心軌跡移動最大向內和向前速度，健側和患側之間均無達到顯著差異(圖 4)。然而，在星型平衡向外跨步測試的足底壓力中心軌跡移動最大向外速度，健側和患側之間達到顯著差異(圖 4)，健側的足底壓力中心軌跡移動最大向外速度顯著大於患側($p < 0.05$)。在星型平衡向前外跨步測試的足底壓力中心軌跡移動最大向後速度，健側和患側之間達到顯著差異(圖 4)，健側的足底壓力中心軌跡移動最大向後速度顯著大於患側($p < 0.05$)。

星型平衡測試的內外和前後方向足底壓力中心軌跡之標準差，健側和患側之間達到顯著差異(圖 5)，在星型平衡向後內跨步測試的前後方向足底壓力中心軌跡之標準差，健側顯著大於患側($p < 0.05$)。在星型平衡向後外跨步測試的的內外方向足底壓力中心軌跡之標準差，健側顯著大於患側($p < 0.05$)。

星型平衡測試的內外和前後方向足底壓力中心軌跡之近似熵，健側和患側之間達到顯著差異(圖 6)，在星型平衡向前內跨步測試的前後方向足底壓力中心軌跡之近似熵，患側顯著大於健側 ($p < 0.05$)。在星型平衡向後外跨步測試的的內外方向足底壓力中心軌跡之近似熵，患側顯著大於健側 ($p < 0.05$)。

在維持單腳站立姿勢平衡時，本研究發現位移參數(包含星型平衡跨步距離、足底壓力中心軌跡之範圍、足底壓力中心軌跡之平均速度)，健側和患側之間皆未達到顯著差異。然而，對於包含時間特徵之參數-足底壓力中心軌跡最大速度，發現向外方向跨步時，健側之足底壓力中心軌跡的向外最大速度比患側快，向前外方向跨步時，健側之足底壓力中心軌跡的向後最大速度比患側快，顯示相較於慢性不穩定的踝關節，穩定的踝關節在維持單腳站立姿勢平衡時，具有較大的反應敏捷性。

對於足底壓力中心軌跡之變異性分析，過去文獻經常使用的參數為標準差，標準差能夠表示一組資料相對於平均值的變異狀況，但對於時間序列資料的特徵擷取，可能較不能夠完全呈現隨著時間經過的變異狀況。而 Pincus and Goldberger (1994)提出近似熵的數學邏輯，為一種統計原理，可用於量化時間序列資料的複

雜性與規律性。Stergiou et al (2006) 提出近似熵是由非線性動力學演變而來模式，和動作學習有密切關係，是一種可以應用於動作變異的分析模式。

Mckeon and Hertel (2008) 指出外側踝扭傷後會改變人體姿勢控制的能力，而不良的姿勢控制能力又會提高踝扭傷的發生率，使用力板評估姿勢平衡為一常見的良好方式，可以偵測是否具有平衡的感覺動作損傷，或是用以估計是否有較高的重複踝扭傷的發生率。本研究發現星型平衡測試向外後方向跨步時，患側之內外方向足底壓力中心軌跡的近似熵比健側大，顯示患側隨著時間過程，內外方向足底壓力中心軌跡的擺盪變異情形較健側大。星型平衡測試向前內方向跨步時，患側之前後方向足底壓力中心軌跡的近似熵比健側大，顯示患側隨著時間過程，前後方向足底壓力中心軌跡的擺盪變異情形較健側大。

結論與建議

本研究結果發現踝關節穩定的健側在單腳站立姿勢平衡控制時，慢性不穩定踝關節有較小的足底壓力中心軌跡最大速度，較小的足底壓力中心軌跡標準差，但出現較大的足底壓力中心軌跡近似熵，顯示慢性不穩定踝關節在站立姿勢平衡時具有較慢的反應敏捷性，較低的資料變異性，但身體重心移動時則出現較高的不規則性與複雜性，此結果可以了解慢性踝不穩定的站立平衡控制機轉，並提供慢性踝不穩定的復健治療計畫之建議。

參考文獻

- Antúnez RM, Hernández FJM, García JPF, Vaíllo RR, Arroyo JSD (2012) Relationship between motor variability, accuracy, and ball speed in tennis speed. *Journal of Human Kinetics*, 33:45-53.
- Anandacoomarasamy A, Barnsley L (2005) Long term outcomes of inversion ankle injuries. *British Journal of Sports Medicine*, 39:e4.
- Behnia S, Akhshani A, Mahmodi H, Hobbenagi H (2008) On the calculation of chaotic features for nonlinear time series. *Chinese Journal of Physics*, 46(4):394-404.
- Cavanaugh JT, Guskiewicz KM, Nicholas Stergiou N (2005) A nonlinear dynamic approach for evaluating postural control: new directions for the management of sport-related cerebral concussion. *Sports Medicine*, 35(11):935-950.
- Cavanaugh JT, Guskiewicz KM, Giuliani C, Marshall S, Mercer VS, Stergiou N

- (2006) Recovery of posture control after cerebral concussion: new insights using approximate entropy. *Journal of Athletic Training*, 41(3):305-313.
- Cavanaugh JT, Mercer VS, Stergiou N (2007) Approximate entropy detects the effect of a secondary cognitive task on posture control in healthy young adults: a methodological report. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, 4:42-48.
- Chinn L, Dicharry J, Hertel J (2013) Ankle kinematics of individuals with chronic ankle instability while walking and jogging on a treadmill in shoes. *Physical Therapy in Spor*, 14:232-239.
- Deffeyes JE, Harbourne RT, Stuberger WA, Stergiou N (2011) Approximate entropy used to assess sitting postural sway of infants with developmental delay. *Infant Behavior Development*, 34(1): 81-99.
- Haran FJ, Keshner EA (2008) Sensory reweighting as a method of balance training for labyrinthine loss. *Journal of Neurologic Physical Therapy*, 32(4):186-191.
- Harbourne RT, Stergiou N (2009) Movement variability and the use of nonlinear tools: principles to guide physical therapist practice. *Physical Therapy*, 89:267-282.
- Hass CJ, Bishop MD, Doidge D, Wikstrom EA (2010) Chronic ankle instability alters central organization of movement. *American Journal of Sports Medicine*, 38(4):829-834.
- Hiller CE, Refshauge KM, Bundy AC, Herbert RD, Kilbreath SL (2006) The Cumberland ankle instability tool: a report of validity and reliability testing. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 87(9):1235-1241.
- Hong SL, Manor B, Li L (2007) Stance and sensory feedback influence on postural dynamics. *Neuroscience Letter*, 423:104-108.
- Khandoker AH, Palaniswami M, Begg RK (2008) A comparative study on approximate entropy measure and poincare plot indexes of minimum foot clearance variability in the elderly during walking. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, 5:4-13.
- Kiers H, Van Dieen J, Dekkers H, Wittink H, Vanhees L (2013) A systematic review of the relationship between physical activities in sports or daily life and postural sway in upright stance. *Sport Medicine*, 43:1171-1189.
- McGregor SJ, Armstrong WJ, Yaggie JA, Bollt EM, Parshad R, Bailey JJ, Johnson SM, Goin AM, Kelly SR (2011) Lower extremity fatigue increases complexity of postural control during a single-legged stance. *Journal of NeuroEngineering*

and Rehabilitation, 8:43-52.

- McGuine TA, Greene JJ, Best T, Levenson G (2000) Balance as a predictor of ankle injuries in high school basketball players. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 10(4):239-244.
- McKeon PO, Hertel J (2008) Systematic review of postural control and lateral ankle instability, part i: can deficits be detected with instrumented testing? *Journal of Athletic Training*, 43(3):293-304.
- Mei Z, Zhao G, Ivanov K, Guo Y, Zhu Q, Zhou Y, Wang L (2013) Sample entropy characteristics of movement for four foot types based on plantar centre of pressure during stance phase. *BioMedical Engineering OnLine*, 12:101-118.
- Moraiti CO, Stergiou N, Ristanis S, Vasiliadis HS, Patras K, Lee C, Georgoulis AD (2009) The effect of anterior cruciate ligament reconstruction on stride-to-stride variability. *Journal of Arthroscopic and Related Surgery*, 25(7):742-749.
- Nessler JA, McMillan D, Schoulten M, Shallow T, Stewart B, de Leone C (2012) Side by side treadmill walking with intentionally desynchronized gait. *Annals of Biomedical Engineering*, 41(8):1680-1691.
- Pincus SM, Goldberger AI (1994) Physiological time-series analysis: what does regularity quantify? *American Journal of Physiology*, 266:H1643-1656.
- Ross SE, Guskiewicz KM, Yu B (2005) Single-leg jump-landing stabilization times in subjects with functionally unstable ankles. *Journal of Athletic Training*, 40(4):298-304.
- Russell DM, Haworth JL (2014) Walking at the preferred stride frequency maximizes local dynamic stability of knee motion. *Journal of Biomechanics*, 47:102-108.
- Soangra R, Lockhart TE (2013) Comparison of intra-individual physiological sway complexity from force plate and inertial measurement unit. *Biomedical Science Instrumentation*, 49:180–186.
- Stergiou N, Harbourne MT, Cavanaugh JT (2006) Optimal movement variability: a new theoretical perspective for neurologic physical therapy. *Journal of Neurologic Physical Therapy*, 30(3):120-129.
- Wikstrom EA, Hubbard-Turner T, McKeon PO (2013) Understanding and treating lateral ankle sprains and their consequences: a constraints-based approach. *Sports Medicine*, 43:385-393.

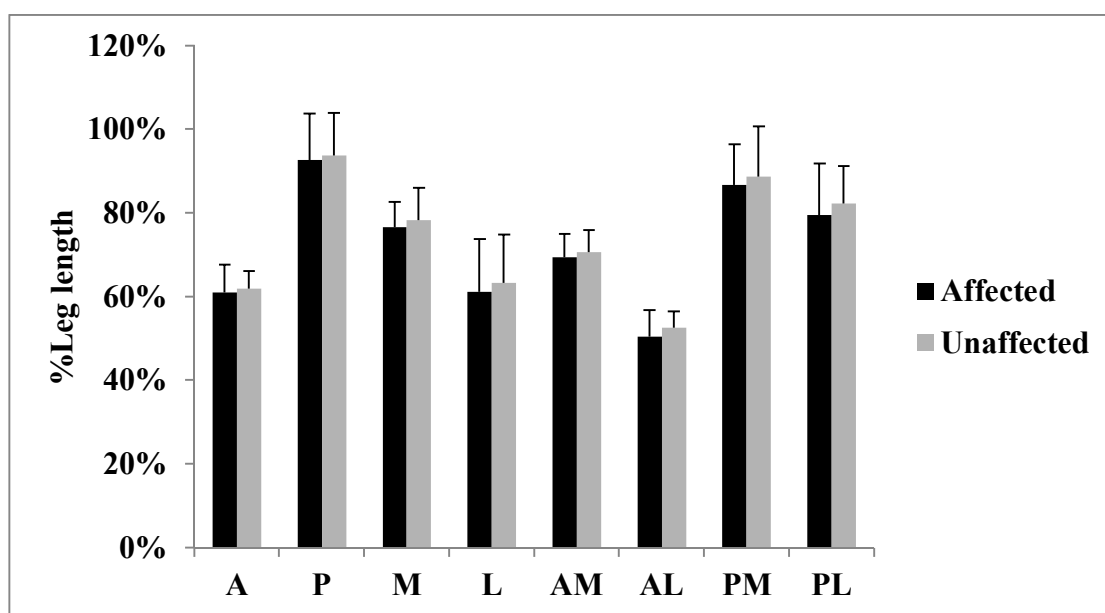


圖 1：星型平衡測試 8 個方向的跨步距離。A：前；P：後；M：內；L：外；AM：前內；AL：前外；PM：後內；PL：後外。

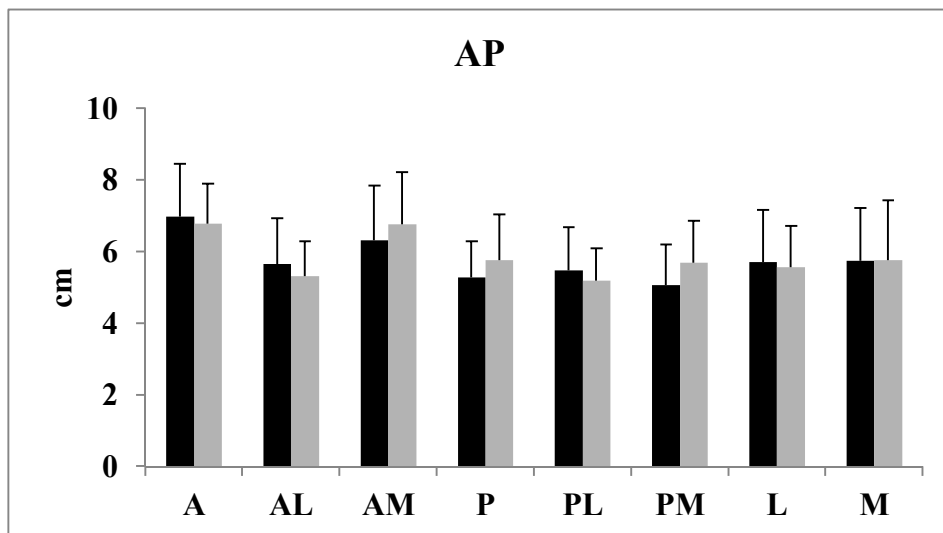
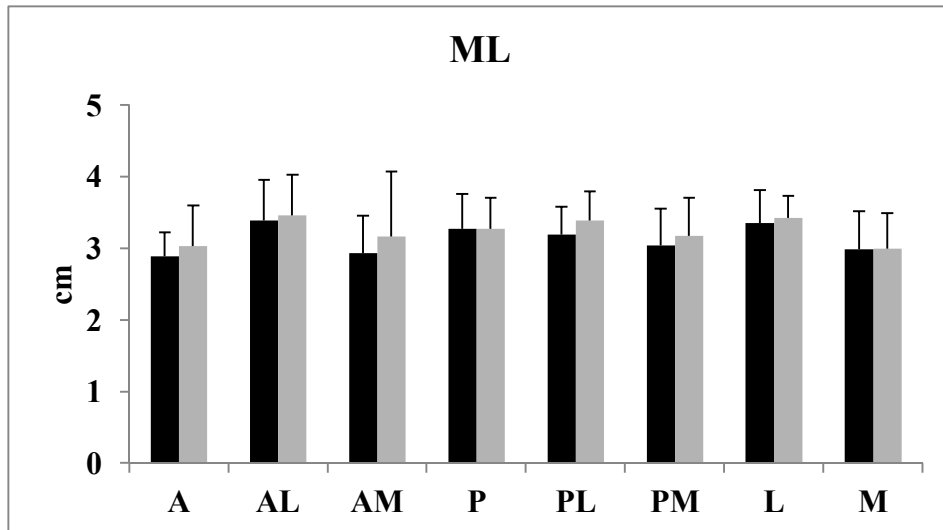


圖 2：星型平衡測試 8 個方向的足底壓力中心軌跡移動範圍。A：前；P：後；M：內；L：外；AM：前內；AL：前外；PM：後內；PL：後外。ML：內外方向；AP：前後方向。

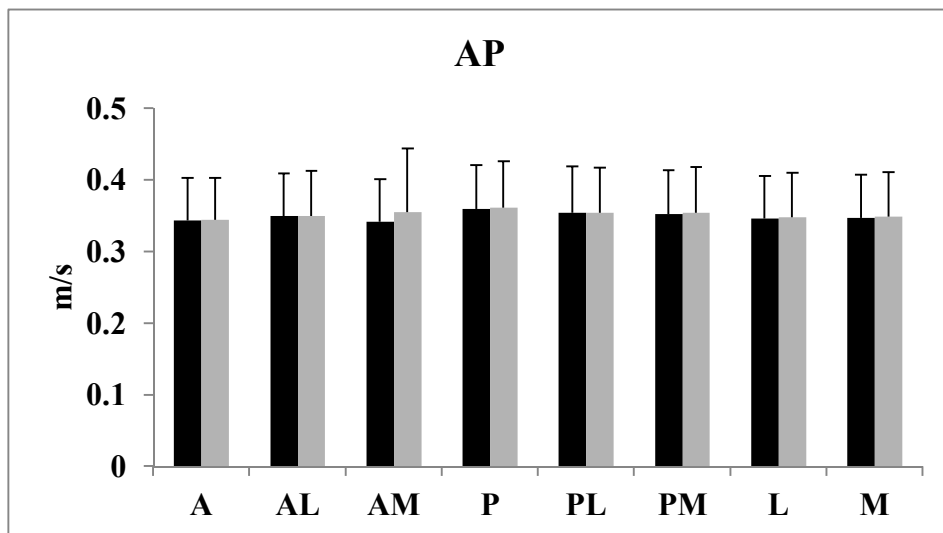
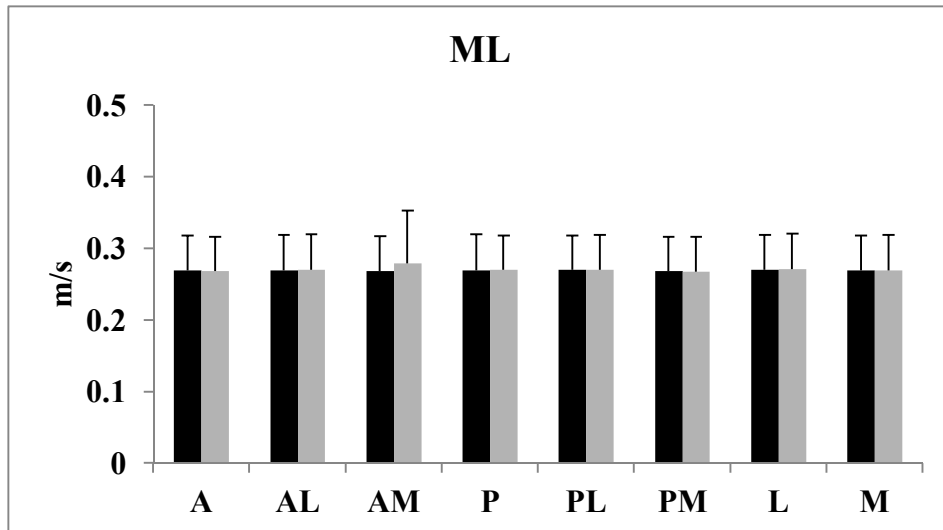
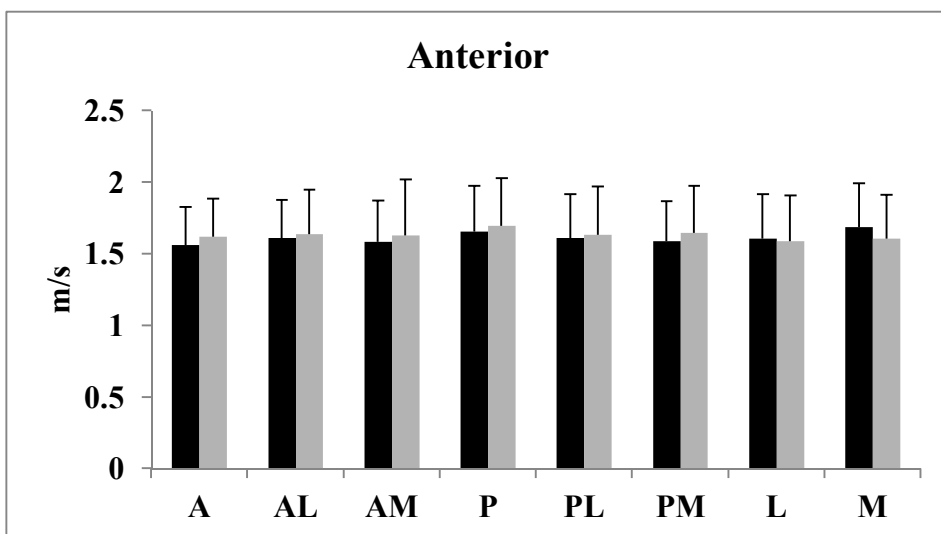
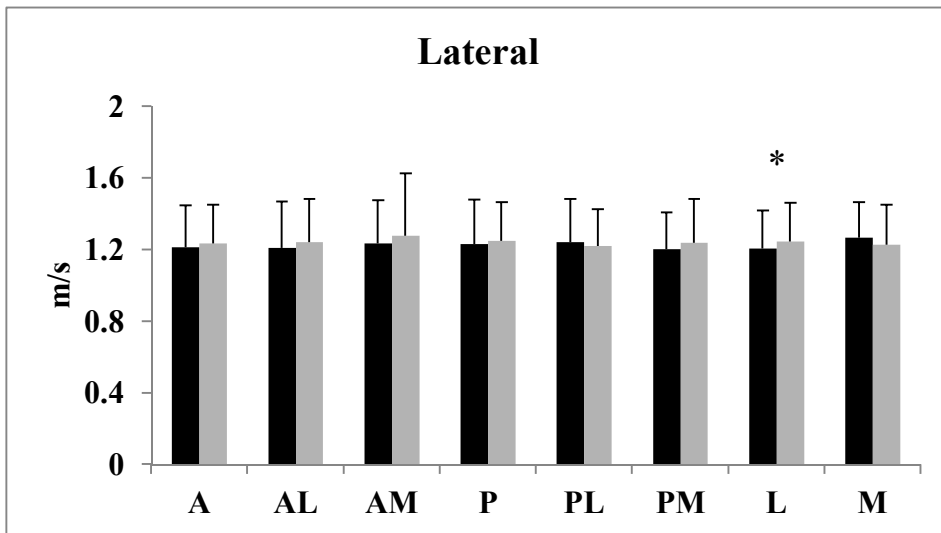
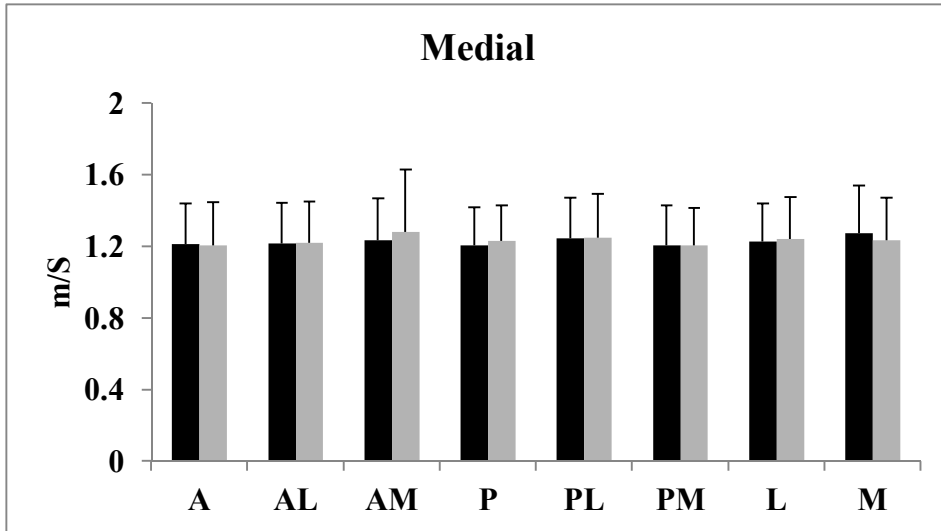


圖 3：星型平衡測試 8 個方向的足底壓力中心軌跡移動平均速度。A：前；P：後；M：內；L：外；AM：前內；AL：前外；PM：後內；PL：後外。ML：內外方向；AP：前後方向。



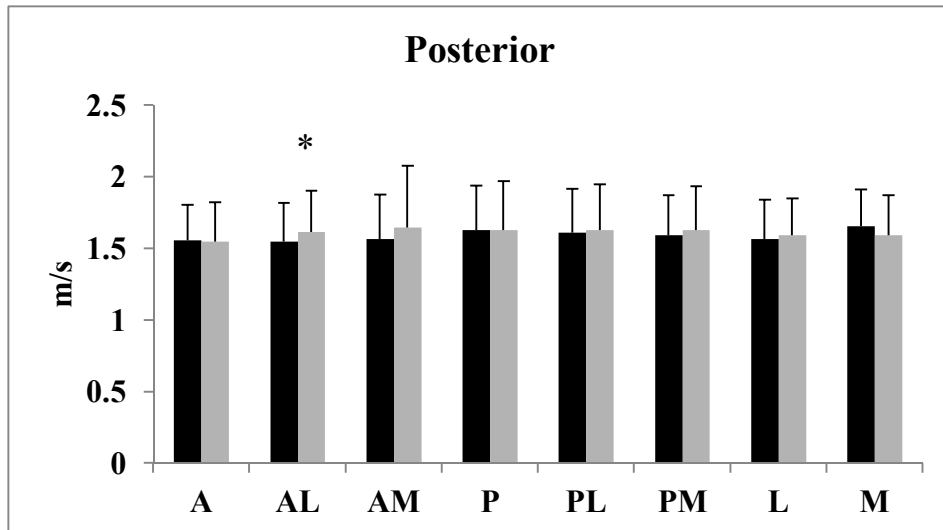


圖 4：星型平衡測試 8 個方向的足底壓力中心軌跡移動最大速度。A：前；P：後；M：內；L：外；AM：前內；AL：前外；PM：後內；PL：後外。* $p < 0.05$ 。

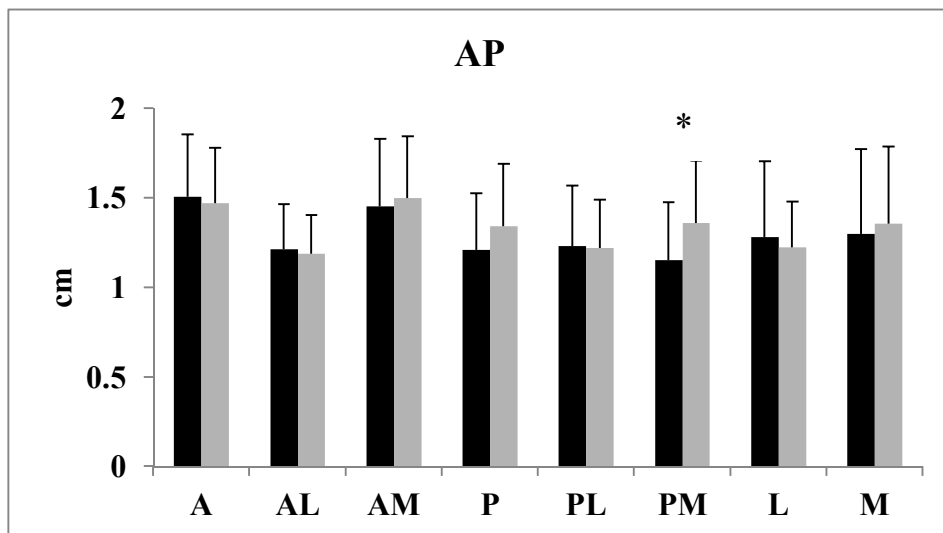
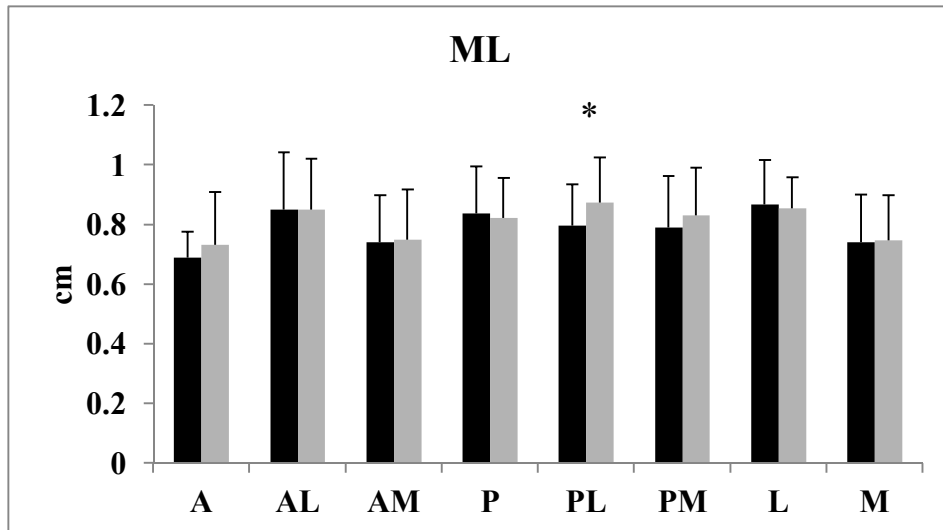


圖 5：星型平衡測試 8 個方向的足底壓力中心軌跡標準差。A：前；P：後；M：內；L：外；AM：前內；AL：前外；PM：後內；PL：後外。ML：內外方向；AP：前後方向。* $p < 0.05$ 。

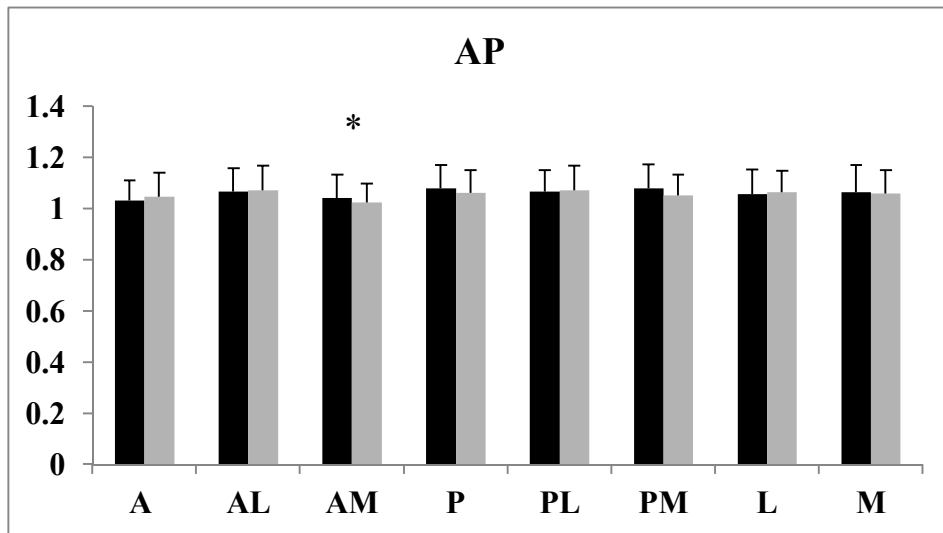
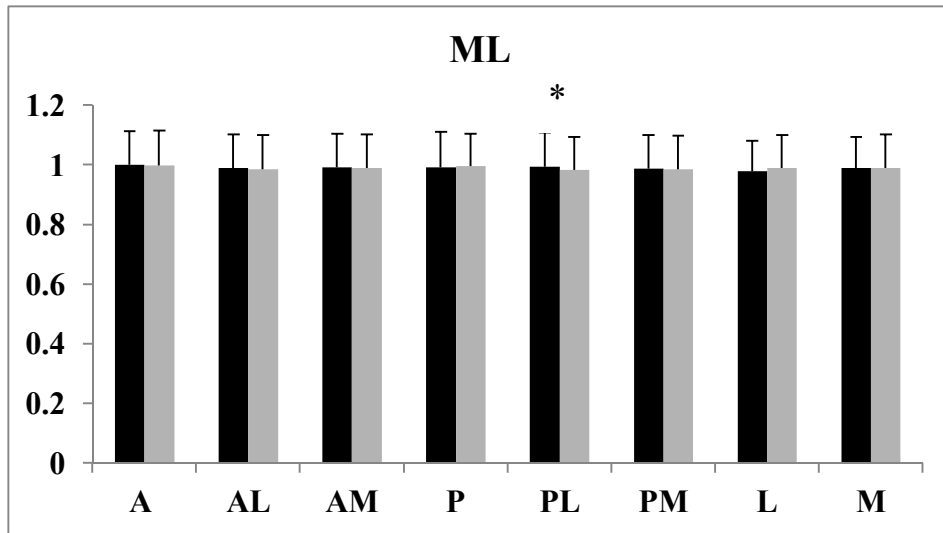


圖 6：星型平衡測試 8 個方向的足底壓力中心軌跡近似熵。A：前；P：後；M：內；L：外；AM：前內；AL：前外；PM：後內；PL：後外。ML：內外方向；AP：前後方向。* $p < 0.05$ 。

國科會補助專題研究計畫出席國際學術會議心得報告

日期：104年10月16日

計畫編號	MOST 104— 2410 — H —028 —004 —		
計畫名稱	慢性踝不穩定運動員姿勢平衡之近似熵分析		
出國人員姓名	張怡雯	服務機構及職稱	國立臺灣體育運動大學 運動健康科學學系 副教授
會議時間	2015年9月16日至 2015年9月19日	會議地點	日本 札幌 Sapporo, Japan
會議名稱	第8屆亞太生物力學研討會 The 8 th Asian-Pacific Conference on Biomechanics		
發表論文題目	水中運動對老年人跨越障礙物的效益 Effect Of Aquatic Exercise On Obstacle Crossing In Older Adults		



一、參加會議經過

亞太生物力學學會 (Asian-Pacific Society for Biomechanics, APAB) 成立於2004年，在亞太地區是相當重要的國際性生物力學學會，目前包含臺灣、日本、南韓、澳洲、紐西蘭、新加坡、中國大陸、香港、泰國等會員國，每一年的年會暨研討會均由亞太各地會員國輪流主辦，今年的亞太生物力學研討會由日本北海道大學(Hokkaido University)主辦，會議日期為2015年9月16日至9月19日。



圖一：北海道大學校園一隅

札幌市是日本北海道地區最大的都市，但沒有一般大城市喧囂的車水馬龍，反而有一種怡然寧靜的鄉村風貌，但其中卻隱藏著都會中的各式高科技的便利與四通八達的便捷交通網，街道相當乾淨整潔，擁有豐富歷史文化，呈現日本北國風景，非常有特色。九月的季節雖然是夏末秋初，在臺灣依然還是炎熱高溫，但白天的札幌溫度宜人舒適，約20-24度左右，但早晚溫度偏低，約15度左右，頗有涼意，日夜溫差較大。

參加會議的開始，首先搭乘高鐵由台中至桃園，在桃園中正機場出境後，搭乘國際班機飛抵日本北海道新千歲機場，再轉搭日本國鐵到達札幌市，約莫45分鐘就抵達札幌火車站，接著搭乘地鐵，再步行約5分鐘即到達住宿旅館。而由住宿處可搭乘地鐵，約莫10分鐘即可到達北海道大學，交通相當的便利。

亞太生物力學學會在會議議程的安排上，每天早上 8 點半開始，每天皆有安排專題演講 (Plenary lecture)，皆是世界級的生物力學大師的演講，相當精彩，並且有口頭發表 (Oral presentation) 與海報發表 (Poster presentation)，參與的學者們都仔細聽講，並有犀利的提問及精闢的回應，討論熱烈，令人獲益良多。

本次會議會場為日本知名的北海道大學，創立於 1876 年，最早為札幌農業學院(Sapporo Agricultural College)，1919 年正式改制為北海道大學(Hokkaido University)，歷史悠久，占地廣大，校園中到處是高大漂亮的綠樹，綠草如茵，建築物相對高度均不高，隱身於綠意盎然中，彷彿置身於森林公園中一般，是一個寧靜舒適且美麗的學習校園，學生主要都騎乘腳踏車作為代步工具，非常環保又便捷。會議進行之處是應用科學研究所(Frontier Research in Applied Science Building)，位於校園中心點，由校門口進入後，約莫步行 15 分鐘，才會走到會場所在之建築物，可見校地之廣大。



(A)

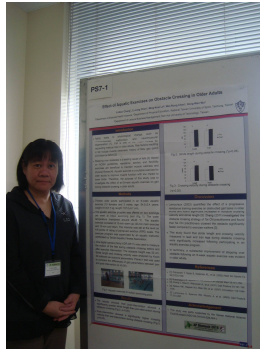


(B)

圖二：(A) 北海道大學校門口的亞太生物力學研討會的海報與會場地圖指引 (B) 應用科學研究所大門。

二、與會心得

此次會場位於北海道大學應用科學研究所，裡面有一間大型會議室，可容納數百人，也可進行不同主題的報告。參與會議的專家學者，主要來自亞太各區，例如：日本、臺灣、新加坡、韓國、紐西蘭、澳洲、中國大陸、香港、泰國、菲律賓等，但也有來自美國和歐洲的多位學者參加，其中，地主國日本的學者參加人數最多，而臺灣則是參加人數第二多的國家，與會學者都有相當精彩的報告。



圖三：本次會議所發表論文海報的合影。

此次會議主題廣泛，舉凡和生物力學有關的內容，皆是會議中探討的主題，共有 3 場專題演講，167 篇的口頭報告，及超過 160 篇以上的海報發表，數量非常豐富，包括以下各個主題項目：

- ◇ Artificial Organs and Implants
- ◇ Biomaterials
- ◇ Biomimetics
- ◇ Biofluid Mechanics
- ◇ Cardiovascular and Respiratory Biomechanics
- ◇ Cell and Tissue Biomechanics
- ◇ Computational Biomechanics
- ◇ Dental Biomechanics
- ◇ Molecular Biomechanics
- ◇ Musculoskeletal Biomechanics
- ◇ Orthopaedic Biomechanics
- ◇ Rehabilitation Biomechanics
- ◇ Sensory Organ Mechanics
- ◇ Sports and Impact Biomechanics
- ◇ Tissue Engineering Gait analysis

在這些不同的研究領域之中，我最感到有興趣的是美國梅約醫學中心骨科生物力學實驗室主任安介南教授的專題演講，主題是關於上肢生物力學(Biomechanics of Upper Extremities)。演講內容詳盡介紹手的功能主要在於精細動作操作與使力的抓握，經由手腕關節、肘和肩關節的穩定協同合作，使得手可以伸展到空間中的許多位置，達成生理上和運動上的需求。由於上肢大多為重複性的動作形式，易產生不同形式的傷害，經由生物力學的分析，可以了解傷害的機轉以及治療的效益。同時，實驗資料整合電腦模擬模式和影像分析，

可以提供更精準的結果，並可應用於運動醫學領域之中。

由於論文發表的篇數眾多，因此口頭發表使用了 4 個不同場地，可以同時間進行 4 場的口頭報告，海報發表則使用了數間教室以及各式連接廊道，才有辦法容納這麼多篇的海報呈現。本次會議的海報發表除了需張貼海報，並在海報旁邊講解說明之外，還需要進行 3 分鐘的簡短口頭報告，並使用 PPT，這樣可以使聽眾迅速的知道每一主題的海報發表最主要的研究目的和成果為何，相當的有效率。

在如此多的研究報告中，我最感到有興趣的報告，是關於肩關節外展時旋轉肌群不平衡的影響(The effect of rotator cuff imbalance during glenohumeral abduction)，作者是來自北海道大學醫學院骨科部的 Tomoya Matsushashi 醫師，研究目的為分析不同旋轉肌群功能不良時，對於喙突肩峰彎曲(coracoacromial arch)下的接觸壓力(contact pressure)與接觸面積(contact area)的影響，使用 8 具大體肩關節在外展 0、20、40、60、80 度下，分別量測肩峰下接觸壓力與接觸面積，並在 4 個模式下進行測試：(1) 完整的旋轉肌群 (2) 棘上肌損傷 (3) 棘上肌與棘下肌損傷 (4) 旋轉肌群完全損傷。結果發現在完整旋轉肌群狀態下，外展 20、40、60 度時的肩峰下接觸壓力和面積均比外展 0 度時顯著較大，在外展 20 與 40 度下，旋轉肌群完全損傷的肩峰下接觸壓力和面積比完整旋轉肌群顯著較大，顯示重複性的肱骨-肩峰接觸可能導致旋轉肌群肌腱炎的產生，進而產生滑囊側的損傷。

三、發表論文全文或摘要

Effect of Aquatic Exercise on Obstacle Crossing in Older Adults

Falling is one of the causes for requesting medical care in older adults. One risk factor of falling is the gait instability during obstacle crossing. The purpose of this study was to investigate the effect of 8-week aquatic exercise on obstacle crossing performance in older adults. Thirteen older adults participated in an 8-week aquatic exercise. One digital camera was used to measure the motion of the feet during obstacle crossing before and after the exercise intervention. Paired t test was used to compare the differences of gait parameters between pre- and post-intervention. The results showed that stride length and crossing velocity measured on toe and heel were increased during obstacle crossing. The findings suggested that an 8-week aquatic exercise could enhance obstacle crossing performance in older adults.

四、建議

本次會議的生物力學領域非常廣泛，小至奈米生物力學(Nano-biomechanics)、分子生物力學(Molecular biomechanics)和細胞組織生物力學(Cell and tissue biomechanics)，大至復健器材的設計(Rehabilitation device)。在聆聽了許多的來自世界各地學者所發表的生物力學研究報告後，覺得獲益匪淺。經由分析各項生物力學的因子，考慮人體的骨骼肌肉神經系統結構力學和材料力學，以及循環系統的流體力學，無論是復健醫學評估，血液流動生理效益，或是臨床骨科的治療應用上，都有精闢的探討。另一方面，對於如何促進義肢裝具的科技輔具使用，以及相對因應的動作策略，也提出新的看法，這些均能夠應用於適應體育之促進，以及運動傷害的防護。參加大型國際研討會，確實有另一層面的學習與激發更靈活的思考想法。

五、攜回資料名稱及內容

本次會議帶回的書面資料為「Conference Program of the 8th Asian-Pacific Conference on Biomechanics 2015」，內容包含會議資訊的介紹、會議地點、議程、專題演講的內容和主講學者的介紹、和各國學者所發表的論文摘要題目和時程。另外，大會也提供隨身碟，內容包含會議所有相關資訊以及口頭和海報發表的所有摘要資料，非常的便利。

六、附錄

附錄一：大會議程

附錄二：參加研討會的名牌

附錄三：研討會論文封面

附錄四：發表摘要之時程

附錄五：發表之海報

PROGRAM AT A GLANCE

	Hall	Room A	Room B	Room C
Wednesday, 16 September				
15:00-17:00	Registration			
17:00-20:00	Welcome Reception			
Thursday, 17 September				
9:00 - 9:45	Opening & Award Ceremony			
9:45 - 10:45	Plenary Lecture 1 Prof. T. Yamaguchi			
10:45 - 11:00	Break			
11:00 - 12:30	OS1 Bio-inspired Flight System Biomechanics I	OS2 Integrated Nano-Biomechanics	GS1 Cell and Tissue Biomechanics I	GS2 Orthopaedic Biomechanics I
12:30 - 13:30	Lunch			
13:30 - 15:00	OS1 Bio-inspired Flight System Biomechanics II	GS3 Cardiovascular and Respiratory Biomechanics	GS1 Cell and Tissue Biomechanics II	GS2 Orthopaedic Biomechanics II
15:00 - 15:15	Break			
15:15 - 17:00	Poster Short Presentation I	Poster Short Presentation II	Poster Short Presentation III	Poster Short Presentation IV
17:00 - 18:00	Poster Session			
19:00 - 21:00	Banquet			
Friday, 18 September				
8:30 - 9:45	OS3 Rehabilitation Devices I	OS4 Advanced Clinical Joint Biomechanics	GS1 Cell and Tissue Biomechanics III	
9:45 - 10:00	Break			
10:00 - 11:15	OS3 Rehabilitation Devices II	OS5 Mechanobiology and Tissue Engineering for Disease and Regeneration I	GS1 Cell and Tissue Biomechanics IV	GS4 Molecular Biomechanics
11:15 - 11:30	Break			
11:30 - 12:30	Plenary Lecture 2 Prof. K. N. An			
12:30 - 13:30	Lunch			
13:30 - 15:00	OS6 Australian and New Zealand Society for Biomechanics (ANZSB)	OS5 Mechanobiology and Tissue Engineering for Disease and Regeneration II	GS1 Cell and Tissue Biomechanics V	GS5 Tissue Engineering
15:00 - 15:15	Break			
15:15 - 17:00	Poster Short Presentation V	Poster Short Presentation VI	Poster Short Presentation VII	Poster Short Presentation VIII
17:00 - 18:00	Poster Session			
Saturday, 19 September				
8:45 - 9:45	GS6 Musculoskeletal Biomechanics	OS7 Injury Biomechanics I	GS1 Cell and Tissue Biomechanics VI	GS7 Rehabilitation Biomechanics I
9:45 - 10:00	Break			
10:00 - 11:15	OS8 Wearable Technologies for Rehabilitation	OS7 Injury Biomechanics II	GS8 Artificial Organs and Biomaterials	GS7 Rehabilitation Biomechanics II
11:15 - 11:30	Break			
11:30 - 12:30	Plenary Lecture 3 Prof. A. Cappozzo			
12:30 - 13:30	Lunch			
13:30 - 15:15	GS9 Clinical Bioengineering	GS10 Sports and Impact Biomechanics	GS11 Computational Biomechanics	GS7 Rehabilitation Biomechanics III
15:15 - 15:30	Break			
15:30 - 16:00	Closing Ceremony			

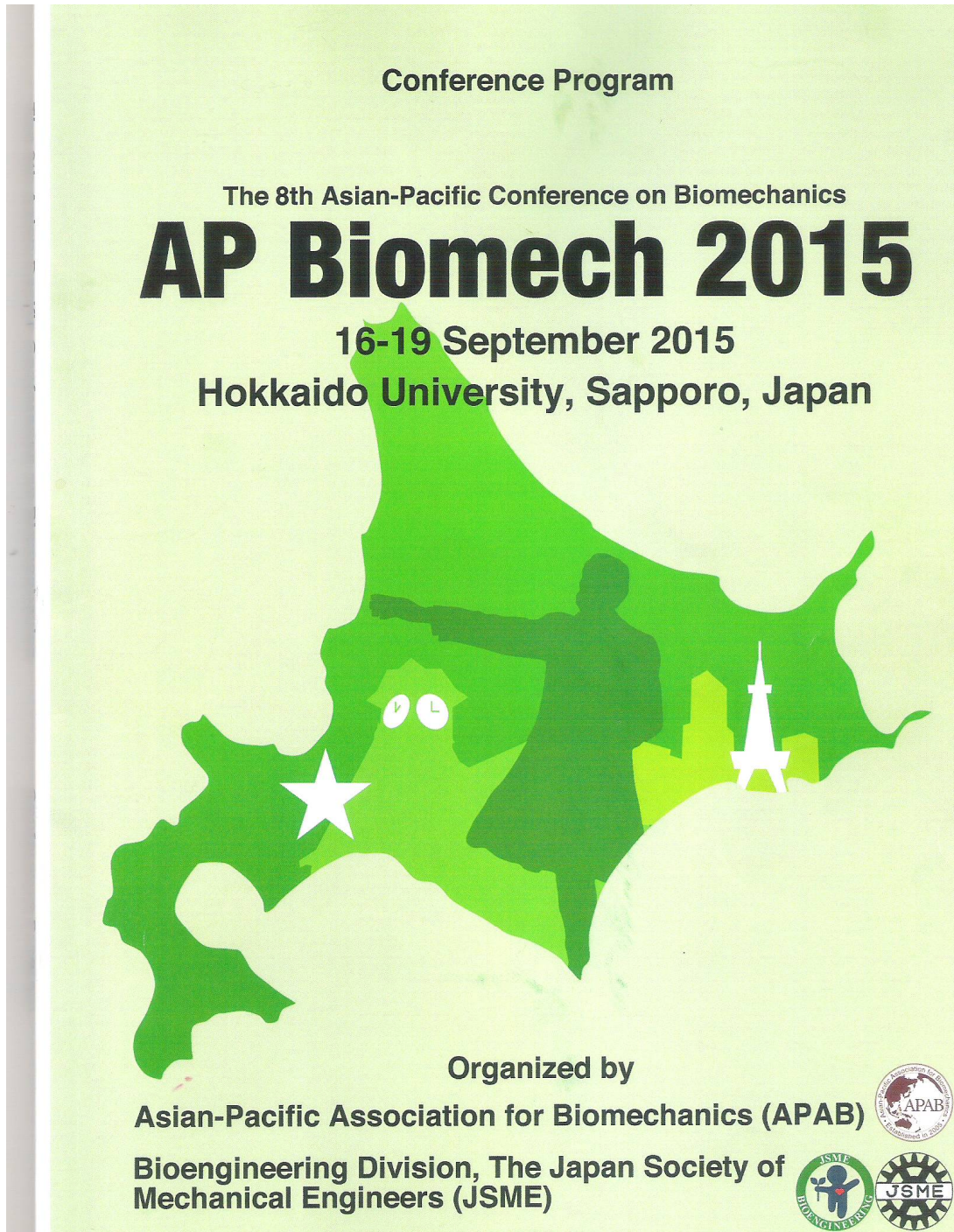
附錄二：參加研討會的名牌



Yi-Wen Chang
National Taiwan University of Sport

Taiwan

0224



附錄四：發表摘要之時程

<p>15:15 - 17:00 Room B</p>	<p>PS7 : Poster Short Presentation VII Chair(s): Kaori Kuribayashi-Shigetomi (Hokkaido University, Japan)</p>
<p>PS7-1</p>	<p>Effect of Aquatic Exercise on Obstacle Crossing in Older Adults <u>Yi-Wen Chang</u>¹, Li-Jung Chen¹, Ming-Kuei Lo², Wei-Rung Chen¹, Hong-Wen Wu¹ ¹ National Taiwan University of Sport, Taiwan. ² Nan Kai University of Technology, Taiwan.</p>
<p>PS7-2</p>	<p>Analysis of Spinal Alignment Pattern of Car Occupants Obtained Using an Upright Open MRI System <u>Mamiko Odani</u>¹, Fusako Sato², Yusuke Miyazaki¹ ¹ Tokyo Institute of Technology, Japan. ² Japan Automobile Research Institute, Japan.</p>
<p>PS7-3</p>	<p>Different Pitching Mechanics between Sidearm and Overhand Baseball Pitchers <u>Yu-Shiuan Cheng</u>¹, Lin-Hwa Wang¹, Fong-Chin Su¹ ¹ National Cheng Kung University, Taiwan.</p>
<p>PS7-4</p>	<p>Effect of Prosthetic Feet Stiffness on Loading Rate during Running: A Case Study <u>Hiroaki Hobaru</u>¹, Yoko Sano¹, Atsushi Makimoto¹, Yoshiyuki Kobayashi¹, Thijs A Helder¹, Masaaki Mochimaru¹ ¹ National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Japan.</p>
<p>PS7-5</p>	<p>Variation of Compressive Mechanical Property of Engineered Cartilage Tissue Constructed Using Mesenchymal Stem Cells with Collagen Two-Phase Scaffold <u>Yusuke Nakamura</u>¹, Takaaki Arahira², Mitsugu Todo¹ ¹ Kyushu University, Japan. ² Fukuoka Dental College, Japan.</p>
<p>PS7-6</p>	<p>Experimental Verification of Cell Adhesion Effect to Cellular Function Expression <u>Yuta Nakashima</u>¹, Yuki Hikichi¹, Kouichi Tsusu², Kazuyuki Minami², Yoshitaka Nakanishi¹ ¹ Kumamoto University, Japan. ² Yamaguchi University, Japan.</p>
<p>PS7-7</p>	<p>Using Functionalized Renal Epithelial Cell and Microfluidic System for Kidney Disease <u>Ling-Yu Chen</u>¹, Hui-Chun Huang¹, Fong-Chin Su¹, Chia-Ching Wu¹ ¹ National Cheng Kung University, Taiwan.</p>

Effect of Aquatic Exercises on Obstacle Crossing in Older Adults

Yi-Wen Chang¹, Li-Jung Chen¹, Ming-Kuei Lo², Wei-Rung Chen¹, Hong-Wen Wu³

¹Department of Exercise Health Science, ³Department of Physical Education, National Taiwan University of Sport, Taichung, Taiwan

²Department of Leisure Business Management, Nan Kai University of Technology, Taiwan



Introduction

- Aging leads to physiological change, such as cardiopulmonary malfunction and neuromuscular degeneration [1]. Fall is one of the major causes for requesting medical care in older adults. Risk factors resulting in fall include muscle weakness, history of falls, gait deficit and balance deficit [2].
- Stepping over obstacles is a leading cause of falls [3]. Based on ACSM guidelines, resistance, aerobic and flexibility exercises are beneficial to maintain muscle wellness and physical fitness [4]. Aquatic exercise is a suitable exercise for older adults to improve muscle function with low impact to lower limbs. Therefore, the purpose of this study was to investigate the effect of an 8-week aquatic exercise on gait during obstacle crossing in older adults.

Methods

- Thirteen older adults participated in an 8-week aquatic exercise (10 females and 3 males; age: 64.5±3.4 years; weight: 61.5±7.7 kg; length: 157.0±9.7 cm).
- The aquatic exercise program was offered on two evenings per week at indoor swimming pool (Fig 1). The water temperature maintained around 29-30 °C. The aquatic exercise consisted of 10-min warm up, 40-min main exercise and 10-min cool down. The intensity was set at the level on 4-6 points of rating of perceived exertion (RPE) scale. The exercise program was supervised by an aquatic instructor certificated by Taiwan Aquatic Fitness Association.
- One digital camera (Sony HDR-SR11) was used to measure the motion of the feet during obstacle crossing before and after exercise intervention. The obstacle height was 20 cm. Stride length and crossing velocity were analyzed by Kwon 3D software as outcome parameters. Paired t test was used to compare the differences of gait parameters between pre- and post-intervention ($\alpha = 0.05$).



Fig 1: Aquatic exercise in indoor swimming pool.

Results

- The results showed that post-intervention showed a significantly greater stride length than pre-intervention during obstacle crossing (Fig 2, $p < 0.05$).
- Post-intervention showed a significantly higher crossing velocity than pre-intervention during obstacle crossing (Fig 3, $p < 0.05$).

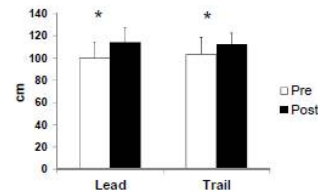


Fig 2: Stride length during obstacle crossing ($*p < 0.05$).

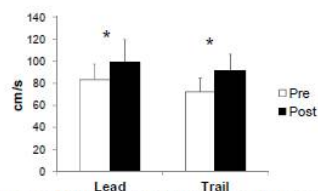


Fig 3: Crossing velocity during obstacle crossing ($*p < 0.05$).

Discussion

- Lamoureux (2003) quantified the effect of a progressive resistance training exercise on obstructed gait tasks in older adults and found significant increases in obstacle crossing velocity and stride length [5]. Zhang (2011) investigated the obstacle crossing strategy of Tai Chi practitioners and found that Tai Chi practitioners crossed the obstacle significantly faster compared to exercise walkers [3].
- This study found that stride length and crossing velocity measured in lead and trail legs during obstacle crossing were significantly increased following participating in an aquatic exercise program.
- In summary, a substantial improvement of stepping over obstacle following an 8-week aquatic exercise was evident in older adults.

References

- [1] Pohyonen T, Sipilä S, Keskinen KL, et al. (2002) Med Sci Sports Ex 34:2103-2109.
- [2] Rubenstein LZ, Josephson KR (2002) Clin Geriatr Med 18:141-158.
- [3] Zhang C, Mao D, Riskowski JL, et al. (2011) Gait Posture 34:191-196.
- [4] Nelson ME, Rejeski WJ, Blair SN, et al. (2007) Circulation 116:1094-1105.
- [5] Lamoureux E, Sparrow WA, Murphy A, et al. (2003) Gait Posture 17:273-283

Acknowledgement

- This study was partly supported by the Taiwan National Science Council project (NSC102-2410-H-028-004-).



科技部補助計畫衍生研發成果推廣資料表

日期:2016/12/28

科技部補助計畫	計畫名稱: 慢性踝不穩定運動員姿勢平衡之近似熵分析
	計畫主持人: 張怡雯
	計畫編號: 104-2410-H-028-004- 學門領域: 運動生物力學
無研發成果推廣資料	

104年度專題研究計畫成果彙整表

計畫主持人：張怡雯			計畫編號：104-2410-H-028-004-					
計畫名稱：慢性踝不穩定運動員姿勢平衡之近似熵分析								
成果項目			量化	單位	質化 (說明：各成果項目請附佐證資料或細項說明，如期刊名稱、年份、卷期、起訖頁數、證號...等)			
國內	學術性論文	期刊論文		0	篇			
		研討會論文		0				
		專書		0	本			
		專書論文		0	章			
		技術報告		0	篇			
		其他		0	篇			
	智慧財產權及成果	專利權	發明專利	申請中	0	件		
				已獲得	0			
			新型/設計專利		0			
		商標權		0				
		營業秘密		0				
		積體電路電路布局權		0				
		著作權		0				
		品種權		0				
		其他		0				
	技術移轉	件數		0	件			
		收入		0	千元			
	國外	學術性論文	期刊論文		0	篇		
			研討會論文		1			Trunk stability in the subjects with chronic ankle instability during vertical jump. The 6th Asian Society of Sports Biomechanics conference, Ningbo fortune Bond Hotel, Ningbo, China. Oct 13-16, 2016. P91
			專書		0		本	
專書論文			0	章				
技術報告			0	篇				
其他			0	篇				
智慧財產權及成果		專利權	發明專利	申請中	0	件		
				已獲得	0			
			新型/設計專利		0			
		商標權		0				

		營業秘密	0		
		積體電路電路布局權	0		
		著作權	0		
		品種權	0		
		其他	0		
技術移轉	件數	0	件		
	收入	0	千元		
參與計畫人力	本國籍	大專生	0	人次	
		碩士生	3		
		博士生	0		
		博士後研究員	0		
		專任助理	0		
	非本國籍	大專生	0		
		碩士生	0		
		博士生	0		
		博士後研究員	0		
		專任助理	0		
其他成果 (無法以量化表達之成果如辦理學術活動、獲得獎項、重要國際合作、研究成果國際影響力及其他協助產業技術發展之具體效益事項等，請以文字敘述填列。)					

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）

近似熵分析模式提供了足底壓力中心及加速規連續性時序資料非線性隨機特性的量化模式，並可以應用於下肢關節不穩定族群之姿勢平衡變異性分析。本研究探討慢性踝關節不穩定患者在維持站立平衡時的近似熵模式，因而了解不穩定的踝關節對於姿勢控制之動作不規則性的影響。

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）