

國立臺灣體育運動大學補助學術研究計畫申請表

一、基本資料

申請系所		通識教育中心		
計畫主持人姓名		呂學冠	職稱	助理教授
共同主持人姓名		吳聰義	系所/職稱	技擊運動學系
計畫名稱	中文	以去連結資料進行站立式身體組成分析儀身體水分與疲勞的相關性後分析		
	英文	Meta-analysis of the correlation between body fluid and fatigue in a standing body composition analyzer based on de-identification data		
計畫類型		<input checked="" type="checkbox"/> 自然科學 <input type="checkbox"/> 人文社會		
整合型總計畫名稱				
整合型總計畫主持人			職稱	
全程執行期限		自民國 109 年 1 月 1 日起至民國 109 年 12 月 31 日		
計畫連絡人		姓名：呂學冠 電話：(公) 04-22213108#2006 (宅/手機)		
傳真號碼			E-MAIL	hklu@ntupes.edu.tw
1. 本計畫是否有進行下列實驗/研究：(勾選下列任一項，結案報告須附相關實驗/研究同意文件) <input type="checkbox"/> 人體試驗/人體檢體 <input type="checkbox"/> 人體胚胎/人體胚胎幹細胞 <input type="checkbox"/> 基因重組實驗 <input type="checkbox"/> 基因轉殖田間實驗 <input type="checkbox"/> 第二級以上感染性生物材料 <input type="checkbox"/> 動物實驗(須同時加附動物實驗倫理3R說明) 2. 本計畫是否為人類研究(非生物醫學研究)計畫： <input type="checkbox"/> 是(請檢附人類研究倫理審查之證明文件)； <input type="checkbox"/> 否 3. 本計畫案若通過審核接受學校補助，計畫執行中如涉及人體試驗、採集人體檢體或人類研究，主持人應依有關法令規定辦理，並依規定經研究倫理委員會或人體試驗倫理委員會審查同意始得執行。主持人應於計畫結束後三個月內繳交結案報告一份及電子檔，結案報告應附上相關研究倫理委員會審查通過證明。				



計畫主持人(申請人)簽章：_____ 日期： 2019/10/29

二、申請補助經費：

請將本計畫申請書之第三與第四項所列費用個別加總後，分別填入「業務費」及「研究助理費」欄內。

金額單位：新台幣元

補助項目	金 額
業務費	20,000
研究助理費	60,000
合 計	

三、業務費：

- (一) 凡執行研究計畫所需之耗材、物品及雜項費用，均可填入本表內。
- (二) 說明欄請就該項目之規格、用途等相關資料詳細填寫，以利審查。

金額單位：新台幣元

項 目 名 稱	說明	單位	數量	單價	金額	備註
論文發表相關 雜項費用			1 1	15000 5000	15000 5000	
合 計						

四、研究助理費：

級別欄請依兼任助理(碩士生或大學生)及臨時工填寫。

金額單位：新台幣元

級別	人數	每人每月 金額	月數	總金額	在本研究計畫內擔任之具體工作性質、項目及範圍
學士級	2	5000	6	60,000	研究學習與研究相關雜項工作
合計				60,000	

五、整合型研究計畫項目及重點說明：(總計畫及子計畫之主持人均需填寫此表)

(一) 整合型研究計畫項目：

計 畫 項 目	主持人	服務機構/系所	職稱	計 畫 名 稱	申請經費 (新台幣元)
總計畫					
子計畫一					
子計畫二					
子計畫三					
子計畫四					
子計畫五					
合計					

(二) 整合型研究計畫重點說明：

請就下列各點分項述明：

- 1.整合之必要性：包括總體目標、整體分工合作架構及各子計畫間之相關性與整合程度。
- 2.人力配合度：包括總計畫主持人協調領導能力、各子計畫主持人之專業能力及合作諧和性。
- 3.資源之整合：包括各子計畫所需各項儀器設備之共用情況及研究經驗與成果交流情況。
- 4.預期綜合效益。

六、研究計畫中英文摘要：請就本計畫要點作一概述，並依本計畫性質自訂關鍵詞。

(一) 計畫中文摘要。(五百字以內)

人體的水分主要分為細胞內液 (intracellular fluid, ICF) 與細胞外液 (extracellular fluid, ECF)。人體在長時間活動後, 身體水份可能會因為重力因素而往地心方向沉降, 使得近地身體組織之水分變多。人體一天當中在晚上睡前, 此時為足部為最為腫脹之時。運動員上下肢段水分分布是否與疲勞相關則為有趣議題。

本研究是以受試者體水分分布預測運動疲勞, 其間疲勞輔以生心理指標, 包括反應時間, 心跳變異率(HRV), 血氧飽和度變化以及疲勞自覺量表, 血清尿素(Blood urea nitrogen, BUN)、血清肌酸激酶 (Creatine kinase, CK)、血清睪酮 / 皮質醇比值 (Testosterone/Corticosterone)、尿蛋白 (Protein urine, PRO)、尿膽原 (Urobilinogen, Uro) 與血清乳酸等做相關性之探討, 希望能以過去研究生畢業後所留下的去連結附錄資料進行站立式身體組成分析儀身體水分(包括細胞內液 (intracellular fluid, ICF) ,細胞外液 (extracellular fluid, ECF) , 上肢與下肢等水分)與疲勞的相關性後分析預測與評估。

關鍵字：疲勞, 細胞內液 (intracellular fluid, ICF) 與細胞外液 (extracellular fluid, ECF)

(二) 計畫英文摘要。(五百字以內)

The human body's water is mainly divided into intracellular fluid (ICF) and extracellular fluid (ECF). After a long period of activity, the body's water may settle toward the center of the earth due to gravity, making the water in the near-earth body tissue more water than in the distant body tissues. Before going to bed at night during the day, at this moment, the foot is the most swollen. Whether the athlete's upper and lower limbs water distribution is related to fatigue is an interesting issue.

This study predicts exercise fatigue based on the body water distribution. The correlation between body water with fatigue-indicators, including reaction time, heart rate variability (HRV), blood oxygen saturation changes and fatigue consciousness scale, serum urea (BUN), serum creatine kinase (CK), serum the ketone/corticosterone, the urine protein (PRO), the urobilinogen (Uro) and the serum lactic acid will be discussed by meta-analysis.

Keywords: fatigue, intracellular fluid, extracellular fluid

七、研究計畫內容：

- (一) 近三年之研究計畫內容與主要研究成果說明。(連續性計畫應同時檢附上年度研究進度報告)
- (二) 研究計畫之背景及目的。請詳述本研究計畫之背景、目的、重要性及國內外有關本計畫之研究情況、重要參考文獻之評述等。本計畫如為整合型研究計畫之子計畫，請就以上各點分別述明與其他子計畫之相關性。
- (三) 研究方法、進行步驟及執行進度。請分年列述：1.本計畫採用之研究方法與原因。2.預計可能遭遇之困難及解決途徑。3.重要儀器之配合使用情形。4.如為整合型研究計畫，請就以上各點分別說明與其他子計畫之相關性。5.如為須赴國外或大陸地區研究，請詳述其必要性以及預期成果等。
- (四) 預期完成之工作項目及成果。請分年列述：1.預期完成之工作項目。2.對於學術研究、國家發展及其他應用方面預期之貢獻。3.對於參與之工作人員，預期可獲之訓練。4.本計畫如為整合型研究計畫之子計畫，請就以上各點分別說明與其他子計畫之相關性。

(一)、近三年之研究計畫內容與主要研究成果說明

1. Li-Wen Lee, Yu-San Liao, Hsueh-Kuan Lu, Kuen-Chang Hsieh*, Ching-Chi Chi* (2019) Performance of bioelectrical impedance analysis in the estimation of bone mineral content in healthy children aged 6-12 years. *Journal of Clinical Densitometry*. S1094-6950(18)30267-1 <https://doi.org/10.1016/j.jocd.2019.03.002>. (2019, March, SCI Impact factor 3.015)
2. Chih-Ching Tsai^{§, #}, Hsueh-Kuan Lu[§], Lee-Ping Chu, Chih-Chung Ting, Kuen-Chang Hsieh[#], Chung-Liang Lai* (2018) Analysis of the Accuracy of Resting Heart Rate with the Standing Electronic Weight Scale by Ballistocardiogram. *IEEE, 2018 International Symposium on Computer, Consumer and Control (IS3C)*. 92-96. DOI:10.1109/IS3C.2018.00031 (EI)
3. Hsueh-Kuan Lu, Yu-Yawn Chen, Chinagwen Yeh, Chih-Lin Chuang, Li-Ming Chiang, Chung-Liang Lai, Kevin M. Casebolt, Ai-Chun Huang, Wen-Long Lin & Kuen-Chang Hsieh* (2017) Discrepancies between leg-to-leg bioelectrical Impedance analysis and computerized tomography in abdominal visceral fat measurement. *Scientific Reports* 7: 9102. DOI:10.1038/s41598-017-08991-y (2017, August, SCI Impact factor 4.122)
4. Cheng-Chyuan Lai, Hsueh-Kuan Lu, Li-Ming Chiang, Kuen-Chang Hsieh, Kevin M Casebolt, and Chung-Liang Lai (2017). The evaluation of a leg-to-leg bioimpedance device in the estimation of abdominal visceral fat in the elderly. *International Journal of Gerontology*. 11:144-148. (<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijge.2016.03.013>) (SCI Impact factor 0.463)
5. Li-Wen Lee, Yu-San Liao, Hsueh-Kuan Lu, Pei-Lin Hsiao, Yu-Yawn Chen, Ching-Chi Chi*, Kuen-Chang Hsieh* (2017) Validation of two portable bioelectrical impedance analyses for the assessment of body composition in school age children. *PLoS ONE* 12(2): e0171568. doi:10.1371/journal.pone.0171568 (SCI Impact factor 3.234)
6. Hsueh-Kuan Lu[†], Li-Ming Chiang[†], Yu-Yawn Chen, Chih-Lin Chuang, Kuen-Tsann Chen, Gregory B. Dwyer, Ying-Lin Hsu, Chun-Hao Chen and Kuen-Chang Hsieh* (2016) Hand-to-

- Hand Model for Bioelectrical Impedance Analysis to Estimate Fat Free Mass in a Healthy Population. *Nutrients*. 8, 654; doi:10.3390/nu8100654 (SCI Impact factor 3.759)
7. Kuen-Tsann Chen, Yu-Yawn Chen, Chia-Wei Wang, Chih-Lin Chuang, Li-Ming Chiang, Chung-Liang Lai, Hsueh-Kuan Lu, Gregory B. Dwyer, Shu-Ping Chao, Ming-Kuei Shih, Kuen-Chang Hsieh (2016) Comparison of Standing Posture Bioelectrical Impedance Analysis with DXA for Body Composition in a Large, Healthy Chinese Population. *PLoS ONE* 11(7): e0160105. doi:10.1371/journal.pone.0160105 (SCI Impact factor 3.234)

(二)、研究的背景與目的

運動疲勞 (Exercise-induced fatigue) 是運動科學領域熱門的研究題目，現今研究運動疲勞多著眼於疲勞的發生與疲勞的消除，其間從運動生理學、運動生物力學、運動心理學各不同領域或以整合不同領域方式探討，研究子題包括判斷疲勞的量化指標、疲勞發生的程度、延緩疲勞發生的方法、疲勞消除的方法、運動訓練與疲勞、運動表現與疲勞、運動疲勞的消除等等。

人體的水分可以分為細胞內液 (intracellular fluid, ICF) 與細胞外液 (extracellular fluid , ECF)。人體一天當中身高最高的時候為早上剛起床時，此乃地心引力影響人體身高測量的結果；而在晚上睡前則為人體一天中足部最為腫脹之時，其亦是地心引力使人體水分往足部堆積所造成。人體在長時間站立期間身體的水份可能會因為重力因素而往地心方向沉降，使得近地身體組織之水分變多。運動員水分分布是否與疲勞相關則值得再進一步分析探究。

本研究是以受試者體水分預測運動疲勞，其間疲勞輔以生心理指標，包括反應時間, 心跳變異率(HRV), 血氧飽和度變化以及疲勞自覺量表, 血清尿素(Blood urea nitrogen, BUN)

(Greenberg 2002; Mashiko et al, 2004)、血清肌酸激酶 (Creatine kinase, CK) (Bloomer et

al, 2007)、血清睪酮 / 皮質醇比值 (Testosterone/Corticosterone) (Fry et al, 1994)、尿蛋白 (Protein urine, PRO) (Johnston et al, 2006)、尿膽原 (Urobilinogen, Uro) (Schmid and Mahler, 1959)、血清乳酸與 CD4/CD8 比值 (Klimas et al, 1990) 等做相關性之探討，希望能以過去研究生畢業後所留下的去連結附錄資料進行站立式身體組成分析儀身體水分(包括細胞內液 (intracellular fluid, ICF) ,細胞外液 (extracellular fluid , ECF) , 上肢與下肢等水分)與疲勞的相關性後分析預測與評估。(註:研究生是該論文的研究倫理送審計畫主持人, 目前中正大學研究倫理審查是如此定義。受試者同意書等具名資料保存在計畫主持人處, 即研究生本人存查)

(三)、運動疲勞的評估方式

運動疲勞的評估方式主要有生理測量、心理測量與生化測量等方式。常見的運動疲勞的評估方式分別有運動時的心跳率、運動時的攝氧量或呼吸商、自覺量表 (rating of perceived exertion , 簡稱 RPE) 和血乳酸堆積等詳述如下。

一、生理測量

1.肌力、肌肉硬度與肌圍

疲勞時，參與工作的肌肉(或肌群)的力量會下降。因此，測定工作前後的肌肉力量，可判斷參加工作的肌肉是否出現疲勞及其疲勞的深度。

骨骼肌疲勞時，不僅收縮機能下降，而且肌肉的放鬆能力也下降，表現為肌肉疲勞時，肌肉不能充分放鬆，肌肉硬度增加。用肌肉硬度計可以測定肌肉收縮及放鬆狀態的硬度、或肌肉附近的組織的硬度。

長距離行走、馬拉松跑或長時間站立性工作，可引起下肢圍度增加，這主要是由於重力作用，使下肢血液回流受阻、下肢血液滯留及組織液增多所致。在一次長時間工作後，下肢圍度的增加與疲勞程度成正比。

2.心跳率：

(1) .基礎心跳率

心跳率是評定運動性疲勞最簡易的指標。基礎心跳率是基礎狀態下的心跳率，即清晨、清醒、起床前、靜臥時的心跳率，一般用脈搏表示，機體機能正常時基礎心跳率相對穩定。如果大運動負荷訓練後，經過一夜的休息，基礎心跳率叫平時增加 5 至 10 次(每分鐘)以上，則認為有疲勞累積現象；如果連續幾天持續增加，則應調整運動負荷。在選用基礎心跳率作為評定疲勞指標時，應排除驚嚇、惡夢、睡眠等其他因素的影響。

(2) .運動中心跳率可採用遙測心跳率方法測定運動中的心跳率變化，或用運動後即刻心

跳率代替運動中的心跳率。按照訓練-適應理論，隨著訓練水平的提高，完成同樣運動負荷時，心跳率有逐漸減少的趨勢。一般情況下，如果從事同樣強度的定量負荷，運動中心跳率增加，則表示身體機能狀態不佳。

(3) .運動後心率恢復

人體進行一定強度運動後，經過一段時間休息，心跳率可恢復到運動前狀態，身體疲勞時，心血管系統機能下降，可使運動後心跳率恢復時間延長，因此，可將定量負荷後的心跳率恢復時間作為疲勞診斷指標，如進行 30 秒 20 次深蹲的定量負荷運動，一般心跳率可在運動後 3 分鐘內恢復到運動前水平，而身體疲勞時，這種恢復時間可明顯延長。

3.反應時間

反應時間是指刺激信號(光、聲音等)出現後，機體迅速做出反應的最短時間，分為簡單反應時間和選擇反應時間。疲勞時，反應時間明顯延長，特別是選擇反應時間延長更明顯，表明大腦皮層分析機能下降。閃爍光源融合成一個連續光源感覺的最低頻率稱為閃光融合頻率。疲勞時，視覺機能下降，可根據閃光頻率融合的閾值評價疲勞。

4.肌電圖

肌電圖(electromyography，EMG)是將單個或多個骨骼肌細胞活動時的生物電變化加以引導、放大、顯示和記錄所獲得的一維時間序列圖形。根據生物電活動引導方法的不同分為表面肌電圖(sEMG)和針電極肌電圖。由於其可反應肌肉的興奮程度，因此經常被用來評定神經

-肌肉系統的功能狀態。目前用於評價疲勞的肌電圖指標主要包括 sEMG 信號線性分析中時域分析的振幅、積分肌電值(iEMG)、均方根值(RMS)和頻域分析的肌電功率譜、平均功率頻率(MPF)和中位元頻率(MF)等，非線性動力學分析中的肌電複雜度、資訊熵和 Lyapunov 指數等。疲勞時肌電圖的一般特徵為：sEMG 積分肌電圖下降(腰背肌)或上升(四肢肌)；sEMG 傅立葉頻譜曲線左移，MPF 和 MF 線性下降；sEMG 信號的複雜性下降，熵值減小；功能性電刺激誘發的 EMG 峰峰值(peak to peak，PTP)下降 (Amann et al, 2007)。

5.腦電圖

腦電圖(electroencephalogram，EEG)是通過電極對大腦皮層神經細胞集團自發性電活動的頭皮體表記錄，是記錄頭皮兩點間的電位差，或者是頭皮與無關電極或特殊電極之間的電位差；其將腦細胞電活動的電位作為縱軸，時間作為橫軸，描述電位與時間的相互關係，包括週期、振幅、位元相三個基本特徵。國際上常用的 Walter 分類法依據頻率將其分為 δ 波(0.5 至 3.5Hz)、 θ 波(4 至 7Hz)、 α 波(8 至 13Hz)、 β 波(14 至 26Hz)、 γ 波(26Hz 以上)。

腦電圖可反應中樞神經系統機能狀態。大腦的疲勞狀態與 α 、 θ 波密切相關，隨著工作時間增加、疲勞程度加深，腦電相關能量參數 $((\theta+\alpha)/\beta)$ 呈上升趨勢， α 和 θ 波段的相對能量增加， β 波段的相對能量減少 (Nybo et al., 2002)。在劇烈運動後的疲勞狀態時，慢波明顯增多， α 波節律變為不均衡，時慢、時快、波幅降低，可出現 1.5 至 6Hz 的慢波且其週期和波幅極易變化，表明大腦皮質抑制過程佔優勢。患過度訓練症的運動員的腦電圖對光刺激

無節律同步化反應，在定量運動負荷試驗後波幅降低，且絕大多數運動員的腦電功率頻譜呈現異常，安靜時中央區 θ 波段相對能量增加， α 波段相對能量減少；過度換氣後，中央區和枕區 δ 和 θ 頻段相對能量增多， α 波段相對能量減少；過度換氣前後，中央區與枕區 α 峰頻率差值增大等。另外發現，運動員在過度訓練狀態呈現的腦電活動的變化是一個暫時的和可逆的過程。一般腦電圖作為綜合機能檢查中的一個指標，結合其他檢查結果綜合評定。

6. 運動時的攝氧量

已如前述，利用氧氣的消耗量及二氧化碳產生量之商數來估算能量消耗的營養素來源與運動疲勞的程度。食物在體內氧化生成 CO_2 體積與同時消耗 O_2 的體積之比稱為呼吸商 (respiratory quotient, RQ)。醣的呼吸商為 1.0，脂肪的呼吸商為 0.7，蛋白質的呼吸商為 0.8。普通膳食的呼吸商約為 0.85。正常的呼吸商值在 1.0 ~ 0.7 之間。當營養素來源能量的運用向脂肪與蛋白質飄移，表示疲勞程度越大。(林正常等，2002)

7. 運動疲勞在 HRV 的表現

近年來心率變異度分析逐漸受到重視且被用來做醫療的標準測定及運動的量測，主要是因為心率變異度可用來分析交感神經與副交感神經，因此，許多人藉由心率變異度的時域及頻域分析觀察疾病、運動與自主神經之關係。

人體的心跳率會受到身體姿勢、運動、情緒與體溫等因素的顯著影響。相反的，透過心跳率的測量，不僅可以評估人體的身體狀態，還可以判定心肺功能優劣、做為運動強度指標、評估運動能量消耗、以及評估運動訓練效果等，因此心跳率是相當重要的人體運動生理指標

(王順正，1999)。

運動強度是一種衡量身體勞動強度的方式，其運動強度的判別方式有很多種，不管以何種方式去定義運動強度，它都會讓你的運動更有效率。以下為運動強度判別的方法 (Hall, 2006) 及表二所列之運動強度分類。

(A) 最大心跳率百分比主要是以心跳百分率來去辨別運動強度的方式。

其計算方式為「每分鐘的最大心跳率 = $220 - \text{年齡}$ 」。

(B) 耗氧率

耗氧率是一種更為精確的方式主要是衡量運動時所消耗的氧氣，即「耗氧量」或「 $\text{VO}_{2\text{max}}$ 」。

$\text{VO}_{2\text{max}}$

表二：運動強度、最大心率與最大耗氧百分比

分類	最大心跳百分比(%)	最大耗氧率百分比(%)
很低	<30	<25
低	30~49	25~29
中等	50~69	40~59
高	70~89	60~84
很高	>90	>85
最大	100	100

表三：各組運動前、後及運動後休息30min 心搏率(beats/min)之比較

運動時間 運動強度	運動前(t ₁)	運動後(t ₂)	運動後休息 30min(t ₃)
中強度運動 (50~69%HRmax)	68.2±9.31	74.2 ±13.08	68.60±7.14
高強度運動 (70~89%HRmax)	76.0±5.56	108.6±17.98	87.40±11.32

(資料來源：Yang, 2008)

運動時心率的增加是血液循環功能變化中最容易察覺的一種變化，因為運動時肌肉的微血管擴張致使肌肉所需氧氣增加，此時就須靠呼吸及循環系統的增強功能來因應，而血液循環系統又依賴著心臟將血液送出主動脈至全身，因此當運動量增加時，血液輸出量就必須增加，此時表現在外的就是心跳的增加 (黃錦裕 & 陳明星，2000)。此外，心跳的測量心跳

與運動強度關係相當密切，透過運動時心跳的反應，可以讓我們了解運動時身體的負荷。每分鐘心跳次數愈多，代表運動強度愈強。

心跳率會隨者運動強度的增強而線性增加，所以，心跳率常被作為評估運動強度的指標。在運動上，利用心率變異度頻譜分析發現，人體隨者運動負荷量的增加，心跳律動頻率會隨者運動負荷量的增加而增快，頻率中各成份(LF、HF)會有減少的現象產生 (黃新作，1993; Bartels et al., 2004)。運動負荷60W 持續5分鐘之後每3分鐘增加30W 的負荷直到心跳達到 max85%為止，運動期間發現交感副交感神經功率不斷減少，且 LF/HF 只有在中強度負荷到強度負荷運動時才較顯著上升，而輕度到中度沒有明顯的不同 (Lewis et al., 2007)。而由以上研究知道人體在漸增負荷的運動中，心律變異度中的頻譜成份皆有減少的現象。

Gutin 等人 (1997) 將25位小孩隨意分配成控制組與運動訓練組兩組，運動訓練4週每週五天運動40分鐘，藉以得知運動訓練對小孩心變化性的影響，發現經過運動訓練的小孩體脂肪及心跳減少、總功率中的低頻會被減少及改變心臟自主神經的成份。將老人分成運動組(66.2±4.2歲)與對照組(65.7±4.1歲)兩組，利用 Holter 儀器記錄老人12個月的運動訓練，每週運動5小時前3個月伸展運動後9個月進行最大攝氧量70%的有氧運動，經由1年的運動訓練發現運動組的心率變化性會上升而改變最大的是夜間的心率 (Stein et al., 1999)。以上的運動實驗研究顯示規律的運動訓練能有效的增加心律變異度。

一般認為心臟的跳動呈高度規則，由觸診、聽診及心電圖均顯示心臟搏動有固定的節律。然而在安靜的狀態之下，正常人心率有相當於平均值10%左右的波動。這種波動的消失或降低，即完全規則的心跳，反而是心臟調節機制異常的一種表現。

心率變異 (heart rate variability, HRV) 指在竇性心律的一定時間內，心搏和心搏間 (beat-to-beat) 的時間變異數，即是分析心率的快慢差異性的大小、快慢及其規律。HRV 的分析不同於以每分鐘為單位的平均心率差，而是分析每個心動週期細微的時間變化及其規律。心率受呼吸、血壓、內分泌、情緒等影響，故可藉此觀察自律神經及心臟竇房結間的相互影響。其能判斷心血管疾病的病情及預後，也是預測心臟性猝死和心律失常的一個有價值指標 (van Zyl, 2008)。

8. 血氧飽和度變化 (blood oxygen saturation)

血中紅血球攜帶氧氣的百分比稱為血氧飽和度。基本上正常作息的血氧飽和度約在 96~98% 之間變化。然而，運動中因為組織耗氧量激增，當氧債發生時，理論上血氧飽和度比值會開始下降。高海拔或低氧運動時，血氧飽和度值也會比較低 (Sutton, et al., 1988)。然而，以運動後血氧飽和度變化來評估選手疲勞消除能力仍屬少見。

一般量測的末梢血流變化、血乳酸等均屬於全身指標，反映的是機體的整體代謝情況，目前對肌肉疲勞的研究仍大多為肌電圖量測，而將血氧含量用於疲勞的研究至今仍不多見，採用

等吸收點 (isosbestic point , 波長 805nm) 附近的紅光 (波長 660nm) 及紅外光 (波長 940nm) 測定血氧的方式來取得局部疲勞所產生的血氧變化 (Hu, 2007) , 以確定其相關性進而研究運動後較長時間引發的微量血氧變化結果。

二、心理評估

「量表」(Measurement) 是指用於評量一個概念 (Construct) 或變數 (Variable) 的測量工具，並藉由透過多重的問題或問項的評估，來發現背後所隱含的共通意涵，並解決現實環境中量表所反應出的各種問題。疲勞具有難以量化的特性，所以目前研究對於疲勞的檢測大多以疲勞量表為主，像是由丹麥國家職業衛生研究所 Kristensen 等人 (2005) 研發臺大健康政策與管理研究所鄭雅文老師編譯的「哥本哈根疲勞量表」即為檢測疲勞的一種疲勞量表。

人體運動時的主觀體力感覺與工作負荷、心功能、耗氧量、代謝產物堆積等多種因素密切相關，因此，運動時的自我體力感覺是判斷運動性疲勞的重要標誌。1962 年瑞典生理學家 Guenzel. Borg 制訂了判斷疲勞的主觀用力感覺等級表(RPE)，使原來粗略的疲勞定性分析變為較精確的半定量分析。1982 年，他又提出一新量表 - 運動自覺量表，更適合於無氧運動或缺氧時自覺反應的需要。

運動自覺量表是透過知覺上的努力程度判斷，整合肌肉骨骼系統、呼吸循環系統與中樞神經系統的身體活動訊息，建立每個人身體活動狀況的知覺感受。Borg 發表過兩種運動

自覺量表，第一種量表是依據運動時心跳率的上昇狀況，建立知覺等級從「6 (安靜心跳率約每分鐘 60 次)」至「20(最大心跳率約每分鐘 200 次)」的運動自覺量表(表一)。研究發現，此種 6 至 20 的運動自覺量表，可以確實反應出運動過程中的強度變化狀況，而且與運動時的心跳率、攝氧量和血乳酸堆積成正比 (相關值約在 0.8 至 0.9 之間)。

實際採用此種「6 至 20 運動自覺量表」時，自覺強度的值與心跳率的實際關係，受到運動者的年齡(例如年紀大者最大心跳率較低)、參與運動訓練狀況(例如不常運動的肥胖者安靜休息的心跳率可能達到每分鐘 80 次)、運動的方式(例如腳踏車運動僅以腿部踏車，有別於跑步或游泳時的全身活動)、以及運動者的個別能力差異等，會有不同的差異狀況；通常，

20 歲左右、經常運動的年輕人，自覺量表的值乘以 10 後，與運動時心跳率的差在-20 至-30 之間。

第二種運動自覺量表，則呈現非線性的自覺強度上昇比例，運動自覺強度由「0(沒有感覺，nothing at all)」至「10(非常非常強，very, very strong)」，最大自覺強度(maximal)則以超過 10 來代表(下圖)。此種運動自覺量表，以「3」來代表「適度自覺強度(moderate)」，「7」以上的自覺強度就已代表「非常強(very strong)」，而且，容許有小數點以下一位的自覺判斷(例如 3.2 強度)。

7 very, very light (非常非常輕鬆)	0.5 very, very weak (非常非常弱)
8	1 very weak (非常弱)
9 very light (非常輕鬆)	2 weak (弱)
10	3 moderate (適度)
11 fairly light (輕鬆)	4 somewhat strong (有些強)
12	5 strong (強)
13 somewhat hard (有些吃力)	6
14	7 very strong (非常強)
15 hard (吃力)	8
16	9
17 very hard (非常吃力)	10 very, very strong (非常非常強)
18	
19 very, very hard (非常非常吃力)	maximal (最大)
20	
10 級運動自覺量表	15 級運動自覺量表

表一：運動自覺量表 (林正常等，2002)

實際採用「0 至 10 運動自覺量表」時，4 至 7 的自覺運動強度，大約與「6 至 20 運動自覺量表」的 12 至 16 自覺運動強度相似。由於此種自覺強度的評量容許小數點以下一位的自覺評估，再加上「適度」自覺強度「3」，與「最大」自覺強度「10 以上」間的範圍擴大 (顯著大於 0 至 3 間的差距)，使得「0 至 10 運動自覺量表」更適合經常參與運動的一般社會大眾，進行強度較高的運動狀況評量。無論如何，採用「運動自覺量表」來判定運動的強度時，儘管僅以心理與生理感受，進行運動強度的判定，實際運用時仍有其簡單方便且具特殊代表性的價值存在，值得運動參與者採用。

一般社會大眾以運動自覺量表判定運動強度時，仍應考慮到運動的方式、年齡、個別的能力差異、以及參與運動訓練的狀況等，才能夠建立更正確且有效的運動強度評量。除此之外，由於運動自覺量表，完全是以運動參與者的心理感受來判定運動強度，因此運動者的心理特質，顯然也會影響到運動自覺量表的正確性。

三、生化評估

1.血清尿素氮 (Blood urea nitrogen, BUN).

尿素是人體內蛋白質和氨基酸代謝的終產物。檢測運動員在長時間運動時和恢復期的血尿素變化，可以瞭解蛋白質和氨基酸代謝的供能和合成情況，以此評定運動員身體機能和疲勞程度。血尿素變化與運動負荷量的關係較負荷強度更密切，當負荷量越大時，血尿素增加越明顯，恢復也較慢 (Greenberg 2002; Mashiko et al, 2004)。

2.血清肌酸激酶 (Creatine kinase, CK)

血清肌酸激酶(CK)又稱磷酸肌酸激酶(CPK)，是短時間劇烈運動時能量補充和運動後ATP 恢復的反應催化素，與運動時和運動後能量平衡及轉移有密切關係。安靜時，血清 CK 主要是由骨骼肌和心肌中的 CK 透過細胞膜進入血清，男：10 至 100U/L、女：10 至 60U/L。

運動時，骨骼肌局部缺氧，代謝產物堆積，自由基增多，細胞膜損傷和通透性增加，肌細胞內的

CK 透過細胞膜進入血液，導致運動後血清 CK 升高。由於 CK 在血清中上升和細胞損傷有關，因此是評定疲勞程度和恢復過程的重要指標。血清 CK 的變化受到負荷強度的影響大於負荷量。一般短時間極量強度運動後 5 至 6 小時，血清 CK 升高，8 至 24 小時達高峰，48 小時後逐步恢復，負荷強度越大，恢復越慢。運動員疲勞後，血清 CK 活性上升，在安靜時可高達

300 至 500U/L，但目前尚無量化評價標準。使用血清 CK 做評價時，需做 CK 同工酶的測定，同時測定血清 GOT 和 Mb(肌紅蛋白)，並同其他臨床診斷相結合，以區別於心肌炎時血清 CK 的上升。

3.血清睪酮/皮質醇比值 (Testosterone/Corticosterone)

睪酮有助於加速體內合成代謝，皮質醇可加速分解代謝。測定恢復期血清睪酮/皮質醇比值，就可瞭解體內合成代謝和分解代謝平衡的狀態。比值高時，是合成代謝過程佔優勢；比值下降，是分解代謝大於合成代謝，機體仍處於消耗占主導地位的狀態，疲勞不能有效恢復，長期會導致過度訓練。目前認為，此比值變化大於原值 30% 時是過度訓練的警戒值。

4.尿蛋白 (Protein urine, PRO)

正常人在安靜時尿中蛋白質含量甚微(日排出量小於或等於 150mg/24h)，常規檢驗方法不能檢出，故通常稱為陰性。運動能使尿中蛋白質排出量增加呈陽性，稱為運動性尿蛋白。運動性尿蛋白屬於功能性尿蛋白，一般在 24 小時內可自行消失。運動後尿中蛋白質的排泄量因機體機能狀態、運動負荷的不同而不同，因此可根據運動後尿蛋白排泄量和組成成分來評定運動員身體機能狀態或其適應情況。一般取運動後和次日晨尿做檢驗來評定其疲勞和恢復程度。如果晨尿中蛋白質含量較高或超過正常值，可能是過度疲勞 (Johnston et al, 2006) 或過度訓練的表現。運動性尿蛋白存在很大的個體差異性，但個體本身具有相對穩定性，所以應用尿蛋白指標時應特別注意個體特徵，而且，評定身體恢復過程的機能水平時，需要和其他指標對照。

5.尿膽原 (Urobilinogen, URO) 尿膽原是血紅蛋白分解的代謝產物。在一般情況下，人每天由紅細胞破壞而釋放出來的血紅蛋白約 8 克，經代謝約有終產物膽色素 280 毫克。尿膽原排泄量與運動負荷、肝功能、腎功能及其腎小管腔的酸鹼度等因素有關 (Schmid and Mahler, 1959)。運動員在大運動負荷時，體內溶血增多，尿膽原排出量增加。運動員血紅蛋白下降，尿膽原增加時是機能水平下降的表現。

6.唾液 pH 值

由於長時間激烈運動後，乳酸生成增多，血液 pH 值也下降，因此，測定唾液 pH 值可用於判斷運動性疲勞。

7.血液乳酸堆積運動時血乳酸濃度的變化主要取決於運動的強度和持續時間並受運動方式、年齡、肌糖原貯備等因素的影響。以漸增強度的運動負荷試驗，研究血乳酸濃度與運動強度的關係發現，血乳酸濃度的變化與運動強度呈指數相關，其中，無訓練者在運動強度小於 50 至 60%VO₂max 條件下，血乳酸濃度隨運動強度的增加而緩慢提高；在運動強度大於 60%VO₂max 條件下，隨運動強度增加而快速提高；但有訓練者，尤其是優秀耐力運動員，其血乳酸濃度快速積累所對應的運動強度則相對較高，通常在 60 至 90%VO₂max 之間。

目前研究認為，造成不同強度運動時血乳酸濃度上述變化規律的原因與運動單位分級募集(運動單位參與收縮的數量)、細胞 NADH 含量以及肌乳酸的釋放等有關。不同類型運動單位的分等級募集：中低強度運動時，以有氧供能代謝為主的肌纖維(Ⅰ型和Ⅱa)首先被動員參加運動，此時肌乳酸的生成較慢，濃度較低，擴散速度較慢，故血乳酸濃度增加較慢；隨著運動強度的增加，當Ⅱb 類纖維陸續被動員參加運動時，肌乳酸生成加快，濃度升高，擴散速度提高，故血乳酸濃度的遞增速度也加快。

細胞內 NADH 含量：肌乳酸的生成以及血乳酸濃度的變化取決於 NADH 的生成速度和氧化磷酸化的速度的關係，中低強度運動時，糖酵解速度較慢，此時 NADH 在細胞內濃度較低，可以通過呼吸鏈演化產生能量；隨著運動強度的增加，當 NADH 的生成速度大於呼吸鏈的氧化速度時，大量的 NADH 在細胞內累積，從而使丙酮酸接受質子還原為乳酸。

肌乳酸的釋放：血乳酸濃度是由肌乳酸的釋放和血乳酸的利用共同決定的，低強度(50 至 55%VO₂max 以下)運動時，肌乳酸的生成較慢，穿梭利用較多，濃度較低，故其擴散速

度也較慢；運動強度增大(50 至 80% V02max)，肌乳酸的生成加快，肌乳酸濃度迅速增大，與此同時擴散速度也相應加快，並達到最大值約 4 至 5mmol·min⁻¹·Leg⁻¹；而運動強度進一步增加，肌乳酸的生成進一步加快，但其擴散速度不再增加，甚至下降，因此肌乳酸濃度以指數函數規律快速升高。此時，血乳酸濃度變化與肌乳酸濃度變化失去線性關係，從而不能反映肌乳酸的生成與累積。肌乳酸跨肌細胞膜向血液的擴散屬被動的易化擴散過程，需要細胞膜上特殊載體蛋白的幫助，擴散速度具有飽和效應並受細胞內外 pH 值以及城貯備的影響。而耐力專案運動員其血乳酸濃度快速增加所對應的運動強度較高則與其肌纖維類型特點以及運動時肌乳酸生成量少和利用增加有關。

乳酸一方面是糖無氧酵解的產物，與運動強度的大小和無氧代謝能力的高低有關；另一方面乳酸的生成與消除還進一步與人體有氧代謝能力有關。因此，在運動訓練實踐中檢測血乳酸對於運動員的運動能力評價和練習強度的監控具有一定的現實意義。

最大血乳酸濃度曾被認為是一項評價人體無氧代謝功率和能力的生化指標，但是，由於後來的研究發現極限強度運動時血乳酸濃度的變化不能準確反映肌乳酸的生成，故不能對代謝功率和能力作出準確評價。而最大血乳酸濃度的檢測只是作為無氧運動能力的一個輔助評價指標。血乳酸濃度檢測是評價生理負荷強度最理想的生理指標，是運動生理學理論研究常用指標，但在運動訓練實踐中，由於血乳酸的檢測具有輕度的針刺損傷，故不易被運動員所接受。

8.免疫功能 CD4/CD8 比值

人體內有一套完善的免疫系統，對「非己」抗原產生排異效應，抵抗疾病、保護機體。

研究表明，長期適量的運動訓練會增強機體免疫功能，而不能及時恢復的大強度或長時間耐力訓練則會導致免疫抑制，產生慢性疲勞(過度訓練綜合症)。運動疲勞時免疫系統表現危機能下降和混亂，過度訓練導致慢性疲勞時的免疫功能變化。利用免疫指標如 CD4/CD8 比值 (Klimas et al, 1990)，可對運動引起的慢性疲勞進行早期診斷，對指導訓練、保護運動員健康意義重大。

(四)、材料與方法

(一)、本研究使用研究生畢業論文附錄之去連結資料庫作後分析。

(二)、以下為統計後分析變量,如下：

包括心跳變異率(HRV), 血氧飽和度變化以及疲勞自覺量表, 血清尿素(Blood urea nitrogen, BUN) (Greenberg 2002; Mashiko et al, 2004)、血清肌酸激酶 (Creatine kinase, CK) (Bloomer et al, 2007)、血清睪酮 / 皮質醇比值 (Testosterone/Corticosterone) (Fry et al, 1994)、尿蛋白 (Protein urine, Pro) (Johnston et al, 2006)、尿膽原 (Urobilinogen, Uro) (Schmid and Mahler, 1959)、血乳酸、體水分(body fluid), 細胞內液 (intracellular fluid, ICF) 與細胞外液 (extracellular fluid , ECF) 等

(五)、統計分析

統計分析：以 SPSS v.12.0 做心跳變異率(HRV), 血氧飽和度變化以及疲勞自覺量表, 血清尿素(BUN)、血清肌酸激酶 (CK)、血清睪酮 / 皮質醇比值 (Testosterone/Corticosterone)、尿蛋白 (Pro)、尿膽原 (Uro)、血清乳酸等與體水分 (包括細胞內液 (intracellular fluid, ICF) ,細胞外液 (extracellular fluid , ECF) , 上肢與下肢等水分)做相關性之後分析。

實驗進度梯圖

[illegible]

(六)、參考文獻

林正常、林貴福、徐台閣、吳慧君譯 (2002)。運動生理學。Powers, S. K., & Edward, T. Howley.

(eds.)。台北：藝軒圖書。王順正，(1999)。運動與心臟跳動。運動生理週訊(第四期)。

黃新作 (1993)：運動中心臟自律神經功能之變化~以心電圖 R-R 波間隔變動強度光譜解析法來探討~。國立體育學院論叢，4卷，1期，123-138頁。

黃錦裕、陳明星，(2000)。熱身及休息方式對運動者心跳之影響研究。體育學報，第28輯，349~358頁。

Amann M, Lee M Romer, Andrew W Subudhi, David F Pegelow, and Jerome A Dempsey. (2007)
Severity of arterial hypoxaemia affects the relative contributions of peripheral muscle fatigue to exercise performance in healthy humans. J Physiol., 15; 581(Pt 1): 389–403.

Bartels, M. N., Sanja Jelic, Pakkay Ngai, Gregory Gates, Douglas Newandee, Stanley S. Reisman, Robert C. Basner, Ronald E. De Meersman: (2004) The effect of ventilation on spectral analysis of heart rate and blood pressure variability during exercise . Respiratory Physiology & Neurobiology 144 91-98。

Blom, E. H., Erik M. G. Olsson, Eva Serlachius, Mats Ericson, and Martin Ingvar (2009) Heart rate variability is related to self-reported physical activity in a healthy adolescent population Eur J Appl Physiol. 106(6): 877–883.

Bloomer R J, Michael J Falvo, Brian K Schilling, and Webb A Smith (2007) Prior exercise and antioxidant supplementation: effect on oxidative stress and muscle injury. J Int Soc Sports Nutr.; 4: 9.

- Faulkner, M. S., Laurie Quinn, James H. Rimmer, and Barry H. Rich (2005) Cardiovascular Endurance and Heart Rate Variability in Adolescents With Type 1 or Type 2 Diabetes. *Biol Res Nurs*. 2005 July; 7(1): 16–29.
- Fry R W, J R Grove, A R Morton, P M Zeroni, S Gaudieri, and D Keast (1994) Psychological and immunological correlates of acute overtraining. *Br J Sports Med.*; 28(4): 241–246.
- Greenberg D B. (. 2002) Clinical Dimensions of Fatigue. *Prim Care Companion J Clin Psychiatry.*; 4(3): 90–93.
- Gutin, B., Scott Owens, Gregory Slavens, Sharon Riggs, and Frank Treiber. (1997) Effect of physical training on heart-period variability in obese children. *J Pediatr*;130:938-43
- Hall, Joanna (喬安娜·雪爾) 著，孫雪晶 譯 (2006)。運動指南百科 晨星出版年。ISBN : 978-986-177-033-8。
- Hu, CC. (2007). A Preliminary Study of Evaluation System for Muscle Fatigue Based on Oxygen Saturation, Master Thesis, National Sun Yat-sen University, Kaohsiung, Taiwan.
- Johnston, C. S., Corinne Corte, and Pamela D Swan. (2006) Marginal vitamin C status is associated with reduced fat oxidation during submaximal exercise in young adults. *Nutr Metab (Lond).*; 3: 35.
- Kim, D. H., Lewis A. Lipsitz, Luigi Ferrucci, Ravi Varadhan, Jack M. Guralnik, Michelle C. Carlson, Lee A. Fleisher, Linda P. Fried, and Paulo H. M. Chaves (2006) Association Between Reduced Heart Rate Variability and Cognitive Impairment in Older Disabled Women in the Community: Women's Health and Aging Study I. *J Am Geriatr Soc. J Am Geriatr Soc.* 54(11): 1751–1757.
- Klimas N G, F R Salvato, R Morgan, and M A Fletcher. (1990) Immunologic abnormalities in chronic fatigue syndrome. *J Clin Microbiol.*; 28(6): 1403–1410.

- Kristensen TS, Borritz M, Villadsen E, Christensen KB. (2005). The Copenhagen Burnout Inventory: a new tool for the assessment of burnout. *Work Stress*, 19:192-207.
- Lewis, M.J., M. Kingsley, A.L. Short, K. Simpson . (2007) Influence of high-frequency bandwidth on heart rate variability analysis during physical exercise. *Biomedical Signal Processing and Control* 2 34-39
- Mashiko T, T Umeda, S Nakaji, and K Sugawara. (2004) Position related analysis of the appearance of and relationship between post-match physical and mental fatigue in university rugby football players *Br J Sports Med.*; 38(5): 617–621.
- Nicole M. Probst-Hensch, Medea Imboden, Denise Felber Dietrich, Jean-Claude Barthélemy, Ursula Ackermann-Lieblich, Wolfgang Berger, Jean-Michel Gaspoz, and Joel Schwartz (2008) Glutathione S-Transferase Polymorphisms, Passive Smoking, Obesity, and Heart Rate Variability in Nonsmokers *Environ Health Perspect.* 116(11): 1494–1499.
- Nybo L, Bodil Nielsen, Bente Klarlund Pedersen, Kirsten Møller, and Niels H Secher. (2002) Interleukin-6 release from the human brain during prolonged exercise. *J Physiol.*; 1; 542(Pt 3): 991–995.
- Stein, P. K., Ali A. Ehsani, Peter P. Domitrovich, Robert E. Kleiger, Jeffery N. Rottman, St Lois, Mo, and Nasbville, Teen , (1999) Effect of exercise training on heart rate variability in healthy older adults . *Am Heart J* ;138:567-76
- Schmid R and Robert Mahler. (1959) Chronic progressive myopathy with myoglobinuria: demonstration of a glycogenolytic defect in the muscle. *J Clin Invest.*; 38(11): 2044–2058.
- Staud, Roland (2008) Heart rate variability as a biomarker of fibromyalgia syndrome. *Fut Rheumatol.* 1; 3(5): 475–483.
- Sutton, J. R., J. T. Reeves, P. D. Wagner, B. M. Groves, A. Cymerman, M. K. Malconian, P. B. Rock, P. M. Young, S. D. Walter, and C. S. Houston. (1988) Operation Everest II: oxygen transport during exercise at extreme simulated altitude *J Appl Physiol.*; 64: 1309 - 1321.

van Zyl, L. T., Takuya Hasegawa, and Katsutaro Nagata (2008) Effects of antidepressant treatment on heart rate variability in major depression: A quantitative review *Biopsychosoc Med.* 2008; 2: 12.

Yang, Shih-Ming (2008) Around discussion movement to research human body nervous system response behavior. Master Thesis, Ta Hwa Institute of Technology, Hsinchu, Taiwan

八、近三年內執行之研究計畫

(請填寫近三年所有研究計畫)

[illegible]

九、近五年內研究成果

- (一) 請詳列個人最近五年內發表之學術性著作。
- (二) 請將所有學術性著作分成四大類：(A)期刊論文(B)研討會論文(C)專書及專書論文(D)技術報告及其他等。
- (三) 各類著作請按發表時間先後順序填寫。每篇文章請依作者姓名（按原出版之次序）、出版年、月份、題目、期刊名稱、起訖頁數之順序填寫。
- (四) 若期刊屬於 SCI、EI、SSCI 或 A&HCI 等時，請註明；若著作係經由科技部或本校補助之研究計畫所產生，請於最後填入相關之計畫編號。

1. Li-Wen Lee, Yu-San Liao, Hsueh-Kuan Lu, Kuen-Chang Hsieh*, Ching-Chi Chi* (2019) Performance of bioelectrical impedance analysis in the estimation of bone mineral content in healthy children aged 6-12 years. *Journal of Clinical Densitometry*. S1094-6950(18)30267-1 <https://doi.org/10.1016/j.jocd.2019.03.002>. (2019, March, SCI Impact factor 3.015)
2. Chih-Ching Tsai^{§, #}, Hsueh-Kuan Lu[§], Lee-Ping Chu, Chih-Chung Ting, Kuen-Chang Hsieh[#], Chung-Liang Lai^{*} (2018) Analysis of the Accuracy of Resting Heart Rate with the Standing Electronic Weight Scale by Ballistocardiogram. *IEEE, 2018 International Symposium on Computer, Consumer and Control (IS3C)*. 92-96. DOI:10.1109/IS3C.2018.00031 (EI)
3. Hsueh-Kuan Lu, Yu-Yawn Chen, Chinagwen Yeh, Chih-Lin Chuang, Li-Ming Chiang, Chung-Liang Lai, Kevin M. Casebolt, Ai-Chun Huang, Wen-Long Lin & Kuen-Chang Hsieh* (2017) Discrepancies between leg-to-leg bioelectrical Impedance analysis and computerized tomography in abdominal visceral fat measurement. *Scientific Reports* 7: 9102. DOI:10.1038/s41598-017-08991-y (2017, August, SCI Impact factor 4.122)
4. Cheng-Chyuan Lai, Hsueh-Kuan Lu, Li-Ming Chiang, Kuen-Chang Hsieh, Kevin M Casebolt, and Chung-Liang Lai (2017). The evaluation of a leg-to-leg bioimpedance device in the estimation of abdominal visceral fat in the elderly. *International Journal of Gerontology*. 11:144-148. (<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijge.2016.03.013>) (SCI Impact factor 0.463)
5. Li-Wen Lee, Yu-San Liao, Hsueh-Kuan Lu, Pei-Lin Hsiao, Yu-Yawn Chen, Ching-Chi Chi*, Kuen-Chang Hsieh* (2017) Validation of two portable bioelectrical impedance analyses for the assessment of body composition in school age children. *PLoS ONE* 12(2): e0171568. doi:10.1371/journal.pone.0171568 (SCI Impact factor 3.234)
6. Hsueh-Kuan Lu[†], Li-Ming Chiang[†], Yu-Yawn Chen, Chih-Lin Chuang, Kuen-Tsann Chen, Gregory B. Dwyer, Ying-Lin Hsu, Chun-Hao Chen and Kuen-Chang Hsieh* (2016) Hand-to-Hand Model for Bioelectrical Impedance Analysis to Estimate Fat Free Mass in a Healthy Population. *Nutrients*. 8, 654; doi:10.3390/nu8100654 (SCI Impact factor 3.759)
7. Kuen-Tsann Chen, Yu-Yawn Chen, Chia-Wei Wang, Chih-Lin Chuang, Li-Ming Chiang, Chung-Liang Lai, Hsueh-Kuan Lu, Gregory B. Dwyer, Shu-Ping Chao, Ming-Kuei Shih, Kuen-Chang Hsieh (2016) Comparison of Standing Posture Bioelectrical Impedance Analysis with DXA for Body Composition in a Large, Healthy Chinese Population. *PLoS ONE* 11(7): e0160105. doi:10.1371/journal.pone.0160105 (SCI Impact factor 3.234)

8. Ai-Chun Huang, Yu-Yawn Chen, Chih-Lin Chuang, Li-Ming Chiang, Hsueh-Kuan Lu, Hung-Chi Lin, Kuen-Tsann Chen, An-Chi Hsiao, Kuen-Chang Hsieh (2015) Cross-mode bioelectrical impedance analysis in a standing position for estimating fat-free mass validated against dual-energy x-ray absorptiometry. *Nutrition Research*. 35: 982-988. (SCI Impact factor 2.615)
9. Kuen-Chang Hsieh, Yu-Jen Chen, Hsueh-Kuan Lu, Ling-Chun Lee, Yong-Cheng Huang and Yu-Yawn Chen* (2013) The novel application of artificial neural network on bioelectrical impedance analysis to assess the body composition in elderly. *Nutrition Journal*. 12:21. (SCI Impact factor 2.48) (Open Access: <http://www.nutritionj.com/content/12/1/21>)

(B)研討會論文

1. Hsueh-Kuan Lu, Chung-Liang Lai*, Kuen-Tsann Chen, Kuen-Chang Hsieh, Chih-Ching Tsai (2017) Heart rate measurement on an electronic weighing scale. 2017 International Conference on Physical Activity and Exercise Science. Taichung, Taiwan.
2. Lu H. K. (2014) Signal amplified by stop breathing with oxygen saturation sensor to evaluate blood flow rate in human. *The 2nd international conference on heart & brain, February 27 - March 1, 2014* (pp. 163), Kenesinternational, Paris, France.
3. Lu H. K. (2013) Effects of *Spirulina platensis* supplementation on antioxidation and exercise endurance performance in human. *2013 International Symposium on Novel Application of Algal Biomass Resources*, (pp. 66-75), National Taiwan Ocean University, Keelung, Taiwan

國立臺灣體育運動大學補助學術研究 學術成果評分標準

105學年度第1次運動科學研究發展委員會會議通過(105年10月05日)

說明:

1. 以下評分標準為本校教師聘任暨升等辦法之教師研究成績評分標準暨評分表。
2. 積分為近五年之研究成果。
3. 原始分數超過100分者以100分計算。
4. 此項目占申請計畫書審查分數30%，其餘70%為計畫書內容。
5. 此項目僅採計主持人之學術成果積分。唯，學、術科教師共同提出之研究計畫，術科教師擔任主持人者，其學術成果積分得採計一位學科共(協)同主持人之學術成果(主持人與共(協)同主持人各占50%)。

研 究 項 目	自評分數	審核單位評分
一.發表學術性期刊、論文、專書： 期刊論文國內每篇2分、國外每篇3分、TSSCI 每篇10分， 專書(須經國家圖書館 ISBN 註冊)每本5分。研討會論文集 (須具同儕審查並全文出版經國家圖書館 ISSN 或 ISBN 註 冊)、以學校之系所名義發行之期刊論文每篇1分，翻譯 書籍、學位論文及升等著作不計分。	分	分
二.SSCI、SCI、AHCI 每篇15分，EI 每篇10分。	68.6	分
三.以上之期刊論文除第一作者與通訊作者外，合著者第二 作者乘以0.6、第三作者乘以0.4、第四作者乘以0.2，第 五作者乘以0.1、第六作者以後不計分，如有二位第一作 者或通訊作者，分數減半。	分	分
四.代表本校主持全國性政府機關或其他全國性機構學術專 案研究且每案超過新台幣10萬元(含)以上者，每專案5 分；少於新台幣10萬元者，每專案3分。代表本校主持 地方政府機關、非學術機構之民間團體或單項運動協會 學術專案研究且每案超過新台幣10萬元(含)以上者，每 專案3分；少於新台幣10萬元者，每專案1分。主持單一 學校學術專案研究，每專案2分。共同或協同主持人分 數折半。	22	分
五.發明專利每件15分，其他專利每件5分，技術移轉：國內 技術移轉金未達100萬元5分，國內技術移轉金100萬元 以上10分，國外技術移轉10分，每件技術移轉最高10 分。前述給分須依本校研發成果與技術移轉管理要點辦 理始計分，多人參與者依本校教師資格審查研發案件參 與人貢獻度證明之貢獻度百分比給分。	分	分
合 計	90.6分	分

註: 自評分數如“教學歷程”所匯出檔案