

女性低能量可用率問卷臺灣版於青少年女性運動員之初步信效度研究

盧羽瑄¹ 吳佩瑜^{1*} 曹榮鑣² 周立偉^{3,4,5} 張詩宜⁶

A Preliminary Study on the Reliability and Validity of the Taiwanese Version of the Low Energy Availability in Females Questionnaire (LEAF-Q-TW) among Adolescent Female Athletes

Yu-Xuan Lu¹, Pei-Yu Wu^{1*}, Jung-Piao Tsao², Li-Wei Chou^{3,4,5}, Shih-Yi Chang⁶

¹Department of Nutrition, China Medical University

²Department of Sports Medicine, China Medical University

³Department of Physical Medicine and Rehabilitation, China Medical University Hospital

⁴Department of Physical Therapy and Graduate Institute of Rehabilitation Science, China Medical University

⁵Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Asia University Hospital, Asia University

⁶Department of Dietetics, Dajia Lee's General Hospital, Lee's Medical Corporation

(Received: September 09, 2025. Accepted: August 31, 2026.)

Abstract A preliminary study on the reliability and validity Taiwanese Version of the Low Energy Availability in Females Questionnaire

This study aimed to develop and validate the Taiwanese version of the Low Energy Availability in Females Questionnaire (LEAF-Q-TW). A total of 45 Taiwanese female athletes completed the LEAF-Q-TW twice, with a 14–21-day interval. Validation measures, including bone mineral density assessed by dual-energy X-ray absorptiometry (DXA), were also collected. Internal consistency was evaluated using Cronbach's α , and test–retest reliability was assessed using the intraclass correlation coefficient (ICC). Differences between administrations were analyzed using paired *t*-tests or Wilcoxon signed-rank tests. Participants were categorized into high- and low-score groups based on the original LEAF-Q cutoff, and between-group differences were examined using independent *t*-tests or Mann–Whitney U tests. A *P* value < 0.05 was considered statistically significant. The LEAF-Q-TW total score showed poor internal consistency (α = 0.13 and 0.47). However, the three subscales, including Injuries, Gastrointestinal symptoms, and Menstrual dysfunction, demonstrated acceptable internal consistency (α = 0.60–0.82) and test–retest reliability (ICC = 0.63–0.92), with no significant differences between administrations (*P* > 0.05). Athletes in the high-score

* Corresponding Author: Pei-Yu Wu

No. 100, Sec. 1, Jinmao Rd., Beitun Dist., Taichung City 406, Taiwan

Tel.: 04-22053366 #7511

Fax: 04-22990348

E-mail: peiyuwu@mail.cmu.edu.tw

Injuries group had significantly lower lumbar spine bone mineral density Z-scores, and serum thyroid stimulating hormone levels than those in the low-score group ($P < 0.05$). The high-score “Menstrual dysfunction” group had significantly higher serum progesterone and leptin levels ($P < 0.05$). In conclusion, the LEAF-Q-TW demonstrated satisfactory reliability and validity for screening symptoms associated with Relative Energy Deficiency in Sport (REDs) among female athletes.

Key words: Low Energy Availability in Females Questionnaire (LEAF-Q), Relative Energy Deficiency in Sport (REDs), female athletes, reliability, validity

前 言

女性運動員三合症 (Female Athlete Triad, 簡稱爲三合症) 是 1 種臨床症候群, 由低能量可用率 (Low Energy Availability, LEA)、月經異常及低骨密度, 3 個面向組合而成, 其中低能量可用率被認爲是三合症根本原因⁽¹⁾。國外研究顯示女性運動員三合症盛行率範圍爲 0%-15.9%⁽²⁾。相較於非體重控制型選手, 技擊項目屬於體重控制型, 包括: 角力、柔道、拳擊及空手道等, 選手三合症風險更高^(3,4)。

2014 年起, 國際奧林匹克委員會 (International Olympic Committee, IOC) 將「三合症」的概念延伸爲「運動相對能量不足 (Relative Energy Deficiency in Sport, REDs)」, 造成 REDs 原因亦與低能量可用率相關, 不過 REDs 涵蓋更廣的生理受損, 包括: 生殖功能、骨骼健康、腸胃功能、能量代謝或調節、血液指標、尿失禁、葡萄糖與脂質代謝、心理健康、神經認知功能、睡眠障礙、心血管功能、骨骼肌功能、生長發育、免疫力受損或異常⁽⁵⁾。探討 REDs 盛行率的研究大多以體重敏感型運動選手爲主, 例如: 體操、技擊型運動選手, 爲了達到目標體重進行極端飲食, 被認爲是 REDs 高風險族群⁽⁴⁾。

國際奧林匹克委員會於 2023 年提出「IOC REDs 臨床評估工具 - 第 2 版」(IOC REDs Clinical Assessment Tool-Version 2, IOC REDs CAT2), 其中第 1 步驟建議使用針對特定族群設計且經過驗證之 REDs 篩檢問卷或進行臨床訪談⁽⁸⁾。Melin 等人於 2014 年發表「女性低能量可用率問卷」(Low Energy Availability in Females Questionnaire, LEAF-Q), 辨別 REDs 及三合症方面具有 90% 敏感性及 78% 特異性⁽⁶⁾, 是最常用於辨別低能量可用率的篩檢問卷⁽⁷⁾。然而 LEAF-Q 除了原版 (英

文) 之外, 僅有葡萄牙文⁽⁸⁾、土耳其文⁽⁹⁾及韓文版⁽¹⁰⁾三種翻譯版本。女性運動員在台灣體育賽場上扮演重要角色, 尤其是技擊類女性選手⁽¹¹⁾, 但尚未有經過驗證之台灣 REDs 相關篩檢工具。故本研究目的爲建構符合原版語意與台灣文化背景, 並且進行信效度驗證, 評估問卷測量 REDs 風險有效性、適用性及準確性。預期產生具有良好信效度, 可預測 REDs 之台灣版女性低能量可用率問卷。

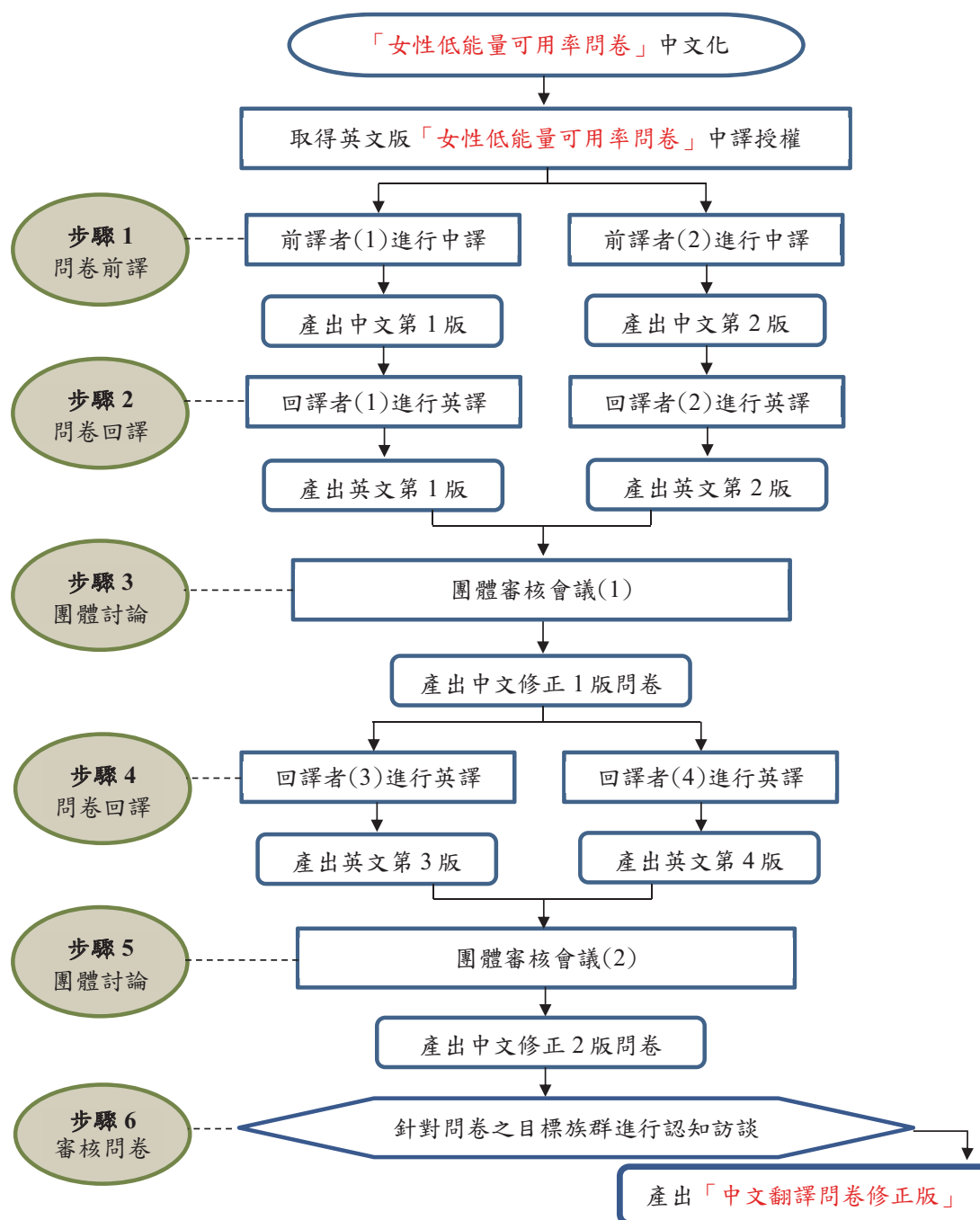
材料與方法

一、研究設計

本研究包括 2 部份: 第 1 部份爲將 LEAF-Q 翻譯爲繁體中文, 構成「女性低能量可用率問卷 - 台灣版」; 第 2 部份爲「女性低能量可用率問卷 - 台灣版」信效度驗證。

本研究在 2023 年 1 月以電子信件方式取得 LEAF-Q (原版) 作者同意後, 進行問卷中文化翻譯。目前 LEAF-Q 翻譯方法不同⁽⁵⁾, 本研究參考較嚴謹的修正 Brislin 翻譯模式⁽¹²⁾, 翻譯流程爲如圖一所示: 包括 1 次前譯、2 次回譯、2 次專家團隊審核會議以及 1 次預測試。6 位歐美國家大學畢業之運動營養 / 運動醫學 / 營養領域的雙語專家學者們分別擔任「前譯者」或「回譯者」執行問卷翻譯, 於團體審核會議對初步中文化問卷給予語意對等性和內容對等性之相關修正建議, 產出中文翻譯問卷初版。接著進行認知訪談。因爲 Dukes 建議深度訪談的參與者人數爲 3-10 人⁽¹³⁾, 因此本研究招募 6 位女性運動員填寫中文翻譯問卷初版並與研究營養師面對面逐題訪談。

本研究參考 2013 年 Willis 與 Artino 提出的認知訪談建議, 預先設立訪談題目, 再依現場狀況彈性訪問參與者⁽¹⁴⁾。本研究採用 5 種提問類型包



圖一 「女性低能量可用率問卷」中文翻譯與文化調適流程圖

Figure 1. Translation and cultural adaptation process of the Low Energy Availability in Females Questionnaire (LEAF-Q) into Chinese.

括：(一) 字詞理解，例如：腹部脹氣與腹脹差別在哪？(二) 語句重組，例如：您可以用自己的話說一下題目意思嗎？(三) 答案回想，例如：您是如何記得你的排便頻率？(四) 特定提問，例如：您曾使用 _____ 類型的避孕方式，為什麼？(五)

常用提問，例如：您可以跟我多說一點這方面相關的資訊嗎？依據受訪者回應評估其對問卷內容的理解程度，分為「完全理解」、「部分理解」、「理解錯誤」3種等級。若訪談評估結果曾出現「部分理解」或「理解錯誤」，則針對該題進行微幅調整，例

如：調整語句⁽¹⁴⁾。認知訪談結果及題目調整方式請見表一。最後依據表一修正問卷並且產生中文翻譯問卷修正版。

接著進行「女性低能量可用率問卷 - 台灣版」信效度檢測。所有參與者第 1 次填寫中文翻譯問卷修正版後間隔 14 至 21 天再填寫第 2 次相同問

表一 認知訪談分析

Table 1. Cognitive interview analysis

分量表	題次	步驟六「認知訪談」				調整方式
		完全理解	部分理解	理解錯誤	理解比例 ¹	
運動傷害	A 題	6	0	0	100%	—
	A1 題	6	0	0	100%	—
	A2 題	6	0	0	100%	—
	說明註記	0	1	5	0%	調整語句
腸胃功能	A 題	0	3	3	0%	修改題目
	B 題	6	0	0	100%	—
	C 題	6	0	0	100%	—
	D 題	6	0	0	100%	—
	說明註記	0	0	6	0%	調整語句
月經功能與避孕藥的使用	A 題	6	0	0	100%	增加提醒標語
	A1 題	6	0	0	100%	—
	A2 題	4	2	0	67%	增加提醒標語 修改用字
	A2:1 題	6	0	0	100%	—
	B 題	5	1	0	83%	修改用字
	B1 題	6	0	0	100%	—
	A 題	6	0	0	100%	—
	B 題	6	0	0	100%	—
	C 題	6	0	0	100%	—
	C1 題	6	0	0	100%	—
	C2 題	6	0	0	100%	—
	C3 題	6	0	0	100%	—
	C4 題	6	0	0	100%	—
	C5 題	6	0	0	100%	—
	C6 題	5	1	0	83%	增加標語
	D 題	6	0	0	100%	—
	E 題	6	0	0	100%	—
	E1 題	6	0	0	100%	—

¹ 理解比例 = 訪談評估中可完全理解人數 / 總訪談人數 × 100%

¹Comprehension rate = Number of participants with complete understanding / Total participants × 100%

卷。本研究於 2 次問卷施測共發放 90 份「中文修正三版問卷」，實際回收問卷為 90 份，回收率為 100%。在這兩次填卷間隔，參考 LEAF-Q 原版及已出版翻譯版本使用之 REDs 相關指標以評估「女性低能量可用率問卷 - 台灣版」效度^(6,9)：

(1)「運動傷害」效度：使用雙能量 X 光吸收儀 (Dual-energy X-ray absorptiometry, DXA) 評估骨密度 Z 值 (腰椎 L1、腰椎 L2、腰椎 L3、腰椎 L4、平均腰椎、左股骨頸、左股骨、右股骨頸、右股骨、平均股骨)，以及骨質密度過低人數；(2)「腸胃功能」效度：飲食障礙量表 -3 轉介表 (Eating Disorder Inventory-3 referral form, EDI-3RF) 總分及追求瘦身、暴食症、身體不滿意三個面向分數，以及 EDI-3RF 評估結果為飲食障礙高風險人數；(3)「月經功能與避孕藥使用」效度：女性生殖相關荷爾蒙，包括：濾泡刺激激素、雌二醇、黃體素、黃體激素濃度，以及月經問卷篩選月經週期異常人數。除此之外，因為低能量可用率影響內分泌、代謝、免疫等方面⁽⁵⁾，本研究另外收集血清甲状腺素、甲状腺刺激素、瘦體素、白細胞介素 -6 濃度。

二、參與對象

參與者來自草屯、沙鹿及埔里中等學校體育班，以及透過社群媒體招募。符合參與條件者將擔任本研究參與者，以下為參與者納入與排除標準：規律參與運動之 12 歲至 65 歲女性運動員；規律運動定義為每週執行至少 3 次運動，每次至少維持 30 分鐘以上；技擊類項目運動員為佳，例如：柔道、跆拳道和拳擊等。排除條件為：受研究者或研究相關人員評核學業表現之學生；懷孕；無法理解研究內容、無法配合研究執行；經醫師建議不適合執行運動者；近 3 個月內有重大手術史等。本研究經中國醫藥大學研究倫理委員會審核通過 (CMUH112-REC2-093)。所有參與者簽署知情同意書，同時 18 歲以下參與者取得家長同意後開始執行。

三、研究材料

(一) LEAF-Q (原版)：包含 25 題低能量可用率相關症狀的自填性英文問卷⁽¹¹⁾。題目分為 3 個部份：傷害 (3 題)、腸胃功能 (4 題) 和生殖功

能 (18 題)。問卷測量方式是請參與者依題目敘述勾選最符合自身狀況答案。相加每題得分，分數越高代表三合症風險越高，將「運動傷害」 ≥ 2 分、「腸胃功能」 ≥ 2 分、「月經功能與避孕藥使用」 ≥ 4 分相加，總分得分 ≥ 8 分表示具有低能量可用率風險。

(二) 3 天飲食紀錄：參與者接受研究營養師飲食紀錄指導，包括：飲食紀錄重點及照片拍攝的注意事項及使用 10 元硬幣作為比例尺，收集 2 日平日及 1 日假日共 3 天飲食紀錄。記錄方式包含拍攝飲食照片傳給研究營養師或撰寫飲食記錄本，並透過研究營養師面訪確認飲食資訊及分析飲食數據。飲食分析採用衛生福利部食品藥物管理署營養成分資料庫，手搖飲及包裝食品則使用營養標示資訊。

(三) EDI-3RF：可以快速評估參與者飲食障礙風險，若飲食障礙風險高，表示需要轉介⁽¹⁵⁾。參與者自行填寫問卷，填寫過程中有任何填寫困難皆可向研究人員提出。問卷包含 A 部分 25 題 (對瘦身的執著 7 題、暴食症 8 題和身體不滿意 10 題) 及 B 部分個人資料與體重控制行為問題。採 6 點李克特量表計分，根據年齡與身體質量指數 (body mass index, BMI) 設定不同轉介臨界值。符合下列任一標準，表示可能有飲食障礙風險，建議轉介及進一步評估：1. BMI 小於等於該年齡及性別參考值、2. BMI 較低並且對於對瘦身的執著或暴食症得分符合轉介標準、3. 過去 3 個月飲食障礙行為症狀頻率符合標準，這些症狀是根據暴食症的問題，例如：使用瀉藥來控制體重或身材。

(四) 月經狀況評估問卷：依據 LEAF-Q 原版效度檢測使用的問卷內容設計⁽⁶⁾，包括：評估初經年齡、月經週期、出血天數、避孕藥使用及經痛狀況。月經分類標準為⁽¹⁶⁾：1. 月經週期 28 ± 7 天，表示月經正常。2. 月經週期 > 35 天且 1 年內最多發生 8 次月經，表示月經稀發。3. 功能性下視丘性無月經分為兩種：(1) 原發性無月經：15 歲後無初潮。(2) 續發性無月經：連續 3 個月月經週期未出血。診斷需同時符合臨床表現與實驗室檢查，包括：雌二醇 (Estradiol, $E_2 < 50$ pg/ml)、濾泡刺激素與黃體激素 (< 10 mIU/ml)，並排除子宮構造異常、甲狀腺功能異常、高泌乳素血症、多囊性卵巢症候群及卵巢早衰。

(五) 運動傷害問卷：取得實踐大學蕭秋祺副教授同意後，採用其研發運動傷害問卷，評估參與者代表隊經驗、每週訓練時數、最近受傷時機、部位、類型及過去受傷史⁽¹⁷⁾。

(六) DXA：測量腰椎與股骨骨密度。檢測結果以 Z 值表示。在腰椎骨密度採用平均腰椎判讀是否為低骨密度，股骨骨密度採用股骨頸較低 Z 值進行分析。由中國醫藥大學附設醫院放射科執行檢測。

(七) 身高、體重及 BMI：身高與體重數值取自 DXA 報告，並依此計算出 BMI，公式為：BMI = 體重(kg) ÷ 身高(m)²。BMI 以 15.2-17.3 kg/m² 為 12-17.5 歲女性過輕標準⁽¹⁸⁾、小於 18.5 kg/m² 為 18 歲以上成人過輕標準⁽¹⁹⁾。

(八) 血液生化檢驗：醫院護理師使用不含抗凝劑之採血管收集參與者血液樣本，再以 4℃，4000 轉離心 20 分鐘分離血清，儲存於 -80℃ 冰箱待分析。本研究選擇 REDs 影響的女性荷爾蒙（濾泡刺激激素、黃體激素、黃體素、雌二醇）、內分泌系統（瘦體素、甲狀腺刺激素、甲狀腺素）與免疫發炎指標（白細胞介素-6），其中除了雌二醇使用化學冷光免疫分析（Chemiluminescence immunoassay）方法分析濃度，其餘指標皆使用 Enzyme-linked immunosorbent assay（ELISA）三明治法測定。所有生化分析委託通過 ISO 9001、ISO 13485、ISO 14001 認證之廠商分析各項生化指標濃度。

四、統計分析

為進一步確認翻譯後問卷之內容效度，本研究於初次投稿後，依審查委員建議補行內容效度評估。另外邀請 5 位具博士學位之運動醫學、運動營養、營養專家學者以 1-4 分尺度（1 = 不相關，4 = 非常相關）協助評估「女性低能量可用率問卷 - 台灣版」內容完整及適切性，並且計算效度指數（Content Validity Index, CVI），包括各題項內容效度指標（i-CVI，即評為 3 或 4 分之專家比例）及量表整體內容效度（s-CVI/Ave 值）。當 i-CVI ≥ 0.8、s-CVI/Ave ≥ 0.8 表示問卷內容可接受。結果發現「3.1 C：您的月經正常嗎？」題目的 i-CVI 分數只有 0.4，其他題目介於 0.8-1.0 之間（請見表二）。相較於英文，中文為高語境語言（high-context

language），文字意義取決於關係與情境。台灣女性運動員調查研究指出，1/3 女性運動員認為經期異常是正常情形⁽²⁰⁾，並且台灣民眾回答問題時，傾向提供符合社會期待的答案，可能產生偏誤。而 C1 題至 C4 題為月經是否正常的具體指標，建議改由研究人員在後台進行判斷。因此最後決定刪除「C：您的月經正常嗎？」，保留其他題目。並且刪除此題後，s-CVI/Ave 從 0.87 增加至 0.90。

內部一致性信度以 Cronbach's α 表示，分量表以 α 數值 > 0.70 為佳。因為總分內部一致性不佳，因此後續不繼續分析總分與各分量表之間相關性。二次施測信度之群間比較以 Shapiro-Wilk

表二 各題內容效度指標（i-CVI）

Table 2. Item-level Content Validity Index (i-CVI)

分量表	題次	i-CVI
運動傷害	1 A	1
	1 A1	0.8
	1 A2	0.8
腸胃功能	2 A	1
	2 B	1
	2 C	1
	2 D	1
月經功能與避孕藥的使用	3.1 A	1
	3.1 B	0.8
	3.1 C	0.4
	3.1 C1	1
	3.1 C2	0.8
	3.1 C3	1
	3.1 C4	0.8
	3.1 C5	0.8
	3.1 C6	0.8
	3.2 D	1
	3.2 E	0.8
	3.2 E1	0.8

由 5 位專家以 1-4 分尺度評分；I-CVI = 評為 3 或 4 分之專家比例，≥ 0.8 為可接受。

*3.1C（C 題）I-CVI = 0.4 未達標，經專家討論後刪除。S-CVI/Ave = 0.87。

test 判斷連續變項是否呈常態分佈，常態分佈檢定使用 Paired *t*-test、非常態分佈檢定使用 Wilcoxon Sign Rank Test 分析兩次施測分數差異性。Linear Mixed Models 測量組內相關係數分析 (intraclass correlation coefficient, ICC) 分析 2 次施測結果的一致性，介於 0.5-0.75 表示可信度中等，0.75-0.9 之間表示良好可信度，>0.9 表示極佳可信度。

參與者依照 2 次回答問卷分數是否大於 LEAF-Q (原版) 各分量表分數切點區分為 2 組，分別為高分組 (「運動傷害」≥ 2 分，「腸胃功能」≥ 2 分，「月經功能與避孕藥的使用」≥ 4 分) (6) 及低分組 (未達上述分數切點)。「運動傷害」部份題目以 DXA 檢測低骨密度驗證，因為低骨密度與運動員受傷習習相關；「腸胃功能」部份以 EDI-3RF 顯示飲食障礙高風險驗證，因為 EDI-3RF 判斷飲食障礙標準與 LEAF-Q (原版) 腸胃功能部份題目相關；「月經功能與避孕藥使用」部份以月經問卷篩選月經週期異常驗證。效度指標連續變項皆以 Shapiro-Wilk test 判斷分析項目是否呈現常態分佈，連續變項並且呈常態分佈使用 *t*-test、連續變項並且呈非常態分佈使用 Mann-Whitney U test、類別變項使用 Chi-square test 以判斷高分組與低分組之間差異 (若單組人數太少，則改使用 Fisher's exact test 進行比較)。此外，在各效度指標之組間比較，連續變項另外計算組間差異 (高分組 - 低分組) 之 95% 信賴區間及效應量 (Cohen's *d*)，類別變項則計算 ϕ 係數作為效應量。效應量判讀標準為：Cohen's *d* 或 ϕ 值 0.2 為小、0.5 為中、0.8 為大之效應。兩組變異數同質性以 Folded F 檢定評估，變異數不相等時採 Satterthwaite 校正法計算組間差異之信賴區間。使用 SAS 9.4 版統計分析軟體，以 $P < 0.05$ 判定結果是否顯著。

結 果

45 位完成本次信效度研究之女性運動員基本資料如表三所示。參與者平均年齡為 16.9 ± 4.6 歲。包括 40 位國高中體育班學生，及 5 位成人。參與者平均每週受訓 22.7 ± 7.0 小時。參與者主要來自技擊運動項目 ($n = 31$ ，佔總參與者人數 68.9%)，包括：角力 11 位、跆拳道 15 位、拳擊 3 位及武術 2 位。其餘運動項目及人數分別為：射

表三 所有參與者基本資料

Table 3. Characteristics of all participants

所有參與者	
年齡 (歲)	16.9 ± 4.6
身高 (cm)	159.0 ± 7.2
體重 (kg)	56.0 ± 8.4
BMI (kg/m^2)	22.1 ± 2.8
BMI 過低	1 [2.2%]
技擊運動項目人數	31 [68.9%]
訓練時間 (小時 / 週)	22.7 ± 7.0
飲食熱量 (kcal/day)	1751.6 ± 562.6
骨密度 (Z 值)	
腰椎 L1	0.6 ± 1.1
腰椎 L2	0.7 ± 1.1
腰椎 L3	1.1 ± 1.1
腰椎 L4	0.9 ± 1.2
平均腰椎	0.6 ± 0.8
平均腰椎低骨密度 ¹	1 [2.2%]
左股骨頸	0.8 ± 1.1
左股骨	0.8 ± 1.0
右股骨頸	0.7 ± 0.9
右股骨	0.7 ± 1.0
平均股骨	0.7 ± 0.7
股骨低骨密度 ¹	3 [6.7%]
EDI-3RF (得分)	
追求瘦身	8.5 ± 5.4
暴食症	3.4 ± 3.1
身體不滿意	17.8 ± 7.7
可能有飲食障礙 ²	34 [75.6%]
月經週期失調	10 [22.2%]
血液檢測 [‡]	
甲狀腺素 (ng/mL)	0.6 ± 1.1
瘦體素 (pg/ml)	0.7 ± 1.1
濾泡刺激激素 (pg/mL)	1.1 ± 1.1
雌二醇 (pg/mL)	0.9 ± 1.2
黃體素 (ng/mL)	0.6 ± 0.8

表三 所有參與者基本資料 (續)

Table 3. Characteristics of all participants (Continued)

所有參與者	
黃體激素 (pg/mL)	0.8±1.1
甲狀腺刺激素 (pg/mL)	0.8±1.0
白細胞介素-6 (pg/mL)	0.7±0.9

數值以平均值 ± 標準差或人數 [%] 表示

BMI: Body Mass Index, EDI-3RF: Eating Disorder Inventory-3 referral form

¹ Z 值 ≥ -1.0 表示骨骼健康；介於 -1.0 至 -2.0 之間表示骨密度過低；≤ -2.0 表示骨質疏鬆症。² EDI-3RF 結果符合「需要轉介」標準³ n = 32

箭 4 位、健美 2 位、排球 2 位、游泳 1 位、拔河 2 位及籃球 3 位。1 名參與者 BMI 過低。參與者平均腰椎骨密度 Z 值為 0.6±0.8。Z 值 ≥ -1.0 表示骨骼健康；介於 -1.0 至 -2.0 之間表示骨密度過低；≤ -2.0 表示骨質疏鬆症。所有參與者的腰椎或股骨骨密度皆不符合骨質疏鬆標準，1 名參與者平均腰椎骨密度過低，另外 3 名參與者股骨骨密度過低。根據 EDI-3RF 結果，34 位 (75.6%) 參與者達轉介標準。參與者 2 次測量「女性低能量可用率問卷 - 台灣版」平均總分分別為 6.1±3.3 分及 6.2±4.1 分，「運動傷害」平均分數分別為 2.0±2.1 分及 2.1±2.2 分，「腸胃功能」平均分數分別為 1.8±1.6 分及 1.7±1.7 分，「月經功能與避孕藥使用」平均分數分別為 2.3±1.8 分及 2.4±1.9 分。

「女性低能量可用率問卷 - 台灣版」信度分析之內部一致性部份結果請見表四，其中第 1 次施

測結果顯示，腸胃功能 ($\alpha = 0.60$)、運動傷害 ($\alpha = 0.64$) 內部一致性達可接受範圍，月經功能與避孕藥使用 ($\alpha = 0.78$) 內部一致性達良好標準。第 2 次施測結果顯示，「運動傷害」($\alpha = 0.76$)、「腸胃功能」($\alpha = 0.75$)、「月經功能與避孕藥使用」($\alpha = 0.82$) 三個分量表皆達到良好內部一致性。然而總分的內部一致性不佳 (第一次施測 $\alpha = 0.13$ ，第二次施測 $\alpha = 0.47$)，因此後續僅呈現分量表部份評估再測信度及問卷效度結果。

兩次施測得分差異性結果顯示各分量表在兩次施測之間無顯著差異性 ($P > 0.0500$)。除此之外，ICC 結果顯示，「運動傷害」(0.92) 及「月經功能與避孕藥的使用」(0.75) 之再測信度高，「腸胃功能」(0.63) 為中度再測信度。

「女性低能量可用率問卷 - 台灣版」效度評估結果請見表五至表七，比較各分量表高低分組的效度評估指標及其他相關數值差異。在「運動傷害」部份 (表五)，第一次評測時，25 名參與者分數超過 2 分並且被分至高分組，第二次評測時，高分組包括 26 名參與者。第一次評測結果顯示，相較於低分組，高分組的腰椎 L3 骨密度 Z 值 (0.77±0.85 vs. 1.41±1.24, $P = 0.0477$)、腰椎 L4 (0.59±0.90 vs. 1.34±1.32, $P = 0.0295$) 及平均腰椎 (0.53±0.90 vs. 1.18±1.17, $P = 0.0413$) 皆顯著較低；第二次評測結果顯示，腰椎 L1 骨密度 Z 值 (0.29±0.99 vs. 0.98±1.14, $P = 0.0340$)、腰椎 L2 (0.42±1.01 vs. 1.12±1.11, $P = 0.0316$)、腰椎 L3 (0.75±0.84 vs. 1.47±1.25, $P = 0.0266$)、腰椎 L4 (0.55±0.89 vs. 1.43±1.30, $P = 0.0103$) 及平均腰椎 (0.50±0.89 vs. 1.25±1.16, $P = 0.0181$) 顯著低於低分組。雖然高

表四 「女性低能量可用率問卷 - 台灣版」兩次施測結果內部一致性

Table 4. Internal consistency between two administrations of the Low Energy Availability in Females Questionnaire – Taiwanese version (LEAF-Q-TW)

分量表	內部一致性 (Cronbach's α)	
	第 1 次施測	第 2 次施測
運動傷害	0.64	0.76
腸胃功能	0.60	0.75
月經功能與避孕藥的使用	0.78	0.82
總分	0.13	0.47

表五 「女性低能量可用率問卷 - 台灣版」運動傷害分組的效度數值比較

Table 5. Subgroup data based on injuries scores of the Low Energy Availability in Females Questionnaire – Taiwanese version (LEAF-Q-TW)

	第 1 次施測 (Test 1)					第 2 次施測 (Test 2)				
	高分組 ³ (n = 25)	低分組 (n = 20)	P 值	組間差異 ⁴ (95% CI)	效應量 ⁵	高分組 (n = 26)	低分組 (n = 19)	P 值	組間差異 (95% CI)	效應量
平均分數	3.5±1.6	0.0±0.0	<0.0001	3.5 (2.9, 4.2)	2.2	3.6 ±1.7	0.0 ±0.0	<0.0001	3.2 (2.4, 4.0)	1.4
BMI (kg/m ²)	22.0±3.1	22.2±2.5	0.8103	-0.2 (-1.9, 1.5)	0.0	21.9±3.0	22.4 ±2.6	0.6313	-0.4 (-2.1, 1.3)	0.1
技擊運動項目 人數	21 [84.0%]	9 [45.0%]	0.0058	-	0.4	20 [76.9%]	10 [52.3%]	0.0878	-	0.3
訓練時間 (小時 / 週)	25.0±6.0	19.5±7.4	0.0081	5.5 (1.4, 9.7)	0.4	24.6±6.1	19.8±7.6	0.0234	4.8 (0.5, 9.1)	0.4
飲食熱量 (kcal/day)	1724.7±553.5	1785.1±586.3	0.7247	-60.4 (-404.2, 283.4)	0.1	1702.6±571.8	1818.6±558.0	0.5007	-116.0 (-460.6, 228.5)	0.1
骨密度 (Z 值)										
腰椎 L1	0.3±1.0	0.9±1.1	0.0726	-0.6 (-1.2, 0.1)	0.3	0.3±1.0	1.0±1.1	0.0340	-0.7 (-1.3, -0.1)	0.3
腰椎 L2	0.4±1.0	1.1±1.1	0.0612	-0.6 (-1.3, 0.0)	0.3	0.4±1.0	1.1±1.1	0.0316	-0.7 (-1.3, -0.1)	0.3
腰椎 L3	0.8±0.9	1.4±1.2	0.0477	-0.6 (-1.3, 0.0)	0.3	0.8±0.8	1.5±1.3	0.0266	-0.7 (-1.3, -0.1)	0.3
腰椎 L4	0.6±0.9	1.3±1.3	0.0295	-0.7 (-1.4, -0.1)	0.3	0.6±0.9	1.4±1.3	0.0103	-0.9 (-1.5, -0.2)	0.4
平均腰椎	0.5±0.9	1.2±1.2	0.0413	-0.6 (-1.3, 0.0)	0.3	0.5±0.9	1.3±1.2	0.0181	-0.7 (-1.4, -0.1)	0.4
平均腰椎低骨 密度 ¹	1 [4.0%]	0 [0.0%]	0.5556	-	0.2	1 [3.8%]	0 [0.0%]	0.5778	-	0.2
左股骨頸	0.8±1.0	0.6±0.9	0.6551	0.1 (-0.4, 0.7)	0.1	0.7±1.0	0.6±0.9	0.7225	0.1 (-0.5, 0.7)	0.1
左股骨	0.7±1.0	0.8±1.0	0.7351	-0.1 (-0.7, 0.5)	0.1	0.7±1.0	0.8±1.0	0.6819	-0.1 (-0.7, 0.5)	0.1
右股骨頸	0.9±1.2	0.8±1.1	0.7728	0.1 (-0.6, 0.8)	0.0	0.8±1.2	0.8±1.1	0.8970	0.0 (-0.7, 0.7)	0.0
右股骨	0.7±1.1	0.9±1.0	0.6840	-0.1 (-0.8, 0.5)	0.1	0.7±1.1	0.9±1.0	0.6668	-0.1 (-0.8, 0.5)	0.1
平均股骨	0.8±1.1	0.8±0.9	0.9980	0.0 (-0.6, 0.6)	0.0	0.7±1.0	0.8±0.9	0.9253	0.0 (-0.6, 0.6)	0.0
股骨低骨密度 ¹	2 [8.0%]	1 [5.0%]	0.4228	-	0.0	2 [7.7%]	1 [5.3%]	0.4325	-	0.0

表五 「女性低能量可用率問卷 - 台灣版」運動傷害分組的效度數值比較 (續)

Table 5. Subgroup data based on injuries scores of the Low Energy Availability in Females Questionnaire – Taiwanese version (LEAF-Q-TW) (Continued)

	第 1 次施測 (Test 1)				第 2 次施測 (Test 2)					
	高分組 ³ (n = 25)	低分組 (n = 20)	P 值	組間差異 ⁴ (95% CI)	效應量 ⁵	高分組 (n = 26)	低分組 (n = 19)	P 值	組間差異 (95% CI)	效應量
血液檢測 ²										
甲狀腺素 (ng/mL)	79.8 ± 10.8	73.8 ± 14.8	0.1979	6.0 (-3.3, 15.3)	0.2	79.2 ± 10.6	73.8 ± 15.7	0.2532	5.4 (-4.1, 14.9)	0.2
瘦體素 (pg/mL)	2940.5 ± 2167.0	4095.2 ± 4114.7	0.3203	-1154.7 (-3488.4, 1179.0)	0.0	2848.1 ± 2082.6	4407.9 ± 4339.2	0.1836	-1559.8 (-3899.8, 780.3)	0.2
甲狀腺刺激素 (pg/mL)	101.9 ± 61.1	176.3 ± 179.6	0.0359	-74.4 (-168.9, 20.0)	0.3	101.3 ± 57.8	188.6 ± 190.8	0.0438	-87.2 (-181.8, 7.4)	0.4
白細胞介素-6 (pg/mL)	0.8 ± 1.9	0.2 ± 0.5	0.0377	0.6 (-0.4, 1.6)	0.3	0.7 ± 1.8	0.2 ± 0.6	0.1571	0.5 (-0.5, 1.5)	0.2

數值以平均值 ± 標準差或人數 [%] 表示

BMI: Body Mass Index, CI: Confidence Interval

¹ Z 值 ≥ -1.0 表示骨骼健康；介於 -1.0 至 -2.0 之間表示骨密度過低；≤ -2.0 表示骨質疏鬆症。² n = 32，第一次施測之高分組 15 人，低分組 17 人；第二次施測之高分組 13 人，低分組 19 人。³ 高分組（「運動傷害」≥ 2 分）；低分組（未達上述切點）。第一次施測：高分組 n = 25，低分組 n = 20；第二次施測：高分組 n = 26，低分組 n = 19。⁴ 組間差異 = 高分組 - 低分組。⁵ 效應量：連續變項為 Cohen's d，類別變項為 φ。

表六 「女性低能量可用率問卷 - 台灣版」腸胃功能分組的數值比較

Table 6. Subgroup data based on gastrointestinal symptom scores of the Low Energy Availability in Females Questionnaire – Taiwanese version (LEAF-Q-TW)

	第 1 次施測 (Test 1)				第 2 次施測 (Test 2)					
	高分組 ³ (n = 26)	低分組 (n = 19)	P 值	組間差異 ⁴ (95% CI)	效應量 ⁵	高分組 (n = 22)	低分組 (n = 23)	P 值	組間差異 (95% CI)	效應量
平均分數	3.0±1.1	0.2±0.4	<0.0001	2.8 (2.3, 3.2)	1.8	3.1±1.3	0.4±0.5	<0.0001	1.5 (0.7, 2.4)	0.5
BMI (kg/m ²)	22.1±2.7	22.2±3.0	0.9319	-0.1 (-1.8, 1.7)	0.0	22.4±2.8	21.8±2.8	0.4943	0.6 (-1.1, 2.3)	0.1
技擊運動項目人數	20 [76.9%]	10 [52.6%]	0.0878	-	0.3	16 [72.7%]	14 [60.9%]	0.3990	-	0.2
訓練時間 (小時 / 週)	23.7±7.0	21.0±7.1	0.2104	2.7 (-1.6, 7.0)	0.2	24.1±7.4	21.1±6.6	0.1560	3.0 (-1.2, 7.3)	0.2
飲食熱量 (kcal/day)	1848.6±512.1	1618.8±614.2	0.1789	229.7 (-109.3, 568.8)	0.2	1768.5±450.2	1735.4±662.6	0.8461	33.1 (-309.0, 375.2)	0.0
EDI-3RF (得分)										
追求瘦身	8.6±5.5	8.4±5.5	0.8821	0.2 (-3.1, 3.6)	0.0	8.1±5.4	9.0±5.6	0.5790	-0.9 (-4.2, 2.4)	0.1
暴食症	2.7±2.3	4.4±3.7	0.0693	-1.7 (-3.7, 0.3)	0.3	2.9±2.4	3.9±3.6	0.2983	-1.0 (-2.8, 0.9)	0.2
身體不滿意	18.2±7.7	17.3±7.9	0.6929	0.9 (-3.8, 5.6)	0.1	19.2±8.1	16.5±7.2	0.2414	2.7 (-1.9, 7.3)	0.2
可能有飲食障礙 ¹	19 [73.1%]	15 [78.9%]	0.2512	-	0.1	17 [77.3%]	17 [73.9%]	0.2619	-	0.0
血液檢測 ²										
甲狀腺素 (ng/mL)	77.3±12.2	76.6±14.4	0.8823	0.7 (-8.9, 10.3)	0.0	82.5±11.5	72.2±12.6	0.0232	10.3 (1.5, 19.0)	0.4
瘦體素 (pg/mL)	3411.0±2555.9	3572.8±4033.8	0.8908	-161.8 (-2548.3, 2224.6)	0.0	3118.6±2508.0	3802.2±3799.7	0.5584	-683.6 (-3043.0, 1675.7)	0.1
甲狀腺刺激素 (pg/mL)	108.1±58.2	173.6±189.0	0.2301	-65.5 (-161.5, 30.5)	0.3	108.6±58.4	161.7±174.2	0.6638	-53.1 (-149.5, 43.3)	0.2
白細胞介素-6 (pg/mL)	0.7±1.8	0.3±0.6	0.6261	0.4 (-0.6, 1.5)	0.2	0.8±2.0	0.3±0.6	0.5054	0.5 (-0.5, 1.5)	0.2

數值以平均值 ± 標準差或人數 [%] 表示

EDI-3RF: Eating Disorder Inventory-3 referral form, BMI: Body Mass Index, CI: Confidence Interval

¹ EDI-3RF 結果符合「需要轉介」標準

² n = 32，第一次施測（高分組 14 人，低分組 18 人），第二次施測（高分組 17 人，低分組 15 人）。

³ 高分組（「腸胃功能」≥ 2 分）；低分組（未達上述切點）。第一次施測：高分組 n = 26，低分組 n = 19；第二次施測：高分組 n = 22，低分組 n = 23。

⁴ 組間差異 = 高分組 - 低分組。

⁵ 效應量：連續變項為 Cohen's d，類別變項為 φ。

表七 「女性低能量可用率問卷 - 台灣版」月經功能與避孕藥使用分組的數值比較

Table 7. Subgroup data based on menstrual dysfunction scores of the Low Energy Availability in Females Questionnaire – Taiwanese version (LEAF-Q-TW)

	第 1 次施測 (Test 1)				第 2 次施測 (Test 2)					
	高分組 ² (n = 20)	低分組 (n = 35)	P 值	組間差異 ³ (95% CI)	效應量 ⁴	高分組 (n = 10)	低分組 (n = 35)	P 值	組間差異 (95% CI)	效應量
平均分數	4.8±1.4	1.6±1.1	<0.0001	3.2 (2.3, 4.0)	1.3	5.1±1.3	1.7±1.3	<0.0001	2.8 (1.8, 3.7)	1.0
BMI (kg/m ²)	23.2±2.5	21.8±2.8	0.1556	1.4 (-0.6, 3.4)	0.3	22.9±2.8	21.9±2.8	0.3450	1.0 (-1.1, 3.0)	0.2
技擊運動項目人數	5 [50.0%]	25 [71.4%]	0.2049	-	0.2	7 [70%]	23 [65.7%]	0.7998	-	0.0
訓練時間 (小時 / 週)	19.6±7.9	23.4±6.7	0.1299	-3.9 (-8.9, 1.2)	0.3	22.6±8.1	22.6±6.9	0.9868	0.0 (-5.2, 5.2)	0.0
飲食熱量 (kcal/day)	1550.7±423.7	1808.9±588.9	0.2040	-258.2 (-662.0, 145.5)	0.3	1538.9±432.7	1812.3±585.6	0.1782	-273.4 (-676.2, 129.5)	0.3
月經週期失調	2 [20%]	6 [17%]	0.3492	-	0.0	3 [30%]	5 [14%]	0.1807	-	0.2
血液檢測 ¹										
甲狀腺素 (ng/mL)	72.9±10.9	78.2±13.5	0.3505	-5.3 (-16.6, 6.1)	0.2	72.3±13.3	77.9±13.0	0.3823	-5.6 (-18.6, 7.3)	0.2
瘦體素 (pg/mL)	4646.8±2091.4	3155.6±3442.3	0.0527	1491.2 (-1318.9, 4301.4)	0.3	5911.2±2966.4	3031.9±3117.0	0.0274	2879.3 (-200.4, 5959.1)	0.5
濾泡刺激激素 (pg/mL)	104.5±46.7	160.2±217.4	0.2446	-55.7 (-151.6, 40.2)	0.2	105.4±59.7	155.9±209.3	0.3059	-50.6 (-245.5, 144.4)	0.2
雌二醇 (pg/mL)	171.1±161.0	117.7±150.3	0.4216	53.4 (-80.6, 187.5)	0.2	83.1±42.5	138.8±163.7	0.1482	-55.6 (-208.3, 97.0)	0.3
黃體素 (ng/mL)	4.5±6.7	1.7±3.1	0.0224	2.7 (-0.8, 6.3)	0.3	6.1±7.5	1.7±3.0	0.0100	4.4 (0.5, 8.3)	0.4
黃體激素 (pg/mL)	1414.2±2420.8	1201.3±1618.2	0.7848	212.9 (-2047.7, 2473.5)	0.1	1821.1±2839.5	1141.7±1569.6	0.4422	679.4 (-1102.1, 2460.9)	0.2
甲狀腺刺激素 (pg/mL)	183.6±234.2	123.7±92.8	0.9818	60.0 (-56.7, 176.7)	0.2	216.3±276.5	122.1±90.4	0.6034	94.2 (-247.3, 435.7)	0.3
白細胞介素-6 (pg/mL)	0.0±0.0	0.6±1.6	0.0207	-0.6 (-1.3, 0.0)	0.4	0.0±0.0	0.6±1.5	0.0907	-0.6 (-1.2, 0.0)	0.4

數值以平均值 ± 標準差或人數 [%] 表示

BMI: Body Mass Index, CI: Confidence Interval

¹ n = 32，第一次施測之低分組 25 人，高分組 7 人；第二次施測之低分組 27 人，高分組 5 人。² 高分組（「月經功能與避孕藥的使用」≥ 4 分）；低分組（未達上述切點）。第一次及第二次施測均為高分組 n = 10，低分組 n = 35。³ 組間差異 = 高分組 - 低分組。⁴ 效應量：連續變項為 Cohen's d，類別變項為 φ。

分組之低骨密度人數較多，但是低骨密度人數比例在高低分組之間並無顯著差異。在其他指標部份，發現第一次評測時，高分組之技擊運動人數比例、每周訓練時間、及血清白細胞介素-6 濃度皆顯著高於低分組，然而血清甲狀腺刺激素濃度顯著較低 ($P < 0.05$)。第二次評測時，剩下每周訓練時間長短及血清甲狀腺刺激素濃度維持類似顯著差異 ($P < 0.05$)，其他項目皆無統計差異。

「腸胃功能」高低分組比較結果請見表六，其中第一次評測時，26 位參與者被歸類至高分組，在第二次評測時則為 22 位參與者。然而 2 組參與者的可能有飲食障礙之人數比例並無統計差異。除此之外，在第二次評測時，高分組之血清甲狀腺素濃度顯著高於低分組 ($P < 0.05$)，然而其他項目以及第一次評測的所有項目皆無統計差異 ($P > 0.05$)。

「女性低能量可用率問卷 - 台灣版」 「月經功能與避孕藥使用」分數在 2 次評測中皆為 10 名參與者被歸類至高分組。雖然高分組之月經問卷評估結果顯示為月經失調人數比較多，然而 2 組之間人數比例並無顯著差異 (請見表七， $P > 0.05$)。第一次評測時，相較於低分組，高分組之血清黃體素及白細胞介素-6 濃度顯著較高 ($P < 0.05$)；血清瘦體素濃度亦較高，達邊緣性統計差異 ($P = 0.05$)。在第二次評測時，高分組之血清瘦體素及黃體素濃度皆顯著較低分組高 ($P < 0.05$)。若是排除 15 名初經來潮未滿 3 年之參與者，高分組參與者在二次評測之血清黃體素濃度皆明顯高於低分組，高低分組之黃體素濃度分別為：第一次評測 5.9 ± 7.7 ng/mL vs. 1.9 ± 3.4 ng/mL ($P = 0.0272$)，第二次評測 7.3 ± 8.1 ng/mL vs. 1.8 ± 3.3 ng/mL ($P = 0.0250$)。

討 論

本研究研究結果顯示「女性低能量可用率問卷 - 台灣版」之各分量表具有良好信度，然而總分在內部一致性信度不佳，因此使用 LEAF-Q (原版) 各分量表切點區分高低分組並且進行效度驗證。結果指出，「運動傷害」分數較高的參與者，其腰椎第 L3、L4 及腰椎平均 Z 值皆顯著較低；並且血清甲狀腺刺激素濃度顯著較高、每週接受較長訓練時間。「月經功能與避孕藥使用」分數較高的

參與者之血清黃體素及瘦體素濃度顯著較高，然而此結果與典型低能量可用率之預期不一致，「月經功能與避孕藥使用」分量表效度仍需進一步驗證。

原本為了提升總分內部一致性 (Cronbach's α)，「女性低能量可用率問卷 - 台灣版」刪除了 2 項「腸胃功能」題目及 9 項「月經功能與避孕藥的使用」題目。然而刪除題目較多，可能影響問卷架構，因此改以各分量表進行效度分析。據我們所知，除了「女性低能量可用率問卷 - 台灣版」之外，LEAF-Q 一共有 4 種語言版本，包括英語 (原版)⁽⁶⁾、葡萄牙文⁽⁸⁾、土耳其文⁽⁹⁾及韓文⁽¹⁰⁾，除了韓文版之外，其餘版本皆有信效度檢測結果報告。然而葡萄牙文版本並未評估翻譯後的版本與參與者 REDs 相關症狀 (例如：低骨質密度、血液荷爾蒙濃度) 之間相關性；土耳其文版本的效度評估指標只包括飲食攝取障礙問卷。與其他翻譯版本相較之下，中文翻譯版的效度檢測指標較多，接近英語 (原版)。

「女性低能量可用率問卷 - 台灣版」之各分量表內部一致性良好，並且第二次評測結果 (運動傷害 $\alpha = 0.76$ 、腸胃功能 $\alpha = 0.75$ 、月經功能 $\alpha = 0.82$) 接近 LEAF-Q 原版結果⁽⁶⁾。然而「女性低能量可用率問卷 - 台灣版」總分內部一致性不佳，與 LEAF-Q 原版結果不一致。LEAF-Q 原版針對 37 位耐力型運動員與舞者進行施測，總分內部一致性為可接受範圍 ($\alpha = 0.71$)，各分量表顯示良好內部一致性標準 (運動傷害 $\alpha = 0.79$ 、腸胃功能 $\alpha = 0.75$ 、月經功能 $\alpha = 0.79$)⁽¹¹⁾。除此之外，原版總分分別與運動傷害 ($r = 0.49$, $P < 0.01$) 及腸胃功能 ($r = 0.53$, $P < 0.01$) 呈中度正相關，與月經功能呈極高度正相關 ($r = 0.87$, $P < 0.01$)。本研究觀察到「女性低能量可用率問卷 - 台灣版」總分內部一致性與 LEAF-Q 原版不一致。就客觀之參與者特質而言，原版參與者為年滿 18 歲之舞蹈及耐力型運動選手⁽⁶⁾，而本研究參與者主要介於 15-18 歲，且其中 68.9% 為技擊型運動選手。推測文化背景差異亦可能造成此結果，然而本研究並未直接測量與檢驗，尚待未來研究以直接檢驗方式加以釐清。未來需納入不同運動類型及成年台灣女性選手之研究，進一步驗證 LEAF-Q-TW 之信效度。

「女性低能量可用率問卷 - 台灣版」各分量表的二次評測分數之間無顯著差異。ICC 結果介於

0.63 (腸胃功能) 至 0.92 (運動傷害)，表示再測信度可接受。LEAF-Q 葡萄牙文版⁽⁸⁾及土耳其文版⁽⁹⁾皆僅評估總分之信效度，未評估各分量表，因此不適合進行比較。LEAF-Q 葡萄牙文版針對 127 位女性運動員進行問卷施測，涵蓋耐力型、審美型、格鬥型及團隊運動，僅 54 人完成兩次問卷施測，問卷總分 ICC 為 0.92，屬於良好標準。再測信度方面，總量表在兩次施測之間平均得分無顯著差異 ($P = 0.61$)；兩次施測之間個人得分亦無顯著差異 ($P = 0.58$ ，95% 信賴區間 -4 分至 +4 分)。LEAF-Q 土耳其文版共納入 23 位女性運動員進行兩次問卷施測，該問卷總量表 ICC 為 0.803，屬於良好標準。再測信度方面，總量表在兩次施測之間平均得分無顯著差異 ($P = 0.366$)；兩次施測之間個人得分亦無顯著差異 ($P = 0.340$ ，95% 信賴區間 -4 分至 +4 分)。

在骨密度結果方面，本研究結果與 LEAF-Q (原版) 類似。LEAF-Q (原版) 之傷害得分在低骨密度組與高骨密度組之間具有顯著差異 ($P = 0.021$)⁽⁶⁾。本研究則是發現「運動傷害」高分組之腰椎 L3、L4 及平均腰椎顯著較低分組低，然而股骨並未有類似的發現。推測原因可能與腰椎主要由小樑骨 (Trabecular bone) 組成，股骨則主要由皮質骨 (cortical bone) 組成。小樑骨對於身體系統性變化較敏感，例如：荷爾蒙濃度改變，因此較皮質骨更早反應骨量流失情形⁽²¹⁾。其次，本研究參與者中，68% 為技擊型運動員。技擊型運動選手常需要控制體重，REDs 風險較高。其賽前快速減重文化，可能短期內極度能量攝取不足，造成骨代謝紊亂，對於腰椎小樑骨的影響大於股骨的皮質骨⁽²²⁾。第三、技擊型運動選手的專項訓練，包括踢擊、步法移位等動作，下肢必須承受高頻率且高衝擊性的地面反作用力，刺激股骨成骨反應。腰椎主要承受旋轉及剪力負荷，對於腰椎成骨反應的益處較少⁽²³⁾。

本研究發現「女性低能量可用率問卷 - 台灣版」之「運動傷害」分數較高組，其每週訓練時間亦顯著較長。此結果與先前研究一致，訓練量增加同時亦可能顯著提升運動傷害風險⁽²⁴⁾。特別是青少年運動員，若是每周從事專項運動時數超過其年齡，過度使用造成的運動傷害風險將顯著增加^(25, 26)。除此之外，本研究亦發現「運動傷害」高分組

之血清甲狀腺刺激素濃度顯著低於較低分組，二組甲狀腺濃度則無顯著差異。甲狀腺刺激素被認為可以透過抑制破骨細胞形成而具有保護骨骼作用⁽²⁷⁾，本研究高分組較低之甲狀腺刺激素濃度，與其較低之腰椎骨密度呈現一致之方向，可能反映骨骼保護作用減弱之現象。然而目前孟德爾隨機 (Mendelian Randomization) 研究並未發現甲狀腺刺激素與骨密度之間具有顯著因果關係⁽²⁸⁾，需要更多研究證實甲狀腺刺激素與骨密度之間相關性。

相較於「女性低能量可用率問卷 - 台灣版」「月經功能與避孕藥使用」低分組，分數較高的參與者，其血清黃體素及瘦體素濃度顯著較高。血清黃體素濃度隨著月經周期而上下波動，在正常月經週期中，排卵後黃體大量分泌黃體素，並伴隨雌激素 (雌二醇是主要雌激素) 增加，之後再同時下降，引發月經來潮。受到高濃度黃體素及雌激素影響，人體在黃體期減少分泌濾泡刺激素及黃體素。然而本研究高分組並未看到類似現象。推測黃體素結果可能與本研究 33% (15 位) 參與者正處於初經後 3 年內階段仍在生理調適期有關。初經開始 3 年內，因為下視丘 - 腦下垂體 - 卵巢軸及卵巢功能尚未發育完全導致排卵不穩定或沒有排卵，造成月經週期不穩定⁽²⁹⁾。然而在排除這 15 名參與者之後，高分組之血清黃體素濃度仍高於低分組。推測可能是其他原因造成，例如：本研究採方便取樣，參與者多為具競技水準之青少年選手，運動表現、體重與身體形象及同儕壓力可能造成腎上腺分泌黃體素增加⁽³⁰⁾。並且所有參與者的抽血時間未固定在特定月經週期階段亦可能影響研究結果。因為本研究部份參與者來自較遠地區，為保障參與者安全及減輕帶隊老師負擔，安排同校參與者在同一天或隔日至醫院抽血，因此無法控制月經週期階段一致性，例如：同樣於月經出血過後 3-5 天進行試驗。此為本研究之主要限制之一。

在血清瘦體素部份，在第一次評測中，同時發現高分組之血清白細胞介素-6 亦明顯較高。青春女性運動員接受長期高強度訓練，可能誘發慢性發炎，造成瘦體素阻抗，導致中樞神經系統無法正確感知周邊能量儲存訊號，影響正常排卵週期及骨骼發育⁽³¹⁾。瘦體素亦為促發炎脂肪激素，透過活化 JAK2/STAT3 及 NF- κ B 訊息傳遞路徑，刺激單核球及巨噬細胞分泌血清白細胞介素-6⁽³²⁾，而血

清白細胞介素-6 濃度增加又會促進脂肪組織分泌瘦體素，形成惡性循環⁽³³⁾。

雖然本研究「月經功能與避孕藥使用」高分組所呈現之血清黃體素及瘦體素濃度較高，卻與典型低能量可用率所預期之生理表現（黃體素及瘦體素降低）並不一致，且高低分組間之月經週期失調比例並未達統計顯著差異。因此，此結果不適合作為「月經功能與避孕藥使用」分量表效度良好之證據。血清黃體素及瘦素濃度變化可能受到抽血時間未標準化、參與者生殖軸發育未成熟及取樣特性等多重因素影響，其與「月經功能與避孕藥使用」分量表之關聯仍需未來以標準化抽血時間及較大樣本之研究進一步驗證。

根據問卷調查結果，本研究 75.6% 參與者可能有飲食障礙。本研究參考 LEAF-Q 原版採用 EDI-3RF 問卷評估飲食障礙，但是評估結果高於 LEAF-Q 原版 (3.5%)⁽⁶⁾。並且高於先台灣問卷研究結果：134 名女性大學運動員中，10% 有飲食障礙⁽²⁰⁾。推測可能原因包括：青春女性飲食障礙風險及盛行率皆高於成年女性⁽³⁴⁾，並且不同運動類型也會影響飲食障礙盛行率，例如：技擊類運動員的飲食障礙盛行率較高⁽³⁵⁾。可能因此造成本研究參與者可能有飲食障礙之盛行率偏高。此外，EDI-3RF 問卷原本是針對一般族群的篩檢工具，並非專門針對運動員⁽²⁰⁾，可能因為無法區分病理性飲食障礙或競技需求導向的體重管理之間差異，造成「腸胃功能」高低分組之間，無論是可能有飲食障礙人數比例，或是 EDI-3RF 問卷各項目分數之間皆無統計差異。因此，本研究目前未能建立「腸胃功能」分量表與效度指標 (EDI-3RF) 之間顯著相關性，此分量表效度需要未來研究使用更適合運動員族群之評估工具進一步驗證。

本研究為首篇針對台灣女性運動員進行 REDs 篩檢工具跨文化適應及信效度驗證研究。採用嚴謹跨文化適應流程，參與者間隔 14 至 21 天填寫兩次問卷，避免生理變化及記憶效應影響。驗證方法與原版研究最相似，透過飲食記錄、EDI-3RF、DXA、血液檢驗、月經及運動傷害問卷等多項指標驗證效度。

除了無法確定所有參與者在相同月經週期階段之外，本研究還有其他研究限制。首先，僅管「女性低能量可用率問卷 - 台灣版」之三因素結構

在理論上與 LEAF-Q (原版) 一致，且各分量表內部一致性達到可接受標準 (Cronbach's $\alpha = 0.60-0.82$)，然而「女性低能量可用率問卷 - 台灣版」總分內部一致性偏低 ($\alpha = 0.13-0.47$)。因為樣本數限制 ($n = 45$)，本研究無法使用驗證性因素分析 (Confirmatory Factor Analysis) 確認「女性低能量可用率問卷 - 台灣版」多維度結構，驗證「女性低能量可用率問卷 - 台灣版」總量表內部一致性不佳是因為各分量表測量獨立，是本研究在建構效度上之主要建議。並且樣本數較少亦可能造成有些指標在高低分組之間差異僅在第一次評測或第二次評測出現，例如：僅在第一次評測時發現「運動傷害」及「月經功能與避孕藥使用」之高分組血清清白細胞介素-6 濃度顯著高於低分組，在第二次評測時的比較結果未達顯著差異。加上效應量分析後可見，本研究達統計顯著之效度指標其效應量多為小至中等程度 (Cohen's d 或 ϕ 約 0.3-0.4)，且部分組間差異之 95% 信賴區間涵蓋 0，顯示上述差異之實質重要性有限，可能受限於本研究樣本數不足。本研究為前導性試驗，未來需要更大型研究 ($n \geq 200$) 進行驗證性因素分析以證實三因素結構相符程度。其次，參與者主要為來自台灣中部的國高中生，技擊運動占 68.9%，外推性受到限制。並且青春女性可能因為初經剛來，造成月經周期不穩定，影響問卷效度評估結果。例如：「月經功能與避孕藥使用」高分組的月經週期失調人數比例較低分組高，但是未達統計差異，與 LEAF-Q 原版結果不同⁽¹¹⁾，可能與本研究參與者人數多為青春女性，並且其中 33% 初經來潮未滿 3 年有關。未來「女性低能量可用率問卷 - 台灣版」問卷在非技擊運動項目及不同年齡層適用性仍需進一步驗證。第三，雖然本研究有收集飲食熱量攝取量資料，但是因為缺少每日運動能量消耗數據，無法進一步計算低能量可用率。目前 LEAF-Q 已出版的翻譯版皆未提供參與者飲食熱量攝取量及每日運動能量消耗資料⁽¹³⁻¹⁵⁾。除此之外，「運動傷害」高分組同時具有較高之技擊類運動比例及每週訓練時間較長。技擊類運動屬於體重控制型運動，其快速減重文化可能同時影響骨骼代謝與月經功能⁽²²⁾。此外，增加訓練量與訓練時間亦被證實與運動傷害風險提升有關^(24, 25)。因此，本研究觀察到「運動傷害」高分組具有較低腰椎骨密度及甲狀腺刺激素濃度較低，可能受到運動

類型與訓練量共同影響，而非單純反映 LEAF-Q-TW「運動傷害」分量表效度。由於本研究樣本數有限，未能執行多變項迴歸分析以校正運動類型與訓練時間混雜效應，此為本研究限制，未來研究應以較大樣本釐清各因素對運動傷害及骨密度之獨立貢獻。

「女性低能量可用率問卷 - 台灣版」的各分量表顯示部分分量表呈現初步可接受的內部一致性與再測信度，但總量表信度不佳，整體量表結構及篩檢效度仍需進一步驗證。需要更大型研究，納入更多成年女性運動員，確認未來可作為台灣女性運動員 REDs 輔助篩檢工具，協助瞭解國內盛行率，提供早期診斷治療參考，提升運動員福祉。

致 謝

本研究感謝楊淑惠教授（前臺北醫學大學保健營養學系）、莊昇儒先生、董家堯助理教授（前輔仁大學營養科學系）、林以勤助理教授（中山醫學大學營養學系）、蔡佳芳（Chia-Fang Tsai）營養師、黃詩惠營養師（Beth Israel Deaconess Medical Center）擔任專家學者協助問卷翻譯；感謝陳智傑助理教授（中國醫藥大學運動醫學系）、黃怡真副教授、林毓舜助理教授（中國醫藥大學營養學系）、廖誼青助理教授（中國醫藥大學營養學系），以及其他協助本研究內容效度評估之專家學者；感謝參與者及其帶隊老師協助完成研究預測試，以利研究順利進行，在此一併感謝。

經 費

本研究感謝中國醫藥大學提供研究經費（計畫編號：CMU112-N-19）。

作者的貢獻

盧羽瑄：資料收集、統計分析、初稿撰寫；曹榮鑣：研究概念與設計、資料收集、受訪者招募；周立偉：研究概念與設計、資料收集；張詩宜：資料收集、統計分析；吳佩瑜：研究概念與設計、研究監督、經費管理、統計分析、初稿修正及最後稿件審核；所有作者均已閱讀並同意發表最終版本。

倫理審查並同意參與

本研究經中國醫藥大學研究倫理委員會審核通過後開始執行（CMUH112-REC2-093）。所有參與者（未成年者及其法定代理人）於參與前均已了解研究內容並簽署知情同意書。

利益衝突

本研究計畫執行者及研究相關結果無任何相關利益衝突。

參考文獻

1. Barrack MT, Ackerman KE, Gibbs JC. Update on the female athlete triad. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2013;6:195-204.
2. Gibbs JC, Williams NI, De Souza MJ. Prevalence of individual and combined components of the female athlete triad. *Med Sci Sports Exerc*. 2013; 45: 985-96.
3. Sundgot-Borgen J, Meyer NL, Lohman TG, et al. How to minimise the health risks to athletes who compete in weight-sensitive sports review and position statement on behalf of the Ad Hoc Research Working Group on Body Composition, Health and Performance, under the auspices of the IOC Medical Commission. *Br J Sports Med*. 2013; 47: 1012-22.
4. Sundgot-Borgen J, Garthe I. Elite athletes in aesthetic and Olympic weight-class sports and the challenge of body weight and body compositions. *J Sports Sci*. 2011; 29: S101-14.
5. Mountjoy M, Ackerman KE, Bailey DM, et al. 2023 International Olympic Committee's (IOC) consensus statement on Relative Energy Deficiency in Sport (REDs). *Br J Sports Med*. 2023; 57: 1073-97.
6. Melin A, Tornberg AB, Skouby S, et al. The LEAF questionnaire: a screening tool for the identification of female athletes at risk for the female athlete triad. *Br J Sports Med*. 2014; 48: 540-5.
7. Sim A, Burns SF. Review: questionnaires as measures for low energy availability (LEA) and relative energy deficiency in sport (RED-S) in athletes. *J Eat Disord*. 2021; 9: 41.
8. Maria UPD, Juzwiak CR. Cultural adaptation and validation of the Low Energy Availability in Females Questionnaire (Leaf-Q). *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2021; 27: 184-8.
9. Arslan E, Ercan S. Turkish adaptation, validity, and reliability study of the Low Energy Availability in Females Questionnaire (LEAF-Q). *Turkish Journal of Sports Medi-*

- cine. 2024; 59: 141-7.
10. Seo JW, Song W, Lee SJ, Yi TI, Park SH. Cross-cultural translation and face validity of the Korean version of the Low Energy Availability in Females Questionnaire (K-LEAF-Q). *Korean J Sport Sci.* 2024; 35: 555-66.
11. Chinese Taipei Olympic Committee. 2024 33rd Paris Olympic Games. Taipei: Chinese Taipei Olympic Committee. (In Chinese) <https://www.tpenoc.net/game/33rd-summer-olympic-games-paris-2024/> (accessed 29 May 2025)
12. Jones PS, Lee JW, Phillips LR, Zhang XE, Jaceldo KB. An adaptation of Brislin's translation model for cross-cultural research. *Nurs Res.* 2001;50:300-04.
13. Dukes S. Phenomenological methodology in the human sciences. *J Relig Health.* 1984; 23: 197-203.
14. Willis GB, Artino AR, Jr. What Do Our Respondents Think we're asking? Using cognitive interviewing to improve medical education surveys. *J Grad Med Educ.* 2013; 5: 353-6.
15. Clausen L, Rosenvinge JH, Friberg O, Rokkedal K. Validating the Eating Disorder Inventory-3 (EDI-3): A comparison between 561 female eating disorders patients and 878 females from the general population. *J Psychopathol Behav Assess.* 2011; 33: 101-10.
16. Rosenfield RL. Clinical review: Adolescent anovulation: maturational mechanisms and implications. *J Clin Endocrinol Metab.* 2013; 98: 3572-83.
17. Hsiao CQ. A study on sports injury experience, medical seeking tendency and prevention strategies of college students: A case study of students at Shih Chien University Kaohsiung Campus. *J Phys Cult.* 2017;24:101-22. (In Chinese)
18. Ministry of Health and Welfare Health Promotion Administration. Recommended body mass index (BMI) values for children and adolescents. (In Chinese) <https://www.hpa.gov.tw/Pages/Detail.aspx?nodeid=542&pid=9547> (accessed 21 Jun 2024).
19. Ministry of Health and Welfare Health Promotion Administration Health99 Website. Body mass index BMI. (In Chinese) <https://health99.hpa.gov.tw/onlineQuiz/bmi> (accessed 21 Jun 2024).
20. Wang CL, Chen SC, Wang CC, Chang CJ, Chan KH. Differences of eating attitude, menstrual status, and bone mass density among division I collegiate female athletes. *Sport Coach. Sci.* 2016; 41: 81-92. (in Chinese)
21. Sözen T, Özişik L, Başaran NÇ. An overview and management of osteoporosis. *Eur J Rheumatol.* 2017; 4: 46-56.
22. Uchizawa A, Kondo E, Lakicevic N, Sagayama H. Differential risks of the duration and degree of weight control on bone health and menstruation in female athletes. *Front Nutr.* 2022; 9: 875802.
23. Ito IH, Mantovani AM, Agostinete RR, et al. Prática de artes marciais e densidade mineral óssea em adolescentes de ambos os sexos [Practice of martial arts and bone mineral density in adolescents of both sexes]. *Rev Paul Pediatr.* 2016; 34: 210-5.
24. Nielsen RØ, Parner ET, Nohr EA, Sørensen H, Lind M, Rasmussen S. Excessive progression in weekly running distance and risk of running-related injuries: an association which varies according to type of injury. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2014; 44: 739-47.
25. Jayanthi NA, LaBella CR, Fischer D, Pasulka J, Dugas LR. Sports-specialized intensive training and the risk of injury in young athletes: a clinical case-control study. *Am J Sports Med.* 2015; 43: 794-801.
26. Sugimoto D, Jackson SS, Howell DR, Meehan WP 3rd, Straccolini A. Association between training volume and lower extremity overuse injuries in young female athletes: implications for early sports specialization. *Phys Sportsmed.* 2019; 47: 199-204.
27. Abe E, Mariani RC, Yu W, et al. TSH is a negative regulator of skeletal remodeling. *Cell.* 2003; 115: 151-62.
28. van Vliet NA, Noordam R, van Klinken JB, et al. Thyroid stimulating hormone and bone mineral density: Evidence from a two-sample mendelian randomization study and a candidate gene association study. *J Bone Miner Res.* 2018; 33: 1318-25.
29. Carlson LJ, Shaw ND. Development of ovulatory menstrual cycles in adolescent girls. *J Pediatr Adolesc Gynecol.* 2019; 32: 249-53.
30. Herrera AY, Nielsen SE, Mather M. Stress-induced increases in progesterone and cortisol in naturally cycling women. *Neurobiol Stress.* 2016; 3: 96-104.
31. Caprio M, Fabbrini E, Isidori AM, Aversa A, Fabbri A. Leptin in reproduction. *Trends Endocrinol Metab.* 2001; 12: 65-72.
32. Loffreda S, Yang SQ, Lin HZ, et al. Leptin regulates proinflammatory immune responses. *FASEB J.* 1998; 12: 57-65.
33. Wueest S, Konrad D. The role of adipocyte-specific IL-6-type cytokine signaling in FFA and leptin release. *Adipocyte.* 2018; 7: 226-8.
34. Baceviciene M, Jankauskiene R, Rutkauskaitė R. The comparison of disordered eating, body image, sociocultural and coach-related pressures in athletes across age groups and groups of different weight sensitivity in sports. *Nutrients.* 2023; 15: 2724.
35. Borowiec J, Banio-Krajnik A, Malchrowicz-Mosko E, Kantanista A. Eating disorder risk in adolescent and adult female athletes: The role of body satisfaction, sport type, BMI, level of competition, and training background. *BMC Sports Sci Med Rehabil.* 2023; 15: 91.

女性低能量可用率問卷臺灣版於青少年女性運動員之初步信效度研究

盧羽瑄¹ 吳佩瑜^{1*} 曹榮鑣² 周立偉^{3,4,5} 張詩宜⁶

¹ 中國醫藥大學營養學系

² 中國醫藥大學運動醫學系

³ 中國醫藥大學附設醫院復健部

⁴ 中國醫藥大學物理治療學系暨復健科學碩士班

⁵ 亞洲大學附屬醫院復健部

⁶ 李綜合醫療社團法人大甲李綜合醫院營養室

(收稿日期：114 年 9 月 9 日。接受日期：115 年 8 月 31 日)

摘要 女性低能量可用率問卷臺灣版於青少年女性運動員之初步信效度研究

台灣目前缺乏針對運動相對能量不足 (REDs) 之本土化篩檢工具。本研究依修正版 Brislin 翻譯模式建構「女性低能量可用率問卷－臺灣版」(LEAF-Q-TW)，並招募 45 位女性運動員於 14 至 21 天間完成兩次施測，驗證其信效度。以 Cronbach's α 檢核內部一致性、ICC 評估再測信度，依原版切點區分高低分組評估效度，指標包括 DXA 骨密度、血液生化、月經狀況及運動傷害問卷等資料。結果顯示，LEAF-Q-TW 總分內部一致性低 ($\alpha = 0.13$ 及 0.47)，但三個分量表之內部一致性均達可接受標準 ($\alpha = 0.60-0.82$)。各分量表 ICC 介於 $0.63-0.92$ ，顯示具中度至良好之再測信度。效度分析結果顯示，「運動傷害」高分組之腰椎骨密度 Z 分數與血清甲狀腺刺激素濃度顯著低於低分組 ($p < 0.05$)；「月經功能與避孕藥使用」高分組之血清瘦體素及黃體素濃度則顯著高於低分組 ($p < 0.05$)。整體而言，LEAF-Q-TW 部分分量表呈現初步可接受的信度及效度證據，但總量表內部一致性與部分分量表效度仍有待進一步驗證。

關鍵詞：女性低能量可用率問卷、運動相對能量不足、女性運動員、信度、效度

* 通訊作者：吳佩瑜

通訊地址：406 台中市北屯區經貿路一段 100 號

電話：04-22053366 #7511；傳真：04-22990348

電子郵件：peiyuwu@mail.cmu.edu.tw

