國家運動科學中心「115 年度委託研究計畫」主題說明

主題一：開發專項運動之標準化運動能力長期評估模式

一、背景：

科學化訓練之 PDCA（計畫、執行、評估、調整）概念已逐步落實，越來越多的教練與選手會配合進行運動科學檢測，並依檢測結果調整訓練計畫內容，此模式近年來在肌力／體能訓練領域上更是蓬勃發展。不過，與專項運動能力有關的指標不僅包含體能、肌力，也包含抗壓、專注、認知決策等心智能力、生理生化、生物力學等面向，建立以上指標將能夠全面評估頂尖運動員的綜合素質，也有助於追蹤與辨識人才、運動專項的適配性。

二、須解決問題：

1. 在運動訓練中，透過肌力、體能、心智訓練輔助運動專項的表現，如何透過整合穿戴式裝置(Wearables)、高速攝影機(3D 動作分析)、測力板(Force Plate)等設備，建立一個高效且客觀的數據採集流程，可分析在同一時間點的多面向數據，提供教練科學數據以利追蹤選手在專項運動上的進步情形。
2. 研究不僅建立常模(Norm)，也應建立動態基準，此乃有助於追蹤進步軌跡，以及輔助教練預測選手的潛力。未來一至三年的各項專項關鍵的能力指標，其成長曲線應落在哪段區間，對教練的訓練計畫至關重要。

三、預期成效：

1. 無論是引進國外標準化之檢測方法或是發展創新的內容，本案將能獲得具良好的信度與效度，適用於台灣運動員的系統或方法。標準化的範疇包含檢測工具、量測流程、資料紀錄、數據分析等，以利長期蒐集數據，輔助教練長期追蹤、評估選手在該發展階段之狀況。
2. 基於現有國內或國際之間使用的長期追蹤之工具或方法，有助於基層教練進行早期的人才辨識，或經由運動員的生、心理素質，選擇其適合的運動項目；進而使用該模式、系統或資料庫的數據輔助訓練。
3. 請主持人以亞運或奧運運動項目優先驗證，視其必要性可提出多年期計畫，至多3年。以審核第一年的經費，待第一年的研究成果，再審核次年的研究經費。

主題二：建立在地化 LTAD 分齡訓練與負荷評估系統

一、背景：

運動員長期發展模型 (LTAD) 的概念，強調在不同年齡階段，提供適當的訓練內容和強度，以確保運動員的身心健康和長期發展。隨著社會的發展，越來越多的兒童和青少年參與各項運動，適當的訓練和發展計畫，輔以訓練量的監控，更能夠幫助兒童和青少年建立良好的運動基礎，提高他們的運動潛能。

二、須解決問題：

1. 兒童與青少年運動訓練量之評估及運動員長期發展模型，在不同運動種類中有其共通性和特殊性，需發展能落地、推廣、並在訓練現場應用的在地化 LTAD 系統，強調安全訓練量、本土化及適地性，蒐集長期的資料，避免過早專項化導致不良的身心發展或運動傷害。
2. 運動員的壓力不僅來自訓練，待整合青少年選手「非訓練壓力」，包含課業、同儕關係、家庭期望等，納入「生活總負荷」(Total Life Load) 的概念，開發如簡易心理量表等工具來進行綜合評估。
3. 運動訓練量納入「生長發育」變項：此階段選手的訓練負荷評估，必須與其「生物年齡」(如：生長速率 Peak Height Velocity, PHV) 對應，而非「實際年齡」。研究應開發能簡易評估生長階段，並對應不同階段建議訓練量、強度與類型的工具。
4. 目前未能針對兒童與青少年的運動能力特質與發展，提供建議標準及監控方式，導致過度訓練而造成運動傷害的產生。在沒有考量兒童與青少年運動訓練適切性的情況下進行訓練，將容易形成運動倦怠期，而無法應付過多的訓練及競賽成績的要求，使得身體、心理、情緒都對專長運動感覺到疏離、無心投入。

三、預期成效：

1. 開發可用於訓練現場的 LTAD 工具包或追蹤系統，推廣於區域性與全國性訓練單位。導入可操作化工具與教練輔助平台不只是做「模型」，而是要落實教練、選手的使用，產出的形式包含：(1) LTAD 指引手冊 (含訓練年齡分期、訓練負荷建議)、(2) 訓練負荷與能力評估 APP 或 網頁系統、(3) 教練用 LTAD 評估與追蹤表格、(4) 年度訓練負荷與風險評估報表自動產生工具。
2. 與國際 LTAD 系統同步，導入或串接運動傷害風險預測與預警系統，強調訓練負荷管理、預防傷害、避免心理倦怠。提供個人化的傷害風險預警 (例如，過度訓練、休息不足、自覺疲勞高)。強調台灣在地化、可操作工具、與教練平台串聯。

3. 針對縣市級及區域性的運動團隊成員，進行長期監控，以追蹤個人訓練的變化，藉由趨勢分析找出個人最佳訓練負荷；另一方面則可將蒐集到的參數，建構於資料庫系統，完整的記錄選手各階段訓練狀態及過程。以兒童與青少年參與運動人數眾多的運動項目優先，例如，棒球、籃球、足球、桌球、羽球、游泳、田徑跟體操等。
4. 將以促進兒童及青少年安全發展競技運動為目的，根據兒童及少年福利與權益保障法，兒童及少年，指未滿十八歲之人；所稱兒童，指未滿十二歲之人；所稱少年，指十二歲以上未滿十八歲之人。

主題三：符合特殊族群之智慧訓練系統

一、背景：

當前運動科技的國際發展趨勢可歸納為三大類：前瞻科技（技術創新與數據應用為核心）、使用者串聯（透過虛擬體驗提升群體互動性），以及永續發展（新材料應用與環境友善技術）。從國內運動產業的發展角度來看，行政院推動的運動科技計畫亦聚焦於三大主軸：創新（虛實融合拓展運動模式）、包容（帶動不同群體的運動參與）與永續（促進產業長遠發展），展現了國內運動科技政策與全球趨勢的契合度。在資訊與通訊技術（ICT）創新的推動下，如何利用科技突破傳統運動模式，克服時間與空間的限制，進而擴展產品市場與服務範疇，已成為促進運動產業發展的關鍵契機。其中，在特殊族群（如：銀髮族、身心障礙者、慢性病患者、發展障礙的幼童等）的應用層面上，科技與運動的結合除了提供更豐富的參與體驗，提升持續運動的動機，針對個別特殊族群身體條件設計個人化運動訓練與數據監控系統，亦有助於降低運動傷害的風險，提升運動效果，改善生活品質與健康水準，進一步減少對醫療資源的依賴，促進共融社會的建構。

以 2024 年巴黎帕運為例，台灣共有 13 名選手在 7 項運動種類（桌球、羽球、跆拳道、射箭、田徑、健力及柔道）取得參賽資格。如可藉助先進的科技工具模擬真實競技場景及個人化訓練方案，提升體能條件與競技實力，不僅可在國際賽事中持續增強競爭力，也象徵台灣在競技潛能與多元發展方面的戰略佈局所做的努力與成效，為未來在國際競技舞臺上爭取更多榮譽與佳績奠定堅實基礎。

二、須解決問題：

1. 針對特殊族群在運動中所面臨的挑戰進行盤點，如適配設施不足、缺乏專業指導或安全監控機制等，開發一套虛實融合智慧訓練系統。該系統整合虛擬實境（VR）、擴增實境（AR）、人工智慧（AI）及大數據分析技術、物聯網技術（IOT），以沉浸式訓練模式提供適應性運動設施與個人化訓練方案。透過動作捕捉、人機互動、即時回饋及模擬真實競技/運動環境，使特殊族群即使身處不同場地，亦能依據個人體能與需求進行高效訓練。訓練過程中，系統可透過姿勢與動作分析監測施力點與代償機制，並考量身體條件所帶來的潛在風險，建立完善的安全監測與應急管理機制。
2. 透過即時收集心率、血壓、運動強度等生理數據進行分析，不僅需能動態追蹤使用者的健康狀況與適應性變化，亦可提供科學依據以優化個人化訓練策略，提升訓練效能並確保運動安全。
3. 建構智慧訓練系統的健康生理指標對運動表現的影響機制及限制性，例如，骨密度的檢查結果異常導致的可能症狀、對身體、運動表現的限制與挑戰，或障礙特性可能造成的限制和對應性建議。

三、預期成果：

1. 滿足特殊族群於競技運動表現促進或健康促進的不同需求，利用台灣科技發展優勢帶動創新運動解決方案，開發一套結合虛實融合技術的智慧訓練系統，根據個體生理特性提供精準的個人化運動處方，協助突破身體機能限制，優化運動效能，並有效降低運動傷害風險。
2. 開發實際的系統或現有系統的新應用，能夠展示有助特殊族群運動訓練的初始運動能力與生理、體能、肌力數據、健康狀況、疲勞指數等，結合運動醫學、運動生理學、運動心理學、運動力學、運動訓練學、特殊訓練設備與資訊等各方的專業，提供特殊族群精準的個人化訓練課表或運動處方，並可監控與評估成效或自動調整強度與模式。
3. 具備「實證應用性」的可見成果，強調系統可擴充性與資料累積價值，可建立特殊族群「運動反應生理資料庫」，以支持長期健康管理與 AI 模型持續優化。SDGs 與健康平權連結系統不只是科技，而是回應 SDG3 健康與福祉、SDG10 減少不平等的實踐方案。
4. 結案成果需展現能應用及在特殊族群訓練場域驗證的系統，著重「實證應用性」、「人機互動」與「易用性」，系統介面簡單直觀，讓特殊族群使用者能輕易上手，避免因科技門檻而造成推廣困難。

參考資料：

工研院攜手學研機構推動運動科技創新專家剖析全民運動風潮擘劃兆元產值新藍海

主題四：運動員訓練負荷後之生理及心理調控追蹤與回饋系統

一、背景：

在運動科學的概念之下，運動員的訓練需考量其強度（Intensity）、訓練量（Volume）以及整體訓練負荷（Load），力求合理與精準。透過科學化的訓練負荷追蹤、監控、管理，可以協助教練擬定短、中、長期訓練課表與週期，更可作為運動員疲勞、傷害預防的參考，以及協助擬定營養補充、疲勞恢復、選手健康管理的相關策略。然而，現行國內外針對運動訓練負荷的追蹤方式，不論是心率監測、訓練衝量（TRIMP）、慣性感測（IMU）、定位追蹤系統（Positioning System）、自覺疲勞程度（RPE）或是其他工具方法，都仍有其限制存在，或是難以適用於不同運動專項。因此，開發完整的訓練負荷監控與追蹤模式，是建立科學化訓練的過程中極度重要的議題。

二、須解決問題：

1. 開發局部、整體訓練負荷追蹤方法，建立完整的運動負荷追蹤系統與模式，並納入內部、外部負荷等不同面向之指標，主觀與客觀指標並重。外部負荷（External Load）包含：距離、速度、加速度、IMU 資料等。內部負荷（Internal Load）包含心率、心率變異率（HRV）、自覺疲勞（RPE）、生理生化指標等。核心目標是建立兩者之間的關聯模型，找出最佳的「訓練壓力—反應」關係，建立「負荷—疲勞—恢復—表現」的關聯分析模型，不只是「蒐集」，而是能預測並降低運動傷害風險與訓練成效的變化。
2. 市面上有許多穿戴式裝置，但是用相同的心率評估不同運動訓練內容並非最合理狀態，例如，進行籃球賽的籃球員與長跑運動員的心率相同，但是其機制有很大的差異。以局部、特定訓練、運動種類的差異建立更特定性的負荷監控追蹤，更具有研究與應用價值。
3. 導入「急性：慢性訓練負荷比」（ACWR）為國際經常使用的運動訓練調控指標，適用於台灣各專項運動員、運動員的發展階段的理想區間（Sweet Spot）與危險區間（Danger Zone）。

三、預期成果：

1. 建立個別化、具完整性之運動負荷追蹤與監控模式，並可用於提供教練、選手、運科後勤團隊人員參考。符合資訊安全管理，並提供教練與團隊教育訓練課程，以利運動員及運動員能理解運動科學的數據與週期，進行訓練負荷量的調整。
2. 開發「整合性儀表板」：研究成果應包含一個視覺化的「監控儀表板」（Dashboard）原型，能將多源數據（訓練量、睡眠品質、心理狀態、HRV 等）整合呈現，輔助教練快速做出決策。本案成果將優先輔助國家代表隊的訓練應用，提升運動員與教練掌握訓練週期及精準的訓練負荷。

3. 開發輕量化、非侵入式、操作簡便、數據易解讀，經濟實惠能普及應用於基層團隊的運動員訓練負荷後之生理檢測與追蹤方法。

主題五：促進運動恢復策略與評估

一、背景：

運動恢復已然成為各國競相探討的問題，如何在日常訓練中以及賽事間進行訓練負荷監控追蹤，並精確掌握疲勞管理，快速修復因高強度訓練或比賽導致的肌肉損傷，因應不同狀況適時介入運動恢復策略，以維持運動表現，是競技運動中一大關鍵因素。而目前常見對於運動員的疲勞管理，則是分別針對訓練前、後的各個面向進行監控，運動員的疲勞管理監控系統包含：血液生理生化指標、心跳變異率、肌電圖、腦波、專項運動表現測試、免疫能力、肌肉痠痛程度、專項運動表現測試及心理壓力評估量表等主客觀指標，對於評估不同運動專項運動員或不同訓練週期均適用。然並無較精準探討不同運動專項特性、賽制安排或不同訓練週期，與運動恢復策略之間，對於其整體疲勞恢復的關係與效益。因此，根據不同運動專項特性、賽事安排以及不同訓練週期，擬定專屬運動恢復策略，達成訓練與疲勞恢復之間的平衡，是需要積極探索的議題之一。

二、須解決問題：

1. 以實證醫學為基礎，統整過去文獻對於各項運動的疲勞監控方式，以及介入不同疲勞恢復方式或工具，對於其訓練或比賽後運動恢復之原理與機制。並務必納入內部及外部負荷之疲勞監控指標，以其為介入運動恢復策略前後的參數，其參數之選定應以輕量化、可於訓練場邊監控及使用為導向，並分別針對其賽制特性及日常不同訓練週期間，制定一系列專屬於專項運動恢復策略與處方，以及恢復指標的檢測方式。例如：當日多場賽事之恢復策略，間歇或回合制的技擊類運動，如何在每一回合短暫的時間提升賽中的恢復效果，將能有助於提升下一回合的身心準備。
2. 個人化恢復策略：研究應探討如何根據「運動類型」、「訓練負荷」、「個體差異」（如基因、睡眠習慣、發展階段、性別等）提供個人化的恢復處方，而非一體適用。聚焦「睡眠」的關鍵角色，睡眠是公認最重要且最經濟的恢復方式。可設立子項目，專門研究如何利用科技監測睡眠品質，並提供改善睡眠的行為介入策略（睡眠衛生教育）。
3. 國際趨勢已經朝向整合性與動態調控，強調「疲勞－恢復動態監控與即時調控系統」，即：訓練負荷 → 疲勞評估 → 適應性恢復策略選擇 → 恢復成效監測 → 動態修正。讓恢復不只是方案，而是可以即時調整、個別化推薦，符合目前高強度競技運動的需求。
4. 結合可攜式技術（Portable Technology），訓練現場可用（on-site）、輕量、即時、非侵入性，建議在系統中整合以下設備或數據來源，可攜式心率（HRV）監測、血氧、肌電、跳躍、表現測試、RPE+心理壓力自評表、AI數據分析平台。

三、預期成效：

1. 建立「證據金字塔」：市面上恢復方法眾多（冰水浴、低溫冷凍艙、滾筒、營養補充、按摩、漂浮艙、高壓氧、三溫暖、睡眠等）。研究應對各種恢復策略進行系統性文獻回顧與實證研究，建立恢復效果，恢復的效果矩陣，知道時間點、用哪些方式做恢復。明確提供教練與選手，基於不同的運動項目或發展階段，哪些方法是「強烈推薦」、「可考慮」、「尚無定論」或「不推薦」的。
2. 強調賽制、週期化與專項特性整合、疲勞與恢復不是單純的「一種方式有效就可通用」，需考量不同運動專項（間歇性 vs 持續性）、不同賽制（單日賽、多日賽、週期訓練）、不同週期（準備期、高峰期、恢復期）、不同恢復速度（快速恢復型、慢速恢復型）。針對專項分類設計、如何考慮訓練與比賽週期設計、如何設計訓練—疲勞—恢復—表現的全程動態監控與建議，將大幅強化研究價值與應用潛力。強調不同運動專項的恢復策略差異性，且能驗證不同運動專項誘發出不同的疲勞症狀與機轉。
3. 根據全面性的疲勞監控機制或數位恢復管理平台，建立符合運動專項與不同訓練週期的運動恢復策略，以及恢復指標的檢測方式，手機上可以輸入心跳、睡眠、痠痛部位、心理疲勞、缺乏動力、情緒調節等身心恢復指標。教練、選手、運科後勤團隊人員在實務現場能簡單快速的檢測方法與恢復策略。

主題六：傷後回場監控機制與指引

一、背景：

傷後回場的評估、流程與時機點一直是重要的議題，如何在受傷後確認組織癒合的程度、關節活動度及功能性動作進程安排，訓練的進退階檢核機制，乃至於心理上的準備，皆是影響到回場成功與否的關鍵因子。因此，如何藉由科學化的檢測與追蹤，並根據不同運動傷害，以及傷害程度分級，建立其回場時所需監控的指標與回場指引，提供長期追蹤的基準，則需要更進一步的探討。本研究案將著重探討運動員身體損傷，於傷後回場時之監控機制與指引。

二、須解決問題：

1. 以實證醫學為基礎，統整國際組織或學會之文獻指引針對經常發生的運動傷害，以獨創性的內容或新興觀點提出回場訓練時所需使用之評估方式與指引。並分別以損傷之傷害嚴重程度分級，以及運動傷害發生後不同處置方式，例如：內科或外科治療，詳細制定於傷後回場時每一階段所需監控的指標、檢核時機點與方式，以及進退階檢核機制與完整訓練處方，並加以闡述其原理與機制。
2. 整合「傷後回場關鍵構面」，核心監控模組包含：(1) 組織癒合與結構完整性（影像、醫師診斷、內外科處置後狀態）、(2) 關節活動度與功能能力（ROM、Functional Movement）、(3) 肌力與體能恢復指標（MVC、Limb Symmetry Index、Plyometric 能力）、(4) 心理復原指標（ACL-RSI、Return to Sport Index、心理準備度評估）、(5) 傷後負荷監控與分階訓練規劃、(6) 傷後回場（Return to Play）的決策不應只基於「時間」或「單一功能測試」，應針對不同運動項目（如：碰撞 vs. 非碰撞）、不同傷病類型（如：ACL 重建 vs. 肌肉拉傷）制定、分階段的回場功能性進程指引。

三、預期成效：

1. 藉由本計畫改善國內運動傷害防護員、物理治療師體系在傷後回場監控機制與指引，針對目前的困境與不足，全面性且精確評估與監控機制，建立特定運動傷害於回場的方針與檢核點，提供給教練、選手、運動醫療人員、運動後勤團隊人員能以更科學化、個別化地協助選手於傷後回場時可以有所依循，而避免再次受傷。
2. 系統更具可執行性，教練、選手與後勤團隊能清楚知道各階段該看什麼、如何判斷、如何進退階。融入「進退階判斷原則」，傷後回場不只是「時間」與「主觀感受」，而是透過多指標綜合決策，建立進退階評估架構或指引，例如：(1) 運動傷害回場監控工具包（紙本、系統或 App）、傷後評估表、進退階檢核表、回場決策輔助表、(2) 模組化系統（不同傷害、不

同專項可直接套用)、(3) 實地試行驗證(亞運或奧運的運動專項做應用)、(4) 指引應包含客觀生物力學數據(與受傷前或對側肢體比較)、專項運動模擬測試、以及「心理準備度」(如：對再次受傷的恐懼感評估)等多面向標準。

主題七：球隊發展潛力指數

一、背景：

教育部體育署於 109 年度起規劃試辦校園「區域運動聯賽」，透過學校間相近之地理位置優勢，節省往返交通路程，採周賽、月賽或季賽等不同模式，增加學生比賽機會，並導入主客場機制，整合資源，協助學校加強基層運動人才的培育。然而，目前聯賽預賽仍以比賽成績（如勝場數或積分）來決定晉級，且晉級隊數是以區域參賽隊數為考量，常造成競爭較激烈之區域隊伍有遺珠之憾。現今國際職業運動皆有所謂戰力排名分數(power ranking score)來評量球隊或個人的表現。而國內關於各運動種類的戰力排名，除比賽勝負外，並無較客觀指標來評估運動員或球隊的表現。

二、須解決問題：

1. 本研究須統整國內外相關運動種類戰力排名分數之計算方式，並以目前各級學生運動聯賽為對象，訂定客觀的戰力排名指標或分數，並驗證指標或分數的效度。
2. 參考 ELO 等級分系統或其改良版（如 Glicko rating system），這些系統能考慮到「對手強度」與「比賽不確定性」，比傳統的勝率排名更為公平準確。
3. 依據「實際戰力表現」，學生聯賽可參考更多的指標與組合，**分數構成指標**如：勝負表現、勝場數、積分、勝率、淨勝分／局數、賽事強度、對手強度（對手排名）、主客場勝負差。**技術指標**如：比賽平均得分、失分、得失分差、場均勝率波動性。**穩定性指標**如：全年表現一致性、上下半季表現趨勢。隱性表現如特殊情境，包含臨場逆轉、延長賽勝率。
4. 所訂定客觀之戰力排名指標以及分數計算方式，需由各專項運動協會的專業人士參與評估制定，再提供給體育署納入訂定全國性比賽晉級或是入選之辦法，更具公信力及可行性。

三、預期成效：

1. 訂定客觀之戰力排名指標，以及分數計算方式，作為國內各級學生運動聯賽參賽隊伍晉級決賽之依據。使參賽的學生能就近比賽，免於舟車勞頓、經費短缺，以及影響課業等問題。
2. 納入多元化的表現指標，使排名更能反映真實戰力。設立「發展指標」而非「戰力排名」，考量到學生聯賽的教育本質，除了戰績，還可納入如「球員平均年齡」、「板凳深度」、「攻守數據多樣性」等指標，鼓勵球隊注重長期發展而非短期戰績，避免為追求排名而過度使用主力選手。
3. 在 Power Ranking 模型中納入分區調整因子，修正隊伍因分區競爭強度的晉級機會差。隊伍規模因子，避免小型學校因總場次過少而被低估。

參考資料：ETtoday 新聞雲體育署試辦區域運動聯賽 排球首見主客場制：<https://sports.ettoday.net/news/1730198#ixzz8b6aA4CWD>