國立臺灣師範大學運動與休閒學院

體育與運動科學系

碩士學位論文

Department of Physical Education and Sport Sciences

College of Sports and Recreation

National Taiwan Normal University

Master's Thesis

單日多場對打對大專公開組女子空手道選手肌肉損傷及運動表現的影響

Effects of Multiple Kumites of Karate on Muscle Damage and Sport Performance in Collegiate Elite Female Karate Athletes

方文慧

Man-Wai FONG

指導教授:陳忠慶 博士

Advisor: Chung-Ching CHEN, Ph.D.

共同指導教授:王宏豪 博士

Co-Advisor: Hung-Hao WANG, Ph.D.

中華民國 113 年 7 月

July 2024

謝辭

從澳門來到臺灣後，一路上都很幸運地受到了許多人的幫助，讓我可以在學習專業知識的過程中，繼續以空手道運動員的身分代表澳門出席國際性賽事。謝謝父母、教練及兩位指導教授的體諒及建議，因我常常在同一時間處理太多的事情，許多目標都想一次達到，導致過程中發生了許多問題。我在求學過程中有太多的身份，我作為運動員、研究生、交換學生、子女及需獨自在外地生活的女生，實在是被各種事情充斥在自己的生活中，導致自己常常忙得喘不過氣來。謝謝父母給我機會離開家到不同地方擴闊自己的視野，他們的支持是我面對難題時最大的動力，我實在是太想把在臺灣的六年過得充實來報答父母對我的付出。謝謝澳門以及臺灣指導過我的教練，不介意我的身分願意指導我，不但給了我練習的機會，更是教會了我許多在道德上及自我要求時應有的態度，這是在書本上學不來的。謝謝指導教授陳忠慶老師及王宏豪老師，我不會忘記兩位老師給予過我的督促與教導，不僅在專業及學術上提供許多寶貴的建議，更是改正了我許多心理上尤其是面對時間安排及決策的問題上的心態。另外想特別感謝男友協助聯繫臺北市立大學空手道隊，感謝北市大寧玉麟教練願意配合我的研究安排，也感謝空手道隊參與實驗的每一位選手，他們的付出成就了這一篇論文。

在這一部分的最後，想謝謝空手道對我人生的價值觀帶來的轉變，它對我來說不僅僅是一項運動，更是一種精神上的修行。謝謝我自己，無論一開始有多麼的挫敗，也願意接受各種挑戰，無論是在生活上、學習上、競技上，我都有自信可以一一破解各種難題，讓自己可以成為更好的自己。

單日多場對打對大專公開組女子空手道選手肌肉損傷及運動表現的影響

2024 年 7 月

研究生:方文慧
指導教授:陳忠慶
共同指導教授:王宏豪

摘要

目的:空手道是開放性高強度間歇運動。在正式比賽中選手要在一天內進行多場比賽，然而目前仍未有文獻探討單日多場對打對女子選手專項表現及其後對肌肉損傷和運動表現的影響，本研究旨在探討上述研究問題。**方法:**本研究召募了 8 名大專公開組女性空手道選手並讓他們單日進行 4 場空手道對打摸擬賽(場間休息 10 分鐘)，所有比賽均以錄影記錄，並記錄每位研究對象在賽前、中、後立即及 1.5 小時後的生理參數[心跳率(HR)、血乳酸濃度(LA)、運動自覺強度(RPE)]，同時會對研究對象在每場比賽中技術表現(如攻擊次數)進行分析。在賽前、後 1.5、24、48 和 72 小時進行肌肉損傷[肌力、肌肉酸痛、反向跳(CMJ)]和專項運動表現[空手道敏捷測試(SKAT)、溫蓋特無氧測試]的監測，並以單因子變異數分析進行分析。結果：(1)四場摸擬賽期間最大 HR 範圍為 192.6-196.9 次/分、LA 範圍為 10.8-14.9 mmmol/L、RPE 範圍為 14.2-16.1A.U.等反應都高於前測(67.9 次/分、1.9 mmmol/L、9.1 A.U.)；(2)肌肉損傷(如:最小肌力:肘屈肌群:-11.3±13.1%、膝伸肌群:−17.5±19.3%、膝屈肌群:−14.3±23.4%；最小 CMJ 高度:-9.6±18.2%)和運動表現/體能參數(SKAT:+6.9±5.3%;溫蓋特平均功率:−6.5±10.7%)在最後一場比賽後的變化率，都明顯(p<.05)比前測值來得大。與前測相比，肌肉酸痛、CMJ 在最後一場比賽後第 72 小時尚未完全恢復(p<.05)，但肌力在最後一場比賽後第 72 小時已恢復至前測值。SKAT 在最後一場比賽後第 48 小時，已完全恢復(p>.05)至前測值，但是下肢無氧能力的表現，在最後一場比賽後第 72 小時仍未完全恢復(p<.05)至前測水準。**結論：**這些研究結果作為第一篇論文證明單日多場空手道比賽會導致女性選手產生肌肉損傷及疲勞，並影響其表現。未來研究需要發展有效恢復方法，以加速選手恢復並提昇空手道選手參加正式比賽時之表現。

關鍵字:運動表現、技擊運動、疲勞、體能、肌肉酸痛、肌力

Effects of Multiple Matches of Karate on Muscle Damage and Sport Performance in Collegiate Elite Female Karate Athletes

July, 2024

Reporter: Man-Wai FONG
Advisor: Chung-Ching CHEN
Co-advisor: Hung-Hao WANG

Abstract

Purpose: Karate is an open and high-intensity intermittent exercise. The official tournaments arrange each athlete who need to compete multiple matches in a single day. However, no any previous studies are investigated whether the multiple matches of Karate competition would induce accumulative muscle damage and fatigue, further affect performance. Therefore, the present study examined the above research question. **Methods:** Eight collegiate elite female karate athletes recruited in the study. Each athlete experienced 4 consecutive stimulated karate matches (10-min rest between matches). All matches were recorded and each athlete's physiological parameters [heart rate (HR), blood lactate concentrations (LA), rating of perception (RPE)] was measured before, during or immediately and 1.5 h after each match. Also their technical performance was analyzed (e.g., number of attacks) during each match. Muscle damage [e.g., muscle strength, muscle soreness, countermovement jump (CMJ)] and performance/fitness [e.g., specific karate agility test (SKAT), Wingate anaerobic test] parameters were measured before, 1.5, 24, 48 and 72 h after the last matches. Each parameter was analyzed by a one-way Analysis of variance (ANOVA). **Result:** (1) the maximum HR (192.6-196.9bpm), LA (10.8-14.9 mmmol/L) and RPE (14.2-16.1 A.U.) were significantly changed during 4 stimulated matches compared to baseline (67.9bpm, 1.9mmmol/L, 9.1A.U.); (2) Changes in muscle damage (e.g., lowest strength: elbow flexor: -11.3±13.1%, knee extensor: -17.5±19.3%, knee flexor: -14.3±23.4%; lowest CMJ height: -9.6±18.2%) and performance parameters [(e.g., specific karate agility test (SKAT) time: +6.9±5.3%; Wingate

average power−6.5±10.7%) were significantly (p<.05) changed following the last karate match compared to baseline. Muscle damage markers (e.g., soreness, CMJ) at 72 h after the last match were not fully returned(p<.05) to baseline while strength was returned to baseline at 72 h later(p>.05). SKAT performance recovered(p>.05) 48 hours after the last match, but anaerobic performance had not yet recovered 72 hours(p<.05) after the last match. **Conclusion:** This is the first study to demonstrate multiple karate matches in a day induced significantly muscle damage and fatigue affected performance of female karate athletes. Future research needs to develop effective recovery methods to accelerate athletes' recovery and enhance the performance of karate athletes during formal competitions.

Key words: performance, combat sport, fatigue, fitness, muscle soreness, strength

目 次

表 次

圖 次

第壹章 緒論

本研究旨在釐清大專女子空手道選手在進行多場模擬對打過程中技術表現和生理參數的影響、以及在完成多場比賽後對肌肉損傷以及專項體能運動表現參數的影響。本章為緒論部分，共分為七節，第一節為前言，第二節為研究背景及動機，第三節為研究目的，第四節為研究假設，第五節為操作性名詞定義解釋，第六節為研究重要性，第七節為研究範圍與限制。

第一節 前言

近年來國際奧委會(International Olympic Committee, IOC)已將運動與性別視為年度重要議題，並於第 137 屆國際奧會年會無異議通過的國際奧林匹克 2020 改革議題(Olympic Agenda 2020)專案的 40 項建議，其中第 11 個建議議題即是主張推動性別平等，致力開創更多鼓勵女性運動選手參與奧運會的機會(蘇錦雀, 2020)。

空手道是一項全球化的技擊運動(Osamu, 2020), 在世界各地的空手道運動選手不計其數。按照競賽的型式，世界空手道聯盟(World Karate Federation, WKF) 主要把比賽分成型(Kata)及對打(Kumite)兩大項。而對打屬開放性的高強度間歇運動，須以強度較低的彈跳動作作為移動的基礎，並配合拳、踢、防及摔等基本動作取得相對的分數。選手在對打的過程中須在極短的時間內分析對手的動作，快速組織策略後按照對手的反應實行進攻。因此反應時間的長短會影響選手在比賽中的判斷能力及完整攻擊的動作時間，為空手道選手最重要的運動能力(Ravier et al., 2004; 2006; Blazevic, 2006)。

在一場 3 分鐘的對打比賽中，裁判會按照選手是否做出得分或犯規行為，作出暫停比賽時間的指示並給出相對的分數或犯規，這一個動作會讓選手有一個不完全恢復的休

息時間。而有研究顯示在一場的對打比賽中活動與休息的時間比大概為 2:1(Beneke et al., 2004)，其中一波攻擊平均持續 1-3 秒(Tabben et al., 2013)。雖然攻擊時間很短，但整場比賽的強度卻十分高，其中在持續 3 分鐘的比賽中最大攝氧量達 51.93 ml/min/kg(Beneke et al., 2004)。由於在一般空手道比賽中，選手們需要在單日內進行多場的比賽，對於對打項目選手會造成非常大的體能負荷，每場比賽所產生的疲勞堆積更會影響選手的運動表現。而現有的文獻並未探討女性空手道選手在單日進行多場對打比賽的運動強度及其後的疲勞與恢復。因此本研究的目的主要為釐清女子空手道選手在進行單日多場模擬對打期間運動強度的影響，以及其後的疲勞與恢復程度。

第二節　研究背景及動機

女性參與運動競技被視為性別平等的重要展現，在 20 世紀女性參與運動賽事已成為非常普遍且廣泛大眾都能夠接受的事情。相信身處在 20 世紀的人們很難想像在古代的運動會都是以男性為主，女性連觀賞運動賽事都是違法的，更何況是參與其中。以往理論甚至認為女性是不適合進行運動的。現代奧運之父古柏坦(Coubertin)於倡導恢復奧運後，於 1896 年在希臘雅典舉辦的第一屆現代奧運會仍然禁止女性選手參賽，直到 1924 年第 8 屆巴黎奧運才正式通過女性參與奧運的規定，且在 2012 年的倫敦奧運才真正實現所有項目都有女子組、所有參與國都有女性運動選手。幸運的是，近年來國際奧委會(IOC)已將運動與性別視為年度重要議題，並於第 137 屆國際奧會年會無異議通過的國際奧林匹克 2020 改革議題(Olympic Agenda 2020)專案的 40 項建議，其中第 11 個建議議題即是主張推動性別平等，希望達成奧運會男女選手參賽人數為各為 50%的比例，並致力開創更多鼓勵女性運動選手參與奧運會的機會，及 IOC 將鼓勵增加男女混合團體項目的競賽。換言之，女性參與在運動競賽中的機會變得越來越多(蘇錦雀, 2020)。

空手道作為技擊項目之一，最早的起源可追溯至十五世紀以前，一般認為起源於琉球古武術琉球手。後來隨著歷史的發展琉球手結合中國武術發展為唐手，後來再改名為空手道。本論文討論的主要是世界空手道聯盟(WKF)以運動競賽的方式所發展之競技空

手道(sport karate)。自從空手道項目在 2020 年東京奧運會的賽場上首次正式亮相，空手道成為了全球化的運動項目之一，根據 2020 年世界空手道聯盟的數據顯示，該組織目前擁有來自全世界五大洲共有 200 個國家及地區的成員，超過 6000 萬名空手道運動選手，以及聲稱全世界有超過 1.3 億的空手道練習者(Osamu, 2020)。WKF 為目前唯一一個被國際奧委會認可的國際空手道組織，儘管空手道在 2024 年巴黎奧運會中並未被列入為正式比賽項目，但 WKF 舉辦的國際性賽事一直都在持續進行著，如世界空手道錦標賽、K1 世界聯賽 Premier League、K1 青少年世界聯賽 Youth League 等。

根據世界空手道聯盟World Karate Federation(WKF, 2023)公布的競賽規則，空手道比賽項目主要分為型(kata)及對打(kumite)兩大項。前者是以一定的拳、踢、防守以及移動的動作套路去對抗假想敵,並按照動作的力量、速度、精確度和穩定度進行等評分;而後者則是以一對一的形式在3分鐘內採取搶分的制度，雙方透過規定的動作去擊中對應的目標，先中即得分，後中則不得分，俗稱對打項目。對打的得分技術主要包含打、踢、掃、摔，且分別由姿勢、運動態度、警覺性(殘心)、時機、動作完整性及距離七個要素構成得分的標準，並交由位於場上四角的副審執行分數的判定，並由主審給予對應的分數或犯規。對打項目主要透過體重分級去進行分組的比賽。奧運由於賽制的影響，某些量級會進行合併，減少到男女各分成3個量級，共有6個量級。但在一般的國際性賽事中，男女子選手會各被分成5個量級，共有10個量級，分別為男子60公斤以下組、男子67公斤以下組、男子75公斤以下組、男子84公斤以下組、男子84公斤以上組、女子50公斤以下組，女子55公斤以下組、女子61公斤以下組、女子68公斤以下組和女子68公斤以上組。空手道項目被2020年東京奧運會列入為正式比賽項目，為提高可看性及降低危險性，規則相比以往有被大幅修改過，如在一段時間內若雙方都沒有積極進攻或展現技術，會被判為消極犯規。而最近期的改動則為允許犯規的次數變少，所有犯規不可超過4次，達到5次時便會判輸。此變動為使比賽的節奏更加緊湊，相對選手的身體素質亦需進一步提升。

空手道對打項目屬於開放性的高強度間歇運動，須以強度較低的彈跳動作作為移動

的基礎，並配合拳、踢、防及摔等基本動作取得相對的分數，而攻擊部位僅限於頭、臉、頸、腹、胸、背及軀幹側面。選手需在一場比賽中以不完全的休息，切換高低強度的運動模式。一般空手道比賽制度皆為冠亞單淘汰復活賽制(Repechage system)，在2020年東京奧運會，為了增加整個賽制的公平性，更是加入了循環賽制度，先以分4人為一組以循環賽的方式決定小組的獲勝方(pool winner)，這些勝方會再進行單淘汰比賽決定出進入決賽的兩位選手，曾輸給決賽選手的其他選手則會進行復活賽，因此要成為前三名的選手必須要過關斬將，把握住每一場的比賽，才有機會成為站上頒獎台的其中一方。在國際性的賽事中由於參賽人數較多，想要進入決賽最少要在4到5場比賽中都獲得勝利，因此會對選手造成非常大的體能負荷。

本研究的研究者自身作為一名現役的女性空手道運動選手，有長達十年的比賽經驗，也經歷過數次規則的變動，最有感的便是於 2019 年的規則變動，女性選手的比賽時間從 2 分鐘變成 3 分鐘，當時很多女選手都非常地不適應。在比較大型的賽事中，隨著參賽人數的增加，選手們的比賽場數也會增加，對女性選手造成的生理壓力及疲勞程度亦會較一般賽事高。雖然近年來隨著空手道比以前更加普及，相關的學術性文獻數量也隨之上升，但尚未有文獻對單日多場比賽對女性空手道選手的影響進行過探討。研究者希望能夠透過本篇的研究探討單日進行多場的空手道模擬對打是否增加對女性選手的體能負荷，並監測研究對象在每場比賽期間的運動強度及恢復狀況，以及其後三天的疲勞程度，從而提供女性空手道選手及專項教練在面對訓練計劃及比賽中策略運用的問題時的參考資訊。

第三節 研究目的

本研究的主要目的，將針對大專公開組女子空手道選手於單天進行多場模擬對打期間生理參數及技術表現的影響、及參與多場摸擬對打後對其肌肉損傷及體能運動表現所產生的影響進行系統性探討及比較，監測研究對象在每場比賽期間的運動強度及恢復狀況，以及其後三天的疲勞程度，釐清近年賽制及規則的影響是否對女性選手的體能及生

理造成負荷。

第四節　研究假設

本研究假設研究對象的運動強度及疲勞指標會隨著循環賽的進程增加，並伴隨選手在每場模擬對打中的運動表現下降。重複進行多場對打亦會造成研究對象肌肉損傷，影響研究對象在其後數天的專項體能運動表現。

第五節　操作性名詞定義解釋

一、單日多場模擬對打

在本研究中，研究對象須在同一天早上進行共 4 場的模擬對打。8 位研究對象會被分成 2 組(一組 4 人)以組內循環賽的方式進行模擬對打，每場模擬對打時間為 3 分鐘，場次間休息時間皆為 10 分鐘。比賽設置如場地大小、裁判數量、判分準則皆符合 WKF 所公佈的對打競賽規程，裁判則由持有中華民國空手道協會所發出之 C 級或以上裁判證照者擔任，總人數為 10 位，以位置輪替方式輪流擔任主審及副審。本研究以錄影方式記錄研究對象在每場模擬對打期間的技戰術表現以及利用心率傳感器(Polar H10, Polar Electro Oy, Kempele, Finland)記錄研究對象全程的心跳率變化。在模擬對打前及每一場結束後立即以 6-20 博格量表(Borg scale)讓研究對象對運動自覺強度進行評分，以及利用 My Jump 2.0 手機軟體測量研究對象的反向跳表現，並在模擬對打前、每一場結束後立即及最後一場對打結束後 90 分鐘以採血針及採血器(Penlet TM Π)透過 Lactate Pro 2 血乳酸分析儀(Arkray Inc, Kyoto, Japan)與血乳酸試紙(Lactate Pro TM Test Strip)進行血乳酸濃度的檢測。

二、大專公開組女子空手道選手

本研究之研究對象為臺灣大專公開組空手道女子選手，以往都有參加全國性賽事經驗。平均每週訓練量為重量訓練一週二次每次兩小時;技術訓練一週四次每次 3 小時。

三、肌肉損傷

本研究會進行監測的肌肉損傷指標包括:

(1)肌肉酸痛(Soreness)

本研究會進行全身性及各部位的延遲性肌肉酸痛測量，其中包括臂、肩、胸、背、腹、腰、臀、大腿及小腿。透過視覺模擬量表(VAS)記錄研究對象在進行上述肌群被被動伸展及觸診時主觀的疼痛程度。

(2)反向跳測試(CMJ)

會透過手機應用程式 My Jump 2 進行測量。研究對象會以手叉腰直立，且膝關節角度為 0°(0° 為膝關節完全伸直)的方式站立，在起跳時先把膝蓋彎到 90° ，再立即以全力進行垂直的跳躍。研究對象會有 3 次跳躍的機會並會取 3 次中最高的結果作為該次的數據，每跳間會有 30 秒的休息時間。

(3)上下肢的最大向心等速肌力(MVC)

本研究使用 Biodex S4 Pro (Biodex System 4 Pro; Biodex Medical Systems, Shirley, NY, USA)等速肌力測定儀以研究對象 8 慣用側肘屈肌群、肘伸肌群、膝伸肌群及膝屈肌群進行 MVC 測試，並選取肩關節及膝關節測試配件，於 Windows XP 作業系統下進行測量，在測量下肢時研究對象會被要求盡最大努力進行三次膝伸肌群及膝屈肌群連續向心收縮(角速度設定: 60°·s^{-1}、活節活動範圍設定:120°)。而測量上肢時研究對象會被要求盡最大努力進行三次肘屈肌群及肘伸肌群向心收縮(角速度設定:60°·s^{-1}、活節活動範圍:140°)。取三個數值中最高值作為測試結果。

四、專項體能運動表現

本研究會進行監測的專項體能運動表現包括:

(1)爆發力(30 公尺衝刺及單腳跳測試)

本研究會使用秒錶去測試研究對象爆發力表現。在測試開始前研究對象會在起跑線

前等待研究者的口頭提示，研究者在準備完成後便可通知研究對象可隨時出發。當研究對象出發時，時間便會開始計算。研究對象須以最快的速度去完成 30 公尺的衝刺及單腳跳。研究對象各有兩次機會去完成兩項測試，在衝刺測試期間會有 1 分鐘的休息時間，而在單腳跳測試期間會有 2 分鐘的休息時間。兩次測試中會以時間較短的結果作為該次研究數據。

(2)敏捷度(空手道特定敏捷度測試 SKAT)

SKAT 是評估空手道運動選手敏捷性表現的可靠有效工具。測驗場地佈置及流程如**圖 3**。完成測試所需的時間用作為測試結果。總共會進行 3 次的測試並取其中最佳的時間作為最終的結果，恢復時間為 3 分鐘。

(3)無氧能力表現(溫蓋特下肢無氧能力測試)

本研究使用自行車測力計(Monark 894E, Monark Exercise, Vansbro, Sweden)去進行此項的測試。正式測試開始前，每位研究對象都被分配了一個按體重的 7.5%計算的負荷。當測試開始時，研究對象迅速以最大速度進行衝刺，當速度達度 150RPM 負荷便會自動施加到飛輪，此時研究對象需要用最大努力持續衝刺 30 秒。測驗過程中亦會記錄研究對象全程的心跳率、峰值功率、最小功率、平均功率及計算疲勞指數，並在測試結束後立即要求研究對象使用 6-20 博格量表對運動自覺強度 RPE 進行評分。

第六節　研究重要性

雖然在過去已有文獻測量過空手道對打模擬賽期間的運動強度(Beneke et al., 2004; Doria et al., 2009; Tabben et al., 2013)，但由於在 2020 東奧會上空手道成為正式奧運項目，近年在規則上也經歷了極大的轉變，特別是在女子選手的比賽時間上(從 2 分鐘變為 3 分鐘)。而至今尚未有針對女子空手道選手在賽中的運動強度研究相關的學術性文章，因此有必要重新檢測選手在比賽期的的運動強度變化為何。另外，隨著穿戴式裝置變得普及，監測選手的生理指標變得比以往更加的方便及精準。根據以上說明，本研究的特

色如下:

一、 本研究為第一篇針對世界空手道聯盟因應奧運會發展出的全新賽制是否會對女子空手道選手造成生理壓力的學術性文章，檢測了 8 名臺灣高水平(公開組)女子空手道選手在單日實際進行 4 場模擬比賽期間的運動強度及技戰術表現變化、每場模擬比賽前後疲勞堆積及恢復狀況、以及模擬賽後三天的肌肉損傷及疲勞程度。與實際的賽制相似，選手即使在獎牌賽前所有的比賽中脫穎而出，在一到三天後仍要面對獎牌賽的挑戰。

二、 本研究使用穿戴式的心率裝置記錄研究對象在模擬比賽期間全程的心跳率，對應技戰術表現的記錄可對每場的運動強度有更好的解釋。本研究結果可作為空手道選手及教練在比賽比賽期間因疲勞所致的運動表現下降所制定的戰術策略運用及修改的參考依據，進一步加強女性空手道運動員及空手道專項教練對賽制及比賽策略運用的掌握。

第七節 研究範圍與限制

一、 由於儀器的限制以及空手道移動的特性，我們無法精準監測研究對象在一場比賽中實際的移動距離及每一個動作的強度，只能透過心跳及血乳酸等生理指標去進行推測研究對象在每場模擬對打的運動強度。

二、 由於一般空手道賽制多為單淘汰制度，且每一場對打總持續時間都不一致(比賽時間為 3 分鐘，但裁判暫停計時給予分數或犯規次數都不一樣)，因此在每一場比賽間的休息時間都不固定。因此為標準化所有研究對象的休息時間，我們採用東京奧運會中所採用的循環賽制去讓每位研究對象都進行四場的模擬對打，因此實驗流程沒辦法與真實比賽流程完全一致。

三、 本研究在進行對打後一到三天肌肉損傷指標及體能表現的追蹤時，並沒有監測血液中生理指標的變化，無法把賽後表現下降完全歸因於肌肉損傷。未來研究可以加入血

液中肌肉損傷指標的監測，進一步釐清單日多場打對肌肉損傷程度的影響。

四、 在選擇測量最大等速向心肌力的角速度時未能因應空手道對打運動特性，選用較快角速度進行測量。因此無法完全解釋多場模擬比賽是否會透過影響本研究中測得的最大等速向心肌力表現影響選手表現。同樣地本研究也監測了研究對象在模擬比賽前後速度表現，但由於空手道動作不會有如此長距離的加速動作，因此並不能解釋此項目表現會影響空手道表現。建議未來研究可監測反應時間等與空手道運動特性更貼切的指標。

第貳章 文獻探討

本章為文獻探討部分，共分為五節，第一節為空手道的運動特性，第二節為單日多場比賽對技擊運動選手的影響，第三節為單日多場比賽對技擊運動選手急性運動表現的影響，第四節為文獻總結。

第一節 空手道的運動特性

空手道項目在 2020 年東京奧運會的賽場上首次正式亮相，是一項全球化的技擊運動(Osamu, 2020)。中華台北空手道隊在 2020 年東京奧運取得一面歷史性的銅牌，在 2 年後的杭州亞運會上更是取得了 1 金 1 銀及 4 個第五名的佳績。對打項目主要透過體重分級去進行分組的比賽。以往在比賽中分數的判決都由場上的裁判進行判決，相對較為主觀。為了使比賽能更公平地進行及提昇比賽可看性，規則相比以往有被大幅修改過，如新增先取得分數的優勢(平手時先手會獲得該場的勝利)及影片回放挑戰(減少人為的疏失)等。

過往的研究指出，選手需要在比賽中須在極短的時間內分析對手的動作，快速組織策略後按照對手的反應進行大量的快速移動動作(包括攻擊與防守)，因此反應時間、下肢的爆發力和加速度及完整攻擊的動作時間對空手道對打選手非常重要(Ravier et al., 2004; 2006; Blazevic, 2006; Koropanovski et al., 2011)。根據世界空手道聯盟(WKF)發佈的世界錦標賽競賽規則，成年組男女一場比賽的時間都為三分鐘，當其中一方得分或犯規時，裁判會喊停時間，一場比賽中活動與休息的時間比大概為 2:1 (Beneke et al., 2004)，屬於高強度間歇運動。平均一場的空手道對打比賽中大多數決定性動作持續約 1-3 秒，其中 83.8%的動作在不到 2 秒內執行，運動員每場平均執行 17 個高強度決定性動作(Tabben et al., 2013)。運動模式混合有氧和無氧能量系統供應，其中整體的能量供應來源雖然以有氧代謝為主(Beneke et al., 2004; Doria et al., 2009)，但當中每一次的高強度動作

如攻擊、防守等則需依賴無氧乳酸系統提供能源，有氧代謝跟無氧代謝比率約為 7:3，比率會隨休息時間、高強度運動持續時間等因素變動而改變，因此能量代謝消耗較為複雜(Chaabene et al., 2012)。

以下表格(**表 1**)整理了六篇空手道相關的體能指標之測量的文獻，而且研究對象都是以有過優秀成績或豐富空手道經驗的現役選手作為研究對象。從下列表格中指標一欄可看出，空手道運動表現相關主要的測量指標(超過一半數量的文獻都有測量)包括下肢爆發力、速度與加速度、敏捷度、反應時間、柔軟度以及有氧能力。當中有兩篇文獻有測量空手道特定的運動能力測試(如直拳速度、15 秒踢腿測試等)(Przybylski et al., 2021; Kabadayı et al., 2022)。

表 1.

過往探討空手道相關體能表現指標之文獻整理

	研究對象水平	測量指標與方法
1. Martinez-de-Quel et al., 2021	現役選手 年齡:21 歲以下	- 有氧能力(20 公尺折返跑) - 下肢肌力(立定跳遠) - 協調與上肢動作速度(敲板測試) - 敏捷度(10*5 公尺折返跑) - 柔軟度(坐姿體前屈) - 上肢肌力(雙手藥球拋投)
2. Przybylski et al., 2021	現役國手 年齡:18-25 歲	- 上肢肌力(BP1RM、雙手藥球拋投、握力) - 下肢肌力(立定跳遠) - 上肢肌耐力(曲臂吊) - 核心肌耐力(30s 仰臥起坐) - 協調與上肢動作速度(敲板測試) - 有氧能力(20 公尺折返跑) - 柔軟度(軀幹往下測試) - 反應時間(視覺、聽覺刺激) - 特殊測試(直拳速度、踢腿肌耐力、柔軟度)
3. Kabadayı et al., 2022	青少年空手道運動選手; 年齡:12.86±0.81 歲; 條件:四年空手道經驗、每週訓練	- 柔軟度(坐姿體前屈) - 無氧能力(CMJ、立定跳遠) - 核心肌耐力(仰臥起坐、背伸肌測試、側腹肌)

	4-5 次	- 敏捷度(COD 測試) - 背部肌力(爆發力) - 速度和加速度(20 公尺衝刺) - 特殊技能測試(15s 踢腿性能測試)
4. Ojeda-Aravena et al., 2021	每年參加國家和國際比賽的十名空手道選手; 年齡:15.2±1.6 歲	- 跳躍能力(深蹲跳、CMJ) - 敏捷(T-test)
5. Ravier et al., 2004	22 名國家級空手道選手(10 名國家青少年隊以及 12 名國內選手)	- 反向跳測試(SJ、CMJ) - 爆發力和速度(自行車測力計測試)
6. Koropanovski et al., 2011	19 名國家空手道對打項目成年男選手，平均年齡 21 歲	- 柔軟度(SdLS) - 加速度與速度(20 公尺衝刺) - 敏捷度(T 字測試) - 下肢爆發力(STJ、CMJ) - 有氧能力(20 公尺折返跑)

註: BP:卧推、CMJ:反向跳、COD 測試:方向轉換測試、SJ:深蹲跳、STJ:連續深蹲跳、SdLS:側分腿柔軟度測試

以運動訓練的內容層次結構來看，體能訓練位於訓練內容金字塔的底層，上面兩層依序為技能訓練及戰術訓練(王興、司虎克，2003)。每個內容層次都會互相影響，因此在空手道專項訓練過程中，需要結合不同的訓練內容，提升選手的體能作為實行技術與戰術的基礎，在對打比賽中以積極快速的連續攻擊動作、善用複雜多變的組合技術並掌握對戰技巧，方為致勝關鍵所在(朱慧銘、寧玉麟，2007)。

第二節　單日多場比賽對技擊運動選手生理上的影響

奧運中的技擊運動項目如柔道、空手道、跆拳道、角力等比賽通常在同一天會進行多場的比賽(拳擊除外)，而在每場比賽之間的休息時間較短，通常為 1 至 15 分鐘(Doria et al., 2009)。一般空手道比賽制度皆為冠亞單淘汰復活賽制(Repechage system)，選手們會再進行單淘汰比賽決定出進入決賽的兩位選手，曾輸給決賽選手的其他選手則會進行復活賽(WKF, 2023)。而 2020 年的東京奧運會中首次實行循環賽制，除了獎牌賽外的比賽都會在一天內進行完畢，一般至少要在單日 4-5 場的比賽中獲得勝利才有機會進入獎牌賽。近年來國內一直缺乏空手道比賽相關運動生理學方面的研究，可能原因為空手道

涉及的動作技術組合非常的多樣，既依賴有氧代謝系統又需要無氧代謝系統，很難獨立分辨出此運動項目的運動特性。

當我們在進行高強度運動時由於大部分的能量參與轉換為無氧代謝，造成氧債的情形持續上升，使肌肉和血液中的乳酸大量的增加，導致代謝循環受影響，進而造成肌肉的疲勞和運動能力的下降(鄭安城、林正常，1994)。在一篇研究顯示跆拳道選手在進行單日連續兩場 2 分鐘三回合的跆拳道比賽時(兩場比賽間休息時間為 90 分鐘)，第二場比賽結束後一分鐘血乳酸濃度(14.3± 3.2 mmmol/L)高於第一場比賽結束後一分鐘血乳酸濃度(11.2 ± 4.3 mmmol/L)，即血乳酸濃度會隨場數增加而上升，並在賽後需要 90 分鐘才能恢復到賽前的水平(鐘昱凱等，2019)，以此推測出跆拳道比賽表現會隨著場數增加而下降。2011 年的一篇文獻記錄 12 名菁英角力男子選手在一天內進行五場比賽期間每場比賽前後的血乳酸濃度、心跳率及疲勞指數，每場比賽期間會有 80-90 分鐘的休息時間。角力選手平均心跳率達到最大值的 85%，血乳酸濃度超過 17mmmol/L，疲勞指數在比賽期間逐漸增加且在第四場比賽達到最高峰，表現(尤其是上肢)亦隨比賽場數增加而逐漸下降(Barbas et al., 2011)。Andreato 等人在 2015 年的一篇文獻中指出單天進行 4 場 10 分鐘的巴西柔術模擬比賽會使選手的腎上腺素和糖酵解的活性逐漸降低，並觀察到在完成所有模擬比賽後選手血液中肌肉損傷指標如肌酸激酶、天門冬胺酸轉氨酶及肌酸酐等濃度升高，表示多場的模擬比賽造成選手肌肉組織出現損傷，且心跳率隨之提高，血乳酸濃度在每場比賽後都會升高，但在第三場比賽後血乳酸濃度的幅度較前兩場比賽低。研究結果顯示對選手生理造成一定的負荷(Andreato et al., 2015a)。另一篇文獻發現單日進行 3 場 6 分鐘的跆拳道模擬比賽的生理及心理壓力刺激選手 IGF-I、LH 及 FSH 等合成代謝激素水平下降，且男女皮質醇水平顯著增加，代表多場比賽刺激肌肉蛋白質分解代謝反應，而此反應可能會影響賽後選手的肌肉、免疫及心肺系統(Pilz-Burstein et al., 2010)。

總結以上提及的文獻，單日多場比賽會使技擊運動選手在比賽後的血乳酸、心跳率、疲勞指數、血液中肌肉損傷指標濃度及肌肉蛋白質分解代謝的活性上升，但這些生理參

數改變的幅度與比賽場數關係暫時還不清楚。單日多場比賽亦會使技擊運動選手的腎上腺素和糖酵解的活性逐漸降低，這些影響可能導致多場比賽期間運動表現逐漸下降。

第三節　單日多場比賽對技擊運動選手急性運動表現的影響

Bonitch 等人發現 11 名國際水平的柔道選手在一天內進行四場柔道模擬比賽期間，在第四場模擬比賽後深蹲跳的速度、力量和功率都出現顯著下降(Bonitch-Domínguez et al., 2010)。另外兩篇研究中也觀察到柔道選手在四場模擬比賽期間最後兩場模擬比賽慣用手及非慣用手的最大握力顯著下降(Bonitch-Góngora et al., 2012)、三場模擬比賽期間最後兩場模擬比賽反向跳表現顯著下降(Detanico et al., 2015)。Detanico 等人在 2017 年的研究中也觀察到男子巴西柔術選手在多場比賽期間上肢及下肢的表現顯著下降(Detanico et al., 2017)。Chiodo 等(2011)發現在一次正式的跆拳道錦標賽中，一天的比賽會使高水平選手的下肢神經肌肉功能上升，但可因在比賽中需利用上肢肌肉阻擋對方的攻擊，造成賽後上肢肌力下降(Chiodo et al., 2011)。而 Andreato 等(2015b)測量了巴西柔術選手在單天進行四場 10 分鐘的巴西柔術模擬比賽期間體能運動表現的影響，發現 10 名該項目的選手在最後兩場模擬比賽後的最大等長握力出現顯著下降，反向跳表現在第三場比賽前低於第二場比賽後，且在最後一場比賽中選手們能夠進行更多有效的進攻，可能原因為先前的比賽所造成的疲勞累積，導致選手們的防守行動效果減弱(Andreato et al., 2015b)。在 Kraemer 等人的研究中發現在 2 天內進行 5 場 5 分鐘的角力模擬比賽會使選手賽後最大等長握力及反向跳表現下降(Kraemer et al., 2001)。本次文獻探討共整理 9 篇相關文獻，詳細資料如**表 2**。

另外有一篇文獻發現 10 名跆拳道選手在單日四場、一場 2 分鐘的比賽期間反向跳及技術表現沒有觀察到顯著的下降(Detanico et al., 2016)，其中可能原因為跆拳道一回合為 2 分鐘，通常一個比賽為三回合，在此篇文章中只執行了四個回合的模擬比賽，真實比賽的場數為 3-5 場，研究設計與真實狀況有差異。

表 2.

單日多場比賽對技擊運動選手急性運動表現的影響之文獻整理

	研究對象	比賽場數及休息時間	主要發現
Andreato et al., 2015b	10 名男子巴西柔術選手(訓練年數:11±4;年齡:28±4)	四場(一場 10 分鐘)模擬比賽 休息時間:5 分鐘	HGS:第三場<第二場比賽後 CMJ:最後兩場比賽後↓ 最後一場有效的進攻↑
Barbas et al., 2011	12 名菁英角力男子選手(訓練年數:12.1±2.9;年齡:22.1±1.3)	五場(一場 2 分鐘)模擬比賽 休息時間:10 分鐘	HGS、CMJ: 在最後兩場↓
Bonitch-Domínguez et al., 2010	11 名國際水平男子柔道選手(年齡:22.7±3)	四場(一場 5 分鐘)模擬比賽 休息時間:15 分鐘	SJ:功率、速度及力量在第四場比賽後↓
Bonitch-Góngora et al., 2012	12 名國家隊男子柔道選手(年齡:22.4±3.2、訓練年數>10 年)	四場(一場 5 分鐘)模擬比賽 休息時間:15 分鐘	HGS: 慣用及非慣用手在最後兩場比賽後↓
Chiodo et al., 2011	15 名(4 女 11 男)精英跆拳道選手(年齡:24.0±5.7)	正式比賽(場數及休息時間不一致)	HGS:在比賽後↓ 下肢肌肉活性在賽後↑
Detanico et al., 2015	20 名男子柔道選手(年齡:20±2.6、訓練年數: 6.4±2.7)	三場(一場 5 分鐘)模擬比賽 休息時間:15 分鐘	CMJ: 在最後兩場比賽後↓
Detanico et al., 2016	10 名男子跆拳道選手(年齡:21.7±5.3、訓練年數: 11.7±6.7)	四場(一場 2 分鐘) 模擬比賽 休息時間:13 分鐘	CMJ:沒顯著差異 技術表現(得分率、多樣性及攻擊次數)沒有顯著差異
Detanico et al., 2017	22 名男子巴西柔術選手(訓練年數:4.9±3.1;年齡:25.8±4.9)	三場(一場 7 分鐘)模擬比賽 休息時間:14 分鐘	CMJ:跳躍高度和淨垂直衝量↓ KGST:重複次數↓
Kraemer et al., 2001	12 名男子角力國家級選手(年齡:19.33±1.16)	五場(一場 5 分鐘)模擬比賽(分兩天進行) 休息時間:10 分鐘	HGS、CMJ: 在比賽後↓

註: ↓:下降、↑:上升、CMJ:反向跳、HGS: 最大等長握力、KGST:和服握力測試、SJ:深蹲跳

總結以上提及的文獻，大部分數據顯示單日多場比賽會使技擊運動選手上肢肌力(握力)及特殊測試表現(KGST)隨比賽場數出現下降。而下肢肌力表現相關結果較上肢不一致，導致此情形出現的可能原因為不同種類運動的運動特性不同，對選手產生影響也不同。與下肢肌力表現結果相似，單日多場比賽間每場的技術表現變化結果亦不一致。

第四節　文獻總結

單日多場比賽會使技擊運動選手在比賽後的血乳酸、心跳率、疲勞指數、血液中肌肉損傷指標濃度及肌肉蛋白質分解代謝的活性上升，亦會使技擊運動選手的腎上腺素和醣酵解的活性逐漸降低，這些影響可能導致多場比賽期間運動表現的逐漸下降。

由於以往文獻皆針對不同運動項目進行探討，並不能進行同質的比較。再者各篇文獻的實驗設計如多場比賽的持續時間、休息時間及比賽場數等亦不盡相同，這可能解釋了為何會出現單日多場比賽的技擊運動選手造成的影響的結果不一致。

由於目前尚未有針對空手道近年賽制的空手道選手造成的生理壓力相關的文獻，若能追蹤並記錄下空手道選手在單日進行多場比賽期間及前後的運動強度及表現變化，必定可提供選手及教練在安排比賽戰術安排時參考的證據。

第參章 研究方法

本章為研究方法部分，主要分為三節，第一節為研究對象，第二節為研究設計與流程，分別由實驗設計、實驗流程、自變項、依變量四個部分構成，第三節為統計分析。

第一節 研究對象

本研究以立意抽樣的方式招募8名六個月內沒有會影響其運動表現或健康的嚴重肌肉損傷、高血壓、心血管疾病或其他慢性疾病及運動傷害之臺灣大專參與過全國性賽事現預一級的女子空手道選手作為研究對象。本研究已通過國立臺灣師範大學研究論理審查核準(核準編號:202308HM001)。研究對象在正式參與本研究之前須先閱讀並填寫「研究參與者知情同意書」(見附錄一)，以確認研究對象身體狀況良好且願意配合參與本研究。並告知可能產生的風險:(1)研究對象在參與實驗的過程中產生疲勞及肌肉損傷，可能導致研究對象感到酸痛並影響隨後幾天的運動表現(2)需在實驗中使用採血針進行指尖取血，其副作用為處理不當可能會被傳染病感染。

研究對象將需要維持平日的生活習慣及飲食習慣，避免攝取咖啡因及其他增補劑，並應避免在實驗期間進行促進疲勞恢復的行為如動態恢復、冷凍治療等，以免影響實驗結果。研究對象中途可隨時退出實驗。

10 位臺灣大專公開組正處於賽季外(賽前兩個月)女子空手道選手簽署知情同意書並完整參與本次實驗，後來因賽季原因排除 2 人，共 8 位受試全程參與本次實驗。**表 3** 顯示 8 位研究對象個人資料及特徵包括年齡、身高、體重、身體質量指數(BMI)及體脂率。

表 3

研究對象特徵(n=8)

	MD±SD
年齡(歲)	20.75 ± 2.43
身高(米)	158 ± 5
體重(公斤)	52 ± 3.33
BMI	21.86 ± 2.62
體脂率(%)	17.41 ± 3.66

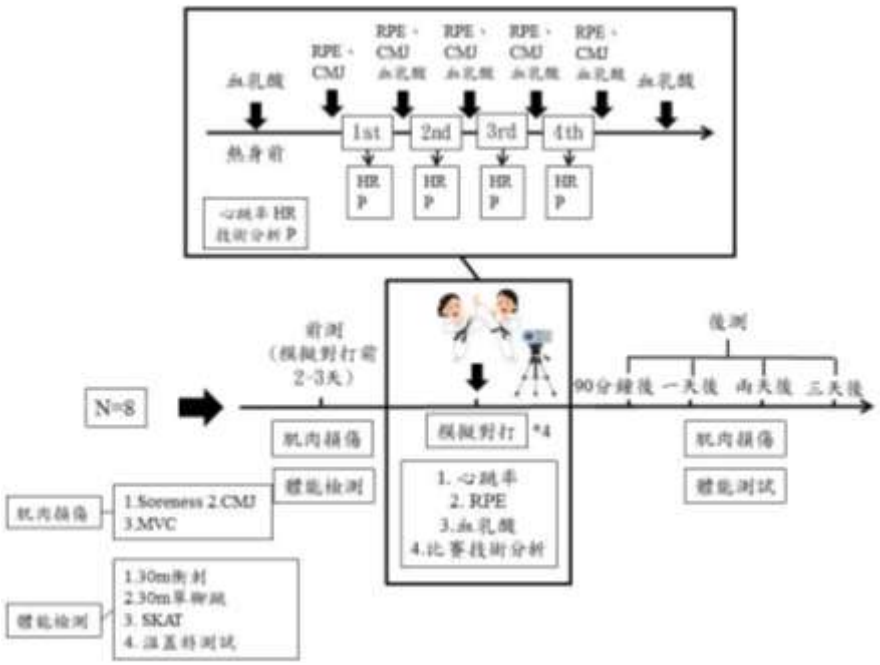
第二節 研究設計與流程

一、實驗設計

為了釐清女子空手道選手在進行多場模擬對打過程中技術表現和生理參數的影響、以及在完成多場比賽後對肌肉損傷以及體能運動表現參數的影響，本研究為單組前後測實驗設計，8名研究對象都需要進行4場3分鐘、中間休息10分鐘的模擬對打，並在對打後90分鐘及對打後1-3天回到實驗室進行肌肉損傷指標追蹤以及體能運動表現的檢測(**圖1**)。為模擬真實比賽狀況，所有研究對象在模擬對打期間可視個人需求補充水分。

圖1

實驗設計與流程圖



註： CMJ:反向跳、Soreness:肌肉酸痛、HR:心跳率、P:技術分析表現、RPE:運動自覺

強度、MVC:最大等速向心肌力、SKAT:空手道特定敏捷度測試。前測時間點為模擬對打比賽的前 2 到 3 天;後測時間點包括模擬對打比賽後 90 分鐘及後一到三天。模擬對打比賽會全程進攝影，用作技戰術分析表的參考，並在過程中佩帶心率帶進行全程心跳率的測量。模擬對打前、每一場對打結束後立即及 90 分鐘後會進行血乳酸的檢測，並在模擬對打前、每一場對打結束後立即記錄研究對象的 RPE。

二、實驗步驟

(1)實驗熟悉與前測

正式實驗前一週，所有研究參與者必須進行實驗流程熟悉，包括所有檢測項目及模擬對打的流程熟悉。檢測項目包括肌肉損傷指標(肌肉酸痛、CMJ、MVC)及專項體能測試(30 公尺衝刺及單腳跳、SKAT 及溫蓋特下肢無氧能力測試)。此外會在實驗熟悉時向所有研究對象講解模擬對打期間的細節包括心跳監測帶的配戴、指尖針刺取血的流程以及測量血乳酸的時間點等。實驗熟悉結束當天向研究對象進行風險說明後，會請研究對象簽署知情同意書。

在進行模擬對打的前兩到三天會進行肌肉損傷指標以及專項體能測試的前測，為了控制前測與後測的時間點一致，前測將於下午十二點半進行。研究對象到達國立臺灣師範大學公館校區體育館生物力學實驗室後會先進行基本資料的填寫與一些肌肉損傷的基礎值測量，完成後會請研究對象戴上耳罩測量一分鐘安靜心跳率。在基本測量完成後會進行肌肉損傷指標的測量，肌肉損傷指標包括延遲性肌肉酸痛、反向跳及最大向心等速肌力。隨後會進行專項體能運動表現的測量，測量的順序為(1)30公尺衝刺測試(2) 30公尺單腳跳測試(3)空手道特定敏捷度測試SKAT (4)溫蓋特下肢無氧能力測試。

(2)單日多場模擬對打

模擬對打會以空手道特定敏捷度測試的成積分成兩組並以組內循環賽的方式去進行。模擬對打以 WKF 公佈的規程作為比賽準則(WKF, 2023)，比賽場地依照正規比賽規定大小，為 8*8Tatami 所組成的正方形區域。與正式比賽一致，一場模擬對打由 5 位持

有中華民國空手道協會所發出之 C 級或以上裁判證照的裁判擔任，其中一位擔任主審，負責給予犯規及時間暫停並給予分數。另外四位會擔任副審，分別坐在正方形場地中的四個角落共負責分數的判定。由於本研究會使用兩個正式場地進行模擬對打，因此共有 10 位裁判會協助模擬對打的進行。本研究中 8 名研究對象需進行四場 3 分鐘的模擬對打、場次間統一休息 10 分鐘，休息時長參考 Beneke 等(2004)中推算一場總時長大概為 5 分鐘(Beneke et al., 2004)，循環賽制中不連續出場最多會相隔兩場，所以約為 10 分鐘。模擬對打全程會以錄影的方式記錄，並在其後進行技戰術的分析。對打統一在早上 10 點準時開始，研究對象會被要求在早上 8 點 30 分到達臺北市立大學詩欣館三樓空手道道場，換好衣服後進行血乳酸濃度的前測，並準時在 8 點 50 分進行熱身。在熱身開始後 15 分鐘會進行反向跳的測量。

(3)依變項

生理指標

為監測研究對象在模擬對打比賽中的運動強度，本研究會要求研究對象在模擬比賽中全程配戴心率傳感器(Polar H10, Polar Electro Oy, Kempele, Finland)於胸部下方偏左處，以監測模擬對打間全程的心跳率(HR)。在每場模擬對打比賽前及比賽後立即都會測量研究對象的血乳酸濃度(LA)以及運動自覺強度(RPE)，本研究會透過針刺的方式取得研究對象指尖血液，先使用酒精棉片進行消毒，再以採血針及採血器(Penlet TM II)透過 Lactate Pro 2 血乳酸分析儀(Arkray Inc, Kyoto, Japan)與血乳酸試紙(Lactate Pro TM Test Strip)進行血乳酸濃度的檢測；使用 6-20 博格量表(如附件 3)讓研究對象對運動自覺強度進行評分(Ueda & Kurokawa, 1995)。在最後一場模擬對打結束後 90 分鐘會再次進行血乳酸濃度的監測。

對打表現指標

模擬對打比賽全程會進行錄影，影片會用作填寫技戰術分析記錄表(如附件2)的參考。技戰術分析記錄表所記錄的內容包括比賽結果、比分、攻擊次數、得分率、攻擊-

時間記錄、得分技術、主動被動等。在模擬對打前及每一場結束後會利用手機軟件My Jump 2.0進行反向跳表現的測量。

肌肉損傷指標:

1.肌肉酸痛(Soreness)

視覺模擬量表(VAS)是一條長度為 100 毫米水平線，左側的末端為完全沒有疼痛或完全不累、右側末端則為可能最嚴重的疼痛或極度疲倦。本研究會進行全身性及各部位的肌肉酸痛測量(Shirai et al., 2023)，其中包括臂、肩、胸、背、腹、腰、臀、大腿及小腿。透過視覺模擬量表(VAS)記錄研究對象在進行上述肌群被被動伸展及觸診時主觀的疼痛程度(Sellwood et al., 2007)。

2. 反向跳(CMJ)

CMJ 是測量運動表現以及疲勞的常用的指標 (Byrne et al., 2004; Silva et al., 2013)，會透過手機應用程式 My Jump 2 進行測量(Vieira et al., 2023)。研究對象會以手叉腰直立，且膝關節角度為 0°(0° 為膝關節完全伸直)的方式站立，在起跳時先把膝蓋彎到 90° ，再立即以全力進行垂直的跳躍 (Wong et al., 2020)。研究對象會有三次跳躍的機會並會取三次中最高(公分)的結果作為該次的數據，每跳間會有 30 秒的休息時間。

3.膝伸肌群(Q)、膝屈肌群(H)、肘屈肌群(B)及肘伸肌群(T)最大向心等速肌力

以研究對象的慣用側膝伸肌群、膝屈肌群、肘屈肌群及肘伸肌群進行 MVC 測試，一般來說，以踢擊為主的運動項目如跆拳道和足球，慣用腿定義為習慣進行踢擊的一側，非慣用腿定義為習慣進行支撐的一側(Gstöttner et al., 2009; 游仟瑜及蔡忠昌，2016)。本實驗之等速肌力測量使用 Biodex S4 Pro (Biodex System 4 Pro; Biodex Medical Systems, Shirley, NY, USA)等速肌力測定儀，並選取肩關節及膝關節測試配件，於 Windows XP 作業系統下進行測量，在測量下肢肌力時，每位研究對象會以坐姿被安置在等速測力機上，軀幹會被固定帶固定在測力機椅子上，而研究對象的慣用腿會固定在測力計的力臂

上。測試開始時，研究對象會被要求盡最大努力進行三次膝伸肌群及膝屈肌群連續向心收縮(角速度設定: 60°·s^{-1}、活節活動範圍設定:120°)。而測量上肢肌力時，每位研究對象同樣地會以坐姿被安置在等速測力機椅子上，慣用手手肘會被支架固定使肩關節屈曲45°，手臂會被固定於力臂上，測功機旋轉的機械軸心與肱骨外上髁對齊。測試開始時，研究對象會被要求盡最大努力進行三次肘屈肌群及肘伸肌群向心收縮(角速度設定：60°·s^{-1}、活節活動範圍：140°) (Chen et al., 2011)。測試期間研究者會進行口頭鼓勵，並取三個數值中的最高值用於進一步分析。另外會記錄研究對象在進行最大向心收縮時的速度發展率作為爆發力指標(林明儒、林正常，2012)。在收集數據之前，所有研究對象都透過對每組肌肉進行總共三次最大收縮來熟悉設備和測試過程。研究人員會提拱口頭鼓勵讓研究對象盡可能最快速、最努力地收縮，並根據電腦螢幕上測力計力輸出的即時顯示，向研究對象提供視覺回饋。

體能測試項目

1. 30 公尺衝刺

本研究使用碼錶去測試研究對象衝刺的能力。在測試開始前研究對象會在起跑線前等待研究者的口頭提示，研究者在準備完成後便可通知研究對象可隨時出發。當研究對象起跑時，時間便會開始計算。研究對象須以最快的速度去完成 30 公尺的衝刺。研究對象有兩次機會，期間會有 1 分鐘的休息時間 (Silva et al., 2013)。兩次測試中會以較(時間較短)的結果作為該次研究數據。

2. 30 公尺單腳跳

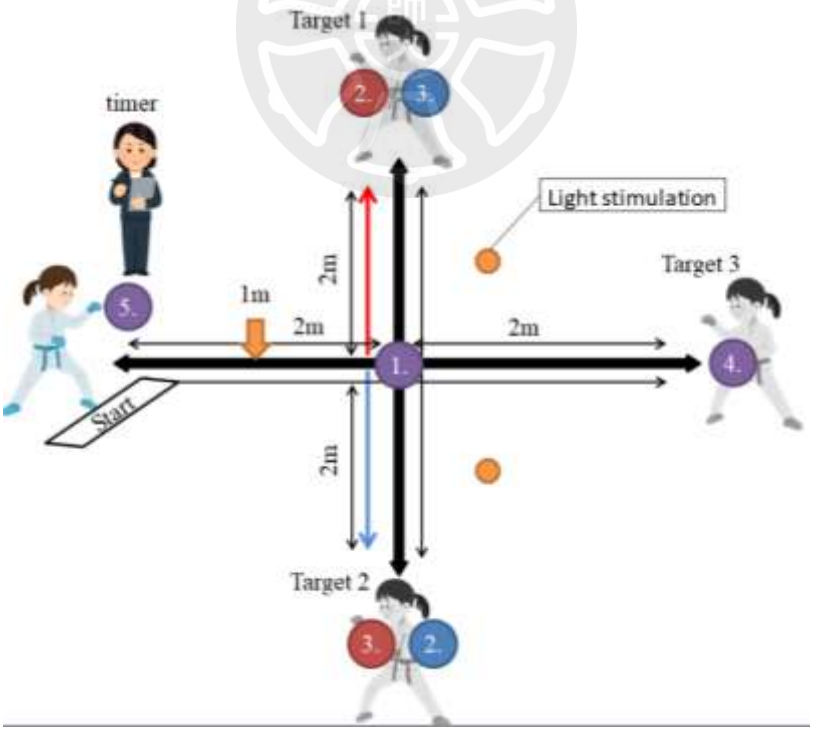
30 公尺單腳跳測試的設計基本上與 30 公尺衝刺並無大差異，不同的只是研究對象須以慣用腳(戰鬥姿勢的後腳)單腳跳的方式以全力去完成 30 公尺的衝刺，且休息時間增加到 2 分鐘 (Myers et al., 2014)。本研究會以兩次測試中較佳的成積去作為該次數據。

3.空手道特定敏捷度測試(SKAT)

SKAT 是評估空手道運動選手敏捷性表現的可靠有效工具(Ben Hassen et al., 2022)。測驗場地佈置如**圖 2**。從起跑線開始，要求參與者：(1)以戰鬥姿勢向前移動 1 公尺，雙腳不要交叉。此時會給予紅或藍的光刺激，研究對象接收指令後繼續移動到中心點；(2)採用橫向移動轉向目標 1 或 2（按照指令，紅光先向左，藍光先向右），並操作前手撞擊擊中對應位置；(3)向人體模型 2 或 1 移動並操作後手逆擊，擊中對應位置後橫向移動回到中心點；(4)以戰鬥姿勢向前移動到目標 3 並操作前腳迴旋踢擊中對應位置；(5)以戰鬥姿勢向後移動至起跑線/終點線。如果運動選手使用的空手道步法或技術被審查員判斷為不充分，測試會立即停止並在休息 3 分鐘後重新開始。完成測試所需的時間用作為測試結果。我們一樣會使用光柵去進行時間的測量，總共會進行 3 次的測試並取其中最佳的時間作為最終的結果，恢復時間為 3 分鐘。

圖 2

空手道特定敏捷度測試場地佈置圖



*註:*紅色及藍色箭頭代表接收相對顏色指令後第一次橫向移動的方向;研究對象在經過直線一公尺時，須按照隨機給予的光刺激作出方向決策。

4.溫蓋特無氧能力測試

溫蓋特無氧能力測試(Wingate anaerobic test)是常用來評估無氧能力的測試之一，其優點為易於執行、設備簡單及為非侵入性的測試方式(Bar-Or, 1987)。本研究將會使用自行車測力計(Monark 894E, Monark Exercise, Vansbro, Sweden)去進行此項的測試。循環腳踏車座位高度設置為研究對象膝蓋在完全伸展的踏板位置時彎曲约 15° 。在測試開始之前，研究對象進行 5 分鐘的熱身，速度為 60RPM，負荷設置為 1 公斤。正式測試開始前，每位研究對象都被分配了一個按体重的 7.5%計算的負荷。當測試開始時，研究對象迅速以最大速度進行衝刺，當速度達度 150RPM 負荷便會自動施加到飛輪，此時研究對象需要用最大努力持續衝刺 30 秒，研究人員會在測試期間向每位參與者提供口頭鼓勵。測驗過程中亦會記錄研究對象全程的心跳率、峰值功率、最小功率及平均功率，並在測試結束後立即要求研究對象使用 6-20 博格量表對運動自覺強度 RPE 進行評分（其中 6=非常非常輕鬆；20=非常非常吃力）。

以上提及之肌肉損傷指標及體能測試項目結果皆會記錄在實驗檢測記錄表(如附件 4)上。

第三節 統計分析

本研究所記錄的所有資料皆以電腦 SPSS 23.0 套裝軟體與 Excel 來進行以下統計分析，並且把統計顯著水準設為 α =.05。(1)所有測得的數據皆以平均數(M)和±標準差(SD)呈現描述性統計之結果。(2)以單因子變異數分析(ANOVA)考驗研究對象每場模擬對打間生理參數及技術表現的差異、及在前後測時肌肉損傷及專項體能運動表現之差異。

第肆章 研究結果

本章為研究結果部分，主要分為三節進行呈現。第一節為模擬對打間表現之影響，分別由生理參數及技戰術表現兩個部分構成。第二節為單日多場對打對肌肉損傷指標之影響。第三節為單日多場對打對專項體能表現的影響。

第一節 模擬對打間生理及表現之影響

一、生理參數的影響

血乳酸濃度(LA):本研究在進行多場模擬對打各場次間的生理參數變化如**圖 3** 所示。**圖 3a** 顯示各場次間 LA 的變化，在每場模擬對打後立即研究對象體內 LA 都出現顯著上升(*p*<0.5，**圖 3a**)。進行單日多場對打前研究對象血乳酸濃度為 1.89±0.43 mmol/L，而場次間的血乳酸濃度分別為 10.81±0.76mmol/L(第一場)、12.45±3.41mmol/L（第二場)、14.94±3.71mmol/L(第三場)、11.5±2.52mmol/L（第四場)，但每場次間血乳酸濃度並無顯著差異。LA 在模擬對打後 90 分鐘恢復至基礎值水平(2.11±0.66mmol/L，*p*>0.5)。

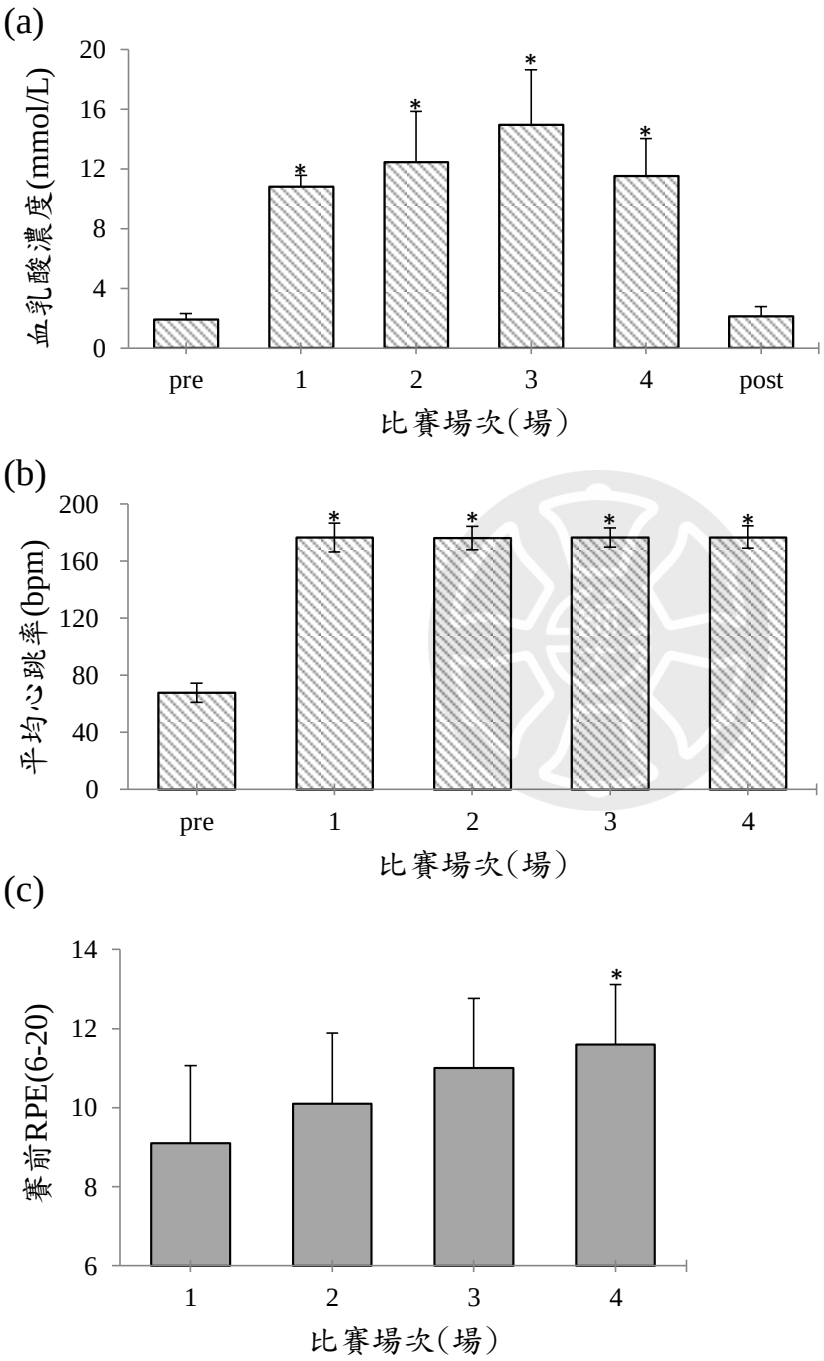
平均心跳率:**圖 3b** 顯示各場次模擬對打期間研究對象 HR 的影響，在每場模擬對打期間研究對象 HR 與前測數值相比都出現顯著上升(*p*<0.5，**圖 3b**)。研究對象的安靜心跳率為 68±7bpm，而場次間的平均心跳率分別為 177±10bpm(第一場)、176±8bpm(第二場)、177±7 bpm(第三場)、177±8 bpm(第四場)，但在每場模擬對打間並無顯著差異。

運動自覺強度:**圖 3c** 顯示各場次模擬對打前後 RPE 的影響，發現在每一場模擬對打後 RPE 都會顯著上升(*p*<0.5，**圖 3c**) 。模擬對打前研究對象 RPE 為 9.1±2.1，而每場比賽後立即的 RPE 分別為 14.2±2.6(第一場)、14.9±2.5(第二場)、15.4±2.1(第三場) 、16.1±1.1(第四場)，但在場次間並沒有顯著差異。而在第四場模擬對打前的 RPE 量值與前測結果相比達顯著差異(11.6±1.69 與 9.1±2.05，*p*=.036)，在第四場模擬對打前的 RPE

量值相比前測的量值顯著較高。

圖 3.

模擬對打前(pre)、1-4 場各場次間、90 分鐘後(post)生理參數的變化，(a)血乳酸濃度、(b)平均心跳率、(c)賽前運動自覺強度



註:圖中圖形顯示平均值±標準差。第一場(1)、第二場(2)、第三場(3)、第四場(4)。*p<.05，表示該時間點測得的數值與第一場對打前相比達顯著差異。

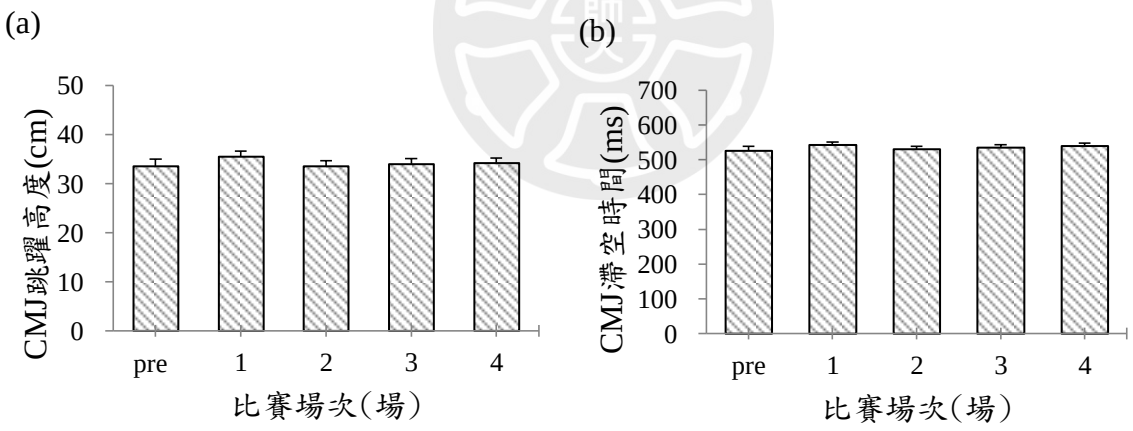
二、技術與表現的影響

每場模擬對打持續時間為249.15±31.7秒。本研究結果發現在四場模擬對打場次間反向跳(CMJ)跳躍高度(p>0.5，**圖4a)**及滯空時間(p>0.5，**圖4b)**並無顯著差異。每場的跳躍高度分別為33.52±4.61(對打前)、35.47±3.33(第一場)、33.51±3.17(第二場)、33.93±3.44(第三場)、34.2±3.62(第四場)、其中整體得分率(p>0.5，**圖5a)**、整體攻擊次數(p>0.5，**圖5b)**及整體得分次數(p>0.5，**圖5c)**都無顯著差異。

本研究把攻擊分成上肢、下肢及摔技三種，其中上肢在各場的平均攻擊次數為10.7次、下肢在各場的平均攻擊次數為6.8次、在各場的平均摔技攻擊次數為1.5次，且三種不同類型的攻擊次數在場次間都沒有觀察到顯著差異(p>0.5，**圖6**)。

圖 4.

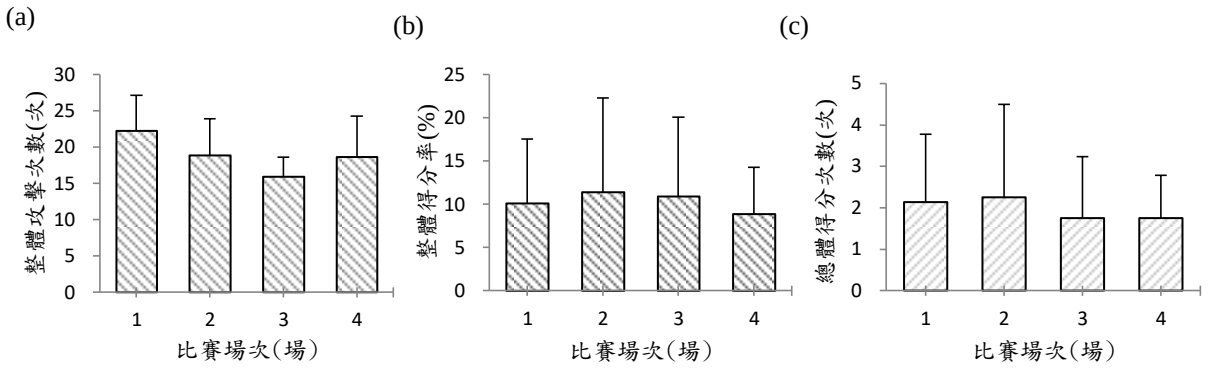
模擬對打各場次間(a)反向跳跳躍高度及(b)滯空時間的變化



註: 圖中圖形顯示平均值±標準誤。模擬對打前(pre)、第一場(1)、第二場(2)、第三場(3)、第四場(4)。

圖 5.

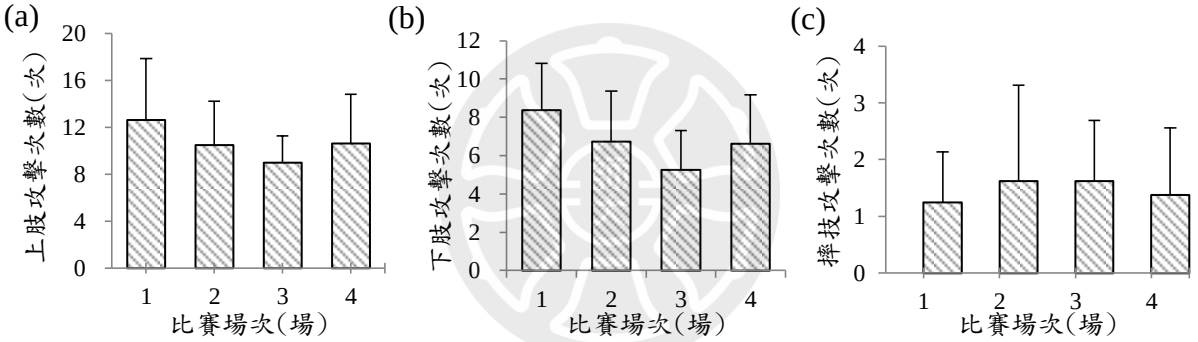
模擬對打各場次間(a)整體攻擊次數、(b)整體得分率及(c)整體得分次數的變化



註:圖中圖形顯示平均值±標準差。第一場(1)、第二場(2)、第三場(3)、第四場(4)。

圖 6.

模擬對打各場次間(a)上肢攻擊次數、(b)下肢攻擊次數及(c)摔技攻擊次數的變化



註:圖中圖形顯示平均值±標準差。第一場(1)、第二場(2)、第三場(3)、第四場(4)。

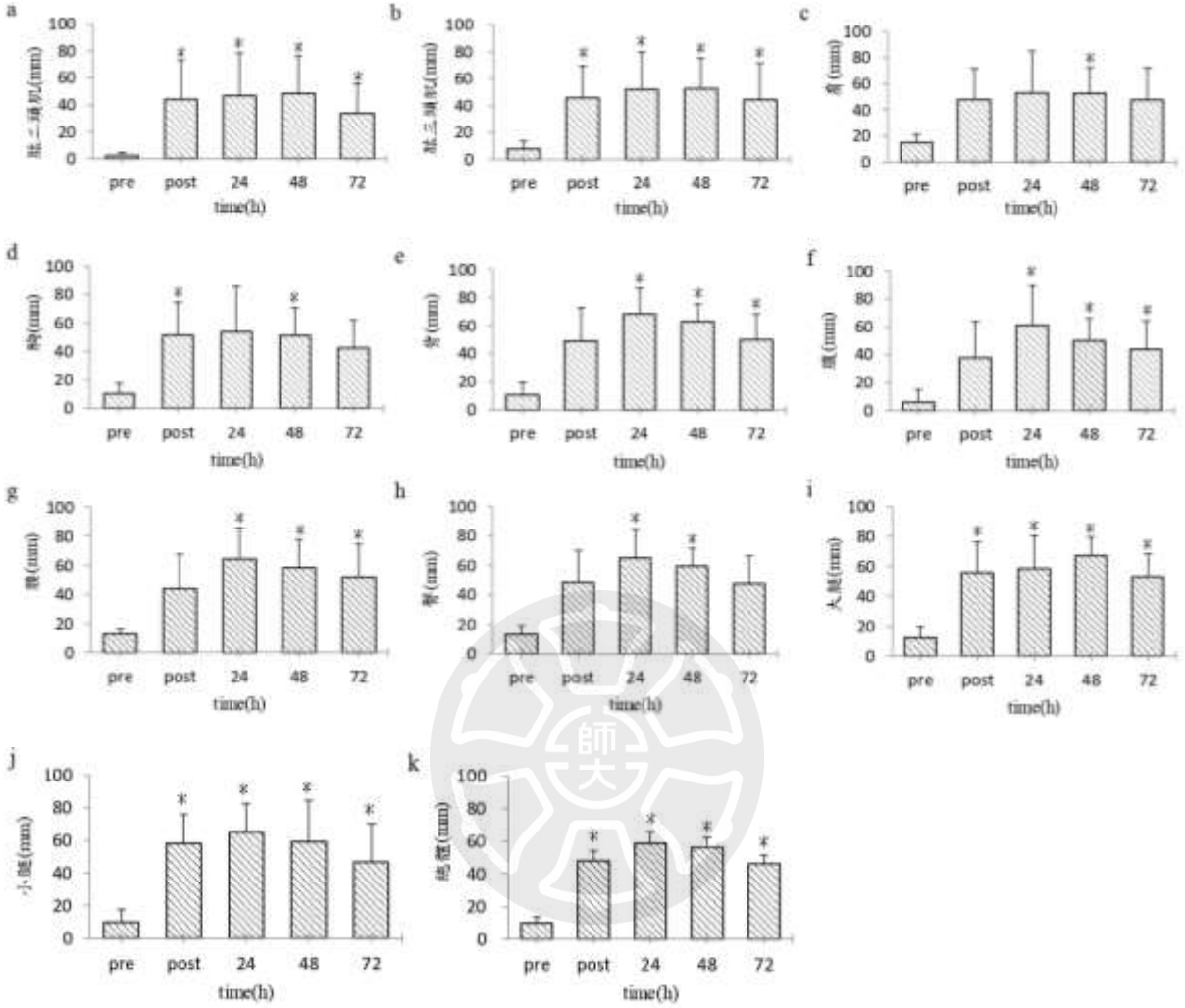
第二節 多場對打對比賽前後肌肉損傷指標之影響

一、延遲性肌肉酸痛(DOMs)

本研究結果發現總體平均的 DOMs 程度在對打後立即及 24、48、72 小時後出現顯著上升(p<0.5，**圖 7**)。其中肘屈肌群、肘伸肌群、大腿肌群及小腿肌群在對打後立即及 24、48、72 小時四個時間點都達顯著差異(p<0.5，**圖 7**)，在 72 小時後仍未恢復到基礎值的水平。背部肌群、腹部肌群及腰部肌群在對打後的 24、48、72 小時達顯著差異(p<0.5，**圖 7**)，在 72 小時後仍未恢復到基礎值的水平。而肩部肌群、胸部肌群及臀部肌群至少在對打後 48 小時達顯著差異(p<0.5，**圖 7**)，但在賽後 72 小時恢復到正常水平。

圖 7.

多場模擬對打前後延遲性肌肉酸痛程度的變化，(a)肘屈肌群、(b)肘伸肌群、(c)肩、(d)胸、(e)背、(f)腹、(g)腰、(h)臀、(i)大腿、(j)小腿、(k)整體肌肉酸痛加總平均總表



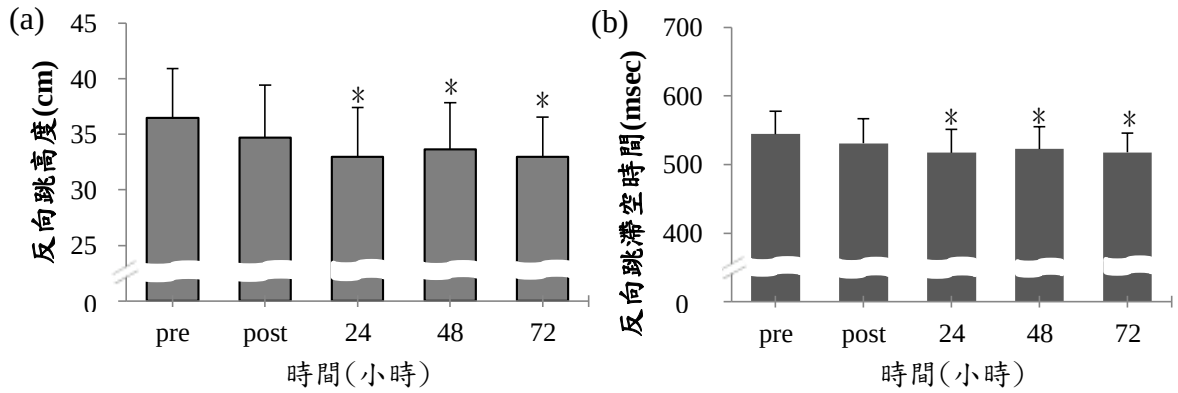
註:圖中圖形顯示平均值±標準差。前測(pre)、對打後 90 分鐘(post)、對打後 24 小時(24)、對打後 48 小時(48)、對打後 72 小時(72)。*p<.05，表示該時間點與前測相比達顯著差異。

二、反向跳(CMJ)

本研究結果發現在進行單日多場模擬對打會對反向跳表現產生影響。如**圖 8a** 所示在最後一場模擬對打結束後 24、 48、72 小時反向跳的跳躍高度與前測的結果相比達顯著差異(p<0.5，F=6.602，**圖 8a**)。與反向跳跳躍高度的結果相似，如**圖 8b** 所示，研究對象在最後一場模擬對打結束後 24、 48、72 小時反向跳的滯空時間與前測的結果相比達顯著差異，且在對打後 72 小時表現仍下降 9.62%(p<.005，F=6.452，**圖 8b**)。

圖 8.

單日多場模擬對打前後(a)反向跳跳躍高度及(b)滯空時間的變化



註:圖中圖形顯示平均值±標準差。前測(pre)、對打後 90 分鐘(post)、對打後 24 小時(24)、對打後 48 小時(48)、對打後 72 小時(72)。*p<.05，表示該時間點與前測相比達顯著差異。

三、上下肢的最大等速肌力(MVC)及速度發展率(RVD)

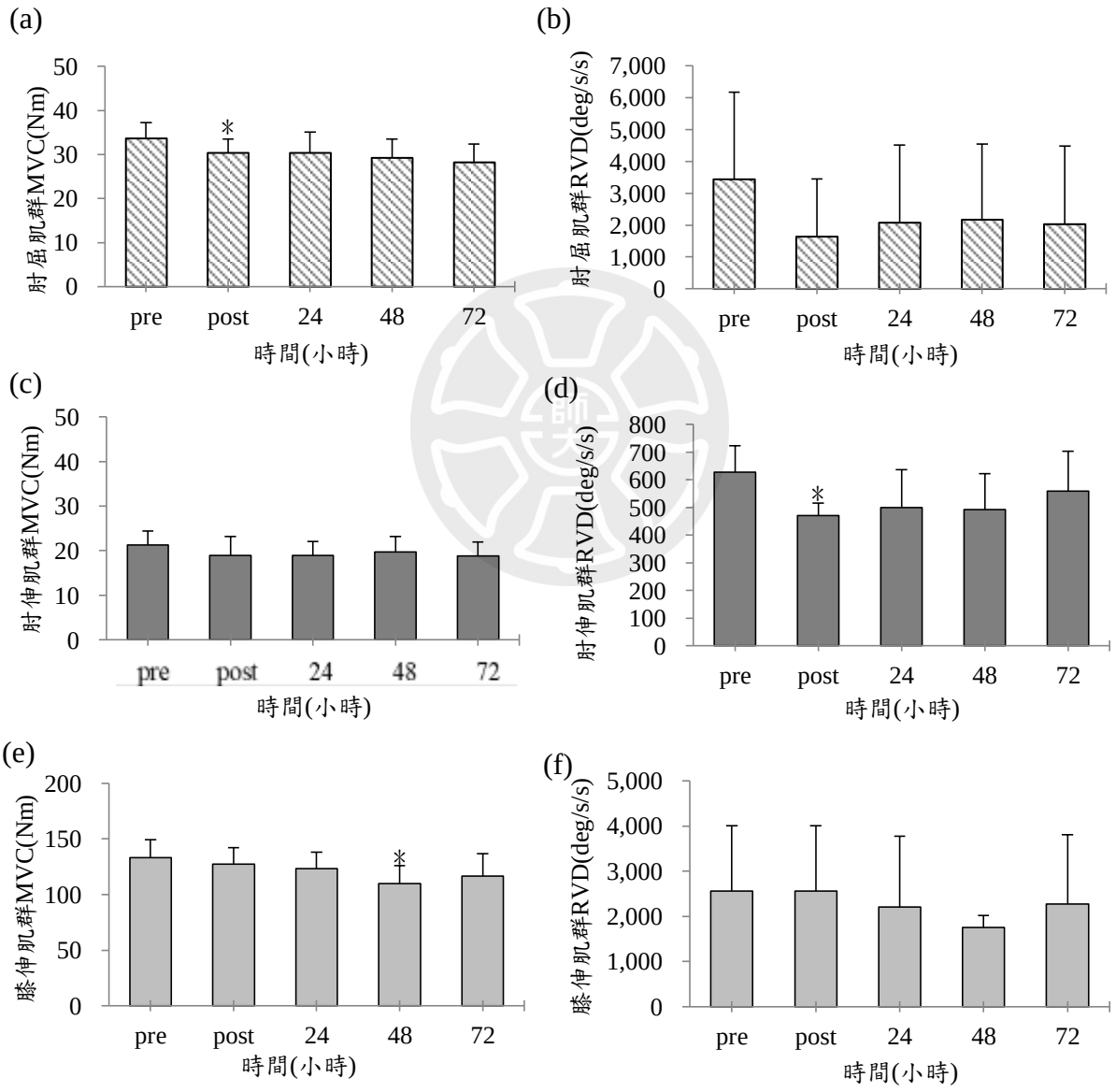
本研究結果發現在進行單日多場模擬對打會對上下肢的最大等速肌力(MVC)及速度發展率(RVD)表現產生影響。本研究數據顯示肘屈肌群之最大等速肌力在多場模擬對打後立即(post)及對打後 72 小時出現顯著下降(29.79±2.56Nm、27.59±4.38Nm 及 33.59±3.32Nm，p<0.5，**圖 9a**)，但在對打後 24、48 小時沒有顯著差異。而肘屈肌群等速向心運動的速度發展率(RVD)在模擬對打後四個時間點(post、24、48、72)都沒有顯著差異(p>0.5，**圖 9b**)。肘伸肌群 MVC 在多場模擬對打後立即(post)、24、48、72 小時後都沒有顯著差異(p>0.5，**圖 9c**)。肘伸肌群之 RVD 在多場模擬對打後立即(post)出現顯著下降(476.15±89.04，p<0.5，**圖 9d**)，但在對打後 24、48、72 小時並無觀察到顯著差異。

膝伸肌群MVC在多場模擬對打後立即(post)、24小時測得的表現與前測相比並無顯著差異，但在對打後48小觀察到MVC顯著下降(109.75±16.2Nm及133.1±16.43Nm，p<0.5，**圖9e**)並在對打後72小時恢復至基礎值水平。膝伸肌群RVD在多場模擬對打後立即(post)、24、48、72小時後等四個時間點都沒有顯著差異(p>0.5，**圖9f**)。與膝伸肌群MVC的結果相似，膝屈肌群MVC在多場模擬對打後立即(post)、24小時測得表現與前測相比並無顯著差異，但在對打後48小觀察到MVC顯著下降(73.94±16.2Nm及86.25±11.94Nm，p<0.5，

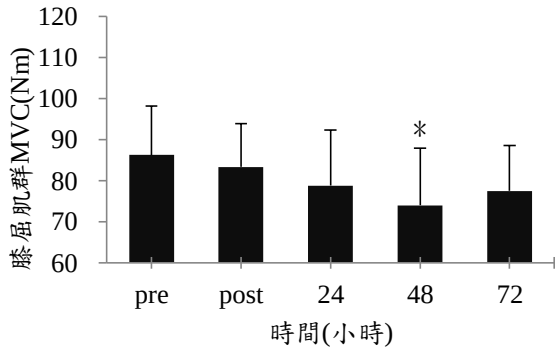
圖9g)並在對打後72小時恢復至基礎值水平。膝屈肌群RVD在多場模擬對打後立即(post)、24、48、72小時後等四個時間點都沒有顯著差異(p>0.5，**圖9h**)。

圖 9.

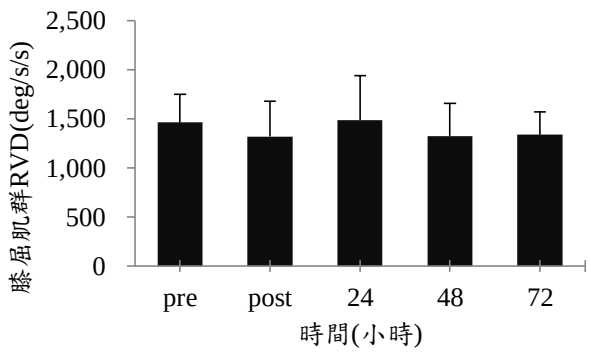
單日多場模擬對打前後(a)肘屈肌群等速向心肌力(MVC)、(b)肘屈肌群速度發展率(RVD)、(c)肘伸肌群等速向心肌力(MVC)、(d)肘伸肌群度發展率(RVD)、(e)膝伸肌群等速向心肌力(MVC)、(f)膝伸肌群速度發展率(RVD)、(g)膝屈肌群等速向心肌力(MVC)、(h) 膝屈肌群速度發展率(RVD)



(g)



(h)



註:圖中圖形顯示平均值±標準差。前測(pre)、對打後 90 分鐘(post)、對打後 24 小時(24)、48 小時(48)、72 小時(72)*p<.05，表示該時間點與前測相比達顯著差異。

第三節 單日多場對打對專項體能表現之影響

一、30 公尺衝刺

本研究結果發現在進行單日多場模擬對打並不會對 30 公尺衝刺表現產生影響。本研究數據顯示 30 公尺衝刺表現在多場模擬對打後立即(post)、 24、48、72 小時後都沒有顯著差異(p>0.5，**圖 10a)**。

二、30 公尺單腳跳

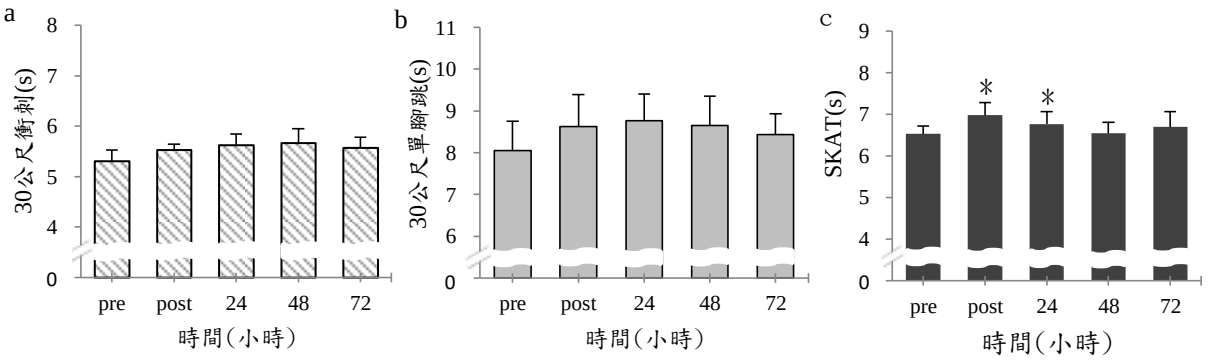
與衝刺表現結果相似，本研究結果發現在進行單日多場模擬對打並不會對 30 公尺單腳跳表現產生影響。本研究數據顯示 30 公尺單腳跳表現在多場模擬對打後立即(post)、24、48、72 小時後都沒有顯著差異(p>0.5，**圖 10b)**。

三、空手道敏捷測試(SKAT)

本研究結果發現進行單日多場模擬對打會對 SKAT 表現產生影響。研究數據顯示 SKAT 表現在多場模擬對打後立即(post)、24 小時測得的完成時間與前測相比達顯著上升(分別增加 6.89%及 3.52%，p<0.5，**圖 10c**)，即表現出現顯著下降，但在對打後 48 小時以後恢復至基礎值水平。

圖 10.

單日多場模擬對打前後(a)30 公尺衝刺、(b)30 公尺單腳跳、(c)空手道敏捷測試表現變化



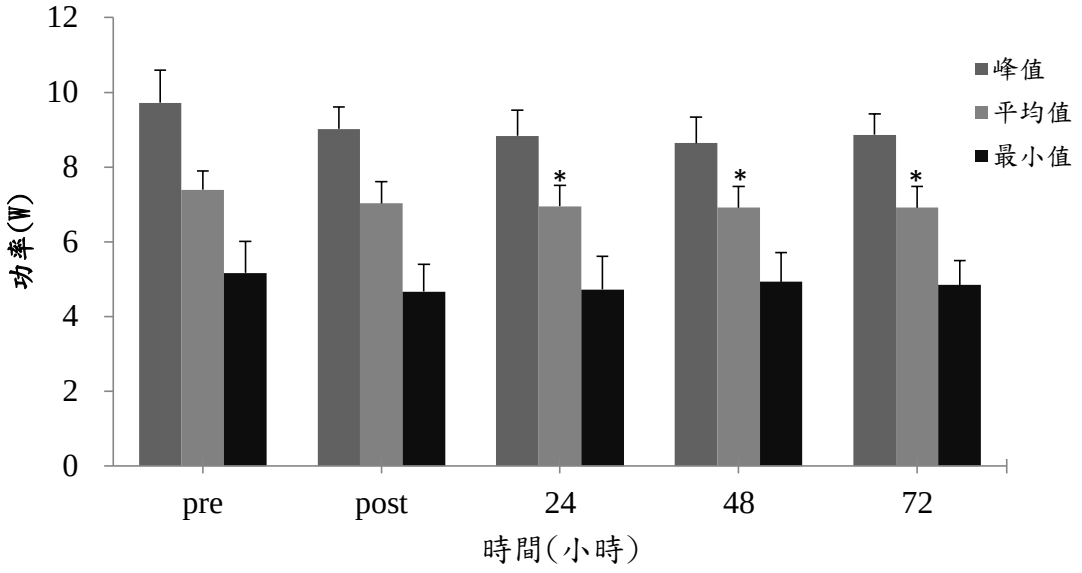
註:圖中圖形顯示平均值±標準差。前測(pre)、對打後 90 分鐘(post)、對打後 24 小時(24)、48 小時(48)、72 小時(72)，*p<.05，表示該時間點與前測相比達顯著差異。

四、溫蓋特無氧能力測試

本研究結果發現在進行單日多場模擬對打會對 30 秒下肢溫蓋特無氧能力測試表現產生影響。研究數據顯示在進行 30 秒腳踏車衝刺期間的峰值功率及最小值功率在多場模擬對打後立即(post)、 24、48、72 小時後都沒有顯著差異(p>0.5，**圖 11**)。而 30 秒腳踏車衝刺期間平均功率在多場模擬對打後立即與前測數值相比並無顯著差異，但在對打後 24、48、72 小時都出現顯著下降(p<0.5，**圖 11**)。研究數據顯示在進行 30 秒腳踏車衝刺期間疲勞指數(FI)在多場模擬對打後立即(post)、 24、48、72 小時後都沒有顯著差異(p>0.5，**圖 12**)

圖 11.

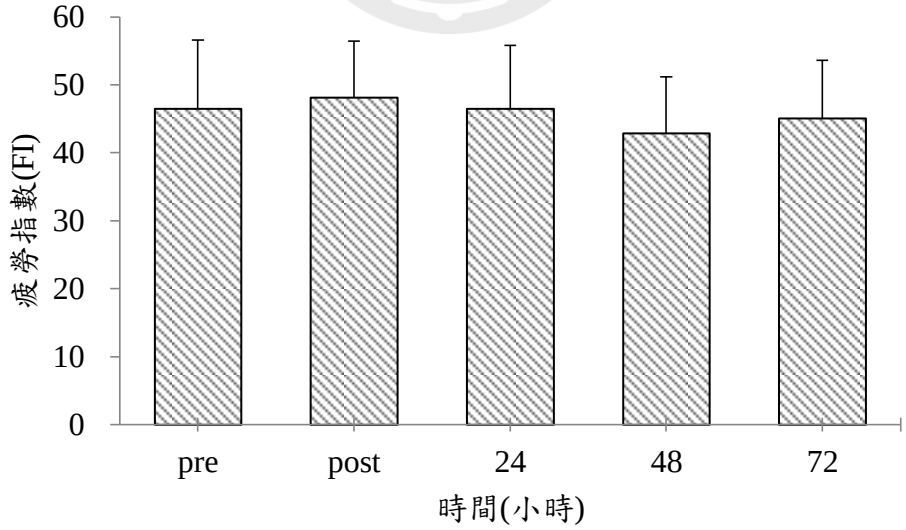
多場對打對下肢無氧溫蓋特測試表現的影響



註:圖中圖形顯示平均值±標準差。前測(pre)、對打後1小時(post)、對打後24小時(24)、對打後48小時(48)、對打後72小時(72)，*p<.05，表示該時間點與前測相比達顯著差異。

圖 12.

多場對打對下肢無氧溫蓋特測試疲勞指數的影響



註:圖中圖形顯示平均值±標準差。前測(pre)、對打後1小時(post)、對打後24小時(24)、對打後48小時(48)、對打後72小時(72)*p<.05，表示該時間點與前測相比達顯著差異。

第伍章 討論

本章為討論部分，主要分為三節進行呈現。第一節為單日多場比賽間生理變化之討論。第二節為單日多場模擬對打期間下肢爆發力及攻擊表現變化之討論。第三節為單日多場模擬對打前後肌肉損傷指標變化之討論。第四節為單日多場模擬對打前後專項體能表現變化之討論。

第一節 單日多場模擬對打期間生理變化之討論

過去研究證實單日多場比賽會使血乳酸濃度、心跳率及 RPE 上升，並使選手感到生理疲勞(鐘昱凱等，2019；Bonitch-Domínguez et al., 2010; Barbas et al., 2011; Andreato et al., 2015a)。本研究發現在進行單日四場 3 分鐘、每場次間休息 10 分鐘的空手道模擬對打期間血乳酸濃度雖然在每場模擬對打後立即都會上升，平均值也是隨比賽場次上升並在第三場結束後立即平均值達到峰值(14.94mmol/L)，在第四場比賽後立即平均值降至 11.55mmol/L，但在對打場次間並沒有發現血乳酸濃度的顯著差異。與鐘昱凱等人在 2019 年的研究結果有所差異，在該篇研究發現單日多場比賽期間血乳酸濃度會隨比賽的場數增加而上升。而血乳酸濃度的數值與鐘昱凱等（2019)及 Bonitch-Domínguez 等（2010）的研究結果相似(14.94、14.3 及 14.9 mmol/L)（鐘昱凱等，2019；Bonitch-Domínguez et al., 2010)，顯示無糖酵解的作用提高，能使 ATP 再度生成以提供能量給高強度運動。但在 Bonitch-Domínguez 等（2012）同樣針對柔道的研究中，血乳酸濃度峰值在第一場後立即出現，血乳酸濃度為 18.12 mmol/L，較本研究中血乳酸濃度的峰值高出許多(Bonitch-Domínguez et al., 2012)。由於 Bonitch-Domínguez 等（2010）及鐘昱凱等，2019 實驗設計相似且一樣是取指尖血，目前暫不能解釋造成差異的原因。與 Andreato 等(2018)的研究結果相似，血乳酸濃度雖然在每場模擬對打後立即都會上升，但在對打場次間並沒有發現血乳酸濃度的顯著差異。而 Bonitch 等（2010、2012)的研究及 Bridge 等（2018)研究中，第四場模擬比賽後立即的血乳酸濃度與第一場相比出現顯著下降，

與本研究結果並不一致(Bridge et al., 2018)，造成此差異的原因可能為性別差異及主要能量代謝比率不同使比賽強度不同所導致(Chaabene et al., 2012; Hafen & Vehrs, 2018)，顯示在模擬對打第一到第三場期間，受試者體內在一系列攻防後受到刺激的影響，可能使體內兒茶酚胺(catecholamine)濃度提高並增加糖酵解作用與乳酸產生，使血乳酸濃度隨場次而上升(Urhausen et al., 1994)，此與 Bridge 等人在 2009 年的研究結果相似(Bridg et al., 2009)。到了第四場的模擬對打期間，由於疲勞及血乳酸的推積使受試者在對打前有較高的 RPE，影響肌肉收縮並降低糖酵解及 ATP 生成的速度(Bangsbo et al., 1996)，使第四場友誼對期間血乳酸濃度的上升幅度下降，此現象在 Andreato 等(2015a)亦有觀察到(Andreato et al., 2015a)。在模擬對打後 90 分鐘血乳酸濃度回復到正常水平，顯示當無氧糖酵解的需求下降，血乳酸濃度便會下降，這與鐘昱凱等人的研究結果相似。

與過去的研究結果相似，本研究發現在進行單日多場空手道模擬對打期間，每場對打期間平均心跳率都出現顯著上升，但在場次間並無顯著差異。本研究的平均心跳率數值為 176-177bpm，達 90%HRmax 以上，此結果符合過去平均心跳率範圍之研究結果(175-187bpm)。本研究的平均最大心跳率峰值出現在第四場期間(197bpm)，此結果符合過去最大心跳率範圍之研究結果(189-200bpm)（鐘昱凱等，2019；Bridge et al., 2009; Bridge et al., 2018)。結果說明平均心跳率與血乳酸相互對應，顯示四場模擬比賽的強度並沒有出現顯著差異。

與過去的研究結果相似，本研究發現在單日多場空手道模擬對打期間，每場對打後 RPE 都出現顯著上升。每場對打前的 RPE 平均值從 9.1 上升到 11.6，且第四場前顯著高於第一場前。每場對打後立即的 RPE 從 14.2 上升至 16.1，但場次間並無顯著差異。本研究中 RPE 的值高於鐘昱凱等 (2019)及 Chiodo 等 (2011)的研究(鐘昱凱等，2019；Chiodo et al., 2011)，說明以現時的空手道對打規則，受試者在賽後出現較高的感知運動強度。

以上三項生理指標的數據都證明，空手道對打友誼比賽是高強度的劇烈運動。在每

一場模擬對打期間，受到模擬對打的刺激，高強度運動令能量需求上升研究對象平均心跳率亦隨之上升並達 90%HRmax 以上，血乳酸濃度上升並在第三場對打後達峰值(14.94mmol/L)。單日多場高強度的對打亦會使研究對象 RPE 上升，由於前三場的疲勞堆積，第四場對打前 RPE 顯著高於第一場前。

第二節 單日多場模擬對打期間下肢爆發力及攻擊表現變化之討論

本研究結果發現在進行單日四場 3 分鐘、場次間休息 10 分鐘空手道模擬對打期間，每場比賽的持續時間為 249.15±31.7 秒，結果稍低於 Beneke 等(2004)研究中的 267 秒(Beneke et al., 2004)。而每一場對打後立即測得的反向跳的高度、滯空時間並無顯著差異。這與 Detanico 等(2016)在單日四場的模擬賽後的結果相似(Detanico et al., 2016)。但與另外三篇文獻結果較不一致。單日進行五場(一場 2 分鐘，中間休息 10 分鐘)角力模擬比賽期間，反向跳躍高度在第四場模擬比賽後立即出現顯著下降(Barbas et al., 2011)。單日進行三場(一場 5 分鐘，中間休息 15 分鐘)的柔道模擬比賽期間，反向跳躍高度在第二場模擬比賽後立即出現顯著下降(Detanico et al., 2015)。單日進行 3 場(一場 7 分鐘，中間休息 14 分鐘的巴西柔術模擬比賽期間，反向跳躍高度在第二、三場模擬比賽後立即出現顯著下降(Detanico et al., 2017)。此三篇研究中研究對象的運動項目皆屬身體接觸時間較長，肌肉保持等長收縮時間較長的項目，但是否因而使選手產生較大程度的疲勞需要更進一步的探討。此外，雖然在本研究中下肢爆發力在場次間並無顯著差異，但在第一、三及四場後立即反向跳的平均值比前測數值高，這與 Chiodo 等(2011)的研究結果相似，可能原因為神經肌肉的活化(Chiodo et al., 2011)。

本研究記錄了單日多場模擬對打期間攻擊次數及得分表現的變化，並發現每一場的得分率、攻擊次數及得分次數在場次間沒有顯著的變化。本研究發現一場持續時間為 3 分鐘的空手道比賽中，每場的平均攻擊次數範圍落在 15-22 次、得分率範圍落在 8–11%。本研究是第一篇記錄空手道對打比賽期間的得分率的文章，過去研究曾經分析跆拳道及巴西柔術在單日多場比賽期間技術有效得分的狀況。Detanico 等(2016)的研究中記錄了

單日四場 2 分鐘跆拳道模擬比賽期間每一場的踢擊次數、技術多樣性及得分率，但並未觀察到場次間的差異，而每場平均攻擊次數範圍落在 15-20 次、四場平均得分率為 11.6%(稍高於本研究的 10.32%)(Detanico et al., 2016)。Andreato 等(2015)記錄了單日四場 10 分鐘巴西柔術模擬比賽期間各種技術的得分率，雖然觀察到最後一場模擬賽中出現效率得分的次數較其他場次多，但整體得分率及技術多樣性並未觀察到顯著差異(Andreato et al., 2015b)。技術種類方面，上肢在各場的平均攻擊次數為 10.7 次、下肢在各場的平均攻擊次數為 6.8 次、在各場的平均摔技攻擊次數為 1.5 次，且三種不同類型的攻擊次數在場次間皆無顯著差異。可見空手道選手較常在對打中使用上肢的一分攻擊技術，這與 Koropanovski 等(2008)的研究結果相似(Koropanovski et al, 2008)。

第三節 單日多場模擬對打前後肌肉損傷指標變化之討論

在過去的研究顯示，技擊性運動項目可能造成的肌肉損傷比一般運動項目高(李後政、呂學冠，2005)，而評估肌肉損傷的程度及隨時間的變化最常用及最有效的方法便是直接測量肌肉酸痛程度及肌肉的功能(如肌肉力量及爆發力)(Warren et al., 1999)。而運動所致的肌肉損傷會透過肌節結構破壞、興奮-收縮偶合受損、優先肌纖維受損及肌肉代謝受損等影響肌肉的功能 (Byrne et al., 2004) 。本研究記錄了研究對象在單日多場對打後 1、24、48、72 小時後肌肉酸痛、反向跳表現及最大等速向心肌力及速度發展率的變化，發現研究對象的肱二頭、肱三頭、背闊肌、腹部肌群、腰方肌、大腿肌群及小腿肌群在單日多場對打後肌肉酸痛會顯注上升，並持續到對打後 72 小時仍未恢復至正常水平。在 CMJ 的表現中，雖然對打後 1 小時平均值較前測結果低(34.6±4.72 與 36.47±4.44)，但並未觀察到表現的變化，但在對打後第 1-3 天出現顯著的繼發性表現下降。這與下肢 DOMs 的表現一致，說明下肢爆發力受單日多場高強度模擬對打所產生肌肉損傷的影響。肌肉損傷所造成的肌肉功能下降是立即的，而恢復過程是逐漸並持久的(Cleak& Eston, 1992)。而在上肢最大等速向心肌力的表現中，肘屈肌群 MVC 似乎較受單日多場對打的影響，在對打結束後立即觀察到顯著的表現下降 11.31%，在對打後的第一及第二天稍為回復後，在第三天表現依然顯著比前測低 17.86%。其中可能原因為研究對象在模擬

對打中使用較多上肢的攻擊技術，說明研究對象在單日多場對打後產生運動所致的肌肉損傷。但肘屈肌群的 RVD 在對打後雖然顯著降低，但並沒有產生顯著影響。另外，肘伸肌群 RVD 受多場對打影響在對打後立即下降 23.5%，但在對打後一天回復至正常水平，MVC 則沒有產生顯著變化。而膝伸肌及屈肌群 MVC 受多場對打的影響分別在對打後 48 小時下降 17.54%及 14.27%，在其他時間點都沒有顯著差異。

第四節 單日多場模擬對打前後專項體能表現的變化

在本研究中，單日四場的空手道模擬對打似乎沒有產生影響下肢爆發力表現的肌肉損傷，研究對象在對打後各時間點所測得的 30 公尺衝刺及 30 公尺單腳跳表現並沒有顯著差異。但是，從 SKAT 數據可觀察到單日多場對打會使對打後立即及對後 24 小時 SKAT 表現下降，並在對打後 48 小時恢復正常水平。另外以肌肉損傷指標去對應 SKAT 表現的結果，我們觀察到 SKAT 的表現下降只持續到對打後 24 小時，這與下肢肌肉損傷的結果不一致、因研究結果顯示下肢肌肉損傷在 24-48 小時出現，但此時 SKAT 的表現已經恢復。其可能原因為雖然 SKAT 具有良好偵測微小表現變化的能力(Ben et al., 2022)，但由於整個測試的總時間包含接受刺激並作出反應的時間、完成空手道動作的時間，向不同方向移動的時間及改變方向並向另一方向加速移動的時間等，較難區分出單日多場對打實際對哪一項的表現產生影響。

除了爆發力及敏捷能力等測試，本研究也進行了下肢無氧動力的表現測試，在 30 秒下肢溫蓋特腳踏車測試的前測中測得的數值分別為峰值功率 9.72±0.87W、平均功率 7.39±0.5W 及最小功率 5.16±0.85W。可見本研究的參與者體能水平符合精英選手水平級別(Chaabène et al., 2012)。而受單日多場對打比賽的影響，溫蓋特測試的平均功率在對打後 24、48 及 72 小時都顯著下降(分別下降 5.95%、6.5%及 6.5%)，其可能原因為肌肉損傷使生理反應(如血乳酸)上升，影響肌肉收縮的效率(Byrne et al., 2004)。但由於下肢肌肉損傷的結果顯示，下肢肌肉功能下降只出現在模擬比賽後的 48 小時，因此肌肉損傷並不足夠解釋連續三天平均功率的下降，而其他導致下肢無氧動力下降的原因暫時尚

未清楚，需要進行進一步的探討。

第五節 結論與建議

本研究發現單日多場對打會使對打期間血乳酸濃度、心跳率上升，並在其後造成選手的肌肉損傷。但大部分肌肉損傷持續的時間並不長，並不能完全以肌肉損傷去解釋爆發力、敏捷度及無氧表現的下降。因此單日多場對打對空手道選手賽後造成影響的其他原因需要進行更進一步的探討。

本研究在進行對打後一到三天肌肉損傷指標及體能表現的追蹤時，並沒有監測血液中生理指標的變化，未來研究可以加入血液中肌肉損傷指標的監測，進一步釐清單日多場打對肌肉損傷程度的影響。且未來研究在選擇要測量的表現指標時，可監測反應時間等與空手道運動特性更貼切的指標。如在測試最大等速向心肌力選用較快角速度進行測量。

參考文獻

王興、司虎克(2003)。體能訓練理論與實踐科學化探索。*中國體育教練員*，(1)，8-10。

鄭安城、林正常(1994)。馬達驅動式恢復對激烈運動後生理反應之影響。*體育學報*，(18)，219-229。https://doi.org/10.6222/pej.0018.199412.3420

朱慧銘、寧玉麟(2007)。空手道選手攻擊動作型態分析－以 2006 年世界大學空手道錦標賽男子輕量級選手為例。*北體學報*，(15)，299-311。https://doi.org/10.6167/TPEC/2007.15.27

李後政、呂學冠(2005)。技擊運動員過氧化傷害之研究：以跆拳道為例。大專體育學術專刊，()，616-623。https://doi.org/10.6695/AUES.200505_94.0062

林明儒、林正常(2012)。下坡跑引起肌肉損傷對膝伸肌群速度發展率的影響。*文化體育學刊*，()，61-71。https://doi.org/10.6634/JPSS-CCU.201212.15.06

游仟瑜、蔡忠昌(2016)。高中男女跆拳道選手動態平衡雙腳差異之分析。*彰化師大體育學報*，(15)，43-52。https://www.airitilibrary.com/Article/Detail?DocID=18145167-201611-201804270031-201804270031-43-52

鄭安城、林正常(1994)。馬達驅動式恢復對激烈運動後生理反應之影響。*體育學報*，(18)，219-229。https://doi.org/10.6222/pej.0018.199412.3420

鐘昱凱、吳燕妮、王順正和何承訓(2019)。單日兩場模擬比賽對優秀跆拳道選手心跳率與血乳酸之影響。*跆拳道學刊*，(6)，1-16。https://doi.org/10.3966/251969952019120006001

蘇錦雀(2020)。從歷屆奧運會海報探討運動競技場上的性別差異問題。*運動管理*，(50)，2-20。https://www.airitilibrary.com/Article/Detail?DocID=18148972-202010-202009260014-202009260014-2-20

Andreato, L. V., Julio, U. F., Panissa, V. L., Esteves, J. V., Hardt, F., de Moraes, S. M., de Souza, C. O., & Franchini, E. (2015a). Brazilian jiu-jitsu simulated competition part I:

metabolic, hormonal, cellular damage, and heart rate responses. *Journal of strength and conditioning research*, *29*(9), 2538–2549. https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000918

Andreato, L. V., Julio, U. F., Gonçalves Panissa, V. L., Del Conti Esteves, J. V., Hardt, F., Franzói de Moraes, S. M., Oliveira de Souza, C., & Franchini, E. (2015b). Brazilian jiu-jitsu simulated competition part II: physical performance, time-motion, technical-tactical analyses, and perceptual responses. *Journal of strength and conditioning research*, *29*(7), 2015–2025. https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000819

Bar-Or, O. (1987). The Wingate anaerobic test an update on methodology, reliability and validity. *Sports Medicine*, *4*, 381-394. https://doi.org/10.2165/00007256-198704060-00001

Bangsbo, J., Madsen, K., Kiens, B., & Richter, E. A. (1996). Effect of muscle acidity on muscle metabolism and fatigue during intense exercise in man. *The Journal of physiology*, *495*(2), 587–596. https://doi.org/10.1113/jphysiol.1996.sp021618

Barbas, I., Fatouros, I. G., Douroudos, I. I., Chatzinikolaou, A., Michailidis, Y., Draganidis,D., Jamurtas, A. Z., Nikolaidis, M. G., Parotsidis, C., Theodorou, A. A., Katrabasas, I., Margonis, K., Papassotiriou, I., & Taxildaris, K. (2011). Physiological and performance adaptations of elite Greco-Roman wrestlers during a one-day tournament. *European journal of applied physiology*, *111*(7), 1421–1436. https://doi.org/10.1007/s00421-010-1761-7

Beneke, R., Beyer, T., Jachner, C., Erasmus, J., & Hütler, M. (2004). Energetics of karate kumite. *European journal of applied physiology*, *92*(4), 518–523. https://doi.org/10.1007/s00421-004-1073-x

Ben Hassen, S., Negra, Y., Uthoff, A., Chtara, M., & Jarraya, M. (2022). Reliability, validity, and sensitivity of a specific agility test and its relationship with physical fitness in karate athletes. *Frontiers in physiology*, *13*. https://doi.org/10.3389/fphys.2022.841498

Blažević, S., Katić, R. i Popović, D. (2006). The effect of motor abilities on karate performance. *Collegium antropologicum*, *30*(2), 327–333. https://hrcak.srce.hr/4245

Bonitch-Domínguez, J., Bonitch-Góngora, J., Padial, P., & Feriche, B. (2010). Changes in

peak leg power induced by successive judo bouts and their relationship to lactate production. *Journal of sports sciences*, *28*(14), 1527–1534. https://doi.org/10.1080/02640414.2010.512641

Bonitch-Góngora, J. G., Bonitch-Domínguez, J. G., Padial, P., & Feriche, B. (2012). The effect of lactate concentration on the handgrip strength during judo bouts. *Journal of strength and conditioning research*, *26*(7), 1863–1871. https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318238ebac

Bridge, C. A., Jones, M. A, & Drust, B. (2009). Physiological responses and perceived exertion during international Taekwondo competition. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *4*(4), 485-493. https://doi.org/10.1123/ijspp.4.4.485

Bridge, C. A., Sparks, A. S., McNaughton, L. R., Close, G. L., Hausen, M., Gurgel, J., & Drust, B. (2018). Repeated exposure to taekwondo combat modulates the physiological and hormonal responses to subsequent bouts and recovery periods. *Journal of strength and conditioning research*, *32*(9), 2529–2541. https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002591

Byrne, C., Twist, C., & Eston, R. (2004). Neuromuscular function after exercise-induced muscle damage: theoretical and applied implications. *Sports medicine*, *34*, 49-69. https://doi.org/10.2165/00007256-200434010-00005

Chen, T. C., Lin, K. Y., Chen, H. L., Lin, M. J., & Nosaka, K. (2011). Comparison in eccentric exercise-induced muscle damage among four limb muscles. *European journal of applied physiology*, *111*, 211-223. https://doi.org/10.1007/s00421-010-1648-7

Chiodo, S., Tessitore, A., Cortis, C., Lupo, C., Ammendolia, A., Iona, T., & Capranica, L. (2011). Effects of official Taekwondo competitions on all-out performances of elite athletes. *Journal of strength and conditioning research*, *25*(2), 334–339. https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182027288

Chaabène, H., Hachana, Y., Franchini, E., Mkaouer, B., & Chamari, K. (2012). Physical and physiological profile of elite karate athletes. *Sports medicine*, *42*(10), 829–843. https://doi.org/10.1007/BF03262297

Chaabène, H., Hachana, Y., Franchini, E., Tabben, M., Mkaouer, B., Negra, Y., Hammami,M.,

& Chamari, K. (2015). Criterion Related Validity of Karate Specific Aerobic Test (KSAT). *Asian journal of sports medicine*, *6*(3). https://doi.org/10.5812/asjsm.23807

Cleak, M. J., & Eston, R. G. (1992). Muscle soreness, swelling, stiffness and strength loss after intense eccentric exercise. *British journal of sports medicine*, *26*(4), 267-272. https://doi.org/10.1136/bjsm.26.4.267

Detanico, D., Dal Pupo, J., Franchini, E., & Dos Santos, S. G. (2015). Effects of successive judo matches on fatigue and muscle damage markers. *Journal of strength and conditioning research*, *29*(4), 1010–1016. https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000746

Detanico, Daniele & Librizzi, Nicole & Athayde, Marina. (2016). Effects of a songahm taekwondo tournament on vertical jump And technical-tactical performance in athletes of the brazilian national team. *Human Movement*, *17*(3), 162-167. https://doi.org/10.1515/humo-2016-0020

Detanico, D., Dellagrana, R. A., Athayde, M. S., Kons, R. L., & Góes, A. (2017). Effect of a Brazilian Jiu-jitsu-simulated tournament on strength parameters and perceptual responses. *Sports biomechanics*, *16*(1), 115–126. https://doi.org/10.1080/14763141.2016.1206143

Doria, C., Veicsteinas, A., Limonta, E., Maggioni, M. A., Aschieri, P., Eusebi, F., ... & Pietrangelo, T. (2009). Energetics of karate (kata and kumite techniques) in top-level athletes. *European journal of applied physiology*, *107*(5), 603. https://doi.org/10.1007/s00421-009-1154-y

Gstöttner, M., Neher, A., Scholtz, A., Millonig, M., Lembert, S., & Raschner, C. (2009). Balance ability and muscle response of the preferred and nonpreferred leg in soccer players. *Motor control*, *13*(2), 218-231. https://doi.org/10.1123/mcj.13.2.218

Hafen, P. S., & Vehrs, P. R. (2018). Sex-Related Differences in the Maximal Lactate Steady State. *Sports*, *6*(4), 154. https://doi.org/10.3390/sports6040154

Kabadayı, M., Karadeniz, S., Yılmaz, A. K., Karaduman, E., Bostancı, Ö., Akyildiz, Z., Clemente, F. M., & Silva, A. F. (2022). Effects of Core Training in Physical Fitness of Youth Karate Athletes: A Controlled Study Design. *International journal of*

environmental research and public health, *19*(10). https://doi.org/10.3390/ijerph19105816

Koropanovski, N., Dopsaj, M., & Jovanović, S. (2008). Characteristics of pointing actions of t op male competitors in karate at world and european level. *Brazilian Journal of Biomotricity, 2*, 241-251.

Koropanovski, N., Berjan, B., Bozic, P., Pazin, N., Sanader, A., Jovanovic, S., & Jaric, S. (2011). Anthropometric and physical performance profiles of elite karate kumite and kata competitors. *Journal of human kinetics*, *30*(2011), 107-114.

Kraemer, W. J., Fry, A. C., Rubin, M. R., Triplett-McBride, T., Gordon, S. E., Koziris, L. P., Lynch, J. M., Volek, J. S., Meuffels, D. E., Newton, R. U., & Fleck, S. J. (2001). Physiological and performance responses to tournament wrestling. *Medicine and science in sports and exercise*, *33*(8), 1367–1378. https://doi.org/10.1097/00005768-200108000-00019

Martinez-de-Quel, O., Alegre, L. M., Castillo-García, A., & Ayán, C. (2021). Anthropometric and fitness normative values for young karatekas. *Biology of sport*, *38*(3), 351–357. https://doi.org/10.5114/biolsport.2021.99324

Myers, B. A., Jenkins, W. L., Killian, C., & Rundquist, P. (2014). Normative data for hop tests in high school and collegiate basketball and soccer players. *International journal of sports physical therapy*, *9*(5), 596–603.

Ojeda-Aravena, A., Herrera-Valenzuela, T., Valdés-Badilla, P., Martín, E. B.-S., Cancino-López, J., Gallardo, J. A., Zapata-Bastías, J., & García-García, J. M. (2021). Effects of High-Intensity Interval Training With Specific Techniques on Jumping Ability and Change of Direction Speed in Karate Athletes: An Inter-individual Analysis [Brief Research Report]. *Frontiers in physiology*, *12*. https://doi.org/10.3389/fphys.2021.769267

Pilz-Burstein, R., Ashkenazi, Y., Yaakobovitz, Y., Cohen, Y., Zigel, L., Nemet, D., Shamash, N., & Eliakim, A. (2010). Hormonal response to Taekwondo fighting simulation in elite adolescent athletes. *European journal of applied physiology*, *110*(6), 1283–1290. https://doi.org/10.1007/s00421-010-1612-6

Przybylski, P., Janiak, A., Szewczyk, P., Wieliński, D., & Domaszewska, K. (2021).

Morphological and Motor Fitness Determinants of Shotokan Karate Performance. *International journal of environmental research and public health*, *18*(9). https://doi.org/10.3390/ijerph18094423

Ravier, G., Grappe, F., & Rouillon, J. D. (2004). Application of force-velocity cycle ergometer test and vertical jump tests in the functional assessment of karate competitor. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, *44*(4), 349–355.

Ravier, G., Dugué, B., Grappe, F., & Rouillon, J. D. (2006). Maximal accumulated oxygen deficit and blood responses of ammonia, lactate and pH after anaerobic test: a comparison between international and national elite karate athletes. *International journal of sports medicine*, *27*(10), 810–817. https://doi.org/10.1055/s-2005-872965

Osamu Sawaji. (2020). Karate-Strengthening mind and body. Public Relations Office, Government of Japan. https://www.gov-online.go.jp/eng/publicity/book/hlj/html/202006/202006_05_en.html

Sellwood, K. L., Brukner, P., Williams, D., Nicol, A., & Hinman, R. (2007). Ice-water immersion and delayed-onset muscle soreness: a randomised controlled trial. *British journal of sports medicine*, *41*(6), 392–397. https://doi.org/10.1136/bjsm.2006.033985

Shirai, T., Myoenzono, K., Kawai, E., Yamauchi, Y., Suzuki, K., Maeda, S., Takagi, H., & Takemasa, T. (2023). Effects of maslinic acid supplementation on exercise-induced inflammation and oxidative stress in water polo athletes: A randomized, double-blind, crossover, and placebo-controlled trial. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, *20*(1), 2239196. https://doi.org/10.1080/15502783.2023.2239196

Silva, J. R., Ascensão, A., Marques, F., Seabra, A., Rebelo, A., & Magalhães, J. (2013). Neuromuscular function, hormonal and redox status and muscle damage of professional soccer players after a high-level competitive match. *European journal of applied physiology*, *113*, 2193-2201. https://doi.org/10.1007/s00421-013-2633-8

Tabben, M., Sioud, R., Haddad, M., Franchini, E., Chaouachi, A., Coquart, J. & Tourny-Chollet, C. (2013). Physiological and perceived exertion responses during international karate kumite competition. *Asian journal of sports medicine*, *4*(4), 263. https://doi.org/10.5812/asjsm.34246

Ueda, T., & Kurokawa, T. (1995). Relationships between perceived exertion and physiological

variables during swimming. *International journal of sports medicine*, *16*(6), 385-389. https://doi.org/10.1055/s-2007-973025

Urhausen, A., Weiler, B., Coen, B., & Kindermann, W. (1994). Plasma catecholamines during endurance exercise of different intensities as related to the individual anaerobic threshold. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, *69*(1), 16–20. https://doi.org/10.1007/BF00867921

Vieira, A., Ribeiro, G. L., Macedo, V., de Araújo Rocha Junior, V., Baptista, R. S., Gonçalves, C., Cunha, R., & Tufano, J. (2023). Evidence of validity and reliability of Jumpo 2 and MyJump 2 for estimating vertical jump variables. *PeerJ*, *11*. https://doi.org/10.7717/peerj.14558

Warren, G. L., Lowe, D. A., & Armstrong, R. B. (1999). Measurement tools used in the study of eccentric contraction-induced injury. *Sports medicine*, *27*, 43-59. https://doi.org/10.2165/00007256-199927010-00004

Wong, T. L., Huang, C. F., & Chen, P. C. (2020). Effects of lower extremity muscle fatigue on knee loading during a forward drop jump to a vertical jump in female Athletes. *Journal of human kinetics*, *72*, 5–13. https://doi.org/10.2478/hukin-2019-0122

World Karate Federation. (2023, January 1). Karate competition rules. https://www.wkf.net/pdf/WKF_Para_Karate_Competition_Rules_2023.pdf

附錄

附件 1. 研究參與者知情同意書

編號	NTNU-Form-05-3-1
日期	2023.06.16
頁數	1 of 4

國立臺灣師範大學研究倫理審查委員會

研究參與者知情同意書

計畫名稱：單日多場對打對大專女子空手道選手肌肉損傷及專項體能表現的影響

研究機構名稱：國立臺灣師範大學體育與運動科學系

經費來源：自費

計畫主持人：方文慧　　職稱：研究生

共(協)同主持人：王宏豪　　職稱：助理教授

※研究計畫聯絡人：方文慧　　電話：0902291213

1. 研究背景與目的：

本計劃目的在於針對大專女子空手道選手於單天進行多場友誼對打期間生理參數及技術表現的變化、及參與多場對打後對其肌肉損傷及專項體能運動表現所產生的影響進行系統性探討及比較，監測受試者在每場比賽期間的運動強度及恢復狀況，以及其後三天的疲勞程度， 釐清近年賽制及規則的變化是否對女性選手的體能及生理造成負荷。

2. 研究方法及程序：

本研究將讓所有受試者在單日內連續進行五場友誼對打，記錄下每位受試者在五場友誼對打中生理參數（心跳率、血乳酸等）及技術表現（攻擊次數、得分率等），作為每場對打表現的數據。其中取指尖血監測血乳酸濃度時機點為對打前、每場對打後立即及完成對打後90分鐘共7次。在多場對打後一小時及一到三天會追蹤受試者肌肉損傷指標及專項體能運動表現。肌肉損傷檢測項目包括關節活動度、延遲性肌肉酸痛、反向跳及最大等長收縮肌力；專項體能運動表現檢測項目包括30公尺衝刺及單腳跳、空手道特定敏捷度測試、逆擊及迴旋踢表現測試、溫蓋特無氧能力測驗及20公尺折返跑測試

3. 可能產生之副作用、危險及處理方法：

一、受試者在參與實驗的過程中產生疲勞及肌肉損傷，可能導致受試者感到酸痛並影響力隨後幾天的運動表現，考慮到本計劃的受試者都是訓練有素的現役運動選手，我們亦會在操作過程中提醒受試者量力而為、注意安全等，因此本計劃發生危險的機率並不高。

二、須在實驗中使用採血針進行指尖取血，其副作用為處理不當可能會被傳染病感染。處理方法：這過程會在友誼對打過程中在臺北市立大學詩欣館三樓空手道道場進行，受試者須以酒精棉片消毒指尖以後，自己使用一次性採血針於非慣用手的無名指指尖取一圓滴的血液，以針刺方式取指尖血監測血乳酸濃度化。採血步驟如下(1)雙手洗淨擦乾，手先向下甩幾下讓血液流向指尖。(2)從手掌下緣往指尖推，幫助血液更集中指尖。(3)同手大拇指緊按無名指指腹繃緊皮膚，防止血液回流。(4)以酒精棉片消毒皮膚並確認酒精完全乾掉確保不影響量測出來的數值。(5)拿穩採血針

送審文件版本2023/11/14/Version4

並緊貼指側，避免震動或搖晃，讓採血針扎入指尖大概0.5公分並保持直入直出，減少痛感。(6)如果扎針後沒有血流出來，可慢慢從掌心推血至指尖，直到有血流出並呈一個小圓滴形狀。(7)拿起已插入血乳酸試紙的血乳酸檢測儀以試紙沾血，測量便完成。用完的採血針會丟棄到密封的容器中，並作為生化丟棄品，以免發生疾病的傳播。

4. 研究預期效果與對研究參與者的益處或報償：

為補償受試者為配合實驗所花費的精神及時間，若受試者配合完成共五天的檢測，我們將提供受試者1800元作為實驗報酬。考量參與者的辛勞，若中途退出會依照參與比例提供實驗報酬。

5. 參與研究的篩選條件，及研究進行中的禁忌或限制活動：

本研究將以立意抽樣的方式招募**10名臺灣大專參與過全國性賽事現預一級的女子空手道選手作為研究對象，篩選條件包括1. 沒有會影響其運動表現或健康的疾病2. 沒有會影響其運動表現的運動傷害。**受試者在實驗過程中維持平日的生活習慣及飲食習慣，避免攝取咖啡因及其他增補劑，以免影響實驗結果。

6. 研究材料保存期限、運用規劃及機密性：

(1) 研究資料使用地點：僅於國內使用。

(2) 研究資料性質、保存人員、保存地點、保護方式：

A. 資料性質為：□紙本資料∨電子檔案

B. 保存人員為：∨計畫主持人□其他：_____

C. 保存地點為：□計畫主持人研究室櫃子 ∨計畫主持人研究電腦□其他：_____

D. 保護方式為：□僅計畫主持人有研究室鑰匙可取得資料

∨僅計畫主持人有電腦密碼可取得資料 □其他：_____

(3) 保存期限：本研究將保存您的資料至通過研究倫理結案審查後_3_年銷毀，直至西元 2026 年/ 11 月/1 日為止。屆期將□以碎紙機銷毀紙本資料、∨刪除所有研究資料電子檔案、□其他：___方式處理您的資料。

(4) 機密性：研究計畫主持人將依法把任何可辨識您身分之紀錄與您個人隱私之資料視同機密處理。將來發表研究結果時，您的身份將被充分保密。凡簽署了知情同意書，即表示您同意各項原始紀錄可直接受監測者、稽核者、研究倫理委員會及主管機關檢閱，以確保研究過程與數據，符合相關法律和各種規範要求；上述人員承諾維繫您身分之機密性。

7. 研究之退出與中止：

(1) 您可決定是否參加本研究，研究過程中您可隨時撤銷同意，退出研究，不須任何理由，且不會引起任何不愉快或影響您的權益。若您決定撤回同意，可與計畫主持人或聯絡人聯繫，以利協助您退出研究。您也已充份了解計畫主持人、經費來源單位，或研究計畫監督單位亦可能於必要時中止本研究進行。

(2) 若中途退出研究，研究團隊對您的資料將：∨銷毀不再作為分析。□仍納入研究分析使用。

8. 損害補償或保險：

本研究依計畫執行，若因參與本研究而發生不良事件或損害，將由國立臺灣師範大學負損害補償責任，將由計劃主持人以陪同送醫並承擔醫藥費之方式作為補償。除前述之補償原因與方式外，本研究不提供其他形式之補償。本研究並未安排保險。您簽署本知情同意書後，在法律上的權利不會因此受影響。

9. 參與者權利：

(1) 研究計畫主持人或研究人員已經妥善地向您說明了研究內容與相關資訊，並告知可能影響您參與研究意願的所有資訊。

(2) 若您有任何疑問，可向研究人員詢問，研究人員將據實回答。

(3) 研究計畫主持人已將您簽署之一式兩份同意書其中一份交給您留存。

(4) 若您有任何研究相關的疑問要與計畫主持人或研究團隊聯繫，請與我們聯繫：

※研究計畫主持人/聯絡人：方文慧 電話： 0902291213

Email: joefong0726@gmail.com

(5) 申訴電話：如果您因參與本研究而感到權益受損或受到傷害，可向國立臺灣師範大學研究倫理審查委員會申訴（電話：(02)7749-1903或 電子郵件信箱：ntmurec@ntnu.edu.tw）。

10. 聲明及簽名：

研究者聲明

(1) 此份知情同意書，應由臺師大研究倫理審查委員會審查核可，且有核可證明可供查閱。

(2) 計畫主持人、研究團隊中的成員（已獲計畫主持人授權者），應向參與者解釋研究內容，包括研究目的、方法、參加研究可能遭遇的風險和效益等知情同意書中列出的各項說明。並妥善答覆參與者提出之所有疑問。

解釋同意書之研究人員簽名：_____日期：西元 年 月 日

計畫主持人簽名：_____日期：西元 年 月 日

參與者聲明

我已了解以上的資訊且同意參與此項研究計畫。

參與者簽名：_____日期：西元 年 月 日

法定代理人簽名：_____日期：西元 年 月 日

(簽署時，務必加記日期)

技戰術分析紀錄表

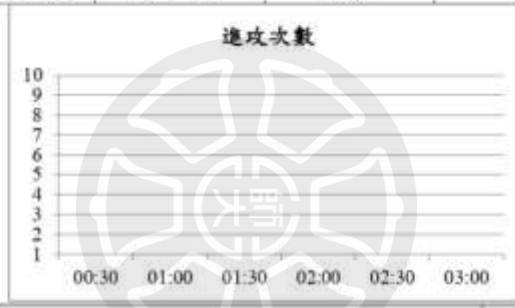
基本資料

編號：_____ 姓名：_____ 日期：____/____/____ 月經週期: EF-1 EF-2 LF-1 LF-2 ML-1 ML-2

血乳酸: 賽前_____賽後(立即)_____賽後(3min 後)_____ RPE: 賽前_____賽後(立即)_____ 對手:_____

心跳率:安靜時_____最大心率_____

進攻-比賽時間折線圖					
比賽結果	勝　負	比分	比	備註	



總進攻次數		
一分	進攻次數	
	得分率	
二分	進攻次數	
	得分率	
三分	進攻次數	
	得分率	

得分			失分		
	主動	被動		主動	被動
一分	□_□_□_□_□_ □_□_□_□_□_	□_□_□_□_□_ □_□_□_□_□_	一分	□_□_□_□_□_ □_□_□_□_□_	□_□_□_□_□_ □_□_□_□_□_
二分	□_□_□_□_□_ □_□_□_□_□_	□_□_□_□_□_ □_□_□_□_□_	二分	□_□_□_□_□_ □_□_□_□_□_	□_□_□_□_□_ □_□_□_□_□_
三分	□_□_□_□_□_ □_□_□_□_□_	□_□_□_□_□_ □_□_□_□_□_	三分	□_□_□_□_□_ □_□_□_□_□_	□_□_□_□_□_ □_□_□_□_□_
總分			總分		
	總計:			總計:	

犯規					
C1	1.	2.	3.	4.	5.
C2	1	2.	3.	4.	5.

附件 3.　6-20 博格量表

6	完全沒有用力感覺 (no exertion at all)
7	極為輕鬆 (extremely light)
8	
9	非常輕鬆 (very light)
10	
11	輕鬆 (light)
12	
13	有點辛苦 (somewhat hard)
14	
15	辛苦 (hard)
16	
17	非常辛苦 (very hard)
18	
19	極為辛苦 (extremely hard)
20	盡最大努力 (maximal exertion)

附件四. 實驗檢測記錄表

單日多場對打對大專女子空手道選手

肌肉損傷及專項體能表現的影響

-實驗檢測記錄表-

測驗日期:＿＿＿／＿／＿＿＿　　安靜心跳率:＿＿＿＿＿＿

研究對象編號:＿＿＿＿＿＿　　測試種類:熟悉 前測 後測＿＿

記錄員:＿＿＿＿＿＿

第一部分、肌肉損傷指標檢測

一、肌肉酸痛(Soreness)

1.肘屈肌群

完全不痛　　極度疼痛

2.肘伸肌群

完全不痛　　極度疼痛

3.肩

完全不痛　　極度疼痛

4. 胸

完全不痛　　極度疼痛

5. 背

完全不痛　　極度疼痛

6. 腹

完全不痛　　極度疼痛

7. 腰

完全不痛　　極度疼痛

8. 臀

完全不痛　　極度疼痛

9. 大腿

完全不痛　　極度疼痛

10. 小腿

完全不痛　　極度疼痛

三、反向跳 CMJ (cm)

1._____ 2._____ 3._____ （休息 30 秒）

四、最大等速肌力

下肢

刻度：椅子前後_____ 椅背前後_____ 測量臂長度____

Q-MVC max_____ Q-MVC avg_____ H-MVC max_____ H-MVC avg_____

CV____%

上肢

刻度：椅子前後_____ 椅背前後_____ 測量臂長度____

B-MVC max_____ B-MVC avg_____ T-MVC max_____ T-MVC avg_____

CV____%

第二部分、體能表現檢測

一、30 公尺衝刺(s) 1._____(組間休息 1 分鐘) 2._____

二、30 公尺單腳跳(s) 1._____(組間休息 2 分鐘) 2._____

三、空手道特定敏捷度測試 SKAT(s)

1._____ 2._____（組間休息 3 分鐘）

四、溫蓋特無氧能力測試(Wingate test)

（先以每分鐘 60 轉(rpm)的速度並負重 1 公斤進行 5 分鐘的熱身）

椅子刻度:_____

功率:5s:_____ 10s:_____ 15s:_____ 20s:_____25s:_____ 30s:_____

峰值功率 PP:_____ 平均功率 AP:_____ 最小功率 MP:_____

最大心跳率:_____ 平均心跳率:_____ RPE:_____

疲勞指數:_____