

漸增式間歇訓練對空手道對打項目選手健康體 適能之影響

傅思凱¹、林靜茹²、賴長琦³、王怡品³、余家賢³

¹ 淡江大學體育事務處

² 中國文化大學技擊運動暨國術學系

³ 臺北市立大學運動健康科學系

摘 要

緒論：空手道對打比賽每回合時間，成人男性為 3 分鐘、女性 2 分鐘，運動模式混合無氧及有氧能量系統供應，充足的體能為支持優良運動表現之基礎，間歇訓練為近年來體能訓練的新趨勢，提供有效且省時的訓練，漸增式間歇訓練能模擬空手道比賽的能量系統使用模式，本研究擬探討漸增式間歇訓練對空手道對打選手運動能力之效益。故本研究目的為探討 8 週漸增式間歇訓練介入對空手道對打選手健康體適能之影響。**方法：**研究對象為 24 名臺北市立大學空手道代表隊對打選手，利用測功腳踏車進行漸增式間歇訓練，訓練強度以 30 秒溫蓋特無氧能力測試所得之無氧動力平均功率值換算個人強度，高強度定義為 50%、60%、70% 平均功率值，低強度為 25% 平均功率值，間歇訓練處方中，一組完成高強度運動 10 秒，接續低強度運動 20 秒，組循環 6 次 (3 分鐘)，回合間完全休息 3 分鐘，每次訓練課程進行 5 回合，每週 3 次訓練課，持續 8 週。檢測項目包括：健康體適能之一次立定跳、30 秒仰臥起坐、60 秒仰臥起坐及三分鐘登階。**結果：**8 週漸增式間歇訓練後與前測比較結果，一次立定跳、30 秒仰臥起坐及 60 秒仰臥起坐均達顯著進步 ($p < .05$)。**結論：**進行 8 週漸增式間歇訓練後有效提升下肢爆發能力及腹肌肌力與肌耐力，但該訓練計畫對於選手有氧適能並無顯著效益。

關鍵詞：無氧能力、有氧能力、下肢爆發力、腹部肌力、運休比

通訊作者：余家賢

通訊地址：臺北市士林區忠誠路二段 101 號

E-mail：poloyu2@hotmail.com

壹、緒論

空手道分為型 (Kata) 與對打 (Kumite) 兩種競賽模式。而對打項目選手更需要比賽中的技術與體能作為致勝的關鍵因素，因為在菁英選手彼此間的神經反應與動作反應時間差距不大 (黃昊昀等，2010)。Koropanovski 等人 (2011) 指出空手道對打項目選手需具備快速移動的能力，故下肢爆發力尤其重要 (Koropanovski et al., 2011)。而空手道對打項目因賽制比賽規則導致選手比賽時的特性，成人男性為 3 分鐘，成人女性為 2 分鐘，故選手的體能為比賽的致勝關鍵之一。在對打過程以短時間高強度的攻擊，並搭配低強度的跳動以及立即的防禦動作與反應，是個全身性高強度的對抗性運動項目 (Tabben et al., 2013)，而能量來源以無氧乳酸系統為主 (Boutcher, 2011)。

針對體能訓練的方式，間歇訓練 (intermittent training) 可有效改善無氧能力。此方式的短暫休息時間仍以低強度運動來維持適當的運動量，因此維持選手的訓練強度與訓練量 (林正常，2002)。而運動與休息的比例將會影響能量系統的使用，如 10 秒內的高強度運動之能量來源主要為磷化物系統 (ATP-PC system)；1-2 分鐘的高強度運動為 ATP-PC system 與乳酸系統 (lactate acid system)；3 分鐘以上的最大運動則以有氧系統 (aerobic system) 為主。

而間歇訓練可同時訓練磷化物、乳酸與有氧等三種能量系統 (侯碧燕，2007)。

Mortona 與 Cablea (2005) 提到使用測功腳踏車 (ergobike) 進行 4 週的間歇訓練後 (每次進行 10 組 60 秒 80% 的 $\dot{V}O_{2max}$ 搭配 120 秒 50% 的 $\dot{V}O_{2max}$ ，每週執行 3 次) 可有像改善最大攝氧量 ($\dot{V}O_{2max}$) 及乳酸閾值的運動強度 (Morton & Cable, 2005)。Milosz Czuba 等 (2013) 的研究則顯示 3 週的間歇訓練後 (每次進行 4 組 4 分鐘 90% $\dot{V}O_{2max}$ 搭配 4 分鐘 60% $\dot{V}O_{2max}$ ，每週執行 6 次) 可有效改善有氧能力 (Czuba et al., 2013)。Ravier 等人於 2008 年將空手道技術訓練結合高強度間歇訓練 (high-intensity intermittent training, HIIT) 後發現乳酸累積與最大累積缺氧 (maximal accumulated oxygen deficit, MAOD) 均有效改善 (Ravier et al., 2009)。

若以長時間搭配低強度的方式進行有氧能力訓練並與肌力與耐力訓練同時，雖然增加了最大攝氧量，但最大肌力的改善被抑制 (Hickson, 1980)。而高強度間歇則可以兼具有氧能力與無氧能力的改善。Tabata 等學者於 1996 年使用固定式腳踏車進行兩組不同訓練模式進行比較，分別為中等強度耐力訓練 (強度為最大攝氧量的 70%，每次 60 分鐘，每週 5 次，持續 6 週) 與漸增式高強度間歇訓練 (強度約為最大攝氧量的 170%，每次 20 秒，每組訓

練約 7-8 次，倘若次數超過 9 次，及增加阻力瓦數；每次休息間隔 10 秒，每週 5 組，持續 6 週)(Tabata et al., 1996)。結果顯示漸增式高強度間歇訓練同時改善了有氧能力與無氧能力，而中等強度耐力訓練僅改善有氧能力部分。Ziemann 等學者於 2011 年將工作與休息時間比例設定為 1:2 (強度為最大攝氧量的 80%；6 x 90 秒工作時間；180 秒休息時間；每週 3 次，持續 6 週)，結果顯示顯著改善最大攝氧量 (Ziemann et al., 2011)。Trapp 等學者針對有無常態訓練的年輕女性進行研究，發現無論是進行何種高強度間歇腳踏車運動 (6 秒衝刺/12 秒休息；12 秒衝刺/24 秒休息)，都能立即增加腎上腺素以及正腎上腺素。特別是腎上腺素，其功能在於驅動脂質分解，將儲存於皮下及肌肉脂肪釋放以便於利用，在腹部脂肪的作用較皮下為旺盛，這表示高強度間歇運動能有效降低腹部的脂肪 (Rebuffe-Scrive et al., 1989)。高強度間歇訓練也能有效的增加胰島素敏感度和降低體脂率，對於量級型項目的空手道，是個非常好的選項 (Boutcher, 2011)。空手道運休比 (effort to rest ratio, E:R ratio) 的探討中發現，高強度對打與休息的比例為 1:11 (1.5 ± 0.3 秒 vs. 16.2 ± 4.1 秒)，預備動作與休息的比例為 1:1.5 (10.0 ± 3.4 秒 vs. 16.2 ± 4.1 秒) (Chaabène et al., 2014)。

總結上述文獻，間歇訓練可以提升有氧能力及無氧能力，最大優勢為訓練時間

的經濟性，且同時為可兼顧訓練質與量，並且降低體脂率的訓練方式。但是有關運休比的時間仍須做進一步探討。故本研究目的為探討 8 週漸增式間歇訓練介入對空手道對打選手健康體適能之影響。

貳、方法

一、研究對象

本研究受試者為臺北市立大學競技運動學系 24 名空手道對打項目選手 (男性 16 名、女性 8)。受試者均為大專甲組選手，訓練經驗為三年以上。

二、研究流程

本研究流程為於 8 週高強度間歇訓練之介入前與介入後執行健康體適能檢測，項目包含一次立定跳遠、30 秒仰臥起坐、60 秒仰臥起坐及 3 分鐘登階。有關訓練介入的強度以腳踏車測功儀 (bicycle ergometer) 進行溫蓋特測試 (Wingate Protocol) 後，將檢測結果之無氧動力的平均功率數值作為個人訓練強度的依據。本研究以測功腳踏車 (ergoline) 做為訓練工具，每週執行 3 次，每次進行 5 組重複性間歇 (總訓練時間為 30 分鐘)，維持 8 週。每一組進行高負荷 10 秒，低負荷 20 秒，持續 3 分鐘，組間休息 3 分鐘。

本實驗分為三階段，第一階段進行 3 週高負荷為 50% 為適應期；第二階段進行 2 週高負荷為 60%；第三階段進行 3 週高負荷 70%；每階段低負荷不變皆為 25%。第三

階段維持 3 週是為了延續高強度間歇訓練的訓練效果，為了更有效提高生理對訓練刺激的適應。

三、研究工具

以無線檢測模組 (Radiofrequency physical fitness testing system, Accuratus International Health Company, New Taipei, Taiwan) 進行，項目包含一次立定跳遠、30 秒仰臥起坐、60 秒仰臥起坐及 3 分鐘登階。

四、資料處理

所有檢測數據以平均數 \pm 標準差呈現。統計分析軟體使用 SPSS 26.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 進行。使用單因子變異數分析，比較各時間點各個依變項是否有顯著差異。顯著水準統一設定為 $\alpha = .05$ 。

參、結果

健康體適能目的在於檢視運動員基礎體能評估。本研究以 24 名空手道對打選手為受試者，經過 8 週漸增式間歇訓練後，一次立定跳、30 秒仰臥起坐、60 秒仰臥起坐及三分鐘登階之體力指數的檢測結果如表 1。

前後測比較之結果如圖 1，呈現的數據以平均值 \pm 標準差來表示。一次立定跳的後測顯著高於前測 (2.36 ± 0.21 vs. 2.30 ± 0.17 , $p < 0.05$)(圖 1A)。30 秒仰臥起坐的後測顯著高於前測 (33.28 ± 3.61 vs. 29.65 ± 5.13 , $p < 0.05$)(圖 1B)。60 秒仰臥起坐的後測顯著高於前測 (60.24 ± 5.77 vs. 53.96 ± 7.33 , $p < 0.05$)(圖 1C)。體力指數的後測與前測無顯著差異 (85.15 ± 10.6 vs. 86.56 ± 13.24 , $p > 0.05$)(圖 1D)。

表 1 健康體適能之檢測結果

檢測項目	前測	後測	顯著性
一次立定跳(公尺)	2.30 ± 0.17	2.36 ± 0.21	0.011*
30 秒仰臥起坐(次)	29.65 ± 5.13	33.28 ± 3.61	0.000*
60 秒仰臥起坐(次)	53.96 ± 7.33	60.24 ± 5.77	0.000*
體力指數	86.56 ± 13.24	85.15 ± 10.6	0.352

*表示前測與後測之間達顯著差異 ($p < 0.05$)。

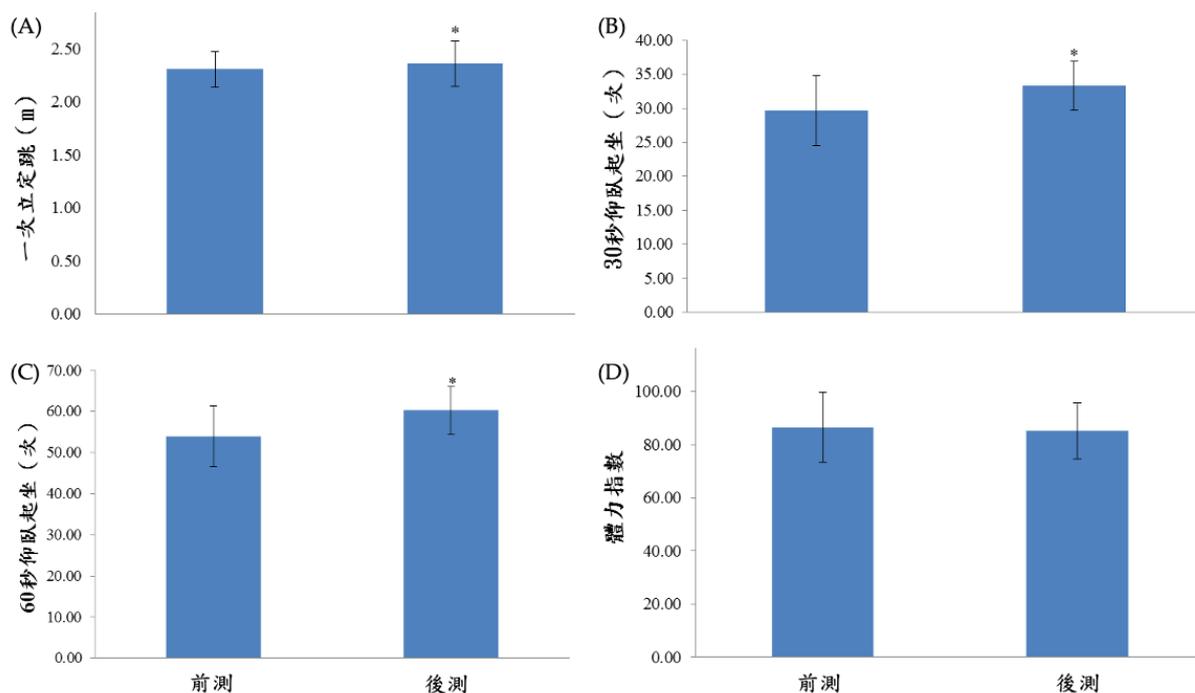


圖 1. 健康體適能檢測之前測與後測之比較

註：數據以平均值 ± 標準差呈現，一次立定跳 (A)；30 秒仰臥起坐 (B)；60 秒仰臥起坐 (C)；體力指數 (D)。*表示前測與後測之間達顯著差異 ($p < 0.05$)。

肆、討論

本研究結果顯示，健康體適能中的一次立定跳、30 秒仰臥起坐、60 秒仰臥起坐之結果在進行 8 週漸增式間歇訓練後，比前測顯著進步，對於下肢爆發能力顯著提升。本實驗結果顯示下肢瞬發力的提升對與該項目有所幫助。由於空手道的技術動作特性屬於大肌群快速收縮，相對來說，空手道選手若有較高之 II 型肌纖維比例，提供競賽中選手短時間肌肉的高反覆收縮能力，能充分支持選手技術的發揮，相對的也容易造成選手肌肉的疲勞。現今已有許多文獻證實，藉由間歇訓練可以有效的延緩肌肉疲勞。Twist 與 Eston (2005) 進行高強度間歇訓練後，與前測比較疲勞率可

降低至 48%，證明進行高強度間歇訓練肌肉能夠有效地改善疲勞恢復率 (Twist & Eston, 2005)。對於空手道專項來說間歇訓練不僅提升下肢爆發並且減緩高反覆技術發揮所造成的肌肉疲勞，證明本實驗體能輔助訓練是有效幫助專項的運動能力表現。

進行 8 週的訓練後，60 秒仰臥起坐腹部肌耐力有顯著進步，Jacobs 等 (2013) 研究結果顯示，進行 HIIT 可以改善全身的運動能力和耐力性能 (Jacobs et al., 2013)。且核心肌力是身體四肢產生力量的基礎，且核心強壯是能夠增加四肢力量的產生，對於身體適能有顯著的改善，例如最大肌力、改變方向能力、敏捷及衝刺速度等

(Saeterbakken et al., 2022)。對於競技項目的空手道選手來說，核心穩固足以對技術動作表現是有相對的影響。且核心肌群的肌耐力及穩定性，進而增加專項運動表現(葉益銘、侯建文，2010)。

三分鐘登階測試以運動中的三個不同時間的恢復心跳率進行公式計算後，獲得之體力指數作為評估心肺耐力和有氧適能，本研究介入 8 週間歇訓練後，結果顯示體力指數比較前測無顯著進步，也證明有氧適能未能有效得到進步與改善(劉錦謀、林貴福，2007)。心肺耐力是由心肺系統來輸送氧氣到作用肌肉的能力，然而增加心肺耐力的主要來源是增加最大心輸出量(Bassett & Howley, 2000)。本研究進行 8 週間歇訓練後，可能無法有效增加選手的最大心輸出量，進而影響到氧氣的恢復率，且在高負荷下無法有效地產生能源而降低運動表現，都是心肺耐力功能好壞的原因之一。Creer 等(2004)研究發現，4 週的高強度間歇訓練(每週 2 次、4 至 10 組 30 秒溫蓋特衝刺、組間休息 4 分鐘)是可以提升自行車選手的最大攝氧量約 5%(Creer et al., 2004)。另外，Laursen 與 Jenkins(2002)的研究同樣針對自行車選手進行 2 週高強度間歇訓練(每週 2 次、20 × 60 秒、組間休息 2 分鐘)訓練介入後，發現心肺耐力無顯著進步(Laursen & Jenkins, 2002)。以上兩者研究比較，發現採用同樣的運動專項選手與相似的訓練模

式，推估是因訓練介入的週期的不同，所以導致未有相同結果。而本研究訓練週期為 8 週，可能因本研究訓練介入的週期因素，使運動能力無法達到理想結果，但也不排除本研究的重複性間歇設計上有所影響。Burgomaster 等(2005)研究發現長達 15 分鐘高強度衝刺間歇訓練(訓練 3 週、4 至 7 組反覆 30 秒腳踏車衝刺)，可增進肌肉氧化能力及有氧耐力，但最大攝氧量卻無改變，與本研究有相似的結果，故推測本研究休息時間比例的設計導致無法有效改善有氧能力，有待未來更多研究加以深入探討(Burgomaster et al., 2005)。

本研究結果顯示 8 週的漸增式間歇訓練對於空手道對打選手的影響包含代表下肢爆發力的一次立定跳與腹部肌力與肌耐力表現的 30 秒及 60 秒仰臥起坐有顯著的進步，但是有氧能力之 3 分鐘登階的體能指數無法有效提升。本結果對於空手道對打項目是重要的專項核心能力，且依照此訓練的方式並不會干擾專項技術訓練，同時有較低的機會因超負荷訓練造成肌肉損傷的風險，並有效提升空手道對打選手運動能力，故建議未來可將此訓練作為輔助專項的體能訓練課表之一。

引用文獻

- 林正常(2002)。運動與科學訓練。新北市：銀禾文化事業公司。
- 侯碧燕(2007)。柔道訓練方式之探討。臺

- 中教育大學體育學系系刊, 2, 145-149。
<https://doi.org/10.29781/NTCUPE.200706.0020>
- 黃昊昀、寧玉麟、李佳達、呂東武 (2010)。空手道選手逆擊動作反應時間與動作時間之分析與探討。《運動教練科學》, 20, 83-92。
<https://doi.org/10.6194/SCS.2010.20.07>
- 葉益銘、侯建文 (2010)。抗力球訓練對高中棒球選手專項運動表現的影響。《大專體育學刊》, 12(2), 51-58。
<https://doi.org/10.5297/ser.1202.006>
- 劉錦謀、林貴福 (2007)。登階運動後不同恢復期心跳數與心肺耐力指數評估最大攝氧量之分析。《運動生理暨體能學報》, 6, 131-142。
<https://doi.org/10.6127/JEPF.2007.06.12>
- Bassett, D. R., Jr., & Howley, E. T. (2000). Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Med Sci Sports Exerc*, 32(1), 70-84.
<https://doi.org/10.1097/00005768-200001000-00012>
- Boutcher, S. H. (2011). High-intensity intermittent exercise and fat loss. *J Obes*, 2011, 868305.
<https://doi.org/10.1155/2011/868305>
- Burgomaster, K. A., Hughes, S. C., Heigenhauser, G. J., Bradwell, S. N., & Gibala, M. J. (2005). Six sessions of sprint interval training increases muscle oxidative potential and cycle endurance capacity in humans. *J Appl Physiol* (1985), 98(6), 1985-1990.
<https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01095.2004>
- Chaabène, H., Mkaouer, B., Franchini, E., Souissi, N., Selmi, M. A., Nagra, Y., & Chamari, K. (2014). Physiological Responses and Performance Analysis Difference between Official and Simulated Karate Combat Conditions. *Asian J Sports Med*, 5(1), 21-29.
<https://doi.org/10.5812/asjism.34228>
- Creer, A. R., Ricard, M. D., Conlee, R. K., Hoyt, G. L., & Parcell, A. C. (2004). Neural, metabolic, and performance adaptations to four weeks of high intensity sprint-interval training in trained cyclists. *Int J Sports Med*, 25(2), 92-98.
<https://doi.org/10.1055/s-2004-819945>
- Czuba, M., Zając, A., Maszczyk, A., Roczniok, R., Poprzęcki, S., Garbaciak, W., & Zając, T. (2013). The effects of high intensity interval training in normobaric hypoxia on aerobic capacity in basketball players. *J Hum Kinet*, 39, 103-114.
<https://doi.org/10.2478/hukin-2013-0073>
- Hickson, R. C. (1980). Interference of strength development by simultaneously training for strength and endurance. *Eur J Appl Physiol Occup*

- Physiol*, 45(2-3), 255-263.
<https://doi.org/10.1007/BF00421333>
- Jacobs, R. A., Flück, D., Bonne, T. C., Bürgi, S., Christensen, P. M., Toigo, M., & Lundby, C. (2013). Improvements in exercise performance with high-intensity interval training coincide with an increase in skeletal muscle mitochondrial content and function. *J Appl Physiol* (1985), 115(6), 785-793.
<https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00445.2013>
- 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, 107-114.
<https://doi.org/10.2478/v10078-011-0078-x>
- Laursen, P. B., & Jenkins, D. G. (2002). The scientific basis for high-intensity interval training: Optimising training programmes and maximising performance in highly trained endurance athletes. *Sports Med*, 32(1), 53-73.
<https://doi.org/10.2165/00007256-200232010-00003>
- Morton, J. P., & Cable, N. T. (2005). Effects of intermittent hypoxic training on aerobic and anaerobic performance. *Ergonomics*, 48(11-14), 1535-1546.
<https://doi.org/10.1080/00140130500100959>
- Ravier, G., Dugué, B., Grappe, F., & Rouillon, J. D. (2009). Impressive anaerobic adaptations in elite karate athletes due to few intensive intermittent sessions added to regular karate training. *Scand J Med Sci Sports*, 19(5), 687-694.
<https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2008.00807.x>
- Rebuffé-Scrive, M., Andersson, B., Olbe, L., & Björntorp, P. (1989). Metabolism of adipose tissue in intraabdominal depots of nonobese men and women. *Metabolism*, 38(5), 453-458.
[https://doi.org/10.1016/0026-0495\(89\)90198-4](https://doi.org/10.1016/0026-0495(89)90198-4)
- Saeterbakken, A. H., Stien, N., Andersen, V., Scott, S., Cumming, K. T., Behm, D. G., & Prieske, O. (2022). The effects of trunk muscle training on physical fitness and sport-specific performance in young and adult athletes: A systematic review and meta-analysis. *Sports Med*, 52(7), 1599-1622.
<https://doi.org/10.1007/s40279-021-01637-0>
- Tabata, I., Nishimura, K., Kouzaki, M., Hirai, Y., Ogita, F., Miyachi, M., & Yamamoto, K. (1996). Effects of moderate-intensity endurance and high-intensity intermittent training on anaerobic capacity and VO₂max. *Med*

Sci Sports Exerc, 28(10), 1327-1330.
<https://doi.org/10.1097/00005768-199610000-00018>

- 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 J Sports Med*, 4(4), 263-271.
<https://doi.org/10.5812/asjasm.34246>
- Twist, C., & Eston, R. (2005). The effects of exercise-induced muscle damage on maximal intensity intermittent exercise performance. *Eur J Appl Physiol*, 94(5-6), 652-658.
<https://doi.org/10.1007/s00421-005-1357-9>
- Ziemann, E., Grzywacz, T., Łuszczuk, M., Laskowski, R., Olek, R. A., & Gibson, A. L. (2011). Aerobic and anaerobic changes with high-intensity interval training in active college-aged men. *J Strength Cond Res*, 25(4), 1104-1112.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181d09ec9>

投稿日期：2022/09/13
通過日期：2022/11/23

Effects of Progressive Interval Training on Health-related Physical Fitness in Karate Kumite Players

Szu-Kai Fu¹, Ching-Ju Lin², Chang-Chi Lai³, Yi-Ping Wang³, Chia-Hsien Yu³

¹Office of Physical Education, Tamkang University

²Department of Combat sport and Martial Arts, Chinese Culture University

³Department of Exercise and Health Sciences, University of Taipei

Abstract

Introduction: The duration of a Kumite bout is 3 minutes for men and 2 minutes for women. The energy system is mixed anaerobic and aerobic. Adequate fitness is the basis for excellent sports performance. Interval training is one of the most efficient training programs. Progressive interval training can mimic the energetic system used in Kumite competition. The purpose of this study was to investigate the effects of 8 weeks of progressive interval training on health-related physical fitness in karate Kumite players. **Methods:** The subjects were 24 college karate Kumite players. The intensity of the training baseline was determined by a 30-second Wingate anaerobic power test. And the high intensity of protocol was set as 50%, 60%, and 70% of baseline; low intensity was 25% of baseline. A set was gone at high intensity for 10-second and then low intensity for 20-second. The sets were repeated 6 times (3-minute). The training session was gone for 5-set and 3-minutes for recovery between each set. All the session was gone within 8-week and 3-time for each week. The health-related physical fitness included standing long jump, 30-second sit-up, 60-second sit-up, and Harvard step test. **Results:** There was a significant increase between pre-and post-test on standing long jump, 30-second sit-up, and 60-second sit-up ($p < .05$). **Conclusion:** 8 weeks of progressive interval training increased the lower extremity muscle power and abdominal muscle strength and endurance in karate Kumite players, but there was no significant difference for the aerobic capacity.

Key words: anaerobic capacity, aerobic capacity, lower extremity muscle power, abdominal muscle strength, effort to rest ratio

Corresponding Author: Chia-Hsien Yu

E-mail: poloyu2@hotmail.com