

## THE EFFECT OF HIGH-INTENSITY INTERMITTENT FUNCTIONAL TRAINING TOWARDS THE AEROBIC FITNESS OF YOUTH BADMINTON PLAYERS

Angelica Joanne Joummy\*, Pathmanathan K. Suppiah, and Md. Safwan Samsir,

Fakulti Psikologi dan Pendidikan, Universiti Malaysia Sabah, Malaysia

\*Email: [angelicajoummy@gmail.com](mailto:angelicajoummy@gmail.com)

(Received 18 April 2019; accepted 13 June 2019; published online 1 January 2020)

*To cite this article:* Joummy, A. J., Suppiah, P. K., & Samsir, M. S. (2020). The effect of high-intensity intermittent functional training towards the aerobic fitness of youth badminton players. *Malaysian Journal of Movement, Health & Exercise*, 9(1), 149-158.

<https://doi.org/10.15282/mohe.v9i1.390>

*Link to this article:* <https://doi.org/10.15282/mohe.v9i1.390>

### Abstract

The main objective of this study is to measure the effectiveness of high-intensity intermittent functional training on aerobic fitness of youth badminton players. A total of 16 male participants of the 13 to 15 years old badminton players underwent a ten (10) weeks of intervention training. All participants must undergo a 20m Multistage Fitness test to measure their maximum oxygen intake ("V" O<sub>2</sub>max). The participants were randomly divided into two groups, Experiment (n = 8) and Control (n = 8) based on the results of aerobic fitness assessment. The Experimental Group will perform a high-intensity intermittent functional training whilst the Control Group performs the traditional training which is the regular exercise routine in their training program. After the 10-week interval training, there was a significant difference observed in the maximum oxygen intake ("V" O<sub>2</sub>max) between the Experimental and Control groups,  $F(1,14) = 4.663$ ,  $p = .049$ . In conclusion, high-intensity intermittent functional training can improve aerobic fitness amongst youth badminton players.

*Keywords:* High-intensity intermittent functional training, traditional training

## KEBERKESANAN LATIHAN FUNGSIONAL JEDA INTENSITI TINGGI TERHADAP KECERGASAN AEROBIK PEMAIN BADMINTON REMAJA

Angelica Joanne Joummy\*, Pathmanathan K. Suppiah, and Md. Safwan Samsir,

Fakulti Psikologi dan Pendidikan, Universiti Malaysia Sabah, Malaysia

\*Email: [angelicajoummy@gmail.com](mailto:angelicajoummy@gmail.com)

(Received 18 April 2019; accepted 13 June 2019; published online 1 January 2020)

*To cite this article:* Joummy, A. J., Suppiah, P. K., & Samsir, M. S. (2020). Keberkesanan latihan fungsional jeda intensiti tinggi terhadap kecergasan aerobik pemain badminton remaja. *Malaysian Journal of Movement, Health & Exercise*, 9(1), 149-158.

<https://doi.org/10.15282/mohe.v9i1.390>

*Link to this article:* <https://doi.org/10.15282/mohe.v9i1.390>

### Abstrak

Objektif utama kajian ini untuk mengukur keberkesanan latihan fungsional jeda intensiti tinggi terhadap kecergasan aerobik pemain badminton remaja. Seramai 16 orang peserta lelaki pemain badminton yang berumur 13-15 tahun telah menjalankan latihan intervensi selama 10 minggu. Semua peserta perlu menjalani ujian 20m *Multistage Fitness* untuk mengukur kadar pengambilan oksigen maksimum ( $\dot{V}O_{2max}$ ). Peserta dibahagikan secara rawak kepada dua kumpulan, Eksperimen (n=8) dan Kawalan (n=8) berdasarkan keputusan penilaian kecergasan aerobik. Kumpulan Eksperimen akan melakukan latihan fungsional jeda intensiti tinggi manakala Kumpulan Kawalan akan melakukan latihan tradisional iaitu latihan rutin yang biasa dilaksanakan dalam program latihan mereka. Selepas latihan interval selama 10 minggu menunjukkan terdapat perbezaan yang signifikan kadar pengambilan oksigen maksimum ( $\dot{V}O_{2max}$ ) antara kumpulan Eksperimen dan kumpulan Kawalan,  $F(1,14)=4.663$ ,  $p= .049$ . Kesimpulannya, latihan fungsional jeda intensiti tinggi dapat meningkatkan kecergasan aerobik dalam kalangan pemain remaja badminton.

*Kata kunci:* Latihan fungsional jeda intensiti tinggi, latihan tradisional

## **Pendahuluan**

Badminton merupakan sukan raket yang bercirikan intensiti tinggi berselang dengan rehat yang pendek (Manrique & Gonzalez-Badillo, 2003). Badminton memerlukan kombinasi sistem tenaga anaerobik untuk rali pendek berintensiti tinggi dan sistem aerobik yang melibatkan rali panjang yang berintensiti tinggi (Jeyraman, District & Nadu, 2012). Oleh itu, pemain perlu mempunyai sistem tenaga aerobik dan anaerobik yang baik kerana sukan ini melibatkan intensiti tinggi secara berulang-ulang (Manrique & Gonzalez-Badillo, 2003). Sistem tenaga anaerobik dan aerobik digunakan dalam sukan badminton semasa sedang bermain dan berehat (Andersen, Larsson, & Overgaard, 2007). Sebanyak 60-70% tenaga aerobik digunakan semasa bermain di gelanggang dan 30% lagi daripada sistem tenaga anaerobik (Lieshout & Lombard, 2003). Sehubungan itu, terdapat juga penggunaan sistem tenaga anaerobik alaktik dalam sukan ini (Manrique & Gonzalez-Badillo, 2003).

Latihan jeda intensiti tinggi (LJIT) digunakan untuk meningkatkan kecergasan aerobik para atlet (Smith, Sommer, Starkoff & Devor, 2013). Tambahan lagi, ACSM (2016) telah mempersetujui bahawa latihan jeda intensiti tinggi mampu meningkatkan prestasi sukan melalui pengulangan latihan yang berintensiti tinggi dan diselangkan dengan masa rehat yang sesuai. Latihan jeda intensiti tinggi dalam jangka masa yang pendek, iaitu dua minggu hingga enam minggu boleh membantu adaptasi fisiologikal yang bermanfaat terhadap para atlet (Laursen *et al.*, 2005).). Variasi terbaharu iaitu LJIT digabungkan program latihan fungsional (Feito, Heinrich, Butcher & Poston, 2018; Neto & Kennedy, 2019). Kajian sebelum ini telah menggabungkan program latihan fungsional intensiti tinggi dengan latihan *CrossFit*, yang berdasarkan konsep meningkatkan kapasiti kerja dari masa ke masa dengan menggunakan latihan berat badan seperti tekan tubi dan *squat* (Feito *et al.*, 2018). Namun, dalam kajian ini latihan fungsional digabungkan dengan latihan jeda intensiti tinggi yang spesifik pada kemahiran sukan badminton. Latihan fungsional ini merujuk kepada latihan spesifik-sukan yang boleh membantu meningkatkan penghasilan lakuan yang lebih efisien dan lancar (Ming-min, & Qing, 2013). Latihan fungsional ini digunakan untuk meningkatkan sesuatu kemahiran dalam sukan kerana latihan ini lebih memfokuskan pada pergerakan-pergerakan yang terlibat dalam sukan tersebut (Santana, 2016). Latihan fungsional ini tidak memfokuskan terhadap adaptasi untuk satu otot sahaja malah melibatkan keseluruhan otot tubuh (Santana, 2016). Kajian ini bertujuan untuk melihat keberkesanan latihan fungsional jeda intensiti tinggi terhadap kecergasan aerobik dalam kalangan pemain badminton remaja.

## **Metodologi**

### *Peserta*

Seramai enam belas orang peserta lelaki pemain badminton telah menjalankan latihan interval selama 10 minggu. Bilangan peserta telah ditentukan dengan analisis kuasa a priori. Analisis kuasa ini dapat membantu dalam menentukan jumlah yang tepat dan boleh dipercayai. Aspek-aspek yang diambilkira untuk menganalisis sampel kajian ialah

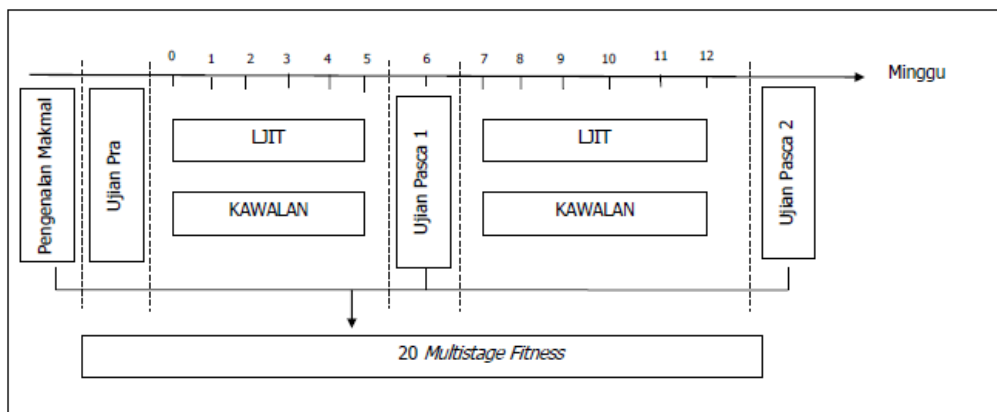
saiz kesan, nilai alpha, bilangan pengulangan dan bilangan kumpulan. Bagi kajian ini, saiz kesan yang ditetapkan ialah,  $f = .80$ , nilai alpha,  $(\alpha) = .05$ , tiga ukuran dalam bilangan pengulangan (pra, pasca1, pasca2) dan dua kumpulan digunakan. Oleh itu, jumlah saiz sampel yang dicadangkan dalam kajian ini adalah 16 orang. Kajian ini juga telah mendapat kelulusan daripada pihak Kementerian Pendidikan Malaysia (KPM.600-3/2/3-eras(1864)) dan Jawatankuasa Etika Penyelidikan Manusia (JKEtika 4/17 (3)) di Universiti Malaysia Sabah. Ciri-ciri fizikal peserta telah ditunjukkan dalam Jadual 1 dalam format (purata  $\pm$  sisihan piawai).

**Jadual 1:** Purata ukuran antropometrik peserta

	Kawalan (n=8)	Eksperimen (n=8)
Umur	13.25 $\pm$ .93	13.50 $\pm$ .46
Tinggi	160.04 $\pm$ 6.93	158.96 $\pm$ 4.77
Berat	48.96 $\pm$ 5.73	47.55 $\pm$ 3.65

*Reka bentuk kajian*

Kajian ini menggunakan reka bentuk kuasi eksperimen. Peserta dibahagikan secara rawak kepada dua kumpulan (Kawalan dan Eksperimen) berdasarkan penilaian kecergasan aerobik (ujian pra-20m *multistage fitness*) dengan menggunakan kaedah pasangan sepadan. Pengukuran 20m *multistage fitness* telah dilakukan sebanyak tiga kali pengukuran (Ujian Pra – P<sub>0</sub>, Ujian Pasca 1 (selepas 5 minggu) – P<sub>1</sub> dan Ujian Pasca 2 (selepas 10 minggu) – P<sub>2</sub>). Peserta menjalankan latihan interval selama 10 minggu. Kumpulan Kawalan melakukan latihan tradisional iaitu latihan rutin mereka manakala kumpulan Eksperimen melakukan latihan fungsional jeda intensiti tinggi.



**Gambar rajah 1:** Reka bentuk kajian (ujian Pra, Pasca 1, Pasca 2 dan Fasa Interval)

*Penilaian Kecergasan Aerobik*

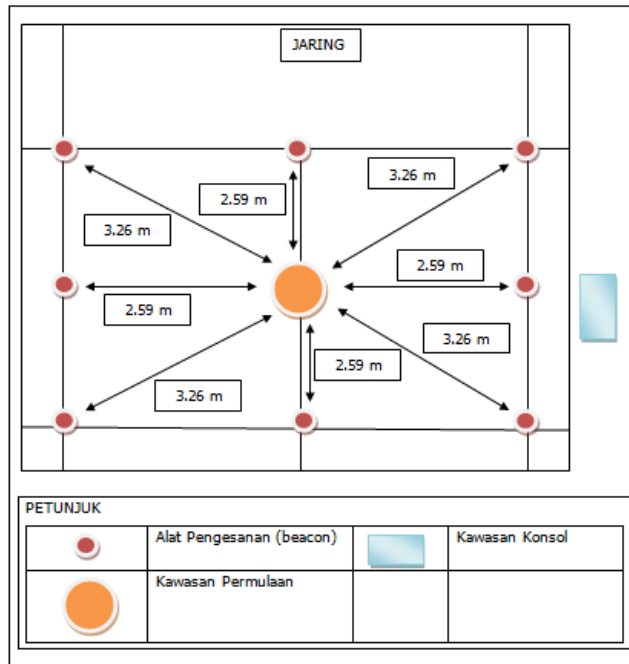
Ujian 20m *multistage fitness*. Ujian ini digunakan untuk mengukur kadar pengambilan maksimum oksigen ( $\dot{V}O_{2max}$ ) para peserta mengikut norma (Ramsbottom *et al.*, 1988). Ujian 20m *multistage fitness* boleh mengukur kuasa aerobik yang cukup tepat (Leger & Lambert, 1982). Nilai korelasi Ujian 20m *multistage fitness* dan  $\dot{V}O_{2max}$  adalah sebanyak

0.92 (Ramsbottom *et al.*, 1988) Ujian ini mengandungi 23 tahap. Setiap tahap berlangsung dalam tempoh satu minit dalam jarak 20 meter. Kelajuan permulaan adalah 8.5km/jam dan meningkat 0.5/jam pada setiap tahap. Skor peserta diambil mengikut tahap dan peringkat larian yang mampu dilakukan oleh peserta. Iaitu peserta berhenti secara sukarela atau tidak dapat sampai ke hujung garisan sebanyak dua kali berturut-turut.

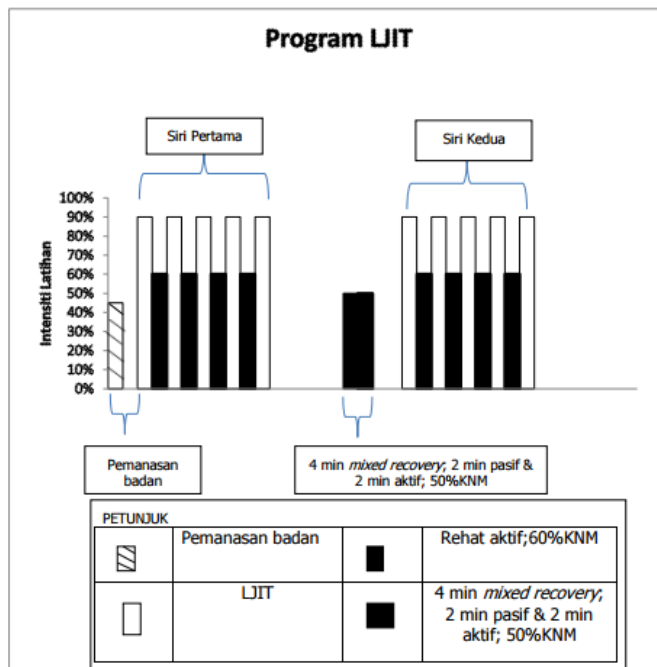
### *Latihan Fungsional Jeda Intensiti Tinggi*

Latihan fungsional jeda intensiti tinggi ini menggunakan alat modul pengesanan. Gambar rajah 2.0 menunjukkan susunan modul pengesanan di gelanggang. Modul pengesanan (*beacon*) ini diaktifkan apabila peserta berdiri di kawasan permulaan. *Beacon* akan mengeluarkan bunyi dan lampu LED apabila telah diaktifkan. Oleh itu, para peserta perlu memintas sensor dengan menggunakan raket di atas peranti tersebut. Prosedur latihan ini adalah seperti berikut:

- a) Peserta akan berdiri dengan raket berhadapan dengan jaring di kawasan permulaan (gambar rajah 2).
- b) Peserta akan berlari ke arah beacon (bertanda merah) selepas mendengar bunyi untuk memintas sensor dan kembali semula ke permukaan permulaan. Beacon akan keluar bunyi semula apabila peserta berada di kawasan permukaan.
- c) Dalam latihan ini, para peserta perlu melakukan intensiti latihan pada 80-95%HRmax.
- d) Latihan fungsional jeda intensiti tinggi akan dilakukan sebanyak 10 kali pengulangan untuk setiap siri latihan. 1 kali ulangan latihan dilakukan dalam masa 3 minit latihan dan 3 minit rehat di antara pengulangan latihan (Gambar rajah 3.0).
- e) Secara keseluruhan jumlah masa kerja adalah 1800 saat atau 30 minit dan masa rehat adalah 1680 saat atau 28 minit.
- f) Pergerakan para peserta untuk memintas sensor adalah secara rawak.
- g) Prosedur pengukuran intensiti berasaskan kaedah Rizab Denyutan Jantung (Karvonen).
- h) Semasa latihan, kadar denyutan jantung peserta bagi kumpulan Eksperimen dipantau dengan menggunakan polar heart rate (Polar RCX3).



Gambar rajah 2: Susunan modul pengesanan di gelanggang



Gambar rajah 3: Program latihan *functional* jeda intensiti tinggi

## Analisis Statistik

Data yang diperoleh dalam ujian 20m *Multistage Fitness* telah dianalisis menggunakan ujian pengukuran berulang *Mixed Anova*. Analisis statistik deskriptif dan inferensi telah dilaksanakan menggunakan perisian Statistical Package for Social Science (SPSS) versi 22.0. Ujian-t sampel bebas telah dilaksanakan dengan penggunaan tahap keyakinan nilai alpha  $p < .05$ . Ujian-t sampel bebas digunakan untuk memastikan tiada perbezaan signifikan terhadap komponen kecergasan fizikal antara dua kumpulan sebelum melaksanakan latihan intervensi.

## Dapatan Kajian

**Jadual 2:** Perbandingan Pengukuran 20m *Multistage Fitness* antara Kumpulan Kawalan dan Eksperimen

Pengukuran	Kawalan		Eksperimen		Nilai <i>p</i>
	Min	Sisihan Piawai	Min	Sisihan Piawai	
P <sub>0</sub>	37.888	4.866	37.475	5.812	.049
P <sub>1</sub>	34.675	4.731	41.113	5.338	
P <sub>2</sub>	35.850	4.292	45.788	4.962	

**Jadual 3:** Perbezaan peratusan peningkatan terhadap tiga kali pengukuran 20m *Multistage Fitness*

Pengukuran	Kawalan	Eksperimen
% $\Delta P_1 - P_0$ (ES)	-8.480 (-.660)	9.708 (.626)
% $\Delta P_2 - P_1$ (ES)	3.389 (.248)	11.371 (.876)
% $\Delta P_2 - P_0$ (ES)	-5.38 (-.419)	22.183 (1.430)

Jadual 2 menunjukkan perbandingan pengukuran 20m *Multistage Fitness* antara Kumpulan Kawalan dan Eksperimen. Manakala Jadual 3 menunjukkan perbezaan peratusan peningkatan terhadap tiga kali pengukuran 20m *Multistage Fitness* antara Kumpulan Kawalan dan Eksperimen. Hasil analisis ujian inferensi pengukuran berulang *Mixed Anova* menunjukkan terdapat perbezaan yang signifikan kadar pengambilan oksigen maksimum ( $\dot{V}O_{2max}$ ) antara kumpulan Kawalan dan Eksperimen selepas latihan interval selama 10 minggu,  $F(1,14)=4.663$ ,  $p = .049$ .

## Perbincangan

Kajian ini bertujuan untuk melihat kesan latihan fungsional jeda intensiti tinggi terhadap kecergasan aerobik dalam kalangan pemain remaja badminton. Menerusi kajian ini menunjukkan terdapat perbezaan signifikan antara kumpulan Eksperimen dan Kawalan selepas latihan interval selama 10 minggu. Data kajian menunjukkan terdapat peningkatan prestasi sebanyak 9.708% pada kumpulan Eksperimen selepas latihan 5

minggu ( $\% \Delta P_1 - P_0$ ) dan nilai ini semakin meningkat sebanyak 22.183% selepas latihan 10 minggu ( $\% \Delta P_2 - P_0$ ). Peningkatan signifikan  $\dot{V}O_{2max}$  ini adalah konsisten dengan kajian Wee, Low, Chan, dan Ler (2017), dan Sloth, Sloth, Overgaard, dan Dalgas (2013). Terdapat peningkatan  $\dot{V}O_{2max}$  sebanyak 10.08% selepas menjalani latihan jeda intensiti tinggi (Wee *et al.*, 2017). Tambahan lagi, kajian Sloth *et al.*, (2013) menunjukkan latihan jeda intensiti tinggi mampu meningkatkan  $\dot{V}O_{2max}$  sebanyak 4.2-13.4%. Latihan jeda intensiti tinggi (HIIT) ini juga membantu meningkatkan aspek parameter kardiovaskular seperti saiz jantung, kapasiti aliran darah, dan *distensibility* arteri (Krustrup, Hellsten, & Bangsbo, 2004). Sekali gus meningkatkan keupayaan sistem kardiovaskular untuk mengangkut oksigen dan ini menyebabkan peningkatan pada  $\dot{V}O_{2max}$  (Krustrup *et al.*, 2004). Peningkatan  $\dot{V}O_{2max}$  ini kemungkinan dipengaruhi oleh adaptasi sistem saraf pusat dan periferi (Wee *et al.*, 2017). Sehubungan itu, masa dan kekerapan program latihan fungsional jeda intensiti tinggi ini adalah mencukupi untuk meningkatkan tahap kecergasan aerobik dalam kalangan pemain badminton. Latihan sebanyak 3-5 kali seminggu dalam masa 20-60 minit untuk satu sesi latihan, serta mengekalkan intensiti pada 65-90%  $HR_{max}$  boleh meningkatkan  $\dot{V}O_{2max}$  (ACSM, 2000).

Latihan fungsional jeda intensiti tinggi ini melibatkan pergerakan perubahan arah (*Change of Direction*) yang bertindak balas terhadap rangsangan bunyi. Kombinasi diantara latihan jeda intensiti tinggi dengan elemen perubahan arah mampu memberi tekanan tinggi terhadap atlet (Dellal *et al.*, 2010). Hal ini telah membantu dalam meningkatkan  $\dot{V}O_{2max}$  dalam kalangan peserta Kumpulan Eksperimen. Tambahan pula, masa latihan intensiti tinggi ini adalah selama 3 minit kerja dan 3 minit rehat (1:1) juga kemungkinan telah membantu meningkatkan  $\dot{V}O_{2max}$  Kumpulan Eksperimen. Latihan jeda intensiti tinggi masa panjang dan masa pendek dengan masa kerja dan rehat melebihi nisbah 1 boleh membantu atlet mencapai tahap latihan  $\dot{V}O_{2max}$  (Millet *et al.*, 2003). Sehubungan itu, kadar masa kerja-rehat iaitu 1:1-4:1 sememangnya sesuai untuk meningkatkan  $\dot{V}O_{2max}$  tanpa memberi kesan negatif terhadap pretasi kekuatan, kuasa, dan ketangkasan (Laursen & Jenkins, 2002).

## Kesimpulan

Kajian ini mendapati bahawa latihan fungsional jeda intensiti tinggi selama 10 minggu mampu meningkatkan kadar pengambilan maksimum oksigen ( $\dot{V}O_{2max}$ ) dalam kalangan pemain badminton remaja. Badminton merupakan sukan yang memerlukan sistem tenaga aerobik dan anaerobik semasa latihan dan rehat. Oleh itu, program latihan badminton perlu melibatkan latihan aerobik serta menggabungkan latihan spesifik-sukan badminton untuk meningkatkan persediaan fisiologikal semasa dalam pertandingan.



## Rujukan

- Andersen, L. L., Larsson, B., Overgaard, H., & Aagaard, P. (2007). Torque-velocity characteristics and contractile rate of force development in elite badminton players. *European Journal of Sport Science*, 7(3),127-34.  
<https://doi.org/10.1080/17461390701579584>
- American College of Sports Medicine. (2016). ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 9th Ed. NY: Lippincott Williams and Wilkins.
- American College of Sports Medicine. (2000). ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 6th ed. Baltimore, Maryland: Lippincott Williams and Wilkins.
- Della, A., Keller, D., Carling, C., Chaouachi, A., Wong, DP., & Chamari, K. (2010). Physiologic effects of directional changes in intermittent exercise in soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(12), 3219-3216.  
<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b94a63>
- Feito, Y., Heinrich, K. M., Butcher, S. J., & Poston, W. S. C. 2018. High-intensity functional training (HIFT): definition and research implications for improved fitness. *Journal of Sport MDPI*, 6(76), 1-19. <https://doi.org/10.3390/sports6030076>
- Fernandez-Fernandez, J., Zimek, R., Wiewelhove, T., & Ferrauti, A. (2012). High-intensity interval training vs. repeated sprint training in tennis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(1),53-62.  
<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318220b4ff>
- Jeyaraman, R., District, E., & Nadu, T. (2012). Prediction of playing ability in Badminton from selected anthropometrical physical and physiological characteristics among inter collegiate players. *Ijajr*, 11.
- Krustrup, P., Hellsten Y., & Bangsbo J. (2004). Intense interval training enhances human skeletal muscle oxygen uptake in the initial phase of dynamic exercise at high but not at low intensities, *Journal of Physiology*, 559(Part 1),335-345.  
<https://doi.org/10.1113/jphysiol.2004.062232>
- Laursen, P. B., & Jenkins, D. G. (2002). The scientific basis for high-intensity interval training: optimising training programmes and maximizing performance in highly trained endurance athletes. *Sports Medicine*, 32(1), 53–73.  
<https://doi.org/10.2165/00007256-200232010-00003>
- Laursen, P. B., Shing, C. M., & Peake, J. M., Coombes, J., S. & Jenkins, D., G. (2005). Influence of high intensity interval training on adaptations in welltrained cyclist. *Journal of Strength Conditioning Research*, 19, 527-533.  
<https://doi.org/10.1519/00124278-200508000-00008>

- Leger, L. A., & Lambert, J. (1982). A maximal multistage 20m shuttle run test to predict  $\dot{V}O_{2max}$ . *European Journal of Applied Physiology*, 49, 1-5.  
<https://doi.org/10.1007/BF00428958>
- Manrique, D. C., & Gonzalez-Badillo J. J. (2003). Analysis of the characteristics of competitive badminton. *British Journal of Sports Medicine*, 8(37),62–66.  
<https://doi.org/10.1136/bjism.37.1.62>
- Millet, G. P., Candau, R., Fattori P., Bignet, F., & Varray, A. (2003).  $\dot{V}O_{2max}$  Responses to different intermittent runs at velocity associated with  $\dot{V}O_{2max}$ . *Canadian Journal of Applied Physiology*, 28(3), 410-423. <https://doi.org/10.1139/h03-030>
- Ming-min, K., & Qing, L. (2013). The interpretation of functional training and its application in badminton. *International Conference on Educational Research and Sports Education*, (Erse), 160–163.
- Neto, J. H. F., & Kennedy, M. D. 2019. The multimodal nature of high-intensity functional training: potential applications to improve sport performance. *Journal of Sports MDPI*, 7(33), 1-14. <https://doi.org/10.3390/sports7020033>
- Ramsbottom, R., Brewer, J., & Williams C. (1988). A progressive shuttle run test to estimate maximal oxygen uptake. *British Journal of Sports Medicine*, 22(4), 141-144.  
<https://doi.org/10.1136/bjism.22.4.141>
- Santana, J. C. (2016). *Functional Training: Exercises and programming for training and performance*. United States: Human Kinetics.
- Sloth, M., Sloth, D., Overgaard, K., & Dalgas, U. (2013). Effects of sprint interval training on  $\dot{V}O_{2max}$  and aerobic exercise performance: a systematic review and meta-analysis. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 23, 341-352.  
<https://doi.org/10.1111/sms.12092>
- Smith, M. M., Sommer, A. J., Starkoff, B. E., & Devor S. T. (2013). Crossfit-based high-intensity power training improves maximal aerobic fitness and body composition. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(11), 3159-3172.  
<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318289e59f>
- Wee, H. E., Low, Y. J., Chan, Q. K. & Ler, H. Y. (2017). Effects of high intensity intermittent badminton multi-shuttle feeding training on aerobic and anaerobic capacity, leg strength qualities and agility. *Proceedings of the 5<sup>th</sup> International Congress on Sport Sciences Research and Technology Support*, 39-47.  
<https://doi.org/10.5220/0006501000390047>
- Ziemann, E., Olek, R., & Grzywacz, T., G., A. (2011). Aerobic and anaerobic changes with high-intensity interval training in active college-aged men. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(4), 1104-1112.  
<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181d09ec9>