

Kadar HB Atlet Seleksi Pra-Pon Kalimantan Barat

Y. Touvan Juni Samodra*¹, Uray Gustian², Isti dwi puspita wati³, Eka Supriatna⁴

Pendidikan Kepelatihan Olahraga, FKIP - Universitas Tanjungpura

Jln. Prof Dr. Hadari Nawawi, No.1, Pontianak, Kalimantan Barat

tovan@fkip.untan.ac.id, Uray.gustian@fkip.untan.ac.id, isti.dwi.puspita.w@fkip.untan.ac.id,

eka.supriatna@fkip.untan.ac.id

Abstrak

Kadar Hemoglobine (HB) menjadi isu penting bagi atlet. HB berperan dalam pengikatan O₂ dan CO₂. Sehingga HB memiliki peran yang penting. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui HB atlet putra dan putri di Kalimantan Barat yang mengikuti seleksi untuk Pra PON Papua. Metode yang dipergunakan adalah dengan ekspos fakto dengan menggunakan data tes yang telah dilakukan. Tes kadar HB dilakukan oleh Dokter dengan menggunakan tes HB. Atlet yang mengikuti seleksi sebanyak 364 atlet yang terdiri dari 25 cabang olahraga. Data dianalisa dengan statistik deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ternyata HB atlet putra rerata lebih tinggi yaitu 15,29 dan putri 13,51. HB terendah pada peserta seleksi atlet karate 8,90 dan HB tertinggi pada altet tinju 20.80. sehingga dapat disimpulkan secara rerata kadar HB atlet dapat dijadikan indicator untu melihat tingkat keterlatihan, kedua Kadar HB masih perlu ditingkatkan dengan intervensi latihan dan asupan nutrisi.

Kata kunci: Hemoglobine; Atlet; Vo₂max; Latihan

Abstact

Hemoglobin (HB) levels are an essential issue for athletes. HB plays a role in the binding of O₂ and CO₂. So HB has an important role. The study aimed to determine the HB of male and female athletes in West Kalimantan who participated in the selection for National championship in Papua. The method used is facto exposure by using test data carried out. The HB level test is carried out by a doctor using the HB test. Athletes who took part in the selection were 364 athletes consisting of 25 sports. Data were analyzed with descriptive statistics. The results showed that the average male athlete's HB was 15.29, and female athletes were 13.51. The lowest HB for karate athletes was 8.90, and the highest HB was 20.80 for boxing athletes. So it can be concluded that the average athlete's HB level can be used as an indicator to see the level of training; both HB levels still need to be increased with exercise intervention and nutritional intake.

Key Words: Hemogleobine, Atlete, Vo₂max, Exercise

PENDAHULUAN

Olahraga prestasi sangat erat kaitannya dengan latihan. Latihan akan memiliki dampak terhadap fisiologi. Dampak latihan ini tergantung dari intensitas, durasi dan periode lamanya latihan. Setiap intensitas memilki pengaruh yang berbeda. Bukti penelitian memberikan bukti bahwa Latihan intensitas tinggi efektif terhadap penurunan lemak (Wewege et al., 2017) (Chin et al., 2020; Sultana et al., 2019). Peningkatan Vo₂max (Zouhal et al., 2020) (Naves et al., 2019) dan toleransi kelelahan (Tew et al., 2019), cardiorespirasi (Cao et al., 2019; Korman et al., 2020; Martin-Smith et al., 2020). Bukti bukti penelitian ini memberikan bukti bahwa, dengan latihan akan memiliki pengaruh terhadap

sisi fisiologi tubuh. Pengaruh ini biasa terhadap VO_2max , kebugaran, cardiorespirasi, toleransi terhadap kelelahan, penurunan lemak ataupun berat badan.

Bahwa latihan dengan intensitas tertentu berpengaruh terhadap beberapa variable yang diteliti. Kajian tentang hubungan antara latihan dengan HB masih kurang banyak dilakukan. Penelitian menunjukkan pentingnya HB terhadap prestasi olahraga. Sebagaimana diketahui bahwa peran HB sebagai pengangkut O_2 dan CO_2 maka jumlah HB dalam darah menjadi penting, diketahui bahwa HB dipengaruhi oleh zat besi dan aktivitas olahraga (Halim, 2014). Sehingga berdasarkan pada hasil penelitian ini dapat dipahami, ada keterkaitan antara olahraga dengan kondisi HB, sehingga beberapa penelitian terdahulu telah menyatakan bahwa telah diusahakan untuk peningkatan HB. Point kedua, HB dipengaruhi oleh zat besi, dimana zat besi ini diperoleh dari asupan makanan. disebabkan ada keterkaitan antara HB dan zat besi ini maka bagi orang yang anemia disarankan untuk memberikan asupan suplemen (Wachsmuth et al., 2015).

Lebih lanjut ternyata kemampuan VO_2max berkaitan dengan kemampuan melakukan oksidasi, oksidasi ini dilakukan di otot, untuk melakukan oksidasi memerlukan oksigen, kelanjutannya oksigen diikat oleh HB, maka HB dapat dipergunakan sebagai salah satu indicator kemampuan memasukkan oksigen (VO_2max) (Jacobs et al., 2011). Ada keterkaitan antara HB, anemia, VO_2max dan ambang batas kemampuan toleransi terhadap asam laktat, semakin HB menurun maka variable yang lain juga akan mengalami penurunan (Treff et al., 2014)

Bukti penelitian menunjukkan bahwa setiap peningkatan kadar HB dalam darah, berbanding lurus dengan peningkatan VO_2max (Prommer et al., 2018), disebutkan bahwa jika terjadi kenaikan HB 1g HB dalam darah maka akan memberikan peningkatan VO_2max x 3,6ml min⁻¹. penelitian yang dilakukan oleh (Eastwood et al., 2012), menjelaskan kaitan antara HB, VO_2max dan latihan, ternyata dengan melakukan penelitian dengan memberikan perlakuan selama 40 terhadap orang yang tidak terlatih terjadi peningkatan VO_2max dan HB, tetapi khusus HB latihan selama itu peningkatannya tidak signifikan.

Berdasarkan pada kajian penelitian di atas dapat diposisikan bahwa antara HB dengan VO_2max memiliki peran penting bagi atlet. Bukti-bukti penelitian di atas menunjukkan bahwa latihan akan memiliki pengaruh terhadap beberapa variable termasuk dua diantaranya VO_2max dan HB. Berdasarkan kajian ini untuk sementara dapat disimpulkan bahwa antara HB dan VO_2max hasilnya berbanding lurus. Sehingga bagi atlet sangat perlu untuk diketahui HB sebagai data penting sebagai bahan pertimbangan dalam penyusunan program latihan, karena HB ini berkaitan erat dengan kemampuan daya tahan untuk bekerja dalam intensitas olahraga.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif eks post facto. Peneliti menelaah data hasil tes HB atlet yang mengikuti tes seleksi calon Tim Pra PON di Provinsi Kalimantan Barat. Jumlah atlet terdiri dari 233 putra dan 131 putra dari 25 cabang olahraga. Data di analisis dengan Statistik deskriptif sederhana dengan menampilkan nilai mean, minimal, maksimal berdasarkan data hasil tes HB yang dikelompokkan dalam jenis kelamin dan cabang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menganalisis data yang telah ada tentang hasil tes HB atlet yang berpartisipasi dalam penseleksian atlet untuk dijadikan tim Pra PON Papua. Data diambil pada tahun 2020 bulan Mei. Berdasarkan data yang diperoleh dapat disajikan sebagai berikut:

Tabel 1. Ringkasan deskripsi HB secara keseluruhan

	kel	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
HB	putra	233	15.2932	1.76461	.11536
	putri	131	13.5145	1.81994	.15901

Tabel 2. HB Atlet keseluruhan berdasarkan cabang olahraga

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
aeromodelling	7	17.3857	1.76958	15.10	20.50
Anggar	24	12.8917	2.03297	9.50	17.60
Angkat besi	18	14.4444	1.79516	11.20	16.80
Balap sepeda	17	15.1176	1.19386	11.90	16.80
balap sepeda	18	14.5556	1.74465	11.50	17.90
Billyard	10	16.0700	1.38327	13.90	18.00
Bulu Tangkis	17	15.0647	1.78078	11.50	18.00
Handball	14	14.9429	1.19596	13.10	17.10
Judo	11	15.6636	1.39232	13.10	17.80
Karate	17	14.2353	2.41685	8.90	17.50
Kempo	8	15.2875	2.24591	10.30	17.30
Muathai	10	14.4500	1.31508	11.90	15.80
Panahan	28	13.9857	1.66171	11.00	18.50
Panjat	17	13.7588	1.69081	10.30	15.90
Pencak Silat	27	14.2370	1.78480	10.80	18.20
Pentaque	12	14.5333	1.76909	11.20	16.50
Renang	8	13.3250	1.46945	11.60	15.70
Sepak Takraw	6	15.6833	.67355	14.90	16.50
taekwondo	10	13.6600	1.71995	10.20	15.80
Tarung Drajat	24	15.1208	1.65108	11.30	17.50
Tenis Meja	12	13.2833	1.79384	11.10	16.30
Tinju	29	15.8517	1.93955	10.20	20.80
voly Pantai	5	19.2400	1.14149	18.00	20.60
Wushu	15	14.5400	1.41915	12.00	16.80

Tabel 3. Uji Beda kadar HB antara Atlet Putra dan Putri

		hb		
		Equal variances assumed	Equal variances not assumed	
Levene's Test for Equality of Variances	F	1.257		
	Sig.	.263		
t-test for Equality of Means	t	9.134	9.054	
	df	363	262.311	
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	
	Mean Difference	1.77866	1.77866	
	Std. Error Difference	.19474	.19645	
	95% Confidence Interval of the Difference	Lower	1.39570	1.39185
		Upper	2.16161	2.16547

Berdasarkan uji beda ternyata ditemukan signifikansi 0.000, hal ini dapat diartikan bahwa HB antara atlet putra dan putri memang berbeda. Dilihat dari hasil mean untuk putra rerata 15,29 dan putri 13.51. Atlet putra memiliki kecenderungan HB lebih tinggi dibandingkan dengan atlet putri. Informasi lebih mendalam terhadap perbedaan dari cabang olahraga dapat dilihat dalam tabel 2.

Pembahasan

Secara ringkas diketahui bahwa atlet putra memiliki HB yang lebih tinggi dibandingkan dengan atlet putri. Perolehan ini memberikan sinyal bahwa tingkat keterlatihan atlet putra di duga lebih tinggi. Data berikutnya menyatakan bahwa atlet putra lebih banyak dibandingkan atlet putri. Hal ini dapat diartikan bahwa angka partisipasi putri secara nyata masih kecil.

Focus dalam pembahasan disini adalah kada HB atlet. Beberapa penelitian yang dilakukan membuktikan bahwa Intensitas latihan moderat yang dilakukan pada atlet daya tahan ternyata memerlukan HB dan $VO_2\text{max}$ yang tinggi (Goodrich et al., 2018), berdasarkan pada hasil penelitian ini maka HB memiliki peran yang penting dalam aktivitas atlet. Peneliti lain menyatakan ada keterkaitan antara HB dan kemampuan aerobik (Malczewska-Lenczowska et al., 2016), demikian juga pernyataan ini sama dengan yang dinyatakan oleh (Aryaputra et al., 2020). Kajian penelitian ini memberikan dukungan bahwa HB memiliki peraan yang kuat terhadap kemampuan aerobik atlet, bahwa dalam keikutsertaan dalam cabang olahraga secara teratur akan membantu untuk meningkatkan HB.

Bahwa latihan dengan mengurangi asupan oksigen akan meningkatkan kemampuan $VO_2\text{MAX}$, HB serta aliran darah kaitan dengan transportasi oksigen ke otot, hal ini juga mengindikasikan jika hb meningkat maka akan terjadi peningkatan kemampuan $VO_2\text{max}$. (Schmidt & Prommer, 2010) $VO_2\text{max}$ dan HB dapat ditingkatkan dengan latihan mengurangi asupan oksigen (hypoxia) (Neya et al., 2012). Berkebalikan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh (Neya et al., 2012) menyatakan bahwa latihan hypoxia akan meningkatkan HB, ternyata penelitian yang dilakukan oleh (Du Bois et al., 2014) menyatakan hasil tidak terjadi kenaikan HB, hanya terjadi penurunan denyut nadi basal dan $Vo_2\text{max}$. kajian ini meyakinkan keberfungsian HB dalam olahraga, HB sebagai salah satu indicator kemampuan $VO_2\text{max}$, disisi lain latihan dengan cara mengurangi asupan oksigen

dengan cara menahan napas menjadi salah satu cara untuk meningkatkan $VO_2\max$ dan HB. Pesan dari kajian ini adalah HB dan $VO_2\max$ memiliki hubungan yang lurus. Dilihat dari hasil penelitian atlet Kalimantan Barat ditunjukkan bahwa nilai tertinggi dari setiap cabang olahraga berada di atas 15. Temuan ini memberikan gambaran yang sama dengan penelitian sebelumnya bahwa keikutsertaan dalam cabang olahraga akan berpengaruh terhadap HB. Semua cabang olahraga Beladiri kecuali Muay Thai, memiliki nilai di atas 16 bahkan sampai 20 pada cabang tinju dan voli pantai.

Latihan ternyata berpengaruh signifikan terhadap peningkatan $VO_2\max$ (Roczniok et al., 2011), tetapi penelitian yang dilakukan oleh HB (Roczniok et al., 2011) menyimpulkan bahwa HB tidak dapat ditingkatkan dengan latihan intermitten hypoxia. Hasil penelitian ini memberikan keterangan lebih lanjut bahwa antara HB dan $VO_2\max$ memiliki hubungan yang erat, namun lebih jauh berdasarkan penelitian yang dilakukan dengan metode hypoxia ini ternyata tidak secara langsung ketika $VO_2\max$ meningkat akan meningkatkan kadar HB dalam darah. Studi eksperimen murni terhadap binatang (tikus) mencoba untuk mengetahui pengaruh pemberian vitamin C dengan takaran 1,8 mg/200 grBB, yang diberikan sebelum latihan, hasil penelitian memberikan data bahwa dosis tersebut tidak dapat meningkatkan kadar HB (Adhitya Gita Arga Kusuma, Said Junaidi, 2015). Dua penelitian ini ternyata gagal untuk membuktikan bahwa penambahan vitamin C dan intermitten Hypoxia gagal untuk menaikkan HB tetapi latihan itu sendiri berhasil meningkatkan $VO_2\max$.

Ada perbedaan terhadap adaptasi latihan, khususnya terhadap HB, ternyata cukup latihan 4 jam perminggu akan memberikan pengaruh yang positif terhadap peningkatan HB, ditunjukkan peningkatan yang terjadi sampai 7%, dibandingkan dengan orang yang tidak melakukan latihan (Prommer et al., 2018). (Du Bois et al., 2014) terjadi beberapa peningkatan seperti HB, hematocrit, kontraksi limpa, peningkatan aerobik dan kemampuan darah dalam mengikat oksigen, jika dilakukan latihan dengan menahan napas. Tetapi penelitian lain yang diunggah dalam artikel yang ditulis oleh (Wehrlein et al., 2016) terjadi kenaikan HB 5%-6% dengan latihan di ketinggian 2300-2500 meter di atas permukaan laut dengan jumlah jam latihan 400 jam. (Pottgiesser et al., 2009), menuliskan laporan hasil penelitian yang dilakukan selama 21 hari di dataran tinggi, melakukan latihan dengan ketinggian 1800-2400 ternyata tidak terjadi perubahan peningkatan HB yang signifikan.

Sebagai pengganti orang yang terjadi dehidrasi biasanya diberi cairan saline, kaitan dengan hal ini, dilakukan pengukuran terhadap HB, ternyata cairan ini malah menurunkan HB dari 15.2 ± 0.9 g/dl ke 14.5 ± 1.0 g/dl, dalam satu jam (Kuipers et al., 2005). Kondisi latihan akan mengakibatkan terjadinya kehilangan cairan termasuk di dalamnya zat besi melalui keringat (dehidrasi), efek dari ini akan menyebabkan hematocrit dan sel darah mengalami kerusakan, kerusakan ini akan berpengaruh terhadap kerja otot dan lebih lanjut dapat menyebabkan anemia (Halim, 2014). Dalam penelitiannya menyatakan bahwa dengan mengikuti latihan Zumba terjadi penurunan kadar HB dalam darah (Halim, 2014).

Kajian-kajian dalam penelitian ini memberikan gambaran yang jelas terhadap posisi HB dan upaya-upaya yang telah dilakukan untuk meningkatkan HB. Upaya ini dilakukan untuk mengambil keuntungan terhadap kadar HB yang tinggi di dalam darah maka akan didapatkan daya angkut yang lebih tinggi terhadap oksigen yang diperlukan untuk pembakaran. Kenyataan berikutnya, berdasarkan kajian penelitian di atas menunjukkan hasil yang bervariasi dampak latihan terhadap HB ini. Khusus terhadap HB latihan sampai ketinggian 2500 ternyata memiliki dampak yang positif, latihan hypoxia ada yang berhasil ada yang tidak, pemberian zat besi ternyata dapat membantu peningkatan, sedangkan pemberian vitamin C dan cairan infus tidak memiliki pengaruh terhadap HB. Informasi-informasi

ilmiah ini setidaknya dikaitkan dengan data penelitian atlet di Kalimantan barat dapat di komparasikan bahwa atler di Kalimantan Barat telah memiliki HB yang memadai sebagai atlet dengan HB di bawah 11 sangat kecil. Dapat dilihat berdasarkan tabel 1, nilai rerata HB minimal ada di angka 13,51.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang dilakukan ternyata terdapat beberap hal yang dapat disimpulkan. Pertama HB atlet putra dan putri lebih tinggi HB atlet putra. Kedua olahragawan ada kecenderungan HB tinggi hal ini dibuktikan dengan hasil penelitian dan bukti bukti penelitian terdahulu. Ketiga berdasarkan kajian penelitian relevan telah dilakukan berbagai upaya untuk meningkatkan kadar HB dalam darah, intinya dengan latihan dapat merangsang peningkatan HB dalam darah. HB dapat dijadikan salah satu tolok ukur terhadap kemampuan VO₂max, hal ini berkaitan dengan kemampuan HB untuk mengikat oksigen yang akan dipergunakan untuk proses okdisasi yang ada di dalam sel.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhitya Gita Arga Kusuma , Said Junaidi, S. (2015). Pemberian Vitamin C Pada Latihan Fisik Maksimal Dan Perubahan Kadar Hemoglobin Dan Jumlah Eritrosit. *JSSF (Journal of Sport Science and Fitness)*, 3(2).
- Aryaputra, A., Purwanto, B., & Widodo, A. (2020). The Relationship Between Hemoglobin Concentration With Maximum Oxygen Volume Levels In Obese Female. *STRADA Jurnal Ilmiah Kesehatan*, 9(2). <https://doi.org/10.30994/sjik.v9i2.295>
- Cao, M., Quan, M., & Zhuang, J. (2019). Effect of high-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training on cardiorespiratory fitness in children and adolescents: A meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(9), 1533. <https://doi.org/10.3390/ijerph16091533>
- Chin, E. C., Yu, A. P., Lai, C. W., Fong, D. Y., Chan, D. K., Wong, S. H., Sun, F., Ngai, H. H., Yung, P. S. H., & Siu, P. M. (2020). Low-frequency HIIT improves body composition and aerobic capacity in overweight men. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 52(1), 56–66. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002097>
- Du Bois, A. M., Nelson, G. C., Ciccone, A. B., April, S. M., Thurston, T. S., Brown, L. E., Coburn, J. W., Galpin, A. J., & Judelson, D. J. (2014). Effect Of Serial Apneas And Facial Immersion On High Intensity Aerobic Performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000495581.06853.6c>
- Eastwood, A., Bourdon, P. C., Norton, K. I., Lewis, N. R., Snowden, K. R., & Gore, C. J. (2012). No change in hemoglobin mass after 40 days of physical activity in previously untrained adults. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 22(6), 722–728. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2011.01310.x>
- Goodrich, J., Ryan, B., & Byrnes, W. (2018). The Influence of Oxygen Saturation on the Relationship Between Hemoglobin Mass and VO₂max. *Sports Medicine International Open*, 2(4), E98–E104. <https://doi.org/10.1055/a-0655-7207>
- Halim, E. V. (2014). PENGARUH LATIHAN ZUMBA TERHADAP KADAR HEMOGLOBIN. *Jurnal E-Biomedik*, 2(1). <https://doi.org/10.35790/ebm.2.1.2014.4552>
- Jacobs, R. A., Rasmussen, P., Siebenmann, C., Díaz, V., Gassmann, M., Pesta, D., Gnaiger, E., Nordsborg, N. B., Robach, P., & Lundby, C. (2011). Determinants of time trial performance and

- maximal incremental exercise in highly trained endurance athletes. *Journal of Applied Physiology*, 111(5), 1422–1430. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00625.2011>
- Korman, N., Armour, M., Chapman, J., Rosenbaum, S., Kisely, S., Suetani, S., Firth, J., & Siskind, D. (2020). High Intensity Interval training (HIIT) for people with severe mental illness: A systematic review & meta-analysis of intervention studies– considering diverse approaches for mental and physical recovery. *Psychiatry Research*, 284, 112601. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2019.112601>
- Kuipers, H., Brouwer, T., Dubravcic-Simunjak, S., Moran, J., Mitchel, D., Shobe, J., Sakai, H., Stray-Gundersen, J., & Vanhoutvin, S. (2005). Hemoglobin and hematocrit values after saline infusion and tourniquet. *International Journal of Sports Medicine*, 26(6), 405-8. <https://doi.org/10.1055/s-2004-821156>
- Malczewska-Lenczowska, J., Orysiak, J., Majorczyk, E., Zdanowicz, R., Szczepańska, B., Starczewski, M., Kaczmarski, J., Dybek, T., Pokrywka, A., Ahmetov, I. I., & Sitkowski, D. (2016). Total hemoglobin mass, aerobic capacity, and hbb gene in polish road cyclists. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(12), 3512–3519. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001435>
- Martin-Smith, R., Cox, A., Buchan, D. S., Baker, J. S., Grace, F., & Sculthorpe, N. (2020). High intensity interval training (HIIT) improves cardiorespiratory fitness (CRF) in healthy, overweight and obese adolescents: A systematic review and meta-analysis of controlled studies. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(8), 2955. <https://doi.org/10.3390/ijerph17082955>
- Naves, J. P. A., Rebelo, A. C. S., Silva, L. R. B. E., Silva, M. S., Ramirez-Campillo, R., Ramirez-Vélez, R., & Gentil, P. (2019). Cardiorespiratory and perceptual responses of two interval training and a continuous training protocol in healthy young men. *European Journal of Sport Science*, 19(5), 653–660. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1548650>
- Neya, M., Enoki, T., Ohiwa, N., Kawahara, T., & Gore, C. J. (2012). Ten Hours Nightly Simulated Altitude at 3000 m Increases Hemoglobin Mass and VO₂max. *Int J Sports Physiol Perform*, 8(4), 366–372.
- Pottgiesser, T., Ahlgrim, C., Ruthardt, S., Dickhuth, H. H., & Schumacher, Y. O. (2009). Hemoglobin mass after 21 days of conventional altitude training at 1816 m. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(6), 673-5. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2008.06.005>
- Prommer, N., Wachsmuth, N., Thieme, I., Wachsmuth, C., Mancera-Soto, E. M., Hohmann, A., & Schmidt, W. F. J. (2018). Influence of endurance training during childhood on total hemoglobin mass. *Frontiers in Physiology*, 9, 251. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00251>
- Roczniok, R., Czuba, M., Waskiewicz, Z., Zajac, A., Poprzecki, S., Cholewa, J., & Roczniok, R. (2011). The effects of intermittent hypoxic training on aerobic capacity and endurance performance in cyclists. *Journal of Sports Science and Medicine*, 10(1), 175–183.
- Schmidt, W., & Prommer, N. (2010). Impact of alterations in total hemoglobin mass on VO₂max. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 38(2), 68–75. <https://doi.org/10.1097/JES.0b013e3181d4957a>
- Sultana, R. N., Sabag, A., Keating, S. E., & Johnson, N. A. (2019). The Effect of Low-Volume High-Intensity Interval Training on Body Composition and Cardiorespiratory Fitness: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 49(11), 1687–1721. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01167-w>
- Tew, G. A., Leighton, D., Carpenter, R., Anderson, S., Langmead, L., Ramage, J., Faulkner, J., Coleman, E., Fairhurst, C., Seed, M., & Bottoms, L. (2019). High-intensity interval training and

- moderate-intensity continuous training in adults with Crohn's disease: A pilot randomised controlled trial. *BMC Gastroenterology*, 29(1), 19. <https://doi.org/10.1186/s12876-019-0936-x>
- Treff, G., Schmidt, W., Wachsmuth, N., & Steinacker, J. M. (2014). Impact of insidious gastrointestinal blood loss on endurance performance in an elite rower. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 54(3), 335-9.
- Wachsmuth, N. B., Aigner, T., Völzke, C., Zapf, J., & Schmidt, W. F. (2015). Monitoring recovery from iron deficiency using total hemoglobin mass. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 47(2), 419–427. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000420>
- Wehrlin, J. P., Marti, B., & Hallén, J. (2016). Hemoglobin mass and aerobic performance at moderate altitude in elite athletes. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 2016(903), 357–374. https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7678-9_24
- Wewege, M., van den Berg, R., Ward, R. E., & Keech, A. (2017). The effects of high-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous training on body composition in overweight and obese adults: a systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews*, 18(6), 635–646. <https://doi.org/10.1111/obr.12532>
- Zouhal, H., Ben Abderrahman, A., Khodamoradi, A., Saeidi, A., Jayavel, A., Hackney, A. C., Laher, I., Algotar, A. M., & Jabbour, G. (2020). Effects of physical training on anthropometrics, physical and physiological capacities in individuals with obesity: A systematic review. *Obesity Reviews*, 21(9), e13039. <https://doi.org/10.1111/obr.13039>