Comparaison entre 4 modes d'entraînement et l'impact sur la capacité aérobie chez des athlètes

Polarized training has greater impact on key endurance variables than threshold, high intensity, or high volume training

Thomas Stöggl[1,2]* and Billy Sperlich[3]

[1] *Department of Sport Science and Kinesiology, University of Salzburg, Salzburg, Austria*
[2] *Department of Health Sciences, Swedish Winter Sports Research Centre, Mid Sweden University, Östersund, Sweden*
[3] *Institute of Sport Science, University of Würzburg, Würzburg, Germany*

Edited by:
Niels H. Secher, University of Copenhagen, Denmark

Reviewed by:
Niels H. Secher, University of Copenhagen, Denmark
Stefanos Volianitis, Aalborg University, Denmark

****Correspondence:***
Thomas Stöggl, Department of Sport Science and Kinesiology, University of Salzburg, Schlossallee 49, 5400 Hallein/Rif, Salzburg, Austria
e-mail: thomas.stoeggl@sbg.ac.at

Endurance athletes integrate four conditioning concepts in their training programs: high-volume training (HVT), "threshold-training" (THR), high-intensity interval training (HIIT) and a combination of these aforementioned concepts known as polarized training (POL). The purpose of this study was to explore which of these four training concepts provides the greatest response on key components of endurance performance in well-trained endurance athletes.

Methods: Forty eight runners, cyclists, triathletes, and cross-country skiers (peak oxygen uptake: (VO_{2peak}): $62.6 \pm 7.1\ mL \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$) were randomly assigned to one of four groups performing over 9 weeks. An incremental test, work economy and a VO_{2peak} tests were performed. Training intensity was heart rate controlled.

Results: POL demonstrated the greatest increase in VO_{2peak} ($+6.8\ ml \cdot min \cdot kg^{-1}$ or 11.7%, $P < 0.001$), time to exhaustion during the ramp protocol (+17.4%, $P < 0.001$) and peak velocity/power (+5.1%, $P < 0.01$). Velocity/power at $4\ mmol \cdot L^{-1}$ increased after POL (+8.1%, $P < 0.01$) and HIIT (+5.6%, $P < 0.05$). No differences in pre- to post-changes of work economy were found between the groups. Body mass was reduced by 3.7% ($P < 0.001$) following HIIT, with no changes in the other groups. With the exception of slight improvements in work economy in THR, both HVT and THR had no further effects on measured variables of endurance performance ($P > 0.05$).

Conclusion: POL resulted in the greatest improvements in most key variables of endurance performance in well-trained endurance athletes. THR or HVT did not lead to further improvements in performance related variables.

	HVFI	SEUIL	EFHI (HIIT)	POL
Protocole	➢ 3 mésocycles de 3 microcycles ➢ 2 microcycles de haut volume suivis par 1 microcycle de récupération ➢ 6 entraînements par microcycle	➢ 3 mésocycles de 3 microcycles ➢ 2 microcycles de haut volume et haute intensité suivis par une semaine de récupération ➢ 6 entraînements par microcycle	➢ 2 mésocycles d'intervalles d'une durée de 16 jours avec un microcycle préalable d'adaptation et un microcycle post de récupération ➢ Intervalles condensés sur 16 jours comprenant 12 séances fractionnées haute intensité sur 16 jours ➢ 4 mésocycles comprenant 3 séances fractionnées à haute intensité pour 3 jours consécutifs avec une journée de récupération	➢ 3 mésocycles de 3 microcycles: 2 microcycles de haut volume et intensité, 1 microcycle de récupération ➢ 6 entraînements par microcycle
Intensité faible	➢ 3 x 90 min faible intensité ➢ 2 x 150-240 min faible intensité	➢ 2 x 90 min faible intensité		➢ 2 x 150-240 min faible intensité ➢ 2 x 90 min faible intensité
Intensité modérée	➢ 1 x 60 min d'entraînements fractionnés long à intensité modérée (5 x 7 min avec 2 min récupération, 3 x 15 min avec 3 min récupération) ➢ 2 Sessions fractionnées à intensité modérée: 5 x 6 min avec 2 min récupération + 3 séries pour les mésocycles suivants	➢ 1x 90 min d'entraînements fractionnés longs à intensité modérée (3 x 15 min avec 3 min récupération active, +5 séries pour les 2 mésocycles suivants		
Intervalles		➢ 1 x 75 min session de Fartlek		
Intervalles haute intensité			➢ 12- 20 min échauffement 75%Fcmax, 4 x 4 min (90-95%Fcmax, 3 min récupération active) 15 min retour au calme 75%Fcmax	➢ 2- 20 min échauffement 75%Fcmax, 4 x 4 min (90-95%Fcmax, 3 min récupération active) 15 min retour au calme 75%Fcmax

Comparaison des interventions

Volume d'entraînement plus élevé

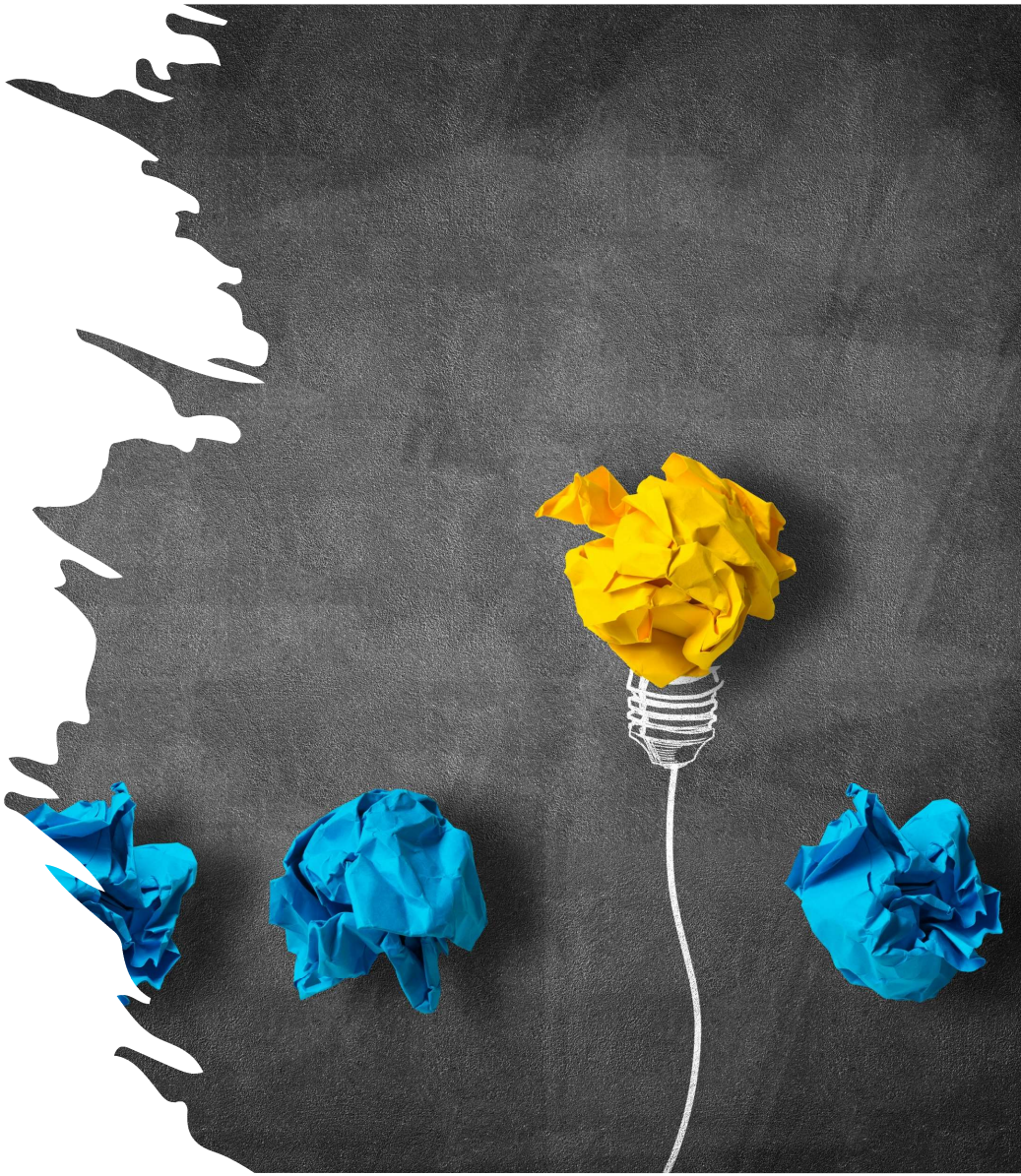
	HVFI	SEUIL	EFHI (HIIT)	POL
Heures totales	**102 ± 11**	**84 ± 7**	**66 ± 1**	**104 ± 20**
# sessions	**58 ± 3**	**49 ± 3**	**47 ± 1**	**54 ± 3**
Distribution du volume à faible intensité (%)	**83 ± 6**	**46 ± 7**	**43 ± 1**	**68 ± 12**
Distribution du volume à intensité modérée (%)	**16 ± 6**	**54 ± 7**	**0**	**6 ± 8**
Distribution du volume à haute intensité (%)	**1 ± 1**	**0**	**57 ± 1**	**26 ± 7**

La majorité des changements de la $VO2_{max}$ pour le groupe HIIT provient d'un changement de poids

Augmentation $VO2_{max}$ absolue plus importante chez POL

Une augmentation de~10% de la $VO2_{max}$ sur 9 semaines chez des athlètes est considérable

		POL		HIIT		THR		HVT		*F*-Value	*P*-Value
		Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post		
VO_{2peak}-test	VO_{2peak} [L·min^{-1}·kg^{-1}]	60.6 ± 8.3	67.4 ± 7.7***	63.7 ± 7.1	66.6 ± 5.8*	63.2 ± 4.6	60.8 ± 7.1	60.5 ± 9.4	62.1 ± 9.8	$F_{(1, 37)} = 13.6^a$	<0.001
			11.7 ± 8.4%		4.8 ± 5.6%		−4.1 ± 6.7%†††‡		2.6 ± 4.5%†	$F_{(3, 37)} = 0.5^b$	NS
										$F_{(3, 37)} = 11.9^c$	<0.001
	VO_{2peak} [L·min^{-1}]	4.4 ± 1.0	4.9 ± 1.1***	4.6 ± 0.5	4.7 ± 4.9	4.4 ± 0.8	4.3 ± 9.2	4.8 ± 0.7	4.9 ± 0.7	$F_{(1, 37)} = 6.4^a$	< 0.05
			10.4 ± 7.9%		1.1 ± 7.6%†		−3.7 ± 7.0%†††		2.9 ± 4.5%†	$F_{(3, 37)} = 0.6^b$	NS
										$F_{(3, 37)} = 8.0^c$	< 0.001
	HR_{peak} [bpm]	187 ± 7	186 ± 7	185 ± 9	182 ± 11	180 ± 10	179 ± 9	183 ± 4	183 ± 4	$F_{(1, 37)} = 1.9^a$	NS
			−0.6 ± 1.9%		−1.3 ± 2.3%		−0.2 ± 1.9%		0.3 ± 1.9%	$F_{(3, 37)} = 1.4^b$	NS
										$F_{(3, 37)} = 1.0^c$	NS
	LA_{peak} [mmol·L^{-1}]	10.2 ± 1.7	10.7 ± 1.7	9.6 ± 1.7	10.2 ± 1.7	9.5 ± 1.6	9.9 ± 2.2	10.1 ± 1.7	9.9 ± 2.0	$F_{(1, 37)} = 1.7^a$	NS
			7.5 ± 20.4%		6.4 ± 8.3%		5.3 ± 19.1%		−1.0 ± 11.8%	$F_{(3, 37)} = 0.4^b$	NS
										$F_{(3, 37)} = 0.4^c$	NS
Work economy	$VO_{2submax}$ [mL·min·$^{-1}$kg^{-1}]	38.2 ± 5.5	39.7 ± 5.0	34.8 ± 6.1	35.9 ± 6.2	34.7 ± 5.1	33.7 ± 4.4	35.2 ± 4.4	35.3 ± 4.7	$F_{(1, 37)} = 0.5^a$	NS
			4.6 ± 10.5%		3.8 ± 12.0%		−2.1 ± 7.8		0.6 ± 9.5%	$F_{(3, 37)} = 2.0^b$	NS
										$F_{(3, 37)} = 1.0^c$	NS
	$VO_{2submax}$ [%VO_{2peak}]	62.4 ± 12.3	59.0 ± 9.8*	54.8 ± 5.0	53.2 ± 5.3	54.9 ± 7.9	56.0 ± 8.1	58.9 ± 8.6	57.7 ± 9.6	$F_{(1, 37)} = 2.3^a$	NS
			−4.8 ± 7.6%		−2.5 ± 10.5%		2.5 ± 11.3		−2.1 ± 7.0%	$F_{(3, 37)} = 1.3^b$	NS
										$F_{(3, 37)} = 1.4^c$	NS
	HR_{submax} [bpm]	136 ± 10	135 ± 13	141 ± 13	131 ± 6**	143 ± 3	139 ± 3*	136 ± 7	134 ± 5	$F_{(1, 37)} = 11.7^a$	<0.01
			−3.3 ± 6.4%		−6.7 ± 4.4%		−2.7 ± 1.0		−1.1 ± 3.4%	$F_{(3, 37)} = 0.4^b$	NS
										$F_{(3, 37)} = 1.7^c$	NS
	HR_{submax} [%HR_{peak}]	74.3 ± 5.4	72.5 ± 6.3	76.1 ± 4.7	71.9 ± 2.2*	77.8 ± 3.6	75.8 ± 3.9**	74.2 ± 2.1	73.0 ± 1.6	$F_{(1, 37)} = 9.3^a$	< 0.01
			−2.4 ± 6.3%		−5.4 ± 4.5%		−2.6 ± 0.9		−1.6 ± 2.0%	$F_{(3, 37)} = 0.7^b$	NS
										$F_{(3, 37)} = 1.0^c$	NS
Incremental test	HR_2 [bpm]	139 ± 9	136 ± 13	138 ± 10	141 ± 9	152 ± 12	151 ± 9	138 ± 19	138 ± 18	$F_{(1, 37)} = 0.1^a$	NS
			−2.3 ± 6.1%		2.2 ± 5.9%		−0.1 ± 9.5		−0.3 ± 6.5%	$F_{(3, 37)} = 3.7^b$	< 0.05
										$F_{(3, 37)} = 0.5^c$	NS
	HR_4 [bpm]	157 ± 14	157 ± 13	163 ± 12	162 ± 11	171 ± 9	169 ± 9	160 ± 12	162 ± 12	$F_{(1, 37)} = 0.2^a$	NS
			−0.1 ± 3.9%		−0.3 ± 3.8%		−1.2 ± 3.8		1.1 ± 4.8%	$F_{(3, 37)} = 2.6^b$	NS
										$F_{(3, 37)} = 0.5^c$	NS
	HR_{peak} [bpm]	186 ± 6	184 ± 5*	191 ± 10	191 ± 10	187 ± 9	184 ± 9	187 ± 7	184 ± 4	$F_{(1, 37)} = 5.5^a$	< 0.05
			−0.9 ± 1.3%		−0.02 ± 2.3%		−1.2 ± 2.7		−1.4 ± 2.9%	$F_{(3, 37)} = 1.2^b$	NS
										$F_{(3, 37)} = 0.6^c$	NS
	LA_{peak} [mmol·L^{-1}]	10.6 ± 1.5	11.1 ± 1.6	11.1 ± 1.8	11.9 ± 2.3	9.9 ± 1.8	10.2 ± 2.5	10.8 ± 1.4	9.8 ± 1.3	$F_{(1, 37)} = 0.2^a$	NS
			4.7 ± 13.4%		7.7 ± 21.1%		4.0 ± 20.0%		−7.2 ± 21.0%	$F_{(3, 37)} = 1.6^b$	NS
										$F_{(3, 37)} = 1.1^c$	NS

Intéressant…

- L’entraînement fractionné à haute intensité (HFHI/HIIT) induit des changements plus rapides dans les paramètres métaboliques
- Très efficace pour améliorer la VO_{2max}
- L’entraînement à haut volume et faible intensité induit une plus grande amélioration de l'utilisation des substrats
  - Important pour l’endurance aérobie et la performance de longue durée
  - Il peut améliorer l'efficacité mécanique (répétition de la technique)
- L'entraînement polarisé combine les meilleurs aspects du HFHI/HIIT et de l’entraînement à haut volume sans les inconvénients de l'entraînement au SEUIL.
- L’entraînement au SEUIL peut s'avérer bénéfique pour les sujets non entraînés.