

El efecto de distintos tipos de entrenamiento por intervalos de alta intensidad (HIIT) sobre el control glicémico, resistencia aeróbica y composición corporal en personas con diabetes tipo 2. Un meta-análisis.

Sustentante
María Cristina Arrieta Leandro
Carné: B00634

Profesora tutora: Jessenia Hernández Elzondo, Ph.D
Lectora 1: Dra. María Gabriela Morales Scholz, Ph.D
Lector 2: José Moncada Jiménez, Ph.D

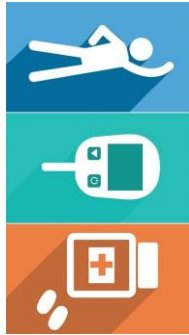
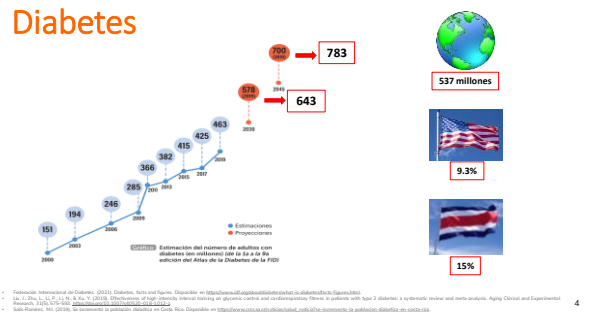


Tabla de contenidos

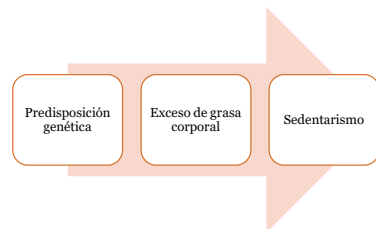
Introducción
Marco teórico
Justificación
Objetivo
Metodología
Resultados y Discusión
Conclusión
Anexos



Diabetes



Diabetes tipo 2: Causas



1. Nand, S., Williams, K., & Kivimäki, M. (2017). Association of life factors with type 2 diabetes: A systematic review. *Computational and Structural Biotechnology Journal*, 15, 1760-1767.

2. Li, Y., & Wang, L. (2016). Effectiveness of internet-based self-management training on glycaemic control and cardiovascular disease in patients with type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Ageing Clinical and Experimental Research*, 30(2), 203-210.

Diabetes tipo 2: Fisiopatología

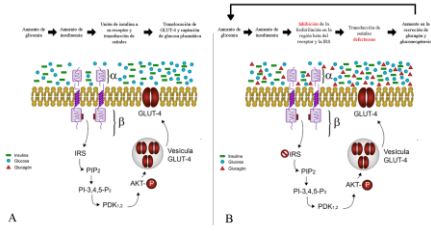


Figura 1. A) Cascada de insulina en células de tejido muscular sano. B) Mecanismo fisiopatológico de la resistencia a la insulina en células de tejido muscular. Adaptado de Barrett (2017), Galicia-García et al. (2020), Kahn et al. (2020), Chadt & Al-Hasani (2020) y Jiménez-Maldonado et al. (2020).

Diabetes tipo 2: Monitoreo

Control glicémico

- HbA1c
- Glicemia
- Insulinemia
- HOMA IR

Consumo de oxígeno

- VO2máx
- VO2píco

Composición corporal

- % grasa
- Masa muscular
- C. cintura

Galicia-García, T. Torres, L. García, S. (2020). The Role of Insulin Resistance in the Pathogenesis of Type 2 Diabetes Mellitus. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 152(10), 1079-1087. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2020.107908>

Barrett, T. (2017). *Diabetes Mellitus: A Practical Approach*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198789110.001.0001>

Galicia-García, T., Torres, L., García, S., & Benito-Vicente, A. (2020). The Role of Insulin Resistance in the Pathogenesis of Type 2 Diabetes Mellitus. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 152(10), 1079-1087. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2020.107908>

Kahn, S. E., & Borch-Johnsen, K. (2020). The Role of Insulin Resistance in the Pathogenesis of Type 2 Diabetes Mellitus. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 152(10), 1079-1087. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2020.107908>

Chadt, A., & Al-Hasani, S. M. (2020). The Role of Insulin Resistance in the Pathogenesis of Type 2 Diabetes Mellitus. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 152(10), 1079-1087. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2020.107908>

Jiménez-Maldonado, A., García-Santos, P. C., Barreira, L., Morande-Sánchez, L., & Palomo, J. P. (2020). Impact of High-Intensity Interval Training and Sprint Interval Training on Peripheral Markers of Glycemic Control in Metabolically Unhealthy and Type 2 Diabetes. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 152(10), 1079-1087. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2020.107908>

Diabetes tipo 2: Diagnóstico

Tabla 1. Criterios diagnósticos para la diabetes tipo 2.

Indicador	Valores normales	Prediabetes	Diabetes
Hemoglobina glicosilada (HbA1c)	< 5,7%	5,7% - 6,4%	≥ 6,5%
Glicemia en ayunas	(≤ 38 mmol/mol) (<100 mg/dL) (5,6 mmol/L)	(39-47 mmol/mol) (100 mg/dL - 125 mg/dL) (5,6 - 6,9 mmol/L)	(≥ 48 mmol/mol) (≥ 126 mg/dL) (7,0 mmol/L)
Glicemia postprandial (2h)	<140 mg/dL (7,8 mmol/L)	140 mg/dL - 199 mg/dL (7,8 - 11 mmol/L)	≥ 200 mg/dL (11 mmol/L)
Glicemia aleatoria			≥ 200 mg/dL (11,1 mmol/L)

ADA. (2020). Standards of Medical Care in Diabetes—2020. *Diabetes Care*, 43(1), 1-20. <https://doi.org/10.2337/20201202>

Diabetes tipo 2:

Tratamiento

Medico-farmacológico

Nutricional

Ejercicio físico

Frost, M. J., & Sirtori, A. B. (2016). Medical Nutrition Therapy for Diabetes Mellitus and Hypertension of Heart Failure. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 119(1), 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2016.05.010>

Galicia-García, T., Torres, L., García, S., & Benito-Vicente, A. (2020). The Role of Insulin Resistance in the Pathogenesis of Type 2 Diabetes Mellitus. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 152(10), 1079-1087. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2020.107908>

Wahlqvist, M., & Brown, A. D. (2020). Therapeutic Approach to Type 2 Diabetes Mellitus. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 152(10), 1079-1087. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2020.107908>

Galicia-García, T., Torres, L., García, S., & Benito-Vicente, A. (2020). The Role of Insulin Resistance in the Pathogenesis of Type 2 Diabetes Mellitus. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 152(10), 1079-1087. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2020.107908>

Galicia-García, T., Torres, L., García, S., & Benito-Vicente, A. (2020). The Role of Insulin Resistance in the Pathogenesis of Type 2 Diabetes Mellitus. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 152(10), 1079-1087. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2020.107908>

HIIT



da Silva, D. E., Grande, A. L., Ribeiro, L., Tavares, D., Liu, T., Bonetti-Dutra, G., & de Farias, J. M. (2019). High-Intensity Interval Training in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus: A Systematic Review. *Current Hypertension Reports*, 17(1), 1-10. <https://doi.org/10.1007/s11907-019-00000-0>

Jiménez-Maldonado, A., García-Santos, P. C., Barreira, L., Morande-Sánchez, L., & Palomo, J. P. (2020). Impact of High-Intensity Interval Training and Sprint Interval Training on Peripheral Markers of Glycemic Control in Metabolically Unhealthy and Type 2 Diabetes. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 152(10), 1079-1087. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2020.107908>

Tipos de HIIT

Tabla 2. Tipos de protocolos de HIIT de acuerdo con duración e intensidad de los intervalos.

Tipo	Duración del intervalo	Intensidad
HIIT de intervalo largo (LI-HIIT)	2 - 4 min	Submáxima
HIIT de intervalo moderado (MI-HIIT)	30 - 120 s	Submáxima
HIIT de intervalo corto (SI-HIIT)	< 30 s	Submáxima
Entrenamiento por intervalos de sprint (SIT)	10 - 30 s	Cercana a la máxima
Ejercicio de sprint repetido (RST)	< 10 s	Cercana a la máxima

Wahlqvist, M., & Brown, A. D. (2020). Therapeutic Approach to Type 2 Diabetes Mellitus. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 152(10), 1079-1087. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2020.107908>

HIIT y diabetes tipo 2. Lo que se sabe hasta el momento

- ✓
 - HbA1c, Insulinemia, Grasa corporal
 - $VO_{2máx}$, VO_{2pico}
- ✗
 - Glicemia, HOMA IR
 - Circunferencia de cintura
- ?
 - Masa muscular
 - Tipo de HIIT

1. American Diabetes Association. (2019). Standards of medical care in diabetes—2019. Diabetes Care, 42(suppl 1), S1–S86. <https://doi.org/10.2337/s1345-7548.2019.01511.x>

2. American Diabetes Association. (2019). Standards of medical care in diabetes—2019. Diabetes Care, 42(suppl 1), S1–S86. <https://doi.org/10.2337/s1345-7548.2019.01511.x>

3. American Diabetes Association. (2019). Standards of medical care in diabetes—2019. Diabetes Care, 42(suppl 1), S1–S86. <https://doi.org/10.2337/s1345-7548.2019.01511.x>

4. American Diabetes Association. (2019). Standards of medical care in diabetes—2019. Diabetes Care, 42(suppl 1), S1–S86. <https://doi.org/10.2337/s1345-7548.2019.01511.x>

5. American Diabetes Association. (2019). Standards of medical care in diabetes—2019. Diabetes Care, 42(suppl 1), S1–S86. <https://doi.org/10.2337/s1345-7548.2019.01511.x>

6. American Diabetes Association. (2019). Standards of medical care in diabetes—2019. Diabetes Care, 42(suppl 1), S1–S86. <https://doi.org/10.2337/s1345-7548.2019.01511.x>

7. American Diabetes Association. (2019). Standards of medical care in diabetes—2019. Diabetes Care, 42(suppl 1), S1–S86. <https://doi.org/10.2337/s1345-7548.2019.01511.x>

8. American Diabetes Association. (2019). Standards of medical care in diabetes—2019. Diabetes Care, 42(suppl 1), S1–S86. <https://doi.org/10.2337/s1345-7548.2019.01511.x>

9. American Diabetes Association. (2019). Standards of medical care in diabetes—2019. Diabetes Care, 42(suppl 1), S1–S86. <https://doi.org/10.2337/s1345-7548.2019.01511.x>

10. American Diabetes Association. (2019). Standards of medical care in diabetes—2019. Diabetes Care, 42(suppl 1), S1–S86. <https://doi.org/10.2337/s1345-7548.2019.01511.x>

11. American Diabetes Association. (2019). Standards of medical care in diabetes—2019. Diabetes Care, 42(suppl 1), S1–S86. <https://doi.org/10.2337/s1345-7548.2019.01511.x>

12. American Diabetes Association. (2019). Standards of medical care in diabetes—2019. Diabetes Care, 42(suppl 1), S1–S86. <https://doi.org/10.2337/s1345-7548.2019.01511.x>

13. American Diabetes Association. (2019). Standards of medical care in diabetes—2019. Diabetes Care, 42(suppl 1), S1–S86. <https://doi.org/10.2337/s1345-7548.2019.01511.x>

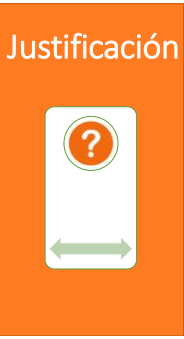


Justificación

Justificación



- No hay un análisis a profundidad que clasifique los distintos protocolos.
- Valor social y aplicabilidad de los resultados a la práctica profesional.



Justificación

Nuevos aportes

- Exclusivo DM2.
- Aumento del n.
- Primer análisis de masa muscular.
- Primer análisis por tipo de HIIT.



Objetivos

Objetivo

Objetivo general

Meta analizar el efecto de diferentes protocolos de HIIT publicados en estudios aleatorizados y controlados sobre el control glicémico, resistencia aeróbica y composición corporal en personas con DM2.

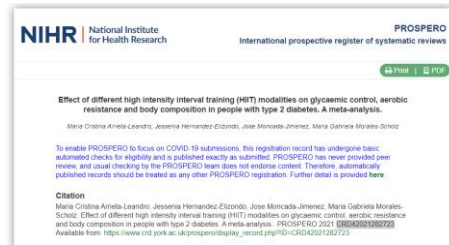
Objetivos específicos

1. Examinar exhaustivamente la información bibliográfica disponible sobre estudios aleatorizados y controlados que estudiaron el efecto del HIIT sobre el control glicémico, resistencia aeróbica y composición corporal en personas con DM2.
2. Clasificar los estudios aleatorizados y controlados de acuerdo con el tipo de HIIT implementado en cada estudio.
3. Comparar y analizar los tamaños del efecto de cada tipo de HIIT sobre el control glicémico, resistencia aeróbica y composición corporal en personas con DM2 mediante técnicas meta analíticas actualizadas.



Metodología

Metodología *Inscripción del protocolo*



Registro # CRD42021282723

Metodología *Estrategia de búsqueda*

- Lineamientos PRISMA
- Estrategia de búsqueda:
 - *EbscoHost (Academic Search Ultimate, Fuente Académica Plus, MEDLINE y Sport Discus)
 - *Web of Science,
 - *PubMed
 - *EMBASE
- Última actualización: 20 de febrero de 2022

Español, inglés, portugués.
Sin restricción de fecha de publicación.



Metodología *Ejemplo de frase booleana*

("vo2max" or "vo2peak" or "aerobic capacity" or "vo2" or "oxygen uptake" or "maximum oxygen consumption" or "peak maximal uptake") AND ("hiit" or "hit" or "high intensity interval training" or "high intensity training" or "sit" or "sprint interval training") AND ("type 2 diabetes" or "type 2 diabetes mellitus" or "t2dm" or "t2d") AND adult* NOT ("rat" or "rats" or "mouse" or "rodent" or "mice")



Metodología *Criterios de inclusión*

Criterio PICOS	Criterio de elegibilidad
Participantes	Hombres y mujeres mayores de 18 años diagnosticadas con DM2.
Intervención	HIIT crónico con descripción del protocolo (mínimo 12 semanas para HbA1c).
Comparación	Control sedentario o ejercicio aeróbico, análisis entre grupos.
Resultados	HbA1c, glicemia en ayunas, insulinemia en ayunas, índice de HOMA, VO2, % grasa, masa muscular y/o circunferencia de cintura.
Diseño	Experimental y cuasiexperimental.



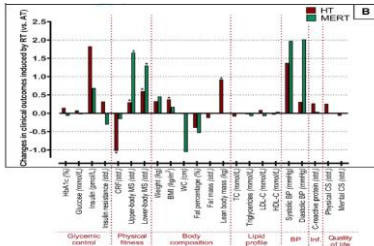
Metodología *Criterios de exclusión*

- Intervenciones que mezclaran HIIT con algún otro tipo de condición experimental.
- Muestras que mezclan participantes con diabetes tipo 2 y prediabetes.
- Estudios con grupo control sano.
- Mujeres embarazadas.



Metodología *Análisis*

- Modelo meta-análisis múltiple.
- Análisis del cambio pre-post entre grupos.



Aranda-Moreno F, Rodríguez-Ariza M, Acosta F M, Hernández D, A Tolboom J (2020) Beyond general resistance training: Hypertrophy versus muscular endurance training on Responder-1 intermediate in adults with type 2 diabetes mellitus: A randomized clinical trial and meta-analysis. *Obesity Reviews*. 21(9). <https://doi.org/10.1111/obr.12820>

Metodología *Análisis (software MetaXL y Review Manager)*

- TE global: modelo de heterogeneidad de varianza inversa (IVhet).
- Total 9 meta análisis con cada grupo de comparación.
- Análisis de subgrupos (tipo de HIIT).



De C, A, R, Bunnings J, L, Wain, L, & Wilson, C, M (2016). Advances in the meta-analysis of heterogeneous clinical trials I: The inverse variance heteroscedastic model. *Contemporary Clinical Trials*, 46, 130-138. <https://doi.org/10.1016/j.cct.2016.04.002>

Metodología *Evaluación de la calidad*

- Escala TESTEX:
- 12 ítems.
- Se asigna un 1 si el estudio cumple con el ítem o un 0 si no lo cumple.
- Se realiza sumatoria de los puntos para determinar calificación.



Smart, R. A., Wadman, M., Smith, H., Galloway, C., Vignery, C., Condonner, V., & Selinger, C. (2015). Validation of a manual for the assessment of study quality and reporting in exercise training studies: TESTEX. *International Journal of Evidence-Based Healthcare*, 14(5), 9-18. <https://doi.org/10.1002/ehb2.1200>

Metodología *Análisis de heterogeneidad y riesgo de sesgo*

- Índice de Cochran's (Q): $\alpha < 0.1$.
- Inconsistencia I² (0% - 100%).
- Análisis de DoI Plot.
- Índice de LFK: idealmente entre ± 1 .



• Gøtzsche, P. C. (2014). The randomization of patients from different experiments. *Statistical Science*, 29(1), 101-108.

• Bunnings, J. (2016). *MetaXL*. version 4.1.1. Downloaded from <http://www.meta-analysis.com/Products/Products.aspx>

• Pappa, M., Ntzani, T. T., Trikalinos, T. A., & Contopoulos-Ioannidis, D. G. (2003). Comparison of evidence of treatment effects in randomized and nonrandomized studies. *Journal of the American Medical Association*, 289(24), 2716-2723. <https://doi.org/10.1001/jama.289.24.2716>

• Kjaer, T., & Sørensen, K. (2010). Using the Quality Effects Model (QEM) in the analysis of a meta-analysis using the Quality Effects Model (QEM). *Statistical Science*, 25(1), 101-108. <https://doi.org/10.1001/jama.289.24.2716>

Metodología *Peso de la evidencia*

Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation (GRADE):

1. Limitaciones del estudio.
2. Imprecisión.
3. Inconsistencia.
4. Evidencia indirecta.
5. Sesgo de publicación.



Guyatt, G. H., Oxman, A. D., Vist, G. E., Kunz, R., Falck-Ytter, Y., Alonso-Coello, P., & Schünemann, H. J. (2008). GRADE: an emerging consensus on rating quality of evidence and strength of recommendations. *BMJ*, 336(7650), 924-934. <https://doi.org/10.1136/bmj.336.7650.924>



Resultados y discusión

Resultados

Búsqueda bibliográfica

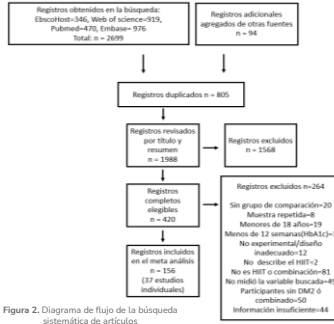


Figura 2. Diagrama de flujo de la búsqueda sistemática de artículos

31

Tabla 7. Principales características de los estudios meta analizados

Años	País	Año	Edad promedio (años)	n total	Tipo de medicación	Dieta	Intervención HIIT		Intervención EAC	
							Intervención	Forma de monitoreo	Intervención	Forma de monitoreo EAC
Alsharif et al. 2020	Arabia Saudita	2019	54.80	32	Medicación oral	No controlada	LI HIIT	8 semanas, 3 veces/semana, intensidad 240 unidades vigiema, duración 120'	Coloquio	
Alsharif et al. 2021	Irán	2021	39.44	30	Medicación oral	No controlada	LI HIIT	12 semanas, 3 veces/semana, intensidad 240 unidades vigiema, duración 180'	Comentarios	
Almagro et al. 2015	Egipto/Arabia Saudita	2019	52.10	40	Medicación oral	No controlada	LI HIIT	12 semanas, 3 veces/semana, intensidad 240 unidades vigiema, duración 120'	Comentarios	
Cassidy et al. 2016	Reino Unido	2016	60.60	23	Medicación oral	Empleada o controlada	LI HIIT	12 semanas, 3 veces/semana, intensidad 240 unidades vigiema, duración 180'	Coloquio	
Cassidy et al. 2016	Reino Unido	2018	59.50	23	Medicación oral	No controlada	LI HIIT	12 semanas, 3 veces/semana, intensidad 240 unidades vigiema, duración 180'	Coloquio	
Djordjević et al. 2019	Austria	2019	58.05	14	Medicación oral	No controlada	LI HIIT	8 semanas, 3 veces/semana, intensidad 240 unidades vigiema, duración 180'	Coloquio	30 min, intensidad moderada
Ghaemmaghami et al. 2019	Irán	2019	54.70	39	Medicación oral	Empleada o controlada	LI HIIT	11 semanas, 3 veces/semana, intensidad 240 unidades vigiema, duración 180'	Coloquio	
Hadijic-Stanimir et al. 2014	Noruega	2014	55.90	37	NI	NI	LI HIIT	11 semanas, 3 veces/semana, intensidad 240 unidades vigiema, duración 180'	Coloquio	32 min, intensidad moderada
Shang et al. 2019	Corea del Sur	2019	62.67	50	Oral y parenteral	Empleada o controlada	LI HIIT	8 semanas, 3 veces/semana, intensidad 240 unidades vigiema, duración 180'	Coloquio	32 min, intensidad moderada

HIIT = entrenamiento por intervalos de alta intensidad, EAC = ejercicio aeróbico continuo, NI = no respondido, LI HIIT = HIIT de intensidad baja.

32

Principales Hallazgos

Tabla 8. Resultados obtenidos del meta análisis del efecto del HIIT sobre las variables de interés en personas con DM2 al comparar con grupo control.

Variable	Tamaño de efecto	Inconsistencia (I ²)	Asimetría (LFK)	Certeza			
HbA1c	-0.67	Moderado	65%	Moderada	-4.05	Mucha	Baja
#HbA1c	-0.60	Moderado	19%	Muy baja	-3.80	Mucha	Baja
Glicemia en ayunas	-1.11	Grande	65%	Moderada	-3.41	Mucha	Baja
Insulinemia en ayunas	-2.09	Grande	77%	Alta	-0.71	No hay	Baja
#Insulinemia en ayunas	-1.73	Grande	4%	Muy baja	-0.13	No hay	Baja
HOMA 1-IR	-1.61	Grande	89%	Alta	4.77	Mucha	Muy baja

33

34

Resultados y discusión Principales Hallazgos

HIIT vs. grupo control

Variable	Lora-Pozo et al. (2019)	Brondani-de Mello et al. (2021)	Qiu et al. (2017)	Liu et al. (2019)
HbA1c	✓	✓	✓	✗
Glicemia	✓	✓	✓	✗
Insulinemia	✓	✓	✓	✗
HOMA-IR	✓	✓	✓	✗

Variable	Lora-Pozo et al. (2019)	Brondani-de Mello et al. (2021)	Qiu et al. (2017)	Liu et al. (2019)
HbA1c	✓	✓	✓	✗
Glicemia	✓	✓	✓	✗
Insulinemia	✓	✓	✓	✗
HOMA-IR	✓	✓	✓	✗

35

Tabla 9. Resultados obtenidos del meta análisis del efecto del HIIT sobre las variables de interés en personas con DM2 al comparar con EAC.

Variable	Tamaño de efecto	Inconsistencia (I ²)	Asimetría (LFK)	Certeza			
HbA1c	-0.09	N.S	0%	Muy baja	-2.32	Mucha	Moderada
Glicemia en ayunas	-0.21	N.S	12%	Muy baja	0.83	No hay	Alta
Insulinemia en ayunas	-0.38	N.S	46%	Baja	-0.26	No hay	Baja
#Insulinemia en ayunas	-0.89	Grande	0%	Muy baja	-0.7	No hay	Baja
HOMA 1-IR	0.02	N.S	59%	Moderada	-5.17	Mucha	Baja
#HOMA 1-IR	-0.34	Pequeño	9%	Muy baja	-0.4	No hay	Baja

36

Resultados y discusión *Principales Hallazgos*

HIIT vs. EAC

Variable	Tamaño de efecto	Inconsistencia (I ²)	Asimetría (LFK)	Certeza
VO ₂ pico	4.04	Grande	79%	Alta
VO ₂ máx	5.63	Grande	92%	Alta
% grasa	-2.74	Grande	71%	Moderada
# % grasa	-2.16	Grande	5%	Muy baja
Masa libre de grasa	0.22	N.S	0%	Muy baja
Circunferencia de cintura	-2.94	Grande	71%	Moderada
# Circunferencia de cintura	-1.91	Grande	9%	Muy baja

Variable	Lora-Pozo et al. (2019)	De Nardi et al. (2018)	Qiu et al. (2017)	Liu et al. (2019)
HbA1c	✓	✓	✗	✗
Glicemia		✓		✓
Insulinemia				✓
HOMA-IR				✓

37

Hallazgos Secundarios

38

Tabla 10. Resultados obtenidos del meta análisis del efecto del HIIT sobre las variables de interés en personas con DM2 al comparar con grupo control.

Variable	Tamaño de efecto	Inconsistencia (I ²)	Asimetría (LFK)	Certeza
VO ₂ pico	4.04	Grande	79%	Alta
VO ₂ máx	5.63	Grande	92%	Alta
% grasa	-2.74	Grande	71%	Moderada
# % grasa	-2.16	Grande	5%	Muy baja
Masa libre de grasa	0.22	N.S	0%	Muy baja
Circunferencia de cintura	-2.94	Grande	71%	Moderada
# Circunferencia de cintura	-1.91	Grande	9%	Muy baja

39

Resultados y discusión *Hallazgos Secundarios*

HIIT vs. grupo control

Variable	Tamaño de efecto	Inconsistencia (I ²)	Asimetría (LFK)	Certeza
VO ₂ pico	4.04	Grande	79%	Alta
VO ₂ máx	5.63	Grande	92%	Alta
% grasa	-2.74	Grande	71%	Moderada
# % grasa	-2.16	Grande	5%	Muy baja
Masa libre de grasa	0.22	N.S	0%	Muy baja
Circunferencia de cintura	-2.94	Grande	71%	Moderada
# Circunferencia de cintura	-1.91	Grande	9%	Muy baja

Variable	Lora-Pozo et al. (2019)	Brondani-de Mello et al. (2021)	Qiu et al. (2017)	Liu et al. (2019)
VO ₂ pico				✓
VO ₂ máx	✓	✓	✓	
% grasa			✓	
Masa libre de grasa				
C. cintura				

40

Tabla 11. Resultados obtenidos del meta análisis del efecto del HIIT sobre las variables de interés en personas con DM2 al comparar con EAC.

Variable	Tamaño de efecto	Inconsistencia (I ²)	Asimetría (LFK)	Certeza
VO ₂ pico	0.08	N.S	40%	Baja
# VO ₂ pico	0.73	Moderado	0%	Muy baja
VO ₂ máx	2.84	Grande	48%	Baja
% grasa	0.22	N.S	0%	Muy baja
Masa libre de grasa	-1.3	N.S	22%	Muy baja
Circunferencia de cintura	-0.42	N.S	0%	Muy baja

41

Resultados y discusión *Hallazgos Secundarios*

HIIT vs. EAC

Variable	Tamaño de efecto	Inconsistencia (I ²)	Asimetría (LFK)	Certeza
VO ₂ pico	0.08	N.S	40%	Baja
# VO ₂ pico	0.73	Moderado	0%	Muy baja
VO ₂ máx	2.84	Grande	48%	Baja
% grasa	0.22	N.S	0%	Muy baja
Masa libre de grasa	-1.3	N.S	22%	Muy baja
Circunferencia de cintura	-0.42	N.S	0%	Muy baja

Variable	Lora-Pozo et al. (2019)	De Nardi et al. (2018)	Qiu et al. (2017)	Liu et al. (2019)	Arrieta-Leandro & Hernández-Elizondo (2020)
VO ₂ pico				✗*	
VO ₂ máx	✗	✗	✗		
% grasa			✓	✓	✗
Masa libre de grasa					
C. cintura				✓	

* Cambia con análisis de sensibilidad

42

Análisis de subgrupos

Resultados y discusión

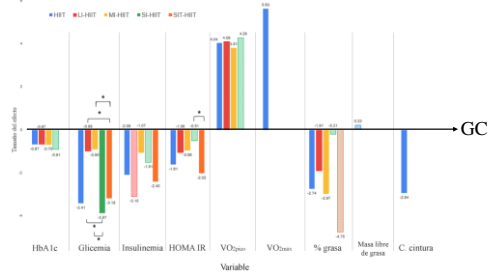


Figura 3. Resultados del meta análisis del efecto del HIT en comparación con el grupo control sobre las distintas variables de interés.

43

Resultados y discusión

Resultados y discusión *Análisis de calidad*

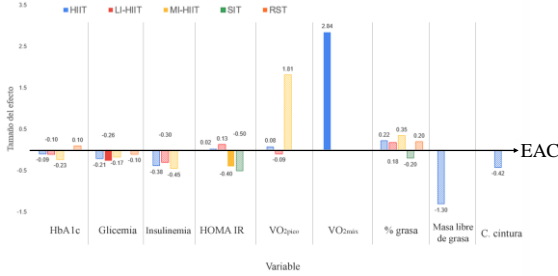


Figura 4. Resultados del meta análisis del efecto del HIT en comparación con el EAC sobre las distintas variables de interés.

45

Tabla 12. Análisis de calidad, escala TEXTEX

Autores	Puntuación TEXTEX													Total	Puntuación TEXTEX													Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Johansson et al. 2019	1	1	0	1	0	1	1	2	1	0	1	1	10	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	11			
Johli et al. 2021	1	1	0	0	0	1	0	2	1	0	1	1	8	1	1	0	1	0	1	0	2	1	1	1	10			
Andrade Espinoza et al. 2017	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	7	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	9			
Almend et al. 2019	1	1	1	0	1	0	2	1	0	1	1	10	1	1	1	0	2	1	0	1	2	1	1	1	11			
Alvarez et al. 2019	1	1	1	1	2	0	2	1	0	1	1	12	1	1	0	0	0	0	0	2	1	0	1	1	7			
Alvares et al. 2019	1	1	0	1	0	1	2	1	0	1	1	9	1	1	0	1	0	1	0	2	1	1	1	1	10			
Amala et al. 2019	1	1	0	1	0	0	2	1	0	1	1	8	1	1	0	1	0	2	1	0	1	1	1	1	10			
Bandrés et al. 2019	1	1	1	1	0	1	2	1	0	1	1	12	1	1	0	1	0	2	1	0	1	1	1	1	10			
Castro et al. 2019	1	1	1	0	1	0	2	1	0	1	1	8	1	1	0	0	0	0	2	1	0	1	1	1	7			
Castro et al. 2019	1	1	0	0	1	0	2	1	0	1	1	8	1	1	0	2	1	2	1	0	1	1	1	1	12			
Castro et al. 2019	1	1	1	0	1	1	2	1	1	1	1	12	1	1	1	0	1	0	2	1	0	1	1	1	10			
Castro et al. 2019	1	1	1	0	1	0	2	1	0	1	1	10	1	1	0	0	0	2	1	0	1	1	1	1	8			
Castro et al. 2019	1	1	0	1	0	2	0	2	1	0	1	9	1	1	1	0	1	0	2	1	0	1	1	1	10			
Elias et al. 2019	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	8	1	1	0	1	0	1	0	2	1	0	1	1	8			
Chaud et al. 2020	1	1	1	0	0	0	2	1	0	1	1	8	1	1	1	0	1	0	2	1	0	1	1	1	10			
Chaudhary et al. 2019	1	1	0	0	0	2	1	0	1	1	1	8	1	1	0	0	0	2	1	0	1	1	1	1	10			
Chaudhary et al. 2019	1	1	1	0	1	0	2	1	1	1	1	11	1	1	0	1	0	1	0	2	1	0	1	1	9			
Chaudhary et al. 2019	1	1	0	0	1	0	2	1	0	1	1	8	1	1	0	0	2	1	0	1	1	1	1	1	10			
Haldipur et al. 2019	1	1	0	0	0	0	2	1	0	1	1	8	1	1	0	0	0	2	1	0	1	1	1	1	10			



46

Resultados y discusión *Mecanismos fisiológicos*

Resultados y discusión *Fortalezas*

- Antinflamatorio. Aumento en la translocación de GLUT4.
- Disminución del apetito.
- Aumento de proteínas mitocondriales y capacidad enzimática. Aumento en la capacidad oxidativa mitocondrial.
- Aumento en la liberación de mioquinas. Balance en la liberación de adipocinas.

- Análisis integrado.
- Análisis de masa libre de grasa y circunferencia de cintura.
- Análisis por tipos de HIIT.
- Población exclusiva.
- Modelo Ivhet.
- Detección de posible riesgo de sesgo en algunas variables.
- Inscripción PROSPERO.



1. Pate, R. L., Shih, C., Cook, D. W., Stewart, J., Papanicolaou, D., Tjulin, T. A., & G. C. (2015). *Exercise Medicine: Principles and Practice of Physical Activity in Medicine*. 2015. Aspen Publishers. Retrieved from <https://www.aspenpublishers.com/Exercise-Medicine-Principles-and-Practice-of-Physical-Activity-in-Medicine>

2. Pate, R. L., Shih, C., Cook, D. W., Stewart, J., Papanicolaou, D., Tjulin, T. A., & G. C. (2015). *Exercise Medicine: Principles and Practice of Physical Activity in Medicine*. 2015. Aspen Publishers. Retrieved from <https://www.aspenpublishers.com/Exercise-Medicine-Principles-and-Practice-of-Physical-Activity-in-Medicine>

3. Pate, R. L., Shih, C., Cook, D. W., Stewart, J., Papanicolaou, D., Tjulin, T. A., & G. C. (2015). *Exercise Medicine: Principles and Practice of Physical Activity in Medicine*. 2015. Aspen Publishers. Retrieved from <https://www.aspenpublishers.com/Exercise-Medicine-Principles-and-Practice-of-Physical-Activity-in-Medicine>

4. Pate, R. L., Shih, C., Cook, D. W., Stewart, J., Papanicolaou, D., Tjulin, T. A., & G. C. (2015). *Exercise Medicine: Principles and Practice of Physical Activity in Medicine*. 2015. Aspen Publishers. Retrieved from <https://www.aspenpublishers.com/Exercise-Medicine-Principles-and-Practice-of-Physical-Activity-in-Medicine>

5. Pate, R. L., Shih, C., Cook, D. W., Stewart, J., Papanicolaou, D., Tjulin, T. A., & G. C. (2015). *Exercise Medicine: Principles and Practice of Physical Activity in Medicine*. 2015. Aspen Publishers. Retrieved from <https://www.aspenpublishers.com/Exercise-Medicine-Principles-and-Practice-of-Physical-Activity-in-Medicine>

6. Pate, R. L., Shih, C., Cook, D. W., Stewart, J., Papanicolaou, D., Tjulin, T. A., & G. C. (2015). *Exercise Medicine: Principles and Practice of Physical Activity in Medicine*. 2015. Aspen Publishers. Retrieved from <https://www.aspenpublishers.com/Exercise-Medicine-Principles-and-Practice-of-Physical-Activity-in-Medicine>

7. Pate, R. L., Shih, C., Cook, D. W., Stewart, J., Papanicolaou, D., Tjulin, T. A., & G. C. (2015). *Exercise Medicine: Principles and Practice of Physical Activity in Medicine*. 2015. Aspen Publishers. Retrieved from <https://www.aspenpublishers.com/Exercise-Medicine-Principles-and-Practice-of-Physical-Activity-in-Medicine>

8. Pate, R. L., Shih, C., Cook, D. W., Stewart, J., Papanicolaou, D., Tjulin, T. A., & G. C. (2015). *Exercise Medicine: Principles and Practice of Physical Activity in Medicine*. 2015. Aspen Publishers. Retrieved from <https://www.aspenpublishers.com/Exercise-Medicine-Principles-and-Practice-of-Physical-Activity-in-Medicine>

9. Pate, R. L., Shih, C., Cook, D. W., Stewart, J., Papanicolaou, D., Tjulin, T. A., & G. C. (2015). *Exercise Medicine: Principles and Practice of Physical Activity in Medicine*. 2015. Aspen Publishers. Retrieved from <https://www.aspenpublishers.com/Exercise-Medicine-Principles-and-Practice-of-Physical-Activity-in-Medicine>

10. Pate, R. L., Shih, C., Cook, D. W., Stewart, J., Papanicolaou, D., Tjulin, T. A., & G. C. (2015). *Exercise Medicine: Principles and Practice of Physical Activity in Medicine*. 2015. Aspen Publishers. Retrieved from <https://www.aspenpublishers.com/Exercise-Medicine-Principles-and-Practice-of-Physical-Activity-in-Medicine>

47

48

Resultados y discusión *Limitaciones*

- Poca disponibilidad de literatura.
- Heterogeneidad en métodos de medición (Grasa visceral y PTOG).
- Falta de información para análisis por tipo de HIIT.
- Heterogeneidad en la descripción de protocolos de entrenamiento.
- Diversidad en el reporte de resultados.



49

Resultados y discusión *Recomendaciones*

Para futuras investigaciones:

- Mejorar aleatorización y agregar ciegos.
- Mayores controles de variables extrañas.
- Plantear un formato para la descripción de protocolos de ejercicio.
- Definición de variables de manera conceptual y operacional.
- Estandarizar métodos de medición.
- Meta-analizar los datos disponibles en los estudios con modelos animales.



50

Resultados y discusión *Recomendaciones*

De acuerdo con los resultados obtenidos:

Implementación de HIIT en personas con DM2 con previa aprobación médica y personalización de volumen y progresión.



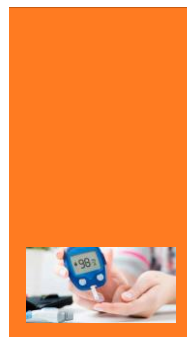
51



Conclusión

52

- Los hallazgos del presente meta análisis indican que el HIIT mejora la HbA1c, glicemia, insulíнемia, HOMA IR, VO₂ pico, VO₂ máx, % de grasa y circunferencia de cintura en personas con DM2 y mantiene la masa libre de grasa.
- El SI-HIIT y SIT-HIIT podrían presentar ventaja por sobre los demás tipos de HIIT en la disminución de la glicemia y el SIT-HIIT podría mejorar más el HOMA IR con respecto a los demás tipos de HIIT.
- El beneficio del HIIT es semejante al beneficio del EAC, por lo que esta modalidad de entrenamiento podría ser beneficiosa en la práctica profesional siempre que se valore el riesgo-beneficio, se cuente con una previa evaluación médica y bajo la supervisión de una persona experta en el área.



Gracias!

54



Anexos

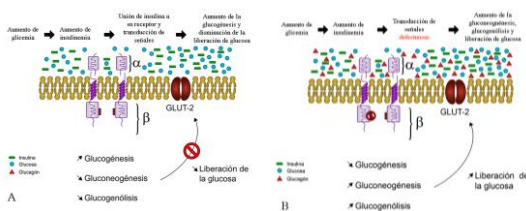


Figura 1. A) Efecto de la insulina en células de tejido hepático sano. B) Mecanismo fisiopatológico de la resistencia a la insulina en células de tejido hepático. Adaptado de Barrett (2017); Kahn et al. (2020); da Silva Rosa et al. (2020); Zhang y Liu. (2014), y Petersen y Shulman. (2018).

Modelos estadísticos

Efectos fijos	Efectos Aleatorios	I^2
-Estudios con población idéntica (muestra homogénea)	-Toma en cuenta variaciones entre estudios e intra estudios	- Contempla varianza en la muestra
-No contempla variabilidad entre sujetos	-Ajusta la varianza	- Ajusta la varianza
-No ajusta varianza	-Error aumenta con la heterogeneidad de la muestra	- Muestra correctamente las probabilidades en la varianza independientemente de la heterogeneidad

• Dits S. A. R., Barendregt J. J., Khan, S., Thalita, L. & Williams, G. M. (2015). Advances in the meta-analysis of heterogeneous clinical trials I: The inverse variance heterogeneity model. Contemporary Clinical Trials, 46, 120-128. https://doi.org/10.1016/j.cct.2015.05.009
 • Kelley, G. A., Kelley, K. S., & Callahan, L. F. (2017). Community-delinearable exercise and anxiety in adults with arthritis and other rheumatic diseases: a protocol for a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. BMC Open, 7(2), e014957. doi:10.1136/bmjopen-2016-014957. No DMG Open

Medición de Heterogeneidad

Q de Cochran

- Prueba de chi²
- $\alpha \leq 0,1 =$ heterogeneidad significativa

I²

- Extensión de la prueba Q
- Inconsistencia

• Cochran, W. G. (1954). The Combination of Estimates from Different Experiments. *Biometrics*, 10(1), 101-129.
 • Kelley, G. A., Kelley, K. S., & Callahan, L. F. (2017). Community-delinearable exercise and anxiety in adults with arthritis and other rheumatic diseases: a protocol for a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. BMC Open, 7(2), e014957. doi:10.1136/bmjopen-2016-014957. No DMG Open

METHODOLOGY ARTICLE

A new improved graphical and quantitative method for detecting bias in meta-analysis

Sarah A. Kanemori, MSc, PhD, MPH, PhD¹ and J. J. Vittinghoff, MD, PhD^{2,3*} ¹Harvard Medical School, Boston, MA, USA; ²Harvard School of Public Health, Boston, MA, USA; ³Harvard Center for Population and Family Studies, Boston, MA, USA

Análisis de regresión de Egger vs LFK index

Increasing number of studies (from 64.7 to 87.1% for 5–20 studies per meta-analysis) reaching values comparable with the Egger’s regression *P* value at 20 studies per meta-analysis. Overall, the LFK index had a larger likelihood ratio (ratio of positive result rates in meta-analysis with and without simulated publication bias) for publication bias-related asymmetry (positive likelihood ratio 2.04–5.59) compared with that for the Egger’s regression result of between 1.49 and 3.77 (Table 2 and Supplementary material S7, http://links.lww.com/UEBH/A17). These results confirm that at all study numbers, the detection of SSE is superior with the LFK index. Indeed

Faruya Kanemori, L. & Dits, S. A. (2020), LFK: Stata module to compute LFK index and Doi plot for detection of publication bias in meta-analysis. *Statistical Software Components*, 5458762. 59

Niveles de evidencia científica

Pirámide de Rosner



Rosner, A. L., Pa, G., & Hui, L. D. (2012). Evidence-based medicine: Revisiting the pyramid of priorities. *Journal of Bodywork & Movement Therapies*, 16(1), 42-49. https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2011.10.003

Cálculo del change score

How to Calculate the Pooled Standard Deviation

Cohen (1988) offers a couple of options for calculating the pooled standard deviation. The simplest is:

$$SD_{pooled} = \sqrt{\frac{SD_1^2 + SD_2^2}{2}}$$

- Where:
- SD_1 = standard deviation for group 1
 - SD_2 = standard deviation for group 2

Cohen, 1988

$$SD_{E, \text{change}} = \sqrt{SD_{E, \text{baseline}}^2 + SD_{E, \text{final}}^2 - (2 \times \text{Corr} \times SD_{E, \text{baseline}} \times SD_{E, \text{final}})}$$

¿Constante?

Higgins y Green, 2011

Cohen, J. (1988). Statistical power analysis for the behavioral sciences (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
 Higgins, J. & Green, S. (2011). Manual. Cochrane de revisiones sistematicas de intervenciones. Disponible en <https://www.cochrane.org/handbook/cochrane-de-revisiones-sistematicas>

Revisión Sistemática

PENSAR EN MOVIMIENTO:
 Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud
 ISSN: 1600-4630
 Vol. 18, No. 2, pp. 1-23
 Añe 1º de julio, cuera 31 de diciembre, 2020



EFFECTO DE TRES TIPOS DE ENTRENAMIENTOS SOBRE INDICADORES BIQUÍMICOS Y ANTROPOMÉTRICOS EN PERSONAS CON PREDIABETES: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA

EFFECT OF THREE TYPES OF TRAINING ON BIOCHEMICAL AND ANTHROPOMETRIC PARAMETERS IN PREDIABETES: A SYSTEMATIC REVIEW

EFEITO DE TRÊS TIPOS DE TREINAMENTOS SOBRE INDICADORES BIQUÍMICOS E ANTROPOMÉTRICOS EM PESSOAS COM PRÉ-DIABETES: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

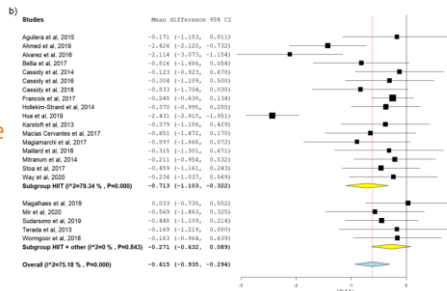
Maria Cristina Arrieta-Leandro, Lúcia

maricristina409@hotmail.com

Escuela de Educación Física y Deportes, Universidad de Costa Rica, Costa Rica

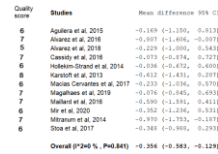
Arrieta-Leandro, M.C. (2020). Efecto de 3 tipos de entrenamientos sobre indicadores bioquímicos y antropométricos en personas con prediabetes: una revisión sistematica. Pensar Mov. 18(2): 1-23. Doi: [10.15358/pensar.mov.v18i2.45352](https://doi.org/10.15358/pensar.mov.v18i2.45352). Available in <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/revistas/index/007568323>

Proceso de maestría



Arrieta-Leandro, M.C., Hernández-Elizondo, J. & Jiménez-Díaz, J. (2021). Effect of chronic High Intensity Interval Training on the glycosylated haemoglobin in people with Type 2 Diabetes. A Meta-analysis. Human Movement, 24(02023). <https://doi.org/10.5114/hm.v20i23.107497>

Proceso de maestría



Arrieta-Leandro, M.C., Hernández-Elizondo, J. (2022). Effect of chronic High Intensity Interval Training on body fat percentage in people with type 2 diabetes. A meta-analysis. Manuscrito no publicado.

Fuentes de amenaza a la validez interna de un estudio		
FUENTE O AMENAZA	¿En qué consiste?	¿Qué debe hacer quien investiga?
HISTORIA	Eventos externos que pasen durante el estudio que influyan solo en unos sujetos	Assegurarse de que los participantes de los grupos de estudio, experimenten los mismos eventos
MADURACION	Los participantes pueden cambiar durante el estudio	Seleccionar participantes para los grupos que maduren (cambien) de forma similar durante el estudio
INESTABILIDAD DEL INSTRUMENTO	Poca o nula confiabilidad de instrumentos	Tener instrumentos estables o confiables.
INESTABILIDAD DEL AMBIENTE	El ambiente o entorno no es igual para todos los sujetos	Que las condiciones ambientales sean las mismas para todos los grupos
ADMINISTRACION DE PRUEBAS	La prueba aplicada antes del experimento, influye en las respuestas del post-test (efecto de aprendizaje)	Tener pruebas equivalentes y confiables, pero que no sean las mismas y que los grupos que se comparan sean equiparables
INSTRUMENTACION	Pruebas que se aplican no son equivalentes	Administrar la misma prueba o instrumento a todos los individuos o grupos.

Fuentes de amenaza a la validez interna de un estudio		
FUENTE O AMENAZA	¿En qué consiste?	¿Qué debe hacer quien investiga?
REGRESION	Escogimiento de sujetos con puntuaciones extremas y que no se mida su valor real	Escogimiento de sujetos con puntuaciones normales o que no estén pasando por un momento anormal
SELECCION	Grupos no equivalentes	Que los grupos sean equivalentes
MORTALIDAD	Sujetos abandonan el estudio	Reclutar suficientes participantes
DIFUSION DE TRATAMIENTOS	Participantes de distintos grupos se comunican y eso afecta los resultados	Mantener los grupos tan separados como sea posible
COMPENSACION	Los sujetos de un grupo (usualmente el control) perciben que no reciben algo por su participacion y se desmotivan	Dar beneficios a todos los sujetos de todos los grupos
CONDUCTA DEL INVESTIGADOR(A)	El comportamiento de quien investiga afecta	Actuar igual con todos los sujetos y en todos los grupos (ser objetivo)

Fuentes de amenaza a la validez externa de un estudio		
FUENTE O AMENAZA	¿En qué consiste?	¿Qué debe hacer quien investiga?
EFFECTO REACTIVO O DE INTERACCIÓN DE LAS PRUEBAS	El pre test sensibiliza o disminuye la sensibilidad de los sujetos	Garantizar que el pre test no genere el efecto que debería observarse del tratamiento (pilotear pruebas)
INTERACCIÓN ENTRE ERRORES DE MEDICIÓN Y EL TRATAMIENTO	El efecto del tratamiento depende de cierta característica que tienen las personas elegidas	Elegir muestra representativa o incluir la característica como variable en el diseño o emparejar
INTERFERENCIA DE TRATAMIENTOS MÚLTIPLES	Si se aplican varios tratamientos de una vez ("un combo").	Que los efectos de los distintos tratamientos sean separables en el diseño
IMPOSIBILIDAD DE REPLICAR LOS RESULTADOS	Tratamientos muy complejos que no serían generalizables a lo real.	Simplificar y asemejar más a lo real.
EFFECTOS REACTIVOS DE LOS TRATAMIENTOS	Los efectos observados se deben a la "artificialidad del estudio" (a que los sujetos se sienten atendidos o examinados). Ej. efecto Hawthorne y su opuesto, el efecto John Henry.	Tatar de que la presencia de investigadores u otros aspectos del proceso de colecta de datos o de aplicación de tratamiento, no afecten los resultados (ser más naturales)

Vargas, 2019 67

Fuentes de amenaza a la validez externa de un estudio		
FUENTE O AMENAZA	¿En qué consiste?	¿Qué debe hacer quien investiga?
DESCRIPCIONES INSUFICIENTES	No se describe bien y por ello no se puede replicar el estudio	Detallar más y mejor
EFFECTOS DE NOVEDAD E INTERRUPTCIÓN	Lo nuevo o lo que rompe la rutina, genera un efecto solo por eso	Inducir paulatinamente a los participantes al tratamiento y no intempestivamente (familiarización, ambientación, etc.)
QUIEN INVESTIGA	Puede generar alteraciones que afecten la generalización de los resultados. Por ejemplo, efectos de Jastrow, Pigmation, halo...	Garantizar que los resultados no dependan de la presencia o participación del experimentador(a)
INTERACCIÓN ENTRE HISTORIA, LUGAR Y LOS EFECTOS DEL TRATAMIENTO	Los efectos se observaron en circunstancias especiales que difícilmente se repetirían	Puede que no tenga solución. Unos estudios no pueden generalizarse a menos que se pudiesen duplicar las circunstancias especiales
MEDICIONES DE LA VARIABLE DEPENDIENTE	No todos los instrumentos registran los mismos efectos	Usar instrumentos o pruebas similares a los empleados en estudios previos

Vargas, 2019 68