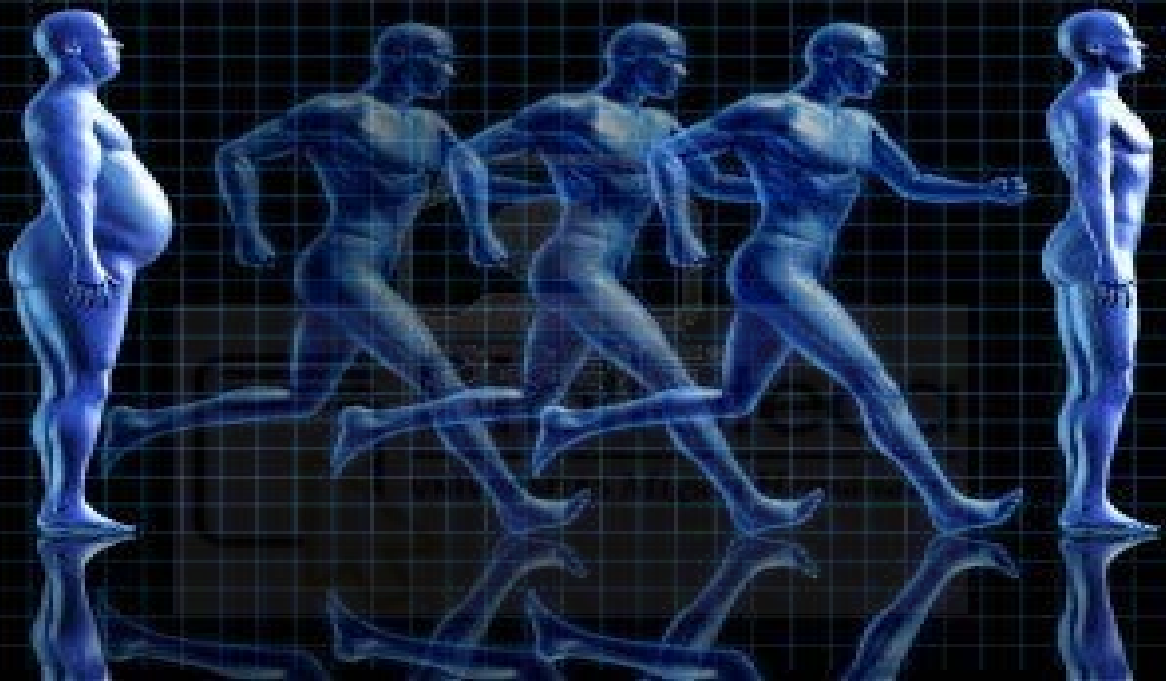


*Efectos de 12 semanas de un programa combinado
de HIIT y fuerza en una paciente post-bariátrica.*

Un estudio de caso.



Titulación	Máster Universitario en Rendimiento Deportivo y Salud Trabajo Final
Autor	Bayas Torres, Jodie Michelle
Tutor	Moya Ramón, Manuel
Co-tutor	Picó Sirvent, María Inés
Curso	2018-2019

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN Y PALABRAS CLAVE	3
INTRODUCCIÓN	4
MATERIALES Y MÉTODOS	7
a) Participante.....	7
b) Diseño de Intervención.....	7
1. Entrenamiento Cardiorrespiratorio.....	7
2. Entrenamiento de Fuerza.....	8
c) Materiales	9
1. Medidas Antropométricas y Composición Corporal.....	9
2. Condición Física y Factores de Riesgo Cardio-Metabólico.....	9
Metabolismo Basal	9
Tensión Arterial.....	10
Prueba de Esfuerzo Máximo	10
Fuerza Muscular	10
<i>Fuerza Isocinética Máxima</i>	11
<i>Fuerza Isométrica Máxima</i>	11
3. Calidad de Vida Relacionada con la Salud.....	11
d) Análisis Estadístico	12
REFERENCIAS	13

RESUMEN

En la actualidad la obesidad se considera un problema de salud en crecimiento de predominancia en mujeres, afectando también a los países en desarrollo. El aumento en el consumo de alimentos procesados y la variación en el estilo de vida a favor del sedentarismo, son factores que han provocado el aumento en el índice de masa corporal (IMC) de la población en general, considerando obesidad un IMC igual o superior a 30. El cambio en el estilo de vida es el principal recurso para el tratamiento de la obesidad abordando una dieta baja en calorías y actividad física diaria, recurriendo como último recurso a la cirugía bariátrica (CB) como tratamiento más efectivo en obesidad mórbida. Sin embargo, entre los efectos de la CB se ve afectada la tasa metabólica en reposo y la masa corporal magra. Se ha demostrado que programas de actividad física en fases pre y postoperatoria provocan grandes beneficios en la resistencia cardiorrespiratoria y en la salud metabólica. El objetivo de este estudio fue determinar si un programa de entrenamiento de 12 semanas combinando HIIT con entrenamiento de fuerza, es eficaz para mantener la masa libre de grasa, mejorar la tasa metabólica basal y aumentar la capacidad cardiorrespiratoria en una paciente después de 1 mes de la intervención de CB.

Palabras clave: obesidad, cirugía bariátrica, actividad física, condición física.

INTRODUCCIÓN

La obesidad se define según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2018) como la excesiva o anormal acumulación de tejido adiposo en el cuerpo humano, a tal medida que puede ser perjudicial para la salud.

El grado de sobrepeso u obesidad en adultos se determina mediante la medida de la circunferencia de la cintura y el índice de masa corporal (IMC) el cual es un indicador de la relación entre el peso y la talla del individuo. Se considera sobrepeso cuando el IMC se encuentra entre 25.0 a 29.9 y obesidad cuando el IMC es igual a 30.0 o más. La obesidad se puede subdividir en tres grados siendo el grado 1 (IMC 30 - 34.9), grado 2 (IMC 35 – 39.9) y grado 3 o mórbida (IMC \geq 40) (Jaunoo y Southall, 2010).

Actualmente la obesidad es un problema de salud en crecimiento, siendo predominante en mujeres. Según datos de la OMS (2018), en el 2016 alrededor del 39% de la población adulta a nivel mundial tenía sobrepeso y el 13% obesidad. Tanto el sobrepeso como la obesidad se ven asociados con una reducción significativa de los años sin enfermedad en personas entre 40 a 75 años y con el aumento de las tasas de mortalidad a nivel general (Nyberg, et al., 2018) (Di Angelantonio, et al., 2016). Esta epidemia ya no sólo es predominante en países desarrollados sino también se ven afectados los países en desarrollo, debido a que cada vez hay más demanda y asequibilidad a alimentos procesados, comida rápida o alimentos con alto contenido de calorías ricas en grasas y azúcar (Goryakin, y Suhrcke, 2014). Así mismo, factores como el aumento de la urbanización, el avance tecnológico e industrialización, y los cambios en las actividades laborales han provocado variaciones en el estilo de vida de la población en general, ocasionando disminución de la actividad física diaria a favor del sedentarismo. (Goryakin, y Suhrcke, 2014). De esta manera el IMC global se ha incrementado con el paso del tiempo y manifestando de manera mayoritaria los factores de riesgo que constituye el síndrome metabólico como la hipertensión, la diabetes tipo 2 y la dislipidemia, además de enfermedades no transmisibles como son trastornos del aparato locomotor, los distintos tipos de cáncer, las enfermedades cardiovasculares y apnea obstructiva del sueño (Ortega, Grandes, Sánchez, Montoya y Torcal, 2019) (Nyberg, et al., 2018).

El American College of Sports Medicine (ACSM, 2009) considera clínicamente significativo un cambio de peso corporal cuando es $> 5\%$, por lo que recomienda una pérdida de peso mínima del 10%. No obstante, se ha reportado que una disminución del 2-3% reduce el riesgo en enfermedades crónicas (Donnelly, 2009).

Se han demostrado que los principales tratamientos de la obesidad son las modificaciones en el estilo de vida incluyendo la actividad física y una dieta baja en calorías. (Christiansen, Bruun, Madsen y Richelsen, 2007) El uso de fármacos específicos pueden producir una pérdida de peso moderada. Sin embargo, su uso es recomendable por un periodo corto (Donnelly, 2009) (Jaunoo y Southall, 2010). El último recurso utilizado como tratamiento en obesidad mórbida es la cirugía bariátrica (CB), la cual demuestra ser más eficaz produciendo una considerable pérdida de peso con mantenimiento a largo plazo (Jaunoo y Southall, 2010) (Al-Hazzaa, 2016) (Filou, 2018).

La pérdida de peso es mejor cuando se combinan la actividad física con la CB e incluye una dieta hipocalórica, esto asegura el mantenimiento de la pérdida de peso. Además, la actividad física se asocia también con la reducción de los riesgos cardiovasculares, por lo tanto, con el riesgo de muerte prematura en esta población (Baillot, 2014). En pacientes de CB se ha demostrado que la actividad física es beneficiosa, ya que disminuye el riesgo de complicaciones quirúrgicas y mejora el proceso de recuperación postoperatoria (Al-Hazzaa, 2016). Adicionalmente, estudios indican que los pacientes que aumentan su actividad física en fase preoperatoria pierden más peso después de una cirugía (Filou, 2018), y se asocia a mayores pérdidas iniciales con la pérdida de peso a largo plazo en fase postoperatoria.

Entre los procedimientos bariátricos más practicados encontramos la banda gástrica, el bypass gástrico en Y de Roux y la manga gástrica (Jaunoo y Southall, 2010) (Filou, 2018). Este tipo de intervenciones limitan de manera significativa la ingesta de sustratos alimenticios, por lo que favorecen a la pérdida de peso (Filou, 2018), pero a la vez se ve afectada la tasa metabólica en reposo y la masa corporal magra (Oppert, 2018). Por lo tanto, otro efecto asociado a la CB es la disminución de fuerza y el incremento de la fatiga muscular, considerados factores importantes para la capacidad funcional (Mundbjerg, et al., 2018).

Entre los efectos a favor de la CB se registra la pérdida de más del 60% del exceso de peso en un periodo de seguimiento de 12 meses, mejora en la movilidad y en la funcionalidad física. Sin embargo, se ha evidenciado que estos efectos, en combinación con actividad física provocan mayores mejoras en la resistencia cardiorrespiratoria y en la salud metabólica

El ACSM recomienda realizar ejercicio aeróbico de intensidad moderada a vigorosa de al menos entre 150 a 250 minutos por semana y de una progresión hasta 60 a 90 minutos diarios para prevenir el aumento de peso. Actualmente existen estudios de entrenamiento continuo de intensidad moderada (MICT por sus siglas en inglés) posterior a la CB los cuales informan de

que entre sus efectos se encuentra el aumento del consumo máximo de oxígeno ($VO_{2\text{máx}}$), provocando adaptaciones en la frecuencia cardíaca (FC). Sin embargo, la falta de tiempo es una fuerte barrera para realizar actividad física en esta población (Wewege, Van Den Berg, Ward y Keech, 2017). El entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT por sus siglas en inglés) se ha establecido como una estrategia eficiente en relación al tiempo y se evidencia que produce beneficios similares que el MICT (Keating, Johnson, Mielke, y Coombes, 2017), e inclusive mayores. Se ha evidenciado que en personas con trastornos cardiometabólicos el HIIT produce mayores mejoras en la capacidad cardiorrespiratoria (Wewege, et al., 2017). Del mismo modo, el HIIT ayuda a reducir los factores de riesgo cardiometabólico asociados a la obesidad, debido a que, produce mayor efecto en la disminución de la grasa visceral a corto plazo (Wewege, et al., 2017) y es efectivo en la reducción de la presión arterial, en la capacidad oxidativa del músculo esquelético, en el control glucémico y sensibilidad a la insulina (Keating, et al., 2014).

Adicionalmente, se ha demostrado que programas de entrenamiento de fuerza posterior a la CB disminuye la pérdida de fuerza muscular (Mundbjerg, et al., 2018). Además, la reducción de la masa libre de grasa es menor en comparación del entrenamiento aeróbico. (Hassannejad, et al., 2017). Un estudio llevado a cabo por Huck (2015), compararon los efectos de un programa de entrenamiento de fuerza hipertrofia supervisado de 12 semanas, a intensidades entre 60 y 75% RM y un grupo control, sobre las medidas de condición física en pacientes sometidos a CB. Después de 12 semanas, ambos grupos perdieron una cantidad significativa de masa corporal total y masa grasa, sin encontrar diferencias significativas entre los grupos. Efectos más profundos se encontraron en el grupo de entrenamiento a favor de la fuerza, la flexibilidad, la capacidad cardiorrespiratoria y la funcionalidad mejorando la capacidad para realizar las actividades de la vida diaria, que en el grupo control.

El objetivo de este estudio es determinar si un programa de entrenamiento de 12 semanas combinando HIIT con entrenamiento de fuerza, es eficaz para mantener la masa libre de grasa, mejorar la tasa metabólica basal y aumentar la capacidad cardiorrespiratoria en una paciente después de 1 mes de la intervención de CB.

MATERIALES Y MÉTODOS

a) Participante

Para la realización del estudio contamos con una participante de 46 años, de sexo femenino con IMC 35.38. La participante contactó voluntariamente tras la recomendación del equipo médico del Hospital del Vinalopó de Elche.

Posterior a la CB, el participante accedió a formar parte del estudio. Se indicó el protocolo de entrenamiento y se obtuvo el consentimiento informado por escrito. El estudio se realizó de acuerdo con la Declaración de Helsinki, aprobado por el Comité de Ética de la Universidad Miguel Hernández.

El criterio de inclusión para la intervención posterior a la CB fue: tener el alta médica en el plazo posterior a 1 mes para poder realizar ejercicio físico. Los criterios de exclusión fueron: tener asma, cardiopatías, hipotiroidismo subclínico no controlado o enfermedad pulmonar obstructiva crónica, presentar limitación funcional que condicione realizar el programa y dificultad para asistir con regularidad al programa de entrenamiento.

b) Diseño de Intervención

La intervención consistió en la realización de un programa de ejercicio físico supervisado de 12 semanas de duración. Se valoró a la participante al inicio y al final de la intervención. El programa de ejercicio físico consistió en sesiones de entrenamiento en las que se combinó HIIT seguido del entrenamiento de fuerza a cargas altas y sesiones de entrenamiento aeróbico de intensidad moderada. Las sesiones de entrenamiento se realizaron en las instalaciones del edificio El Clot de la Universidad Miguel Hernández de Elche.

El período de intervención se dividió en tres fases desde las semanas 1–4, las semanas 5–8 y las semanas 9–12. En cada fase la intensidad y el tiempo se incrementaron progresivamente en el entrenamiento de resistencia aeróbica y en el entrenamiento de fuerza muscular.

1. Entrenamiento cardiorrespiratorio

El entrenamiento de resistencia aeróbica se efectuó en un cicloergómetro. Las sesiones de MICT se realizaron de 60% a 80% de FC_{máx}, mientras que las sesiones de HIIT implicaron intervalos de 30 segundos de ejercicio a intensidades entre 70 al 80% del VO₂pico, intercalados con periodos de 30 segundos de recuperación activa al 30% del VO₂pico. Durante

las sesiones de entrenamiento de resistencia aeróbica se utilizó un sensor polar de FC vinculado a la aplicación para Android Polar beat para registrar la FC.

Tabla 1. Progresión de las cargas de entrenamiento

	Semana 1-4 <i>(familiarización)</i>	Semana 5-8	Semana 9-12
Frecuencia Semanal	2 días	3 días	4 días
Entrenamiento Cardiorrespiratorio	-2 días continuo 35' 60-65% FC _{máx}	-1 día continuo 50' 70% FC _{máx} -2 días HIIT 70% VO ₂ pico	-2 días continuo 50' 70-80% FC _{máx} -2 días HIIT 80% VO ₂ pico
Entrenamiento de fuerza muscular	-2 días ejercicios 5% RM serie 0 repeticiones	-2 días ejercicios 65% RM 1 serie 20 repeticiones	-2 días ejercicios por sesión 70% RM 3-4 series 15 repeticiones
Estiramientos	-2 días 4 ejercicios 1 grupo muscular		

2. Entrenamiento de fuerza

El entrenamiento de fuerza máxima de carácter hipertrófico se realizó después del HIIT en la misma sesión. El primer mes consistió en el periodo de familiarización de la técnica de entrenamiento con máquinas guiadas. Culminado el primer mes se realizaron pruebas RM indirecto mediante la fórmula de Bryzcky (1993) para cada músculo de interés y se obtuvieron las cargas de entrenamiento para los 2 meses siguientes.

Durante el primer mes, se realizaron ejercicios para grandes grupos musculares incluyendo en miembros superiores pectorales, dorsales y para miembro inferior cuádriceps, isquiotibiales, gemelos. Los ejercicios de fuerza se realizaron en orden alternado entre miembros superiores e inferiores para evitar la fatiga temprana. En el segundo mes se añadieron ejercicios para deltoides, bíceps y tríceps, a los descritos anteriormente. En el tercer mes se realizaron 2 sesiones separando en 4 grupos musculares por sesión. La primera sesión se realizó ejercicios para cuádriceps, bíceps, isquiotibiales y pectorales. La segunda sesión se realizó ejercicios para dorsales, gemelos, tríceps braquial y deltoides.

Posterior al entrenamiento de fuerza se realizaron estiramientos de los músculos pectorales, dorsales, cuádriceps, isquiotibiales y tríceps sural.

Al finalizar cada sesión de entrenamiento se utilizó la escala de Borg de esfuerzo percibido, para valorar el nivel de intensidad del entrenamiento (Borg, 1982).

c) Materiales

Para las mediciones se solicitó a la participante que cumpliera las siguientes pautas: acudir tras un ayuno de 12 horas; no ingerir café o té ni alcohol, así como no realizar ejercicio físico intenso durante 48 horas antes de las pruebas y procurar no tomar agua las 5 horas previas (Kyle, et al., 2004).

1. Medidas Antropométricas y Composición Corporal

Se tomaron medidas en centímetros (cm) de los perímetros de cintura y caderas para obtener el índice de cintura-cadera (ICC) según los estándares internacionales de mediciones antropométricas de la Sociedad Internacional para el Avance de la Kinantropometría (ISAK) (Marfell-Jones, Stewart, y De Ridder, 2012). La altura en centímetros (cm) se midió utilizando un estadiómetro instalado en la pared.

Se utilizó un monitor de composición corporal (Tanita BC-420MA, Tanita, Tokio, Japón) diseñado para sujetos con obesidad. Mediante una bioimpedancia se obtuvieron las medidas de peso corporal en kilogramos (kg), peso y porcentaje de masa grasa, peso y porcentaje de masa libre de grasa, porcentaje de grasa visceral y el IMC. El participante acudió a la prueba con ropa ligera y sin objetos metálicos para evitar interferir en la medición de la composición corporal (Kyle, et al., 2004).

2. Condición Física y Factores de Riesgo Cardio-metabólico

Metabolismo Basal

Se evaluó mediante calorimetría indirecta con un equipo analizador de gases tipo Oxycon Pro (Jaeger, Friedberg, Alemania), para registrar la utilización de los distintos sustratos energéticos en situación basal. El procedimiento se realizó en reposo, con la temperatura ambiental controlada, durante 30 minutos en posición supina, sobre una camilla con los antebrazos y las manos colocadas en posición anatómica, sin cruzar las piernas.

Tensión Arterial

Posterior a la evaluación del metabolismo basal, se tomaron tres mediciones con un esfigmomanómetro digital (Omron M2 Basic HEM-7120-E, Japón), con 2 minutos de recuperación entre cada medición, en el brazo derecho por debajo del pliegue del codo. Se realizó en posición sedente con los antebrazos apoyados sobre una mesa colocada adelante, con los codos, rodillas y caderas flexionados a 90° (Pickering, et al., 2005).

Prueba de Esfuerzo Máximo

Se evaluó la capacidad cardiorrespiratoria mediante una prueba incremental máxima en cicloergómetro (Technogym Bike Med, Technogym, Gambettola, Italia) y se estableció el VO_2 máx (litros por minuto) según la carga máxima de trabajo y la FC máx mediante un equipo analizador de gases tipo Oxycon Pro (Jaeger, Friedberg, Alemania). La frecuencia cardiaca se registró utilizando un monitor de pulso polar.

La prueba consistió en la realización de un calentamiento de 5 minutos a una carga de trabajo inicial de 40 W y la frecuencia de pedaleo a 60 revoluciones por minuto, seguido de estadios de 1 minuto incrementando la carga de trabajo 20 W en cada estadio, a una frecuencia de pedaleo entre 70 a 80 revoluciones por minuto hasta alcanzar la potencia pico. Posteriormente se redujo la intensidad a 25 W y frecuencia de pedaleo a 60 revoluciones por minuto, para realizar una recuperación activa durante 5 minutos (Lanzi, et al., 2015). Finalmente se ejecutó el escalón de verificación, colocando la potencia pico obtenida en la fase incremental, a una frecuencia de pedaleo entre 70 a 80 revoluciones por minuto, manteniendo el máximo tiempo posible (Achten, Gleeson y Jeukendrup, 2002).

Fuerza Muscular

Se evaluó la fuerza isocinética e isométrica máxima de los músculos cuádriceps e isquiotibiales de cada miembro, utilizando un dinamómetro isocinético (Biodex System 4; Biodex Medical Systems, Nueva York, NY, EE.UU.). Antes de comenzar la prueba la participante realizó un calentamiento en cicloergómetro (Technogym Bike Med, Technogym, Gambettola, Italia) durante 5 minutos. Finalizado el calentamiento se solicitó a la participante que se sentara en la silla del dinamómetro, se ajustó el respaldo de la silla en ángulo de 85° de inclinación y se le aseguró firmemente utilizando cintas de velcro a nivel del pecho y pelvis, para evitar movimientos del tronco o de la pelvis. Del mismo modo, se alineó el eje de rotación

del dinamómetro con el eje de rotación de la rodilla a nivel del epicóndilo femoral y se aseguró el muslo para evitar el movimiento de flexión de cadera.

Se evaluó primero la extremidad dominante seguida de la no dominante. En cada extremidad se realizaron tres pruebas, empezando por una prueba isocinética y luego dos isométricas, con descanso de 2 minutos entre cada prueba y de 3 minutos entre cada extremidad.

Fuerza Isocinética Máxima

Para iniciar la prueba se fijaron los rangos de movimiento de la rodilla que fueron 10° en extensión y 105° en flexión. Se realizaron 3 series de 4 contracciones concéntricas de cuádriceps e isquiotibiales durante el movimiento de flexión y extensión de la rodilla, a 60°/s de velocidad angular, con 60 segundos de descanso entre cada serie. La primera serie consistió en un ensayo de familiarización a la mitad de la fuerza máxima, para que la participante conozca el protocolo. Las 2 series siguientes fueron con la máxima fuerza ejercida durante la flexión y extensión, y de estas series el mayor valor se escogió para analizar la fuerza máxima (N/m). Para conseguir que la participante diera su máximo esfuerzo se alentó verbalmente en las 2 últimas series.

Fuerza Isométrica Máxima

La prueba consistió en 4 contracciones isométricas máximas para cada grupo muscular, durante 5 segundos con 15 segundos de descanso entre cada una, comenzando con cuádriceps seguido de isquiotibiales (Symons, Vandervoort, Rice, Overend, y Marsh, 2005). Al igual que la anterior prueba, el primer ensayo fue submáximo para familiarización de la participante con el protocolo y se alentó en las 3 contracciones restantes. Las 3 siguientes se realizaron con la máxima fuerza, en un ángulo de 105° para cuádriceps y de 45° para isquiotibiales.

3. Calidad de Vida Relacionada con la Salud

Se solicitó al participante que completara el cuestionario SF 36, para analizar la calidad de vida y salud percibida, previo y posterior a la intervención en el programa de entrenamiento.

Se valoró el cambio percibido del estado de salud general con respecto al año anterior como la función física, el rol físico, el dolor corporal, la salud general, la vitalidad, la función social, el rol emocional y la salud mental.

d) Tratamiento estadístico

Al realizar este estudio con una participante, lo que interesa observar es el delta de cambio (Δ) entre el post test y pretest.



REFERENCIAS

Achten, J., Gleeson, M., & Jeukendrup, A. E. (2002). Determination of the exercise intensity that elicits maximal fat oxidation. *Medicine and science in sports and exercise*, 34(1), 92-97.

Al-Hazaa, H. M. (2016). Physical activity prescription before bariatric surgery: Feasibility, health impacts, and practical implications. *Saudi Journal of Obesity*, 4(1), 3. doi: 10.4103 / 2347-2618.184935

Baillet, A., Audet, M., Baillargeon, J. P., Dionne, I. J., Valiquette, L., Rosa -Fortin, M. M. & Langlois, M. F. (2014). Impact of physical activity and fitness in class II and III obese individuals: a systematic review. *Obesity reviews*, 15(9), 721-739. doi: 10.1111/obr.12171

Borg, G. A. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Med sci sports exerc*, 14(5), 377-381.

Brzycki, M. (1993). Strength testing—predicting a one-rep max from reps-to-fatigue. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 64(1), 88-90. doi: 10.1080/07303084.1993.10606684

Christiansen, T., Bruun, J. M., Madsen, E. L., & Richelsen, B. (2007). Weight loss maintenance in severely obese adults after an intensive lifestyle intervention: 2 -to 4- year follow up. *Obesity*, 15(2), 413-420. doi: 10.1038/oby.2007.530

Di Angelantonio, E., Bhupathiraju, S. N., Wormser, D., Gao, P., Kaptoge, S., de Gonzalez, A. B., ... & Lewington, S. (2016). Body-mass index and all-cause mortality: individual-participant-data meta-analysis of 239 prospective studies in four continents. *The Lancet*, 388(10046), 776-786. doi: 10.1016/S0140-6736(16)30175-1

Donnelly, J. E., Blair, S. N., Jakicic, J. M., Manore, M. M., Rankin, J. W., & Smith, B. K. (2009). Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(2), 459-471. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181949333

Filou, V., Richou, M., Bughin, F., Fédou, C., de Mauverger, E., Mercier, J., & Brun, J. F. (2018). Complémentarité de la chirurgie bariatrique et de l'activité physique. *Science & Sports*, 33(2), 65-72. doi: 10.1016/j.scispo.2017.10.002

- Goryakin, Y., & Suhrcke, M. (2014). Economic development, urbanization, technological change and overweight: What do we learn from 244 Demographic and Health Surveys?. *Economics & Human Biology*, 14, 109-127. doi: 10.1016/j.ehb.2013.11.003
- Hassannejad, A., Khalaj, A., Mansournia, M. A., Tabesh, M. R., & Alizadeh, Z. (2017). The effect of aerobic or aerobic-strength exercise on body composition and functional capacity in patients with $\text{bmi} \geq 35$ after bariatric surgery: a randomized control trial. *Obesity surgery*, 27(11), 2792-2801. doi: 10.1007/s11695-017-2717-3
- Huck, C. J. (2015). Effects of supervised resistance training on fitness and functional strength in patients succeeding bariatric surgery. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(3), 589-595. doi: 10.1519 / JSC.0000000000000667
- Jaunoo, S. S., & Southall, P. J. (2010). Bariatric surgery. *International Journal of Surgery*, 8(2), 86-89. doi: 10.1016/j.ijisu.2009.12.003
- Keating, S. E., Johnson, N. A., Mielke, G. I., & Coombes, J. S. (2017). A systematic review and meta-analysis of the effect of exercise on body adiposity. *Obesity reviews*, 18(8), 943-964. doi.org/10.1111/obr.12536
- Keating, S. E., Machan, E. A., O'Connor, H. T., Gerofi, J. A., Sainsbury, A., Caterson, I. D., & Johnson, N. A. (2014). Continuous exercise but not high intensity interval training improves fat distribution in overweight adults. *Journal of obesity*, 2014. doi: 10.1155/2014/834865
- Kyle, U. G., Bosaeus, I., De Lorenzo, A. D., Deurenberg, P., Elia, M., Gómez, J. M., ... & Scharfetter, H. (2004). Bioelectrical impedance analysis—part II: utilization in clinical practice. *Clinical nutrition*, 23(6), 1430-1453. doi: 10.1016/j.clnu.2004.09.012
- Lanzi, S., Codecasa, F., Cornacchia, M., Maestrini, S., Capodaglio, P., Brunani, A., ... & Malatesta, D. (2015). Long maximal incremental tests accurately assess aerobic fitness in class II and III obese men. *PloS one*, 10(4), e0124180. doi: 10.1371/journal.pone.0124180
- Marfell-Jones, M. J., Stewart, A. D., & De Ridder, J. H. (2012). International standards for anthropometric assessment.
- Mundbjerg, L. H., Stolberg, C. R., Bladbjerg, E. M., Funch-Jensen, P., & Jensen, P. B. (2018). Effects of 6 months supervised physical training on muscle strength and aerobic

- capacity in patients undergoing Roux-en-Y gastric bypass surgery: a randomized controlled trial. *Clinical obesity*, 8(4), 227-235. doi: 10.1111/cob.12256
- Nyberg, S. T., Batty, G. D., Pentti, J., Virtanen, M., Alfredsson, L., Fransson, E. I., ... & Koskenvuo, M. (2018). Obesity and loss of disease-free years owing to major non-communicable diseases: a multicohort study. *The lancet Public health*, 3(10), e490-e497. doi: 10.1016/S2468-2667(18)30139-7
- Oppert, J. M., Bellicha, A., Roda, C., Bouillot, J. L., Torcivia, A., Clement, K., ... & Ciangura, C. (2018). Resistance Training and Protein Supplementation Increase Strength After Bariatric Surgery: A Randomized Controlled Trial. *Obesity*, 26(11), 1709-1720. doi:10.1002/oby.22317
- Ortega, R., Grandes, G., Sanchez, A., Montoya, I., & Torcal, J. (2019). Cardiorespiratory fitness and development of abdominal obesity. *Preventive medicine*, 118, 232-237. doi: 10.1016/j.ypmed.2018.10.020
- Pickering, T. G., Hall, J. E., Appel, L. J., Falkner, B. E., Graves, J., Hill, M. N., ... & Roccella, E. J. (2005). Recommendations for blood pressure measurement in humans and experimental animals: part 1: blood pressure measurement in humans: a statement for professionals from the Subcommittee of Professional and Public Education of the American Heart Association Council on High Blood Pressure Research. *Circulation*, 111(5), 697-716. doi: 10.1161/01.cir.0000154900.76284.f6
- Symons, T. B., Vandervoort, A. A., Rice, C. L., Overend, T. J., & Marsh, G. D. (2005). Effects of maximal isometric and isokinetic resistance training on strength and functional mobility in older adults. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 60(6), 777-781. doi:10.1093/gerona/60.6.777
- West, S., Caterini, J., Banks, L., & Wells, G. (2018). The Epidemic of Obesity and Poor Physical Activity Participation: Will We Ever See a Change?. doi: 10.3390 / jfmk3020034
- Wewege, M., Van Den Berg, R., Ward, R. E., & Keech, A. (2017). The effects of high intensity interval training vs. moderate intensity continuous training in overweight and obese adults: a systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews*, 18(6), 635-646. doi: 10.1111/obr.12532