

“Evaluación kinésica en paciente con obesidad recurrente, ¿Es suficiente un manejo tradicional?: a propósito de un caso”

“Kinesic evaluation in a patient with recurrent obesity, Is a traditional management enough? A case report”

Javier Enríquez Schmidt^{1,2}, Mauricio Barría Pailaquilén^{1,3}, Rodrigo Muñoz Cofré⁴, Manuel Monrroy Uarac^{1,2}.

1. Unidad de Kinesiología, Instituto de Aparato Locomotor y Rehabilitación, Facultad de Medicina, Universidad Austral de Chile, Valdivia-Chile.

2. Laboratorio de Fisiología del Ejercicio, Facultad de Medicina, Universidad Austral de Chile, Valdivia-Chile.

3. Instituto de Enfermería, Facultad de Medicina, Universidad Austral de Chile, Valdivia-Chile.

4. Programa de Doctorado en Ciencias Morfológicas, Universidad de La Frontera, Temuco-Chile.

Título Abreviado: Evaluación kinésica en paciente con obesidad recurrente: Reporte de caso

Información del Artículo

Recepción: 1 de Julio de 2020

Aceptación: 5 de Agosto de 2020

RESUMEN

Examinación: Paciente con recidiva de obesidad seis años posterior a cirugía bariátrica exitosa. Se desempeña como técnico paramédico en sistema de cuarto turno en Hospital Base Valdivia. Refiere deficiente apoyo familiar. Evaluación: Posterior a mediciones tradicionales, es derivada para evaluación mediante el uso de herramientas especializadas que buscan caracterizar el funcionamiento de los sistemas cardiorrespiratorio y músculo esquelético, siendo asociados al contexto psicosocial y laboral. Diagnóstico: Deterioro de la función física caracterizado por una disfunción en la autonomía cardíaca y disminución en capacidad cardiopulmonar asociado a un deficiente manejo de la composición corporal producto de su entorno familiar y laboral obesogénico. Pronóstico: En un período de 8 semanas a 3 meses es posible disminuir el riesgo cardiovascular (RCV), aumentar capacidad cardiopulmonar y aumentar fuerza muscular, permitiendo las actividades recreativas. La disminución de peso corporal, plantea un desafío mayor, proponiéndose un período de 6 meses para disminuir 8 kg, pero sujeto a múltiples factores conductuales personales, familiares y de entorno laboral. Plan de intervención: Existe gran cantidad de evidencia en modos de intervención de pacientes con obesidad, en ciertos componentes esta puede ser hasta contradictoria. La importancia recae en la evaluación de la función y movimiento, mediante herramientas confiables y válidas, enfatizando la transferencia clínica de la evidencia. Esto permite una prescripción individual y precisa del ejercicio, logrando mejorar aspectos clínicos relevantes, antes de disminuir el peso corporal. Todo lo anterior debiese ser llevado a cabo mediante un manejo especializado y multidisciplinario.

Palabras clave: obesidad, riesgo cardiovascular, variabilidad cardíaca, consumo de oxígeno, prueba de caminata en 6 minutos.

ABSTRACT

Examination: Patient with relapsing obesity, six years after a successful bariatric surgery. Works as a paramedical technician in a fourth shift system at the Valdivia Base Hospital. Refers poor family support. Evaluation: after traditional measurements, it is derived for evaluation through the use of specialized tools that seek to characterize the functioning of the cardiorespiratory and skeletal muscle systems. Being associated with the psychosocial and work context. Diagnosis: Physical function impairment characterized by cardiac autonomic dysfunction and decrease in cardiopulmonary capacity associated with poor management of body composition as a result of obesogenic family and work environment. Prognosis: In a period of 8 weeks to 3 months it is possible to decrease cardiovascular risk, increase cardiopulmonary capacity and muscle strength, allowing recreational activities. Weight loss raises a greater challenge, proposing to decrease 8kg in a 6 months period, but subjected to multiple personal, family and work behavioral environment factors. Intervention Plan: There is a large amount of evidence on intervention methods for patients with obesity, in some cases, even contradictory. The importance should lie in the evaluation of movement and function, using reliable and valid tools, emphasizing on the clinical transfer of evidence. This allows an individual and precise prescription of the exercise, improving relevant clinical aspects, before reducing body weight. All of the above should be carried out through a specialized and multidisciplinary management.

Keywords: Obesity, cardiovascular risk, cardiac variability, oxygen uptake, 6-minute walk test.

Introducción

La obesidad constituye un problema de salud global siendo considerada una pandemia¹, afectando a un tercio de la población mundial^{2,3}. Se caracteriza por aumento del tejido adiposo provocado por desbalance entre la ingesta y gasto calórico, sin embargo, esto demuestra sólo la punta del iceberg⁴. Por ende, la obesidad debe considerarse como una relación compleja entre factores genéticos, ambientales y sociales. En esto, la conducta y los hábitos de vida saludable (alimentación y actividad física, principalmente) juegan un papel dominante a la hora de prevenir o revertir la obesidad. Encontrar formas de abordar esta enfermedad multifactorial es de gran relevancia, entre otros, porque provoca altos costos económicos directos para los sistemas de salud e indirectos para la sociedad⁵.

Desde la mirada de la salud, la obesidad es considerada como un precursor de enfermedades crónicas como cáncer de colón y mama, diabetes, enfermedades cardiovasculares, dentro de las cuales destacan la hipertensión arterial y el infarto agudo al miocardio, aumentando el riesgo de muerte⁵. Además, la probabilidad de fallecer por falla cardíaca es el doble en mujeres obesas⁶.

En la actualidad cada vez son más las personas que deciden tomar acciones para bajar de peso como forma de mejorar la composición corporal. Los tratamientos más comunes se enfocan en una restricción dietaria con o sin ejercicio, y dependiendo de la severidad de la obesidad o del fracaso en haber obtenido un peso ideal o combatir patologías asociadas, se han considerado las cirugías bariátricas (CB). Sin embargo, la tasa de fracaso de rehabilitación de la obesidad es muy alta, para lo cual se considera como regla general una recuperación de peso, entre uno y dos tercios del peso disminuido, dentro del primer año y casi todo en un período de cinco años⁷. Según Magro et al.⁸, el 50% de las personas recayeron a su peso previo 24 meses después de una CB.

En el presente reporte de caso, se describe la secuencia de evaluaciones tradicionales y especializadas que se requieren en un paciente con obesidad recurrente.

Síntesis del caso

Paciente mujer de 42 años, trabajando actualmente en sistema de turnos en hospital, participaba en programa Elige Vivir Sano y en rehabilitación cardiometabólica en

la Clínica Universitaria de Rehabilitación (CUR) de la Universidad Austral de Chile desde 2014, de manera intermitente. Refiere haber comenzado con aumento de peso hace 19 años, relacionándolo a dos embarazos, alcanzando una condición de obesidad. Hace seis años se realizó bypass gástrico, logrando disminuir su peso corporal a 68 kg, formando parte de un seguimiento estricto por equipo multidisciplinario. Sin embargo, hace dos años alcanzó un IMC de 33,7 kg/m², el cual continuo en ascenso, alcanzando actualmente un IMC de 35,7 kg/m². Relata factores familiares que dificultan su rehabilitación. Su esposo presenta malos hábitos alimentarios y trota ocasionalmente. Su hija mayor presentó resistencia a la insulina (RI), por lo cual comenzó actividad física, teniendo resultado positivos, pero al transcurrir unos meses, recae en obesidad. Estos hábitos de alimentación y actividad física desfavorables en el hogar, sumados a la escasez de apoyo en su tratamiento, generan un entorno obesogénico. Además, refiere dificultad para cumplir recomendaciones de dieta saludable (porción y frecuencia) y fatiga temprana en actividades de moderada intensidad. Como objetivo desea retomar el trote junto a los integrantes de su familia.

Examinación

La paciente es derivada del CUR para realizar proceso de evaluación en Laboratorio de Fisiología del Ejercicio (LFE) y favorecer la prescripción del ejercicio, debido a complicaciones en la rehabilitación para lograr una pérdida de peso adecuada. Luego de la entrevista, se realiza perfil antropométrico; peso, talla, IMC, índice cintura/cadera (ICC), índice cintura/estatura (ICE) y distribución de tejido, este último calculados mediante el método doble indirecto antropométrico y las fórmulas propuestas por De Rose & Guimaraes⁹. La paciente se encontraba realizando ejercicio físico en treadmill, por consiguiente, se escoge la Prueba de Caminata en 6 minutos (PC6min) en pasillo de 30 m, con estímulo constante, para evaluar su respuesta al esfuerzo. Esta incluyó análisis de gases (Jaeger Oxycon Mobile, Vyare Medical GmbH, Hoechberg, Alemania) para precisar evaluación de respuesta cardiopulmonar. Se cumplen criterios de frecuencia cardíaca de reserva utilizada (FCRu), percepción subjetiva de esfuerzo (PSE), medida con escala de Borg modificada y la distancia recorrida¹⁰, no se alcanzó la recuperación de la frecuencia cardíaca (FC) luego de 15 minutos posteriores al término de la prueba. Debido a lo anterior, se decidió evaluar la regulación autonómica y adaptabilidad cardíaca en una próxima sesión a través de variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC). Esta fue

medida con un Polar RS800CX (Polar Electro Oy, Kempele, Finlandia), en reposo y decúbito supino durante 20 minutos, seleccionándose el período de cinco minutos de mayor estabilidad para su análisis (Kubios HRV)¹¹.

De acuerdo al buen desempeño obtenido en la PC6min y a un electrocardiograma en reposo normal (Cardiovit AT-1G2, Schiller AG, Baar, Suiza), se decide realizar una última sesión de evaluación a través de una prueba de esfuerzo máximo incremental (30 watts en intervalos de tres minutos y cadencia de 60 rpm) en cicloergómetro (Lode Corival V3, Lode B.V., Groningen, Holanda) con análisis de gases hasta el agotamiento voluntario, para evaluar consumo máximo de oxígeno (VO_{2max}). Adicionalmente, se estableció la predicción de VO_{2max} , acorde a la fórmula de M. Jalili et al.¹², de 26,9 ml/kg/min. Se realizaron un total de cuatro sesiones de evaluación, realizadas en un transcurso de dos semanas. Previo al ingreso de la paciente al LFE se desarrolló el proceso de consentimiento informado en el cual se explicó los protocolos de evaluación, objetivos, procedimientos, beneficios, posibles riesgos y confidencialidad de los datos.

Tabla 1. Parámetros antropométricos.

Características antropométricas	Valor
Peso	88,9 kg
Talla	158 cm
Índice de masa corporal	35,7 kg/m ²
Tejido adiposo	41,3*
Tejido óseo	23,6*
Tejido residual	20,8*
Tejido muscular	14*
ICC ^a	0,94
ICE ^b	0,64

a: Índice cintura cadera. b: Índice cintura estatura. *Porcentaje del peso corporal.

Resultados

De las mediciones antropométricas destacan los altos valores de IMC, ICC, ICE, porcentaje de masa grasa y un porcentaje de tejido muscular bastante disminuido (Tabla 1).

En la PC6min recorre 672 m, evaluándose minuto a minuto, FCRu, PSE y consumo de oxígeno (Tabla 2). En la prueba de esfuerzo máximo en cicloergómetro alcanza un consumo peak de oxígeno de 26,3 ml/kg/min (Tabla 3). En el comportamiento de las variables fisiológicas y PSE asociada a la realización de la PC6min, se describe una meseta (Figura 1 y 2) y en la prueba de esfuerzo máximo en cicloergómetro se determina el peak de consumo de oxígeno (Figura 3). En la regulación autonómica cardíaca se evidencia una predominancia del sistema nervioso simpático (Figura 4).

Tabla 3. Resultados de prueba de esfuerzo máximo incremental en cicloergómetro con análisis de gases.

Variable	Valores máximos alcanzados
VO_2 peak ^a	26,3
FC ^b	148
FCRu ^c	71,4
O_2 /Hr ^d	15,8
V_e ^e	97
CR ^f	1,06
PSE ^g	15

a: Consumo peak de oxígeno (ml/kg/minuto). b: Frecuencia cardíaca (latidos/minuto). c: Frecuencia cardíaca de reserva utilizada (%). d: Pulso de oxígeno (ml/minuto). e: Ventilación minuto (litros/minuto). f: Cuociente respiratorio. g: Percepción subjetiva de esfuerzo (escala de Borg original).

Tabla 2: Comportamiento de las variables fisiológicas en la Prueba de Caminata 6 minutos en pasillo con estímulo constante y análisis de gases.

Variable	Basal	Pretest	1'	2'	3'	4'	5'	6'	1'	3'	5'	10'
FC ^a	78	82	134	153	156	159	162	163	133	107	102	96
FCRu ^b	-	4,1	57,1	76,5	79,6	82,7	85,7	86,7	56,1	29,6	24,5	18,4
CR ^c	-	1,03	0,74	1,01	1,07	0,98	1	0,98	1,23	1,34	1,22	0,76
VO_2 /kg ^d	-	3,8	18,4	24,2	25,6	28	28,1	29	13,5	5,4	4,6	3,6
PA ^e	120/68	130/61	-	-	-	-	-	-	160/95		134/104	110/65
Disnea ^f	0	0	1	2	3	4	4	4	2	0	0	0
PSE ^g	6	6	6	8	9	11	11	13	11	7	6	6
EVA ^h	0	0	0	1	2	2	2	3	1	0	0	0

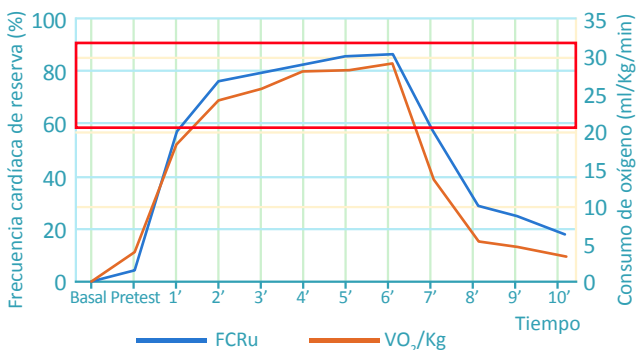
a:Frecuencia cardíaca (latidos/minuto). b: Frecuencia cardíaca de reserva utilizada (%). c: Cuociente respiratorio. d: Consumo de oxígeno relativo al peso (ml/kg/minuto). e: Presión arterial (mmHg). f: Escala de Borg Modificada. g: Percepción subjetiva de esfuerzo (escala de Borg original). h: Escala visual análoga.

Evaluación

Nos encontramos con alteraciones de la composición corporal severas, caracterizadas por obesidad tipo III y componente muscular fuertemente disminuído. Lo que sugiere un proceso de obesidad sarcopénica. Con-

secuentemente, existen valores de índices antropométricos que indican alto RCV.

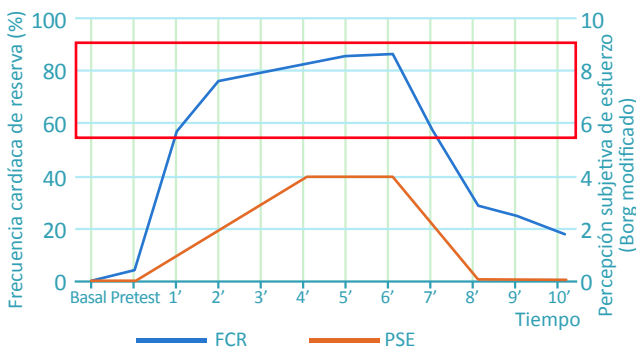
Figura 1. Comportamiento de la frecuencia cardíaca y consumo de oxígeno en Prueba de Caminata 6 minutos en pasillo con estímulo constante y análisis de gases.



FCRu: frecuencia cardíaca de reserva utilizada (%). VO₂/kg: Consumo de oxígeno relativo al peso (ml/kg/min). En rojo se muestra la ventana de acción valorativa de la prueba de caminata en 6 minutos.

La PC6min cumple con criterios de coste fisiológico, percepción de esfuerzo y rendimiento, recorriendo 672 m, superando el valor esperado por Osses et al¹³, de 584,3 ± 53 m, sin embargo, hay que considerar que este último no utiliza estímulo constante. Además, la cinemática de la FCRu alcanza una meseta entre 76,5% y 86,7% a los dos y seis minutos, respectivamente. La PSE alcanza un cuatro en escala de Borg modificada y 11 en original¹⁰. El consumo peak de oxígeno alcanzado es de 29 ml/kg/min, muy similar a lo esperado acorde a fórmulas asociadas al IMC¹³. Esto indica una capacidad cardiopulmonar disminuida^{14,15}. La recuperación de la frecuencia cardíaca posterior a la PC6min, pareciera tener un comportamiento saludable, disminuyendo más de 12-25 latidos en los tres primeros minutos¹⁶, sin embargo, desde este punto hasta el minuto diez no se alcanzan los valores basales. Como esto constituye un factor de riesgo de morbi-mortalidad, decidimos evaluar la VFC, que demuestra un desbalance en la regulación autonómica, predominando claramente el sistema simpático por sobre el parasimpático, dificultando la homeostasis y explicando la limitación para regresar a valores basales de FC posterior a PC-6min. Además, encontramos valores de intervalos RR menores a 900 milisegundos (ms), con respectivas desviaciones estándar de estos intervalos menores a 100 ms y un componente de entropía con valor cercano a 1 (Tabla 4), sugerentes de VFC disminuida, pérdida de resiliencia y adaptabilidad de los sistemas corporales y RCV aumentado^{17,18}. Esto es de gran relevancia, destacando la detección de alteraciones en el funcionamiento cardiaco que no habían sido pesquisados por el electrocardiograma.

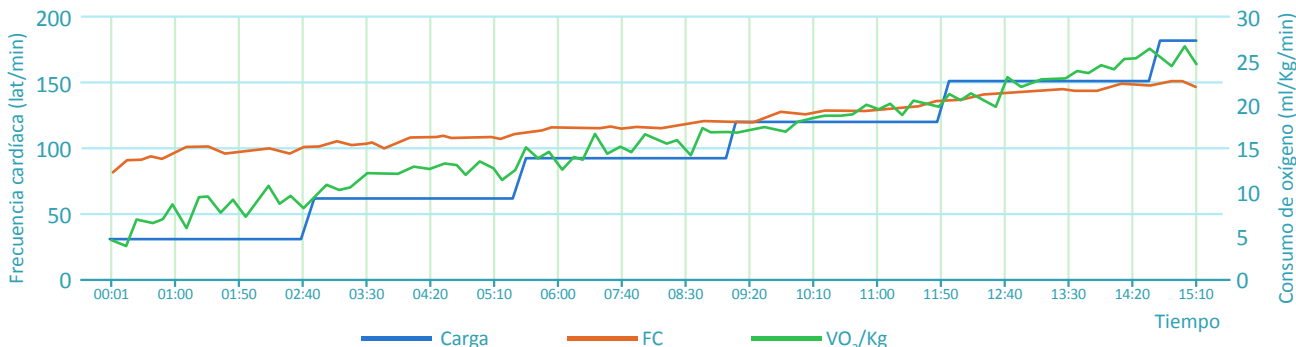
Figura 2. Comportamiento de la frecuencia cardíaca de reserva utilizada y percepción subjetiva de esfuerzo en Prueba de Caminata en 6 minutos en pasillo con estímulo constante.



FCR: frecuencia cardíaca de reserva utilizada (%). PSE: Percepción subjetiva de esfuerzo (Borg modificado). En rojo se muestra la ventana de acción valorativa de la prueba de caminata en 6 minutos.

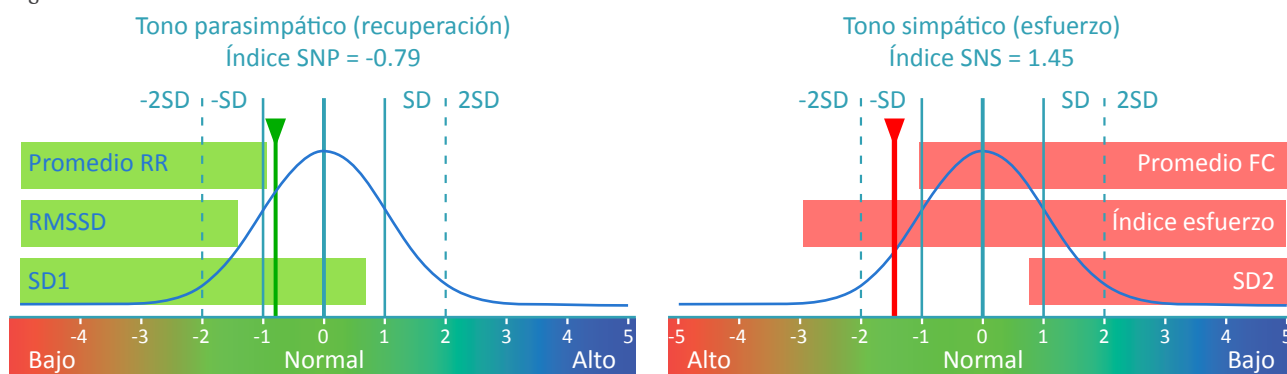
La prueba de esfuerzo incremental en cicloergómetro es limitada principalmente por un componente

Figura 3. Prueba de esfuerzo máximo incremental en cicloergómetro con análisis de gases.



Carga: Watts. FC: Frecuencia cardíaca (latidos/minuto). VO₂/kg: Consumo de oxígeno relativo al peso (ml/kg/min).

Figura 4. Balance en actividad del sistema nervioso autónomo.



Índice SNP: Índice actividad parasimpática. Promedio RR: Promedio intervalos RR. Promedio FC: Frecuencia cardíaca promedio. RMSSD: Indicador de control cardíaco vagal. SD1: variabilidad a corto plazo. Índice SNS: Índice actividad simpática. Índice esfuerzo: índice estrés físico. SD2: Balance simpáticovagal.

Tabla 4. Resultados de variabilidad de la frecuencia cardíaca en reposo.

Variables de tiempo	Valor
Promedio RR ^a	842 ms
SDNN ^b	17,2 ms
pNN50 ^c	0,56 %
RMSSD ^d	21,1 ms
Variables no lineares	Valor
SD1 ^e	14,9 ms
SD2 ^f	19,2 ms
Entropía ^g	1,09

a: Promedio de intervalos RR (milisegundos). b: Desviación estándar de todos los intervalos RR (milisegundos). c: Porcentaje de los intervalos RR consecutivos que discrepan en más de 50 milisegundos entre sí (%). d: Raíz cuadrada del valor medio de la suma de las diferencias al cuadrado de todos los intervalos RR sucesivos (milisegundos). e: Desviación estándar perpendicular a la línea de entidad del diagrama de Poincaré (milisegundos). f: Desviación estándar a lo largo de la línea de entidad del diagrama de Poincaré (milisegundos). g: Entropía aproximada.

periférico, manifestándose fatiga en miembros inferiores al alcanzar 180 watts. Al no cumplir con criterios de determinación de VO_{2max} , se identifica un VO_{2peak} de 26,3 ml/kg/min, dilucidándose una capacidad cardiopulmonar pobre^{14,15}. Además, podemos encontrar un componente muscular disminuido, limitante en ejercicio y relacionado con el 14% de masa magra estimada.

Finalmente, existen componentes asociados a los resultados, que corresponden al entorno obesogénico. En este último se han descrito relaciones entre aumentos del IMC y el sistema de turnos de noche, producto de alteraciones en el ritmo circadiano y otros sistemas¹⁹. Especialmente en mujeres mayores de 40 años existe una fuerte relación entre la acumulación de horas de trabajo nocturno e IMC superior a 30 kg/m^{2,6}.

Diagnóstico

Deterioro de la función física caracterizado por una disfunción en la autonomía cardíaca y disminución en capacidad cardiopulmonar asociado a un deficiente manejo de la composición corporal producto de su entorno familiar y laboral obesogénico.

Discusión

La obesidad plantea desafíos a la hora de generar estrategias para su rehabilitación. Su directa relación con la disregulación del sistema nervioso autónomo hace que sea de especial relevancia, ya que es un mediador en el desarrollo de enfermedades asociadas a la obesidad y resistencia a la insulina²⁰. La diabetes tipo 2 (DM2), afecta severamente provocando una neuropatía autonómica cardíaca. Esta disregulación está presente en un 50 a 80% de las enfermedades cardiovasculares^{21,22}. Para esto se ha propuesto un plan de ejercicio de seis meses de intensidad aeróbica moderada, tres veces a la semana. La evidencia ha demostrado una mejoría significativa en la función cardíaca medida a través de VFC en pacientes obesos con DM2, generando un aumento en el tono cardíaco-vagal y disminuyendo el tono simpático²³.

La capacidad cardiopulmonar puede ser abordada mediante ejercicios interválicos de alta intensidad (HIIT) o continuos de intensidad moderada (MICT). Existe variada y contradictoria evidencia en cuanto a que el HIIT aumenta en mayor medida el VO_{2max} que el MICT. Sin embargo, esto dependerá de los volúmenes e intensidades de cada modalidad de entrenamiento²⁴. Entrenamientos de bajo volumen, representan un aumento en VO_{2max} de 4-5% en un período de seis semanas¹⁶, mientras que los de alto volumen varían entre 11 y 20%

de mejora en el $VO_{2m\acute{a}x}$, en períodos entre seis y ocho semanas. A pesar de esto, en adultos obesos, el *HIIT* representa una herramienta más eficiente, logrando aumentar $VO_{2m\acute{a}x}$ de la misma forma que el *MICT*, pero utilizando un 27% menos de tiempo de ejercicio durante ocho semanas²⁴. Por lo que, la decisión en cuanto al modo de ejercicio, deberá ser elegida acorde al nivel y contexto funcional del paciente, teniendo en cuenta cual pudiese generar una mayor adherencia. Además, es necesario considerar que volúmenes e intensidades bajas de *HIIT* no llevarán a un aumento masa y fuerza muscular (FM), mientras que aquellos de alto volumen e intensidad si lo harán²⁵.

El entrenamiento de la capacidad cardiopulmonar y de fuerza permite mejorar la función física, lo que favorece la disminución de factores de riesgo asociados al síndrome metabólico. Es necesario tener en cuenta, que lo anterior debe estar acompañado de una restricción calórica, lo que permitiría disminuir el IMC²⁶.

El componente grasa plantea un desafío mayor, siendo absolutamente necesario un enfoque multidisciplinar para lograr adherencia en el tratamiento de los distintos factores asociados a la obesidad, a través, de distintas estrategias. Se propone un período mínimo de seis meses para lograr pérdida de peso corporal significativo y adherencia al entrenamiento, comenzando con tres sesiones semanales y avanzando a cinco²⁷. En un período de tres meses se espera una reducción de cinco kg, lo que puede parecer poco, no obstante, es acompañado de mejorías clínicas relevantes²⁸. Además, en individuos con IMC altos, existe la necesidad de combinar ejercicio físico con restricción calórica, lo que llevará a una disminución de hasta 8,5 kg en seis meses²⁸. Debemos considerar, que estos resultados son dirigidos a la pérdida de peso²⁷ y no a cambios en la composición corporal. El entrenamiento de fuerza de grupos musculares grandes como cuádriceps femoral, isquiotibiales, tríceps sural, abdominales y musculatura dorsal, bíceps braquial, tríceps braquial y musculatura de hombros, lo que podría retrasar la pérdida de peso corporal y aumentar el gasto metabólico basal, la concentración sanguínea de colesterol lipoproteico de alta densidad (HDL), la FM y el componente de masa magra. A pesar del posible retraso en la pérdida de peso como tal, estaremos generando beneficios clínicos en presión arterial, perfil lipídico, sensibilidad a la insulina, marcadores inflamatorios sistémicos, capacidad física y calidad de vida²⁷.

Pronóstico

Factor pronóstico	Positivo	Negativo
Personal	- Participación voluntaria - Estado contemplativo	- Hábitos alimenticios. - Inseguridad. - Conducta obesogénica.
Contexto social	- Grupo de rehabilitación cardiometabólico	- Escaso apoyo y conducta obesogénica familiar. - Trabajo en sistema de turnos
Estado salud enfermedad	- Ausencia de patologías asociadas a trastornos metabólicos	- Multiplicidad de factores asociados a obesidad recurrente.
Tipo y magnitud disfunción del movimiento	- Desempeño fisiológico y distancia recorrida en PC6min	- Alto componente grasa. - Desregulación y deficiente adaptabilidad cardíaca. - Capacidad cardiopulmonar disminuida. - Bajo componente muscular.
Efectividad de intervención	- Grupo de rehabilitación cardiometabólico	- Recidiva posterior a cirugía bariátrica - Adherencia intermitente

Acorde a los resultados y el contexto funcional, existen asociaciones entre factores positivos y negativos que permiten identificar:

- La obesidad, independiente de su forma de tratamiento tiene altos porcentajes de recuperación de peso. En terapias conservadoras se recupera entre 1 y 2 tercios del peso dentro del primer año⁷. En intervenciones quirúrgicas, el 50% recupera su peso en 24 meses⁸.
- El desbalance en la regulación autonómica, expresado por una dominancia simpática y disminución de adaptabilidad cardíaca, es modificable sin necesidad de disminuir grandes cantidades de peso corporal²⁴.
- La capacidad cardiopulmonar, cuantificada en un VO_{2peak} disminuido, es susceptible de aumentar utilizando estrategias como el *HIIT*, sin una pérdida significativa de peso²⁵.
- El entrenamiento de FM debe ir asociado a una restricción calórica para no afectar la pérdida de peso²⁷.

Plan de intervención

Existe gran cantidad de evidencia para la prescripción del ejercicio en obesidad, que tienen por objetivo favorecer la pérdida de peso, mejorar marcadores de RCV, síndrome metabólico, funcionalidad y calidad de vida. En algunos casos es contradictoria en cuanto a qué modo de ejercicio utilizar para mejorar el $VO_{2m\acute{a}x}$ o la FM, al

igual que su combinación. Por lo que, debemos realizar una exhaustiva lectura de evidencia y poder transferirla clínicamente de la manera más adecuada posible.

A pesar de que la prescripción del ejercicio es relevante en nuestra intervención, no es el único aspecto en el cual debemos concentrarnos, ya que como podemos ver en este caso, existe la posibilidad de presentar grandes alteraciones del funcionamiento cardíaco, con resultados de PC6min acorde a los valores de referencia, lo que implica el uso de herramientas complementarias y específicas para cada caso. Finalmente, para lograr cambios que perduren en el tiempo, debemos trabajar en conjunto con psicólogos y nutricionistas, generando instancias en las que participe la familia, favoreciendo cambios conductuales de adherencia a un estilo de vida saludable.

Conclusiones

La obesidad genera alteraciones más severas que solo el aumento de índices antropométricos. Existe un trasfondo en el cual se afectan todos los sistemas corporales que no siempre son evidenciados oportunamente. Acorde a lo estudiado por nosotros, los sistemas cardiopulmonar y músculo-esquelético se ven severamente alterados. En los cuales además de evidenciar un alto RCV por índices antropométricos, encontramos alteraciones directas en el funcionamiento cardíaco, evidenciados por desbalances en la regulación autonómica y pérdida de adaptabilidad cardíaca. Además, la PC6min realizada con estímulo constante y cumpliendo criterios de la ventana de acción valorativa, según distancia recorrida, FCRu y PSE, parece ser una herramienta muy completa, garantizando niveles de confiabilidad y validez óptimos, ya que permite estimar $VO_{2máx}$ de manera similar a una prueba de esfuerzo máximo. Esto pudiese convertir a la PC6min en la recomendada para evaluar el sistema cardiopulmonar en pacientes con obesidad, siendo necesarias más investigaciones al respecto. Finalmente, debemos tener en cuenta factores familiares y laborales, logrando mayor adherencia al tratamiento, lo que favorecerá directamente al pronóstico y el resultado del proceso de rehabilitación, debiendo dirigirlo hacia la adopción de hábitos de vida saludable.

Afortunadamente, los beneficios clínicos del ejercicio en hipertensión arterial, perfil lipídico, sensibilidad a la insulina, capacidad cardiopulmonar, adaptabilidad y regulación autónoma cardíaca y FM, son mejorables en etapas tempranas de la rehabilitación.

Referencias

- Meldrum, D., Morris, M., & Gambone, J. (2017). Obesity pandemic: causes, consequences, and solutions—but do we have the will?. *Fertility And Sterility*, 107(4), 833-839. doi: <http://10.1016/j.fertnstert.2017.02.104>.
- Ng, M.; Fleming, T.; Robinson, M.; Thomson, B.; Graetz, N.; Margono, C., et al. (2013) Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980–2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *The Lancet* [Internet]. (0). Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140673614604608>
- Stevens GA, Singh GM, Lu Y, Danaei G, Lin JK, Finucane MM, et al. (2012) National, regional, and global trends in adult overweight and obesity prevalences. *Popul Health Metr*. 10(1):22. [PubMed: 23167948].
- Gordon-Larsen, P. (2008). Book Review Obesity Epidemiology Edited by Frank B. Hu. 498 pp., illustrated. New York, Oxford University Press, 2008. 5. 978-0-19-531291-1. *New England Journal Of Medicine*, 359(12), 1299-1300. doi: <http://10.1056/nejmbkrev0804728>
- Hruby, A., & Hu, F. B. (2015). The Epidemiology of Obesity: A Big Picture. *PharmacoEconomics*, 33(7), 673–689. <https://doi.org/10.1007/s40273-014-0243-x>
- Peplonska, B., Bukowska, A., & Sobala, W. (2015). Association of Rotating Night Shift Work with BMI and Abdominal Obesity among Nurses and Midwives. *PLOS ONE*, 10(7), e0133761. doi: <http://10.1371/journal.pone.0133761>
- Dulloo, A. G., & Montani, J. P. (2015). Pathways from dieting to weight regain, to obesity and to the metabolic syndrome: an overview. *Obesity reviews: an official journal of the International Association for the Study of Obesity*, 16 Suppl 1, 1–6. doi: 10.1111/obr.12250
- Magro, D., Geloneze, B., Delfini, R., Pareja, B., Callejas, F., & Pareja, J. (2008). Long-term Weight Regain after Gastric Bypass: A 5-year Prospective Study. *Obesity Surgery*, 18(6), 648-651. doi: <http://10.1007/s11695-007-9265-1>

9. Comparación de la estimación de la grasa corporal mediante antropometría y análisis de impedancia bioeléctrica con diferentes ecuaciones predictivas, en ancianos guatemaltecos. (1996). *Nutrition*, 12(3), viii. doi: [http://10.1016/s0899-9007\(96\)91114-4](http://10.1016/s0899-9007(96)91114-4)
10. Muñoz-Cofré, R., Medina-González, P., & Escobar-Cabello, M. (2016). Análisis del comportamiento temporal de variables fisiológicas y de esfuerzo en sujetos instruidos en la prueba de marcha de 6 minutos: complemento a la norma de la Sociedad Americana del Tórax. *Fisioterapia*, 38(1), 20-27. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ft.2015.01.003>
11. Sookan, T., & McKune, A. J. (2012). Heart rate variability in physically active individuals: reliability and gender characteristics. *Cardiovascular journal of Africa*, 23(2), 67–72. <https://doi.org/10.5830/CVJA-2011.108>
12. Jalili, M., Nazem, F., Sazvar, A., & Ranjbar, K. (2018). Prediction of Maximal Oxygen Uptake by Six-Minute Walk Test and Body Mass Index in Healthy Boys. *The Journal of pediatrics*, 200, 155–159. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2018.04.026>
13. Osses A, R., Yáñez V, J., Barría P, P., Palacios M, S., Dreyse D, J., Díaz P, O., & Lisboa B, C. (2010). Prueba de caminata en seis minutos en sujetos chilenos sanos de 20 a 80 años. *Revista Médica De Chile*, 138(9). doi: <http://10.4067/s0034-98872010000900006>
14. Zavorsky, G. (2009). Cardiopulmonary Aspects of Obesity in Women. *Obstetrics and Gynecology Clinics of North America*, 36(2), pp.267-284. doi: 10.1016/j.ogc.2009.03.006
15. Herdy, A. H., Ritt, L. E., Stein, R., Araújo, C. G., Milani, M., Meneghelo, R. S., Ferraz, A. S., Hossri, C., Almeida, A. E., Fernandes-Silva, M. M., Serra, S. M. (2016). Cardiopulmonary Exercise Test: Background, Applicability and Interpretation. *Arquivos brasileiros de cardiologia*, 107(5), 467–481. doi: <https://doi.org/10.5935/abc.20160171>
16. Cahalin, L. P., Arena, R., Labate, V., Bandera, F., Lavie, C. J., Guazzi, M. (2013). Heart rate recovery after the 6 min walk test rather than distance ambulated is a powerful prognostic indicator in heart failure with reduced and preserved ejection fraction: a comparison with cardiopulmonary exercise testing. *European journal of heart failure*, 15(5), 519–527. <https://doi.org/10.1093/eurjhf/hfs216>
17. de la Cruz Torres, B., Lopez, C., Orellana, J. (2008). Analysis of heart rate variability at rest and during aerobic exercise: a study in healthy people and cardiac patients. *British Journal Of Sports Medicine*, 42(9), 715-720. doi: <http://10.1136/bjism.2007.043646>
18. Guimarães, F., et al (2015). Cardiovascular Autonomic Dysfunction in Patients with Morbid Obesity. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 105(5), pp.580-587. doi: 10.5935/abc.20150125
19. Sun, M., Feng, W., Wang, F., Li, P., Li, Z., Li, M. et al. (2017). Meta-analysis on shift work and risks of specific obesity types. *Obesity Reviews*, 19(1), 28-40. doi: <http://10.1111/obr.12621>
20. Lindmark, S., Lönn, L., Wiklund, U., Tufvesson, M., Olsson, T., Eriksson, J. (2005). Dysregulation of the Autonomic Nervous System Can Be a Link between Visceral Adiposity and Insulin Resistance. *Obesity Research*, 13(4), 717-728. doi: <http://10.1038/oby.2005.81>
21. Vinik, A., Maser, R., Ziegler, D. (2011). Autonomic imbalance: prophet of doom or scope for hope?. *Diabetic Medicine*, 28(6), 643-651. doi: <http://10.1111/j.1464-5491.2010.03184.x>
22. Maser, R., Mitchell, B., Vinik, A., Freeman, R. (2003). The Association Between Cardiovascular Autonomic Neuropathy and Mortality in Individuals With Diabetes: A meta-analysis. *Diabetes Care*, 26(6), 1895-1901. doi: <http://10.2337/diacare.26.6.1895>
23. Goit, R. K., Pant, B. N., Shrewastwa, M. K. (2018). Moderate intensity exercise improves heart rate variability in obese adults with type 2 diabetes. *Indian heart journal*, 70(4), 486–491. <https://doi.org/10.1016/j.ihj.2017.10.003>
24. Sawyer, B. J., Tucker, W. J., Bhammar, D. M., Ryder, J. R., Sweazea, K. L., & Gaesser, G. A. (2016). Effects of high-intensity interval training and moderate-intensity continuous training on endothelial function and cardiometabolic risk markers in obese adults. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 121(1), 279–288. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00024.2016>

25. Clark, A., De La Rosa, A. B., DeRevere, J. L., Astorino, T. A. (2019). Effects of various interval training regimes on changes in maximal oxygen uptake, body composition, and muscular strength in sedentary women with obesity. *European journal of applied physiology*, 119(4), 879–888.

doi: <https://doi.org/10.1007/s00421-019-04077-x>

26. Normandin, E., Chmelo, E., Lyles, M. F., Marsh, A. P., Nicklas, B. J. (2017). Effect of Resistance Training and Caloric Restriction on the Metabolic Syndrome. *Medicine and science in sports and exercise*, 49(3), 413–419.

<https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001122>

27. Hansen, D., Niebauer, J., Cornelissen, V., Barna, O., Neunhäuserer, D., Stettler, C. et al. (2018). Exercise Prescription in Patients with Different Combinations of Cardiovascular Disease Risk Factors: A Consensus Statement from the EXPERT Working Group. *Sports Medicine*, 48(8), 1781-1797.

doi: [10.1007/s40279-018-0930-4](https://doi.org/10.1007/s40279-018-0930-4)

28. Franz, M., VanWormer, J., Crain, A., Boucher, J., Histon, T., Caplan, W. et al. (2007). Weight-Loss Outcomes: A Systematic Review and Meta-Analysis of Weight-Loss Clinical Trials with a Minimum 1-Year Follow-Up. *Journal Of The American Dietetic Association*, 107(10), 1755-1767.

doi: <http://10.1016/j.jada.2007.07.017>

Declaración conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de interés en el desarrollo de este manuscrito.

Correspondencia

Manuel Andrés Monrroy Uarac
+632574885
manuelmonrroy@uach.cl