

Impacto de la gastrectomía vertical sobre la cinética de consumo de oxígeno en mujeres post cirugía bariátrica

Claudia Miranda-Fuentes¹, Paulina Ibacache Saavedra^{1,2}, Pedro Delgado-Floody³, Marcelo Cano-Cappellacci⁴, Daniel Jerez-Mayorga¹, Edgardo Opazo Diaz⁴

¹Universidad Andres Bello. Escuela de Kinesiología. Facultad de Ciencias de la Rehabilitación. Chile. ²Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Las Américas. Sede Viña del Mar. Chile. ³Departamento de Educación Física. Universidad de La Frontera. Temuco. Chile. ⁴Departamento de Kinesiología. Universidad de Chile. Chile.

Recibido: 15.11.2018

Aceptado: 18.02.2019

Resumen

Introducción: La obesidad es considerada uno de los principales problemas de salud de la sociedad moderna, existiendo variados tratamientos para revertirla, siendo la cirugía bariátrica (CB) el método más efectivo en los casos de obesidad severa. La capacidad cardiorrespiratoria (CCR) es un componente de la condición física valorada a través del consumo máximo de oxígeno (VO_{2max}); la cinética del VO_2 es un aspecto poco estudiado de la CCR; se ha descrito que esta variable permite estimar la CCR sin elevados esfuerzos físicos en comparación con otras formas de evaluación; a pesar de lo anterior, no existe información respecto del impacto que tiene la gastrectomía vertical (GV) sobre la CCR evaluada a través de esta variable.

Objetivo: Determinar el impacto de la GV en la cinética del VO_2 de mujeres con obesidad.

Material y método: Estudio de tipo cuasi experimental, participaron 15 mujeres con edad de $32,9 \pm 10,3$ años y un IMC inicial de $35,2 \pm 3,9$ kg/m². La muestra es de tipo no probabilística a través de grupo de voluntarios evaluados en tres momentos: previo a la cirugía (*pre*), 30 y 90 días post gastrectomía vertical (30*post* y 90*post* respectivamente). Se evaluó peso corporal, índice de masa corporal (IMC), circunferencia cintura (CC), VO_{2peak} y cinética del VO_2 .

Resultados: Post cirugía las variables peso corporal, CC e IMC reportan disminución significativa ($p < 0,001$) respecto del momento pre cirugía. El VO_{2peak} relativo (ml/kg/min) aumentó entre 30*post* y 90*post* ($p < 0,001$); el VO_{2peak} absoluto (L/min) disminuyó entre los momentos pre con 30*post* y *pre* con 90*post* ($p < 0,05$); la cinética del VO_2 presentó un incremento del tiempo a los 30*post* ($p < 0,05$).

Conclusión: La cinética del VO_2 se ve incrementada en mujeres obesas intervenidas con GV a los 30 días post cirugía, lo que evidencia un deterioro de la capacidad cardiorrespiratoria.

Palabras clave:

Obesidad. Consumo de oxígeno. Cirugía bariátrica.

Impact of sleeve gastrectomy on the kinetics of oxygen consumption in women after bariatric surgery

Summary

Introduction: Obesity is considered one of the main health problems of modern society, there are several treatments to reverse it, being bariatric surgery (BS) the most effective method in cases of severe obesity. Cardiorespiratory fitness (CRF) is an aspect of physical condition assessed through maximum oxygen consumption (VO_{2max}); the kinetics of VO_2 is a less studied aspect of CRF; it has been described that this variable allows estimation of the CRF without high physical efforts in comparison with other forms of evaluation; In spite of the above, there is no information regarding the impact that sleeve gastrectomy (SG) has on the CRF evaluated through this variable.

Objective: To determine the impact of SG on the VO_2 kinetics of women with obesity.

Material and method: Quasi-experimental study, 15 women with an age of $32,9 \pm 10,3$ years and an initial BMI of $35,2 \pm 3,9$ kg/m² participated. The sample is non-probabilistic through a group of volunteers evaluated at three times: before surgery (*pre*), 30 and 90 days post vertical gastrectomy (30*post* and 90*post* respectively). Body weight, body mass index (BMI), waist circumference (WC), VO_{2peak} and VO_2 kinetics were evaluated.

Results: After surgery, the variables body weight, CC and BMI reported a significant decrease ($p < 0,001$) compared to the pre-surgery moment. The relative VO_{2peak} (ml/kg/min) increases between 30*post* and 90*post* ($p < 0,001$); the absolute VO_{2peak} (L/min) decreased between the pre moments with 30*post* and *pre* with 90*post* ($p < 0,05$); the kinetics of VO_2 showed an increase in time at 30*post* ($p < 0,05$).

Conclusion: The VO_2 kinetics is increased in obese women undergoing SG at 30*post* surgery, which shows a deterioration of this capacity.

Key words:

Obesity. Oxygen consumption. Bariatric surgery.

Correspondencia: Claudia Miranda Fuentes

E-mail: cmiranda@unab.cl

Introducción

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la obesidad está definida como acumulación anormal o excesiva de grasa que puede deteriorar la salud, considerándose uno de los principales problemas de la sociedad moderna¹. En Chile, según la Encuesta Nacional de Salud (ENS) 2016-2017, la prevalencia de obesidad fue de un 31,2% (28,6% en hombres y 33,7% en mujeres), teniendo como causa principal el estilo de vida en lo que respecta a hábitos de alimentación poco saludables, inactividad física y conducta sedentaria, sumado a factores genéticos, fisiológicos, psicológicos, sociales, económicos y educativos². Los tratamientos para combatir la obesidad se encuentran enfocados en revertir los malos hábitos alimenticios, incrementar el nivel de actividad física, apoyo psicológico y administración de fármacos³. En los casos de obesidad severa, o cuando las intervenciones mencionadas anteriormente no han tenido el efecto esperado, el tratamiento pasa por la indicación de CB⁴, siendo considerado como el tratamiento más efectivo para reducción de peso a largo plazo, demostrando alta efectividad en la pérdida de peso y una considerable reducción en las comorbilidades asociadas⁴. La GV es la CB más utilizada en el mundo constituyendo el 45,9%⁵ del total de cirugías de este tipo y, en Chile, alcanza el 70,8% del total de CB⁶.

La condición física es un conjunto de atributos físicos que tiene que ver con la capacidad de realizar un trabajo y que pueden o no estar relacionados con la salud⁷. La CCR es un componente de esta condición utilizado como indicador de salud y de expectativa de vida, siendo objetivada a través del consumo de oxígeno máximo (VO_{2max})⁸. Para evaluar esta variable se requiere de la máxima CCR del sujeto, situación que puede resultar riesgosa en algunos casos⁹. En pacientes con obesidad, generalmente, la evaluación de esta variable es submáxima y se utiliza el término VO_{2peak} para denominar la cantidad de oxígeno consumido al momento de detención de la prueba, expresándose en valores absolutos (L/min) o relativos al peso corporal (ml/kg/min).

Uno de los aspectos poco abordados del VO_2 es su cinética al inicio del ejercicio de carga constante, representada por la unidad de medida tau (τ), la cual consiste en la respuesta temporal del VO_2 cuantificando la estabilización tras un ejercicio de carga constante durante 6 a 10 minutos, representando el funcionamiento integrado de la actividad cardiovascular, pulmonar y del sistema musculoesquelético¹⁰. La reacción del incremento del VO_2 en estas condiciones hace reconocible 3 fases¹¹, correspondiendo el valor de τ al tiempo en segundos donde se obtiene el 63% de la amplitud máxima de la meseta del VO_2 con carga submáxima en la fase II, el cual, ha demostrado ser sensible a cambios en la CCR en sujetos con patologías cardiorrespiratorias¹² y diabetes mellitus tipo II¹³, asociándose la disminución de τ a una mejora de esta capacidad.

Actualmente, existe limitada literatura que describe el comportamiento de τ en pacientes adultos con obesidad intervenidos con GV¹⁴. Por tal motivo, el objetivo del presente trabajo fue describir el impacto que tiene la GV en la cinética del VO_2 de mujeres con obesidad.

Material y método

El estudio es de tipo cuasi experimental donde participaron 15 mujeres de $32,9 \pm 10,3$ años de edad; peso, estatura e IMC inicial de

$90,2 \pm 10,49$ kg; $1,6 \pm 0,1$ m y $35,2 \pm 3,9$ kg/m² respectivamente. La muestra es de tipo no probabilística a través de grupo de voluntarios los cuales fueron evaluados en tres momentos diferentes: previo a la cirugía (*pre*) además de 30 y 90 días post intervención quirúrgica (*30post* y *90post* respectivamente). Los criterios de inclusión corresponden a: IMC ≥ 30 kg/m², haber cumplido con los criterios quirúrgicos y anestésicos para efectuarse una CB y que la intervención indicada sea una GV. Se excluyeron todos aquellos pacientes con CB previa, portadores de comorbilidades médicas como: enfermedad respiratoria crónica, cardíaca, hepática crónica o insuficiencia renal, pacientes que utilizaran beta bloqueadores, con hábito tabáquico, mujeres post menopáusicas y pacientes que presentaran patología musculoesquelética que impidiera la realización de las pruebas. La investigación y sus protocolos estuvieron de acuerdo a las pautas señaladas en la Declaración de Helsinki 2013 y aprobado por el Comité de Ética en Investigación en Seres Humanos de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile, Proy. N° 149-2014; el total de participantes firmó un consentimiento informado previo a la toma de datos.

Procedimientos

Al momento de llegar al laboratorio, cada sujeto debió cumplir un ayuno de 4 horas previas y no efectuar actividad física intensa en las 24 horas antes de la evaluación. La CC se valoró con una cinta métrica de adulto graduada en centímetros marca ROSSCRAFT®, ubicando el punto medio entre la cresta iliaca y borde inferior de la costilla. El peso y estatura se determinó con una balanza c/tallímetro graduada, modelo DETECTO 439 (Detecto, Webb City, Estados Unidos). El IMC se evaluó para estimar el grado de obesidad (kg/m²).

Para la medición de las variables cardiorrespiratorias se utilizó un equipo Metalyzer 3b, Cortex (CORTEX Biophysik, Leipzig, Alemania) y un cicloergómetro Monark 915E (Monark Exercise AB, Vansbro, Suecia). Para obtener los datos de cinética del VO_2 y VO_{2peak} , el protocolo consistió en 2 minutos de medición de parámetros basales cardiorrespiratorios en reposo sobre el cicloergómetro, para luego pedalear con una cadencia de 60 rpm a carga constante de 0,5 watt por kilogramo de masa corporal (W/kg) durante 6 minutos, para obtener los datos de tau. Posterior a esto, para conseguir los valores de VO_{2peak} se incrementó la carga en escalones de 20 o 25 W según nivel de actividad física, cada dos minutos hasta llegar a la fatiga o alcanzar un cociente respiratorio (RER) $\geq 1,1$, una percepción de esfuerzo ≥ 7 en Escala de Borg modificada o que el sujeto manifestara fatiga muscular que le impidiera mantener la cadencia de pedaleo de 60 rpm¹⁵. Posterior a esto, se mantuvo un pedaleo sin carga durante 3 minutos a modo de vuelta a la calma. Para definir tau se empleó el protocolo descrito por Poole¹⁶, donde su valor se obtuvo de los 6 minutos iniciales de la prueba de ejercicio en cicloergómetro. Los valores de VO_2 ventilación por ventilación fueron transformados para obtener valores con la frecuencia de 1Hz, para ser modelados matemáticamente según la ecuación que define la respuesta del VO_2 a carga constante e intensidades moderadas, descrita a continuación (Figura 1):

Figura 1. Fórmula para el cálculo de la cinética del consumo de oxígeno.

$$\dot{V}O_2(t) = \dot{V}O_2 \text{ basal} + \text{amplitud} \left(1 - e^{-\frac{t-TD}{\tau}} \right)$$

Donde $VO_2(t)$ es el VO_2 a cualquier tiempo t , VO_2 basal es el VO_2 antes del inicio del ejercicio, la amplitud es el "estado estable" hacia el cual se proyecta el VO_2 , TD es el tiempo de retraso que precede al incremento en el VO_2 muscular y τ es la constante de tiempo que describe la tasa a la cual el VO_2 se incrementa hacia el estado estable¹⁶.

Análisis estadístico

El análisis estadístico fue desarrollado con el software IBM® SPSS® Statistics, versión 24.0 (Chicago, USA). Las variables continuas fueron expresadas como media y desviación estándar previo análisis de normalidad de los datos a través del test de Shapiro-Wilk. Las comparaciones de variables cuantitativas fueron determinadas a través de la prueba de ANOVA de un factor de medidas repetidas y análisis post hoc de Bonferroni. Los valores de $p < 0,05$ fueron considerados estadísticamente significativos.

Resultados

Las mujeres presentan obesidad tipo II en la evaluación previa a la intervención quirúrgica (IMC $35,2 \pm 3,9$ kg/m²), modificando a una condición de pre-obesidad ($28,5 \pm 3,4$ kg/m²) tres meses posteriores a esta¹⁷; 30 y 90 días post cirugía las variables peso corporal, CC e IMC reportan una disminución significativa entre los momentos pre con 30post y 90post, como así también entre 30post y 90post ($p < 0,001$) (Tabla 1).

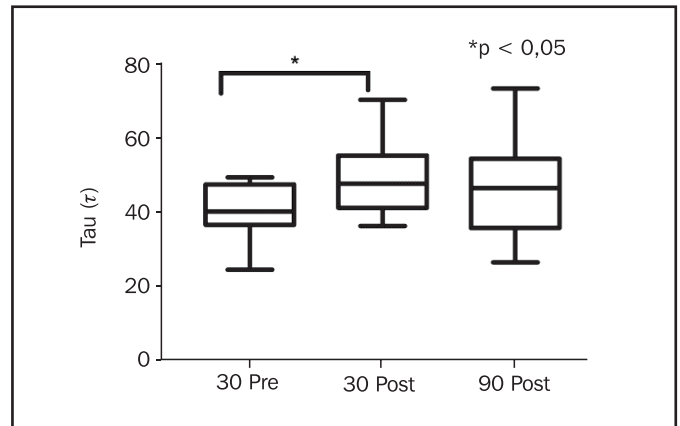
En relación al VO_{2peak} relativo (ml/kg/min), este mostró cambios significativos entre el momento pre con 90post ($p < 0,001$), a su vez, el VO_{2peak} absoluto (L/min) disminuyó entre los momentos pre con 30post ($p < 0,001$) y 90post ($p < 0,002$) (Tabla 1).

Por otra parte, la cinética del VO_2 presentó diferencias significativas entre los momentos pre con 30post ($p < 0,05$) (Figura 2).

Discusión

El propósito del estudio fue describir el impacto que tiene la GV en la cinética del VO_2 . Primeramente, resulta relevante destacar que en este trabajo no se consideró una evaluación de la composición corporal de forma detallada, por lo cual los investigadores consideran pertinente expresar los cambios en la CCR obtenidos de manera absoluta (VO_{2peak}

Figura 2. Cinética del consumo de oxígeno en condiciones pre y post gastrectomía vertical de mujeres con obesidad.



absoluto (L/min) en vez de normalizarlos por peso corporal; es así como se deja en evidencia que son suficiente sólo 30 días post intervención quirúrgica para presentar un deterioro significativo de esta capacidad; los resultados obtenidos se asemejan a los planteado por Browning *et al.* quien analizó los parámetros de esta variable en sujetos con obesidad intervenidos con CB afirmando una disminución promedio de 2,6 L/min a 2,4 L/min en 3 meses post intervención¹⁸. Lo anterior puede ser explicado por la pérdida de masa magra de sujetos intervenidos con este tipo de CB, siendo demostrado que esta variable depende altamente de la masa magra y no de la masa grasa¹⁹; por otro lado, se ha verificado una pérdida significativa del peso corporal asociado específicamente a la masa grasa predominantemente en los primeros meses posteriores a este tipo de cirugía²⁰.

En cuanto a los resultados de cinética del VO_2 obtenidos en esta investigación, es importante destacar que esta variable describe la respuesta dinámica de este gas a cambios repentinos de la tasa de trabajo externa, demostrando ser dependiente de la intensidad del ejercicio cuando este supera el umbral de intercambio gaseoso^{21,22}. Los resultados obtenidos de cinética del VO_2 muestran que a los 30 días posterior a la GV se evidencia un incremento significativo del tiempo de respuesta de estabilización de esta variable a la carga de trabajo impuesta por la actividad, lo que indica un componente fundamental más lento en la

Tabla 1. Efecto de la gastrectomía vertical en las capacidades físicas de mujeres con obesidad.

Variables	Evaluaciones			Valor de p	Bonferroni (Post hoc)		
	pre	30post	90post		pre vs 30post	pre vs 90post	30post vs 90post
Peso (kg)	91,5 ± 11,0	82,2 ± 11,2	74,2 ± 9,9	<0,001	9,3 (<0,001) **	17,3 (<0,001) **	8,0 (<0,001) **
IMC (kg/m ²)	35,2 ± 3,9	31,6 ± 3,9	28,5 ± 3,5	<0,001	3,6 (<0,001) **	6,6 (<0,001) **	3,0 (<0,001) **
CC (cm)	109,5 ± 6,7	102,5 ± 7,1	94,9 ± 7,9	<0,001	7,1 (<0,001) **	14,5 (<0,001) **	7,4 (<0,001) **
VO_{2peak} (L/min)	1,9 ± 0,2	1,6 ± 0,3	1,6 ± 0,2	<0,001	0,2 (<0,001) **	0,2 (<0,005) *	-0,05 (0,402)
VO_{2peak} (ml/kg/min)	21,0 ± 3,6	19,6 ± 2,6	22,5 ± 2,8	<0,001	1,3 (0,077)	-1,4 (0,099)	-2,8 (<0,001) **
Tau (τ)	39,8 ± 6,8	48,8 ± 9,5	46,1 ± 12,4	<0,001	-9,0 (<0,005) *	-6,3 (0,124)	2,7 (1,00)

Los datos son presentados como medias y desviación estándar, valor de p, prueba de ANOVA y Bonferroni Test. Tau (τ): Cinética del consumo de oxígeno; IMC: Índice de Masa Corporal. * $p < 0,05$ ** $p < 0,001$.

cinética del VO_2 , determinando un mayor déficit de oxígeno durante la transición del reposo al ejercicio. Los resultados obtenidos pueden ser comparados con los propuestos por Neunhaeuserer *et al.*, quien también refiere un incremento de esta variable en sujetos con obesidad sometidos a CB del tipo GV²³. Este resultado deja de manifiesto que este tipo de intervención influye de manera negativa la tolerancia al ejercicio, proponiendo que un incremento de esta variable (τ) retrasa la activación del metabolismo muscular oxidativo²⁴ pudiendo ser causa de un menor gasto energético por actividad frente a una disminución del peso corporal post GV. Por otra parte, Simoneau y Kelley dejaron en evidencia que, en sujetos con condición de salud asociada a mal nutrición por exceso, existe una reducida actividad de las enzimas oxidativas y un aumento desproporcionado de la actividad de las enzimas glucolíticas, lo que podría explicar los resultados de τ obtenidos en esta investigación²⁵. En este mismo aspecto, se ha referido en la literatura valores de τ cercanos a ~10 segundos en individuos sanos con alto nivel de entrenamiento físico²⁶ y entre 20 y 60 segundos en adultos sanos²⁷; las publicaciones expuestas han descrito que el incremento de la captación de oxígeno al comienzo del ejercicio expresa los ajustes circulatorios a las modificaciones metabólicas inducidas por esta actividad donde el aporte de oxígeno no es una limitante de rendimiento durante el ejercicio submáximo, lo que refleja una eficiente bioenergética muscular y una eficaz difusión de oxígeno tisular²⁸, condiciones no presentes en sujetos con obesidad¹⁵. Por otro lado, también se ha evidenciado en la literatura el comportamiento de τ en adultos con obesidad (sin intervención quirúrgica) encontrándose datos cercanos a $58,7 \pm 35,8$ segundos²³; sujetos con enfermedad vascular pulmonar 74 ± 16 segundos²⁹ y con diabetes mellitus II $55,7 \pm 20,6$ segundos³⁰, atribuyendo el incremento de esta variable a la intensidad del ejercicio físico empleado y la capacidad del sistema cardiorrespiratorio para responder a la mayor demanda de esta actividad. Otros antecedentes han informado que sujetos con obesidad presentan cambios a nivel músculo esquelético tanto en lo estructural, asociado principalmente a la mayor proporción de fibras musculares tipo IIb³¹, como a la cantidad de músculo en comparación con sujetos normopeso³² lo que trae como consecuencia incapacidad para incrementar la oxidación de grasas durante la estimulación β -adrenérgica en el ejercicio, con el consiguiente incremento de almacenamiento de lípidos intramusculares³³. Por otro lado, en cuanto al funcionamiento del sistema respiratorio, se ha encontrado información que estos sujetos presentan una reducción del volumen corriente al realizar un ejercicio físico, lo cual deben compensar aumentando la frecuencia respiratoria, acelerando el inicio del umbral ventilatorio, precipitando la aparición del componente lento del VO_2 vulnerando la tolerancia al esfuerzo y adaptación al trabajo físico³⁴.

Conclusión

Se plantea que la cinética del VO_2 se ve incrementada en mujeres con obesidad intervenidas con GV a los 30 días post cirugía, por lo tanto, el tiempo para estabilizar la respuesta cardiorrespiratoria a la carga de trabajo impuesta es más lento. Lo anterior resulta de gran utilidad clínica para el tratamiento de sujetos con esta condición de salud, siendo relevante a la hora de planificar pautas de ejercicio físico en esta población.

Conflicto de interés

Los autores no declaran conflicto de interés alguno.

Bibliografía

1. World Health Organization. Obesity and overweight 2017 [cited 2018 May 31]. Disponible en: <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>.
2. Ministerio de Salud, Gobierno de Chile. Encuesta Nacional de Salud 2016-2017 Primeros resultados 2017 [cited 2018 January 29]. Disponible en: http://web.minsal.cl/wp-content/uploads/2017/11/ENS-2016-17_PRIMEROS-RESULTADOS.pdf.
3. Yarborough CM, 3rd, Brethauer S, Burton WN, Fabius RJ, Hymel P, Kothari S, et al. Obesity in the Workplace: Impact, Outcomes, and Recommendations. *J Occup Environ Med*. 2018;60(1):97-107.
4. le Roux CW, Heneghan HM. Bariatric Surgery for Obesity. *Med Clin North Am*. 2018; 102(1):165-82.
5. Plamper A, Deitel M, Rheinwalt KP. Letter to the Editor: Bariatric Surgery and Endoluminal Procedures: IFSO Worldwide Survey 2014. *Obesity Surgery*. 2018;28(1):249-50.
6. Angrisani L, Santonicola A, Iovino P, Formisano G, Buchwald H, Scopinaro N. Bariatric Surgery Worldwide 2013. *Obesity surgery*. 2015;25(10):1822-32.
7. Castillo-Garzon MJ, Ruiz JR, Ortega FB, Gutierrez A. Anti-aging therapy through fitness enhancement. *Clin Interv Aging*. 2006;1(3):213-20.
8. Lee DC, Sui X, Ortega FB, Kim YS, Church TS, Winett RA, et al. Comparisons of leisure-time physical activity and cardiorespiratory fitness as predictors of all-cause mortality in men and women. *Brit J Sport Med*. 2011;45(6):504-10.
9. Mezzani A, Agostoni P, Cohen-Solal A, Corra U, Jegier A, Kouidi E, et al. Standards for the use of cardiopulmonary exercise testing for the functional evaluation of cardiac patients: a report from the Exercise Physiology Section of the European Association for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. *European journal of cardiovascular prevention and rehabilitation: official journal of the European Society of Cardiology, Working Groups on Epidemiology & Prevention and Cardiac Rehabilitation and Exercise Physiology*. 2009;16(3):249-67.
10. Grassi B. Oxygen uptake kinetics: old and recent lessons from experiments on isolated muscle in situ. *Eur J Appl Physiol*. 2003;90(3-4):242-9.
11. Grassi B, Poole DC, Richardson RS, Knight DR, Erickson BK, Wagner PD. Muscle O2 uptake kinetics in humans: implications for metabolic control. *J Appl Physiol*. 1996;80(3):988-98.
12. Borghi-Silva A, Beltrame T, Reis MS, Sampaio LMM, Catai AM, Arena R, et al. Relationship between oxygen consumption kinetics and BODE Index in COPD patients. *Int J Chronic Obstr*. 2012;7:711-8.
13. Brandenburg SL, Reusch JEB, Bauer TA, Jeffers BW, Hiatt WR, Regensteiner JG. Effects of exercise training on oxygen uptake kinetic responses in women with type 2 diabetes. *Diabetes Care*. 1999;22(10):1640-6.
14. Neunhaeuserer D, Gasperetti A, Savalla F, Gobbo S, Bullo V, Bergamin M, et al. Functional Evaluation in Obese Patients Before and After Sleeve Gastrectomy. *Obesity surgery*. 2017;27(12):3230-9.
15. Littleton SW. Impact of obesity on respiratory function. *Respirology*. 2012;17(1):43-9.
16. Poole DC, Jones AM. Oxygen uptake kinetics. *Compr Physiol*. 2012;2(2):933-96.
17. World Health Organization. Obesity and overweight - 10 facts about obesity 2017 [cited 2019]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>.
18. Browning MG, Franco RL, Herrick JE, Arrowood JA, Evans RK. Assessment of Cardiorespiratory Responses to Treadmill Walking Following Gastric Bypass Surgery. *Obesity Surgery*. 2017;27(1):96-101.
19. Muñoz R, Hernández J, Palacio A, Maiz C, Pérez G. El ejercicio físico disminuye la pérdida de masa magra en pacientes obesos sometidos a cirugía bariátrica. *Rev Chil Cir*. 2016;68:411-6.
20. Chaston TB, Dixon JB, O'Brien PE. Changes in fat-free mass during significant weight loss: a systematic review. *Int J Obes (Lond)*. 2007;31(5):743-50.
21. McNarry MA, Kingsley MI, Lewis MJ. Influence of exercise intensity on pulmonary oxygen uptake kinetics in young and late middle-aged adults. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2012;303(8):R791-8.
22. Miranda C, Ibacache P, Opazo E, Rojas J, Cano M. Uso de la cinética del consumo de oxígeno para la evaluación de la capacidad cardiorrespiratoria en pacientes con obesidad. *Rev Med Chile*. 2018;146:15-21.
23. Neunhaeuserer D, Gasperetti A, Savalla F, Gobbo S, Bullo V, Bergamin M, et al. Functional Evaluation in Obese Patients Before and After Sleeve Gastrectomy. *Obes Surg*. 2017;27(12):3230-9.

24. Grassi B. Oxygen uptake kinetics: Why are they so slow? And what do they tell us? *J Physiol Pharmacol.* 2006;57 Suppl 10:53-65.
25. Simoneau JA, Kelley DE. Altered glycolytic and oxidative capacities of skeletal muscle contribute to insulin resistance in NIDDM. *J Appl Physiol* (1985). 1997;83(1):166-71.
26. Koppo K, Bouckaert J, Jones AM. Effects of training status and exercise intensity on phase II $\dot{V}O_2$ kinetics. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36(2):225-32.
27. Whipp BJ, Rossiter HB, Ward SA. Exertional oxygen uptake kinetics: a stamen of stamina? *Biochemical Society transactions.* 2002;30(2):237-47.
28. Ba A, Bregeon F, Delliaux S, Cisse F, Samb A, Jammes Y. Cardiopulmonary response to exercise in COPD and overweight patients: relationship between unloaded cycling and maximal oxygen uptake profiles. *Biomed Res Int.* 2015;2015:378469.
29. Sietsema KE. Oxygen uptake kinetics in response to exercise in patients with pulmonary vascular disease. *Am Rev Respir Dis.* 1992;145(5):1052-7.
30. Regensteiner JG, Bauer TA, Reusch JE, Brandenburg SL, Sippel JM, Vogelsong AM, et al. Abnormal oxygen uptake kinetic responses in women with type II diabetes mellitus. *J Appl Physiol* (1985). 1998;85(1):310-7.
31. Pattanakuhar S, Pongchaidecha A, Chattipakorn N, Chattipakorn SC. The effect of exercise on skeletal muscle fibre type distribution in obesity: From cellular levels to clinical application. *Obes Res Clin Pract.* 2017;11(5s1):112-32.
32. Ciolac EG, Greve JA. Exercise-induced improvements in cardiorespiratory fitness and heart rate response to exercise are impaired in overweight/obese postmenopausal women. *Clinics.* 2011;66(4):583-9.
33. Blaak EE. Basic disturbances in skeletal muscle fatty acid metabolism in obesity and type 2 diabetes mellitus. *Proc Nutr Soc.* 2004;63(2):323-30.
34. Arena R, Cahalin LP. Evaluation of cardiorespiratory fitness and respiratory muscle function in the obese population. *Prog Cardiovasc Dis.* 2014;56(4):457-64.