



**Vargas-Vargas, R. A.; Fajardo-Bonilla, E.; Varela-Millán, J. M. (2022).** Metabolic imbalance in the elderly confined at home by Covid-19 outbreak. *Journal of Sport and Health Research*. 14(1):13-20.

## Review

# DESBALANCE METABÓLICO EN ADULTOS MAYORES DURANTE EL CONFINAMIENTO POR LA PANDEMIA COVID-19

## METABOLIC IMBALANCE IN THE ELDERLY CONFINED AT HOME BY COVID-19 OUTBREAK

Vargas-Vargas, R. A<sup>1</sup>; Fajardo-Bonilla, E<sup>2</sup>; Varela-Millán, J. M.<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia - Universidad Santo Tomás, Bogotá, Colombia

<sup>2</sup>Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia

<sup>3</sup>Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia - Universidad Santo Tomás, Bogotá, Colombia

Correspondence to:

**Vargas Vargas Rafael Antonio**

Laboratorio de fisiología - Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud -  
Universidad Militar Nueva Granada

Transversal 3 No. 49-00 Bogotá, Colombia

Tel. (57+1) 650 0000 ext 2025

Email: [rafael.vargasv@unimilitar.edu.co](mailto:rafael.vargasv@unimilitar.edu.co)

*Edited by: D.A.A. Scientific Section  
Martos (Spain)*



Received: 02/10/2020

Accepted: 28/12/2020



## RESUMEN

La cuarentena obligatoria para los adultos mayores debido a la pandemia por COVID – 19, puede estar exacerbando la pandemia de sobrepeso, obesidad, y riesgo cardio metabólico. Estos efectos son derivados del sedentarismo y la ingesta alimentaria que lleva a un balance energético positivo, lo que está en relación con los factores de riesgo preexistentes. Este artículo de revisión tiene como objetivo discutir con base en la literatura científica actual y desde la teoría de sistemas de control fisiológico, el sistema de control a largo plazo del metabolismo energético, profundizando en sus componentes y sus interrelaciones. Además, se analiza cómo el sistema detecta perturbaciones externas e internas, produce una respuesta integrada que mantiene la homeostasis energética corporal y como este sistema está afectado en la condición de confinamiento. Al final se hacen las recomendaciones de actividad física y nutricionales que permiten intervenir el sistema alterado con el fin de prevenir la inflexibilidad metabólica causado por la inactividad física.

**PALABRAS CLAVE:** Sistemas de control, inactividad física, metabolismo energético, restricción calórica, COVID – 19.

## SUMMARY

The mandatory quarantine for older adults due to the COVID-19 pandemic may be exacerbating the pandemic of overweight, obesity, and cardio-metabolic risk. These effects are derived from a sedentary lifestyle and food intake disorders that triggers a positive energy balance, which is related to pre-existing risk factors. This review article aims to discuss, based on the current scientific literature and from the physiological control systems theory, the long-term control system of energy metabolism, exploring into its components and interrelationships. It is also analyzed how the system detects external and internal disturbances, produces an integrated response that maintains the body energy homeostasis and the impact of confinement on it. At the end, recommendations for physical and nutritional activity are made in order to prevent metabolic disorders caused by physical inactivity.

**KEYWORDS:**Control systems, physical inactivity, energy metabolism, caloric restriction, COVID - 19.



## INTRODUCCIÓN

Hoy la humanidad enfrenta una pandemia global por COVID-19 que tiene una alta contagiosidad por aerosoles de las vías aéreas y por contacto con las superficies. La mortalidad afecta sobre todo a las personas mayores con comorbilidad previa o con factores de riesgo cardiometabólico, además, esta población es más susceptible de sufrir alteraciones emocionales causadas por el aislamiento social obligatorio (Atchison et al., 2020, Rosenbaum, 2020). Las manifestaciones clínicas del COVID-19 incluyen (Casella et al., 2020; Xu et al., 2020; Nikolich-Zugich et al., 2020): trastornos respiratorios: falla en el intercambio gaseoso alveolocapilar, neumonía, síndrome de dificultad respiratoria aguda; trastornos de la hemostasia con aumento del estado de coagulación y mayor riesgo de obstrucción de la microcirculación; a nivel tisular aumento en la producción de radicales libres del oxígeno; en estados severos síndrome de respuesta inflamatoria sistémica que puede desencadenar falla cardíaca, falla renal, falla multisistémica y shock séptico viral (Yuki et al., 2020).

Hasta ahora la única opción efectiva de tratamiento y manejo que existe en el mundo para el manejo del COVID-19 es su prevención mediante el aislamiento social obligatorio prolongado, sobre todo para la población de adultos mayores. Los modelos matemáticos que predicen el comportamiento de la enfermedad con base en datos epidemiológicos hacen prever que para esta población el aislamiento social en casa continuará por al menos 18 meses más (Giordano et al., 2020; Soucheray, 2020).

## PANDEMIA, ESTILOS DE VIDA Y OBESIDAD

La cuarentena es obesogénica - obligatoria porque trae como consecuencia el sedentarismo y la inactividad física, caracterizada por periodos prolongados en cama, con alteraciones del ciclo vigilia-sueño (Cellini et al, 2020; Morin et al., 2020), además de una ingesta calórica mayor que el gasto energético, trastornos emocionales, obesidad y aumento del riesgo para sufrir enfermedades cardiorrespiratorias y metabólicas (Narici et al., 2020). Estos trastornos causados por el aislamiento social obligatorio se constituyen en sí en otra pandemia con una alta morbimortalidad y con altos costos para la salud pública a nivel mundial

## EL BALANCE ENERGÉTICO EN CONFINAMIENTO

Se ha establecido que el balance energético (BE) se define como la diferencia entre el aporte energético (AE) y la tasa del gasto energético (TGE) (Westerterp, 2017):

$$BE = AE - TGE$$

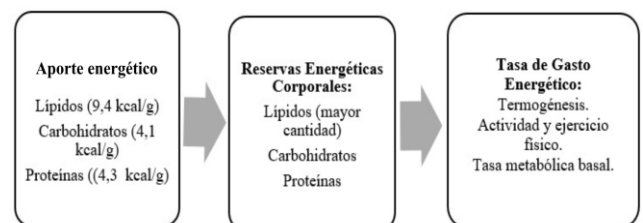
Si  $BE > 0$ , se incrementa las reservas energéticas corporales.

Si  $BE = 0$ , se mantiene un equilibrio de las reservas energéticas corporales.

Si  $BE < 0$ , se disminuyen las reservas energéticas corporales.

Además, las reservas energéticas corporales se establecen a partir de los lípidos en mayor cantidad, los carbohidratos y las proteínas.

Teniendo en cuenta el AE y TGE en cantidades iguales, se logra el BE (Fig. 1).



**Figura 1.** Determinantes del balance energético corporal. Fuente propia

El estar confinados en casa, con pocas posibilidades de tener una actividad física adecuada, conlleva a perturbaciones en el balance energético (Narici et al., 2020). Ambos determinantes del balance energético, aporte y gasto, se encuentran alterados por la cuarentena obligatoria donde se ha observado un aumento en la ingesta calórica causado en parte por un aumento en el *Set Point* o *punto de ajuste* energético hipotalámico que induce una mayor ingesta calórica, principalmente a partir de carbohidratos simples, con el fin de lograr el umbral de saciedad. De otra parte, hay una disminución en la tasa de gasto calórico causado por un aumento en el número de horas acostado en cama, sentado o la falta de entrenamiento físico (Convertino, Bloomfield y Greenleaf, 1997; González et al., 2017; Suvarna et



al., 2020). Se conoce que el aumento en el número de horas acostado en cama es el principal causante de la inflexibilidad metabólica caracterizada por: 1) Resistencia a la insulina 2) Disminución de la lipólisis muscular e hiperlipidemia 3) Cambio en el uso de los sustratos energéticos con predominio de la glucosa y no de los lípidos 4) Cambio en el tipo de fibra muscular y el almacenamiento de grasa ectópica (hígado y corazón grasos). (Bergouignan, Rudwill, Simon y Blanc, 2011; Alibegovich et al., 2009; Cellini et al., 2020; Narici et al., 2020).

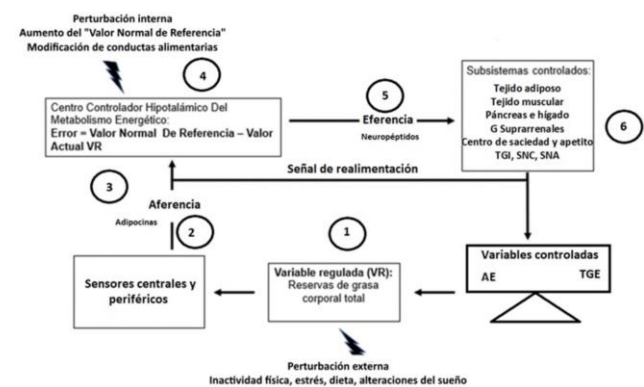
### EL SISTEMA DE CONTROL ENERGÉTICO Y SU PERTURBACIÓN POR EL CONFINAMIENTO EN CASA

El sistema del control energético corporal es un sistema que funciona a largo y a corto plazo. Tiene varios subsistemas que lo componen y las interacciones entre cada uno de ellos son complejas. Además, es un sistema de realimentación negativa que se desregula en la obesidad y el sedentarismo (González et al., 2017; Suvarna et al., 2020). El sistema del control energético corporal a largo plazo tiene los siguientes componentes: (Khuo, 2018).

1. Una variable regulada (VR): es la energía total almacenada en el tejido adiposo.
2. Sensores, tanto centrales como periféricos, que miden la variable regulada: entre otros están los receptores centrales para adipocinas.
3. Aferencias o señal de realimentación: adipocinas en sangre.
4. Un centro controlador hipotalámico del metabolismo energético: En éste, se encuentra el *set point* energético o punto de ajuste. Este centro compara la variable regulada medida con valor del *set point* y genera una señal de error. La respuesta del centro controlador es proporcional al error.
5. Eferencias o señal de control a subsistemas: autonómicas, paracrinas, endocrinas mediante neuropéptidos orexogénicos (aumentan el apetito) y anorexigénicos (disminuyen el apetito).
6. Uno o varios subsistemas controlados que actúan como los efectores que llevan a cabo la tarea dictada por el centro controlador. Están constituidos por los órganos o sistemas fisiológicos que modifican las dos variables controladas (aporte energético y tasa de gasto energético), éstas, a su vez, mantienen en un equilibrio dinámico a la variable regulada (las reservas de grasa corporal total). Los subsistemas

efectores son varios, entre ellos se encuentran los centros hipotalámicos del apetito y la saciedad, el tejido adiposo, tejido muscular, el páncreas, el hígado, las glándulas suprarrenales, el tracto gastrointestinal, el sistema nervioso autónomo, serían los que llevan a cabo la regulación del balance energético corporal y determinan las reservas de grasa corporal.

Las interrelaciones entre los componentes del sistema de control energético a largo plazo se esquematizan en el siguiente diagrama de bloques (Fig. 2):



**Figura 2.** Sistema de control a largo plazo del metabolismo energético.

VR: Variable regulada, TGI: Tracto Gastrointestinal, SNC: Sistema Nervioso Central, SNA: Sistema Nervioso Autónomo. AE: aporte energético. TGE: tasa de gasto energético. Fuente propia.

### MANEJO EN CASA DEL BALANCE ENERGÉTICO DURANTE LA CUARENTENA OBLIGATORIA POR COVID – 19

Del anterior esquema de control, se puede evidenciar que tanto perturbaciones externas como perturbaciones internas pueden afectar la composición corporal y la reserva de tejido graso. Perturbaciones externas incluyen nivel de actividad física, tiempo de reposo en cama, estilos de vida saludables y ambientes obesogénicos en general. Las perturbaciones internas incluyen aquellas que pueden modificar el punto de ajuste central e incluyen ritmos biológicos como el ciclo de sueño vigilia, estados emocionales como estrés ansiedad, depresión que pueden modificar sensaciones de hambre y saciedad. Es claro que, para prevenir la inflexibilidad metabólica, la obesidad y los factores de riesgo cardiometabólico, se debe intervenir el sistema de control energético. Lo anterior se puede lograr mediante la intervención sobre la acción



homeostática de uno o varios de los subsistemas corporales, modificando las interrelaciones entre los componentes, modificando el *Set Point* o *punto de ajuste* o, interrumpiendo las perturbaciones internas o externas. Una intervención adecuada implica identificar el subsistema o subsistemas alterados, e introducir pequeños cambios en cada uno de los componentes y de las interrelaciones del sistema, junto a una modificación del punto del punto de ajuste.

¿Existe alguna “polipildora” maravillosa que haga todo lo anterior, a muy bajo costo y con muy pocos efectos adversos? La respuesta a esta pregunta es: Si, la actividad física. Ésta, disminuye el punto de ajuste hipotalámico, modula el apetito y el hambre, aumenta el gasto energético, disminuye los factores de riesgo para la enfermedad cardiometabólica en el adulto mayor y previene la inflexibilidad metabólica asociada a la hipertensión arterial. (Torres-Leal, Capitani y Tirapegui, 2009; Fiuza-Luces, Garatachea, Berger y Lucia, 2013; Joyner y Nose, 2009; García-Molina, Carbonell y Delgado, 2010; Giralt, 2011).

Múltiples trabajos han demostrado que el entrenamiento de tipo cardio respiratorio y el entrenamiento de la fuerza muscular, produce adaptaciones cardio respiratorias y metabólicas que podrían contrarrestar los efectos adversos del sedentarismo prolongado. (American College of Sports Medicine, 2017). Además, se conoce la efectividad de la actividad física que se ve potenciada si se realiza simultáneamente con una restricción calórica con balance nutricional, esto es, cantidades equilibradas entre los nutrientes energéticos, proteínas, grasas y carbohidratos. (Clark, 2015). La evidencia científica actual ha demostrado que la actividad física junto a la restricción calórica tiene efectos protectores, dentro de los que se pueden citar los siguientes: efectos cardioprotectores, aumento de la ventilación alveolar efectiva, efectos epigenéticos con angiogénesis, efectos antioxidantes, efectos antilipogénicos, efectos antiaterogénicos, efectos antitrombóticos, efectos antiinflamatorios y además disminuye la sarcopenia causada por la vejez-sedentarismo (Neufer et al., 2020; Imboden et al., 2019). Alteraciones en estos procesos protectores están presentes en la infección por COVID-19 y se relacionan con la severidad y mortalidad de la patología.

La actividad física mediante rutinas del ejercicio de tipo cardiorrespiratorio y de fuerza muscular, de grandes grupos musculares, de una intensidad moderada a vigorosa, durante al menos durante 30 minutos diarios, con una frecuencia mínima de 5 veces por semana, es lo indicado para mantener la homeostasis del sistema de control energético. (American College of Sports Medicine, 2017). Se debe hacer énfasis en acompañar el ejercicio físico, con la disminución de los periodos prolongados de tiempo en posición sentada o acostada. Además, la evidencia científica concluye que reducir entre un 5% y un 10% la ingesta calórica, disminuyendo el consumo de alimentos fuente de azúcares simples y grasas saturadas, potencia los efectos benéficos de la actividad física sobre el sistema de control energético (Clark, 2015). La potenciación en el sistema causada por la presencia simultánea de actividad física y de restricción calórica, implica que el efecto total, cuando se realizan simultáneamente las dos intervenciones, es mayor que la suma de cada uno de los efectos causados por cada una de las intervenciones por separado.

## CONCLUSIÓN

En conclusión, el sedentarismo que ha sido identificado desde tiempo atrás como un factor de riesgo para el desarrollo de la obesidad, las enfermedades metabólicas, cardiovasculares y el cáncer se ha incrementado durante la pandemia ocasionada por la enfermedad del COVID -19 debido al confinamiento. Esto se traduce en alteración en los sistemas de regulación y control energético debido a la presencia de perturbaciones externas e internas que afectan la homeostasis y aumentan la carga alostática. Dos perturbaciones determinantes son el sedentarismo y modificaciones de conducta alimentaria. Sin embargo, el estar en casa no impide realizar ejercicio físico regularmente y llevar una alimentación balanceada que contribuya a preservar el estado de salud. Es deber de las instituciones generar políticas públicas adaptadas a la situación actual de pandemia, orientadas a toda la población y dando prelación a estos dos aspectos, el ejercicio físico y la alimentación. Esta debe ser una prioridad actual y futura con el fin de mitigar el impacto económico, social y de salud de la pandemia cardiometabólica que está por venir y que puede llegar a ser más costosa que la pandemia actual.



## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

- Alibegovic, A.C., Hojbjerre, L., Sonne, M.P., van Hall, G., Stallknecht, B., Dela, F., & Vaag, A. (2009). Impact of 9 days of bed rest on hepatic and peripheral insulin action, insulin secretion, and whole-body lipolysis in healthy young male offspring of patients with type 2 diabetes. *Diabetes* 58(12), 2749–2756. DOI: 10.2337/db09-0369
- American College of Sports Medicine. (2017). ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. Wolters Kluwer. 10th Edition.
- García-Molina, V.A., Carbonell Baeza, A. y Delgado Fernández, M. (2010). Beneficios de la actividad física en personas mayores. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte* 10 (40), 556-576. <http://hdl.handle.net/10481/37360>
- Atchison, C.J., Bowman, L., Vrinten, C., Redd, R., Pristera, P., Eaton, J.W., & Ward, H. (2020). Perceptions and behavioural responses of the general public during the COVID-19 pandemic: A cross-sectional survey of UK Adults. *medRxiv*.2020.04.01.20050039; doi: <https://doi.org/10.1101/2020.04.01.20050039>
- Bergouignan, A., Rudwill, F., Simon, Ch., and Blanc, S. (2011). Physical inactivity as the culprit of metabolic inflexibility: evidence from bed-rest studies. *Journal of Applied Physiology* 111(4), 1201-1210. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00698.2011>
- Cascella, M., Rajnik, M., Cuomo, A., Dulebohn, S.C., & Di Napoli, R. (2020). *Features, evaluation and treatment coronavirus (COVID-19)*. In Statpearls [internet]. StatPearls Publishing.
- Cellini, N., Canale, N., Mioni, G., & Costa, S. (2020). Changes in sleep pattern, sense of time and digital media use during COVID-19 lockdown in Italy. *Journal of Sleep Research*, e13074.
- Clark J.E. (2015). Diet, exercise or diet with exercise: comparing the effectiveness of treatment options for weight-loss and changes in fitness for adults (18-65 years old) who are overfat, or obese; systematic review and meta-analysis. *Journal of diabetes and metabolic disorders*, 14, 31. <https://doi.org/10.1186/s40200-015-0154-1>
- Convertino, V.A., Bloomfield, S.A., & Greenleaf, J.E. (1997). An overview of the issues: physiological effects of bed rest and restricted physical activity. *Medicine and science in sports and exercise*, 29(2), 187-190. <https://doi:10.1097/00005768-199702000-00004>
- Fiuza-Luces C., Garatachea N., Berger, Nathan A, and Lucia, A. (2013). Exercise is the Real Polypill. *Physiology* 28, 330–358; <https://doi.org/10.1152/physiol.00019.2013>
- Giordano, G., Blanchini, F., Bruno, R., Colaneri, P., Di Filippo, A., Di Matteo, A., & Colaneri, M. (2020). Modelling the COVID-19 epidemic and implementation of population-wide interventions in Italy. *Nature Medicine*, 1-6.
- Giralt López, B.M. (2011). Variante metodológica del programa de actividades físicas para el tratamiento de la hipertensión arterial. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte* 11(44), 767-780. <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista44/artvarianete243.htm>
- González, K., Fuentes, J., & Márquez, J. L. (2017). Physical inactivity, sedentary behavior and chronic diseases. *Korean journal of family medicine*, 38(3), 111-115.
- Imboden, M.T., Harber, M.P., Whaley, M.H., Finch, W.H., Bishop, D.A., Fleenor, B.S. & Kaminsky, L.A. (2019). The influence of change in cardiorespiratory fitness with short-term exercise training on mortality risk from the Ball State Adult Fitness Longitudinal Lifestyle Study. In *Mayo Clinic Proceedings* 94(8), 1406-1414. doi:10.1016/j.mayocp.2019.01.049
- Joyner, M.J., & Nose, H. (2009). Physiological regulation linked with physical activity and health. *The Journal of physiology*, 587(Pt 23),



- 5525–5526.  
<https://doi.org/10.1113/jphysiol.2009.182121>
16. Khoo, Michael C.K. (2018). *Physiological Control Systems: Analysis, Simulation, and Estimation*, 2nd Edition, Wiley-IEEE Press.
  17. Morin, C.M., Carrier, J., Bastien, C. & Godbout, R. (2020). Sleep and circadian rhythm in response to the COVID-19 pandemic. *Canadian Journal of Public Health*, 111(5), 654-657.  
<https://doi.org/10.17269/s41997-020-00382-7>
  18. Narici, M., De Vito, G., Franchi, M., Paoli, A., Moro, T., Marcolin, G., ... & Di Girolamo, F. G. (2020). Impact of sedentarism due to the COVID-19 home confinement on neuromuscular, cardiovascular and metabolic health: Physiological and pathophysiological implications and recommendations for physical and nutritional countermeasures. *European Journal of Sport Science*, 1-22.
  19. Neuffer, P.D., Bamman, M.M., Muoio, D.M., Bouchard, C., Cooper, D.M., Goodpaster, B.H., ... & Hepple, R.T. (2015). Understanding the cellular and molecular mechanisms of physical activity-induced health benefits. *Cell metabolism*, 22(1), 4-11. doi: 10.1016/j.cmet.2015.05.011.
  20. Nikolich-Zugich, J., Knox, K.S., Rios, C.T., Natt, B., Bhattacharya, D., & Fain, M. J. (2020). SARS-CoV-2 and COVID-19 in older adults: what we may expect regarding pathogenesis, immune responses, and outcomes. *Geroscience*, 1-10.  
<https://doi.org/10.1007/s11357-020-00186-0>
  21. Rosenbaum, L. (2020). The untold toll—the pandemic’s effects on patients without Covid-19.  
<https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMs2009984>
  22. Soucheray S. (2020). Modeling study suggests 18 months of COVID-19 social distancing, much disruption. *CIDRAP*. Retrieved 12 August 2020, from <https://www.cidrap.umn.edu/news-perspective/2020/03/modeling-study-suggests-18-months-covid-19-social-distancing-much>
  23. Suvarna, B., Suvarna, A., Phillips, R., Juster, R. P., McDermott, B., & Sarnyai, Z. (2020). Health risk behaviours and allostatic load: A systematic review. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 108, 694-711.
  24. Torres-Leal, F.L., Capitani, M.D. & Tirapegui, J. (2009). The effect of physical exercise and caloric restriction on the components of metabolic syndrome. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 45(3), 379-399.  
<https://dx.doi.org/10.1590/S1984-82502009000300003>
  25. Westerterp, K.R. (2017). Control of energy expenditure in humans. *European journal of clinical nutrition*, 71(3), 340-344.  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK278963/>
  26. Xu, Z., Shi, L., Wang, Y., Zhang, J., Huang, L., Zhang, C., ... & Tai, Y. (2020). Pathological findings of COVID-19 associated with acute respiratory distress syndrome. *The Lancet respiratory medicine*, 8(4), 420-422. doi:10.1016/S2213-2600(20)30076-X
  27. Yuki, K., Fujiogi, M. & Koutsogiannaki, S. (2020). COVID-19 pathophysiology: A review. *Clinical immunology*, 215, 108427.  
<https://doi.org/10.1016/j.clim.2020.108427>

