

EFFECTOS DEL SEDENTARISMO SOBRE EL METABOLISMO DE LA GLUCOSA EN PACIENTES CON SOBREPESO U OBESIDAD

ACUTE EFFECTS OF SEDENTARY LIFESTYLE DISRUPTORS ON GLUCOSE METABOLISM IN OVERWEIGHT OR OBESE PATIENTS

Luz María Trujillo G.^{1,2}, Sergio Villanueva B.³, Astrid von Oetinger G.^{4,5}

RESUMEN

Introducción: El sobrepeso y la obesidad se han triplicado en los últimos 40 años a nivel mundial. Se ha demostrado una asociación entre un tiempo elevado en conducta sedentaria y la obesidad. Por lo tanto, todas las intervenciones destinadas a reducir el tiempo en conducta sedentaria podrían eventualmente mejorar la salud cardiometabólica de personas con sobrepeso u obesidad. Es así que el objetivo de este estudio fue evidenciar los efectos de los quiebres en la conducta sedentaria, con episodios cortos de actividad física, sobre los parámetros de control glucémico en personas con sobrepeso y obesidad. **Material y Método:** Se realizó una búsqueda sistemática de ensayos clínicos aleatorizados, ensayos clínicos aleatorizados cruzados y estudios piloto. Para ello, se consideraron las siguientes bases de datos: PubMed, Cochrane, EBSCO, WoS, ScienceDirect y Medline. **Resultados:** Se identificaron 94 estudios sobre el tema, los cuales se analizaron con la plataforma COVIDENCE. Para el estudio final se seleccionaron 10 artículos, que suman un total de 185 pacientes. Los resultados muestran que los quiebres en la conducta sedentaria en personas con sobrepeso u obesidad, aumentan la sensibilidad insulínica, disminuye el área incremental bajo la curva de glucosa, el área incremental bajo la curva de insulina y las glicemias de ayuno y postprandial. **Conclusión:** Las intervenciones agudas de hasta 5 días en la conducta sedentaria, con actividad física de intensidad leve a moderada, inducen mejoras sobre indicadores de control glucémico en personas con sobrepeso u obesidad.

ABSTRACT

Introduction: The incidence of overweight and obesity worldwide has increased three times in the last 40 years. It has been determined that the affected population has lower levels of physical activity compared to the healthy population, as well as an association between a high time in sedentary behavior and obesity. Therefore, all interventions aimed at reducing time in sedentary behavior could eventually improve the cardiometabolic health of people who are overweight or obese. Thus, the objective of this study was to demonstrate the effects of breaks in sedentary behavior, with short episodes of physical activity, on glycemic control parameters in overweight and obese people. **Material and Method:** A systematic search for randomized clinical trials, crossover randomized clinical trials, and pilot studies was performed. For this, the following databases were considered: PubMed, Cochrane, EBSCO, WoS, ScienceDirect and Medline. **Results:** 94 studies on the subject were identified, which were analyzed with the COVIDENCE platform. For the final study, 10 articles were selected, totaling 185 patients. The results show that breaks in sedentary behavior in overweight or obese people increase insulin sensitivity, decrease the incremental area under the curve of glucose, incremental area under the curve of insulin, and fasting and postprandial glycemia. **Conclusion:** Acute interventions of up to 5 days in SB, with PA of mild to moderate intensity, induce improvements in indicators of glycemic control in people with overweight or obesity

¹Escuela de Kinesiología, Facultad de Odontología y Salud, Universidad Diego Portales, Santiago, Chile.

²Escuela de Kinesiología, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Las Américas, Santiago, Chile.

³Programa de Fisiología y Biofísica, Instituto de Ciencias Biomédicas, Facultad de Medicina, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

⁴Facultad de Ciencias, Universidad Mayor, Santiago, Chile

⁵Universidad Autónoma de Chile, Santiago, Chile.

Correspondencia a:

Nombre: Luz María Trujillo

Correo electrónico: Luz.trujillo@mail.udp.cl

Teléfono:

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4285-5771>

<https://orcid.org/0000-0002-8884-785X>

<https://orcid.org/0000-0001-9949-9507>

Palabras clave: Conducta sedentaria; Actividad física; Control glucémico; Obesidad; Sobrepeso.

Keywords: Sedentary behavior; Physical activity; Glycemic control; Obesity; Overweight.

Procedencia y arbitraje: no comisionado, sometido a arbitraje externo.

Recibido para publicación: 29 de junio de 2023

Aceptado para publicación: 10 de julio de 2023

Citar como:

Efectos del sedentarismo sobre el metabolismo de la glucosa en pacientes con sobrepeso u obesidad *Rev Cient Cienc Med* 2023; 26 (2): 61-71

INTRODUCCIÓN

De acuerdo a la Organización Mundial de la salud (OMS) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), las enfermedades no transmisibles (ENT) son las principales causas de morbilidad a nivel mundial. Esto se traduce en una disminución en la calidad de vida, fallecimiento prematuro de la población, mayor prevalencia de discapacidad, así como también en pérdida de años productivos, ausentismo laboral y aumento de los gastos en salud¹. Dentro de los factores de riesgo más importantes y modificables presentes en las ENT, la OMS destaca la alimentación poco saludable, la inactividad física, y el consumo de alcohol y tabaco². También la OMS estimó que el año 2016 más de 1900 millones de adultos presentaban sobrepeso u obesidad a nivel mundial. De este número, más de 650 millones eran obesos, valores que se triplicaron en los últimos 40 años².

Debido a los antecedentes anteriores es que la OMS ha formulado su plan de acción mundial con el objetivo de contar con metas sanitarias relacionadas a la prevención y control de las ENT, las que idealmente debieran alcanzarse antes de finalizar el año 2025. Dentro de éstas, se incluyó lograr una reducción relativa de 10% en la prevalencia de insuficiente nivel de actividad física (AF)³, puesto que las personas con sobrepeso y obesidad presentan menores niveles de AF comparados con la población sana⁴.

Sumado a lo anterior, se ha evidenciado que la mayoría de la población occidental pasa más de la mitad del tiempo de vigilia en conducta sedentaria (CS), lo que agravaría aún más la situación⁵. La CS se define como cualquier comportamiento de vigilia caracterizado por un gasto de energía igual o menor a 1,5 equivalentes metabólicos (MET), en una postura sentada o reclinada, tales como aquellas que se adoptan al mirar televisión o usar la computadora⁶. También se ha demostrado una asociación entre un tiempo elevado en CS y la obesidad⁷, así como también se ha relacionado el estilo de vida sedentario con el aumento en el riesgo de desarrollar diabetes tipo 2, síndrome metabólico y mortalidad prematura⁷.

Por otra parte, se ha determinado que el impacto negativo de la CS en la salud es

independiente del tiempo dedicado a realizar AF moderada o vigorosa⁸. Por lo tanto, cualquier intervención destinada a reducir el tiempo en CS podría mejorar la salud cardiometabólica de personas con sobrepeso u obesidad, independientemente de su AF habitual. Al respecto, Bailey y Locke (2015) demostraron los efectos beneficiosos de los quebres de conducta sedentaria (QCS), a través de AF ligera, sobre los niveles de glucosa e insulina circulantes en personas adultas con sobrepeso y obesidad⁹. Del mismo modo, un estudio más reciente demostró que los QCS, incluso de breve duración y realizados mediante episodios de AF ligera, logran reducir la hiperglucemia postprandial de forma aguda, lo que se debería en gran medida a que el tejido muscular esquelético es el principal responsable de la captación de glucosa en condiciones postprandiales¹⁰.

En base a estas evidencias y otras similares, la OMS publicó una recomendación para toda la población en la que se propone limitar la CS por medio de episodios de AF, incluso ligeros y de breve duración¹¹.

De acuerdo con lo anterior, el objetivo de este estudio fue analizar la evidencia disponible de los efectos de los QCS, con episodios cortos de AF, sobre los parámetros de control glucémico en personas con sobrepeso y obesidad.

METODOLOGIA DE BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN

El diseño de investigación corresponde a una revisión sistemática. Se llevó a cabo una búsqueda de artículos en las siguientes bases de datos bibliográficas, como Pubmed, ScienceDirect, Cochrane, WoS, Medline y EBSCO. Como estrategia metodológica no se incluyen artículos liliac ni scielo, dado que se decidió garantizar una indexación más selectiva como lo son: Scopus y Wos. Los criterios de búsqueda incluyeron estudios publicados entre 2010 y agosto de 2021, que involucraron a personas mayores de 18 años con sobrepeso u obesidad. La estrategia de búsqueda utilizó términos MeSH como (variabilidad glucémica), (control de glucosa), (obesidad), (sobrepeso), (comportamiento sedentario o interrupción del sedentarismo), (monitoreo continuo de glucosa) y (seres humanos). Se consideraron artículos en inglés, español, portugués y alemán para su inclusión en el estudio. Se incluyeron

ensayos clínicos aleatorizados (RCT), ensayos clínicos aleatorizados cruzados (ECC) y estudios piloto, mientras que se excluyeron revisiones bibliográficas, cartas al editor, estudios de casos y opiniones de expertos. Se siguió el protocolo de la declaración PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analysis) utilizando la plataforma COVIDENCE® (www.covidence.org). En la fase inicial, dos investigadores revisaron los resúmenes de los artículos, seleccionando y revisando a fondo aquellos que cumplían con los criterios de inclusión. Respecto a los criterios de inclusión estos fueron: a-sujetos con sobrepeso u obesidad, b-estudio de tipo ensayo clínico con intervención los participantes, c-identificar protocolos de intervención con quiebres de conducta sedentaria y d- principal outcome parámetros glicémicos como: Área bajo la curva e incremento de área bajo la curva de Glucosa., glucosa postprandial, glicemia e insulinemia de ayuno, test de tolerancia a la glucosa y HOMA-IR. La evaluación del riesgo de sesgo de los estudios incluidos fue realizada de forma independiente por dos revisores para cada estudio, utilizando la herramienta RoB 1.6 (Tabla 1). Cualquier conflicto entre los investigadores fue resuelto por consenso.

la revisión completa de los textos, se excluyeron 40 artículos debido a su diseño, temática o intervención. Así, se seleccionaron 10 artículos para su análisis, que en conjunto involucraron a 185 sujetos (Figura 1).

Respecto a las principales características de los sujetos incluidos, el rango de edad fue de entre los 21 y los 67 años, con una edad promedio de 48 años. Respecto a la composición corporal, en dos estudios (20%) los sujetos incluidos tuvieron una media de IMC en rango de sobrepeso, IMC: 28,8 y en 8 estudios (80%) la media fue en rangos de obesidad, IMC:31,6.

En cuanto a los protocolos de quiebres en la conducta sedentaria, la mayoría de estos se basaron en caminatas de intensidad ligera a moderada, realizadas cada 20 o 30 minutos, la duración de los quiebres fluctuó entre los 2 minutos y los 5 minutos. En 4 de los protocolos de estudio se alternó también con periodos donde los sujetos se alternaban de estar sentados a estar de pie¹²⁻¹⁵.

Los artículos seleccionados investigaron los efectos de los QCS en individuos con sobrepeso u obesidad, centrándose en parámetros de control glicémico como la sensibilidad a la insulina (SI), el área bajo la curva (AUC) de glucosa, el AUC de insulina y la glicemia en ayunas. Los hallazgos más significativos se resumen en la tabla 2.

Sensibilidad insulínica (SI)

De los diez artículos^{12-14,16-22}, sólo 4 evaluaron la SI y en 2 de estos se demostró un aumento significativo de este parámetro^{22, 23}. En otro

RESULTADOS

De los 94 artículos inicialmente identificados en la búsqueda bibliográfica, se excluyeron 48, y se incorporó 1 artículo adicional encontrado en una búsqueda secundaria. Finalmente, durante

Tabla 1. Análisis de sesgo de los artículos incluidos.

	DUNSTAN DW, 2012	THORP AA, 2014	LARSEN RN, 2015	HENSON J, 2016	DUVIVIER B, 2017	KERR J, 2017	DE JONG NP, 2018	HATAMOTO Y, 2021	WONGPITIT W, 2021	SMITH J, 2021
RANDOM SEQUENCE GENERATION	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ALLOCATION CONCEALMENT	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
BLINDING OF PARTICIPANTS AND PERSONNEL	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
BLINDING OF OUTCOME ASSESSMENT	+	?	?	+	?	?	?	?	-	-
INCOMPLETE OUTCOME DATA	?	+	-	+	?	?	-	+	+	+
SELECTIVE REPORTING	+	?	+	+	+	+	-	+	+	+
RANDOM SEQUENCE GENERATION	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ALLOCATION CONCEALMENT	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Los símbolos indican riesgo de sesgo acorde a los indicadores señalados en la columna izquierda, siendo +: Bajo riesgo de sesgo, ?: Inconcluso o no explicitado en el texto, -: Alto riesgo de sesgo. Modelo de Riesgo de sesgo adaptada RoB 1.6.

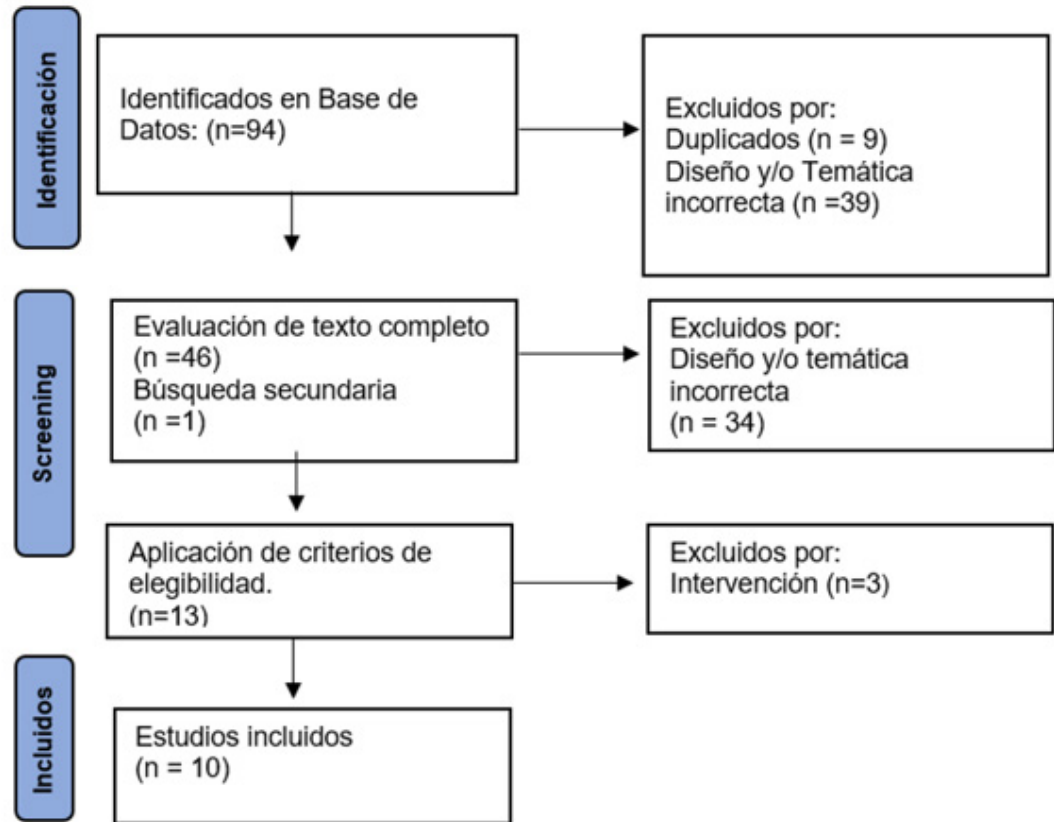


Figura 1. Flujograma de selección de artículos (Modelo PRISMA®)
The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews.

de los estudios¹⁹, los autores atribuyen la invariabilidad de la SI a la heterogeneidad de los valores basales en la muestra. Mientras que en el estudio de Smith J et al²² atribuyen estos resultados al hecho de haber realizado su estudio en ambiente libre versus condiciones de laboratorio lo que afecta al gasto energético total y en consecuencia a la sensibilidad de la insulina.

AUC – iAUC de glucosa

Nueve de los 10 artículos analizados evaluaron éste parámetro metabólico, 8 de ellos^{12-14, 16, 18, 20-22}, se evaluaron el área incremental bajo la curva de glucosa (iAUC), que proporciona información sobre el aumento específico en la glucosa en sangre después de una intervención.

En 8 de los estudios, este parámetro fue significativamente menor en los grupos intervenidos con QCS comparados con los controles sedentes ininterrumpidos. Hay que especificar que en el estudio de Kerr et al¹⁴ este resultado sólo se obtuvo luego de una segunda comida, al comparar con la anterior. Los autores atribuyen aquello a los efectos acumulativos

de los QCS, los que no se manifestaría antes de 3 horas de iniciados éstos. En el estudio de Hatamoto Y et al²⁰, se observó un efecto significativo cuando el ejercicio fue realizado a intensidad de Umbral Láctico y OBLA. Lo mismo ocurre en el estudio de Wongpipit W et al²¹, donde el cambio significativo se obtiene con QCS realizados por 3 minutos cada 30 minutos sedente. Sólo en el estudio de Smith J et al²² no se observan cambios significativos en este parámetro.

Glucosa postprandial

En 6^{15, 20, 21, 23-25} de los diez artículos, se analizan los efectos de los QCS sobre los niveles de glucosa postprandiales. Cuatro de ellos^{12-14, 18} demuestran diferencias significativas de la condición de intervención al comparar con sujetos controles, es decir, sedentes ininterrumpidos. En el estudio de Hatamoto Y et al²⁰ los resultados fueron significativos al comparar grupos con diferentes intensidades de ejercicio. Salvo el estudio de Wongpipit W et al²¹ donde no se observaron resultados significativos al comparar grupos.

Tabla 2. *Quiebres en la conducta sedentaria, sobre parámetros de control glicémico.*

	N, IMC (KG/M2) Y EDAD(AÑOS)	DISEÑO	SESIÓN/PROTOCOLO	WASH-OUT	DESENLACE-PARÁMETROS CONTROL GLICÉMICO
DUNSTAN DW, 2012(16)	19 IMC 31.2 (±4.1 DE) Edad 53.8 (±4.9 DE)	ECA crossover	3 protocolos:1 día (5 hrs) 1-Sedente ininterrumpida 2-Sedente con QCS: 2min cada 20 min caminata liviana(3.2km/hr)-28 min total 3- Sedente con QCS: 2min cada 20 min caminata moderada(5.8-6.4km/hr)-28 min total	6-14 días	El iAUC glucosa luego de ambos protocolos sedente con QCS disminuyó significativamente ($p<0.01$)(24,1% caminata liviana y 29,6% caminata moderada), comparado con sesión Sedente ininterrumpida; Mismos resultados para iAUC de insulina con ($p<0.0001$).
THORP AA,2014 (12)	23 IMC 29.6 (±4 DE) Edad 48.2 (±7.9 DE)	ECA	2 protocolos-5 días(8 hrs): 1-Control: 8 hrs sedente ininterrumpido. 2-Intervención: QCS cada 30 min (30 min de pie luego 30 min sedente).	>7 días	En el periodo 4 horas postprandial la concentración de glucosa disminuyó ($P=0.007$) pero no para insulina. El promedio ajustado de iAUC de glucosa fue 11.1% menor luego de Intervención comparado con sesión control. Glucosa plasmática e insulinemia de ayunas no fueron diferentes entre el día 1 y 5 en ambos protocolos.
LARSEN RN, 2015(18)	19, IMC 32.7(±1.0 DE) Edad 56.7(±1.5 DE)	ECA crossover	2 protocolos-3días(7 hrs): 1-SIT: 7 horas sedente ininterrumpido 2-BREAKS: 7 hr sedente con QCS 2 min caminata trotadora (3.2km/hr) cada 20 min.	12-14 días	iAUC glucosa fue significativamente mayor en SIT versus BREAKS comparando día1(32%) y 3(31%) respectivamente.Sin diferencias significativas en insulinemia postprandial al comparar ambos protocolos. Glicemia postprandial significativamente menor para protocolo BREAKS ($p<0.001$).Glicemia de ayuna no hubo diferencias entre ambos protocolos sesión inicial, demostrando una disminución significativa en el tiempo (sesión 1 y 3) al comparar BREAKS con SIT ($p<0.001$). No se demostró diferencias significativas en la sensibilidad a la insulina al comprar 3 días BREAKS con SIT (HOMA-IR).
HENSON J.,2016(13)	22, IMC 32.9 (±4.7 DE) , Edad 66.6 (±4.7 DE)	ECA Diseño en bloques	3 protocolos:1 día (7,5 hrs) 1-Sedente: 7,5 hrs sedente ininterrumpido 2-Sedente interrumpido: QCS de pie por 5 min cada 30 min.(total 60 min) 3- Sedente interrumpido: QCS caminata intensidad liviana por 5 min cada 30 min. (total 60 min)	No aplica	Sesión 1: Promedio iAUC glucosa fue significativamente menor en Sedente interrumpido de pie por 34%($p=0.022$) y 28% menor en caminata ($p=0.009$).Al igual que insulina iAUC ($p<0.05$).Sin diferencias entre ambos protocolos de AF. Sesión 2: Efecto día siguiente (protocolo 2 y 3), demostró que tanto los efectos de glucosa (protocolo de pie y caminata) e insulina (sólo caminata) fue significativo. Día 1-protocolo 2 provocó una reducción del 19% en iAUC en día 2 en comparación con estar sentado ($P = 0,039$). Día 1 protocolo 3 redujo la glucosa iAUC un 17% el día 2 ($P= 0,027$).

DUVIVIER B., 2017(15)	24 IMC 29 (±2 DE), Edad 64 (±7 DE)	ECA- crossover	2 protocolos: 4 días ~15 hrs 1-" Sit ": sedente (13,5), de pie (1,4 hrs) y (0,7 hrs) caminata liviana. 2-" Sit less ": sedente (7,6 hrs), de pie (4,0 hrs) y (4,3 hrs) caminata liviana.	10 días	AUC (0-190 min) para insulina disminuyó 20% en grupo Sit less comparado con Sit (p=0,006) así como la sensibilidad insulínica aumentó 16%(p=0,007) en el grupo Sit less .
KERR J., 2017(14)	10 IMC 30,6 (±4,2DE) Edad 66 (±9DE)	ECA crossover- piloto	4 protocolos:1 día (5 hrs) 1-Control :5 hr sedente 2-Frequent Sit -to-Stand Transitions :2 min de pie cada 20 min (total 30 min) 3-Walking Breaks :2 min caminar liviano cada hora(total 10 min) 4-Stand More : 10 min de pie cada hora(total 50 min)	7 días	Análisis exploratorios protocolo Frequent Sit-to-Stand demostró una disminución significativa iAUC luego de la segunda comida (analizado 2 horas postprandial) comparado con la primera comida (p=0,0024) e igual resultado para protocolo Walking Breaks (p=0,00084). No hubo diferencias significativas AUCi entre los protocolos. Insulinemia y glucemia, presentaron valores menores condiciones de QCS comparada con control. Concentraciones de glucosa e insulina durante el periodo de tiempo de 2,5 hrs-5,0 hrs fueron menores en las 3 sesiones de interrupción CS en comparación el control.Sólo disminución significativa entre Frequent Sit -to-Stand (p=0,08) para iAUC de glucosa y (p=0,09) para iAUC de insulina comparado con control.
DE JONG NP., 2018(19)	22 IMC 30,4 (±0,5DE) Edad 31,7(±1,3DE)	ECA crossover	2 protocolos, de 3 días: 1-SED :sin ejercicio estructurado 1-MICRO :9 hrs donde cada/hora se realizaba QCS con 5 min de AF de intensidad 2-ONE : control realizaba sólo 1 sesión de 45 min por día AF continúa de intensidad moderada	28 días	El índice de sensibilidad insulínica en protocolo MICRO y ONE fue significativamente menor comparado con protocolo SED (p=0,03). Insulinemia de ayuno en MICRO (37,3%-p=0,03) y ONE (43,6%-p=0,02) fue significativamente menor comparado con protocolo SED . Glicemia ayunas MICRO y ONE comparado con protocolo SED no hubo diferencias significativas.
HATAMOTO Y, 2021 (20)	9 IMC 31,2 (±4,5 DE) Edad 21,1 (±0,9 DE)	ECA crossover	El protocolo duró dos días, día uno control sin actividad física y con control de alimentación. Día 2 protocolo: consistía en trotar cada 30 minutos, por un tiempo total de 8 horas, utilizando tres condiciones diferentes con la misma distancia de carrera. 1) 2 minutos en umbral láctico (UL). 2) Al 60% del UL por 200 seg. 3) Intensidad de inicio de acumulación de lactato durante 75 s. Las evaluaciones realizadas fueron de calorimetría, lactato en sangre y concentraciones de glucosa intersticiales continuas.	No aplica	Romper el tiempo sedentario con trotes de corta duración en intensidades en umbral láctico o mayores, mostraron un mejor control glucémico y un mayor uso de carbohidratos como combustible. El gasto energético total no fue significativamente diferente entre las condiciones.

WONGPIPIT W, 2021 (21)	21 IMC 29,8 (± 3.2DE) Edad 23 (± 4 DE)	ECA crossover	Protocolo que consistió en 3 min de caminata ligera cada 30 min y 6 min de caminata ligera cada 60 min (6 min) en comparación con una sesión prolongada (SIT) en el metabolismo posprandial	7 días	Los QCS con caminata de intensidad ligera, independientemente de la frecuencia, no mejoran el metabolismo posprandial de la glucosa o la insulina en hombres jóvenes chinos con obesidad central, pero sí redujo sus concentraciones posprandiales de triglicéridos.
SMITH J, 2021 (22)	16 (IMC) 34.4 (±3.9 DE) control 33.3 (±3.6 DE) intervención Edad 47(±5 DE) control 49(±10 DE) intervención	ECA	El grupo de intervención realizó QCS con actividad física de intensidad baja a moderada, durante 3 minutos, cada 30 minutos, durante 10 horas al día.	No aplica	Las pruebas de tolerancia a la glucosa y glucosa promedio en 24 horas, no mostraron cambios significativos. Si se encontraron cambios significativos en los niveles medios (±DE) de glucosa en ayunas [0,34 (±0,37) y mmol/L] y la variabilidad glucémica diaria en el grupo con QCS, [%CV; 2% (±2.2%)]. Además se encontró tendencia a disminuir el LDL en ayunas. Lo que sugiere un beneficio en el control glicémico a mayores volúmenes de actividad diaria.

ECA: Ensayo clínico aleatorizado, CS: conducta sedentaria, Crossover: Ensayo clínico de secuencia cruzada; Hrs: horas, min: minutos. QCS: Quiebras de conducta sedentaria, AUC-iAUC: Area bajo la curva e incremento de área bajo la curva de Glucosa. Trujillo et. al.

AUC - iAUC de insulina

Ocho de los 10 artículos analizaron este parámetro: 7 el iAUC^{12-14, 16-18, 21,22} y uno el AUC¹⁷ en los participantes. En 4 de ellos^{12,13,16, 18} se demostraron niveles significativamente menores para los grupos intervenidos con QCS comparados con los grupos control. Sin embargo, en otros 3 estudios^{14, 21, 22} no se obtuvieron diferencias significativas entre grupos. Por otra parte, es pertinente mencionar que en otro estudio¹⁹, en el cual no se evaluó el AUC de insulina, se informan valores de insulinemia en ayuno significativamente menores en los grupos intervenidos con QCS (dos protocolos diferentes) comparados con el control respectivo (sin QCS).

Glicemia de ayuno

Esta variable se estudió en seis de los 10 trabajos revisados^{14,18-22}, en donde tres de estos^{14, 18,22} demostraron una disminución significativa de la glicemia en ayuno en los sujetos intervenidos con QCS. Mientras que en los otros 3 estudios¹⁹⁻²¹ no se obtuvo diferencias significativas.

Temporalidad de las intervenciones y sus efectos

En cinco de los estudios revisados^{13, 14, 16, 20, 21} la intervención con QCS fue realizada en un día, en tanto que en otros cuatro trabajos^{12, 17-19}. Las intervenciones fueron realizadas por un período más prolongado (3 a 5 días). Solo en el estudio de Smith J et al²² la intervención fue

realizada por 3 semanas en condiciones de vida libre.

De los 5 artículos con intervención de un día (tiempo de intervención total de 5 a 7,5 h), sólo la investigación de Henson et al¹³ analizó el efecto al día siguiente. Los otros cuatro artículos^{14,16, 20, 21} analizaron el efecto una vez finalizado la intervención. Independientemente del momento de la determinación de los efectos, tres investigaciones realizadas dentro de un día evidenciaron una disminución significativa en los niveles de glucosa luego de la intervención con QCS^{13, 14, 16}, y solo en aquellas en que la determinación se realizó en el mismo día se pudo demostrar un cambio significativo en la insulinemia.^{14, 16}

En los artículos de Hatamoto Y et al²⁰ y Wongpipit W et al²¹ no se observaron cambios significativos en estos parámetros.

Los cuatro artículos que analizaron los efectos luego de 3-5 días de intervención con QCS muestran efectos significativos en los parámetros de control glicémico, aunque en el estudio de Kerr et al¹⁶ sólo se observan diferencias en el iUAC de glucosa luego de una segunda comida y no luego de la primera. Mientras que en el estudio de Smith J et al²², no se obtuvieron resultados significativos en los parámetros de control glicémico.

Los principales beneficios de los QCS en esta población se resumen en la **figura 2**.



Figura 2. Beneficios de los QCS sobre el control glicémico en sujetos obesos. AUC-*i*AUC: Área bajo la curva e incremento de área bajo la curva de Glucosa.

DISCUSIÓN

Si bien el número de estudios sobre el tema de esta revisión sistemática es todavía bastante reducido, la información proporcionada es uniforme, consistente y sólida, ya que las características de los participantes evaluados son notoriamente homogéneas, todos adultos, y con un índice de masa corporal (IMC) de 29 a 37,6 kg/m². En 9 de las investigaciones se estandarizó la alimentación^{12-14, 16-21} y en todos los estudios se instruyó a los participantes que sólo realizarán AF propia de la vida diaria en el día anterior a la intervención. Además, todos los estudios disponibles corresponden a RCT, siendo siete de estos del tipo ECC^{16,17,21}, diseño experimental que permite un análisis robusto aún con tamaños muestrales pequeños y elimina la variabilidad entre individuos en la respuesta a la intervención.

Respecto a los protocolos de intervención con QCS fluctuaron con 2-5 minutos de ejercicio liviano/moderados cada 20-60 minutos de CS por 7 a 15 horas, en la mayoría de los estudios^{13-16,18-22}. Sin embargo, la mayoría de estos estudios utilizó como protocolo de intervención 2-3min de ejercicio cada 20-30 min, por 5 a 10 horas^{13,14,16,18,19,22}. Hay que destacar que hay 3 estudios¹²⁻¹⁴, que realizan QCS con intervenciones muy simples cambiando solo postura de sedente a de pie logrando efecto fisiológico significativos en el *i*AUC^{12,13}, así mejoró la sensibilidad significativamente¹⁴.

Asimismo, 6 de las 10 investigaciones

contaron con un período de *wash-out* (blanqueo) de entre 6 y 28 horas, y en otros 2 estudios²⁰⁻²¹ el período de *wash-out* fue al menos 7 días, lo que asegura que no permanecen los efectos residuales de la primera intervención realizada.

La totalidad de los trabajos analizados realizados en laboratorio y que comparan los efectos con un grupo control muestran que los QCS mejoran el control glicémico, lo que se evidencia en los cambios en las AUC de glucosa e insulina, ya sea incremental^{12-14,16,18} o total¹⁷, y en la insulinemia en ayuno²⁵. Interesantemente, si bien los tiempos y frecuencia de realización de QCS presentan diferencias entre los estudios, los resultados obtenidos en los parámetros de control glicémico analizados son muy similares entre sí¹⁹⁻²⁵.

En el caso del estudio de Smith et al²², este se realizó en condiciones de vida libre, y se dieron alarmas cada 30 minutos para interrumpir la conducta sedentaria, observándose cambios significativos en la glicemia de ayuno y en la variabilidad glucémica diaria.

Estos cambios no se observaron en el estudio de Hatamoto et al²⁰ donde se analizan diferentes intensidades de ejercicio para realizar QCS, ni en el estudio de Wongpipit et al²⁰ en el que los QCS son realizados a intensidad ligera.

Puesto que el objetivo de los QCS es mitigar los efectos negativos de la CS prolongada, especialmente en personas con sobrepeso u obesidad, es importante determinar si existe una relación dosis-efecto entre el aumento gasto energético asociado a los QCS y los

resultados que se obtienen. Dado que al igual que en sujetos sanos en personas con índice de masa corporal elevada, se ha demostrado que la interrupción de QS con episodios breves de caminata de intensidad ligera o moderada altera la expresión de varios genes en una cuantía proporcional a la intensidad de la caminata²⁴. Dentro de éstos, resultan de especial interés el gen de la cadena ligera de Dineína-1 que es una proteína motora asociada a microtúbulos que regula la inserción de los transportadores de glucosa GLUT4 en la membrana plasmática de los tejidos sensibles a insulina²³. De esta forma, el cambio en la actividad de ambas proteínas podría contribuir al mejor manejo de la glucemia que se observa con los QCS.

Por otra parte, es importante destacar que en otras investigaciones, se ha determinado que los QCS repetidos, son más efectivos en el control glicémico que la AF continúa, de igual gasto energético, en individuos sanos²⁵. Algo similar ocurre con los pacientes con diabetes mellitus de tipo 2 (DMT2), en donde se ha demostrado que la intervención de la conducta sedente con QCS tiene un efecto equivalente una sesión de actividad física planificada, con un gasto calórico total equivalente, en la disminución del iAUC, pero es aún más efectiva en la reducción del índice de resistencia a insulina, HOMA2-IR¹⁵.

Dentro de las limitaciones de esta revisión sistemáticas, importantes de considerar a la hora de analizar los resultados obtenidos, está el pequeño tamaño de la muestra, con solo 10 artículos que suman 185 pacientes de estudio, además la heterogeneidad de estos, respecto a los protocolos de ejercicios utilizados y variables estudiadas, no permitió un análisis estadístico entre grupos (metaanálisis).

El análisis del conjunto de artículos revisados en este trabajo deja en evidencia la necesidad de contar con estudios que se orienten a explorar el efecto dosis-respuesta entre el gasto energético asociado al QCS y la mejora en

el control glicémico, lo que puede alcanzarse por medio de la intervención cuidadosa y sistemática del número, duración, frecuencia y nivel de intensidad de los QCS. Ello permitiría contar con la dosis umbral de prescripción de AF necesaria para la mejora en el control glicémico en este tipo de población, que se encuentra en la antesala del desarrollo de DMT2, patologías cardiovasculares y otras enfermedades no transmisibles.

Del mismo modo, es clara la importancia de realizar investigaciones que evalúen los efectos a largo plazo sobre el control glicémico que se logran con los QCS en personas con sobrepeso u obesidad. Así como también que evalúen dichos efectos en condiciones de vida libre y no sólo en laboratorio.

CONCLUSIONES

Esta revisión sistemática reveló, en la mayoría de los estudios analizados, la efectividad de los QCS sobre biomarcadores de control glucémico en personas con sobrepeso u obesidad, fenómeno observado en gran parte de los estudios actualmente disponibles sobre el tema, por otra parte también muestra que estar de pie tiene efectos positivos metabólicos al comparar con el tiempo sedente. Además, en la mayoría de dichos estudios se demuestra una disminución de la glucemia postprandial, marcador determinante de la probabilidad de incidencia de DMT2.

Las mejoras en los indicadores de control glicémico ocurrieron en respuesta a intervenciones agudas, por períodos entre 1 y 5 días, las que se realizaron con episodios breves de AF de leve a moderada. Por esta razón, es posible afirmar que los QCS son una valiosa alternativa de AF terapéutica para este tipo de población, en la cual el ejercicio estructurado usualmente presenta una muy baja adherencia.

REFERENCIAS

1. Organización Mundial de la Salud. Enfermedades no transmisibles. 16 septiembre 2022. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>
2. World Health Organization. Obesidad y sobrepeso. Fecha consulta 3 agosto de 2021. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>.
3. World Health Organization. Global status report on noncommunicable diseases 2014. Fecha consulta 7 julio de 2021. Disponible en:
4. Pinto S, De Stavola B, Rogers N, Hardy R, Cooper R, Power C. Adult obesity and mid-life physical functioning in two British birth cohorts: investigating the mediating role of physical inactivity. *Int J Epidemiol.* 2020; 49:3:845-56.
5. van der Berg J, Stehouwer CDA, Bosma H, et al. Associations of total amount and patterns of sedentary behaviour with type 2 diabetes and the metabolic syndrome: the Maastricht study. *Diabetologia.* 2016; 59:709–18.
6. Tremblay MS, Aubert S, Barnes JD, Saunders TJ, Carson V, Latimer-Cheung AE, et al. Terminology consensus project participants. sedentary behavior research network (SBRN) - Terminology consensus project process and outcome. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2017;10;14:1:75.
7. de Rooij B, van der Berg J, van der Kallen C, Schram M, Savelberg H, Schaper N, et al. Physical activity and sedentary behavior in metabolically healthy versus unhealthy obese and non-obese individuals- the maastricht study. *PLoS ONE.* 2016; 11:e0154358.
8. Biswas A, Oh P, Faulkner G, Bajaj R, Silver M, Mitchell M, et al. Sedentary time and its association with risk for disease incidence, mortality, and hospitalization in adults: a systematic review and meta-analysis. *Ann Intern Med.* 2015; 162:123–32.
9. Bailey D, Locke C. Breaking up prolonged sitting with light-intensity walking improves postprandial glycemia, but breaking up sitting with standing does not. *J Sci Med Sport.* 2015;18:294–98.
10. Merz KE, Thurmond DC. Role of skeletal muscle in insulin resistance and glucose uptake. *Compr Physiol.* 2020; 10:3:785-809.
11. Bull F, Al-Ansari S, Biddle S, Borodulin K, Buman M, Cardon G. et al. World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behavior. *Br J Sports Med* 2020; 54:1451–62.
12. Thorp A, Kingwell B, Sethi P, Hammond L, Owen N. and Dunstan D. Alternating bouts of sitting and standing attenuate postprandial glucose responses. *Med Sci Sports Exerc.* 2014; 46:11:2053-61.
13. Henson J, Davies M, Bodicoat D, Edwardson C, Gill J, David J, Stensel D, et al. Breaking Up prolonged sitting with standing or walking attenuates the postprandial metabolic response in postmenopausal women: a randomized acute study. *Diabetes Care* 2016; 39:1:130-8.
14. Kerr J, Crist K, Vital D, Dillon L, Aden S, Trivedi M, Castellanos L. Acute gluco regulatory and vascular outcomes of three strategies for interrupting prolonged sitting time in postmenopausal women: a pilot, laboratory-based, randomized, controlled, 4-condition, 4-period crossover trial. *PLoS ONE.* 2017; 12:11:e0188544.
15. Duvivier B, Schaper N, Hesselink M, van Kan L, Stienen N, Winkens B, Koster A, Savelberg HH. Breaking sitting with light activities vs structured exercise: a randomized crossover study demonstrating benefits for glycaemic control and insulin sensitivity in type 2 diabetes. *Diabetologia* 2017; 60:490–98
16. Dunstan D, Kingwell B, Healy G, Cerin E, Hamilton M, Shaw J. et al. Breaking up prolonged sitting reduces postprandial glucose and insulin responses. *Diabetes Care.* 2012; 35:976-83.
17. Duvivier B, Schaper N, Koster A, van Kan L, Peters H, Jos J, Adam J. Benefits of substituting sitting with standing and walking in free-living conditions for cardiometabolic risk markers, cognition and mood in overweight adults. *Frontiers in physiology* 2017; 8:353.
18. Larsen R, Bronwyn A, Kingwell B, Robinson C, Hammond L, Cerin E, Shaw J, et al. Breaking up of prolonged sitting over three days sustains, but does not enhance, lowering of postprandial plasma glucose and insulin in overweight and obese adults. *Clin Sci (Lond).* 2015; 129:2:117–27.
19. De Jong N, Debache I, Pan Z, Garnotel M, Lyden K, Sueur C. et al. Breaking up sedentary time in overweight/obese adults on workdays and non-work days: Results from a feasibility study. *Int J Environ. Res Public Health.* 2018; 15:11: 2566.
20. Hatamoto Y, Yoshimura E, Takae R, Komiyama T, Matsumoto M, Higaki Y et al. The effects of breaking sedentary ties with different intensity exercise bouts on energy metabolism: A randomized cross-over controlled trial. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* 2021; 31:6:1879-89.
21. Wongpipit W, Yajun Huang W, Miyashita M, Yu Tian X, Heung-Sang Wing S. Frequency of interruptions to prolonged sitting and postprandial metabolic responses in young obese, chinese men. *J Sports Sci.* 2021; 39:12:1376-85.

22. Smith JAB, Savikj M, Sethi P, Platt S, Gabriel BM, Hawley JA et al. Three weeks of interrupting sitting lowers fasting glucose and glycemic variability, but not glucose tolerance, in free living women and men with obesity. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2021; 321:2:E203-16.

23. Latouche C, Jowett J, Carey A et al. Effects of breaking up prolonged sitting on skeletal muscle gene expression. *J Appl Physiol.* 2013; 114:453-60.

24. Ström K, Morales-Alamo D, Ottosson F, Edlund A, Hjort L, Jörgensen SW, et al. N-methylnicotinamide is a signalling molecule produced in skeletal muscle coordinating energy metabolism. *Sci Rep.* 2018; 8:1: 3016.

25. Peddie M, Bone J, Rehrer N, Skeaff C, Gray A, Perry T. Breaking prolonged sitting reduces postprandial glycemia in healthy, normal-weight adults: a randomized crossover trial. *Am J Clin Nutr* 2013; 98:358-66.