

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

**EFFECTO AGUDO DE LA INTERRUPCIÓN DEL TIEMPO SEDENTARIO
MEDIANTE EJERCICIO CONTRA RESISTENCIA ELÁSTICA O EJERCICIO
AERÓBICO CON STEP, SOBRE LA PRESIÓN ARTERIAL Y LA GLICEMIA
POSTPRANDIAL DE OFICINISTAS CON SOBREPESO U OBESIDAD DE LA
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**

Tesis sometida a la consideración de la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en
Ciencias del Movimiento Humano y la Recreación, para optar al grado y título de
Maestría Académica en Ciencias del Movimiento Humano

SERGIO JIMÉNEZ MORGAN

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica

2020

AGRADECIMIENTOS

A mi mamá, por ser siempre mi faro y el de María del Mar, en tantas tempestades que nos ha tocado vivir. La única ruta en la vida es seguir avanzando, pase lo que pase, juntos como familia.

A Mari, por no dejar que me rindiera, y alegrar mi vida con su imaginación y cariño.

A mi profesora guía, por su apoyo, su dedicación, y por enseñarme a ser una mejor persona y un mejor profesional.

A todo el personal docente y administrativo de la Escuela de Educación Física y Deportes de la Universidad de Costa Rica, por su excelente trato a lo largo de estos años.

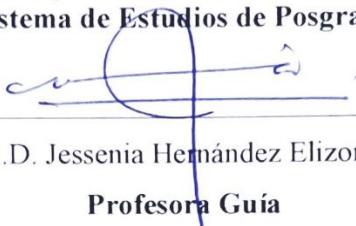
Al Centro de Investigación en Ciencias del Movimiento Humano (CIMOHU) de la Universidad de Costa Rica, por el apoyo brindado para la ejecución de este proyecto.

“Esta tesis fue aceptada por la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias del Movimiento Humano y la Recreación de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar al grado y título de Maestría Académica en Ciencias del Movimiento Humano”



Ph.D. Luis Fernando Aragón Vargas

**Representante del Decano
Sistema de Estudios de Posgrado**



Ph.D. Jessenia Hernández Elizondo

Profesora Guía



Ph.D. Andrea Solera Herrera

Lectora



Dra. Elizabeth Carpio Rivera

Lectora



Dra. Gabriela Morales Scholz

**Representante de la Dirección del Posgrado
en Ciencias del Movimiento Humano y la Recreación**



Sergio Jiménez Morgan
Candidato

TABLA DE CONTENIDO

PORTADA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
HOJA DE APROBACIÓN.....	iii
TABLA DE CONTENIDO.....	iv
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
LISTA DE TABLAS.....	ix
LISTA DE FIGURAS.....	x
LISTA DE ABREVIATURAS.....	xi
CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO.....	4
PRESIÓN ARTERIAL.....	5
GLICEMIA POSTPRANDIAL.....	9
COMPORTAMIENTO SEDENTARIO.....	11
BENEFICIOS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL EJERCICIO.....	15
INTERRUPCIÓN DEL TIEMPO SEDENTARIO Y PRESIÓN ARTERIAL...	18
INTERRUPCIÓN DEL TIEMPO SEDENTARIO Y GLICEMIA POSTPRANDIAL.....	25
JUSTIFICACIÓN.....	28
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y DEFINICIÓN DE VARIABLES	29
Objetivo.....	29
Hipótesis.....	29
Definición de variables.....	29

CAPÍTULO 3 METODOLOGÍA.....	31
TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	31
LUGAR.....	31
MUESTRA DEL ESTUDIO.....	31
DISEÑO EXPERIMENTAL.....	33
INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN.....	34
Presión arterial.....	34
Glicemia postprandial.....	36
INTENSIDAD DE LAS ACTIVIDADES.....	37
MEDICIONES ANTROPOMÉTRICAS Y DE ACTIVIDAD FÍSICA.....	37
PROCEDIMIENTOS.....	38
Convocatoria.....	38
Selección de participantes.....	38
Aleatorización.....	39
Familiarización.....	39
Prueba piloto.....	40
CARACTERÍSTICAS DE LAS INTERVENCIONES.....	41
Condición experimental BAN (bandas elásticas).....	46
Condición experimental STEP (ejercicio aeróbico con steps).....	47
Condición experimental SENT (condición control).....	47
ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	47
CAPÍTULO 4 RESULTADOS.....	49
ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA.....	49
ANÁLISIS PRINCIPALES.....	54

CAPÍTULO 5 DISCUSIÓN.....	60
PRESIÓN ARTERIAL.....	60
GLICEMIA POSTPRANDIAL.....	65
POSIBLES CAUSAS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.....	67
CONSIDERACIONES CLÍNICAS.....	74
SUGERENCIAS PARA FUTURAS INVESTIGACIONES.....	80
FORTALEZAS Y LIMITACIONES.....	80
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	82
ANEXOS.....	102
ANEXO 1 Consentimiento informado.....	102
ANEXO 2 Ficha de datos personales y medidas antropométricas.....	108
ANEXO 3 Hoja de recolección de datos de presiones arteriales.....	110
ANEXO 4 Cuestionario internacional de actividad física (versión larga)	111
ANEXO 5 Amenazas a la validez interna y estrategias para controlarlas.....	122
ANEXO 6 Amenazas a la validez externa y estrategias para controlarlas.....	123

RESUMEN

Propósito: Determinar el efecto de interrumpir el tiempo sedentario mediante ejercicios contra resistencia con uso de bandas elásticas, o ejercicio aeróbico con steps, en comparación con una condición control sin interrupciones, sobre la presión arterial sistólica, diastólica, media, de pulso, y la glicemia postprandial en personas adultas entre 30 y 60 años de edad, que presenten sobrepeso u obesidad y que laboren como oficinistas en la Universidad de Costa Rica. **Metodología:** 15 personas participaron en cada una de las siguientes tres condiciones (en orden aleatorio): A) Sentarse durante 5 horas, con interrupciones del tiempo sedentario por 4 minutos cada hora, con ejercicios contra resistencia empleando bandas elásticas, a un esfuerzo percibido de 13–16/20 en la escala Borg; B) Sentarse durante 5 horas, con interrupciones del tiempo sedentario por 4 minutos cada hora, con ejercicio aeróbico empleando steps, a una cadencia de 130 pasos/minuto y un esfuerzo percibido de 13–16/20 en la escala Borg; C) Sentarse durante 5 horas, sin interrupciones del tiempo sedentario. Los participantes se presentaron a cada condición experimental en estado de ayuno, y se les suministró un desayuno estandarizado. En cada una de las condiciones, se midió la presión arterial antes y después de cada interrupción del tiempo sedentario. En cada una de las condiciones, se determinó la glicemia postprandial al inicio y al final del periodo experimental. **Resultados:** el análisis de varianza (ANOVA) de medidas repetidas no mostró diferencia estadísticamente significativa entre las tres condiciones experimentales. El análisis individualizado de los porcentajes de cambio mostró heterogeneidad en las respuestas de los participantes según la estrategia de interrupción de tiempo sedentario. **Conclusión:** interrumpir el tiempo sedentario cada hora con 4 minutos de actividad física contra resistencia o aeróbica, a intensidad moderada, no genera un estímulo metabólico suficiente para disminuir significativamente la presión arterial y la glicemia postprandial en oficinistas normotensos con obesidad, en comparación con sentarse durante 5 horas sin realizar interrupciones.

ABSTRACT

Purpose: To determine the effect of interrupting sedentary time with elastic resistance exercise using elastic bands or aerobic exercise with steps, in comparison with a control condition without interruptions, on systolic, diastolic, mean and pulse pressure and postprandial glycemia, in adults between 30 and 60 years of age, who are overweight or obese and are office workers at the University of Costa Rica. **Methodology:** 15 adults completed each of the following conditions (in random order): A) Sitting for 5 hours with interruptions every hour with resistance exercises using elastic bands, for 4 minutes at a perceived effort of 13-16/20 on the Borg scale; B) Sitting for 5 hours with interruptions every hour with aerobic exercise using steps for 4 minutes at a rate of 130 steps/minute and a perceived effort of 13-16/20 on the Borg scale; C) Sitting for 5 hours without interruptions of sedentary time. Participants arrived each day in a fasted state and ate a standardized breakfast. For each of the conditions, blood pressure was measured before and after each interruption of sedentary time. Postprandial glycemia was determined at the beginning and the end of the experimental period. **Results:** the analysis of variance (ANOVA) showed no statistical difference between conditions. Individualized analysis of percent changes showed high heterogeneity on each participant response to different strategies of interrupting sedentary time. **Conclusion:** breaking up sedentary time each hour with 4 minutes of moderate resistance or aerobic exercise does not generate enough metabolic stimulus to significantly lower blood pressure and postprandial glycemia in normotensive, obese office workers compared to sitting for 5 hours without interruptions.

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Categorías de presión arterial en adultos.....	7
Tabla 2. Resumen de los estudios con interrupción del tiempo sedentario y presión arterial en personas adultas con sobrepeso u obesidad.....	23
Tabla 3. Resumen de los estudios con interrupción del tiempo sedentario y glicemia postprandial en personas adultas con sobrepeso u obesidad.....	27
Tabla 4. Variables, subniveles, medición y definiciones operacionales.....	30
Tabla 5. Criterios de elegibilidad de participantes.....	33
Tabla 6. Lista de cotejo para la toma correcta de la presión arterial en adultos..	35
Tabla 7. Criterios de selección de la talla correcta del manguito de esfigmomanómetro en adultos.....	36
Tabla 8. Resultados de presiones arteriales y glicemias postprandiales de la prueba piloto.....	41
Tabla 9. Secuencia de ejercicios a realizar en cada interrupción de tiempo sedentario con ejercicios de resistencia elástica.....	46
Tabla 10. Principales características de las personas participantes.....	50
Tabla 11. Medias basales, porcentajes de cambio y medias finales con intervalos de confianza para variables de presión arterial, según condición experimental.....	51
Tabla 12. Porcentajes de cambio de cada persona participante, según la condición experimental.....	52
Tabla 13. Resumen del ANOVA de medidas repetidas para todas las variables del estudio (medición [6] x condición [3]).....	55
Tabla 14. Tamaños de efecto, porcentajes de cambio y ANOVA de 1 vía de medidas repetidas para porcentajes de cambio (mediciones base y mediciones finales).....	56
Tabla 15. Amenazas a la validez interna y estrategias para controlarla.....	122
Tabla 16. Amenazas a la validez externa y estrategias para controlarla.....	123

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema del orden del marco teórico	4
Figura 2. Protocolo para la toma correcta de muestras de sangre capilar.....	43
Figura 3. Protocolo de las condiciones experimentales.....	45
Figura 4. Protocolo de la condición control.....	45
Figura 5. Tamaños de efecto para las variables de presión arterial, según las condiciones experimentales.....	57
Figura 6. Tamaños de efecto para la variable de glicemia postprandial, según la condición experimental.....	57
Figura 7. Comparación de los cambios en la presión arterial diastólica según el momento de la medición.....	58
Figura 8. Comparación de los cambios en la presión arterial media según el momento de la medición.....	58
Figura 9. Comparación de los cambios en la glicemia postprandial entre el pretest y el postest.....	59

LISTA DE ABREVIATURAS

AF: actividad física
MET: equivalente metabólico
ITS: interrupción del tiempo sedentario
PA: presión arterial
PAS: presión arterial sistólica
PAD: presión arterial diastólica
PP: presión de pulso
PAM: presión arterial media
FC: frecuencia cardiaca
GP: glicemia postprandial
HR: *hazard ratio*
OR: *odds ratio*
ANOVA: análisis de varianza
IC: intervalo de confianza
TE: tamaño del efecto
ACSM: *American College of Sports Medicine*
SBRN: *Sedentary Behaviour Research Network*
WHO: *World Health Organization*
AHA: *American Heart Association*
IDF: *International Diabetes Federation*
BAND: realizar ITS con bandas elásticas
SENT: permanecer sentado sin realizar ITS
STEP: realizar ITS con bancos de *step*
HTA: hipertensión arterial
DM2: diabetes mellitus tipo 2



Autorización para digitalización y comunicación pública de Trabajos Finales de Graduación del Sistema de Estudios de Posgrado en el Repositorio Institucional de la Universidad de Costa Rica.

Yo, SERGIO JIMÉNEZ MORGAN, con cédula de identidad 1-1245-0322, en mi condición de autor del TFG titulado Efecto agudo de la interrupción del tiempo sedentario mediante ejercicio contra resistencia elástica, ejercicio aeróbico en step, sobre la presión arterial y la glicemia postprandial de oficinistas con sobrepeso u obesidad de la Universidad de Costa Rica. Autorizo a la Universidad de Costa Rica para digitalizar y hacer divulgación pública de forma gratuita de dicho TFG a través del Repositorio Institucional u otro medio electrónico, para ser puesto a disposición del público según lo que establezca el Sistema de Estudios de Posgrado. SI [X] NO * []

*En caso de la negativa favor indicar el tiempo de restricción: _____ año (s).

Este Trabajo Final de Graduación será publicado en formato PDF, o en el formato que en el momento se establezca, de tal forma que el acceso al mismo sea libre, con el fin de permitir la consulta e impresión, pero no su modificación.

Manifiesto que mi Trabajo Final de Graduación fue debidamente subido al sistema digital Kerwá y su contenido corresponde al documento original que sirvió para la obtención de mi título, y que su información no infringe ni violenta ningún derecho a terceros. El TFG además cuenta con el visto bueno de mi Director (a) de Tesis o Tutor (a) y cumplió con lo establecido en la revisión del Formato por parte del Sistema de Estudios de Posgrado.

INFORMACIÓN DEL ESTUDIANTE:

Nombre Completo: Sergio Jiménez Morgan

Número de Carné: A52903 Número de cédula: 1-1245-0322

Correo Electrónico: sergio.jimenezmorgan@gmail.com

Fecha: 11/8/2020 Número de teléfono: 8722-3732

Nombre del Director (a) de Tesis o Tutor (a): Ph.D. Jessenia Hernández Elizondo

FIRMA ESTUDIANTE

Nota: El presente documento constituye una declaración jurada, cuyos alcances aseguran a la Universidad, que su contenido sea tomado como cierto. Su importancia radica en que permite abreviar procedimientos administrativos, y al mismo tiempo genera una responsabilidad legal para que quien declare contrario a la verdad de lo que manifiesta, puede como consecuencia, enfrentar un proceso penal por delito de perjurio, tipificado en el artículo 318 de nuestro Código Penal. Lo anterior implica que el estudiante se vea forzado a realizar su mayor esfuerzo para que no sólo incluya información veraz en la Licencia de Publicación, sino que también realice diligentemente la gestión de subir el documento correcto en la plataforma digital Kerwá.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

La **actividad física** (AF) se define como cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos que resulta en un gasto energético (Caspersen et al. 1985). Diferentes AF implican consumos de energía distintos, y la demanda metabólica para múltiples acciones se puede estimar a partir de la clasificación establecida por Ainsworth et al. (2011). Dicha ordenación se basa en la estandarización del gasto energético a partir de unidades llamadas MET (equivalente metabólico). Un MET equivale al consumo de $3.5 \text{ mL O}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, o bien a $1.0 \text{ kcal} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$, es decir la tasa metabólica basal (Kriska & Caspersen, 1997).

Según la demanda metabólica que implique su realización, las AF son de intensidad leve (1.6 – 2.9 METs), moderada (3 – 5.9 METs) o alta (≥ 6 METs) (Ainsworth et al., 2011). El Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM, por sus siglas en inglés) recomienda que las personas adultas de 18–65 años acumulen como mínimo 150 minutos semanales de AF de intensidad moderada o bien 75 minutos semanales de AF de alta intensidad (ACSM, 2018), con el fin de prevenir el desarrollo de enfermedades no transmisibles como la diabetes mellitus tipo 2 (DM2) (Gill & Cooper, 2008), enfermedades cardiovasculares (Thompson, 2003) y el riesgo de muerte prematura (Lollgen et al., 2009). El **ejercicio físico**, por su parte, corresponde a aquellas AF que una persona realiza en forma planificada, estructurada, repetitiva y dirigida, con el fin de alcanzar o mejorar un conjunto de habilidades (Caspersen et al., 1985).

La Red de Investigación del Comportamiento Sedentario (SBRN, por sus siglas en inglés) establece una diferencia conceptual entre “comportamiento sedentario” y “personas físicamente inactivas”. Por una parte, dicha entidad define a las **personas físicamente inactivas** como aquellas que incumplen las recomendaciones mínimas de AF de intensidad moderada o alta establecidas por el ACSM, la Asociación Americana del Corazón (AHA, por sus siglas en inglés), la Organización Mundial de la Salud (WHO, por sus siglas en inglés), entre otras entidades (SBRN, 2012). El **comportamiento sedentario**, por otra parte, lo define como el conjunto de actividades que una persona realiza durante el estado de vigilia en una posición sentada o reclinada y que demandan un consumo energético menor o igual a 1.5 METs (SBRN, 2012). Algunos ejemplos cotidianos de dichas actividades son: trabajo de oficina, mirar la televisión, utilizar una computadora, tableta o teléfono para leer o ver contenidos multimedia, conducir un vehículo. Consecuentemente, el tiempo dedicado a actividades de esta categoría es llamado **tiempo sedentario** (Owen et al., 2010).

En años recientes, ha aumentado la evidencia epidemiológica de la asociación entre el comportamiento sedentario y su impacto en la salud en seres humanos: mayor probabilidad de desarrollar síndrome metabólico (Edwardson et al., 2012), DM2 (Hamilton et al., 2014), mayor mortalidad cardiovascular (Wilmot et al., 2012), y desarrollo de sobrepeso u obesidad (Chau et al., 2012).

A nivel experimental, y según se explicará con más detalle en la revisión de literatura de este trabajo, existe evidencia de que las interrupciones de tiempo sedentario (ITS) parecen tener un impacto favorable sobre la glicemia e insulinemia postprandiales (Benatti & Ried-Larsen, 2015; Chastin et al., 2015). Por otra parte, en relación con la

presión arterial (PA) y sus componentes, Bailey y Locke (2015), y Kerr et al. (2017), no encontraron un efecto significativo de hacer ITS con bipedestación o caminatas a intensidad leve. Por el contrario, otros autores han encontrado efectos positivos sobre la PA al interrumpir el tiempo sedentario bajo diferentes modalidades de ejercicio (Dempsey et al., 2016; Barone et al., 2017; Larsen et al., 2014; Zeigler et al., 2015, 2016). De ellos, únicamente Dempsey et al. (2016) implementaron una intervención que incluyó ejercicios de resistencia que emplearon el propio peso corporal.

Al tomar en cuenta que la mayor parte de la vida laboral de las y los oficinistas se desarrolla acumulando tiempo sedentario, y que dicha acumulación por sí sola es un factor de riesgo de muerte prematura (Healy et al., 2012), es de gran relevancia evaluar los efectos de interrumpir el tiempo sedentario en esta población.

A la luz de la revisión de literatura acerca de las ITS y sus efectos sobre la PA y la glicemia postprandial (GP) en personas adultas con sobrepeso u obesidad, resalta la poca cantidad de estudios experimentales, así como el hallazgo de resultados contradictorios. Por lo tanto, esta investigación buscó determinar el efecto de interrumpir el tiempo sedentario con dos modalidades de acondicionamiento físico diferentes, para evaluar su efecto sobre la PA y la GP de oficinistas con sobrepeso u obesidad que laboren en la Universidad de Costa Rica.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

En la figura 1 se muestra la organización del marco teórico.

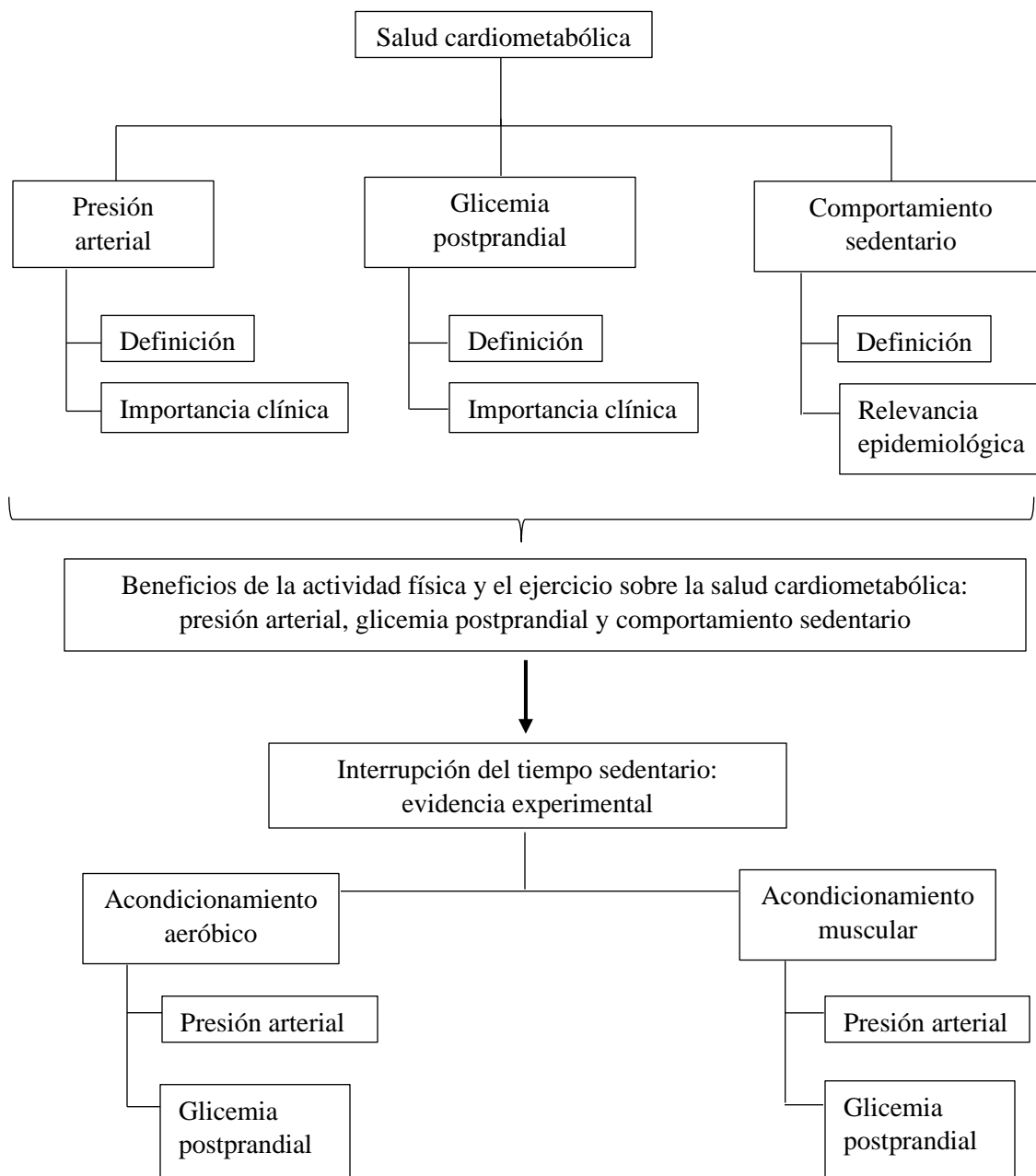


Figura 1. Esquema del orden del marco teórico

La WHO define la salud como un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no únicamente la ausencia de enfermedades (WHO, 2006). Empero, dicho bienestar puede verse comprometido en aquellos individuos que presentan sobrepeso u obesidad, debido a las comorbilidades de estas condiciones y las patologías cardiovasculares y metabólicas (cardiometabólicas), entre las cuales se encuentran la DM2, el síndrome metabólico, la enfermedad arterial coronaria, la hipertensión arterial (HTA), los eventos cerebrovasculares, entre muchas otras (Guh et al., 2009).

Precisamente, un estilo de vida sedentario acelera el deterioro de la salud cardiometabólica, por su asociación con el sobrepeso y la obesidad, e incrementa las posibilidades de que un individuo desarrolle HTA y DM2 (Fontana, 2018). Es por ello que en este trabajo se analizaron estudios sobre los efectos de realizar ITS con actividades físicas musculares y cardiovasculares, para valorar los posibles beneficios de las mismas sobre la PA y la GP en personas adultas con sobrepeso u obesidad.

Sin embargo, antes de iniciar con el análisis de dichos estudios, es primordial definir qué son el comportamiento sedentario, la PA y la GP, así como destacar su importancia clínica y epidemiológica. Asimismo, es relevante identificar los beneficios de la AF y el ejercicio sobre la salud cardiometabólica, específicamente en relación con la PA, la GP y el comportamiento sedentario.

PRESIÓN ARTERIAL

La PA corresponde a la fuerza ejercida por la sangre contra las paredes de las arterias en cada latido cardiaco (WHO, 2018), y se ve afectada por tres variables

fisiológicas principales: volumen sistólico, frecuencia cardíaca (FC) y resistencia periférica total (Fox, 2014).

El volumen sistólico corresponde al volumen de sangre eyectado por cada ventrículo cardíaco durante la fase de contracción (sístole), y es de aproximadamente 70-80 mL de sangre por cada sístole. La FC se define como el número de contracciones cardíacas por minuto, que en condiciones de reposo en una persona adulta es de 70 latidos por minuto, en promedio. El producto matemático del volumen sistólico y la FC corresponde al gasto cardíaco, el cual se define como el volumen de sangre eyectado por cada ventrículo por minuto, cuyo valor promedio es de 5.5 L/min. La resistencia periférica total corresponde a la suma de las resistencias vasculares dentro de la circulación sistémica: la sangre puede fluir hacia algunos órganos y tejidos con mayor facilidad que hacia otros, por lo que en todo el cuerpo se presentan diferentes resistencias al flujo sanguíneo (Fox, 2014).

Según Koeppen y Stanton (2009), en cada ciclo cardíaco (cada fase de contracción y relajación del miocardio) la máxima PA que se registra corresponde a la presión arterial sistólica (PAS), y la mínima a la presión arterial diastólica (PAD). La diferencia aritmética entre ambos valores corresponde a la presión de pulso (PP) (Fox, 2014). Por otra parte, la presión arterial media (PAM) corresponde al área bajo la curva de la PA dividida por el tiempo que dura cada ciclo cardíaco (Koeppen & Stanton, 2009). Sin embargo, en condiciones normales, la diástole dura más tiempo que la sístole, y la PAM no coincide con un promedio aritmético simple, por lo cual se puede estimar a partir de las presiones sistólica y diastólica mediante la siguiente fórmula (Fox, 2014): $PAM = PAD + PP/3$

La PAM se mantiene dentro de rangos normales debido al control ejercido por el sistema nervioso autónomo, que permite modificar la PAM en segundos a minutos, y por respuestas hormonales o químicas, que permiten regular la PAM en horas o días (Boron & Boulpaep, 2017). A partir del año 2017, la AHA estableció nuevas categorías de clasificación de la PA para personas adultas (Whelton et al., 2017), las cuales se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 1

Categorías de PA en adultos

Categoría	PAS		PAD
Normal	< 120 mmHg	y	< 80 mmHg
Elevada	120 – 129 mmHg	y	< 80 mmHg
HTA estadio 1	130 – 139 mmHg	o	80 – 89 mmHg
HTA estadio 2	≥ 140 mmHg	o	≥ 90 mmHg

Fuente: Whelton et al. (2017).

Existe evidencia epidemiológica acerca de la asociación entre valores altos de PAS, PAD, PP y un riesgo cardiovascular incrementado. Por ejemplo, Rapsomaniki et al. (2014) analizaron a un grupo de 1.25 millones de adultos con edades por encima de 30 años, quienes inicialmente no presentaban enfermedades cardiovasculares, y a los cuales se les dio seguimiento por varios años a través de sus expedientes clínicos. Los autores hallaron el menor riesgo cardiovascular entre quienes mantuvieron una PAS de 90-114

mmHg y una PAD de 60-74 mmHg. A mayores PAS, mayor fue el riesgo de desarrollar hemorragias intracerebrales (HR [*hazard ratio*] = 1.44, IC 95% [*intervalo de confianza al 95%*] = 1.32 – 1.58), hemorragias subaracnoideas (HR = 1.43, IC 95% = 1.25 – 1.63), y angina estable (HR = 1.41, IC 95% = 1.36 – 1.46). Además, a mayores PAS, mayor fue la asociación con infartos agudos al miocardio (HR = 1.29, IC 95% = 1.25 – 1.34) y enfermedad arterial periférica (HR = 1.35, IC 95% = 1.30 – 1.40). Por otra parte, a mayores PAD, mayor fue la asociación con aneurismas aórticos abdominales (HR = 1.45, IC 95% = 1.34 – 1.56). También, se detectó que por cada 10 mmHg de incremento en la PP aumentó el riesgo de desarrollar enfermedad arterial periférica (HR = 1.23, IC 95% = 1.20 – 1.27).

Asimismo, en un estudio realizado con 169 613 individuos, a quienes se les dio seguimiento durante varios años, Said et al. (2018) determinaron que una mayor PP se asoció, en forma estadísticamente significativa, con un mayor riesgo de mortalidad cardiovascular general (HR = 1.47, IC 95% = 1.43 – 1.50), infartos agudos de miocardio (HR = 1.48, IC 95% = 1.42 – 1.54), enfermedad arterial coronaria (HR = 1.47, IC 95% = 1.43 – 1.50) e insuficiencia cardiaca (HR = 1.47, IC 95% = 1.40 – 1.55).

Adicionalmente, en el meta-análisis de estudios prospectivos de Zhao et al. (2014), que abarcó a 510 456 sujetos, se halló un riesgo de morir por enfermedades cardiovasculares 13% mayor por cada 10 mmHg de aumento en la PP, y 9% mayor riesgo de morir por cualquier causa ante el mismo incremento de la PP (riesgo relativo [RR] = 1.13, IC 95% = 1.10 – 1.17; RR = 1.09, IC 95% 1.07 – 1.11, respectivamente).

El análisis efectuado por Hardy et al. (2015) permitió determinar que, en los Estados Unidos, si la PAS de toda la población disminuyera 1 mmHg se podrían prevenir,

anualmente, 9338 casos de insuficiencia cardiaca, 6210 casos de enfermedad arterial coronaria y 3761 eventos cerebrovasculares, en adultos de entre 45 y 64 años. Dos décadas antes, investigadores que participaron en el Estudio Framingham ya habían reportado que una disminución de 2 mmHg en la PAD disminuye un 17% el riesgo de desarrollar HTA y un 6% el riesgo de desarrollar enfermedad arterial coronaria (Cook et al., 1995).

En apariencia, interrumpir el tiempo sedentario con diferentes modalidades de acondicionamiento físico podría contribuir con un mejor control de la PA en personas adultas con sobrepeso u obesidad, como se discutirá más adelante.

GLICEMIA POSTPRANDIAL

Koeppen y Stanton (2009) describen cuatro fases metabólicas en relación con los alimentos que los seres humanos consumimos para generar la energía necesaria para las actividades diarias: A) digestiva o postprandial, en las primeras tres horas post ingesta de comida; B) interdigestiva, que corresponde al periodo entre comidas; C) ayuno, periodo comprendido entre la última ingesta antes de dormir y el desayuno; D) ejercicio físico intenso, que aumenta las demandas energéticas en un periodo corto de tiempo.

Boron y Boulpaep (2017) explican que en la fase digestiva los niveles de glucosa sanguínea (glicemia) aumentan, y la glucosa suele ser almacenada en forma de glucógeno, principalmente en el hígado y el músculo esquelético. Tras la ingesta de alimentos, la insulina, hormona producida por las células β del páncreas endocrino, es de gran relevancia en la regulación de la GP ya que produce los siguientes efectos metabólicos: en el hígado, reduce la degradación y utilización del glucógeno hepático, y favorece su síntesis y almacenamiento; en músculo esquelético, estimula la movilización de

transportadores GLUT4 a la membrana celular, con lo cual se produce la difusión facilitada de glucosa hacia el citosol del miocito para favorecer la glucogénesis, la lipogénesis y la síntesis proteica; en tejido adiposo, la insulina favorece la captación de la glucosa, facilitada también por transportadores GLUT4.

Durante las diversas actividades físicas y el ejercicio, se estimula en el músculo esquelético la translocación de transportadores GLUT4 hacia la membrana plasmática de los miocitos, lo cual permite aumentar la difusión facilitada de la glucosa hacia el interior de dichas células para su consiguiente oxidación, lo cual se traduce en disminuciones en la glicemia (Richter & Hargreaves, 2013). Por otra parte, existe abundante evidencia científica acerca de la asociación entre AF regular y ejercicio con un favorecimiento en la sensibilidad sistémica a las acciones de la insulina (Bird & Hawley, 2016).

Acorde con la Federación Internacional de Diabetes (IDF, por sus siglas en inglés), en individuos que presentan una tolerancia normal a la glucosa (es decir, en los cuales la insulina ejerce sus acciones en forma normal), la GP no sobrepasa los 7.78 mmol/l, y regresa a los valores previos a la comida en un lapso de entre 2 y 3 horas (IDF, 2011). No obstante, aquellas personas con un mayor índice de masa corporal asociado a sobrepeso y obesidad presentan niveles circulantes elevados de ácidos grasos no esterificados, glicerol, citoquinas, hormonas y marcadores proinflamatorios, todos los cuales incrementan el riesgo de desarrollar resistencia a las acciones de la insulina (Al-Goblan et al., 2014) y, por ende, mayores glicemias postprandiales.

Kivimäki et al. (2017) hallaron, a partir del análisis de 120 813 adultos de más de 35 años, que en personas con sobrepeso existe una probabilidad dos veces mayor de desarrollar diabetes mellitus, enfermedad arterial coronaria o eventos cerebrovasculares

(OR = 2.0, IC 95% = 1.7 – 2.4, $p < 0.0001$), y en individuos con obesidad clase 1 este riesgo aumenta casi 5 veces (OR = 4.5, IC 95% = 3.5 – 5.8, $p < 0.0001$), llegando a ser hasta 15 veces mayor en personas con obesidad clase 2 y 3 (combinadas) (OR = 14.5, IC 95% = 10.1 – 21.0, $p < 0.0001$).

Kovalskys et al. (2018) reportaron que en Costa Rica el 32.6% de la población presenta sobrepeso y el 30.6% obesidad. Según distribución por sexo, estos mismos autores hallaron que 37.6% de las mujeres presenta obesidad, contra un 23.5% de hombres en esa condición. Por otra parte, y como riesgo adicional para el desarrollo de enfermedades crónicas, un reciente reporte de la WHO destaca que en Costa Rica el 46.1% de la población incumple las recomendaciones internacionales mínimas de AF y ejercicio que las personas adultas deberían realizar, con un 37.7% de hombres y un 54.3% de mujeres en dicha condición, lo cual convierte al país en el sexto a nivel mundial con las cifras más elevadas de inactividad física (Guthold et al., 2018).

Aparentemente, la ITS a través de diferentes modalidades de acondicionamiento físico podría contribuir a mejorar el control de la GP en personas adultas con sobrepeso u obesidad, como se comentará más adelante.

COMPORTAMIENTO SEDENTARIO

El comportamiento sedentario se define como el conjunto de actividades que una persona realiza durante el estado de vigilia en una posición sentada o reclinada, con un bajo consumo energético (≤ 1.5 METs) (SBRN, 2012). El tiempo sedentario es aquel tiempo que una persona acumula al realizar actividades catalogadas como comportamiento sedentario (Owen et al., 2010). Inactividad física es la no consecución de

la cantidad mínima de AF de intensidad moderada a alta que recomiendan las guías de AF y ejercicio a nivel mundial (Guthold et al., 2018; SBRN, 2012).

La diferenciación de los tres conceptos anteriores es relevante al considerar que una persona puede ser físicamente inactiva, pero no acumular mucho tiempo sedentario en su vida diaria. O bien, es posible que un individuo salga a trotar durante media hora cada mañana, pero en su lugar de trabajo acumule mucho tiempo sedentario en forma ininterrumpida, y al regresar a su casa dedique varias horas a mirar televisión. Es decir, todos estos patrones de comportamiento (sedentario, físicamente activo y físicamente inactivo) pueden coexistir en cada persona (Tremblay et al., 2010).

Tanto en niños y adolescentes como en adultos, existe una asociación entre el aumento del porcentaje de grasa corporal y obesidad en quienes acumulan más tiempo sedentario, hallazgo que se explica principalmente por el bajo gasto energético ligado a dicho comportamiento (Brown et al., 2005; Chau et al., 2012; Ekelund et al., 2008; Marshall et al., 2004).

Asimismo, se ha determinado que el comportamiento sedentario duplica el riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares, síndrome metabólico y diabetes mellitus tipo 2, según muestran los meta-análisis de Edwardson et al. (2012) y Wilmot et al. (2012). Adicionalmente, se ha observado una asociación con algunos tipos de cáncer como el de ovario (Patel et al., 2006) y endometrio (Moore et al., 2010).

En el mismo sentido, el meta-análisis de Patterson et al. (2018) muestra que el riesgo de morir por cualquier causa incrementa un 1% por cada hora acumulada de tiempo sedentario al día, y al sobrepasar 8 horas de tiempo sedentario dicho riesgo se incrementa entre 3% y 5% por cada hora adicional. Asimismo, dichos autores reportan un riesgo de

mortalidad cardiovascular 4% mayor por cada hora adicional que supere 6 horas acumuladas de tiempo sedentario.

Un aspecto de gran importancia, en relación con los riesgos que representa el comportamiento sedentario para la salud, corresponde al incremento en la mortalidad por cualquier causa y las enfermedades cardiovasculares en forma independiente a que un individuo cumpla con las recomendaciones diarias de AF de intensidad moderada a alta (Koster et al., 2012; Owen et al., 2010; Wijndaele et al., 2014). Es decir, cumplir con las recomendaciones de AF y ejercicio no mitiga por completo los riesgos para la salud asociados con estar sentado durante muchas horas (Matthews et al., 2012; Wilmot et al., 2012), lo cual implica que no solamente es importante realizar AF sino evitar permanecer sentado en forma prolongada.

En relación con las ITS, el estudio pionero con datos obtenidos por acelerometría corresponde al de Healy et al. (2008), quienes realizaron mediciones bioquímicas (glicemia, triglicéridos y colesterol HDL, y test de tolerancia a la glucosa 2 horas postprandial), antropométricas (circunferencia abdominal e índice de masa corporal) y arteriales (presión sistólica y diastólica) a una muestra de 168 participantes del estudio *Australian Diabetes, Obesity and Lifestyle Study* (AusDiab). A los sujetos se les solicitó utilizar un acelerómetro durante un mínimo de 10 horas diarias por al menos 5 días consecutivos, con el fin de obtener registros de la AF de cada participante y sus patrones de comportamiento sedentario. Hallaron que, independientemente del tiempo total sedentario, el número total de interrupciones de dicho tiempo se asoció en forma estadísticamente significativa con una menor circunferencia abdominal, índice de masa corporal, triglicéridos en ayunas y prueba de tolerancia a la glucosa 2 horas postprandial.

Siguiendo una metodología similar, Healy et al. (2011) analizaron los datos de acelerometría de una muestra de 4 757 participantes de la *National Health and Nutrition Examination Survey* (NHANES) de los años 2003-2004 y 2005-2006. Los autores hallaron que, independientemente del tiempo total sedentario, las interrupciones del mismo se asociaron, en forma estadísticamente significativa, con una menor circunferencia abdominal y niveles menores de proteína C reactiva.

A partir de mediciones basadas en acelerometría, Tremblay et al. (2010) determinaron que el tiempo de vigilia promedio de una persona con sobrepeso u obesidad se distribuye de la siguiente forma: 60% comportamiento sedentario, 35% en AF de intensidad leve y únicamente 5% en AF de intensidad moderada o alta. Esto reviste mucha importancia al tomar en cuenta que dos terceras partes de la población mundial presentan sobrepeso u obesidad, así como el aumento mundial de la población adulta mayor sedentaria y con enfermedades crónicas (Hamilton, 2018).

Por otra parte, con base en datos de acelerometría de más de un millón de personas, Ekelund et al. (2016) hallaron que quienes realizan únicamente 5 minutos diarios de AF de moderada a alta intensidad y acumulan 8 o más horas sentados cada día (lo cual corresponde al patrón de una gran parte de la población mundial actualmente) presentan una mortalidad por cualquier causa 59% mayor en comparación con aquellos individuos más activos.

Finalmente, existe amplia evidencia epidemiológica y experimental en la literatura científica acerca de los beneficios de la AF y el ejercicio como prevención y tratamiento de diversas enfermedades crónicas (ACSM, 2018). En el siguiente apartado se

mencionarán algunos de ellos, para mostrar su importancia en relación con la salud cardiometabólica.

BENEFICIOS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL EJERCICIO

El acondicionamiento muscular se asocia con un mejor perfil de riesgo cardiometabólico, un menor riesgo de morir por cualquier causa, así como menor riesgo de desarrollar limitaciones funcionales conforme aumenta la edad. El entrenamiento contra resistencia ha demostrado ser eficaz en la prevención y tratamiento de enfermedades crónicas como la diabetes mellitus tipo 2, la osteoporosis, osteoartritis, la obesidad, síndrome metabólico, así como en enfermedades mentales como la depresión y la ansiedad (ACSM, 2018).

En personas con PA elevada, por ejemplo, la participación regular en entrenamiento contra resistencia permite mejorías metabólicas como mejor composición corporal, menores glicemias, menores presiones arteriales y mayor sensibilidad a la insulina. El entrenamiento contra resistencia es de gran beneficio a lo largo de toda la vida, y cobra especial importancia conforme se va envejeciendo (ACSM, 2018).

Según lo mostraron en su meta-análisis Carpio-Rivera et al. (2016), el ejercicio físico tiene efectos agudos significativos sobre la PA (PAS -4.80 mmHg; PAD -3.19 mmHg; $p < 0.05$) independientemente de los niveles basales de PA de los individuos, su nivel de AF, su género, si ingieren o no fármacos antihipertensivos, el método de medición de la PA, la hora del día a la cual fue medida la PA, el tipo de ejercicio practicado y el programa de entrenamiento realizado ($p < 0.05$ para cada una de dichas variables moderadoras).

Asimismo, Casonatto et al. (2016) realizaron otro meta-análisis de ensayos clínicos controlados aleatorizados acerca del efecto agudo de una única sesión de ejercicio contra resistencia sobre la PA. Los hallazgos de dichos autores coinciden con los de Carpio-Rivera et al. (2016), con reducciones estadísticamente significativas en la PAS y la PAD a los 60 min (-3.3 mmHg/ -2.7 mmHg), 90 min (-5.3 mmHg/ -4.7 mmHg) y en el control ambulatorio de 24 horas (-1.7 mmHg/ -1.2 mmHg), posteriormente a una única sesión de ejercicio contra resistencia.

El entrenamiento contra resistencia puede ser realizado con autocarga, ejercicios o máquinas con pesos libres, máquinas biomecánicas, y con resistencia elástica (ACSM, 2018). En un meta-análisis reciente, Aboodarda et al. (2016) analizaron los efectos de realizar entrenamientos con resistencia elástica (RE) o entrenamientos tradicionales (pesos libres y máquinas), con base en registros electromiográficos (como una medida de activación muscular) que compararan directamente ambos métodos. Los autores hallaron que no existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos métodos para la estimulación de músculos movilizadores principales (TE = -0.037 , IC 95% = -0.202 a 0.128 , $p = 0.660$), músculos antagonistas (TE = 0.089 , IC 95% = -0.112 a 0.290 , $p = 0.385$), músculos sinergistas (TE = -0.133 , IC 95% = -0.342 a 0.076 , $p = 0.213$) ni para músculos estabilizadores (TE = 0.142 , IC 95% = -0.006 a 0.289 , $p = 0.060$). Es decir, realizar entrenamiento contra resistencia utilizando RE es igualmente efectivo que utilizar los métodos tradicionales (pesos libres y máquinas).

Asimismo, el entrenamiento contra resistencia utilizando RE ha demostrado efectos beneficiosos significativos sobre la composición corporal y capacidad funcional en mujeres sedentarias (Colado & Triplett, 2008), balance y flexibilidad en adultos

mayores (Yeun, 2017), la masa y función muscular en mujeres con obesidad sarcopénica (Liao et al., 2018), glicemia, niveles de citoquinas y función física en mujeres adultas mayores con hiperglicemia (Jin, Park & So, 2015), fuerza muscular en miembros inferiores en adultos diabéticos (McGinley et al., 2015).

Por otra parte, en relación con el acondicionamiento aeróbico, entre los múltiples beneficios sobre la salud cardio-metabólica que se han documentado en la literatura científica, se pueden mencionar menores riesgos de desarrollar o morir por: enfermedad arterial coronaria, eventos cerebrovasculares, HTA, DM2, síndrome metabólico, obesidad, distintos tipos de cáncer, funcionalidad física y cognitiva en adultos mayores, entre otros (ACSM, 2018).

Los *steps* o escalones han sido utilizados en diversos estudios desde la década de 1980 y han tenido una gran difusión y comercialización en centros deportivos (Scharff-Olson et al., 1996). Asimismo, son utilizados como parte de protocolos para la evaluación de la aptitud cardiorrespiratoria, por ser fácilmente transportables, económicos, fáciles de usar y útiles para evaluar grupos grandes de individuos (ACSM, 2018).

En relación con los beneficios cardiometabólicos del uso de *steps*, se ha reportado que promueven mejorías en la aptitud cardiorrespiratoria (Scharff-Olson et al., 1991), y pueden ser igualmente efectivos que las bandas sin fin (Stanforth et al., 1993). Asimismo, Sturm et al. (1999) hallaron que el uso de *steps* es una alternativa segura y efectiva, incluso en sujetos con patologías como insuficiencia cardíaca.

Tomando en cuenta todo lo expuesto hasta el momento, en la siguiente sección se detallarán los hallazgos experimentales de aquellos estudios que han evaluado ITS

mediante actividades físicas musculares o aeróbicas, y los efectos observados sobre la PA y la GP en personas adultas con sobrepeso u obesidad.

INTERRUPCIÓN DEL TIEMPO SEDENTARIO Y PRESIÓN ARTERIAL

En 2014, Larsen y colaboradores examinaron el efecto de ITS en un grupo de 19 adultos con sobrepeso u obesidad. Cada sujeto fue sometido a tres condiciones distintas, separadas cada una por una semana, que consistieron en a) sentarse durante 7 horas sin interrupciones; b) realizar una caminata a intensidad leve (3,2 km/h) durante 2 min cada 20 min de tiempo sedentario, durante 5 horas; y c) realizar una caminata a intensidad moderada (entre 5,8 y 6,4 km/h) durante 2 min cada 20 min de tiempo sedentario, durante 5 horas. Se solicitó a los participantes presentarse en estado de ayuno el día de cada condición experimental; en cada ocasión se inició con un periodo de estabilización de 2 horas (permanecer sentados), posterior al cual consumieron una bebida compuesta por 75 g de maltodextrina y 50 g de grasa. Las mediciones de PA se realizaron 5 minutos antes de cada ITS, con un esfigmomanómetro digital. Se determinó que, en comparación con sentarse sin interrupciones, las caminatas a intensidad leve y moderada disminuyeron en forma estadísticamente significativa la PAS (-3 mmHg, $p = 0.002$, TE = 0.61) y la PAD (-2 mmHg, $p = 0.02$, TE = 0.48).

Posteriormente, Zeigler et al. (2015) evaluaron cuatro condiciones de ITS en 9 adultos con sobrepeso u obesidad, las cuales también fueron separadas cada una por una semana, y consistieron en a) permanecer sentados durante 8 horas, sin interrupciones; b) colocarse de pie por periodos progresivamente más largos (10 min, 10 min, 15 min, 15 min, 20 min, 20 min, 30 min y 30 min) para un volumen total de 2.5 horas de pie a lo largo

de 8 horas; c) caminar a intensidad leve (1.6 km/h) en banda sin fin, por periodos progresivamente más largos (10 min, 10 min, 15 min, 15 min, 20 min, 20 min, 30 min, 30 min) para un volumen total de 2.5 horas de caminata a lo largo de 8 horas; y d) pedalear en cicloergómetro a 20 W y una cadencia que replicara la caminata, en periodos progresivamente más largos (10 min, 10 min, 15 min, 15 min, 20 min, 20 min, 30 min y 30 min). Los sujetos consumieron una cena estandarizada el día previo a cada condición experimental, así como un desayuno, meriendas y almuerzo estandarizados en cada ocasión. Las mediciones de PA fueron realizadas con un monitoreo ambulatorio de la PA (MAPA), programado para efectuar mediciones cada 15 min. Los hallazgos principales fueron los siguientes: en forma estadísticamente significativa, la PA fue menor en cada una de las condiciones experimentales en comparación con permanecer sentado sin interrupciones ($p < 0.01$). Pedaleo en cicloergómetro disminuyó más la PAS (-3 mm Hg) en comparación con caminar ($p = 0.01$) y colocarse de pie ($p = 0.04$). La PAD únicamente mejoró con el cicloergómetro (-2 mm Hg) en comparación con sentarse sin interrupciones.

Por otra parte, en un grupo de 24 sujetos obesos con DM2, Dempsey et al. (2016) evaluaron el efecto de ITS en las siguientes tres condiciones: a) sentarse en forma continua durante 8 horas; b) ITS cada 30 min con 3 min de caminata a intensidad leve (3.2 km/h); y c) ITS cada 30 min con 3 min de ejercicios contra resistencia (circuito compuesto por 20 s de media sentadilla, 20 s de elevación de pantorrillas, 20 s de contracciones de glúteos y elevación de rodillas, repetido en 3 ocasiones en dicho orden y empleando el propio peso corporal). Cada una de estas condiciones tuvo un periodo de separación de entre 6 y 14 días. En cada condición experimental, los participantes se presentaron en ayuno de 12

horas, permanecieron sentados durante 1 hora (como periodo de estabilización), posterior a lo cual ingirieron un desayuno estandarizado. Las mediciones de PA se realizaron con un esfigmomanómetro digital. Los autores hallaron disminuciones estadísticamente significativas tanto con la caminata a intensidad leve (-14 mm Hg PAS / -8 mm Hg PAD), como con el circuito de ejercicios de resistencia con peso corporal (-16 mm Hg PAS / -10 mm Hg PAD), en comparación con sentarse en forma ininterrumpida ($p < 0.001$). Los ejercicios de resistencia tuvieron un mayor impacto en la disminución de la PA en comparación con la caminata leve ($p < 0.05$).

Kerr et al. (2017) realizaron un estudio piloto con 10 mujeres postmenopáusicas con sobrepeso u obesidad, quienes completaron cuatro intervenciones de 5 horas de duración cada una: a) permanecer sentadas sin interrupciones; b) colocarse de pie durante 2 min cada 20 min de tiempo sedentario; c) colocarse de pie 10 min por cada hora de tiempo sedentario; y d) caminar 2 min a intensidad leve por cada hora de tiempo sedentario. Se les suministró una cena estandarizada, realizaron un ayuno de 10 horas, y también se les brindó un desayuno estandarizado en cada visita. Las mediciones de PA se efectuaron con un esfigmomanómetro digital cada 30 min, en un periodo menor a 10 min posterior a cada ITS. Los autores no encontraron efectos significativos sobre la PA en ninguna de las condiciones experimentales. Sin embargo, sí hallaron un efecto significativo sobre la GP al ITS con 2 min de caminata cada hora ($p = 0.0084$), y al colocarse de pie 2 min cada 20 min ($p = 0.0024$).

Barone et al. (2017) analizaron a 25 adultos con sobrepeso u obesidad, quienes fueron sometidos a dos condiciones experimentales de aproximadamente 10 horas de duración cada una: a) ITS cada 30 min, durante los cuales permanecieron de pie en

estaciones de trabajo adaptadas para tal fin, periodos que alternaron con 30 min sentados, y así en forma sucesiva; b) permanecer sentados en forma ininterrumpida. Los participantes cumplieron un periodo de ayuno, y se les suministró un desayuno estandarizado el día de cada condición experimental. Las mediciones de PA se realizaron cada hora. Como resultados principales, los autores hallaron que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre ambas condiciones para la PAS. Sin embargo, la PAD fue menor en la condición de ITS ($p = 0.020$), al igual que la PAM ($p = 0.029$).

Bailey et al. (2015) no hallaron diferencias significativas en la PAS ni la PAD al someter a 10 personas adultas con sobrepeso a ITS con bipedestación o caminatas a intensidad leve durante 2 minutos cada 20 minutos por un lapso de 5 horas.

Wennberg et al. (2016) evaluaron a 19 adultos que permanecieron sentados durante 5 horas sin interrupciones, o realizaron ITS con caminatas a intensidad leve durante 3 minutos cada media hora, sin hallar diferencias significativas entre ambas condiciones experimentales, tanto en PAS, PAD como en GP.

Asimismo, Bhammar et al. (2017) no hallaron una mejoría en la PAS, PAD ni PAM en 10 adultos obesos que interrumpieron el tiempo sedentario con caminatas a intensidad moderada durante 2 minutos cada 20 minutos, o caminatas a intensidad alta durante 2 minutos cada hora, en comparación con permanecer sentados por 9 horas consecutivas.

Por último, Freire et al. (2019) no encontraron mejoría significativa en la PAS en un grupo de 25 adultos con obesidad al realizar ITS con caminatas a intensidad leve durante 5 minutos cada 20 minutos en un periodo de 10 horas.

La tabla 2 resume los principales hallazgos de los estudios experimentales sobre el efecto de la ITS en la PA de personas adultas con sobrepeso u obesidad.

Tabla 2

Resumen de los estudios con ITS y PA en personas adultas con sobrepeso u obesidad

Estudio y año	Tamaño (N)	Duración del estudio	Intervenciones	Componentes de la PA			
				PAS	PAD	PAM	PP
Larsen et al., 2014	19	5 horas	a) CL 2 min cada 20 min b) CM 2 min cada 20 min c) SSI	↓	↓	→	x
Zeigler et al., 2015	10	7 horas	a) CL (10 min, 10 min, 15 min, 15 min, 20 min, 20 min, 30 min y 30 min) b) SSI	↓	↓	x	x
Bailey et al., 2015	10	5 horas	a) Bipedestación 2 min cada 20 min b) CL, 2 min cada 20 min c) SSI	→	→	x	x
Zeigler et al., 2016	9	8 horas	a) Bipedestación cada hora (10 min, 10 min, 15 min, 15 min, 20 min, 20 min, 30 min y 30 min) b) CL, mismo esquema c) Cicloergómetro 20 W, mismo esquema d) SSI	↓	↓	x	x
Wennberg et al., 2016	19	5 horas	a) CL 3 min cada 30 min b) SSI	→	→	x	x

Dempsey et al., 2016	24	8 horas	a) CL 3 min cada 30 min b) ECR con peso corporal 3 min cada 30 min c) SSI	↓	↓	x	x
Kerr et al., 2017	10	5 horas	a) Bipedestación 2 min cada 20 min b) Bipedestación 10 min cada hora c) CL 2 min cada hora d) SSI	→	→	x	x
Bhammar et al., 2017	10	9 horas	a) CM 2 min cada 20 min b) CV 2 min cada hora c) SSI	→	→	x	x
Barone et al., 2017	25	10 horas	a) Alternar 30 min sentados y 30 min de pie b) SSI	→	↓	↓	x
Freire et al., 2019	25	10 horas	a) CL durante 5 min cada 20 min b) SSI	→	↓	x	x

↓ = disminuyó significativamente; → = no cambió; x = no fue medida o reportada; CL = caminata leve; CM = caminata moderada; CV = caminata vigorosa; SSI = sentarse sin interrupciones; ECR = ejercicios contra resistencia. Fuente: elaboración propia

INTERRUPCIÓN DEL TIEMPO SEDENTARIO Y GLICEMIA POSTPRANDIAL

Dunstan et al. (2012) evaluaron a un grupo de 19 sujetos adultos con sobrepeso y obesidad. Los sujetos asistieron a un laboratorio en tres ocasiones (separadas por al menos 6 días), en las cuales fueron sometidos a las siguientes tres condiciones: a) sentarse sin interrupciones durante 5 horas; b) caminar a intensidad leve (3.2 km/h) durante 2 min cada 20 min; y c) caminar a intensidad moderada (entre 5.8 y 6.4 km/h) durante 2 min cada 20 min. En cada intervención, los sujetos asistieron en periodo de ayuno, se les colocó una vía periférica para toma de muestras sanguíneas 2 horas antes del inicio de cada condición experimental. Posteriormente, permanecieron sentados durante 2 horas, luego de las cuales se les administró vía oral una solución compuesta por 75 g de maltodextrina y 50 g de grasa. Las muestras sanguíneas para determinar las áreas bajo las curvas de la glicemia y la insulinemia fueron tomadas cada hora durante 5 horas. Hubo una reducción en la curva de la GP tanto en AF leve como moderada de hasta 1.85 mmol/l ($p < 0.001$), en comparación con la condición de no interrupción. No hubo diferencias significativas entre ambas condiciones.

Por otra parte, en un estudio con 11 sujetos con sobrepeso u obesidad, Holmstrup et al. (2014) evaluaron el efecto de hacer ITS sobre la glicemia e insulinemia. Los sujetos realizaron tres intervenciones en orden aleatorio, las cuales consistieron en: a) sentarse en forma ininterrumpida durante 12 horas; b) realizar una hora de caminata en banda sin fin a 60-65% de VO_{2max} , y posteriormente permanecer sentados 11 horas; y c) realizar ITS cada hora con 5 min de banda sin fin a 60-65% de VO_{2max} . En cada intervención los sujetos se presentaron en condición de ayuno, se les colocó una vía periférica para muestras sanguíneas seriadas (cada 10 min), y se les suministraron comidas líquidas a lo

largo de cada intervención. Los autores hallaron mayores concentraciones de glicemia en aquellos sujetos que caminaron una hora y luego permanecieron sentados, en comparación con quienes realizaron interrupciones e incluso en comparación con el grupo control. No hubo diferencias significativas en las curvas de glicemia entre cada condición experimental; asimismo, a pesar de que la insulinemia fue menor con ejercicio continuo y con las ITS en comparación con sentarse sin interrupciones, tampoco se observaron diferencias significativas de ambas intervenciones entre sí.

En el estudio de Dempsey et al. (2016) fueron evaluados 24 adultos obesos con DM2, quienes participaron en tres condiciones experimentales, cada una de las cuales tuvo 8 horas de duración: a) sentarse en forma continua durante 8 horas; b) ITS cada 30 min con 3 min de caminata a intensidad leve (3.2 km/h); y c) ITS cada 30 min con 3 min de ejercicios contra resistencia (circuito compuesto por 20 s de media sentadilla, 20 s de elevación de pantorrillas, 20 s de contracciones de glúteos y elevación de rodillas, repetido en 3 ocasiones en dicho orden y empleando el propio peso corporal). Se tomó una muestra sanguínea 1 hora antes del inicio de cada condición (en ayuno), luego de lo cual se suministró un desayuno estandarizado. Las muestras sanguíneas se repitieron cada media hora. Se determinó que hubo disminución estadísticamente significativa en el área bajo la curva de la GP, la insulinemia y el péptido C para ambas condiciones de ITS ($p < 0.001$) en comparación con sentarse sin interrupciones. El área bajo la curva para los triglicéridos disminuyó en forma significativa con las interrupciones con ejercicios de resistencia, pero no con la banda sin fin ($p = 0.0048$).

La tabla 3 resume los hallazgos principales de los estudios experimentales acerca del efecto de la ITS en la GP de personas adultas con sobrepeso u obesidad.

Tabla 3

Resumen de los estudios con ITS y GP en personas adultas con sobrepeso u obesidad

Estudio	N	Duración	Intervenciones	Efecto sobre la GP
Dunstan et al., 2012	19	5 horas	a) CL 2 min cada 20 min b) CM 2 min cada 20 min c) SSI	↓
Holmstrup et al., 2014	11	12 horas	a) CM 1 h en forma continua, sentarse siguientes 11 horas b) CM 5 min cada hora c) SSI	→
Hawari et al., 2016	10	8 horas	a) Bipedestación 15 min continuos cada 30 min b) Bipedestación 1.5 min x 10 veces cada 30 min c) SSI	→
Wennberg et al., 2016	19	5 horas	a) CL 3 min cada 30 min b) SSI	→
Dempsey et al., 2016	24	8 horas	a) CL 3 min cada 30 min b) ECR con peso corporal 3 min cada 30 min c) SSI	↓
Brocklebank et al., 2017	17	5 horas	a) Bipedestación 2 min cada 20 min b) CL 2 min cada 20 min	↓
Freire et al., 2019	25	10 horas	a) CL durante 5 min cada 20 min b) SSI	↓

↓ = disminuyó significativamente; → = sin diferencias; CL = caminata leve; CM = caminata moderada; SSI = sentarse sin interrupciones.

Fuente: elaboración propia

JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

A partir de la revisión de literatura efectuada, la ITS en personas adultas con sobrepeso u obesidad pareciera favorecer:

- ✓ Una disminución en forma aguda de la PAS.
- ✓ Una disminución en forma aguda de la PAD.
- ✓ Una disminución en forma aguda de la GP.

Sin embargo, la revisión de literatura llevada a cabo también permitió concluir que, en dicha población, **se desconocía** lo siguiente:

- Si la ITS disminuye en forma aguda la PAM y la PP.
- Si la ITS con ejercicios de resistencia, empleando bandas elásticas, mejora en forma aguda la PAS, PAD, PAM, PP y la GP.
- Si la ITS con ejercicio aeróbico empleando *steps* mejora en forma aguda la PAS, PAD, PAM, PP y la GP.
- Si la ITS con ejercicios de resistencia, empleando bandas elásticas, es más efectiva que la ITS con ejercicio aeróbico empleando *steps*, en comparación con permanecer sentado en forma ininterrumpida.

Con base en lo anterior, la importancia de este trabajo radicó en que se aportó a la comunidad científica, y a la Universidad de Costa Rica, información como:

- La evaluación de algunas intervenciones de ITS que no han sido estudiadas previamente a nivel experimental, como el uso de bandas elásticas y *steps*.

- La inclusión de variables que no habían sido reportadas en estudios previos en este campo con esta población, como la PAM y la PP.
- La valoración de los posibles beneficios de realizar ITS sobre la PA y la GP en una población altamente sedentaria como la constituyen las y los oficinistas, por las características propias de las labores que desempeñan.
- El empleo de estrategias de ITS de muy bajo costo, que no consumen electricidad y que se pueden implementar en espacios reducidos, como el uso de bandas elásticas y *steps*.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y DEFINICIÓN DE VARIABLES

Objetivo

Determinar el efecto de realizar ITS, mediante ejercicios contra resistencia con uso de resistencia elástica o ejercicio aeróbico con *steps*, en comparación con una condición control sin interrupciones, sobre la PAS, PAD, PAM, PP y GP, en personas adultas oficinistas con sobrepeso u obesidad de la Universidad de Costa Rica.

Hipótesis

Se esperaba encontrar una disminución en la PAS, PAD, PAM, PP y GP con las diferentes estrategias de ITS, en comparación con una condición control, en una muestra de oficinistas con sobrepeso u obesidad que laboren en la Universidad de Costa Rica.

Definición de variables

En la tabla 4 se detallan las variables dependientes analizadas en cada condición experimental.

Tabla 4

Variables, subniveles, medición y definiciones operacionales

Variable	Subnivel(es)	Medición	Definición operacional
PA	PAS	Esfigmomanómetro digital	Máxima presión arterial en cada ciclo cardiaco (mm Hg)
	PAD	Esfigmomanómetro digital	Mínima presión arterial en cada ciclo cardiaco (mm Hg)
	PAM	Esfigmomanómetro digital	Suma aritmética de la presión arterial diastólica y un tercio de la presión de pulso (PAD + PP/3) (mm Hg)
	PP	Esfigmomanómetro digital	Diferencia aritmética entre la presión arterial sistólica y la presión arterial diastólica en cada ciclo cardiaco (PAS–PAD) (mm Hg)
GP	GP (mmol/l)	Glucómetro portátil	Concentración de glucosa en sangre periférica posterior a la ingesta de alimentos (mmol/L)

Fuente: elaboración propia

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA

TIPO DE INVESTIGACIÓN

Este estudio fue experimental, con un diseño de medidas repetidas en el cual cada persona participante realizó dos condiciones experimentales y una condición control, en orden aleatorio. Se intentó controlar la mayoría de amenazas a la validez interna y externa (Campbell & Stanley, 2001) (ver tabla 15 en Anexo 5 y tabla 16 en Anexo 6).

LUGAR

Las mediciones y condiciones experimentales se desarrollaron en el Centro de Investigación en Ciencias del Movimiento Humano (CIMO HU) de la Universidad de Costa Rica, ubicado en las Instalaciones Deportivas de la Sede Rodrigo Facio, en San Pedro de Montes de Oca.

MUESTRA DEL ESTUDIO

La muestra estuvo conformada por un total de 15 oficinistas que laboraban para la Universidad de Costa Rica en la segunda mitad del año 2019, con edades entre los 30 y 60 años, que presentaban obesidad. Se realizó una convocatoria abierta por medios digitales (redes sociales y correo electrónico), así como a través de la Oficina de Bienestar y Salud, y la Vicerrectoría de Administración de la Universidad de Costa Rica. Se realizó una breve entrevista telefónica o por correo electrónico a quienes mostraron interés en

participar, con el fin de determinar el cumplimiento de los criterios de inclusión y exclusión detallados en la tabla 5. Aquellas personas que cumplieron dichos criterios fueron convocadas a una reunión para la explicación detallada de la metodología de la investigación, y la lectura del consentimiento informado (documento aprobado previamente por el Comité Ético Científico de la Universidad de Costa Rica según oficio VI-2103-CEC-0136-2019).

El cálculo del tamaño de muestra se realizó a partir de un estudio de potencia estadística (Zar, 1996), y se emplearon 20 datos reales de mediciones de PAS y PAD de oficinistas que laboraban en la Universidad de Costa Rica durante el año 2019 y que acudieron a consulta médica en la Oficina de Bienestar y Salud, quienes cumplían los criterios de elegibilidad del estudio. A partir de dichas mediciones, se obtuvo una desviación estándar de 13.52 mmHg para la PAS. Con base en dicho hallazgo se determinó la necesidad de contar con la participación de 15 sujetos en total en la investigación, para detectar un cambio mínimo de 10 mmHg en la PAS con 90% de probabilidades de encontrar una diferencia estadísticamente significativa. Cambios de dicha magnitud, o mayores, habían sido reportados previamente en la literatura acerca de ITS, como en los estudios de Dempsey et al. (2016) y Freire et al. (2019).

Tabla 5

Criterios de elegibilidad de participantes

Inclusión	Exclusión
<ul style="list-style-type: none"> ○ Mujeres y hombres entre los 30 y 60 años de edad ○ Presentar sobrepeso u obesidad 	<ul style="list-style-type: none"> ○ HTA no controlada a nivel médico ○ Diabetes mellitus tipo 1 o tipo 2 ○ Tabaquistas ○ Enfermedades renales ○ Sujetos físicamente activos (i.e., cumplimiento de las recomendaciones mínimas semanales de AF de intensidad moderada o alta emitidas por el ACSM) ○ Mujeres embarazadas ○ Abandono de la condición experimental por cualquier causa ○ Limitaciones físicas que impidan la ejecución de las actividades en las condiciones experimentales

Fuente: elaboración propia

DISEÑO EXPERIMENTAL

En este estudio todos los sujetos participaron en cada una de las condiciones experimentales y en la condición control. En cada condición, se realizaron once mediciones de la PA y dos mediciones de la GP. Se representó el diseño experimental mediante la siguiente nomenclatura (Campbell & Stanley, 2001):

Presión arterial

R G₁ O₁ X₁ O₂ X₂ O₃ X₁ O₄ X₂ O₅ X₁ O₆ X₂ O₇ X₁ O₈ X₂ O₉ X₁ O₁₀ X₂ O₁₁

R G₂ O₁ X₁ O₂ X₃ O₃ X₁ O₄ X₃ O₅ X₁ O₆ X₃ O₇ X₁ O₈ X₃ O₉ X₁ O₁₀ X₃ O₁₁

R G₃ O₁ X₁ O₂ O₃ X₁ O₄ O₅ X₁ O₆ O₇ X₁ O₈ O₉ X₁ O₁₀ O₁₁

Glicemia postprandial

R G₁ O₁ X₁ X₂ X₁ X₂ X₁ X₂ X₁ X₂ X₁ X₂ O₂

R G₂ O₁ X₁ X₃ X₁ X₃ X₁ X₃ X₁ X₃ X₁ X₃ O₂

R G₃ O₁ X₁ X₁ X₁ X₁ X₁ O₂

R: aleatorización

O: medición

G₁: condición experimental 1 (BAN)

X₁: permanecer sentado

G₂: condición experimental 2 (STEP)

X₂: ITS con BAN

G₃: condición control (CC)

X₃: ITS con STEP

INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

Presión arterial

En concordancia con los lineamientos de la AHA (Whelton et al., 2017) y la Sociedad Cardiovascular Canadiense (Leung et al., 2017), los cambios en la PA fueron medidos con esfigmomanómetros automáticos debidamente calibrados. Se emplearon equipos marca Welch Allyn® modelo ProBP 3400 Series, los cuales han sido validados y

cumplen con los estándares internacionales del Instituto Nacional Estadounidense de Estándares y de la Sociedad Británica de Hipertensión (Alpert, 2011).

Se siguieron las recomendaciones para la toma correcta de la PA propuestas por la AHA (ver tabla 6), al igual que para la escogencia del tamaño correcto del manguito del esfigmomanómetro (ver tabla 7) (Whelton et al., 2017). Los valores obtenidos en las mediciones de PA en cada condición experimental fueron registrados en hojas de recolección de datos (ver Anexo 3).

Tabla 6

Lista de cotejo para la toma correcta de la PA en adultos

Pasos importantes	Instrucciones
Paso 1: Preparación del individuo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Periodo de reposo: la persona debe sentarse en una silla, con los pies apoyados en el piso, sin cruzar las piernas, y con la espalda apoyada contra un respaldo, durante al menos 5 minutos. 2. La persona debe evitar el consumo de cafeína, tabaco o la realización de AF al menos 30 minutos antes de la medición de PA. 3. La persona debe vaciar su vejiga antes de la medición. 4. Evitar conversar con la persona durante el periodo de reposo y durante la medición. 5. Remover prendas de vestir en el sitio de colocación del esfigmomanómetro. 6. Mediciones que se realicen con la persona sentada o recostada en una camilla de exploración no son válidas.

-
- Paso 2: Técnica adecuada para medir la PA
1. Emplear un esfigmomanómetro debidamente calibrado.
 2. Proveer un punto de soporte para el antebrazo y brazo de la persona (por ejemplo, un escritorio).
 3. Colocar el esfigmomanómetro en el brazo a la altura del atrio derecho (aproximadamente a la mitad del cuerpo del esternón).
 4. Utilizar una talla adecuada de esfigmomanómetro, que cubra al menos el 80% de la circunferencia braquial.
-

Fuente: adaptado de Whelton et al. (2017).

Tabla 7

Criterios de selección de la talla correcta del manguito de esfigmomanómetro en adultos

Circunferencia braquial	Talla recomendada
22 – 26 cm	Adulto, tamaño pequeño
27 – 34 cm	Adulto
35 – 44 cm	Adulto grande
45 – 52 cm	Muslo de adulto

Fuente: adaptado de Whelton et al. (2017).

Glicemia postprandial

Si bien los métodos analíticos en laboratorios de bioquímica clínica son considerados el estándar de oro para la determinación de la glicemia, la Asociación Americana de Diabetes (ADA, por sus siglas en inglés) avala el uso de glucómetros portátiles debidamente calibrados como un medio efectivo, rápido y de menor costo para

la determinación de glicemias postprandiales, a partir de muestras de sangre periférica o capilar (ADA, 2018).

Se utilizaron glucómetros portátiles marca Accu-Chek® modelo Performa, los cuales cumplen con la certificación ISO 15197:2003 y presentan una precisión de ± 0.83 mmol/l (Freckmann et al., 2012).

INTENSIDAD DE LAS ACTIVIDADES

La intensidad de las actividades fue de moderada a alta en cada grupo experimental, correspondiente a un esfuerzo percibido de entre 13 y 16 puntos sobre 20 (máximo esfuerzo), según la escala de esfuerzo percibido Borg (Borg, 1998), la cual ha sido ampliamente utilizada y validada en estudios experimentales debido a su adecuada correlación con la FC y la capacidad máxima de oxígeno (Fletcher et al., 2013). Adicionalmente, la intensidad de las actividades se controló con el registro de la FC de cada participante con monitores cardíacos marca Polar®, modelo FT7, los cuales presentan una precisión de ± 1 latido/minuto (acorde con las indicaciones del fabricante).

MEDICIONES ANTROPOMÉTRICAS Y DE ACTIVIDAD FÍSICA

Como parte de la información descriptiva de la muestra, se realizaron mediciones antropométricas a través de análisis de composición corporal mediante bioimpedancia eléctrica, método no invasivo que presenta una alta precisión y seguridad. Se utilizó un analizador marca seca® modelo mBCA 514. Este tipo de equipo ha sido utilizado y validado en diversos estudios experimentales (Peine et al., 2013).

El nivel de AF que realizaban las y los participantes en sus vidas cotidianas fue determinado por auto reporte a través de la versión larga en idioma español del Cuestionario Internacional de Actividad Física (ver Anexo 4). Dicho instrumento permite recabar información acerca del tiempo que las personas entre 18 y 65 años de edad dedican a realizar AF de intensidad baja, moderada o alta en diferentes contextos de sus vidas (trabajo, transporte, actividades domésticas, esparcimiento, y tiempo sedentario). Ha sido validado en múltiples países e idiomas (Craig, 2003).

PROCEDIMIENTOS

Convocatoria

Se realizó una convocatoria por medio de redes sociales, a través de la Oficina de Bienestar y Salud y de la Vicerrectoría de Administración de la Universidad de Costa Rica. Asimismo, se entregaron 500 volantes en el campus universitario, con el fin de difundir la información y reclutar la cantidad requerida de personas participantes.

Selección de participantes

Aquellas personas que mostraron interés en participar fueron llamadas por teléfono para verificar el cumplimiento de los criterios de elegibilidad (ver tabla 5). Esta información fue corroborada por escrito al realizar una historia clínica corta a cada participante, en forma presencial. En total, cada persona completó:

- Formulario para el consentimiento informado basado en la Ley n°9234 “Ley Reguladora de Investigación Biomédica” y el “Reglamento Ético Científico de la

Universidad de Costa Rica para las investigaciones en las que participan seres humanos” (ver Anexo 1).

- Ficha de datos personales y medidas antropométricas (ver Anexo 2).
- Cuestionario Internacional de Actividad Física, versión larga, idioma español (ver Anexo 4).

Aleatorización

Una vez obtenida la cantidad requerida de participantes, se les distribuyó aleatoriamente en dos subgrupos: el primero con asistencia durante setiembre 2019, y el segundo durante octubre 2019. El primero estuvo conformado por 9 participantes y el segundo por 6. En cada uno de los subgrupos, se realizó un sorteo donde cada participante escogió un papel contenido en un sobre opaco, el cual indicaba la primera condición experimental. Se repitió el procedimiento en forma sucesiva con cada persona, hasta que todas tenían distribuido al azar el orden de las tres condiciones experimentales: A) sentarse durante 5 horas sin realizar ITS (condición SENT), la cual fungió como control; B) realizar ITS cada hora, con 4 minutos de ejercicio contra resistencia utilizando bandas elásticas (condición BAND); C) realizar ITS cada hora, con 4 minutos de ejercicio aeróbico utilizando un banco de *steps* (condición STEP).

Familiarización

Se llevó a cabo una sesión de familiarización con las bandas elásticas, con el fin de identificar aquella que le permitiera a cada persona trabajar a la intensidad requerida. Se explicó la técnica correcta de ejecución de cada ejercicio e, inicialmente, los sujetos

realizaron todos los ejercicios solicitados con la banda de menor resistencia. En caso de que no alcanzaran la intensidad, descansaron 10 minutos y repitieron la prueba con la siguiente banda en orden de resistencia, hasta determinar aquella con la cual cumplieran con la intensidad solicitada. Las bandas elásticas TheraBand® que se emplearon presentaron seis niveles de intensidad (resistencia) asociados a un color: amarillo = 1.36 kg; rojo = 1.68 kg; verde = 2.09 kg; azul = 2.63 kg; negro = 3.31 kg; y plateado = 4.63 kg. En igual sentido, las personas participantes se familiarizaron con el ritmo (130 pasos por minuto) al utilizar los bancos de *steps*.

Prueba piloto

En diciembre 2018, se realizó una prueba piloto con 3 sujetos voluntarios que cumplían los criterios de elegibilidad, excepto por no laborar en la Universidad de Costa Rica. Se llevó a cabo en el CIMOHU y tuvo una duración de 4 horas (1 hora para desayuno y familiarización, 3 horas de condiciones experimentales). Las personas fueron distribuidas al azar, por medio de una rifa con papeles: participante n°1 utilizó bandas elásticas, n°2 utilizó el banco de *steps* y n°3 permaneció sentado sin realizar ITS. En cada condición, cumplieron el protocolo experimental del diseño metodológico. Se probaron varias combinaciones de ejercicios con bandas elásticas, para determinar la intensidad y el mejor orden y tipo de ejercicios. De igual manera, se probaron distintos ritmos al subir y bajar de los bancos de *step*, hasta determinar el más adecuado para el estudio formal. Asimismo, en dicha prueba piloto se pudieron equiparar la duración e intensidad de cada ITS con ambas modalidades de ejercicio.

La tabla 8 muestra los registros de presiones arteriales (tres para cada persona, uno por hora) y glicemias postprandiales (dos por persona, al inicio y al final de la prueba piloto). Las tendencias observadas en esta prueba piloto permitieron tener mayores insumos para plantear las hipótesis del presente estudio.

Tabla 8

Resultados de presiones arteriales y glicemias postprandiales de la prueba piloto

Persona	1 (BAND)			2 (STEP)			3 (SENT)		
Medición	1	2	3	1	2	3	1	2	3
PAS (mm Hg)	138	135	129	128	130	124	126	132	136
PAD (mm Hg)	84	79	78	75	76	74	84	84	86
PAM (mm Hg)	102	98	95	93	94	91	98	100	103
PP (mm Hg)	54	56	51	53	54	50	42	48	50
GP (mmol/l)	5.72	-	4.94	6.11	-	4.33	6.05	-	5.11

Fuente: elaboración propia

CARACTERÍSTICAS DE LAS INTERVENCIONES

En cada grupo experimental, así como en la condición control, se solicitó a los participantes presentarse en estado de ayuno (al menos 8 horas sin ingesta de alimentos o bebidas). Adicionalmente, se les pidió abstenerse de consumir bebidas alcohólicas y no realizar ejercicio físico al menos 48 horas antes de cada día que debían presentarse al laboratorio. En total, cada persona tuvo que presentarse al CIMOHU en 4 ocasiones diferentes, una vez por semana. En todas las visitas al laboratorio, los participantes

estuvieron supervisados para garantizar el cumplimiento estricto de las condiciones experimentales.

Se les solicitó llegar al laboratorio al menos 45 minutos antes del inicio de las pruebas, con el fin de contar con tiempo suficiente para las mediciones de PA y glicemia en condición de ayuno, posteriormente se les brindó tiempo para desayunar, ir al baño en caso necesario, y acomodarse en el espacio correspondiente del laboratorio. El desayuno estandarizado fue diseñado en forma independiente por una nutricionista. Aportó un total de 585 kCal, y su contenido consistió en: 1 taza de gallopinto (arroz y frijoles en igual proporción), 1 rebanada de 30 g de queso fresco, $\frac{1}{4}$ de aguacate sin sal, 1 huevo revuelto sin sal, y 250 mL de jugo de naranja natural sin azúcar. La distribución de macronutrientes fue de 75 g de hidratos de carbono, 24 g de proteína, y 21 g de lípidos, con un aporte en minerales de 200 mg de sodio. A la mitad de la duración de cada condición experimental o la condición control, se les brindó una merienda que consistió todas las veces en una manzana mediana tipo Gala. Asimismo, las personas participantes podían consumir agua *ad libitum* almacenada a temperatura ambiente (se replicó el volumen ingerido en cada sesión).

Una vez consumido el desayuno estandarizado, las personas disponían de 30 minutos como periodo de reposo, tiempo disponible para poder cambiarse de ropa en caso necesario o ir al servicio sanitario. Una vez listas, todas las personas se sentaron en su silla correspondiente dentro del laboratorio, y se les tomó una medición de base de PA siguiendo el protocolo de la AHA (tabla 6). Con dicha medición daba por iniciado el periodo de 5 horas de cada condición experimental o la condición control, según fuera el caso.

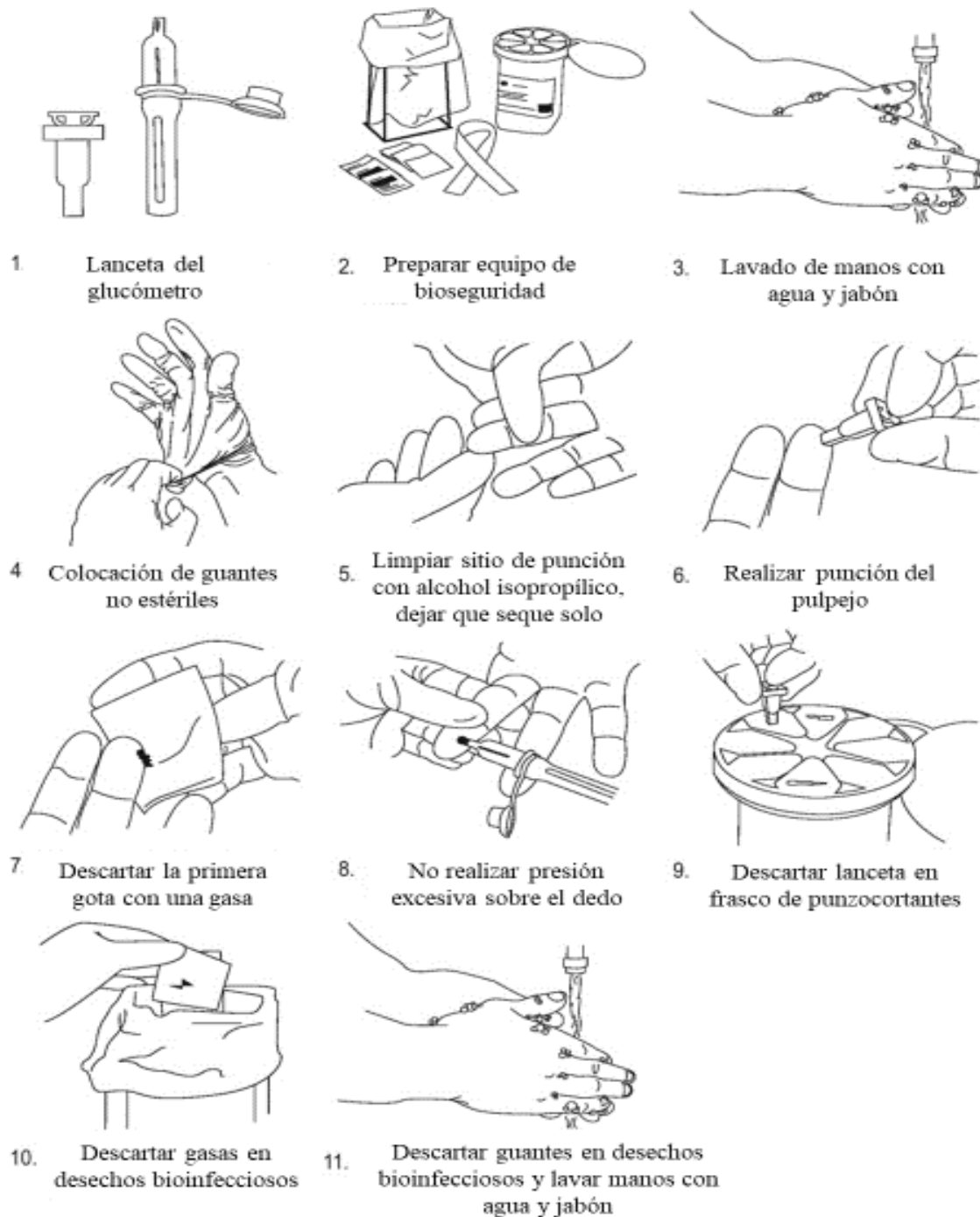


Figura 2. Protocolo para la toma correcta de muestras de sangre capilar. Adaptado de: World Health Organization (2010). *WHO Guidelines on Drawing Blood: Best Practices in Phlebotomy*. Geneva: World Health Organization.

Como puede observarse en la figura 3, los sujetos permanecieron sentados durante 5 horas, en similitud con estudios previos (Dunstan et al., 2012; Larsen et al., 2014; Kerr et al., 2017). En las condiciones experimentales BAN y STEP, los sujetos realizaron una ITS cada 60 min que permanecieron sentados en una silla. Cada ITS tuvo una duración de 4 minutos.

Las mediciones de PA se realizaron durante los 5 minutos antes de cada ITS y durante el primer minuto luego de concluir la interrupción, con el fin de poder comparar posibles cambios en dicha variable antes y después de cada ITS, así como a lo largo de todas las ITS. Las mediciones de la GP se realizaron 30 minutos después del desayuno estandarizado y al final de completar 5 horas de tiempo sedentario, esto en cada condición experimental. En la figura 4 se detallan las actividades que se realizaron en la condición control, cuyos participantes debieron permanecer sentados durante las 5 horas sin realizar ITS.

En cualquiera de las dos condiciones experimentales, así como en la condición control, los participantes pudieron leer, estudiar, utilizar dispositivos electrónicos (computadora, tableta, teléfono celular) durante el tiempo que permanecían sentados. Se les solicitó que, en la medida de lo posible, no atendieran asuntos laborales o personales que pudieran generar alteraciones en el estado emocional (estrés, enojo).

Finalmente, en caso de que alguna o algún participante deseara ir al servicio sanitario, se les trasladó en la misma silla (ya que disponía de ruedas), con el fin de minimizar la AF que no fuera aquella que formaba parte del protocolo experimental.

Al concluir cada día de asistencia al laboratorio, se les dio a las personas participantes un almuerzo (no estandarizado).

CONDICIONES EXPERIMENTALES

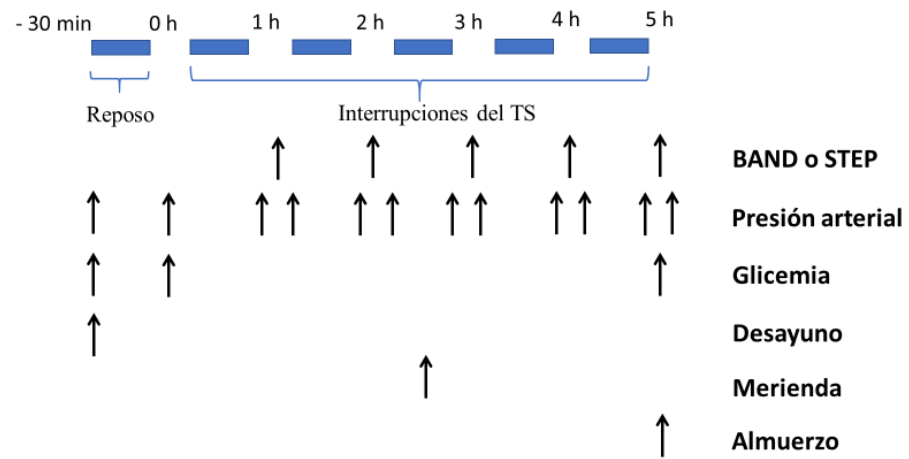


Figura 3. Protocolo de las condiciones experimentales.

CONDICIÓN CONTROL

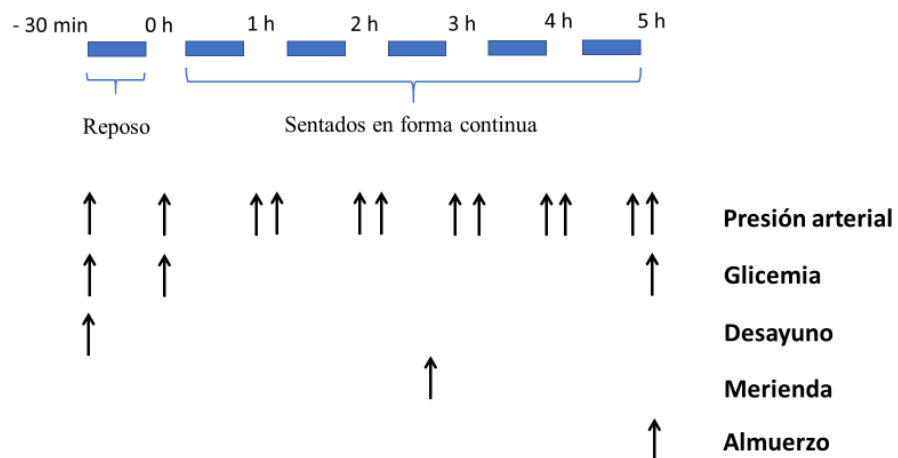


Figura 4. Protocolo de la condición control.

Condición experimental BAND (bandas elásticas)

Como se indicó previamente, en la sesión de familiarización se determinó con cuál banda elástica los participantes podían ejecutar la totalidad de los ejercicios en forma correcta y con una intensidad global equivalente a un esfuerzo percibido de entre 13 y 16 puntos en la escala Borg (Borg, 1998) tras finalizar los 4 minutos de ITS.

En similitud con la metodología empleada por Oh et al. (2017), los sujetos realizaron ejercicios tanto para miembros superiores como para miembros inferiores, a saber: *curl* de bíceps, elevaciones frontales de hombros, *press* de pecho, remo, elevaciones de pantorrillas y media sentadilla. En cada ITS, los participantes ejecutaron los seis ejercicios en un mismo orden, cada uno durante 30 segundos para un total de 180 segundos, siguiendo la secuencia detallada en la tabla 9.

Tabla 9

Secuencia de ejercicios a realizar en cada ITS con ejercicios de resistencia elástica

Ejercicios (en este orden)	Ejecución	Duración (segundos)	Intensidad global (Borg)
<i>Press</i> de pecho	Bilateral	30	
Elevaciones frontales hombros	Bilateral	30	
Media sentadilla	Bilateral	30	13 – 16
<i>Curl</i> de bíceps	Bilateral	30	
Elevaciones de pantorrillas	Bilateral	30	
Remo	Bilateral	30	

Fuente: elaboración propia

Condición experimental STEP (ejercicio aeróbico con *steps*)

En similitud con el protocolo empleado por Ohta et al. (2012), los participantes en la condición STEP interrumpieron el tiempo sedentario bajando y subiendo un escalón de 15 cm de altura, durante 4 minutos, a un volumen de 130 pasos por minuto (sube 65 veces y baja 65 veces) y un volumen total de 520 pasos en los 4 minutos de duración de la ITS, a una intensidad de esfuerzo percibido de 13–16 sobre 20 (Borg, 1998). Para facilitar el cumplimiento de la cadencia requerida, se empleó un metrónomo (aplicación de teléfono celular) con señal audible, que fue conectado vía Bluetooth a un parlante inalámbrico que permitía escuchar con total claridad en todo el laboratorio.

Condición experimental SENT (condición control)

Los sujetos que participaron en la condición control permanecieron sentados durante las 5 horas, es decir, no realizaron ITS. Se les midió la PA y la GP en la misma cantidad de ocasiones que a las personas que se encontraban en alguna de las dos condiciones de ITS.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se emplearon técnicas de estadística descriptiva para el análisis de las características demográficas, antropométricas y de composición corporal de la muestra. Estas variables fueron analizadas con hojas de datos de Microsoft Excel® 2016.

Los análisis inferenciales se realizaron con el paquete estadístico SPSS 22.0 (IBM Corp. Armonk, USA). Las mediciones de PA se evaluaron a través de análisis de varianza (ANOVA) de medidas repetidas (3 condiciones x 6 mediciones PRE). La GP se evaluó

con ANOVA de medidas repetidas (3 condiciones x 2 mediciones). Adicionalmente, se calcularon porcentajes de cambio y tamaños de efecto (TE) para cada una de las variables dependientes según cada una de las tres condiciones experimentales. Para todos los análisis se estableció $\alpha = 0.05$ para la significancia estadística.

El cálculo de los TE se basó en la fórmula g de Hedges (Hedges & Olkin, 1985), donde DE_P corresponde a la desviación estándar ponderada y N al número de sujetos. Acorde con los mismos autores, se consideró un TE < 0.2 como insignificante, entre 0.2 y 0.5 como pequeño, entre 0.5 y 0.8 como medio, y mayor a 0.8 como grande.

$$g = \frac{\text{Media de postest} - \text{Media de pretest}}{DE_P}$$

$$DE_P = \sqrt{\frac{(N_{\text{post}} - 1)DE_{\text{post}}^2 + (N_{\text{pre}} - 1)DE_{\text{pre}}^2}{N_{\text{post}} + N_{\text{pre}} - 2}}$$

Los intervalos de confianza de los TE fueron calculados a partir de las siguientes fórmulas (Hedges & Olkin, 1985), donde EE corresponde al error estándar:

$$\text{Límite inferior} = TE - 1.96 * \frac{EE}{\sqrt{N}} \qquad \text{Límite superior} = TE + 1.96 * \frac{EE}{\sqrt{N}}$$

Los porcentajes de cambio fueron calculados con la siguiente fórmula:

$$\% \Delta = \left[\frac{\text{Postest} - \text{Pretest}}{\text{Pretest}} \right] * 100$$

CAPÍTULO 4

RESULTADOS

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

En total, participaron en el estudio 15 oficinistas con sobrepeso u obesidad que laboraban en la Sede Rodrigo Facio de la Universidad de Costa Rica, durante la segunda mitad del año 2019. Con el fin de optimizar el espacio físico, mobiliario y los equipos disponibles en el CIMOHU, las personas participantes fueron distribuidas aleatoriamente para que asistieran en dos meses diferentes: un primer subgrupo de 9 personas durante setiembre 2019, y un segundo subgrupo de 6 personas durante octubre 2019.

El 100% de las personas asistió a todas las actividades requeridas, es decir, no hubo mortalidad experimental. Existió un periodo de separación de 7 días entre sesiones. En el mes de setiembre 2019, una de las participantes requirió ausentarse, por lo cual su sesión de reposición se llevó a cabo con una separación de 15 días con respecto a los demás sujetos. La misma situación se presentó con otro participante durante octubre 2019. Ninguna de las personas se lesionó ni presentó efectos adversos en el transcurso de este estudio.

La tabla 10 muestra las principales características demográficas, antropométricas y de AF de las personas participantes. La tabla 11 presenta las medias pre y post para las variables de PA según cada condición experimental, con sus respectivos IC al 95%. Asimismo, la tabla 12 muestra todos los porcentajes de cambio individuales (es decir, de cada participante por separado), según cada variable independiente y cada condición experimental.

Tabla 10

Principales características de las personas participantes

	MEDIA	DE	N	%
Sexo				
Femenino			13	86.67
Masculino			2	13.33
Edad (años)	43.93	9.54		
Valores antropométricos				
IMC (kg/m ²)	31.23	3.28		
Circunferencia cintura (cm)	95.55	12.10		
Masa grasa (%)	41.63	4.66		
Masa magra (%)	58.37	4.66		
Músculo esquelético (kg)	21.61	5.80		
Estratificación de PA				
Normotensos			10	66.67
Elevada			3	20.00
HTA estadio 1			2	13.33
HTA estadio 2			0	0.00
PAS basal (mm Hg)	115.27	10.23		
PAD basal (mm Hg)	74.67	6.84		
Con tratamiento farmacológico para PA			3	20.00
Sin tratamiento farmacológico para PA			12	80.00
Clasificación según AF semanal				
Baja (MET-min/semana)	459.91	382.48	11	73.33
Moderada (MET-min/semana)	750.00	227.15	4	26.67
Alta o vigorosa (MET-min/semana)	0.00	0.00	0	0.00
TS laboral (horas/día)	8.80	3.28		
TS en medios de transporte (horas/día)	2.36	1.84		

IMC = índice de masa corporal; TS = tiempo sedentario. Fuente: elaboración propia

Tabla 11

Medias pre, porcentajes de cambio y medias post para variables de PA y GP, según condición experimental

Variable	Condición	Pre	IC 95% (Pre)	%Δ	Post	IC 95% (Post)
PAS (mm Hg)	Sent	114.93	108.23, 121.63	2.32	117.60	110.70, 124.50
	Band	114.47	108.57, 120.37	3.26	118.20	111.59, 124.81
	Step	118.80	111.10, 126.50	-1.18	117.40	111.42, 123.38
PAD (mm Hg)	Sent	74.20	70.32, 78.08	3.67	76.93	72.76, 81.10
	Band	76.13	72.27, 79.99	0.71	76.67	73.44, 79.90
	Step	76.80	73.61, 79.99	1.82	78.20	74.48, 81.92
PAM (mm Hg)	Sent	87.78	83.04, 92.52	3.08	90.49	85.51, 95.47
	Band	88.91	84.52, 93.30	1.79	90.51	86.34, 94.68
	Step	90.80	86.57, 95.03	0.51	91.27	86.90, 95.64
PP (mm Hg)	Sent	40.73	37.38, 44.08	-0.15	40.67	37.16, 44.18
	Band	38.33	35.10, 41.56	8.34	41.53	37.24, 45.82
	Step	42.00	35.77, 48.23	-6.67	39.20	36.14, 42.26
GLICEMIA (mmol/l)	Sent	6.11	5.61, 6.61	-1.14	4.80	4.54, 5.06
	Band	6.01	5.69, 6.33	-1.23	4.68	4.49, 4.86
	Step	5.90	5.43, 6.37	-1.28	4.54	4.29, 4.79

Fuente: elaboración propia

Tabla 12

Porcentajes de cambio de cada persona participante, según la condición experimental

S	PAS			PAD			PAM			PP			GLICEMIA		
	Sent	Band	Step	Sent	Band	Step	Sent	Band	Step	Sent	Band	Step	Sent	Band	Step
1	9.26	-5.04	15.04	13.51	-8.05	2.50	11.72	-6.83	7.69	0.00	3.13	45.45	-18.75	-25.41	-32.14
2	3.33	2.54	12.17	8.86	2.56	8.75	6.47	2.55	10.18	-7.32	2.50	20.00	-8.33	-28.70	-36.59
3	9.09	7.41	6.09	4.05	1.32	0.00	6.20	3.85	2.56	19.44	21.88	19.44	-6.25	-28.70	-33.33
4	3.79	0.00	7.50	3.80	-2.50	20.55	3.79	-1.37	14.66	3.77	3.77	-12.77	-32.81	-6.80	-22.45
5	7.22	7.00	-3.96	6.45	4.48	-1.52	6.79	5.56	-2.58	8.57	12.12	-8.57	-11.46	-15.31	-7.61
6	-2.73	6.73	3.67	-2.74	5.71	1.33	-2.73	6.15	2.32	-2.70	8.82	8.82	-17.17	-18.69	-18.18
7	-2.02	4.21	0.93	4.76	8.20	4.17	1.78	6.45	2.79	-13.89	-2.94	-5.71	-23.15	-11.70	-2.83
8	-4.00	-3.20	11.38	-4.71	-7.95	5.75	-4.41	-5.98	8.08	-2.50	8.11	25.00	-27.73	-4.85	-31.75
9	1.47	15.52	-7.32	2.33	6.49	-7.32	1.95	10.37	-7.32	0.00	33.33	-7.32	-39.86	-24.58	-43.94
10	10.66	7.08	-2.33	1.32	-3.90	-2.63	5.47	0.75	-2.49	26.09	30.56	-1.89	-24.30	-38.93	-5.38
11	1.01	-1.96	9.09	1.56	-5.88	15.63	1.32	-4.20	12.78	0.00	5.88	-2.86	-23.28	-23.30	-26.53

12	9.52	-2.75	-10.81	7.25	0.00	-6.76	8.23	-1.18	-8.49	13.89	-8.33	-18.92	-11.11	-23.47	-18.82
13	0.00	-5.74	-3.23	-1.45	0.00	-1.20	-0.82	-2.46	-2.07	2.63	-9.07	-7.32	-1.12	-18.81	-17.89
14	-2.21	-1.48	-25.93	2.41	1.18	0.00	0.33	0.00	-12.88	-9.43	-6.00	-52.50	-34.38	-35.20	-17.00
15	14.41	21.19	-16.79	11.69	13.51	-8.86	12.87	16.92	-12.46	19.51	34.09	-28.85	-23.47	-17.35	-10.75

S = sujeto. Fuente: elaboración propia

ANÁLISIS PRINCIPALES

Para todos los cálculos del estudio se estableció una significancia estadística correspondiente a $\alpha = 0.05$. Los test de Shapiro-Wilk realizados preliminarmente no mostraron significancia estadística en las cuatro variables dependientes de PA en cada una de las seis mediciones realizadas inmediatamente anteriores a las ITS, ni en la variable de GP en las dos mediciones correspondientes ($p > 0.05$). Asimismo, las pruebas de esfericidad de Mauchly tampoco fueron estadísticamente significativas ($p > 0.05$).

Dado el cumplimiento de ambos supuestos, se realizó un ANOVA de 2 vías de medidas repetidas (3 condiciones x 6 mediciones PRE) para cada una de las variables dependientes de PA, y un ANOVA de 2 vías de medidas repetidas (3 condiciones x 2 mediciones) para la variable de GP. No se detectaron interacciones dobles ni efectos significativos de las diferentes condiciones experimentales para ninguna de las variables dependientes, como se muestra en la tabla 13. Únicamente hubo diferencias significativas entre la segunda y la última medición de PAD y PAM ($p = 0.03$), y entre el pretest y el posttest de las glicemias postprandiales ($p < 0.001$) (ver figuras 7, 8 y 9).

Se calcularon porcentajes de cambio y TE para cada variable dependiente, utilizando las mediciones base (pre) y las últimas mediciones de cada día (post). Posteriormente, se realizó un ANOVA de 1 vía para dichos porcentajes de cambio de cada variable dependiente, con el fin de detectar posibles diferencias entre las condiciones experimentales. La tabla 14 y las figuras 5 y 6 muestran que hubo TE triviales o pequeños en las variables de PA, mientras que hubo TE grandes en la GP. No se encontraron

diferencias estadísticamente significativas entre porcentajes de cambio para las diferentes condiciones experimentales ($p > 0.05$ para cada variable dependiente).

Tabla 13

Resumen del ANOVA de medidas repetidas para todas las variables del estudio (condiciones x mediciones)

Variable dependiente	Varianza	F	p
PAS (mm Hg)	A	1.94	0.10
	B	0.99	0.38
	A x B	1.17	0.32
PAD (mm Hg)	A	3.31	0.01*
	B	1.46	0.25
	A x B	0.98	0.47
PAM (mm Hg)	A	3.01	0.02*
	B	1.34	0.28
	A x B	1.04	0.41
PP (mm Hg)	A	0.52	0.76
	B	0.29	0.75
	A x B	1.26	0.26
Glicemia (mmol/l)	A	87.99	<0.01**
	B	1.74	0.19
	A x B	0.01	0.99

* $p < 0.05$; ** $p < 0.001$; A = mediciones; B = condiciones; A x B = interacción entre mediciones y condiciones. Fuente: elaboración propia

Tabla 14

Tamaños de efecto, porcentajes de cambio y ANOVA de 1 vía de medidas repetidas para porcentajes de cambio (mediciones base y mediciones finales)

Variable	Condición	TE	IC 95% del TE	%Δ	F	p
PAS	Sent	0.20	0.01, 0.38	2.32	0.66	0.53
	Band	0.30	0.12, 0.49	3.26		
	Step	-0.10	-0.29, 0.08	-1.18		
PAD	Sent	0.34	0.16, 0.53	3.67	0.57	0.57
	Band	0.08	-0.11, 0.26	0.71		
	Step	0.20	0.02, 0.39	1.82		
PAM	Sent	0.28	0.10, 0.47	3.08	0.36	0.70
	Band	0.19	0.00, 0.37	1.79		
	Step	0.05	-0.13, 0.24	0.51		
PP	Sent	-0.01	-0.19, 0.18	-0.15	1.50	0.24
	Band	0.43	0.24, 0.61	8.34		
	Step	-0.30	-0.47, -0.10	-6.67		
GLICEMIA	Sent	-1.67	-1.88, -1.45	-1.14	0.08	0.92
	Band	-2.59	-2.84, -2.34	-1.23		
	Step	-1.83	-2.05, -1.61	-1.28		

Fuente: elaboración propia

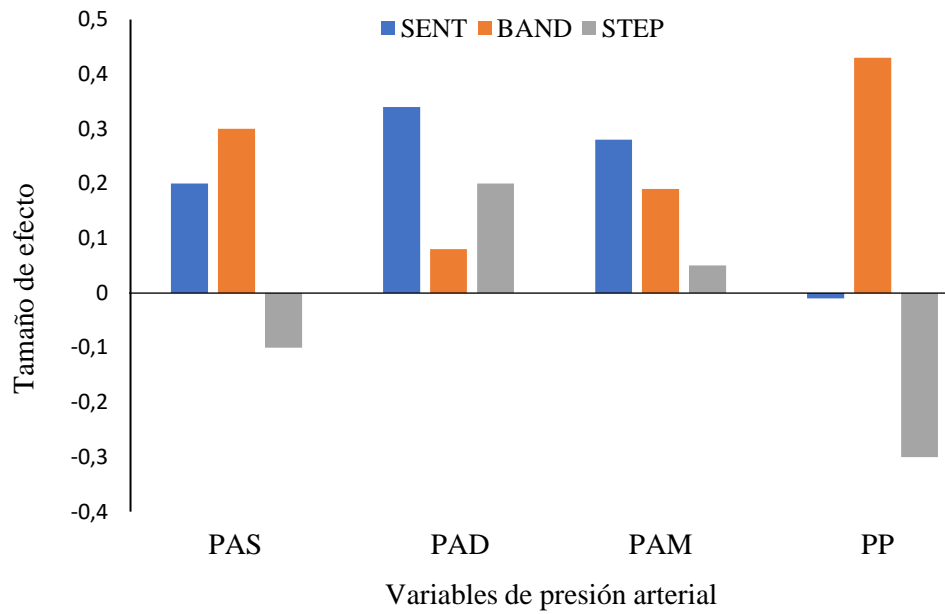


Figura 5. Tamaños de efecto para las variables de PA, según las condiciones experimentales. Fuente: elaboración propia

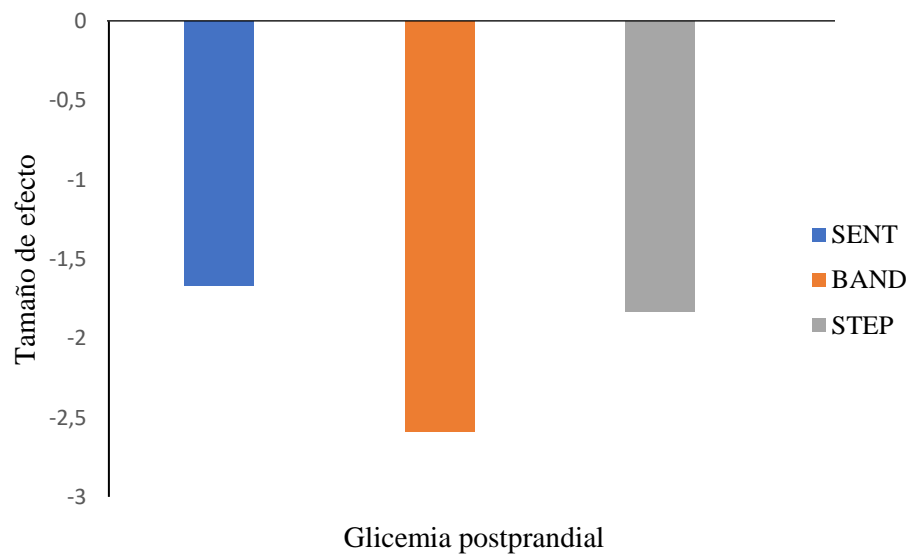


Figura 6. Tamaños de efecto para la variable de GP, según la condición experimental. Fuente: elaboración propia

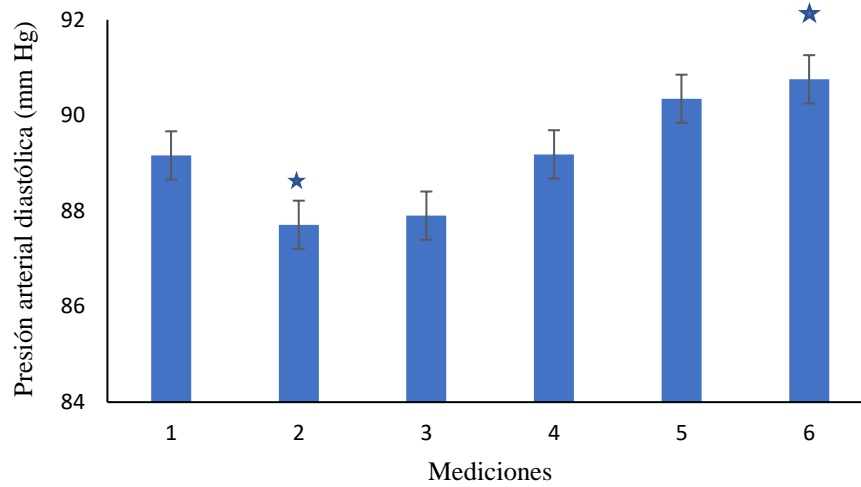


Figura 7. Comparación de los cambios en la PAD según el momento de la medición.

★ diferencia estadísticamente significativa entre las mediciones 2 y 6 ($p < 0.05$).

Fuente: elaboración propia

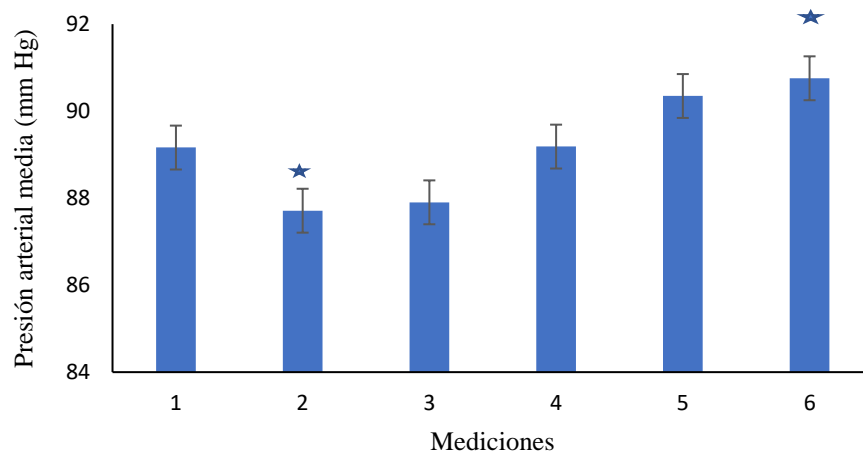


Figura 8. Comparación de los cambios en la PAM según el momento de la medición.

★ diferencia estadísticamente significativa entre las mediciones 2 y 6 ($p < 0.05$).

Fuente: elaboración propia

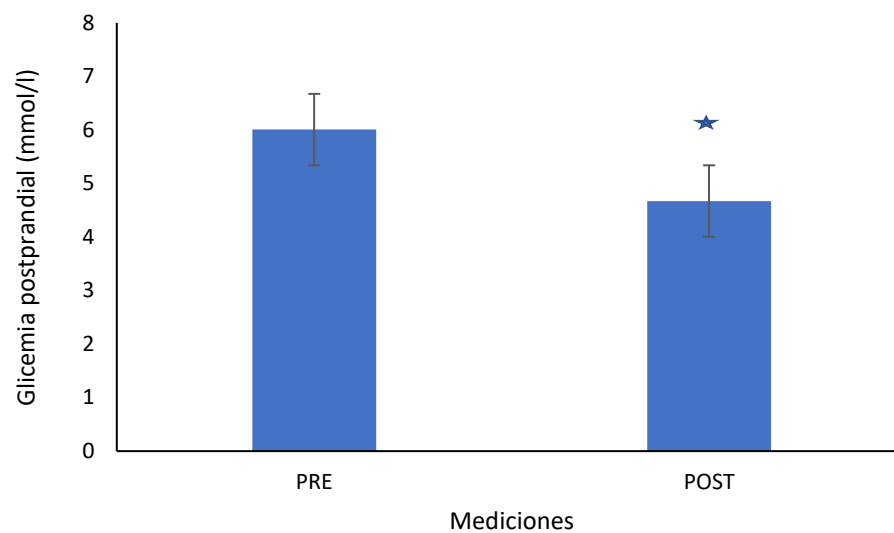


Figura 9. Comparación de los cambios en la GP entre el pretest y el postest. ★ diferencia estadísticamente significativa entre mediciones ($p < 0.05$). Fuente: elaboración propia

CAPÍTULO 5

DISCUSIÓN

Esta investigación buscó determinar si realizar ITS cada hora durante 4 minutos, por un periodo total de 5 horas, permitía observar cambios agudos en la PA y la GP en un grupo de personas con sobrepeso u obesidad, en comparación con permanecer sentadas sin interrupciones. Las estrategias de ITS que se evaluaron en este estudio no habían sido previamente reportadas en la literatura científica: ejercicio contra resistencia con uso de bandas elásticas, y ejercicio aeróbico con bancos de step.

PRESIÓN ARTERIAL

Los datos fueron finalmente obtenidos a partir de una muestra de 15 personas adultas obesas, en su mayoría normotensas, que laboraban para la Universidad de Costa Rica durante la segunda mitad del año 2019. Se esperaba encontrar una disminución en los valores de PA mayor al realizar las ITS en comparación con sentarse en forma continua. Con base en las pruebas estadísticas utilizadas, no se demostró que en la muestra estudiada hubiera un mayor impacto sobre las variables de interés al implementar las estrategias escogidas de ITS. Estos resultados son congruentes con lo reportado por otros autores en estudios previos que incluyeron personas adultas con sobrepeso u obesidad y que utilizaron metodologías similares a la diseñada para esta investigación.

En relación con la variable de **PAS**, los hallazgos de esta investigación coinciden con 6 estudios previos que tampoco encontraron efectos estadísticamente significativos al evaluar distintas estrategias de ITS (Bailey et al., 2015; Wennberg et al., 2016; Kerr et al.,

2017; Bhammar et al., 2017; Barone et al., 2017; Freire et al., 2019). Por el contrario, en 4 estudios previos sí hubo una disminución significativa en la PAS (Larsen et al., 2014; Zeigler et al., 2015, 2016; Dempsey et al., 2016). A continuación, se realiza una comparación de la presente investigación con los hallazgos obtenidos en cada uno de dichos estudios:

- El trabajo de Bailey et al. (2015) coincide con la presente investigación en que fueron evaluadas 10 personas normotensas, sedentarias, quienes realizaron ITS a lo largo de 5 horas. A pesar de que los autores observaron una tendencia hacia una disminución de los valores de PA en las condiciones de ITS, no hubo diferencia en la PAS ($p = 0.66$) ni en la PAD ($p = 0.70$). Los autores no reportaron la PAM ni la PP. Como diferencias, en dicho estudio participaron sujetos con sobrepeso, y con edad promedio de 24 años. Las ITS fueron realizadas con bipedestación o con caminatas a intensidad leve por periodos de 2 minutos cada 20 minutos.
- Wennberg et al. (2016) evaluaron a 19 participantes normotensos, sedentarios, con obesidad, quienes durante 5 horas realizaron ITS con caminatas a intensidad leve por periodos de 3 minutos cada 30 minutos. A diferencia de la presente investigación, en dicho estudio la edad promedio fue de 60 años, y casi la mitad de los participantes recibía un tratamiento farmacológico antihipertensivo. Si bien se observó una tendencia hacia la disminución de la PAS y la PAD, tampoco hubo diferencias estadísticamente significativas ($p = 0.80$ y $p = 0.22$, respectivamente).
- Kerr et al. (2017) evaluaron a 10 mujeres obesas, sedentarias, estratificadas como personas con PA elevada. Las evaluaciones también se llevaron a cabo en periodos de

5 horas. En forma distinta a la presente investigación, la edad promedio fue de 66 años y las participantes realizaron ITS con bipedestación (2 minutos cada 20 minutos, o bien 10 minutos cada hora), y con caminatas a intensidad leve durante 2 minutos cada hora. No se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre condiciones experimentales.

- En el estudio de Bhammar et al. (2017) participaron 10 personas obesas, normotensas, sedentarias, las cuales también realizaron ITS a intensidades moderadas a altas (como en la presente investigación), con caminatas a intensidad moderada durante 2 minutos cada 20 minutos o caminatas a intensidad alta durante 2 minutos cada hora. Como diferencias, las personas tenían 32 años en promedio, y las intervenciones se desarrollaron durante 9 horas. Sin embargo, tampoco se detectaron diferencias estadísticamente significativas en la PAS entre permanecer sentados 9 horas sin ITS y las condiciones experimentales de ITS.
- Barone et al. (2017) evaluaron a 25 personas obesas, hipertensas estadio 1, sedentarias, con una edad promedio de 42 años, que no tomaban tratamientos farmacológicos para controlar su PA. A diferencia de la presente investigación, los participantes fueron evaluados en periodos de 10 horas en dos condiciones: sentarse sin ITS, o bien alternaron 30 minutos sentados y 30 minutos en bipedestación. A pesar de que hubo una tendencia hacia la disminución de la PAS, no se detectó una diferencia estadísticamente significativa en comparación con realizar ITS ($p = 0.18$).
- Freire et al. (2019) evaluaron a 25 adultos con sobrepeso, normotensos, sedentarios. Completaron periodos de 10 horas en los cuales permanecieron sentados sin ITS, o bien realizaron caminatas a intensidad leve durante 5 minutos cada 20 minutos. La

edad difirió de la presente investigación, ya que los participantes tenían 24 años de edad, en promedio. Los autores no hallaron una disminución significativa de la PAS con las ITS en comparación con permanecer sentado 10 horas continuas.

- **En contraste con los estudios descritos en los puntos anteriores**, Larsen et al. (2014) sí hallaron disminución significativa en la PAS. Dichos autores evaluaron a 19 adultos con obesidad, sedentarios, de los cuales 10 eran hipertensos con tratamientos farmacológicos diversos, y 9 eran normotensos. La edad promedio fue de 54 años. Realizaron ITS con caminatas a intensidad leve durante 2 minutos cada 20 minutos, o bien caminatas a intensidad moderada con la misma programación. Las condiciones experimentales duraron 5 horas cada una. Los autores determinaron que, entre las personas hipertensas, las ITS permitieron disminuir en forma estadísticamente significativa la PAS en 4 mm Hg ($p = 0.009$). No obstante, entre los participantes normotensos no hubo diferencias entre condiciones experimentales.
- Zeigler et al. (2015) también hallaron efectos significativos sobre la PAS en un grupo de 10 personas con edad promedio de 43 años, sedentarias, con sobrepeso e HTA estadio 1. Estos participantes realizaron caminatas a intensidad leve en periodos progresivamente mayores a lo largo de 8 horas, hasta acumular 2.5 horas de caminata en una jornada laboral replicada en laboratorio. Adicionalmente, se les dio seguimiento hasta el día siguiente con MAPA. Los autores determinaron una disminución de 3 mm Hg en la PAS en la condición de ITS en comparación con la condición control ($p = 0.017$). En el seguimiento con MAPA entre 8 a.m. y 10 p.m., se halló mejoría en la PAS en comparación con la condición control ($p = 0.012$).
- Este mismo autor, junto a otros colaboradores (Zeigler et al., 2016), estudió a 9

personas con sobrepeso, sedentarias, de las cuales el 78% presentaban HTA estadios 1 y 2, con edad promedio de 30 años. Los participantes realizaron caminatas a intensidad leve en periodos progresivamente mayores a lo largo de 8 horas, hasta acumular 2.5 horas de caminata en una jornada laboral replicada en laboratorio. También, realizaron ITS con bipedestación y con cicloergómetro siguiendo el mismo esquema de las caminatas a intensidad leve. Los autores hallaron una reducción significativa de la PAS en las tres condiciones experimentales en comparación con sentarse durante 8 horas sin ITS ($p < 0.01$). En igual sentido, el seguimiento con MAPA entre 8 a.m. y 7 p.m. mostró que dichos efectos y diferencias se mantuvieron.

- Finalmente, Dempsey et al. (2016) estudiaron a 24 adultos obesos, sedentarios, diabéticos tipo 2, con edad promedio de 62 años, de los cuales únicamente 3 participantes eran normotensos, con una mayoría de hipertensos estadios 1 y 2 con tratamiento farmacológico. Estas personas realizaron ITS con caminatas a intensidad leve por 3 minutos cada 30 minutos, o bien ejecutaron ejercicios contra resistencia con el propio peso corporal con la misma periodicidad. Ambas condiciones experimentales permitieron reducir significativamente la PAS hasta en 16 mm Hg ($p < 0.001$).

Por otra parte, con respecto a la **PAD**, 4 estudios previos tampoco reportaron mejoría en dicha variable al utilizar ITS (Bailey et al., 2015; Wennberg et al., 2016; Kerr et al., 2017; Bhammar et al., 2017), estudios que fueron comentados y descritos brevemente en los párrafos anteriores. No obstante, Larsen et al. (2014) sí hallaron una reducción significativa en la PAD, al igual que Zeigler et al. (2015, 2016) y Dempsey et

al. (2017), mismos 4 estudios que también hallaron reducciones significativas de la PAS, como se discutió en párrafos previos. Barone et al. (2017) y Freire et al. (2019) también reportaron disminución significativa de la PAD con sus intervenciones. Interesantemente, únicamente Freire et al. (2019) no contaron con una muestra de participantes hipertensos, pero el volumen total de ITS cuadruplicó el de la presente investigación.

En cuanto a la **PAM**, en concordancia con los hallazgos del presente estudio, Larsen et al. (2014) tampoco hallaron diferencias estadísticamente significativas. Por el contrario, únicamente Barone et al. (2017) determinaron que realizar ITS permite disminuir en forma estadísticamente significativa dicha variable, una disminución que está relacionada con el descenso en la PAD que dichos autores reportaron con la intervención de ITS que implementaron, en personas hipertensas estadio 1. En los demás estudios, los autores no describieron los resultados para este componente de la PA.

Por lo que concierne a la **PP**, a partir de la revisión de literatura efectuada, hasta la presente fecha los estudios previos que hayan evaluado estrategias de ITS en la población de interés de esta investigación, ninguno ha reportado o descrito los resultados obtenidos para dicha variable.

GLICEMIA POSTPRANDIAL

En relación con los resultados de GP, los hallazgos de esta investigación son congruentes con lo reportado por otros autores en estudios previos, con diseño metodológico similar, en población adulta con sobrepeso u obesidad (Holmstrup et al., 2014; Wennberg et al., 2016; Hawari et al., 2016). En el estudio de Holmstrup et al. (2014), los participantes fueron obesos con resistencia a la insulina, de 25 años de edad

en promedio, quienes realizaron ITS con caminatas a intensidad moderada durante 5 minutos cada hora, durante 12 horas. No hubo diferencias estadísticamente significativas con respecto a permanecer sentados sin ITS. En congruencia con lo anterior, Wennberg et al. (2016) evaluaron a 19 adultos con obesidad, normotensos, sedentarios y edad promedio de 60 años. Casi la mitad de los participantes recibía un tratamiento farmacológico antihipertensivo. Realizaron ITS con 3 minutos de caminata a intensidad leve cada 30 minutos en un lapso de 5 horas, o bien permanecieron sentados, sin diferencias entre ambas condiciones para las glicemias postprandiales. Por su parte, Hawari et al. (2016) evaluaron a 10 hombres con sobrepeso, y con respuesta normal a la glucosa, quienes realizaron ITS acumulando 15 minutos continuos de pie en cada periodo de media hora, o al levantarse en diez ocasiones durante 1.5 minutos en cada periodo de media hora, durante 8 horas. No hallaron diferencias significativas en comparación a permanecer sentados sin ITS.

Sin embargo, otros estudios sí han demostrado una mejoría en las glicemias postprandiales al realizar ITS en este tipo de población (Dunstan et al., 2012; Dempsey et al., 2016; Brocklebank et al., 2017; Freire et al., 2019). Dunstan et al. (2012) evaluaron a 19 adultos con edad promedio de 54 años, obesos, sedentarios, cuyas ITS fueron realizadas por 2 minutos cada 20 minutos durante 5 horas. Por su parte, Dempsey et al. (2016) estudiaron a 24 adultos obesos, sedentarios, diabéticos tipo 2, con edad promedio de 62 años, siendo la mayoría hipertensos estadios 1 y 2 con tratamiento farmacológico, quienes realizaron ITS con ejercicios aeróbicos y contra resistencia durante 3 minutos cada 30 minutos durante 8 horas. Brocklebank et al. (2017) estudiaron a 17 adultos con sobrepeso, sedentarios, con edad promedio de 52 años, los cuales realizaron ITS con bipedestación o

caminatas a intensidad leve por 2 minutos cada 20 minutos durante 5 horas. Finalmente, Freire et al. (2019) evaluaron a 25 adultos con sobrepeso, normotensos, sedentarios, con 24 años de edad en promedio, quienes realizaron ITS con caminatas a intensidad leve durante 5 minutos cada 20 minutos a lo largo de 10 horas. Como se puede constatar, en dichos estudios que sí reportaron diferencias significativas, las frecuencias de las ITS fueron mayores, o bien la duración total de la sesión experimental también fue mayor, a diferencia de la presente investigación.

A la luz del contraste observado entre los estudios previos que sí han determinado mejorías en la GP y los que no, es evidente la alta heterogeneidad en el perfil epidemiológico de las personas participantes y los resultados reportados. Esto dificulta extrapolar si aquellas con mayor edad o comorbilidades presentarían una mejor respuesta en la GP con intervenciones de ITS, en comparación con personas más jóvenes, sin HTA y con adecuada tolerancia a la glucosa. Este comportamiento difiere de la tendencia observada en la PA (como fue discutido al final del apartado anterior), siendo las personas hipertensas las que parecieran resultar más favorecidas con ITS, en contraste con las normotensas.

POSIBLES CAUSAS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

En personas normotensas, como lo constituyó la mayoría de participantes de esta investigación, la PA se mantiene dentro de rangos normales debido al control ejercido en forma adecuada por el sistema nervioso autónomo, que permite ajustes fisiológicos en la escala de segundos a minutos; asimismo, existen respuestas hormonales o químicas, que permiten una regulación en la escala de horas a días (Boron & Bulpaep, 2017). En la

regulación nerviosa, el componente parasimpático tiene una predominancia sobre el simpático en adultos sanos en reposo. El nervio vago derecho influye predominantemente sobre el nodo sinoauricular, mientras que el nervio vago izquierdo ejerce un mayor control sobre la conducción atrioventricular. Durante las ITS a intensidad moderada a alta, la activación simpática permite realizar ajustes hemodinámicos rápidamente para responder a las demandas aumentadas (Koeppen & Stanton, 2009).

El principal centro de coordinación para el control cardiovascular por parte del sistema nervioso central se ubica en el bulbo raquídeo. En él, se pueden distinguir dos áreas fundamentales: vasomotora (A1 y C1) y cardioinhibidora (núcleo ambiguo y núcleo motor dorsal del vago). En condiciones normales, en una persona adulta en reposo las neuronas del área C1 envían eferencias simpáticas que permiten mantener una actividad tónica (es decir, constante) que estimula la vasoconstricción de arterias y arteriolas. Ante un cambio súbito en la PA, como durante las ITS, se activa un reflejo que induce un cambio inverso en la FC, conocido como reflejo barorreceptor (Koeppen & Stanton, 2009). Dicho reflejo funciona como un mecanismo de retrocontrol negativo, que permite que ante un aumento de la PA se produzca vasodilatación y bradicardia, mientras que ante un descenso de la PA se induzca la respuesta contraria: vasoconstricción y taquicardia. Este sistema de retrocontrol negativo está conformado por varios elementos, como sensores de estiramiento de las paredes arteriales, vías nerviosas aferentes provenientes de los barorreceptores, centro de integración en el bulbo raquídeo, vías eferentes y órganos efectores (corazón y vasos sanguíneos) (Boron & Boulpaep, 2017).

En la presente investigación, las personas participantes permanecieron varias horas en el laboratorio, en cada condición experimental. Como se mencionó anteriormente,

además de la regulación neuronal sobre la actividad cardiovascular, existe una regulación hormonal o química cuyos efectos se producen un poco más tarde y permiten regular la PA en un rango de horas. La activación del componente simpático del sistema nervioso autónomo ejerce una estimulación sobre las células cromafines de la médula de la glándula suprarrenal. Dicha médula puede ser considerada un ganglio simpático modificado: las neuronas preganglionares simpáticas realizan sinapsis con las células cromafines, lo cual induce que éstas liberen adrenalina a la circulación sistémica. En el control de la PA, sus efectos más importantes –si bien son más leves que los de la noradrenalina liberada por las terminaciones nerviosas simpáticas– son el aumento de la FC y la fuerza de contracción (efectos cronotrópico e inotrópico positivos), así como vasodilatación en la mayoría de los vasos sanguíneos del músculo esquelético y en las arterias coronarias (Boron & Boulpaep, 2017). Estas adaptaciones permitirían la correcta irrigación sanguínea de los grupos musculares involucrados en las AF durante las ITS que sean realizadas en forma repetida a lo largo de varias horas.

Otras hormonas que podrían tener efecto sobre la PA en personas normotensas corresponden a la hormona tiroidea (aumenta contractilidad del miocardio), la insulina (efecto inotrópico positivo sobre el corazón), y el glucagón (potente efecto inotrópico y cronotrópico positivos sobre el corazón) (Koeppen & Stanton, 2009). Asimismo, existen péptidos vasoactivos que pueden ser vasoconstrictores o vasodilatadores, entre los cuales se encuentran la angiotensina II, la arginina vasopresina, las endotelinas, el péptido natriurético auricular y las cininas (Boron & Boulpaep, 2017).

Durante una ITS de intensidad moderada a alta con ejercicios contra resistencia o con ejercicio aeróbico, se producen ajustes vasculares mediados por el sistema nervioso

central, reflejos originados en los músculos que se contraen, y el reflejo barorreceptor. Se produce taquicardia por aumento en la descarga simpática y mayor inotropismo (lo cual se traduce en un aumento del gasto cardiaco). Las resistencias vasculares en los grupos musculares activos se reducen, proceso mediado por metabolitos vasoactivos como potasio, adenosina y prostaglandinas, lo cual contrarresta el aumento en el gasto cardiaco y permite aumentos ligeros de la PAM. El retorno venoso hacia el corazón se incrementa por efecto mecánico (compresión por los músculos) y por incremento en la presión negativa intratorácica al aumentar la frecuencia y profundidad de los movimientos respiratorios. Suelen presentarse mayores incrementos de la PAS que de la PAD, particularmente por el aumento en el volumen sistólico y una eyección ventricular izquierda más rápida, lo cual se traduce en aumentos transitorios de la PP (Koeppen & Stanton, 2009).

En seres humanos, el comportamiento sedentario pareciera producir respuestas como resistencia a la insulina en el músculo esquelético, función cardiovascular disminuida, menor capacidad de utilizar la grasa como sustrato para la síntesis de adenosín trifosfato (ATP), y aumento en la adiposidad corporal central y periférica (Bergouignan et al., 2011; Thyfault & Krogh-Madsen, 2011). Todos estos cambios han sido asociados a un estímulo metabólico insuficiente explicado, principalmente, por una disminución marcada en la contractilidad muscular a lo largo del día en aquellas personas que acumulan mucho tiempo sedentario (Hamilton, 2018), lo cual ha sido respaldado a través de estudios electromiográficos (Hamilton et al., 2007; Tikkanen et al., 2013).

Permanecer en una posición sentada durante periodos prolongados, con la reducida contractilidad muscular asociada, dificulta el retorno venoso (particularmente en región

femoral), disminuye las tensiones tangenciales sobre los vasos sanguíneos tanto en miembros inferiores como superiores, favorece flujo sanguíneo turbulento, aumenta el estrés oxidativo (menor concentración de óxido nítrico y mayor concentración de endotelina-1 y noradrenalina), e induce disfunción endotelial, todo lo cual ha mostrado favorecer incrementos en las resistencias periféricas y elevaciones en la PAS, PAD, PAM, así como resistencia a la insulina (Dempsey et al., 2018; Hamilton, 2018; Healy et al., 2008; Padilla et al., 2009; Reistano et al., 2015; Shvartz et al., 1983; Thosar et al., 2012).

Los factores mencionados en los párrafos anteriores podrían explicar los resultados obtenidos en las variables de PAS, PAD, PAM y PP de la presente investigación, donde se observó una tendencia hacia un incremento en dichos parámetros en la condición control, como se esperaba. Es posible que el estímulo cardiometabólico haya sido insuficiente, en las personas que conformaron la muestra y en un periodo de 5 horas, para que las estrategias de ITS que fueron empleadas provocaran una diferencia estadísticamente significativa con respecto a la condición control.

Específicamente, las personas que participaron en esta investigación podrían haber requerido realizar ITS a una mayor frecuencia (por ejemplo, cada 30 minutos), durante un mayor tiempo en cada interrupción, durante más horas en cada condición experimental, o a una intensidad más alta, para generar un estímulo metabólico mínimamente suficiente en un periodo corto, como se ha observado en estudios previos con diseños metodológicos similares (como muestran las tablas 2 y 3). Dado que la gran mayoría de participantes de esta investigación presentaban valores basales normales de PA (incluyendo aquellas personas hipertensas y con tratamiento farmacológico), esto pudo dificultar alcanzar

reducciones en la PA que permitieran ver diferencias significativas entre condiciones (Carpio-Rivera et al., 2016).

Dempsey et al. (2018) analizaron, mediante métodos de regresión, los resultados de varios estudios de ITS en personas adultas con sobrepeso u obesidad, tanto normotensas como hipertensas. Luego de ajustar los modelos por edad, sexo, IMC, orden de los tratamientos, y valores de base de las presiones arteriales, determinaron que tanto la magnitud de los aumentos en la PA al acumular tiempo sedentario, como la magnitud de las disminuciones en la PA al realizar ITS, son mayores en los sujetos hipertensos que en los normotensos ($p < 0.001$).

Como muestra la tabla 10 de la presente investigación, el 67% de los participantes de la presente investigación correspondió a personas normotensas. Ser una persona hipertensa, con o sin tratamiento farmacológico, no constituyó un criterio de elegibilidad para realizar esta investigación. Sin embargo, existe la posibilidad de que un estudio que emplee la misma metodología únicamente con personas con PA elevada o hipertensas en estadios 1 y 2, podría hallar resultados diferentes y significativos sobre la PA.

A la luz del análisis efectuado en los párrafos anteriores, es importante resaltar que las muestras de aquellos estudios acerca de efectos agudos de ITS que han reportado mejoría estadísticamente significativa en todas o alguna de las variables PAS, PAD y PAM gracias a estrategias de ITS, han estado conformadas, en forma mayoritaria, por sujetos hipertensos. Al día de hoy, se desconocen los mecanismos fisiológicos exactos que pudieran explicar esas diferencias observadas experimentalmente, lo cual ha sido reportado y es de interés esclarecer por parte de más grupos de investigadores en el área de ITS (Dempsey et al., 2018).

Esa misma tendencia ha sido observada en otro tipo de estudios que buscan evaluar los efectos agudos del ejercicio sobre la PA. Por ejemplo, en el meta-análisis de Carpio-Rivera et al. (2016), si bien no se detectó que el estadiaje de PA representara una variable moderadora significativa para explicar los efectos agudos del ejercicio sobre la PA, sí se observaron magnitudes distintas: en personas normotensas, el porcentaje de cambio fue de -3.75% mm Hg, mientras que en prehipertensos fue de -5.80% mm Hg y en hipertensos de -8.13% mm Hg, lo cual parece concordar con hallazgos experimentales del área de ITS como los estudios de Larsen et al. (2014), Zeigler et al. (2015, 2016), Dempsey et al. (2016, 2018).

Finalmente, un aspecto de relevancia que debe ser considerado corresponde a uno de los hallazgos de Carpio-Rivera et al. (2016), en cuyo meta-análisis se determinó que el sexo de las personas participantes corresponde a una variable moderadora estadísticamente significativa en relación con los efectos agudos del ejercicio sobre la PA. Dichos autores detectaron que en hombres la magnitud del cambio observado es estadísticamente mayor que en mujeres (-4.95% mm Hg vs -3.98% mm Hg, respectivamente). Como parte de los mecanismos explicativos, Carpio-Rivera et al. (2016) proponen una posible influencia del ciclo menstrual sobre el tono parasimpático y los componentes del reflejo barorreceptor. En la presente investigación, la muestra estuvo conformada por 13 mujeres en edad reproductiva, y 2 hombres. No se estandarizó la fase del ciclo menstrual en la cual se encontraron las participantes en cada una de las 3 sesiones experimentales, lo cual podría haber influido en los valores reportados de PA y en las respuestas metabólicas a las ITS.

CONSIDERACIONES CLÍNICAS

Una prueba de contraste de hipótesis no permite cuantificar la magnitud de una relación o efecto, ni la importancia clínica de algún efecto observado (Schober et al., 2012), por lo cual es importante tomar en cuenta los porcentajes de cambio y los TE calculados para cada variable dependiente, según cada condición experimental. Permanecer sentado en forma continua durante 5 horas sin realizar ITS elevó en 2.32% la PAS, en 3.67% la PAD y en 3.08% la PAM (ver tabla 14). Esto se tradujo en aumentos promedio de 2.67 mm Hg en la PAS, 2.73 mm Hg en la PAD y 2.71 mm Hg en la PAM, con TE pequeños y estadísticamente significativos (ver tabla 11). Adicionalmente, la tabla 10 muestra que las personas participantes de este estudio permanecían sentadas, en promedio, más de 11 horas cada día de una semana laboral; adicionalmente, en su mayoría eran físicamente inactivas. Esta combinación de factores implica que estas personas presentan hasta un 27% mayor riesgo de mortalidad por cualquier causa, acorde con los resultados del meta-análisis de Ekelund et al. (2016) que analizó las asociaciones entre el tiempo sedentario, la AF y la mortalidad con datos de más de 1 millón de mujeres y hombres adultos.

Los análisis inferenciales a partir de pruebas de contraste de hipótesis permiten obtener conclusiones generales acerca de la eficacia o ineficacia de una intervención a nivel de un grupo o una condición experimental. Sin embargo, no necesariamente se pueden extrapolar dichas conclusiones y aplicarlas a nivel individual (Kelley & Kaptchuk, 2010). Por ejemplo, la tabla 12 permite observar la variabilidad en las respuestas fisiológicas que cada participante tuvo a lo largo de la investigación. Este factor es de gran relevancia clínica, debido a que permitiría personalizar las recomendaciones de ITS, lo

cual podría generar repercusiones positivas directas sobre la salud cardiovascular de cada individuo, y deja en manifiesto no solamente la importancia de la individualización en la prescripción del ejercicio en personas con patologías recomendada desde hace varios años por el ACSM (Moore et al., 2016; ACSM, 2018), sino también la gran variabilidad interindividual en la respuesta al ejercicio que enfrentan las y los profesionales en Movimiento Humano y que dejan obsoletas las rutinas generalizadas para este tipo de población (Cano-Montoya et al., 2018).

Como parte de la información recabada en el proceso de reclutamiento de participantes, se realizó una breve historia clínica a cada persona con el fin de detectar posibles comorbilidades que pudieran representar algún riesgo potencial durante la realización de las actividades en el laboratorio del centro de investigación. En este estudio, específicamente, se puede constatar que algunas de las personas participantes lograron obtener una mejoría en sus PA al realizar ITS con ejercicio aeróbico en bancos de *steps*, mientras que otras se beneficiaron más con los ejercicios contra resistencia empleando bandas elásticas.

Por ejemplo, las personas participantes 8, 9 y 13 (ver tabla 12) correspondieron a los únicos individuos previamente diagnosticados como hipertensos y que ya recibían un tratamiento farmacológico para dicha condición clínica. En la estratificación de PA realizada en la presente investigación, a las personas se les realizaron 3 mediciones seriadas de PA, en ambos miembros superiores, y se calculó un promedio para cada miembro superior. De esta manera, se pudo detectar que la persona 8 no tenía un control adecuado de su PA, ya que sus registros la clasificaron como hipertensa en estadio 1,

mientras que las personas 9 y 13 sí recibían un control farmacológico adecuado ya que sus registros las clasificaron como normotensas.

Si se observa la tabla 12, se puede constatar que la persona 8 mostró una respuesta favorable a las ITS con ejercicio contra resistencia empleando bandas elásticas, pero en las ITS con ejercicio aeróbico sus porcentajes de cambio fueron contrarios, hacia un incremento en las cuatro variables de PA reportadas. Los porcentajes de cambio con el empleo de bandas elásticas significaron una disminución de 4 mm Hg en la PAS, 7 mm Hg en la PAD, 6 mm Hg en la PAM, y un incremento de 3 mm Hg en la PP que se explica por la diferencia aritmética al haber disminuido más la PAD que la PAS. Se puede observar, también, que en la condición control dicha persona mostró disminuciones en sus parámetros de PA, lo cual se podría atribuir al tratamiento farmacológico (se les solicitó a estas personas no interrumpir sus esquemas de tratamiento durante el desarrollo de la investigación). Desde el punto de vista médico, a esa persona se le podría sugerir que, en su entorno laboral, el incorporar las ITS con ejercicio contra resistencia con bandas elásticas podría traerle beneficios adicionales para el manejo de su PA, aunado al tratamiento farmacológico.

En cuanto a las personas 9 y 13, se puede observar que sus tratamientos farmacológicos también fueron adecuados para el mantenimiento de las cifras tensionales en la condición control. En el caso particular de la persona 9, se presentó el caso contrario al de la persona 8 (comentado previamente), ya que respondió mejor a las ITS con ejercicio aeróbico con bancos de *steps* que al ejercicio contra resistencia con bandas elásticas. La mejoría observada con ejercicio aeróbico en dicha persona representó disminuciones de 22 mm Hg en la PAS, 6 mm Hg en la PAD, 7 mm Hg en la PAM y 3

mm Hg en la PP; por su parte, la persona 13 respondió favorablemente a ambas estrategias de ITS, con una leve ventaja al realizar ejercicio contra resistencia.

Otro caso de relevancia corresponde al de la persona 14. Como se puede observar en la tabla 12, la mejor respuesta se obtuvo al realizar ITS con ejercicio aeróbico con banco de *steps*. Adicionalmente, en su historia clínica dicha persona refirió ser normotensa. Si bien esta investigación no tenía carácter médico-clínico para diagnosticar patologías como la HTA, la estratificación de PA realizada el primer día en el laboratorio mostró que dicha persona era hipertensa estadio 1. Haber realizado ITS con ejercicio aeróbico durante 4 minutos, cada hora, a lo largo de 5 horas, le permitió a esta persona reducir en 42 mm Hg su PAS, en 14 mm Hg su PAM y en 42 mm Hg su PP. En estos casos, los datos representan, clínicamente hablando, una disminución de alta importancia para la salud pública, en términos de prevención y la cadena de acontecimientos que, en caso contrario, se generarían con sus respectivas consecuencias personales, laborales y para el sistema de salud costarricense.

En términos generales, las personas participantes 1, 2, 3, 4, 5, 12 y 15 mostraron un comportamiento similar en cuanto a lo esperado con las hipótesis planteadas en esta investigación. Sus cifras tensionales aumentaron en la condición control luego de permanecer sentadas durante 5 horas sin realizar ITS, pero respondieron favorablemente a alguna de las dos estrategias de ITS.

No obstante, llama la atención que los individuos 6 y 7 mostraron reducciones en sus valores de PA durante la condición control, en comparación con leves aumentos durante las condiciones experimentales. Podría ser posible que el ambiente del laboratorio donde se realizaron las mediciones constituyera para esas personas un ambiente distendido

(en comparación con su jornada laboral normal, bajo la presencia de una jefatura y otras condiciones particulares de sus trabajos), que les permitió relajarse durante las 5 horas de condición control en contraposición a los días que sí realizaron ITS, con el consecuente estrés que eso podría representar para personas altamente sedentarias e inexpertas en la realización de ejercicio físico. A pesar de haberse observado dicha respuesta paradójica, el cuerpo de evidencia científica actual respalda la realización de AF y ejercicio, de manera que a esas dos personas participantes se les debe insistir en adoptar cambios en estilo de vida (entre ellos las ITS), y no permanecer sentadas en forma continua por periodos prolongados.

En relación con las glicemias postprandiales, a pesar de que no se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre los porcentajes de cambio según condición experimental, la tabla 11 muestra una tendencia hacia una respuesta global más favorable con las ITS con ejercicio aeróbico que con el ejercicio contra resistencia, y ambas estrategias fueron más efectivas para disminuir la GP que la condición control.

Al observar las respuestas por sexo y edad, la tabla 12 muestra que las dos personas participantes de sexo masculino (números 9 y 10) mostraron una mejor respuesta a las ITS con ejercicio aeróbico, a pesar de que ambos se ubicaban en los extremos del rango etario establecido en esta investigación (30 a 60 años). En el caso de las mujeres, las respuestas observadas tuvieron mayor variabilidad. Al agruparlas por rangos etarios, aquellas de menos de 40 años (números 3, 6, 7 y 14) mostraron poca respuesta a las ITS diseñadas para esta investigación, excepto por la participante 14, a quien el ejercicio aeróbico le permitió una mejoría importante en su PAS, PAM y PP. En el caso de las mujeres de entre 40 y 50 años (números 2, 4, 5, 8, 11 y 12), la mitad de ellas mostró una respuesta más

favorable con ejercicios contra resistencia empleando bandas elásticas. Por último, las participantes de mayor edad (1, 13 y 15) mejoraron en mayor o menor medida con ambas estrategias de ITS. Es importante que futuras investigaciones en este campo puedan explorar con más profundidad si efectivamente existen diferencias por sexo y por rangos etarios, al incluir una mayor cantidad de participantes de sexo masculino, así como una muestra mayor de sujetos en total.

Estas respuestas diferentes e individuales a las estrategias de ITS, así como con cualquier otro programa de AF y ejercicio, deben ser informadas a cada participante como parte de un abordaje de medicina personalizada (Redekop & Mladi, 2013) y, también, para cumplir con las buenas prácticas clínicas en cuanto al aspecto ético de comunicar toda la información a quienes participan en una investigación experimental (Hayward et al., 2005).

A manera de conclusiones, se podría indicar lo siguiente:

- a) Las dos estrategias de ITS evaluadas en una única ocasión no generaron un estímulo cardiometabólico suficiente en los participantes, que permitiera observar diferencias globales como grupo, tanto en el comportamiento de la PA como de la GP, en comparación con permanecer sentados sin realizar interrupciones.
- b) Las diferencias individuales pueden generar respuestas muy distintas, y muy favorables para la salud cardiometabólica, ante un estímulo similar de ITS. Esto debe ser tomado en cuenta por las y los investigadores de esta área de estudio, como parte de la información que se genera y que se debe comentar con cada participante, con el fin de personalizar las recomendaciones clínicas.

SUGERENCIAS PARA FUTURAS INVESTIGACIONES

Se sugiere evaluar los efectos crónicos de las intervenciones desarrolladas en esta investigación, así como incluir individuos con PA elevada e hipertensos en estadios 1 o 2. Asimismo, evaluar otras frecuencias, intensidades, volúmenes, duraciones y AF en cada ITS. También, y según las posibilidades económicas de cada investigadora o investigador, se sugiere incorporar el monitoreo ambulatorio de PA (MAPA) como instrumento de recolección de datos para cada participante, por su alta precisión y mayor cantidad de datos registrados en un lapso más amplio. Esto permitiría dar seguimiento al comportamiento de la PA fuera del ámbito de un laboratorio de investigación (Head, 2014).

FORTALEZAS Y LIMITACIONES

Entre las fortalezas de esta investigación, se puede resaltar la incorporación de estrategias novedosas de ITS que no han sido reportadas en otros estudios similares, como son las bandas elásticas y los bancos de *steps*. Ambos recursos pueden ser empleados en espacios muy pequeños, como tradicionalmente son los cubículos en los que laboran las y los oficinistas. Adicionalmente, no generan un consumo eléctrico, ni requieren que las personas abandonen temporalmente sus puestos de trabajo para realizar las ITS a lo largo de cada jornada laboral.

Por otra parte, se destaca como fortaleza el diseño de medidas repetidas con sujetos que fungieron como sus propios controles, lo cual reduce la variabilidad. Además, haber desarrollado la investigación en un ambiente controlado (Laboratorio de Fisiología del Centro de Investigación en Movimiento Humano de la Universidad de Costa Rica), el uso

de instrumentos confiables y precisos, el registro de las presiones arteriales y glicemias postprandiales por personal debidamente capacitado y siguiendo los protocolos de la WHO. Adicionalmente, se controló la alimentación e hidratación que recibieron las personas participantes en cada ocasión que asistieron al laboratorio.

Las principales limitaciones del estudio fueron: 1) la duración de las intervenciones y 2) no contar con el seguimiento ambulatorio a la PA para cada participante, con el fin de determinar si existían o no efectos en las horas siguientes a cada condición experimental.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aboodarda, S. J., Page, P. A., Behm, D. G. (2016). Muscle Activation Comparisons Between Elastic and Isoinertial Resistance: a Meta-Analysis. *Clinical Biomechanics*, 39, 52–61. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2016.09.008>
- Al-Goblan, A. S., Al-Alfi, M. A., Khan, M. Z. (2014). Mechanism Linking Diabetes Mellitus and Obesity. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity: Targets and Therapy*, 7, 587–591. <https://doi.org/10.2147/DMSO.S67400>
- Alpert, B. S. (2011). Validation of the Welch Allyn ProBP 3400: a Device for Modern Medical Practice. *Blood Pressure Monitoring*, 16(3), 156–158.
- American Diabetes Association [ADA]. (2018). Standards of Medical Care in Diabetes 2018. *Diabetes Care*, 41(Suppl. 1), S1–S156. http://care.diabetesjournals.org/content/diacare/suppl/2017/12/08/41.Supplement_1.DC1/DC_41_S1_Combined.pdf
- Ainsworth, B., Haskell, W., Herrmann, S., Meckes, N., Bassett, D., Tudor-Locke, C., Greer, J. L., Vezina, J., Whitt-Glover, M. C., Leon, A. S. (2011). 2011 Compendium of Physical Activities: a Second Update of Codes and MET Values. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(8), 1575-1581. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31821ece12>.
- American College of Sports Medicine [ACSM]. (2018). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription* (10th ed.) Lippincott Williams & Wilkins Health.
- Araya, G. (2016). *Introducción a la Investigación*. Manuscrito no publicado.

- Bailey, D. P., Locke, C. D. (2015). Breaking Up Prolonged Sitting with Light-Intensity Walking Improves Postprandial Glycemia, but Breaking Up Sitting with Standing Does Not. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 18, 294-298. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2014.03.008>
- Benatti, F. B., Ried-Larsen, M. (2015). The Effects of Breaking up Prolonged Sitting Time: A Review of Experimental Studies. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 47(10), 2053-61. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000654>
- Bergouignan, A., Rudwill, F., Simon, C., Blanc, S. (2011). Physical Inactivity as the Culprit of Metabolic Inflexibility: Evidences from Bed-Rest Studies. *Journal of Applied Physiology* (1985), 111(4), 1201-1210. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00698.2011>
- Bhammar, D. M., Sawyer, B. J., Tucker, W. J., Gaesser, G. A. (2017). Breaks in Sitting Time: Effects on Continuously Monitored Glucose and Blood Pressure. *Medicine & Science in Sport & Exercise*, 49(10), 2119–2130. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001315>
- Bird, S. R., Hawley, J. A. (2016). Update on the Effects of Physical Activity on Insulin Sensitivity in Humans. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 2(1), e000143. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2016-000143>
- Borg, G. (1998). *Borg's Perceived Exertion and Pain Scales*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Boron, W. F., Boulpaep, E. L. (2017). *Fisiología Médica* (3ª ed.). Elsevier.

- Brocklebank, L. A., Andrews, R. C., Page, A., Falconer, C. L., Leary, S., Cooper, A. (2017). The Acute Effect of Breaking Up Seated Office Work with Standing or Light-Intensity Walking on Interstitial Glucose Concentration: a Randomized Crossover Trial. *Journal of Physical Activity and Health, 14*(8), 617–625. <https://doi.org/10.1123/jpah.2016-0366>
- Brown, W. J., Williams, L., Ford, J. H., Ball, K., & Dobson, A. J. (2005). Identifying the Energy Gap: Magnitude and Determinants of 5-year Weight Gain in Midage Women. *Obesity Research, 13*, 1431–41.
- Campbell, D., Stanley, J. (2001). *Diseños experimentales y cuasiexperimentales en la investigación social*. Amorrortu.
- Cano-Montoya, J., Ramírez-Campillo, R., Sade Calles, F., Izquierdo, M., Fritz Silva, N., Ateaga San Martín, R., & Álvarez, C. (2018). Ejercicio físico en pacientes con diabetes e hipertensión: prevalencia de respondedores y no respondedores para mejorar factores de riesgo cardiometabólicos. *Revista médica de Chile, 146*(6), 693-701. <http://dx.doi.org/10.4067/s0034-98872018000600693>
- Carpio-Rivera, E., Moncada-Jiménez, J., Salazar-Rojas, W., Solera-Herrera, A. (2016). Acute Effects of Exercise on Blood Pressure: A Meta-Analytic Investigation. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia, 106*(5), 422–433. <https://doi.org/10.5935/abc.20160064>

- Casonatto, J., Goessler, K. F., Cornelissen, V. A., Cardoso, J. R., Polito, M. D. (2016). The Blood Pressure-Lowering Effect of a Single Bout of Resistance Exercise: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomised Controlled Trials. *European Journal of Preventive Cardiology*, 23(16), 1700–1714. <https://doi.org/10.1177/2047487316664147>
- Caspersen, C. J., Powell, K. E. & Christenson, G. M. (1985). Physical Activity, Exercise, and Physical Fitness: Definitions and Distinctions for Health-Related Research. *Public Health Reports*, 100(2), 126–131.
- Chastin, S. F. M., Egerton, T., Leask, C. Stamatakis, E. (2015). Meta-Analysis of the Relationship Between Breaks in Sedentary Behavior and Cardiometabolic Health. *Obesity*, 23(9), 1800-18010. <https://doi.org/10.1002/oby.21180>
- Chau, J. Y., van der Ploeg, H. P., Merom, D., Chey, T., Bauman, A. E. (2012). Cross-Sectional Associations between Occupational and Leisure-Time Sitting, Physical Activity and Obesity in Working Adults. *Preventive Medicine*, 54, 195–200. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2011.12.020>
- Colado, J. C., Triplett, N. T. (2008). Effects of a Short-Term Resistance Program Using Elastic Bands Versus Weight Machines for Sedentary Middle-Aged Women. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(5), 1441–1448. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31817ae67a>
- Cook, N. R., Cohen, J., Hebert, P. R., Taylor, J. O., Hennekens, C. H. (1995). Implications of Small Reductions in Diastolic Blood Pressure for Primary Prevention. *Archives of Internal Medicine*, 155,701–709.

- Dempsey, P. C., Larsen, R. N., Dunstan, D. W., Owen, N., Kingwell, B. A. (2018). Sitting Less and Moving More. *Hypertension*, 72(5), 1037–1046. <https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.118.11190>
- Dempsey, P. D., Larsen, R. N., Sethi, P., Sacre, J. W., Straznicky, N. E., Cohen, N. D., Cerin, E., Lambert, G. W., Owen, N., Kingwell, B. A., Dunstan, D. W. (2016). Benefits for Type 2 Diabetes of Interrupting Prolonged Sitting With Brief Bouts of Light Walking or Simple Resistance Activities. *Diabetes Care*, 39(6), 964–972. <https://doi.org/10.2337/dc15-2336>
- Dempsey, P. C., Sacre, J. W., Larsen, R. N., Straznicky, N. E., Sethi, P., Cohen, N., Cerin, E., Lambert, G. W., Owen, N., Kingwell, B. A., Dunstan, D. W. (2016). Interrupting Prolonged Sitting With Brief Bouts of Light Walking or Simple Resistance Activities Reduce Resting Blood Pressure and Plasma Noradrenaline in Type 2 Diabetes. *Journal of Hypertension*, 34(12), 2376-2382. <https://doi.org/10.1097/HJH0000000000001101>
- Dunstan, D. W., Kingwell, B. A., Larsen, R., Healy, G. N., Cerin, E., Hamilton, M. T., Shaw, J. E., Bertovic, D. A., Zimmet, P. Z., Salmon, J., Owen, N. (2012). Breaking up Prolonged Sitting Reduces Postprandial Glucose and Insulin Responses. *Diabetes Care*, 35(5), 976–83. <https://doi.org/10.2337/dc11-1931>
- Edwardson, C. L., Gorely, T., Davies, M. J., Gray, L. J., Khunti, K., Wilmot, E. G., Yates, T. & Biddle, S. J. (2012). Association of Sedentary Behaviour with Metabolic Syndrome: a Meta-Analysis. *PLoS One*, 7(4), e34916. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0034916>

- Ekelund, U., Brage, S., Besson, H., Sharp, S., & Wareham, N. J. (2008). Time Spent Being Sedentary and Weight Gain in Healthy Adults: Reverse or Bidirectional Causality? *American Journal of Clinical Nutrition*, 88(3), 612–7. <https://doi.org/10.1093/ajcn/88.3.612>
- Ekelund, U., Steene-Johannessen, J., Brown, W. J., Fagerland, M. W., Owen, N., Powell, K. E., Bauman, A., Lee, I. M. (2016). Does Physical Activity Attenuate, or Even Eliminate, the Detrimental Association of Sitting Time with Mortality? A Harmonised Meta-Analysis of Data from More than 1 Million Men and Women. *Lancet*, 388, 1302–1310. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)30370-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)30370-1)
- Freire, Y. A., Macêdo, G. A. D., Browne, R. A. V., Farias-Junior, L. F., Bezerra, A. D. L., Fayh, A. P. T., Farias, J. C., Boreskie, K. F., Duhamel, T. A., Costa, E. C. (2019). Effect of Breaks in Prolonged Sitting or Low-Volume High-Intensity Interval Exercise on Markers of Metabolic Syndrome in Adults with Excess Body Fat: a Crossover Trial. *Journal of Physical Activity and Health*, 16(9), 727–735. <https://doi.org/10.1123/jpah.2018-0492>
- Fletcher, G. F. , Ades, P. A. , Kligfield, P., Arena, R., Balady, G. J., Bittner, V. A., Coke, L. A., Fleg, J. L., Forman, D. E., Gerber, T. C., Gulati, M., Madan, K., Rhodes, J., Thompson, P. D., Williams, M. A. (2013). Exercise Standards for Testing and Training: a Scientific Statement from the American Heart Association. *Circulation*, 128(8), 873–934. <https://doi.org/10.1161/CIR.0b013e31829b5b44>
- Fontana, L. (2018). Interventions to Promote Cardiometabolic Health and Slow Cardiovascular Ageing. *Nature Reviews Cardiology*, 15, 566–577. <https://doi.org/10.1038/s41569-018-0026-8>

- Fox, S. I. (2014). Gasto cardiaco, flujo sanguíneo y presión arterial. En *Fisiología humana: Stuart Ira Fox* (14ª ed). McGraw-Hill.
- Freckmann, G., Schmid, C., Baumstark, A., Pleus, S., Link, M., Haug, C. (2012). System Accuracy Evaluation of 43 Blood Glucose Monitoring Systems for Self-Monitoring of Blood Glucose According to DIN EN ISO 15197. *Journal of Diabetes Science and Technology*, 6(5), 1060–75.
<https://doi.org/10.1177/193229681200600510>
- Barone, B., Kowalsky, R. J., Perdomo, S. J., Taormina, J. M., Balzer, J. R., Jakicic, J. M. (2017). Effect of Alternating Standing and Sitting on Blood Pressure and Pulse Wave Velocity During a Simulated Workday in Adults with Overweight/Obesity. *Journal of Hypertension*, 35(12), 2411-2418.
<https://doi.org/10.1097/HJH.0000000000001463>
- Gill, J. M., Cooper, A. R. (2008). Physical Activity and Prevention of Type 2 Diabetes Mellitus. *Sports Medicine*, 38(10), 807–24.
- Guh, D. P., Zhang, W., Bansback, N., Amarsi, Z., Birmingham, C. L., Anis, A. (2009). The Incidence of Co-Morbidities Related to Obesity and Overweight: A Systematic Review and Meta-Analysis. *BMC Public Health*, 9, 88.
<https://doi.org/10.1186/1471-2458-9-88>
- Guthold, R., Stevens, G. A., Riley, L. M., Bull, F. C. (2018). Worldwide Trends in Insufficient Physical Activity from 2001 to 2016: a Pooled Analysis of 358 Population-Based Surveys with 1.9 Million Participants. *Lancet Global Health*.
[https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(18\)30357-7](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(18)30357-7)

- Hamilton, M. T. (2018). The Role of Skeletal Muscle Contractile Duration Throughout the Hole Day: Reducing Sedentary Time and Promoting Universal Physical Activity in all People. *The Journal of Physiology*, 596(8), 1331-1340. <https://doi.org/10.1113/JP273284>
- Hamilton, M. T., Hamilton, D. G., Zderic, T. W. (2007). Role of Low Energy Expenditure and Sitting in Obesity, Metabolic Syndrome, Type 2 Diabetes, and Cardiovascular Disease. *Diabetes*, 56(11), 2655-2667.
- Hamilton, M. T., Hamilton, D. G., Zderic, T. W. (2014). Sedentary Behavior as a Mediator of Type 2 Diabetes. *Medicine & Sport Science*, 60, 11–26. <https://doi.org/10.1159/000357332>
- Hardy, S. T., Loehr, L. R., Butler, K. R., Chakladar, S., Chang, P. P., Folsom, A. R., Heiss, G., MacLehose, R. F., Matsushita, K, Avery, C. L. (2015). Reducing the Blood Pressure-Related Burden of Cardiovascular Disease: Impact of Achievable Improvements in Blood Pressure Prevention and Control. *Journal of the American Heart Association*, 4, e002276. <https://doi.org/10.1161/JAHA.115.002276>
- Hawari, N. S., Al-Shayji, I., Wilson, J., Hill, J. M. (2016). Frequency of Breaks in Sedentary Time and Postprandial Metabolic Responses. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 48(12), 2495–2502. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001034>
- Hayward, R. A., Kent, D. M., Vijan, S., Hofer, T. P. (2005). Reporting Clinical Trials Results to Inform Providers, Payers, and Consumers. *Health Affairs*, 24(6), 1571–1581. <https://doi.org/10.1377/hlthaff.24.6.1571>

- Head, G. A. (2014). Ambulatory Blood Pressure Monitoring is Ready to Replace Clinic Blood Pressure in the Diagnosis of Hypertension. *Hypertension*, 64(6), 1175–1181. <https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.114.03882>
- Healy, G. N., Dunstan, D. W., Salmon, J., Cerin, E., Shaw, J. E., Zimmet, P. Z., Owen, N. (2008). Breaks in Sedentary Time: Beneficial Associations with Metabolic Risk. *Diab Care*, 31(4), 661-666.
- Healy, G. N., Lawler, S. P., Thorp, A., Neuhaus, M., Robson, E. L., Owen, N., Dunstan, D. W. (2012). Reducing Prolonged Sitting in the Workplace (An Evidence Review: Full Report). Melbourne, Australia: Victorian Health Promotion Foundation, 2011. <https://www.vichealth.vic.gov.au/workplace>
- Healy, G. N., Matthews, C. E., Dunstan, D. W., Winkler, E. A. H., & Owen, N. (2011). Sedentary Time and Cardio-Metabolic Biomarkers in US Adults: NHANES 2003-06. *European Heart Journal*, 32, 590-597.
- Hedges, L., Olkin, I. (1985). *Statistical Methods for Meta-Analysis*. Academic Press.
- Holmstrup, M. E., Fairchild, T. J., Keslacy, S., Weinstock, R. S., Kanaley, J. A. (2014). Multiple Short Bouts of Exercise over 12-h Period Reduce Glucose Excursions More than an Energy-Matched Single Bout of Exercise. *Metabolism*, 63(4), 510–519. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2013.12.006>
- International Diabetes Federation [IDF]. (2011). *2011 Guideline for Management of Postmeal Glucose in Diabetes*. Australia: International Diabetes Federation. ISBN 2-930229-81-0. <https://www.idf.org/e-library/guidelines/82-management-of-postmeal-glucose.html>

- Jin, E. H., Park, S., So, J. M. (2015). The Effect of Muscle Power Training with Elastic Band on Blood Glucose, Cytokine, and Physical Function in Older Women with Hyperglycemia. *Journal of Exercise Nutrition & Biochemistry*, 19(1), 19–24. <https://doi.org/10.5717/jenb.2015.19.1.19>
- Kelley, J. M., Kaptchuk, T. J. (2010). Group Analysis Versus Individual Response: The Inferential Limits of Randomized Controlled Trials. *Contemporary Clinical Trials*, 31(5), 423–428. <https://doi.org/10.1016/j.cct.2010.07.003>
- Kerr, J., Crist, K., Vital, D. G., Dillon, L., Aden, S. A., Trivedi, M., Castellanos, L. R., Godbole, S., Li, H., Allison, M. A., Khemlina, G. L., Takemoto, M. L., Schenk, S., Sallis, J. F., Grace, M., Dunstan, D. W., Natarajan, L., LaCroix, A. Z., Sears, D. D. (2017). Acute Glucoregulatory 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*, 12(11), e0188544. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0188544>
- Kivimäki, M., Kuosma, E., Ferrie, J. E., Luukkonen, R., Nyberg, S. T., Alfredsson, L., Batty, G. D., Brunner, E. J., Fransson, E., Goldberg, M., Knutsson, A., Koskenvuo, M., Nordin, M., Oksanen, T., Pentti, J., Rugulies, R., Shipley, M. J., Singh-Manoux, A., Steptoe, A., Suominen, S. B., ... , Jokela, M. (2017). Overweight, Obesity, and Risk of Cardiometabolic Multimorbidity: Pooled Analysis of Individual-Level for 120 813 Adults from 16 Cohort Studies from the USA and Europe. *Lancet Public Health*, 2(6), e277–e285. [https://doi.org/10.1016/S2468-2667\(17\)30074-9](https://doi.org/10.1016/S2468-2667(17)30074-9)

- Koeppen, B. M., Stanton, B. A. (2009a). *Berne y Levy: Fisiología* (6ª ed.). Elsevier-Mosby.
- Koster, A. Caserotti, P., Patel, K.V., Matthews, C. E., Berrigan, D., Van Domelen, D. R., Brychta, R. J., Chen, K. Y., Harris, T. B. (2012). Association of Sedentary Time with Mortality Independent of Moderate to Vigorous Physical Activity. *PLoS One*, 7(6), e37696. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0037696>
- Kovalskys, I., Fisberg, M., Gómez, G., Pareja, R. G., Yépez García, M. C., Cortés Sanabria, L. Y., Herrera-Cuencua, M., Rigotti, A., Guajardo, V., Zalczman-Zimberg, I., Nogueira-Previdelli, A., Moreno, L. A., Koletzko, B. (2018). Energy Intake and Food Sources of Eight Latin American Countries: Results from the Latin American Study of Nutrition and Health (ELANS). *Public Health Nutrition*, 21(14), 2535–2547. <https://doi.org/10.1017/S1368980018001222>
- Kriska, A. M., & Caspersen, C. J. (1997). A Collection of Physical Activity Questionnaires for Health Related Research. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 29(6 Supp.), S1-205.
- Larsen, R. N., Kingwell, B. A., Sethi, P., Cerin, E., Owen, N., Dunstan, D. W. (2014). Breaking Up Prolonged Sitting Reduces Resting Blood Pressure in Overweight/Obese Adults. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 24, 976-982. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2014.04.011>

- Leung, A. A., Daskalopoulou, S. S., Dasgupta, K., McBrien, K., Butalia, S., Zarnke, K. B., Nerenberg, K., Harris, K. C., Nakhla, M., Cloutier, L., Gelfer, M., Lamarre-Cliche, M., Milot, A., Bolli, P., Tremblay, G., McLean, D., Tran, K. C., Tobe, S. W., Ruzicka, M., Burns, K. D., ... , Rabi, D. M. (2017). Hypertension Canada's 2017 Guidelines for Diagnosis, Risk Assessment, Prevention, and Treatment of Hypertension in Adults. *Canadian Journal of Cardiology*, 33(12), 557–576. <https://doi.org/10.1016/j.cjca.2017.03.005>
- Liao, C. D., Tsauo, J. Y., Huang, S. W., Ku, J. W., Hsiao, D. J., Liou, T. H. (2018). Effects of Elastic Band Exercise on Lean Mass and Physical Capacity in Older Women with Sarcopenic Obesity: a Randomized Controlled Trial. *Scientific Reports*, 8(1), 2317. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-20677-7>
- Lollgen H, Bockenhoff A, Knapp G. (2009). Physical Activity and All-Cause Mortality: an Updated Meta-Analysis with Different Intensity Categories. *International Journal of Sports Medicine*, 30(3), 213–24.
- McGinley, S. K., Armstrong, M. J., Boulé, N. G., Sigal, R. J. (2015). Effects of Exercise Training Using Resistance Bands on Glycaemic Control and Strength in Type 2 Diabetes Mellitus: a Meta-Analysis of Randomised Controlled Trials. *Acta Diabetologica*, 52(2), 221–230. <https://doi.org/10.1007/s00592-014-0594-y>
- Marshall, S. J., Biddle, S. J., Gorely, T., Cameron, N., & Murdey, I. (2004). Relationships Between Media Use, Body Fatness and Physical Activity in Children and Youth: a Meta-Analysis. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*, 28, 1238–1246.

- Matthews, C. E., George, S. M., Moore, S. C. , Bowles, H. R., Blair, A., Park, Y., Troiano, R. P., Hollenbeck, A., Schatzkin, A. (2012). Amount of Time Spent in Sedentary Behaviors and Cause-Specific Mortality in US Adults. *American Journal of Clinical Nutrition*, 95(2), 437–45. <https://doi.org/10.3945/ajcn.111.019620>
- Moore, G., Durstine, J. L., Painter, P., & American College of Sports Medicine. (2016). *ACSM's Exercise Management for Persons with Chronic Diseases and Disabilities (4th ed)*. Human Kinetics.
- Moore, S. C, Gierach, G. L, Schatzkin, A., & Matthews, C. E. (2010). Physical Activity, Sedentary Behaviours, and the Prevention of Endometrial Cancer. *British Journal of Cancer*, 103, 933–938.
- Nishida, Y., Tanaka, K., Hara, M., Hirao, N., Tanaka, H., Tobina, T. Ikeda, M., Yamato, H., Ohta, M. (2015). Effects of Home-Based Bench Step Exercise on Inflammatory Cytokines and Lipid Profiles in Elderly Japanese Females: a Randomized Controlled Trial. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 61, 443–451. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2015.06.017>
- Oh, S. L., Kim, H. J., Woo, S., Cho, B. L., Song, M., Park, Y. H., Lim, J. Y., Song, W. (2017). Effects of an Integrated Health Education and Elastic Band Resistance Training Program on Physical Function and Muscle Strength in Community-Dwelling Elderly Women: Healthy Aging and Happy Aging II Study. *Geriatrics & Gerontology International*, 17(5), 825–833. <https://doi.org/10.1111/ggi.12795>

- Ohta, M., Hirao, N., Mori, Y., Takigami, C., Eguchi, M., Tanaka, H., Ikeda, M., Yamato, H. (2012). Effects of Bench Step Exercise on Arterial Stiffness in Post-Menopausal Women: Contribution of IGF-1 Bioactivity and Nitric Oxide Production. *Growth Hormone & IGF Research*, 22, 36–41. <https://doi.org/10.1016/j.ghir.2011.12.004>
- Owen, N., Healy, G. N., Matthews, C. E., Dunstan, D. W. (2010). Too Much Sitting: The Population-Health Science of Sedentary Behavior. *Exercise & Sport Sciences Reviews*, 38(3), 105-113.0 <https://doi.org/10.1097/JES.0b013e3181e373a2>
- Padilla, J., Sheldon, R. D., Sitar, D. M., Newcomer, S. C. (2009). Impact of Acute Exposure to Increased Hydrostatic Pressure and Reduced Shear Rate on Conduit Artery Endothelial Function: a Limb-Specific Response. *American Journal of Physiology – Heart and Circulatory Physiology*, 297(3), H1103-8. <https://doi.org/10.1152/ajpheart.00167.2009>
- Patel, A. V., Rodríguez, C., Pavluck, A. L., Thun, M. J., & Calle, E. E. (2006). Recreational Physical Activity and Sedentary Behavior in Relation to Ovarian Cancer Risk in a Large Cohort of US Women. *American Journal of Epidemiology*, 163, 709–716.
- Patterson, R., McNamara, E., Tainio, M., Hérick de Sá, T., Smith, A. D., Sharp, S. J., Edwards, P., Woodcock, J., Brage, S., Wijndaele, K. (2018). Sedentary Behaviour and Risk of All-Cause, Cardiovascular and Cancer Mortality, and Incident Type 2 Diabetes: a Systematic Review and Dose Response Meta-Analysis. *European Journal of Epidemiology*, 33(9), 811–829. <https://doi.org/10.1007/s10654-018-0380-1>

- Peine, S., Knabe, S., Carrero, I., Brundert, M., Wilhelm, J., Ewert, A., Denzer, U., Jensen, B., Lilburn, P. (2013). Generation of Normal Ranges for Measures of Body Composition in Adults Based on Bioelectrical Impedance Analysis Using the seca Mbca. *International Journal of Body Composition Research*, 11(3), 67–76.
- Physical Activity Guideline Advisory Committee. (2008). *Physical Activity Guidelines Advisory Committee Report*. US Department of Health and Human Services. <http://www.health.gov/paguidelines/Report/pdf/CommitteeReport.pdf>
- Rapsomaniki, E., Timmis, A., George, J., Pujades-Rodriguez, M., Shah, A. D., Denaxas, S., White, I. R., Caulfield, M. J., Deanfield, J. E., Smeeth, L., Williams, B., Hingorani, A., Hemingway, H. (2014). Blood Pressure and Incidence of Twelve Cardiovascular Diseases: Lifetime Risks, Healthy Life-Years Lost, and Age-Specific Associations in 1.25 Million People. *Lancet*, 383(9932), 1899–1911. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)60685-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)60685-1)
- Redekop, W. K., Mladsi, D. (2013). The Faces of Personalized Medicine: A Framework for Understanding its Meaning and Scope. *Value in Health*, 16(6), S4–S9. <https://doi.org/10.1016/j.jval.2013.06.005>
- Reistano, R. M., Holwerda, S. W., Credeur, D. P., Fadel, P. J., Padilla, J. (2015). Impact of Prolonged Sitting on Lower and Upper Limb Micro and Macrovascular Dilator Function. *Experimental Physiology*, 100(7), 829–838. <https://doi.org/10.1113/EP085238>
- Richter, E. A., Hargreaves, M. (2013). Exercise, GLUT4, and Skeletal Muscle Glucose Uptake. *Physiological Reviews*, 93, 993–1017. <https://doi.org/10.1152/physrev.00038.2012>

- Said, M. A., Eppinga, R. N., Lipsic, E., Verweij, N., van der Harst, P. (2018). Relationship of Arterial Stiffness and Pulse Pressure with Cardiovascular Disease and Mortality. *Journal of the American Heart Association*, 7, e007621. <https://doi.org/10.1161/JAHA.117.007621>
- Scharff-Olson, M., Williford, H. N., Blessing, D. L., Brown, J. A. (1996). The Physiological Effects of Bench/Step Exercise. *Sports Medicine*, 21(3), 164–175.
- Scharff-Olson, M., Williford, H. N., Blessing, D. L., & Greathouse, R. (1991). The Cardiovascular and Metabolic Effects of Bench Stepping Exercise in Females. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23(11), 1311-1317.
- Schober, P., Bossers, S. M., Schwarte, L. A. (2012). Statistical Significance Versus Clinical Importance of Observed Effect Sizes: What do P Values and Confidence Intervals Really Represent? *Anesthesia and Analgesia*, 126(3), 1068–1072. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000002798>
- Shvartz, E., Gaume, J. G., White, R. T., Reibold, R. C. (1983). Hemodynamic Responses During Prolonged Sitting. *Journal of Applied Physiology: Respiratory, Environmental and Exercise Physiology*, 54(6), 1673–1680.
- Stanforth, D., Stanforth, P., & Velasquez, K. (1993). Aerobic Requirement of Bench Stepping. *International Journal of Sports Medicine*, 14(3), 129-133.
- Sturm, B., Quittan, M., Wiesinger, G. F., Stanek, B., Frey, B., & Pacher, R. (1999). Moderate-Intensity Exercise Training with Elements of Step Aerobics in Patients with Severe Chronic Heart Failure. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 80, 746-750.

- Sedentary Behavior Research Network (SBRN). (2012). Standardized Use of the Terms “Sedentary” and “Sedentary Behaviours”. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 37, 540–542.
- Thompson PD. Exercise and physical activity in the prevention and treatment of atherosclerotic cardiovascular disease. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2003;23(8):1319–21.
- Thosar, S. S., Johnson, B. D., Johnston, J. D., Wallace, J. P. (2012). Sitting and Endothelial Dysfunction: The Role of Shear Stress. *Medical Science Monitor*, 18(12), RA173–RA180. <https://doi.org/10.12659/MSM.883589>
- Tikkanen, O., Haakana, P., Pesola, A. J., Häkkinen, K., Rantalainen, T., Havu, M., Pullinen, T., Finni, T. (2013). Muscle Activity and Inactivity Periods During Normal Daily Life. *PLoS One*, 8(1), e52228. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0052228>
- Thyfault, J. P., Krogh-Madsen, R. (2011). Metabolic Disruptions Induced by Reduced Ambulatory Activity in Free-Living Humans. *Journal of Applied Physiology* (1985), 111(4), 1218-1224. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00478.2011>
- Tremblay, M., Colley, R. C., Saunders, T. J., Healy, G. N., Owen, N. (2010). Physiological and Health Implications of a Sedentary Lifestyle. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 35(6), 725-740.

- Wennberg, P., Boraxbekk, C. J., Wheeler, M., Howard, B., Dempsey, P. C., Lambert, G., Eikelis, N., Larsen, R., Sethi, P., Occleston, J., Hernestal-Boman, J., Ellis, K. A., Owen, N., Dunstan, D. W. (2016). Acute Effects of Breaking Up Prolonged Sitting on Fatigue and Cognition: a Pilot Study. *BMJ Open*, 6(2), e009630. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2015-009630>
- Whelton, P. K., Carey, R. M., Aronow, W. S., Casey, D. E., Collins, K. J., Dennison, C., DePalma, S. M., Gidding, S., Jamerson, K. A., Jones, D. W., MacLaughlin, E. J., Muntner, P., Ovbigele, B., Smith, S. C., Spencer, C. C., Stafford, R. S., Taler, S. J., Thomas, R. J., Williams, K. A., Williamson, J. D., Wright, J. T. (2017). 2017 ACC/AHA/AAPA/ABC/ACPM/AGS/APhA/ASH/ASPC/NMA/PCNA Guideline for the Prevention, Detection, Evaluation, and Management of High Blood Pressure in Adults: Executive Summary: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *Hypertension*, 71(6), 1269–1324. <https://doi.org/10.1161/HYP.0000000000000066>
- Wijndaele, K., Orrow, G., Ekelund, U., Sharp, S. J., Brage, S., Griffin, S. J., Simmons, R. K. (2014). Increasing Objectively Measured Sedentary Time Increases Clustered Cardiometabolic Risk: a 6 Year Analysis of the ProActive Study. *Diabetologia*, 57(2), 305-12. <https://doi.org/10.1007/s00125-013-3102-y>

- Wilmot, E. G., Edwardson, C. L., Achana, F. A., Davies, M. J., Gorely, T., Gray, L. J., Khunti, K., Yates, T., Biddle, S. J. (2012). Sedentary Time in Adults and the Association with Diabetes, Cardiovascular Disease and Death: Systematic Review and Meta-Analysis. *Diabetologia*, 55, 2895–905. <https://doi.org/10.1007/s00125-012-2677-z>
- World Health Organization [WHO]. (2018). *Hipertensión*. <http://www.who.int/topics/hypertension/es/>
- World Health Organization [WHO]. (2006). *Preamble to the Constitution of World Health Organization as Adopted by the International Health Conference*. World Health Organization. www.who.int/governance/eb/who_constitution_en.pdf
- World Health Organization [WHO]. (2010). *WHO Guidelines on Drawing Blood: Best Practices in Phlebotomy*. World Health Organization. ISBN-13: 978-92-4-159922-1
- Yeun, Y. R. (2017). Effectiveness of Resistance Exercise Using Elastic Bands on Flexibility and Balance Among the Elderly People Living in the Community: a Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Physical Therapy Science*, 29(9), 1695–1699. <https://doi.org/10.1589/jpts.29.1695>
- Zeigler, Z. S., Mullane, S. L., Crespo, N. C., Buman, M. P., Gaesser, G. A. (2015). Effects of Standing and Light-Intensity Activity on Ambulatory Blood Pressure. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 48(2), 175-81. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000754>

- Zeigler, Z. S., Swan, P. D., Bhammar, D. M., Gaesser, G. A. (2016). Walking Workstation Use Reduces Ambulatory Blood Pressure in Adults with Hypertension. *Journal of Physical Activity and Health*, 12(suppl 1), S119-S127. <https://doi.org/10.1123./jpah.2013-0487>
- Zar, J. H. (1996). *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall.
- Zhao, L., Song, Y., Dong, P., Li, Z., Yang, X., Wang, S. (2014). Brachial Pulse Pressure and Cardiovascular or All-Cause mortality in the General Population: A Meta-Analysis of Prospective Observational Studies. *Journal of Clinical Hypertension (Greenwich)*, 16(9), 678-85. <https://doi.org/10.1111/jch.12375>

ANEXOS

ANEXO 1

Consentimiento informado



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
COMITÉ ÉTICO CIENTÍFICO
Teléfono/Fax: (506) 2511-4201

Maestría Académica en Ciencias del
Movimiento Humano

**FORMULARIO PARA EL CONSENTIMIENTO INFORMADO BASADO EN LA
LEY N° 9234 “LEY REGULADORA DE INVESTIGACIÓN BIOMÉDICA” y EL
“REGLAMENTO ÉTICO CIENTÍFICO DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA
RICA PARA LAS INVESTIGACIONES EN LAS QUE PARTICIPAN SERES
HUMANOS”**

**Efecto agudo de la interrupción del tiempo sedentario mediante ejercicio contra
resistencia elástica o ejercicio aeróbico con step, sobre la presión arterial y la
glicemia postprandial de oficinistas con sobrepeso u obesidad de la Universidad de
Costa Rica**

Código (o número) de proyecto: _____

Nombre de el/la investigador/a principal: Sergio Jiménez Morgan

Nombre del/la participante: _____

Medios para contactar a la/al participante: _____

Correo electrónico: _____

Contacto a través de otra persona: _____

A. PROPÓSITO DEL PROYECTO

El estudio de investigación que se realizará es la tesis de Maestría Académica en Ciencias del Movimiento Humano del estudiante Sergio Jiménez Morgan, quien es médico general y profesor en la Universidad de Costa Rica. Este estudio estará guiado por la profesora Jessenia Hernández Elizondo, quien también labora como investigadora y docente en la Universidad de Costa Rica. El estudio será financiado en su totalidad por Sergio Jiménez Morgan.

En la actualidad, las personas dedicamos mucho tiempo a estar sentadas en el trabajo, en la casa, en el carro y otros medios de transporte. Este estudio desea conocer si levantarse cada cierto tiempo de una silla para realizar algunos ejercicios sencillos durante unos cuantos minutos, permite mejorar la presión arterial y la concentración de azúcar en la sangre en personas que tengan sobrepeso u obesidad.

B. ¿QUÉ SE HARÁ?

Usted está recibiendo este documento con la explicación del proceso que se llevará a cabo en el estudio. Si decide participar, es importante que tome en cuenta lo siguiente:

1. Debe firmar voluntariamente el presente formulario del consentimiento informado.
2. En una primera visita al Centro de Investigación en Movimiento Humano de la Universidad de Costa Rica, se le realizará una medición de su peso con una balanza, se le medirá su talla, y la circunferencia de su cintura con una cinta métrica. Además, se le medirá su cantidad de grasa, de músculo y agua en su cuerpo con un instrumento llamado analizador de composición corporal.
3. En esa misma primera visita al Centro de Investigación en Movimiento Humano, se le entregará una ficha de información personal que es necesario completar para saber si usted padece alguna enfermedad, si toma algún tratamiento médico o si sufre de alguna intolerancia o alergia a ciertas comidas. Dicha información es muy importante para conocer su estado de salud general.
4. Por último, en esa misma primera visita al Centro de Investigación en Movimiento Humano, se le permitirá familiarizarse con una especie de ligas grandes que se van a usar en el estudio y que permiten realizar diferentes tipos de ejercicios, de manera que usted pueda aprender a usarlas en forma correcta. También, se le permitirá familiarizarse con unos escalones plásticos que tienen una altura de 15 cm (similar a la de una grada pequeña en una casa o un edificio) para que aprenda a subir y bajar de dicho escalón en forma correcta.
5. Posteriormente, deberá presentarse en otras tres ocasiones al Centro de Investigación en Movimiento Humano. Uno de esos días, deberá estar sentado en una silla cómoda durante cinco horas en forma continua. Otro de los días, se sentará en la silla durante cinco horas, pero cada hora se levantará y realizará unos ejercicios con las ligas grandes, durante cuatro minutos, y se volverá a sentar en la silla. Otro de los días, se sentará en la silla durante cinco horas, pero cada hora se levantará y durante cuatro minutos subirá y bajará el escalón de 15 centímetros de altura (similar a subir y bajar una grada normal), luego se volverá a sentar en la silla.

6. El orden en el cual se vayan a realizar las actividades (es decir, un día sentarse todo el rato, otro día subir el escalón y otro día usar las ligas) será determinado al azar sacando papelitos de una bolsa. Pero, sin importar el orden, usted deberá realizar las tres actividades, en días distintos.
7. En cada una de los días en que usted se presente al Centro de Investigación en Movimiento Humano para realizar las actividades anteriormente explicadas, debe llegar en ayuno, es decir, sin haber comido durante al menos 8 horas. Al llegar al laboratorio, se le medirá su presión arterial con un instrumento llamado esfigmomanómetro digital, el cual se coloca en su brazo y se infla en forma automática, luego se desinfla y registra el valor de su presión arterial. Además, se le medirá la concentración de azúcar en la sangre con un instrumento llamado glucómetro portátil, que es un aparato que requiere una gota de sangre muy pequeña que se obtendrá al punzar con mucho cuidado uno de los dedos de sus manos con una aguja muy pequeña. Después de esto, se le brindará un desayuno, y al finalizar las actividades se le brindará un almuerzo. Estas comidas no tendrán costo económico para usted.
8. En el transcurso de las actividades, se le va a estar midiendo su presión arterial con el instrumento llamado esfigmomanómetro digital, estas mediciones se harán en varias ocasiones. En total, cada día que se presente al laboratorio se le medirá su presión arterial en doce ocasiones.
9. También, media hora después de haber comido su desayuno, se le medirá la concentración de azúcar en la sangre con el instrumento llamado glucómetro portátil. Una última medición de la concentración de azúcar en la sangre se hará hasta el final, es decir, cinco horas después. En total, cada día que se presente al laboratorio se le medirá su concentración de azúcar en la sangre en tres ocasiones.
10. Durante la realización de las actividades, usted podrá ir teniendo conocimiento de los valores de su presión arterial y de la concentración de azúcar en la sangre.

C. RIESGOS

1. Si usted participa en este estudio, puede sentir que se agita un poco al realizar los ejercicios con las ligas, o al subir y bajar del escalón. Esta es una respuesta normal del cuerpo al realizar estos ejercicios. Sin embargo, cada vez que los realice será solo por unos cuantos minutos y la sensación de agitación debería desaparecer rápidamente luego de sentarse en la silla nuevamente.
2. Para medir su concentración de azúcar en la sangre se debe obtener una gota muy pequeña de sangre. Dicha gota se obtendrá al punzar con cuidado uno de los dedos de sus manos con una aguja muy pequeña. Es posible que sienta una molestia leve y pasajera en el dedo donde se obtenga la gota.

D. BENEFICIOS

1. Debido a que se necesitará que usted permanezca en el Centro de Investigación en Movimiento Humano durante toda una mañana en varios días diferentes, se le dará un almuerzo al finalizar cada día que venga al laboratorio.
2. Se espera que mediante el programa de ejercicio que se evaluará en este estudio de investigación haya una mejoría en la presión arterial y la concentración de azúcar en la sangre, y esto podría ayudarle a usted a motivarse e incorporar cambios en su estilo de vida, como por ejemplo evitar pasar muchas horas sentado, y levantarse cada cierto tiempo a realizar algunos ejercicios sencillos.
3. Su colaboración será de gran ayuda para la comunidad científica y para la sociedad costarricense, ya que a partir de los resultados de este estudio se podría generar conocimiento que motive a más personas a adoptar estilos de vida más saludables.
4. Al final de la investigación, usted podrá consultar sus resultados con Sergio Jiménez Morgan y con Jessenia Hernández Elizondo, para que usted pueda comparar cómo se comportó su presión arterial y su concentración de azúcar en la sangre cada día que se presentó al Centro de Investigación en Movimiento Humano. De igual manera, en caso de que se realice una exposición de los resultados generales con un carácter científico, se le enviará una invitación por correo electrónico en caso de que desee asistir a la actividad.

E. VOLUNTARIEDAD

Su participación en esta investigación es totalmente voluntaria. Usted puede negarse a participar, o puede retirarse en cualquier momento del estudio, sin perder los beneficios a los cuales tiene derecho. Tampoco será castigado o castigada de ninguna forma por su retiro o falta de participación.

F. CONFIDENCIALIDAD

Toda la información obtenida en este estudio será estrictamente confidencial, cada participante tendrá un código para así respetar la identidad de cada uno. Todos los resultados respetarán el anonimato de cada persona. En caso de algún tipo de publicación en una revista científica, los resultados serán públicos, pero siempre respetando el anonimato de las personas, es decir, nadie sabrá que usted participó en el estudio.

Las personas que tendrán acceso para verificar los procedimientos y datos de la investigación, sólo verán los códigos, en ningún momento sabrán su identidad.

G. MUESTRAS BIOLÓGICAS

Las únicas muestras biológicas que se obtendrán corresponderán a las pequeñas gotas de sangre necesarias para medir la concentración de azúcar en la sangre. Dichas muestras no pueden ser reutilizadas ni conservadas, ya que el aparato llamado glucómetro realiza la medición en forma inmediata con la pequeña gota de sangre. La plaquita de

plástico donde se deposita la gota es descartada (se bota en un basurero especial), de manera que en el estudio no se guardarán muestras biológicas de ninguna de las personas participantes, tampoco serán transferidas a ninguna instancia dentro o fuera del país, ni serán utilizadas para otras mediciones de otros estudios.

H. INFORMACIÓN

Antes de dar su autorización para este estudio usted debe haber hablado con Sergio Jiménez Morgan, él deberá haberle contestado satisfactoriamente todas sus preguntas acerca del estudio y de sus derechos. Si quisiera más información puede obtenerla llamando a Sergio Jiménez Morgan, al teléfono 8722-3732 en el horario de lunes a viernes de 8:00 a. m. a 5:00 p. m., o bien con la tutora Jessenia Hernández Elizondo, al teléfono 8388-4398 en el horario de lunes a viernes de 8:00 a. m. a 5:00 p. m. Además, puede consultar sobre los derechos de los sujetos participantes en proyectos de investigación contactando Consejo Nacional de Investigación en Salud del Ministerio de Salud (CONIS), teléfono 2257-7821 extensión 119, de lunes a viernes de 8:00 a. m. a 4:00 p. m. Cualquier consulta adicional puede comunicarse con la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica a los teléfonos 2511-4201, 2511-1398, de lunes a viernes de 8:00 a. m. a 5:00 p. m. También puede consultar a la secretaria del programa de Maestría Académica en Ciencias del Movimiento Humano al teléfono 2511-2949, de lunes a viernes de 1 p.m. a 5 p.m.

I. Usted NO perderá ningún derecho por firmar este documento. Además, recibirá una copia de esta fórmula firmada para su uso personal.

CONSENTIMIENTO

He leído o se me ha leído toda la información descrita en esta fórmula antes de firmarla. Se me ha brindado la oportunidad de hacer preguntas y éstas han sido contestadas en forma adecuada. Por lo tanto, declaro que entiendo de qué trata el proyecto, las condiciones de mi participación y accedo a participar como sujeto de investigación en este estudio.

***Este documento debe de ser autorizado en todas las hojas mediante la firma, (o en su defecto con la huella digital), de la persona que será participante o de su representante legal.**

Nombre, firma y cédula del sujeto participante

Lugar, fecha y hora

Nombre, firma y cédula del/la investigador/a que solicita el consentimiento

Lugar, fecha y hora

Nombre, firma y cédula del/la testigo

Lugar, fecha y hora

Versión junio 2017

Formulario aprobado en sesión ordinaria N° 63 del Comité Ético Científico, realizada el 07 de junio del 2017.

ANEXO 2

Ficha de datos personales y medidas antropométricas

Fecha: _____

Lugar: _____

Persona que realiza la ficha de datos: Dr. Sergio Jiménez Morgan, UCR, COD. MED.

10875

Nombre de la persona participante: _____

Fecha de nacimiento: _____ Edad: _____ años Sexo: _____

➤ Antecedentes heredofamiliares:

➤ ¿Padece alguna enfermedad? () Sí () No ¿Cuál o cuáles?

➤ ¿Recibe tratamientos farmacológicos? () Sí () No ¿Cuál o cuáles?

➤ ¿Le han realizado algún procedimiento quirúrgico? () Sí () No ¿Cuál o cuáles?

-
-
- ¿Presenta alergia o intolerancia a alguna comida? () Sí () No ¿Cuál o cuáles?
-
-

Medidas antropométricas

Estatura: _____ cm

Circunferencia de cintura: _____ cm

Masa corporal total: _____ kg

Índice de masa corporal: _____ kg/m²

Porcentaje de grasa corporal: _____ %

Porcentaje de masa muscular: _____ %

Porcentaje de agua corporal: _____ %

Estratificación de presión arterial:

- Primera medición: PAS = _____ PAD = _____ mmHg
- Segunda medición: PAS = _____ PAD = _____ mmHg
- Tercera medición: PAS = _____ PAD = _____ mmHg
- PROMEDIO: PAS = _____ PAD = _____ mmHg

ANEXO 3

Hoja de recolección de datos de presiones arteriales

NOMBRE DE LA PERSONA PARTICIPANTE: _____ **FECHA:** _____

MEDICIONES EN AYUNO: PAS = _____ mmHg PAD = _____ mmHg FC = _____ lat/min

*** **CONDICIÓN EXPERIMENTAL** *** () Sentarse () Step () Banda **Color de banda:** _____

		PAS (mmHg)	PAD (mmHg)	FC (lat/min)	Esfuerzo percibido
MEDICIÓN INICIAL					
Interrupción 1	PRE				
	DURANTE EJERCICIO				
	POST				
Interrupción 2	PRE				
	DURANTE EJERCICIO				
	POST				
Interrupción 3	PRE				
	DURANTE EJERCICIO				
	POST				
Interrupción 4	PRE				
	DURANTE EJERCICIO				
	POST				
Interrupción 5	PRE				
	DURANTE EJERCICIO				
	POST				

ANEXO 4

Cuestionario internacional de actividad física (versión larga, formato autoadministrado en idioma español)

CUESTIONARIO INTERNACIONAL DE ACTIVIDAD FÍSICA

Estamos interesados en saber acerca de la clase de actividad física que la gente hace como parte de su vida diaria. Las preguntas se referirán acerca del tiempo que usted utilizó siendo físicamente activo(a) en los **últimos 7 días**. Por favor responda cada pregunta aún si usted no se considera una persona activa. Por favor piense en aquellas actividades que usted hace como parte del trabajo, en el jardín y en la casa, para ir de un sitio a otro, y en su tiempo libre de descanso, ejercicio o deporte.

Piense acerca de todas aquellas actividades **vigorosas** y **moderadas** que usted realizó en los **últimos 7 días**. Actividades **vigorosas** son las que requieren un esfuerzo físico fuerte y le hacen respirar mucho más fuerte que lo normal. Actividades **moderadas** son aquellas que requieren un esfuerzo físico moderado y le hace respirar algo más fuerte que lo normal.

PARTE 1: ACTIVIDAD FÍSICA RELACIONADA CON EL TRABAJO

La primera sección es relacionada con su trabajo. Esto incluye trabajos con salario, agrícola, trabajo voluntario, clases, y cualquier otra clase de trabajo no pago que usted hizo fuera de su casa. No incluya trabajo no pago que usted hizo en su casa, tal como limpiar la casa, trabajo en el jardín, mantenimiento general, y el cuidado de su familia. Estas actividades serán preguntadas en la parte 3.

1. ¿Tiene usted actualmente un trabajo o hace algún trabajo no pago fuera de su casa?

Sí

No → *Pase a la PARTE 2: TRANSPORTE*

Las siguientes preguntas se refieren a todas las actividades físicas que usted hizo en los **últimos 7 días** como parte de su trabajo pago o no pago. Esto no incluye ir y venir del trabajo.

2. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días realizó usted actividades físicas **vigorosas** como levantar objetos pesados, excavar, construcción pesada, o subir escaleras **como parte de su trabajo**? Piense solamente en esas actividades que usted hizo por lo menos 10 minutos continuos.

_____ **días por semana**

Ninguna actividad física vigorosa relacionada con el trabajo → *Pase a la pregunta 4*

No sabe/No está seguro(a)

3. ¿Cuánto tiempo en total usualmente le toma realizar actividades físicas **vigorosas** en uno de esos días que las realiza como parte de su trabajo?

_____ **horas por día**

_____ **minutos por día**

No sabe/No está seguro(a)

4. Nuevamente, piense solamente en esas actividades que usted hizo por lo menos 10 minutos continuos. Durante **los últimos 7 días**, ¿Cuántos días hizo Usted actividades físicas **moderadas como** cargar cosas ligeras **como parte de su trabajo**? Por favor no incluya caminar.

_____ **días por semana**

No actividad física moderada → *Pase a la pregunta 6*
relacionada con el trabajo

5. ¿Cuánto tiempo en total usualmente le toma realizar actividades físicas **moderadas** en uno de esos días que las realiza como parte de su trabajo?

_____ **horas por día**

_____ **minutos por día**

No sabe/No está seguro(a)

6. Durante **los últimos 7 días**, ¿Cuántos días **caminó** usted por lo menos 10 minutos continuos **como parte de su trabajo**? Por favor no incluya ninguna caminata que usted hizo para desplazarse de o a su trabajo.

_____ **días por semana**

Ninguna caminata relacionada con trabajo → *Pase a la PARTE 2:*

TRANSPORTE

7. ¿Cuánto tiempo en total pasó generalmente **caminado** en uno de esos días como parte de su trabajo?

_____ **horas por día**

_____ **minutos por día**

No sabe/No está seguro(a)

PARTE 2: ACTIVIDAD FÍSICA RELACIONADA CON TRANSPORTE

Estas preguntas se refieren a la forma como usted se desplazó de un lugar a otro, incluyendo lugares como el trabajo, las tiendas, el cine, entre otros.

8. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días **viajó usted en un vehículo de motor** como un tren, bus, automóvil, o tranvía?

_____ **días por semana**

No viajó en vehículo de motor → *Pase a la pregunta 10*

9. Usualmente, ¿Cuánto tiempo gastó usted en uno de esos días **viajando** en un tren, bus, automóvil, tranvía u otra clase de vehículo de motor?

_____ **horas por día**

_____ **minutos por día**

No sabe/No está seguro(a)

Ahora piense únicamente acerca de **montar en bicicleta** o **caminatas** que usted hizo para desplazarse a o del trabajo, haciendo mandados, o para ir de un lugar a otro.

10. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días **montó usted en bicicleta** por al menos 10 minutos continuos para **ir de un lugar a otro**?

_____ **días por semana**

No montó en bicicleta de un sitio a otro → *Pase a la pregunta 12*

11. Usualmente, ¿Cuánto tiempo gastó usted en uno de esos días **montando en bicicleta** de un lugar a otro?

_____ **horas por día**

_____ **minutos por día**

No sabe/No está seguro(a)

12. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días caminó usted por al menos 10 minutos continuos para ir **de un sitio a otro**?

_____ **días por semana**

No caminatas de un sitio a otro → *Pase a la PARTE 3: TRABAJO DE*

LA CASA, MANTENIMIENTO DE LA CASA, Y CUIDADO DE LA FAMILIA

13. Usualmente, ¿Cuánto tiempo gastó usted en uno de esos días **caminando** de un sitio a otro?

_____ **horas por día**

_____ **minutos por día**

No sabe/No está seguro(a)

PARTE 3: TRABAJO DE LA CASA, MANTENIMIENTO DE LA CASA, Y CUIDADO DE LA FAMILIA

Esta sección se refiere a algunas actividades físicas que usted hizo en los **últimos 7 días** en y alrededor de su casa tal como como arreglo de la casa, jardinería, trabajo en el césped, trabajo general de mantenimiento, y el cuidado de su familia.

14. Piense únicamente acerca de esas actividades físicas que hizo por lo menos 10 minutos continuos. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días hizo usted actividades físicas **vigorosas** tal como levantar objetos pesados, cortar madera, palear nieve, o excavar **en el jardín o patio?**

_____ **días por semana**

Ninguna actividad física vigorosa en el jardín o patio → **Pase a la pregunta 16**

15. Usualmente, ¿Cuánto tiempo dedica usted en uno de esos días haciendo actividades físicas **vigorosas** en el jardín o patio?

_____ **horas por día**

_____ **minutos por día**

No sabe/No está seguro(a)

16. Nuevamente, piense únicamente acerca de esas actividades físicas que hizo por lo menos 10 minutos continuos. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días hizo usted actividades físicas **moderadas** tal como cargar objetos livianos, barrer, lavar ventanas, y rastrillar **en el jardín o patio**?

_____ **días por semana**

Ninguna actividad física moderada en el jardín o patio → *Pase a la pregunta 18*

17. Usualmente, ¿Cuánto tiempo dedica usted en uno de esos días haciendo actividades físicas **moderadas** en el jardín o patio?

_____ **horas por día**

_____ **minutos por día**

No sabe/No está seguro(a)

18. Una vez más, piense únicamente acerca de esas actividades físicas que hizo por lo menos 10 minutos continuos. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días hizo usted actividades físicas **moderadas** tal como cargar objetos livianos, lavar ventanas, estregar pisos y barrer **dentro de su casa**?

_____ **días por semana**

Ninguna actividad física moderada dentro de la casa → *Pase a la*

PARTE 4: ACTIVIDADES FÍSICAS DE RECREACIÓN, DEPORTE Y TIEMPO LIBRE

19. Usualmente, ¿Cuánto tiempo dedica usted en uno de esos días haciendo actividades físicas **moderadas** dentro de su casa?

_____ **horas por día**

_____ **minutos por día**

No sabe/No está seguro(a)

PARTE 4: ACTIVIDADES FÍSICAS DE RECREACIÓN, DEPORTE Y TIEMPO

LIBRE

Esta sección se refiere a todas aquellas actividades físicas que usted hizo en los **últimos 7 días** únicamente por recreación, deporte, ejercicio o placer. Por favor no incluya ninguna de las actividades que ya haya mencionado.

20. Sin contar cualquier caminata que ya haya usted mencionado, durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días **caminó** usted por lo menos 10 minutos continuos **en su tiempo libre**?

_____ **días por semana**

Ninguna caminata en tiempo libre → *Pase a la pregunta 22*

21. Usualmente, ¿Cuánto tiempo gastó usted en uno de esos días **caminando** en su tiempo libre?

_____ **horas por día**

_____ **minutos por día**

No sabe/No está seguro(a)

22. Piense únicamente acerca de esas actividades físicas que hizo por lo menos 10 minutos continuos. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días hizo usted actividades físicas **vigorosas** tal como aeróbicos, correr, pedalear rápido en bicicleta, o nadar rápido en su **tiempo libre**?

_____ **días por semana**

Ninguna actividad física vigorosa en tiempo libre → *Pase a la pregunta 24*

23. Usualmente, ¿Cuánto tiempo dedica usted en uno de esos días haciendo actividades físicas **vigorosas** en su tiempo libre?

_____ **horas por día**

_____ **minutos por día**

No sabe/No está seguro(a)

24. Nuevamente, piense únicamente acerca de esas actividades físicas que hizo por lo menos 10 minutos continuos. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días hizo usted actividades físicas **moderadas** tal como pedalear en bicicleta a paso regular, nadar a paso regular, jugar dobles de tenis, **en su tiempo libre**?

_____ **días por semana**

Ninguna actividad física moderada en tiempo libre → *Pase a la PARTE 5:*

TIEMPO DEDICADO A ESTAR SENTADO(A)

25. Usualmente, ¿Cuánto tiempo dedica usted en uno de esos días haciendo actividades físicas **moderadas** en su tiempo libre?

_____ **horas por día**

_____ **minutos por día**

No sabe/No está seguro(a)

PARTE 5: TIEMPO DEDICADO A ESTAR SENTADO(A)

Las últimas preguntas se refieren al tiempo que usted permanece sentado(a) en el trabajo, la casa, estudiando, y en su tiempo libre. Esto incluye tiempo sentado(a) en un escritorio, visitando amigos(as), leyendo o permanecer sentado(a) o acostado(a) mirando televisión. No incluya el tiempo que permanece sentado(a) en un vehículo de motor que ya haya mencionado anteriormente.

26. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuánto tiempo permaneció **sentado(a)** en un **día en la semana?**

_____ **horas por día**

_____ **minutos por día**

No sabe/No está seguro(a)

27. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuánto tiempo permaneció **sentado(a)** en un **día del fin de semana?**

_____ **horas por día**

_____ **minutos por día**

No sabe/No está seguro(a)

Este es el final del cuestionario, gracias por su participación

ANEXO 5

Amenazas a la validez interna

Tabla 15

Amenazas a la validez interna y estrategias para controlarlas

Amenaza	Estrategia utilizada
• Historia	Aleatorización del orden de las condiciones. Todos pasaron por todas las condiciones.
• Maduración	Aleatorización del orden de las condiciones. Todos pasaron por todas las condiciones.
• Inestabilidad del instrumento	Los instrumentos presentaron alta confiabilidad y validez
• Inestabilidad del ambiente	Mismo ambiente controlado para todas las personas
• Administración de pruebas	Todas las personas realizaron todas las pruebas
• Instrumentación	Se administraron las mismas pruebas a todas y todos
• Regresión	No se pudo controlar, muestra por conveniencia
• Selección	Todos los grupos fueron equivalentes
• Mortalidad	Las actividades se desarrollaron con permiso laboral
• Difusión de tratamientos	No se pudo controlar, todos estuvieron juntos siempre
• Compensación	Todos recibieron los mismos beneficios
• Conducta del investigador	Se intentó ser completamente objetivo e imparcial

Fuente: adaptado de Araya (2016)

ANEXO 6

Amenazas a la validez externa

Tabla 16

Amenazas a la validez externa y estrategias para controlarlas

Amenaza	Estrategia utilizada
• Efecto reactivo o de interacción de las pruebas	Se realizó un plan piloto
• Interacción entre errores de medición y el tratamiento	Las personas participantes fungieron como sus propios controles
• Interferencia de tratamientos múltiples	Se pudieron separar los efectos de cada tratamiento
• Imposibilidad de replicar los resultados	Se intentó recrear lo mejor posible un ambiente laboral de oficinistas universitarios
• Efectos reactivos de los tratamientos	Se intentó ser lo más natural y neutral posible
• Descripciones insuficientes	Se describió detalladamente la metodología
• Efectos de novedad e interrupción	Se realizó una sesión de familiarización
• Quien investiga	Los resultados no dependieron de la presencia del investigador
• Interacción entre historia, lugar, y los efectos del tratamiento	Se puede replicar el estudio con una muestra conformada por personas adultas, oficinistas. Condiciones de laboratorio se pueden recrear.
• Mediciones de la variable dependiente	Se usaron instrumentos reportados previamente en la literatura con estudios previos

Fuente: adaptado de Araya (2016)