

Análisis en componentes principales de la Obesidad-Adiposidad y su asociación con factores de riesgo cardiometabólico en mujeres.
Estudio transversal en un entorno laboral.

Vivian Castro-Herrera ND.

Nutricionista Dietista. Pontificia Universidad Javeriana. Estudiante de Maestría. Escuela de Medicina y Salud, Universidad del Rosario, Bogotá, Colombia

Nicolás Molano MSc.

Estadístico y Biólogo. Centro de estudio en enfermedades autoinmunes (CREA), Escuela de Medicina y Salud, Universidad del Rosario, Bogotá, Colombia

Mónica Rodríguez-Jimenez MD.

Médico. Centro de estudio en enfermedades autoinmunes (CREA), Escuela de Medicina y Salud, Universidad del Rosario, Bogotá, Colombia

Diana Ramos-Caballero Ft. MSc

Fisioterapeuta. Magíster en Fisiología. Centro de estudios en medición de la actividad física(CEMA), Escuela de Medicina y Salud, Universidad del Rosario, Bogotá, Colombia

Javier Bonilla-Briceño MD. MSc

Médico. Biólogo. Magíster en Fisiología. Centro de estudios en medición de la actividad física(CEMA), Escuela de Medicina y Salud, Universidad del Rosario, Bogotá, Colombia

Adriana Rojas-Villarraga MD. Esp.

Médico. Especialización en Reumatología, Medicina interna y Epidemiología. Coordinadora del Centro de estudio en enfermedades autoinmunes (CREA), Escuela de Medicina y Salud, Universidad del Rosario, Bogotá, Colombia

Juan-Manuel Anaya MD. Esp. PhD.

Médico. Especialista en Reumatología y Medicina interna. Doctor en Biología. Director del Centro de estudio en enfermedades autoinmunes (CREA), Escuela de Medicina y Salud, Universidad del Rosario, Bogotá, Colombia

Autor para información de correspondencia

Vivian Castro-Herrera

Dirección: Calle 63C N° 24-69. Universidad del Rosario.

Telefono: 3123034598

E-mail: castro.vivian@urosario.edu.co – v.castroh09@gmail.com

Conflicto de intereses y la divulgación financiera: Ningún conflicto de interés o divulgaciones financieras fueron reportados por los autores de este trabajo.

Resumen

Antecedentes: Los factores de riesgo para el desarrollo de eventos cardiometabólicos, constituyen un set de variables útiles como predictores de enfermedades cardiovasculares y metabólicas. Uno de los factores de riesgo que recibe mayor atención en la detección y prevención de eventos cardiometabólicos, es la obesidad y la herramienta más común para diagnosticarla es el índice de masa corporal. Sin embargo, existen imprecisiones y sesgos en su concepto actual y en la forma de medirla. Nuevas alternativas de valoración y tamizaje deben incluir porcentaje de grasa corporal y su distribución, dada la relevancia que adquiere la adiposidad en la definición de obesidad y por ende en la mejoría del pronóstico de eventos cardiometabólicos. Los entornos laborales son ambientes vulnerables que se beneficiarían ampliamente de la aplicación de estas nuevas alternativas para predecir e intervenir tempranamente el riesgo cardiometabólico desde el correcto tamizaje de obesidad, dado el volumen poblacional que se puede abordar.

Propósito: Establecer el componente principal de obesidad y adiposidad (CPOA) a partir de tres indicadores antropométricos y evaluar su nivel de asociación con factores de riesgo de eventos cardiometabólicos en un entorno laboral.

Métodos: Se llevó a cabo un estudio de corte transversal con 1.572 mujeres entre 18 a 60 años en un entorno laboral. Se recolectaron variables antropométricas y variables identificadas como factores de riesgo para el desarrollo de eventos cardiometabólicos. Para la definición de la variable dependiente, se emplearon las tres mediciones antropométricas realizadas (circunferencia de cintura, porcentaje de grasa e índice de masa corporal) que se sintetizaron a través de la metodología estadística de análisis en componentes principales obteniendo el Componente Principal de Obesidad-Adiposidad (CPOA). En cuanto al tratamiento de las variables independientes, un set de factores de riesgo para el desarrollo de eventos cardiometabólicos en donde se incluyen: variables categóricas, correspondientes a información sociodemográfica (nivel educativo, ocupación, estado civil y estrato) e información de hábitos saludables (patrones dietarios y niveles de actividad física). Estas variables categóricas fueron agrupadas en clusters para analizar el comportamiento general de la población. Posteriormente, los clusters obtenidos, en conjunto con otros factores de riesgo en donde se encuentran variables continuas (fuerza prensil, edad, tensión arterial, tiempo sentado) y variables dicotómicas (antecedentes de enfermedad cardiometabólica, consumo de café y tabaco) fueron sometidas a un análisis de regresión múltiple examinando su nivel de asociación con el componente principal de obesidad-adiposidad.

Resultados: Se obtuvo el componente principal de obesidad-adiposidad (CPOA) que se expresa a través de la siguiente fórmula: $CPOA = (0,1729 * IMC) + (0,095 * PG) + (0,065 * CC)$. El rango de valores que adquiere el CPOA para la muestra analizada estuvo entre 7 y 18. El CPOA presentó una asociación estadísticamente significativa e inversa con el cluster de personas que comparten alto estrato socioeconómico y nivel educativo, estado civil casado, y un patrón de dieta entre mixta y saludable, por lo cual tuvieron valores más bajos en el CPOA. Adicionalmente, el CPOA mostró asociación estadísticamente significativa y positiva con la edad e inversa con los valores de fuerza prensil.

Conclusiones: Este estudio presenta una incipiente estrategia o alternativa para evaluar simultáneamente la obesidad-adiposidad a través de una variable que resume distintas variables antropométricas. Los hallazgos indican que el CPOA se correlaciona significativamente con importantes marcadores de riesgo para el desarrollo de eventos cardiometabólicos (asociación significativa e inversa con un cluster de personas con alto estrato socioeconómico, niveles educativos, casadas y con patrones dietarios entre mixtos y saludables, así como asociación significativa y positiva con la edad, e inversa con la fuerza prensil). Adicionalmente y por la naturaleza del estudio, se presenta la dinámica y comportamiento de un entorno laboral latino a través del análisis de los factores de riesgo para el desarrollo de eventos cardiometabólicos.

Palabras Clave

Adiposidad – Obesidad – Salud laboral – Factores de riesgo

Introducción

Los factores de riesgo para desarrollar eventos cardiometabólicos (FREC) constituyen un set de variables que permiten inferir la probabilidad de padecer un amplio espectro de enfermedades cardiovasculares y metabólicas. La detección de dichos factores de riesgo en un individuo (incluso cuando éste se considera saludable) es susceptible de intervención, en donde a través de su eliminación o modificación, se propende por la prevención o el retraso de posibles fenómenos cardiovasculares o metabólicos (1).

Los factores de riesgo para el desarrollo de eventos cardiometabólicos (FREC) se clasifican en tradicionales tales como sexo, edad (2–4), consumo de cigarillo, presión arterial (6–7), hábitos nutricionales (8), y niveles de actividad física (AF)(9) y emergentes (factores de riesgo recientes) en donde se incluyen sedentarismo (10–12), fuerza prensil (9)(13,14) y estatus socioeconómico (3). Todos estos factores en conjunto han merecido especial atención en el escenario de la prevención y diagnóstico precoz por estar altamente asociados con enfermedades cardiometabólicas (15,16). Particularmente, la obesidad ha sido uno de los factores de riesgo para el desarrollo de eventos cardiometabólicos que ha recibido especial atención (17).

A nivel mundial, el indicador de obesidad comúnmente utilizado ha sido el Índice de Masa Corporal (IMC). Definido desde el año 2000 por la Organización Mundial de Salud (OMS) como un valor igual o mayor a 30 Kg/m^2 . Adicionalmente, se define el rango de sobrepeso (25 a 29.9 Kg/m^2) el cual también representa condiciones adversas para la salud (21,22). Bajo estos parámetros definidos por la OMS, la obesidad y el sobrepeso son condiciones que han incrementado su prevalencia desde las últimas cuatro décadas, posicionándose como una pandemia

que requiere esfuerzos coordinados para establecer estrategias de prevención e intervención (18,19).

En el contexto Latinoamericano, se ha visto que el incremento de la Obesidad se presenta de forma simultánea con el aumento de la circunferencia de cintura (CC), u “obesidad abdominal” (20). Estas otras condiciones plantean diferentes puntos de análisis para conceptualizar y determinar el riesgo para la salud de presentar sobrepeso y obesidad, algunos de estos aspectos a considerar en el abordaje actual del exceso de peso son:

La obesidad no solo debería categorizarse con base en el peso corporal, el componente grasa es esencial para determinar la adiposidad asociada a la obesidad. La adiposidad se analiza en términos del porcentaje de grasa (PG) con respecto al peso corporal así como su distribución en el organismo (23). El concepto de “Obesidad con peso normal” justifica esta premisa y demuestra que con un peso normal de acuerdo al IMC puede coexistir un alto porcentaje de grasa (24); se ha encontrado que ésta condición incrementa el riesgo de padecer enfermedades cardiometabólicas (25).

Por otra parte se resalta el rol que juega el entorno, *factores ambientales que incluyen aspectos sociodemográficos y económicos, han sido asociados como factores de riesgo para desarrollar obesidad*, y por ende eventos cardiometabólicos (26). La OMS propone que los entornos laborales son ejemplos de ambientes que impactan amplias audiencias y diversos contextos humanos (27) así como la condición de salud de los individuos (29) por lo cual son blanco de intervención para la reducción y prevención de obesidad (28).

Las herramientas existentes requieren una revisión y actualización, *el IMC como herramienta empleada para determinar la obesidad, proporciona información valiosa acerca del peso con relación a la talla, sin embargo no permite obtener información precisa sobre el componente adiposo* (30). Adicionalmente, los tradicionales puntos de corte para el IMC fueron establecidos

en una población específica por lo tanto sus resultados deberían interpretarse cuidadosamente en poblaciones con diversas características raciales (31).

En el ámbito de las mediciones antropométricas, se reconoce que al ser evaluadas de forma simultánea se puede establecer una mejor predicción del riesgo cardiovascular (25). Particularmente en mujeres una combinación de mediciones de adiposidad (IMC y CC) predice el riesgo mejor que una sola medición (32). El IMC en combinación con el PG ha demostrado mejorar la asociación con marcadores de riesgo cardiometabólico como la dislipidemia (33–35) y por su parte el CC como herramienta diagnóstica y de tamizaje también presenta una correlación significativa con la resistencia a la insulina, la hiperglicemia, la arterioesclerosis subclínica (36,37) y el contenido de grasa visceral (38). Combinar las mediciones antropométricas es el primer paso en la construcción de una herramienta que permita identificar con precisión la condición de obesidad y adiposidad (39)(40) con el objetivo de identificar de forma precoz el riesgo de desarrollar eventos cardiometabólicos (41).

Desde la perspectiva de salud pública, existe una clara necesidad de reducir la carga de enfermedades y prevenir e intervenir la obesidad a través de estrategias individuales que impacten en la sociedad. Los entornos laborales se convierten en una alternativa promisoría en la promoción en salud (42,43), en donde la investigación aún es incipiente y en donde se identifica un gran potencial para abordar diversos factores de riesgo para desarrollar enfermedades cardiometabólicas (inactividad física, sedentarismo, dietas inadecuadas), siendo clave como blanco de intervención (44). Adicionalmente, los entornos laborales permiten realizar intervenciones focalizando características poblacionales como el sexo, lo cual es importante teniendo en cuenta que las mujeres presentan mayor prevalencia de obesidad como consecuencia de condiciones biológicas, ambientales y comportamentales (45).

De acuerdo con la búsqueda de literatura reciente, no hay estudios en Latinoamérica que realizados en entornos laborales, se hayan centrado en sintetizar la información de diferentes indicadores antropométricos tradicionales en una única variable que simultáneamente proporcione información sobre el estado de obesidad y adiposidad de un individuo. Este estudio hipotetiza que la obtención de esta variable presentará niveles significativos de asociación con importantes factores de riesgo para el desarrollo de eventos cardiometabólicos.

En el escenario de la medicina preventiva y de la incursión en investigación en entornos laborales, este estudio presentará lo que se posiciona como una incipiente alternativa para integrar la adiposidad en el concepto de obesidad como parte de estrategias de predicción temprana para disminuir el impacto de enfermedades cardiometabólicas, así como contribuirá con la comprensión de la dinámica laboral de un ambiente latinoamericano.

Métodos

Muestra

Se llevó a cabo un estudio analítico de corte transversal con 1572 colaboradoras de una empresa colombiana (Bogotá). La recolección de datos se realizó desde Junio a Noviembre de 2013 y el proceso de tabulación, auditoría de la base de datos, codificación de variables y análisis estadístico de la información se realizó desde Enero a Julio de 2014. Los datos fueron recolectados con las participantes que a través de un consentimiento informado aceptaron participar en este estudio, el cual recibió la aprobación del comité de bioética de la Universidad del Rosario. La historia clínica, información sociodemográfica, hábitos alimentarios y de AF, se obtuvieron mediante una encuesta estandarizada, a través de una entrevista con personal de salud. Las medidas antropométricas fueron realizadas por estudiantes de último semestre de fisioterapia entrenados para este fin. La Figura 1 refleja el panorama general del proceso y en la

Tabla 1 se presentan los protocolos y procedimientos aplicados en la recolección de la información.

Definición de variables

Se definió como variable dependiente el Componente Principal de Obesidad-Adiposidad (CPOA) que se extrae a partir de tres mediciones antropométricas que comprenden: Circunferencia de Cintura (CC), Índice de Masa Corporal (IMC) y Porcentaje de grasa (PG). Con respecto a las variables independientes, se tuvieron en cuenta aquellos factores de riesgo para el desarrollo de eventos cardiometabólicos (no plasmáticos) que la literatura presenta como tradicionales y emergentes. En éste trabajo de investigación se agrupan como factores de riesgo para el desarrollo de eventos cardiometabólicos (FREC). La Tabla 2 contiene la conceptualización y clasificación que se realizó para todas las variables que fueron incluidas en el estudio.

Metodología estadística.

Inicialmente se realizaron análisis univariados. Las variables categóricas se presentan a través de frecuencias, y las variables continuas a través de medianas y desviación estándar.

Posteriormente se realizó una matriz de correlaciones de Pearson entre el IMC, CC, y PG para explorar la asociación multivariable entre ellas. La obtención de estas correlaciones como parte de la metodología de Análisis en componentes principales (ACP) permite analizar el tipo de correlación entre las variables originales antes de obtener el componente principal. A continuación se aplicó el Análisis de Componentes Principales (ACP), el cual fue empleado para identificar un factor antropométrico ó variable resumen que se denominó “Componente principal de Obesidad-Adiposidad (CPOA)” a partir de las tres mediciones antropométricas.

Para manipular estadísticamente las variables cualitativas de dieta, AF e información sociodemográfica, se requería identificar grupos de personas compartiendo características similares. Cada uno de estos grupos se denominó Clusters y se les manipuló como variables independientes para establecer su asociación con el CPOA. La metodología de Cluster que se aplicó corresponde a la Metodología mixta propuesta por Lebart, y permitió identificar los conjuntos en los cuales se agrupó la mayoría de la muestra de estudio por presentar características similares entre sí. El proceso para la determinación de estos Clusters se aplicó en la determinación de patrones dietarios y posteriormente en la determinación de Clusters de información sociodemográfica, patrones dietarios y AF. Esta metodología estadística se desarrolló en el orden que se presenta a continuación:

Determinación de patrones dietarios

Inicialmente se empleó la herramienta de frecuencia de consumo de alimentos que contenía variables respecto de grupos de alimentos consumidos y su frecuencia semanal de ingesta, ésta información se empleó para identificar los grupos de personas que comparten preferencias alimentarias, es decir, que tienden a consumir los mismos grupos de alimentos.

En la construcción de los clusters, se aplica la metodología mixta de Cluster propuesta por Lebart (47), en donde a partir del análisis de datos de los grupos de alimentos y su frecuencia de consumo, se aplica el análisis de correspondencias múltiples dado que se tenían grupos de alimentos (variables categóricas). Este análisis permite obtener el histograma de valores propios, que permite identificar el número de grupos en los cuales se distribuye la mayoría de la población y un gráfico de los índices de distancias de Ward, que permite identificar los grupos más informativos y diferentes entre sí. Los grupos que se identifican a través del histograma y en el gráfico de los índices de distancia de Ward, se asocian con el número de clusters. Finalmente, se aplica el método de cluster jerárquico sobre los componentes principales normalizados derivados del análisis previamente realizado. El dendograma es la herramienta

empleada por éste método, y es un diagrama en forma de árbol en el que las ramas en los distintos niveles informan de las fusiones de los grupos en un nivel superior, esto quiere decir que a medida que se van conformando los grupos en la parte superior del dendograma, los grupos presentaron mayor tamaño, sus datos van siendo mas homogéneos entre sí y diferentes con respecto a los otros grupos. Al concluir este análisis se tiene el número de clusters, cada uno con sus características particulares.

Determinación de Clusters de Información sociodemográfica, patrones dietarios y niveles de Actividad física.

Posteriormente, se aplicó la misma metodología mixta propuesta por Lebart, para agrupar la información sociodemográfica (nivel educativo, nivel de actividad de acuerdo a la ocupación, estado civil y estrato) como indicadores del estatus socioeconómico (48), los nuevos patrones dietarios previamente identificados y los niveles de actividad física. A partir de allí se derivaron los componentes principales del análisis en correspondencias múltiples, teniendo como fundamento la importante asociación encontrada entre el estatus socioeconómico y el desarrollo de sobrepeso y obesidad con adiposidad generada a partir de las características de la dieta y los niveles de AF. (49) De esta forma se obtuvieron cinco clusters en los cuales se agrupó la información significativa de cada grupo, reconociendo conjuntos de personas compartiendo características similares en cuanto información sociodemográfica, patrones dietarios y niveles de AF.

Análisis de asociación: Variable CPOA y variables independientes.

Para evaluar las asociaciones entre el CPOA y las variables cualitativas y categóricas, se aplicó el test de Kruskal wallis. Aquellas variables que resultaron significativas se representaron a través del diagrama Box-Plott.

Finalmente, se realizaron análisis de regresión lineal múltiple para evaluar las asociaciones entre los factores de riesgo cardiometabólico (incluyendo la configuración de los cluster) con el CPOA. Una significancia del 5% fue aplicada para todas las pruebas estadísticas aplicadas.

Los análisis estadísticos fueron ejecutados empleando SPSS versión 22. En el análisis del componente principal y los análisis tipo cluster, el programa estadístico R fue la elección (50).

Resultados

Características población de estudio

Las características de los participantes en el estudio se encuentran descritas en la Tabla 3. Un total de 1572 mujeres tuvieron mediciones completas y exitosas de línea de base para las variables analizadas. En términos generales, la población está compuesta por mujeres adultas con edad media de 35 años. Las variables antropométricas presentaron valores medios de: IMC= 25,2 (\pm 3,3); CC= 81,85 (\pm 8,7) y PG= 30,66 (\pm 6,08). Estos datos reflejan una población que se encuentra en sobrepeso, obesidad central y altos porcentajes de grasa teniendo en cuenta los puntos de corte tradicionales. En cuanto a las variables categóricas de análisis, cabe destacar que la mayoría de la población no presenta antecedentes individuales ni paternos de enfermedad cardiometabólica. La información sociodemográfica presenta una población con niveles educativos básicos (Bachillerato finalizado), una mínima participación de sujetos con estudios de posgrado. El estado civil con mayor prevalencia es soltera y unión libre, y principalmente pertenecen a estratos bajos y ocupación activa. En cuanto a los hábitos, se detectan bajos niveles de actividad física, un consumo de dietas con patrones mixtos y occidentales, en los cuales no se completa el requerimiento de frutas y bajo consumo de cigarrillo.

Análisis de componentes principales y determinación del componente principal: CPOA

La determinación del CPOA fue construida incluyendo las mediciones de IMC, CC y PG. Se aplicó la correlación de Pearson, tal como se muestra en la Figura 2. Todas las correlaciones fueron estadísticamente significativas (valor $p < 0,0001$), estos resultados sugieren una relación importante entre las variables originales y permite inferir que el comportamiento que tendrá el CPOA cuando sea analizado en un individuo, será proporcional con las variables antropométricas: si el estado de las tres variables es alto, el valor que adquiere el CPOA es alto también. Por su parte si el valor de las variables antropométricas tiende a la normalidad o incluso a ser bajo, los valores que adquiere el CPOA tienden a ser menores.

El análisis en componentes principales permitió la identificación de un primer componente principal (denominado CPOA) en el cual se resume el 86.32% de la varianza total de los tres indicadores antropométricos. La fórmula que se obtuvo al identificar este primer componente principal fue: $\text{CPOA} = (0,173 * \text{IMC}) + (0,095 * \text{PG}) + (0,065 * \text{CC})$. Los valores encontrados en la muestra analizada se encuentran en un rango desde 7 (el más bajo) y 18 (el mayor valor). Los individuos con valores más bajos, tienen simultáneamente valores más bajos de IMC, CC y PG y lo mismo ocurre con los individuos con valores antropométricos más altos. Las contribuciones y las correlaciones de las variables originales con el CPOA se muestran en la Tabla 4. Es de resaltar que las tres mediciones realizadas hacen una contribución similar al CPOA, el cual presenta correlaciones altas y similares con cada variable original.

Clusters: Patrones dietarios, estatus socioeconómico y niveles de actividad física.

De acuerdo con la metodología mixta propuesta por Lebart, se identificaron tres perfiles dietarios. El análisis de correspondencias múltiples con variables categóricas se presenta en la Figura 3. La Figura 3A. Histograma de valores propios de la frecuencia de consumo, refleja que la tendencia de consumo de la población se encuentra representada en 3 grupos que son lo suficientemente diferentes entre sí. La Figura 3B. Gráfico de índice de distancias de Ward, refleja la identificación de dos componentes principales a través del método de análisis en correspondencias múltiples con variables categóricas. La tendencia a través de este método, es que si se identificaron dos componentes principales, la información tenderá a resumirse en 3 clusters. Posteriormente, se aplicó el agrupamiento jerárquico que definió los clusters o patrones dietarios finales. Se obtuvo la representación jerárquica de clusters en donde se identificaron los tres grupos que compartían características similares entre sí, pero que eran distintos de las características que se encontraban en los otros grupos. La Figura 4. Correspondiente al Dendograma, es la herramienta que permitió la visualización definitiva de los tres perfiles dietarios. Las características de estos clusters al analizar los grupos de alimentos presentes en cada uno, se definieron así:

Características de Patrones dietarios

Patrón Mixto (PM), es el más frecuente de consumo en el 65,2 % de la población de estudio y se caracteriza por el consumo de una variedad de grupos de alimentos, especialmente proteínas de origen animal y alimentos procesados. Las recomendaciones diarias de completar 5 porciones diarias entre frutas y vegetales, no se cumple. **El Patrón occidental (PO)** fue consumido por el 20,5% de los sujetos de estudio y estuvo caracterizado por un alto contenido de alimentos y preparaciones fritas, bebidas azucaradas, alimentos procesados, y las recomendaciones de frutas y vegetales tampoco es satisfecho. Considerando los dos primeros

patrones, el 85,7% de la población no completa las recomendaciones de frutas y vegetales. Finalmente, se identificó el **Patrón Saludable (PS)**, el cual fue consumido por el 14,3% de la población. Este patrón alimentario se caracteriza por incluir alimentos ricos en fibra, se cumplen las recomendaciones diarias de frutas y verduras y se observa un consumo de productos lácteos bajos en grasa, granos enteros, frutos secos, y una baja ingesta de alimentos de alto índice glicémico.

Características de agrupamiento por Información sociodemográfica, patrones dietarios y niveles de AF.

En el análisis de la información sociodemográfica, patrones dietarios y niveles de actividad física se obtuvieron 5 clusters. En la Tabla 5 se presenta una descripción de la configuración de cada cluster en términos de variables y porcentajes. A continuación se presenta una breve explicación teórica de la composición de cada cluster:

Cluster 1^o-Bachillerato-Soltera-Nivel Medio de AF: Bachillerato finalizado, categoría de bajo estrato socioeconómico, soltera y ocupación activa. La distribución entre los patrones dietarios occidental y mixto tiende a ser similar reflejando un bajo consumo de frutas y vegetales. La clasificación de acuerdo al IPAQ refleja un nivel de AF principalmente media.

Cluster 2^{do}- Bachillerato – Unión libre – Nivel bajo de AF: Bachillerato finalizado, categoría de bajo estrato socioeconómico, unión libre, ocupación activa. Se caracteriza por presentar un patrón dietario mixto y bajos niveles de AF según IPAQ.

Cluster 3^o- Primaria-Nivel bajo de AF: Principalmente básica primaria finalizada, bajo estrato socioeconómico, distribución similar entre todas las categorías de estado civil. Ocupación activa, similar distribución entre patrón saludable y mixto y el nivel de AF tiende a ser bajo.

Cluster 4^{to}- Bachillerato y formación técnica – Casadas – Nivel bajo de AF: Nivel educativo distribuido de forma similar entre bachillerato y formación técnica, bajo estrato socioeconómico, principalmente casada, la ocupación tiende a estar distribuida de forma similar entre ambas categorías y se reportan bajos niveles de AF.

Cluster 5^{to}-Profesionales- Alto estatus- Ocupación menos activa: Grado profesional principalmente aunque también se detecta formación de posgrado. Alto estrato socioeconómico, la tendencia del estado civil es casada. La ocupación tiende a ser menos activa. Los patrones dietarios están distribuidos de forma similar entre mixto y saludable, y no existen patrones definidos de los niveles de actividad física, pues se observan todos los niveles de práctica de AF.

Asociación del CPOA y variables de interés

En el análisis bivariado, las correlaciones de Pearson fueron aplicadas para medir el nivel de asociación lineal entre el CPOA y las variables continuas. Correlaciones estadísticamente significativas se encontraron entre el CPOA y algunas variables continuas, tales como la edad ($r= 2,77$; valor $p <0,05$) y fuerza prensil ($r= -0,459$; valor $p <0,05$).

Las variables estadísticamente significativas (valor $p <0,05$) a través de la prueba de Kruskal-Wallis se muestran en la Figura 5. Gráficas de Box plot fueron utilizadas para comparar y visualizar el comportamiento del CPOA con las diferentes variables cualitativas.

En la Figura 5A. es de resaltar que entre los clusters 4^{to}- Bachillerato y formación técnica – Casadas – Nivel bajo de AF y 5^{to}-Profesionales-Alto estatus-Ocupación menos activa presentan los valores más bajos del CPOA. Por el contrario el cluster 3^{ro}- Primaria-Nivel bajo de AF parece tener valores más altos de CPOA cuando se compara con los otros clusters. La Figura 5B. muestra la interacción entre el consumo de café y Tabaco con el CPOA. Es de destacar una

presencia de mayores valores de CPOA cuando ambos son consumidos simultáneamente, mientras que el CPOA adquiere valores más bajos si ninguno de ellos es consumido. La Figura 5C y 5D. presenta a aquellos sujetos que tienen antecedentes de enfermedades previas, los cuales tienden a presentar mayores niveles de CPOA cuando se comparan con aquellos que no tuvieron antecedentes. Finalmente, la Figura 5E. muestra que aquellos sujetos cuyos padres tuvieron historia de enfermedad cardiovascular tienden a presentar mayores valores del CPOA cuando se compara con aquellos que no tuvieron antecedentes.

Análisis de regresión múltiple

Todas las variables independientes fueron incluidas en el modelo de regresión presentado en la Tabla 6. Las variables más importantes resultantes del análisis son edad, fuerza prensil, y el cluster 5^{to}-Profesionales-Alto estatus-Ocupación menos activa. Las personas incluidas en el intercepto (el cual representa a una persona promedio de la muestra de estudio: sin antecedentes paternos ni maternos de enfermedad cardiometabólica ni enfermedad individual, y perteneciente al primer cluster con características sociodemográficas, dietarias, con un consumo de dieta principalmente occidental y de bajos niveles de AF fueron también significativas en este modelo. Es de resaltar que el modelo tiene una varianza explicada en un 24,9% ($R^2 = 0,249$).

Discusión.

En este estudio se presenta una propuesta de Análisis en componentes principales cuyos hallazgos son interesantes por la aproximación para identificar y valorar la obesidad-adiposidad de forma simultánea y por la asociación con algunos factores de riesgo para el desarrollo de eventos cardiometabólicos. Esta propuesta se posiciona como un primer paso para demostrar la factibilidad de combinar mediciones antropométricas como complemento de las categorizaciones actuales del concepto de obesidad incluyendo la adiposidad.

Las características de la población de estudio en este entorno laboral, permiten identificar una población de mujeres adultas jóvenes, que en su mayoría presentan trabajos activos, pertenecen a estratos socioeconómicos bajos, realizan entre moderados y bajos niveles de actividad física y tienen patrones alimentarios que incluyen alimentos con bajo valor nutricional. Esta situación es comparable con la realidad nacional, en donde la mayoría de la población presenta características similares. Cabe resaltar el estado de obesidad y adiposidad que presentan las colaboradoras de este entorno laboral, lo cual contribuye en materia de salud laboral resaltando la imperiosa necesidad de desarrollar estrategias de intervención (42).

En la construcción del CPOA a través de la técnica de Análisis en componentes principales, se consideraron dos elementos: la necesidad e importancia de analizar los factores de riesgo para el desarrollo de eventos cardiometabólicos con respecto a la combinación de las medidas antropométricas, y la identificación de una metodología estadística rigurosa y clara que permitiera ejecutar este proceso.

El análisis antropométrico proporciona información esencial para la estratificación del riesgo cardiometabólico, y la combinación de esta información mejora el tamizaje (25). Evidencia que sustenta esta premisa, indica que el IMC no mide directamente el PG ni distingue la distribución adiposa, por lo cual es un indicador impreciso de adiposidad para la detección de enfermedades cardiometabólicas (51)(52). Adicionalmente, el PG con respecto a determinada clasificación del IMC, está influenciado por el sexo y la edad (53). La combinación del IMC con medidas de obesidad central, representan una mejoría en el pronóstico de la mortalidad cardiovascular (25)(54). Con respecto a los antecedentes en materia de antropometría y riesgo cardiometabólico, este estudio pretende realizar una primera aproximación a la combinación de

medidas antropométricas indicadoras de obesidad, distribución de grasa y porcentaje adiposo, demostrando la utilidad de combinar estas tres mediciones y resumirlas en una sola variable: CPOA.

Esta propuesta del CPOA, está basada en la metodología de Análisis en Componentes Principales, la cual es utilizada para identificar un factor antropométrico que representa un estado de la obesidad y la adiposidad de la población en general. Este análisis exploratorio es útil porque reduce un set de variables correlacionadas en un componente principal que se extrae a partir de las variables originales y permite establecer una variable latente identificada como factor (55). La obtención de este factor se puede realizar a partir de variables originales con unidades de expresión diferentes, como es el caso de las variables antropométricas empleadas en este estudio; adicionalmente estas variables originales se analizan como variables continuas sin puntos de corte, lo cual supone una ventaja en el marco de la optimización de estos valores en el contexto latinoamericano, teniendo en cuenta las características propias de la población (41)(56).

En este estudio, el componente principal o CPOA, retiene una varianza del 86% de las tres variables originales. Este es un alto porcentaje lo cual indica que resume la información original de las tres variables (IMC, CC and PG) y que proporciona información valiosa con respecto a la obesidad y el estado de adiposidad, es decir, la información que proporciona cada una de estas variables de forma separada se sintetiza en el CPOA. Por su parte, el análisis de las contribuciones por parte de las tres variables originales que resulta similar con relación al CPOA, indica que las tres variables tienen una participación con igual importancia en la información que se obtiene en el CPOA.

Variables asociadas

Dentro de las contribuciones más importantes realizadas en este estudio, se encuentran el análisis tipo Cluster. Esta metodología tiene una gran cantidad de ventajas, empezando por el análisis del comportamiento de los diferentes factores de riesgo causales de el aumento de la obesidad y la adiposidad, reconociendo que ésta condición está influenciada por una serie de factores individuales, familiares, socioeconómicos, ambientales, culturales, entre otros (89)(90) . Este estudio presenta el comportamiento y situación de factores de riesgo cruciales para el desarrollo de eventos cardiometabólicos en un entorno laboral, como lo son las influencias del estatus socioeconómico y hábitos alimentarios y de AF (80).

En la construcción de los clusters de patrones dietarios y en la posterior identificación de los clusters que los agrupan, sumado a la información sociodemográfica y niveles de actividad física; se siguió exactamente la misma metodología: Agrupamiento por métodos jerárquicos en el contexto de la metodología Mixta propuesta por Lebart. Esta metodología tiene una gran cantidad de ventajas: Los individuos no se particionan en clusters sino que se van realizando niveles distintos de agregación o agrupamiento que van conformando los grupos con una estructura, de forma ordenada y estableciendo una jerarquía. Por su parte, la aplicación del método de Ward también reporta diversas ventajas por lo cual es uno de los métodos más utilizados. Es el método más discriminativo en los niveles de agrupación realizando las clasificaciones más óptimas con respecto a otros métodos existentes (47).

Los hallazgos realizados en este estudio, permiten resaltar la asociación estadísticamente significativa y positiva entre el CPOA con la edad; así como su asociación estadísticamente significativa e inversa con la fuerza prensil y el cluster 5^{to}-Profesionales-Alto estatus - Ocupación menos activa. Estos factores en conjunto están estrechamente involucrados en el desarrollo o prevención de eventos cardiometabólicos, dependiendo de la situación del individuo (57,58). Explícitamente se ha encontrado que la edad avanzada, el sexo femenino, niveles bajos en fuerza prensil, y estratos socioeconómicos más bajos son considerados factores de riesgo para desarrollar obesidad en mujeres(45) así como enfermedades cardiometabólicas (28)(59). La significancia estadística de estas asociaciones son indicadoras de la factibilidad de continuar fortaleciendo una estrategia como lo es el CPOA, propuesta integrada a la identificación y valoración del estado de obesidad-adiposidad.

Con respecto a la edad, hay evidencia que a mayor edad en el sexo femenino, hay una tendencia a desarrollar tanto obesidad como adiposidad (52)(60)(61). Estos estudios son acordes con nuestros hallazgos en términos de edad y sexo, los cuales son factores tradicionales de riesgo y por lo tanto considerados en estrategias preventivas. Estos resultados resaltan la utilidad de herramientas fácilmente aplicables como el CPOA como indicador de obesidad-adiposidad asociado a la edad y el sexo.

Adicionalmente, es remarcable que mayores valores de fuerza prensil estén asociados con bajos valores de CPOA. La fuerza prensil es un indicador general de la fuerza muscular (9) y hay evidencia de que mayores niveles de fuerza muscular están asociados con una disminución de la carga de enfermedades crónicas (62)(63). La fuerza tiene un impacto importante en el perfil cardiovascular alterado y por lo tanto mejora el pronóstico cardiovascular (13). La asociación inversa encontrada entre el CPOA y la fuerza prensil también está sustentada por Barbat et, al. Cuyos hallazgos concluyen que una baja fuerza muscular parece estar asociada con mayor riesgo

de enfermedades cardiometabólicas en mujeres obesas (64). Existe evidencia que integra la edad y fuerza prensil, y reporta que una ganancia de adiposidad con el incremento en la edad, puede ser más pronunciada entre aquellos individuos con bajos niveles de fitness muscular (65).

Por otra parte, comportamientos relacionados con la salud como la dieta y los niveles de AF, están altamente asociados con el estado del peso y por lo tanto son considerados como factores clave en la solución de la obesidad (66). Con respecto a la información de hábitos alimentarios, fue útil identificar tres patrones dietarios. De acuerdo con Stricker et al, se establece que a través de la metodología de cluster y de Análisis en Componentes Principales, tres clusters generan la información necesaria para la evaluación de los patrones dietarios y hábitos nutricionales en una población (67), lo cual resulta crucial en el análisis de factores de riesgo cardiometabólico en entornos laborales (68,69). El primer patrón (PM), indica que una variedad en la dieta no está necesariamente asociado con una mejor calidad de la misma (70) especialmente si el requerimiento de frutas y verduras no se satisface. Por su parte, el PO representa un riesgo alto para la salud por el incremento en el consumo de grasas saturadas, azúcares de alto índice glicémico, y la baja disponibilidad de nutrientes a nivel corporal (71). Y finalmente, el PS está asociado con una mejor salud y disminución de la carga de enfermedades crónicas no transmisibles (72) gracias al aporte nutricional de los alimentos allí presentes.

Se esperaba encontrar un patrón asociado a características específicas de los clusters con características socioeconómicas definidas, dado que hay evidencia indicando que un alto estatus socioeconómico tiende a seleccionar alimentos más saludables y completar las recomendaciones de frutas y verduras(73), mientras que las personas con bajo estatus socioeconómico, tienden a seleccionar alimentos con mayor contenido calórico y menor densidad de nutrientes (74). Sin embargo, la presencia de los tres patrones dietarios fue observada en los 5 clusters. Estos resultados son consistentes con los hallazgos reportados por Batis, et al, quien indica que aunque anteriormente los altos ingresos y el nivel educativo estaban positivamente

correlacionados con una dieta más saludable, ésta asociación se ha vuelto más débil con el tiempo dado que la selección de alimentos está cambiando por fenómenos modernos en donde la globalización juega un papel fundamental (75)(76). Los hallazgos reportados en este estudio resaltan la importancia de identificar otros factores en los entornos laborales, que influyen la selección de alimentos, además del estatus socioeconómico.

Por otro lado, se esperaba que los clusters que presentaron bajos niveles de AF estuvieran asociados con mayores valores de obesidad-adiposidad medidos a través del CPOA, teniendo en cuenta que bajos niveles de AF son considerados factor de riesgo para el desarrollo de enfermedades cardiometabólicas (77) por el incremento que supone en la obesidad y la adiposidad. Esta situación podría suponer un sesgo para el estudio dado que hay una tendencia en las mujeres a estimar inapropiadamente los niveles de AF (78). Estos resultados constituyen un aprendizaje para ser extrapolado a futuros estudios en entornos laborales: La precisión de la información obtenida por auto-reporte puede mejorar a través del uso de métodos complementarios para medir los niveles de AF. Fiedler et. al, realizó un estudio enfocado en analizar las actividades físicas que se realizaron en un entorno laboral a través de videos y grabaciones para realizar una medición directa de los niveles de AF (79). Los estudios enfocados en medición de niveles de AF en entornos laborales serán relevantes para comprender mejor la dinámica de esta variable en estos contextos y aumentar el nivel de precisión de la información. A pesar de la gran cantidad de recursos que estos estudios requieren, involucrar la medición directa y objetiva como metodologías complementarias al auto-reporte permitirá obtener información completa sobre los niveles de AF en entornos laborales.

Resultan importantes las correlaciones inversas entre el cluster 5^{to}-Profesionales-Alto estatus-Ocupación menos activa y el CPOA, como se muestra en la Tabla 6, indicando que la población perteneciente a un alto estatus socioeconómico tiende a presentar valores más bajos en los

indicadores de obesidad-adiposidad. Existe evidencia de que el nivel educativo, el estrato socioeconómico y el estado civil actúan como confusores importantes cuando se analiza la prevalencia de sobrepeso, dado que estos factores afectan el estado de obesidad y adiposidad (80)(81). Esta información justifica el uso de la metodología cluster para el análisis de la información sociodemográfica. No se encontró que clusters con un estatus socioeconómico más bajo (estratos y niveles educativos bajos), presentaran incremento en los niveles de adiposidad-obesidad, contrastando evidencia que ha encontrado este fenómeno (82)(83). Esta situación plantea la necesidad de analizar el comportamiento del CPOA en los entornos laborales con distintos tipos de cargos y actividades físicas cotidianas más heterogéneas y distintas al que se presenta en este estudio para identificar otros factores inherentes al cargo que afectan directamente la obesidad-adiposidad.

El análisis de regresión lineal múltiple propone un modelo con una varianza explicada en un 25%, indicando que existen otros aspectos en los entornos laborales asociados con la prevalencia de obesidad-adiposidad, o estado del CPOA. Evidencia indica que las características étnicas y genéticas deben considerarse en la evaluación del riesgo (84), y aunque las contribuciones aquí presentadas son relevantes dado que se presentan variables en los entornos laborales que se asocian con el desarrollo de obesidad y adiposidad (85), considerar características étnicas y genéticas en distintos entornos laborales será importante en el esenario de la salud laboral y la prevención.

Considerando las limitaciones propias del diseño transversal, cabe mencionar que el estudio cuenta con sesgos en la información, observables a partir de los datos obtenidos por auto-reporte. Adicionalmente, este estudio fue realizado en población de sexo femenino, por lo cual la información que aquí se presenta puede estar ligada a ésta variable. En cuanto a las variables de la historia clínica, se pudo cursar con sesgos de memoria, teniendo en cuenta que

parte de la información hacía referencia a exposiciones o eventos pasados, y puede ocurrir que las personas no recordaran con precisión la información solicitada. Estas limitaciones se contemplaron y reconocieron desde el diseño del estudio, y finalmente indican que los resultados aquí presentados son propios del entorno laboral estudiado. Esta situación es coherente con los propósitos del estudio, plantear una estrategia de abordaje simultáneo de obesidad – adiposidad, y correlacionarlo con diferentes factores de riesgo para el desarrollo de eventos cardiometabólicos en un entorno laboral. La importancia de este estudio también se enmarca en la descripción de un escenario de trabajo a través del análisis de los diferentes factores, y permitirá la comparabilidad con situaciones particulares de otros contextos laborales, que también se enfrentan a este tipo de limitantes.

A través de este estudio, se sugiere que otras investigaciones en el área consideren tres puntos clave:

Primero, aplicar estrategias como el CPOA en donde se sintetice información de obesidad - adiposidad en distintos entornos laborales, con diversos cargos, composición demográfica, entre otros, e identificar su asociación con factores genéticos, parámetros bioquímicos y étnicos como marcadores de riesgo para el desarrollo de eventos cardiometabólicos.

Segundo, aunque el auto-reporte es la metodología más ampliamente utilizada en estudios epidemiológicos y es fácil de implementar(86), la AF en mujeres debería ser evaluada incluyendo herramientas de observación directa y objetiva como complemento del auto-reporte en los entornos laborales. En adición a lo anterior, podría resultar útil incluir la evaluación de la condición de fitness en el entorno laboral y evaluar su asociación con el CPOA y los niveles de AF.

Finalmente, futuros estudios deben evaluar la asociación del CPOA con patrones de comportamientos sedentarios a diario (incluyendo tiempo continuo e interrupciones en dicha conducta). Este estudio no encontró ninguna asociación entre el CPOA y el tiempo que las

personas pasan sentadas, contrastando otra evidencia que resalta el riesgo para la salud que implica tener conductas sedentarias (87). Este estudio indagó acerca de la cantidad total de tiempo que pasa sentado durante un día, pero romper esas conductas sedentarias puede ser de particular importancia para la salud cardiometabólica (88), reflejando que los patrones de tiempo en conductas sedentarias son importantes para ser evaluados como complemento del total de tiempo que se pasa sentado.

En conclusión, la estrategia del CPOA se resume en la generación de una variable numérica que es informativa de forma simultánea del estado de obesidad y adiposidad. Adicionalmente, resultó ser una herramienta de bajo costo de medición cuya factibilidad y la posibilidad de plantearse como línea de trabajo prospectiva a robustecer, se justifica por la correlación estadísticamente significativa con FREC. Adicionalmente, este estudio presenta la interrelación de diferentes factores de riesgo para el desarrollo de eventos cardiometabólico en un entorno laboral con características particulares, lo cual permite profundizar en el conocimiento y comprensión de las dinámicas internas de los diferentes entornos laborales. En el escenario de la medicina preventiva, la estrategia para el abordaje simultáneo de obesidad – adiposidad es innovadora por ser una propuesta direccionada en el mejoramiento del concepto de obesidad-adiposidad, resaltando la importancia de variables emergentes como la fuerza y las características sociodemográficas. Este estudio continúa en el camino de investigación en población de América Latina y en entornos laborales, en donde la evidencia es escasa. Se requiere investigación futura, en diversas poblaciones y con diferentes factores de riesgo cardiometabólico, sin embargo ésta propuesta es una contribución importante en el área preventiva.

Agradecimientos

La fuente de apoyo para este estudio fue proporcionada por la Universidad del Rosario. Los autores agradecen los esfuerzos de médicos, fisioterapeutas y otros miembros del equipo CREA

y CEMA por sus contribuciones en la ejecución de este estudio de investigación.

Referencias

1. Teoh H, Després J-P, Dufour R, Fitchett DH, Goldin L, Goodman SG, et al. Identification and management of patients at elevated cardiometabolic risk in canadian primary care: how well are we doing? *Can J Cardiol* 2013; Aug 29(8):960–8.
2. Michimi A, Ellis-Griffith G, Nagy C, Peterson T. Coronary heart disease prevalence and occupational structure in U.S. metropolitan areas: a multilevel analysis. *Health Place* 2013; May 21:192–204.
3. Clougherty JE, Eisen E a, Slade MD, Kawachi I, Cullen MR. Workplace status and risk of hypertension among hourly and salaried aluminum manufacturing employees. *Soc Sci Med* 2009; Jan 68(2):304–13.
4. Wakabayashi I. Age-dependent influence of gender on the association between obesity and a cluster of cardiometabolic risk factors. *Gend Med. Excerpta Medica* 2012; Aug 9(4):267–77.
5. Leiter L a, Fitchett DH, Gilbert RE, Gupta M, Mancini GBJ, McFarlane P a, et al. Cardiometabolic risk in Canada: a detailed analysis and position paper by the cardiometabolic risk working group. *Can J Cardiol* 2011; Mar 27(2):1–33.
6. Okosun IS, Seale JP, Boltri JM, Davis-Smith M. Trends and clustering of cardiometabolic risk factors in American adolescents from 1999 to 2008. *J Adolesc Health* 2012; Feb 50(2):132–9.
7. Huang G, Wang D, Zeb I, Budoff MJ, Harman SM, Miller V, et al. Intra-thoracic fat, cardiometabolic risk factors, and subclinical cardiovascular disease in healthy, recently menopausal women screened for the Kronos Early Estrogen Prevention Study (KEEPS). *Atherosclerosis* 2012; Mar 221(1):198– 205.
8. Thorndike AN, Healey E, Sonnenberg L, Regan S. Participation and cardiovascular risk reduction in a voluntary worksite nutrition and physical activity program. *Prev Med (Baltim)* 2011; Feb 52(2):164–6.
9. Norman K, Stobäus N, Gonzalez MC, Schulzke J-D, Pirlich M. Hand grip strength: outcome predictor and marker of nutritional status. *Clin Nutr* 2011 Apr;30(2):135–42.
10. Chau JY, van der Ploeg HP, Merom D, Chey T, Bauman AE. Cross-sectional associations between occupational and leisure-time sitting, physical activity and obesity in working adults. *Prev Med (Baltim)*. 2012;54(3-4):195–200.
11. Pulsford RM, Stamatakis E, Britton AR, Brunner EJ, Hillsdon MM. Sitting behavior and obesity: evidence from the Whitehall II study. *Am J Prev Med* 2013; Feb 44(2):132–8.

12. Yates T, Khunti K, Wilmot EG, Brady E, Webb D, Srinivasan B, et al. Self-reported sitting time and markers of inflammation, insulin resistance, and adiposity. *Am J Prev Med* 2012; Jan 42(1):1–7.
13. Sui X, Church TS, Steven N. Prognosis. 2013;32(6):351–8.
14. Bisschop CNS, Peeters PHM, Monninkhof EM, van der Schouw YT, May AM. Associations of visceral fat, physical activity and muscle strength with the metabolic syndrome. *Maturitas Elsevier Ireland*; 2013 Oct 76(2):139–45.
15. Stamatakis E, Davis M, Stathi A, Hamer M. Associations between multiple indicators of objectively-measured and self-reported sedentary behaviour and cardiometabolic risk in older adults. *Prev Med (Baltim)* 2012; Jan 54(1):82–7.
16. Arrebola JP, Mutch E, Rivero M, Choque a, Silvestre S, Olea N, et al. Contribution of sociodemographic characteristics, occupation, diet and lifestyle to DDT and DDE concentrations in serum and adipose tissue from a Bolivian cohort. *Environ Int* 2012 ; Jan 38(1):54–61.
17. Ferrara L a, Capaldo B, Mancusi C, Lee ET, Howard B V, Devereux RB, et al. Cardiometabolic risk in overweight subjects with or without relative fat-free mass deficiency: the Strong Heart Study. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2014 ; Mar 24(3):271–6.
18. Finucane MM, Stevens G a, Cowan MJ, Danaei G, Lin JK, Paciorek CJ, et al. National, regional, and global trends in body-mass index since 1980: systematic analysis of health examination surveys and epidemiological studies with 960 country-years and 9·1 million participants. *Lancet* 2011; Mar 377(9765):557–67.
19. Padwal RS. Obesity, diabetes, and the metabolic syndrome: the global scourge. *Can J Cardiol. Canadian Cardiovascular Society*; 2014 May;30(5):467–72.
20. Garcia RG, Cifuentes AE, Caballero RS, Sanchez L, López-Jaramillo P. A proposal for an appropriate central obesity diagnosis in Latin American population. *Int J Cardiol* 2006; Jun 110(2):263–4.
21. James WPT. The epidemiology of obesity: the size of the problem. *J Intern Med* 2008; Apr 263(4):336–52.
22. Romero-Corral a, Somers VK, Sierra-Johnson J, Thomas RJ, Collazo-Clavell ML, Korinek J, et al. Accuracy of body mass index in diagnosing obesity in the adult general population. *Int J Obes (Lond)*. 2008 Jun;32(6):959–66.
23. Wang C, Hou X-H, Zhang M-L, Bao Y-Q, Zou Y-H, Zhong W-H, et al. Comparison of body mass index with body fat percentage in the evaluation of obesity in Chinese. *Biomed Environ Sci* 2010; Jun 23(3):173–9.
24. Oliveros E, Somers VK, Sochor O, Goel K, Lopez-Jimenez F. The concept of normal weight obesity. *Prog Cardiovasc Dis* 2014; 56(4):426–33.
25. Coutinho T, Goel K, Corrêa de Sá D, Carter RE, Hodge DO, Kragelund C, et al.

- Combining body mass index with measures of central obesity in the assessment of mortality in subjects with coronary disease: role of “normal weight central obesity”. *J Am Coll Cardiol* 2013; Feb 61(5):553–60.
26. Cleland V, Ball K, Crawford D. Socioeconomic position and physical activity among women in Melbourne, Australia: does the use of different socioeconomic indicators matter? *Soc Sci Med* 2012 ; May 74(10):1578–83.
 27. World Health Organization. World Health Organization. The workplace: A priority setting for health promotion. 2014.
 28. Nelson CC, Wagner GR, Caban-Martinez AJ, Buxton OM, Kenwood CT, Sabbath EL, et al. Physical activity and body mass index: the contribution of age and workplace characteristics. *Am J Prev Med* 2014; Mar 46(3Suppl 1):S42–51.
 29. Cahalin LP, Myers J, Kaminsky L, Briggs P, Forman DE, Patel MJ, et al. Current trends in reducing cardiovascular risk factors in the United States: focus on worksite health and wellness. *Prog Cardiovasc Dis* 2014;56(5):476–83.
 30. Bombelli M, Facchetti R, Fodri D, Brambilla G, Sega R, Grassi G, et al. Impact of body mass index and waist circumference on the cardiovascular risk and all-cause death in a general population: data from the PAMELA study. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2013 Jul;23(7):650–6.
 31. Gill JMR, Celis-Morales C a, Ghouri N. Physical activity, ethnicity and cardio-metabolic health: Does one size fit all? *Atherosclerosis* 2014; Feb 232(2):319–33.
 32. Wong E, Stevenson C, Backholer K, Mannan H, Pasupathi K, Hodge A, et al. Adiposity measures as predictors of long-term physical disability. *Ann Epidemiol* 2012 ; Oct 22 (10):710–6.
 33. Frankenfield DC, Rowe W a, Cooney RN, Smith JS, Becker D. Limits of body mass index to detect obesity and predict body composition. *Nutrition*. 2001 ; Jan17(1):26–30.
 34. Wietlisbach V, Marques-Vidal P, Kuulasmaa K, Karvanen J, Paccaud F. The relation of body mass index and abdominal adiposity with dyslipidemia in 27 general populations of the WHO MONICA Project. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2013; May 23(5):432–42.
 35. Manuscript A. The role of fat mass index in determining obesity. 2011;22(5):639–47.
 36. Shen Y, Zhang L, Zong WH, Wang Z, Zhang Y, Yang MJ, et al. Correlation between Waist Circumference and Carotid Intima-Media Thickness in Women from Shanghai, China. *Biomed Environ Sci* 2013;26(7):531–8.
 37. Gast KB, Smit JW a, den Heijer M, Middeldorp S, Rippe RC a, le Cessie S. Abdominal adiposity largely explains associations between insulin resistance, hyperglycemia and subclinical atherosclerosis: the NEO study. *Atherosclerosis* 2013; Aug 229(2):423–9.
 38. Després J-P. Abdominal obesity and cardiovascular disease: is inflammation the missing link? *Can J Cardiol* 2012;28(6):642–52.

39. Chang S-H, Beason TS, Hunleth JM, Colditz G a. A systematic review of body fat distribution and mortality in older people. *Maturitas* 2012 ; Jul 72(3):175–91.
40. Britton K a, Massaro JM, Murabito JM, Kreger BE, Hoffmann U, Fox CS. Body fat distribution, incident cardiovascular disease, cancer, and all-cause mortality. *J Am Coll Cardiol* 2013; Sep 62(10):921–5.
41. Shea JL, King MTC, Yi Y, Gulliver W, Sun G. Body fat percentage is associated with cardiometabolic dysregulation in BMI-defined normal weight subjects. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2012; Sep 22(9):741–7.
42. Rongen A, Robroek SJW, van Lenthe FJ, Burdorf A. Workplace health promotion: a meta-analysis of effectiveness. *Am J Prev Med* 2013; Apr 44(4):406–15.
43. Després J, Alméras N, Gauvin L. ScienceDirect Worksite Health and Wellness Programs : Canadian Achievements & Prospects. *Prog Cardiovasc Dis* 2013;1–9.
44. Mehta S, Dimsdale J, Nagle B, Holub CK, Woods C, Barquera S, et al. Worksite interventions: improving lifestyle habits among Latin American adults. *Am J Prev Med* 2013; May 44(5):538–42.
45. Azarbad L, Gonder-Frederick L. Obesity in women. *Psychiatr Clin North Am* 2010 Jun;33(2):423–40.
46. Haffner SM. Abdominal adiposity and cardiometabolic risk: do we have all the answers? *Am J Med* 2007; Sep 120(9):10–6
47. Lebart L, Morineau A, Piron M. Statistique exploratoire multidimensionnelle. DUNOD, editor. Paris; 1995.
48. Calixto O-J, Anaya J-M. Socioeconomic status. The relationship with health and autoimmune diseases. *Autoimmun Rev.* 2014; Jun 13(6):641–54.
49. Cavaco S, Eriksson T, Skalli A. Life cycle development of obesity and its determinants in six European countries. *Econ Hum Biol* 2014 ; Jul 14:62–78.
50. R Development Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria; 2012.
51. De Lorenzo A, Bianchi A, Maroni P, Iannarelli A, Di Daniele N, Iacopino L, et al. Adiposity rather than BMI determines metabolic risk. *Int J Cardiol* 2013; Jun 166(1):111–7.
52. Kupusinac A, Stokić E, Doroslovački R. Predicting body fat percentage based on gender, age and BMI by using artificial neural networks. *Comput Methods Programs Biomed.* 2014; Feb 113(2):610–9.
53. Flegal KM, Shepherd JA, Looker AC, Graubard BI, Borrud LG, Ogden CL, et al. Comparisons of percentage body fat , body mass index , waist circumference , and waist-stature ratio in adults 1 – 3. *Am J Clin Nutr* 2009;89(3):500–8.

54. Bhowmik B, SB M, LM D, T S, SH H, MA S, et al. Anthropometric indicators of obesity for identifying cardiometabolic risk factors in a rural Bangladeshi population. *J Diabetes Investig* 2013;4.
55. Jae-On K, Charles M. Factor analysis. Statistical methods and practical issues. Newbury Park: Sage Publications; 1978.
56. Alfaro C a., Aydın B, Valencia CE, Bullitt E, Ladha A. Dimension reduction in principal component analysis for trees. *Comput Stat Data Anal* 2014 ; Jun 74:157–79.
57. Bays HE, Toth PP, Kris-Etherton PM, Abate N, Aronne LJ, Brown WV, et al. Obesity, adiposity, and dyslipidemia: a consensus statement from the National Lipid Association. *J Clin Lipidol* 2013 ;7(4):304–83.
58. Rosenquist KJ, Pedley A, Massaro JM, Therkelsen KE, Murabito JM, Hoffmann U, et al. Visceral and subcutaneous fat quality and cardiometabolic risk. *JACC Cardiovasc Imaging* 2013; Jul 6(7):762–71.
59. Prasad DS, Kabir Z, Dash a K, Das BC. Effect of obesity on cardiometabolic risk factors in Asian Indians. *J Cardiovasc Dis Res* 2013 ; Jun 4(2):116–22.
60. Siervo M, Stephan BCM, Nasti G, Colantuoni A. Ageing , adiposity indexes and low muscle mass in a clinical sample of overweight and obese women. *Obes Res Clin Pract. Asia Oceania Assoc. for the Study of Obesity*; 2012 6(1): 63–70.
61. Florath I, Brandt S, Weck MN, Moss a., Gottmann P, Rothenbacher D, et al. Evidence of inappropriate cardiovascular risk assessment in middle-age women based on recommended cut-points for waist circumference. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2014 Apr.
62. Gudlaugsson J, Gudnason V, Aspelund T, Olafsdottir a. S, Jonsson PV, Arngrimsson S a., et al. Effects of exercise training and nutrition counseling on body composition and cardiometabolic factors in old individuals. *Eur Geriatr Med* 2013 ; Dec 4(6):431–7.
63. Dos Santos EP, Gadelha AB, Safons MP, Nóbrega OT, Oliveira RJ, Lima RM. Sarcopenia and sarcopenic obesity classifications and cardiometabolic risks in older women. *Arch Gerontol Geriatr.* 2014 Apr.
64. Barbat-Artigas S, Filion M-E, Ringuet M-E, Aubertin-Leheudre M, Karelis AD. Relationship between Low Muscle Strength and Metabolic Risk Factors in Obese Postmenopausal Women: A Pilot Study. *Can J Diabetes* 2012; Oct 36(5):269–74.
65. Kendall KL, Fairman CM. Women and exercise in aging. *J Sport Heal Sci* 2014 ; May1–9.
66. Ladabaum U, Mannalithara A, Parvathi M, Gurkirpal S. Obesity, Abdominal Obesity, Physical Activity, and Caloric Intake in U.S. Adults: 1988-2010. *Am J Med* 2014.
67. Stricker MD, Onland-Moret NC, Boer JM a, van der Schouw YT, Verschuren WMM, May a M, et al. Dietary patterns derived from principal component- and k-means cluster analysis: long-term association with coronary heart disease and stroke. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2013 ; Mar 23(3):250–6.

68. Thabit H, Burns N, Shah S, Brema I, Crowley V, Finnegan F, et al. Prevalence and predictors of diabetes and cardiometabolic risk among construction workers in Ireland: the Construction Workers Health Trust screening study. *Diab Vasc Dis Res* 2013; Jul 10(4):337–45.
69. Thabit H, Burns N, Shah S, Brema I, Crowley V, Finnegan F, et al. Diabetes and Vascular Disease Research workers in Ireland : The Construction Workers Health Trust screening study. 2013.
70. Drewnowski A, Ahlstrom S, Driscoll A, Rolls B. The Dietary Variety Score: Assessing diet quality in healthy young and older adults. *Am J Diet Assoc.* 1997;97:266–71.
71. Forbes JM, Cowan SP, Andrikopoulos S, Morley AL, Ward LC, Walker KZ, et al. Glucose homeostasis can be differentially modulated by varying individual components of a western diet. *J Nutr Biochem.*2013; Jul 24(7):1251–7.
72. Bhupathiraju SN, Tucker KL. Coronary heart disease prevention: nutrients, foods, and dietary patterns. *Clin Chim Acta* 2011; Aug 412(17-18):1493–514.
73. Abeyta IM, Tuitt NR, Byers TE, Sauaia A. Effect of community affluence on the association between individual socioeconomic status and cardiovascular disease risk factors, Colorado, 2007-2008. *Prev Chronic Dis* 2012; Jan 9-15.
74. Lê J, Dallongeville J, Wagner A, Arveiler D, Haas B, Cottel D, Simon C DL. Attitudes toward healthy eating: a mediator of the educational level-diet relationship. *Eur J Clin Nutr.* 2013;67:808–14.
75. Cheshire L, Woods M. Geoforum Globally engaged farmers as transnational actors : Navigating the landscape of agri-food globalization. *Geoforum Elsevier Ltd;* 2013;44:232–42.
76. Batis C, Sotres-alvarez D, Gordon-larsen P, Mendez MA, Adair L, Popkin B, et al. Longitudinal Analysis of Dietary Patterns in Chinese Adults from 1991 to 2009. *Br J Nutr* 2014;111(8):1441–51.
77. Teoh H, Lau DCW, Camelon KM, Gilbert RE, Harris SB, McFarlane P a., et al. Assessment and Treatment of Cardiometabolic Risk in Adults at Risk for or with Type 2 Diabetes Mellitus. *Can J Diabetes* 2012 ; Dec 36(6):320–6.
78. Gademan MGJ, Hosper K, Deutekom M, Engelbert RHH, Myers J, Stronks K. A poor association was found between self-reported physical activity and estimated maximal oxygen uptake of sedentary multiethnic women. *J Clin Epidemiol* 2014 Apr ; 67 (4) : 462–7.
79. Fiedler KM, Weir PL, van Wyk PM, Andrews DM. Analyzing what nurses do during work in a hospital setting: a feasibility study using video. *Work.* 2012 Jan 43(4):515–23.
80. Poulidou T, Elliott SJ. Individual and socio-environmental determinants of overweight and obesity in Urban Canada. *Health Place.* Elsevier; 2010 Mar;16(2):389–98.

81. Pudrovska T, Logan ES, Richman A. Early-life social origins of later-life body weight: The role of socioeconomic status and health behaviors over the life course. *Soc Sci Res*. Elsevier Inc 2014 ; Jul 46:59–71.
82. Lucia R, Mph D, Goldman L, Mph R, Rd JM, Stafford RS. Community Resource Utilization, Psychosocial Health, and Sociodemographic Factors Associated with Diet and Physical Activity among Low-Income Obese Latino Immigrants. *J Acad Nutr Diet* 2014;114(2):257–65.
83. Å KB, Crawford D. Socioeconomic status and weight change in adults : a review. 2010;60(2005):1987–2010.
84. Narayan KMV, Aviles-Santa L, Oza-Frank R, Pandey M, Curb JD, McNeely M, et al. Report of a National Heart, Lung, And Blood Institute Workshop: heterogeneity in cardiometabolic risk in Asian Americans In the U.S. Opportunities for research. *J Am Coll Cardiol Elsevier Inc.*; 2010 Mar 55(10):966–73.
85. Lewin A, Pannier B, Méline J, Karusisi N, Thomas F, Chaix B. Residential neighborhood, geographic work environment, and work economic sector: associations with body fat measured by bioelectrical impedance in the RECORD Study. *Ann Epidemiol*. Elsevier 2014 ; Mar 24(3):180–6.
86. Giovannelli J, Dallongeville J, Wagner A, Bongard V, Laillet B, Marecaux N, et al. Validation of a Short, Qualitative Food Frequency Questionnaire in French Adults Participating in the MONA LISA-NUT Study 2005-2007. *J Acad Nutr Diet*. Elsevier Inc; 2013 Sep;1–10.
87. Rhodes RE, Mark RS, Temmel CP. Adult sedentary behavior: a systematic review. *Am J Prev Med* 2012; Mar 42(3):3–28.
88. Carson V, Wong SL, Winkler E, Healy GN, Colley RC, Tremblay MS. Patterns of sedentary time and cardiometabolic risk among Canadian adults. *Prev Med (Baltim)*. Elsevier B.V.; 2014 Apr.
89. Kapinos K a, Yakusheva O, Eisenberg D. Obesogenic environmental influences on young adults: evidence from college dormitory assignments. *Econ Hum Biol* 2014; Jan 12:98–109.
90. Zubair N, Kuzawa CW, Lee NR, Mcdade TW, Adair LS. Clustering and determinants of cardiometabolic risk factors among Filipino young adults. 2014;23 Aug. 148–58.