



FACULTAD DE ACTIVIDAD FÍSICA Y DEPORTE

Técnicas de medición de la Actividad Física en la vida cotidiana:

correlación entre método FlexHR y
cuestionarios IPAQ y GPAQ

Estudiante: Lobo, Pablo

Legajo: 19.342

Director: Farinola, Martín

Tesis de Maestría presentada para acceder al título de Magíster en Actividad Física y Deporte

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE OBRAS EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL DE LA UFLO UNIVERSIDAD

RIUFLO - *Repositorio Institucional de la Universidad de Flores* - fue creado para gestionar y mantener una plataforma digital de acceso libre y abierto para la difusión de la creación intelectual de la Universidad de Flores.

El autor cede a la Universidad de forma gratuita pero no exclusiva, los derechos de reproducción, de distribución y de comunicación pública de su obra, a través del RIUFLO. Por lo tanto, la Universidad adopta para los ítems allí depositados la Licencia Creative Commons atribución - no comercial - compartir igual 4-0 internacional y siempre requerirá que se cite la fuente y se reconozca la autoría. De solicitar otras limitaciones, el autor podrá detallarlas en forma expresa o a través de la elección de otro modelo de Licencia.

Autorizo la publicación de la obra en el RIUFLO (seleccionar una opción):

A partir del día de la fecha de aprobación de la Tesis [X]

A partir de otra fecha, especificar: ... / ... / ... []

Lugar y fecha: CABA, 09/04/2026

Firma y aclaración del autor: Pablo R. Lobo

Índice

Resumen.....	3
1. Primera Parte: Delimitación conceptual del objeto de estudio.....	4
1.1. Área temática, rama y especialidad.....	4
1.2. Tema y Subtema.....	4
1.3. Introducción.....	4
1.4. Problema.....	5
1.5. Relevancia cognitiva.....	5
1.6. Marco teórico.....	5
1.6.1. Capítulo 1: Actividad física y salud.....	5
1.6.1.1. Actividad física y gasto energético.....	6
1.6.1.2. Comportamiento sedentario y movimiento/no-movimiento.....	8
1.6.2. Capítulo 2: Medición de la actividad física.....	9
1.6.2.1. Técnicas patrón.....	9
1.6.2.2. Técnicas objetivas.....	11
1.6.2.3. Técnicas subjetivas.....	13
1.6.3. Capítulo 3: Utilización de Cuestionarios sobre AF en Argentina.....	14
1.6.3.1. Instrumentos nacionales de vigilancia.....	14
1.6.3.2. Otras experiencias en Argentina.....	15
1.7. Hipótesis.....	16
1.8. Objetivos.....	17
2. Segunda Parte: Materiales y Método.....	18
2.1. Tipo de diseño.....	18
2.2. Diseño del objeto: Sistema de matrices de datos.....	18
2.3. Fuentes de datos.....	21
2.4. Instrumentos para la producción de datos.....	21
2.5. Plan de actividades en contexto.....	23
2.6. Universo y muestra.....	24
2.7. Plan de tratamiento y análisis de los datos.....	24
3. Tercera Parte: Análisis y conclusiones.....	26
3.1. Exposición de resultados.....	26
3.2. Análisis e interpretación de los datos.....	31
3.3. Conclusiones y sugerencias.....	33
3.4. Discusión.....	34
4. Anexos.....	36
Anexo 1: Cuestionario IPAQ.....	36
Anexo 2: Cuestionario GPAQ.....	39
5. Bibliografía.....	42

Resumen

La insuficiente actividad física, considerada la cuarta causa mundial de mortalidad evitable, genera anualmente casi 500.000.000 nuevos casos de enfermedades no transmisibles con un alto costo económico, incluyendo 1.286.500.000 dólares internacionales en Argentina por muertes cardiovasculares prematuras. Dada la importancia del monitoreo y vigilancia epidemiológica de la actividad física en la población argentina, y la amplia utilización de cuestionarios como el International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) y Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ), el presente estudio busca determinar el grado de correlación entre las estimaciones del nivel de actividad física cotidiana obtenidas mediante técnicas subjetivas (cuestionarios IPAQ y GPAQ) y una técnica objetiva (método FlexHR), con el propósito de avanzar en la validación de dichos cuestionarios con población adulta local.

El diseño de investigación es no-experimental, correlacional y sincrónico, en un estudio piloto con muestra incidental de seis personas argentinas adultas. Los datos primarios provienen de la aplicación del método FlexHR (que implica una calibración individual en laboratorio y cuatro días de monitoreo de la frecuencia cardíaca en la vida cotidiana) y la administración de los cuestionarios IPAQ y GPAQ.

Los resultados indican que el IPAQ tiende a sobreestimar los valores respecto al GPAQ y, al comparar ambos con el método FlexHR, a pesar de presentar asociaciones débiles a moderadas, sobreestiman sistemáticamente el nivel de actividad física. Se concluye que los cuestionarios IPAQ y GPAQ no proporcionan estimaciones comparables a la medida objetiva y que, para estudios que requieren mediciones precisas, se deben privilegiar métodos objetivos.

Palabras clave:

Actividad Física - Vida Cotidiana - FlexHR - GPAQ - IPAQ

1. Primera Parte: Delimitación conceptual del objeto de estudio

1.1. Área temática, rama y especialidad

Área temática: Actividad Física y Deporte

Rama: Actividad Física y Salud

Especialidad: Epidemiología de la Actividad Física

1.2. Tema y Subtema

Tema: Medición de la Actividad Física en la Vida Cotidiana

Sub-Tema: Correlación entre la estimación del nivel de actividad física cotidiana basándose en técnicas subjetivas y objetivas

1.3. Introducción

La actividad física ha sido definida como la conducta que involucra el movimiento corporal y que resulta en un incremento del gasto energético y, eventualmente, de la condición física. Las dimensiones de la actividad física incluyen su intensidad, duración, frecuencia, tipo y dominio (Petree Gabriel et al., 2012). La actividad es variable de un sujeto a otro y depende tanto de factores intrínsecos del sujeto (psicológicos y biológicos) como extrínsecos al mismo (tipo de trabajo, grado de urbanización, tradiciones culturales, entre otros) (Sallis et al., 2006). Por este motivo, su medición implica poder captar esta variación interindividual en la vida cotidiana de cada sujeto. La actividad física en la vida cotidiana surge como alternativa a la situación de laboratorio: en laboratorio, pueden medirse con suficiente precisión distintas actividades físicas específicas como, por ejemplo, correr a una determinada velocidad; pero en la mayoría de los casos en que se estudia a la población general, resulta de interés lo que el sujeto hace fuera del laboratorio, es decir, en su vida cotidiana.

No existe una técnica que pueda registrar todas las dimensiones de la actividad física de manera simultánea, pero sí algunos de sus productos como, por ejemplo, el movimiento corporal o el gasto energético. Para la medición de la actividad física existen técnicas subjetivas (tales como cuestionarios o diarios) y objetivas (por ejemplo, utilizando acelerómetros o agua doblemente marcada); se entienden por objetivas, aquellas técnicas en las que los datos siendo recolectados no requieren ser procesados cognitivamente o perceptivamente por los participantes (Marshall & Welk, 2008). Usualmente, el uso de las técnicas objetivas se encuentra reducido por el elevado costo económico de las mismas, o por la limitación de ellas para medir al sujeto sólo en situación de laboratorio, ignorando su quehacer cotidiano (Wareham et al., 1997). Sin embargo, se han desarrollado técnicas que, a un moderado costo económico, permiten la medición objetiva de alguna de las dimensiones de la actividad física en la vida cotidiana; una de las que mejores resultados ha arrojado es la de frecuencia cardíaca individualmente calibrada, o FlexHR (Li et al., 1993).

El presente trabajo se propone contraponer los resultados obtenidos mediante técnicas subjetivas de medición de la actividad física cotidiana (cuestionarios IPAQ y GPAQ) y aquellos obtenidos mediante una técnica objetiva (FlexHR), con el fin de comparar las coincidencias y divergencias entre las mismas; al mismo tiempo, avanzar en la validación concurrente de estos cuestionarios en la población local argentina.

1.4. Problema

¿Cuál es el grado de correlación entre la estimación del nivel de actividad física cotidiana basándose en técnicas subjetivas (cuestionarios IPAQ y GPAQ), y la estimación basada en una técnica objetiva (método FlexHR)?

1.5. Relevancia cognitiva

En Argentina, el método FlexHR de estimación de nivel de actividad física todavía no ha sido empleado; la presente investigación se propone sentar un precedente en la utilización de esta técnica en nuestro país, aportar herramientas y experiencia en su aplicación para facilitar su utilización por parte de otros equipos de investigación, y aportar información novedosa en un doble sentido: primero, por los resultados del método FlexHR en sí mismo; segundo, por el cruce de estos resultados con aquellos arrojados por los cuestionarios IPAQ y GPAQ sobre población local, permitiendo así calcular el grado de validez de dichos cuestionarios en esta población.

1.6. Marco teórico

1.6.1. Capítulo 1: Actividad física y salud

En la década de 1950, el profesor Jeremiah Morris llevó a cabo una observación muy particular: los conductores de colectivo de Londres tenían un riesgo relativo de mortalidad por cualquier causa, especialmente por enfermedades cardiovasculares, mucho más alto que el de los revisores de boletos de esos mismos colectivos. Luego de descartar otras causas, tales como el estrés (de hecho, eran los revisores de boletos los que sufrían un estrés nervioso mayor durante sus horas de trabajo, ya que tenían que interactuar frecuentemente con los pasajeros), Morris concluyó que la diferencia radicaba en el nivel de actividad física de ambos grupos (uno sentado durante toda su jornada laboral, y el otro caminando entre pasajeros y colectivos). Además, observó resultados similares al comparar a carteros con otros trabajadores del servicio postal que cumplían su labor en las oficinas. Posteriormente, repitió estas observaciones con otros tipos de tareas laborales, siempre con resultados similares (Morris et al., 1953; Morris & Heady, 1953; Morris & Crawford, 1958). Esto le valió a Morris y a su equipo el ser considerados pioneros en la epidemiología de la actividad física y la salud.

Años más tarde, otro importante epidemiólogo inició un estudio longitudinal con estudiantes graduados de la universidad de Harvard: luego de dieciséis años de seguimiento, halló que el riesgo relativo de mortalidad disminuía en la medida en que las personas realizaban más actividad física, aún luego de tener en cuenta otros factores como el tabaquismo (Paffenbarger, 1986). Desde entonces, las investigaciones en torno a la relación entre actividad física y salud se multiplicaron, y en 1996 el Ministerio de Salud de Estados Unidos (Surgeon General, en inglés) publicó un informe histórico elaborado por el Centro de Control y Prevención de Enfermedades (CDC, por sus siglas en inglés): la evidencia científica indicaba que efectivamente la falta de actividad

física afecta negativamente a la salud de las personas (Surgeon General, 1996).

De acuerdo a los estudios más recientes, las enfermedades cardíacas, los accidentes cerebrovasculares, la hipertensión, la diabetes tipo 2, la demencia, la depresión, y algunos tipos de cáncer (mama, colon, endometrio, esófago, riñón, estómago y pulmón) son menos frecuentes en individuos que son o se vuelven más activos físicamente (Bull et al., 2020). Además, aquellos individuos que ya padecen alguna de estas condiciones y son o se vuelven más activos físicamente, tienen un riesgo reducido de mortalidad, un riesgo reducido de desarrollar otras enfermedades crónicas, y un riesgo reducido de progresión de la enfermedad que ya tienen, comparados a pares con la misma afección (Piercy et al., 2018).

De acuerdo a las cifras más actuales, la insuficiente actividad física es la cuarta causa de mortalidad en el mundo debido a enfermedades no transmisibles, que producen cada año unos tres millones de muertes evitables (PAG advisory committee, 2018; WHO, 2020). De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS), el 81% de los adolescentes y el 27,5% de los adultos en el mundo son insuficientemente activos (WHO, 2022). Se estima que, entre 2020 y 2030, a nivel mundial se producirán casi 500 millones de nuevos casos de ENT prevenibles, con un costo de tratamiento estimado en 524.000 millones de dólares internacionales. Además, las tres cuartas partes de los casos corresponderán a países de ingresos bajos y medianos (WHO, 2022). En el caso de Argentina, las estimaciones de pérdidas económicas debido a muertes prematuras por enfermedades cardiovasculares atribuibles a la insuficiente actividad física, serían de 1286,5 millones de dólares internacionales al año (García & González-Jurado, 2017).

1.6.1.1. Actividad física y gasto energético

La actividad física es un comportamiento complejo y multidimensional; si bien distintos autores han planteado diversas definiciones, aplicando recortes y enfoques variados, en el campo de la actividad física y la salud se ha alcanzado un consenso: “cualquier movimiento corporal producido por músculos esqueléticos que resulte en gasto energético” (Caspersen et al., 1985, p.126). A pesar de tratarse de una definición limitada, y a la que se le podrían realizar objeciones, su utilización se justifica simplemente por la necesidad de estandarización de terminología, que permita la operacionalización de conceptos y, así, posibilitar su medición y la comparación de resultados por parte de equipos de investigación de todo el mundo.

De la definición de Caspersen pueden entonces desprenderse dos conclusiones básicas: por un lado, que la actividad física puede ser concebida como un comportamiento que se extiende a lo largo de un continuo que va desde el movimiento (trabajo manifestado) mínimo hasta el máximo, con un requerimiento de energía proporcional a su intensidad (gasto energético); por otra parte, aunque actividad física y gasto energético no son conceptos equivalentes, si asumimos una eficiencia mecánica humana constante (relación entre trabajo manifestado y energía química necesaria para producirlo), podemos cuantificar una u otra y realizar la conversión entre ellas (asumiendo un error que será o no relevante de acuerdo a la finalidad de la medición). Estas consideraciones serán de suma importancia al evaluar técnicas de medición de la actividad física (Farinola & Lobo, 2017).

La cantidad de energía requerida para realizar cierta actividad puede expresarse en julios (J o joules, en inglés) o en calorías (cal): si bien la unidad de medida en el Sistema Internacional (SI) es el julio, y su utilización sería más apropiada en este contexto, por razones históricas se ha continuado empleando la caloría para el estudio del fenómeno del gasto energético humano. Si consideramos el gasto energético en relación al tiempo, podemos construir una tasa (por ejemplo, cal/minuto, o kJ/día) que nos permita, o bien expresar intensidades de determinadas tareas (por ejemplo, si dos tareas hubiesen demandado la misma cantidad de energía, pero una de ellas durase menos que la otra, podríamos considerar a la primera más intensa que a la segunda) o, por otra parte, generar medidas de agregación para condensar los requerimientos energéticos en determinado período de tiempo (por ejemplo, la cantidad total de energía utilizada durante un día).

Justamente, al considerar el gasto energético total (GET) de una persona en cierta unidad de tiempo (por ejemplo, un día), podemos distinguir tres grandes componentes del mismo: por un lado, tenemos el Gasto Energético en Reposo (GER), comprendido como la cantidad de energía requerida para llevar a cabo las funciones vitales del cuerpo en reposo (el GER puede, a su vez, dividirse en el Gasto Energético Basal (GEB) o Gasto Energético durante el Sueño, y el Gasto Energético por Vigilia (GEV) ya que, sólo por estar despierto, algunas funciones vitales y metabólicas se ven ligeramente aumentadas). El segundo componente del GET es el Efecto Termogénico de los Alimentos (ETA, a su vez divisible en Termogénesis Inducida por la Dieta, o TID, y Termogénesis Adaptativa, o TA), que se refiere principalmente al costo energético de la digestión, absorción y asimilación de los alimentos, así como la regulación de la temperatura corporal. El tercer componente del GET, es el Gasto Energético por Actividad Física (GEAF), que a su vez puede subdividirse en Gasto Energético por Ejercicio Físico y Gasto Energético por Actividad Física No-Ejercicio (también llamado non-exercise activity thermogenesis (NEAT), en inglés) (Jequier, 1985; Westerterp, 2013; Saito et al., 2020). En este contexto, el ejercicio físico se define como “una subcategoría de actividad física que es planeada, estructurada, repetitiva y deliberada con el objetivo de mejorar o mantener uno o más componentes de la aptitud física” (Caspersen et al., 1985, p.128).

La actividad física, entonces, constituye la porción más variable del GET; utilizando el GER como medida de base, una forma de expresar el aporte de la actividad física al GET es como un cociente (GET/GER), que recibe el nombre de PAL (Physical Activity Level, por sus siglas en inglés). Otra de las formas de expresar la magnitud del trabajo metabólico (intensidad) correspondiente a una determinada actividad física en función del reposo, es a través de los equivalentes metabólicos (METs): múltiplos del ritmo metabólico durante el reposo (por ejemplo, una actividad física con una intensidad de 3 METs, implica que el ritmo metabólico asociado a dicha actividad triplica al ritmo metabólico durante el reposo) (Byrne et al., 2005). El gasto energético total de una actividad física dada estará determinado tanto por su intensidad (nivel de esfuerzo) como por su duración (tiempo durante el que se mantiene dicho esfuerzo). Además, para calcular una medida de agregación será importante conocer la frecuencia con que se repite esta actividad en determinado período de tiempo (por ejemplo, cantidad de veces por semana). Por ejemplo, si se utilizase el concepto de MET para expresar la intensidad, una posible medida

de agregación de actividad física serían los METs-minuto por semana. Por otra parte, es posible categorizar la actividad física de acuerdo a otros criterios, tales como si se trata de actividades libremente elegidas o impuestas (voluntarias/obligatorias), de acuerdo al principal sistema energético involucrado (aeróbicas/anaeróbicas), según el dominio en que tienen lugar (trabajo/estudio, transporte o tiempo libre), etc. El número de clasificaciones y correspondientes categorías pueden ser tantas como resulte útil para la caracterización del perfil de actividad física de la población siendo descripta: el único requerimiento es que estas subdivisiones resulten mutuamente excluyentes y colectivamente exhaustivas (Caspersen et al., 1985; Pettee Gabriel et al., 2012; Sallis et al, 2006).

1.6.1.2. *Comportamiento sedentario y movimiento/no-movimiento*

Además del estudio de los efectos de la actividad física (es decir, actividades con un elevado gasto energético) sobre la salud de las personas, en las últimas décadas también se ha incrementado el estudio de aquellas actividades que no elevan sensiblemente el gasto energético por encima del reposo; se las ha llamado de distintos modos, tales como inactividad física (lo cual resulta impreciso ya que, aún durante el sueño, existe movimiento corporal) o tiempo sentado (que hace referencia sólo a la posición corporal, en lugar del movimiento o gasto energético asociado), entre otros términos (Marshall & Welk, 2008). La importancia del estudio de este fenómeno radica en que se ha descubierto que constituye un factor de riesgo para la salud de las personas, independientemente del nivel de actividad física de las mismas: la cantidad de comportamiento sedentario se relaciona directamente con la mortalidad por toda causa, incidencia de enfermedades cardiovasculares, cáncer y desarrollo de indicadores cardiometabólicos tales como la diabetes tipo-2 y la hipertensión, aún luego de realizar ajustes por el nivel de actividad física (Katzmarzyk et al, 2009; Katzmarzyk et al, 2019).

Con el propósito de unificar terminología y facilitar la investigación y colaboración científica, en el año 2011 se creó la Red de Investigación sobre Comportamiento Sedentario (SBRN, por sus siglas en inglés) y, finalmente, se consensuó la siguiente definición: “comportamiento sedentario es cualquier actividad, mientras se está despierto, caracterizada por un gasto energético menor o igual a 1,5 METs y en posición sentado, reclinado o acostado” (Tremblay et al., 2017, p.9). Al no considerarse distintas intensidades de comportamiento sedentario, simplemente registrar su duración y frecuencia es suficiente para cuantificar este comportamiento. Por otra parte, al igual que con la actividad física, es posible categorizar el comportamiento sedentario de acuerdo a otros criterios, tales como su dominio (contexto en que tiene lugar: trabajo/estudio, transporte o tiempo libre).

La SBRN también ha propuesto un modelo conceptual para la integración de las actividades que tienen lugar durante todo el día, de acuerdo al grado de movimiento que representan, agrupándolas (de mayor a menor) en actividad física, comportamiento sedentario y sueño. Cada una de estas categorías se integran en un patrón de comportamiento de movimiento y no movimiento durante las 24hs (M&nM-24hs) sobre cuya combinación pueden realizarse recomendaciones para la salud (Ross et al, 2020).

1.6.2. Capítulo 2: Medición de la actividad física

Medir la actividad física presenta varios desafíos: por un lado, como ya fue mencionado, la actividad física es un comportamiento multidimensional (intensidad, duración, frecuencia, dominio y otras, como voluntariedad, motivación, tipo, etc.), y no existe una técnica capaz de registrar todas ellas simultáneamente (Pettee Gabriel et al., 2012). Además, muchas veces el interés del equipo de investigación se centra en el comportamiento típico de cierto sujeto o población (ya sea para establecer correlaciones con variables de salud, o para detectar cambios comportamentales producto de una intervención): la representatividad del período registrado (considerando la estacionalidad, día de la semana, etc.), y su generalización a un comportamiento típico o habitual, representan un desafío (Marshall & Welk, 2008). Por último, existe una relación entre la precisión deseada del registro y la practicidad y costo de su utilización, que debe ser tenida en cuenta (de Paz Fernández & Garatachea Vallejo, 2006).

Por otra parte, es importante comprender que la medición directa del fenómeno de la actividad física implicaría, entre otras cosas, el registro simultáneo de la totalidad de los movimientos corporales, por pequeños que resultasen, al tiempo que se mide, al interior de cada célula, el gasto energético que se produce por cada vía metabólica: de momento, no existe tecnología capaz de realizar este proceso tan detallado (Farinola, 2010a), por lo que se opta por mediciones indirectas, monitoreando variables cuya validez de constructo ya se encuentre establecida. Estas técnicas de medición indirecta, pueden agruparse en técnicas patrón, técnicas objetivas y técnicas subjetivas (Sirard & Pate, 2001).

1.6.2.1. *Técnicas patrón*

Se entiende por técnicas patrón, también llamadas mediciones primarias, a aquellas formas más precisas de registrar la actividad física (o alguna de sus dimensiones) y que sirven como referencia para comparar y validar otras técnicas de medición. Se consideran técnicas patrón a la observación directa, a la calorimetría directa, a la calorimetría indirecta y al agua doblemente marcada.

La observación directa implica el registro de la actividad de un sujeto por parte de un observador entrenado. Este registro puede estar, a su vez, apoyado en soportes tecnológicos tales como la videograbación. A través de la observación directa, es posible registrar dimensiones de la actividad física tales como la frecuencia, la duración, la intensidad (estimada por el observador en base a su entrenamiento), el tipo y el dominio. El registro constante de la actividad de un sujeto durante varios días, plantea algunos desafíos: por un lado, demanda muchas horas por parte del observador realizar el registro sistemático y análisis del comportamiento, por lo que no resulta apropiado para estudios con gran número de participantes. Por otro lado, además de resultar invasivo para la intimidad de los sujetos, la observación misma podría afectar el comportamiento que busca registrar (Sirard & Pate, 2001).

La calorimetría directa, se basa en la medición de la energía térmica disipada por el organismo para estimar el gasto energético. El principio fisiológico subyacente a esta técnica radica en que la transformación de energía química en energía cinética no tiene una eficiencia absoluta, por lo que parte de esa energía será transformada en calor. Para su registro, se dispone de una

cámara habitable térmicamente aislada, dentro de la cual se encuentra el sujeto: todo cambio en la temperatura de la habitación será registrado y, en función de la magnitud del mismo, se puede estimar el gasto energético de la actividad realizada con un grado de precisión muy alto. Además de su elevado costo, la principal limitación de esta técnica es que no permite medir la actividad física en condiciones de vida cotidiana; aún así, este método es muy valioso en términos de validación de otras técnicas más prácticas (de Paz Fernández & Garatachea Vallejo, 2006).

En el caso de la calorimetría indirecta, está técnica parte de asumir que las reservas de oxígeno en el organismo son mínimas, por lo que la cantidad de oxígeno utilizado como parte del proceso de fosforilación oxidativa para la resíntesis de ATP es igual al extraído de la atmósfera. Por otra parte, la degradación de distintos sustratos energéticos (principalmente, hidratos de carbono y ácidos grasos) presenta rendimientos energéticos y producción de dióxido de carbono diferentes por cada litro de oxígeno consumido. De este modo, midiendo la composición, el volumen y la frecuencia del intercambio gaseoso (mediante un analizador de gases conectado a una máscara), puede calcularse la cantidad de energía química producida para sustentar la actividad física realizada durante la medición. Los analizadores de gases son costosos, pero existen equipos portátiles que permiten realizar mediciones por fuera del contexto de laboratorio, aunque la necesidad de utilización permanente de una máscara no permite el monitoreo de la vida cotidiana y habitual de las personas. La principal limitación de esta técnica radica en que, al centrarse sólo en el metabolismo aeróbico, requiere que las actividades realizadas sean únicamente de intensidades submáximas y en condiciones estables, ya que la producción secundaria de dióxido de carbono a causa del tamponamiento de los metabolitos de la glucólisis anaeróbica (reacción entre los hidrogeniones liberados por la reducción del piruvato en lactato y los sistemas de amortiguamiento para contrarrestar la acidosis metabólica) distorsionaría los resultados de los cálculos (Hills et al., 2014).

La técnica de agua doblemente marcada permite la estimación del gasto energético durante la vida cotidiana de una forma no invasiva. Este método se fundamenta en el equilibrio isotópico que existe entre los átomos de oxígeno del aire inspirado y aquellos ya presentes en el organismo. Para llevar adelante esta técnica, se requiere que el sujeto ingiera moléculas de agua compuestas por isótopos pesados de hidrógeno (^2H) y de oxígeno (^{18}O): estos isótopos son estables y naturalmente presentes en el cuerpo humano, por lo que no representan un riesgo para la salud, pero son suficientemente poco habituales como para poder ser detectadas las modificaciones de su concentración en fluidos corporales (normalmente, orina) a través de un espectrómetro de masas (ya que, al tratarse de átomos del mismo elemento pero con distinto número de neutrones, su peso atómico resulta diferente). Luego de ingerirse el $^2\text{H}_2^{18}\text{O}$ y mezclarse éste en el agua corporal, el ^2H será eliminado progresivamente del organismo en forma de agua, mientras que el ^{18}O lo hará tanto en forma de agua como de dióxido de carbono; de este modo, la diferencia en las velocidades de eliminación de ambos isótopos será un indicador extremadamente preciso de la producción de dióxido de carbono en el organismo y, por lo tanto, se podrá calcular el gasto energético correspondiente (Schoeller & van Santen, 1982). La principal limitación de esta técnica, además de su elevado costo económico, es que sólo permite conocer el gasto

energético total durante un período de tiempo (3-28 días), no permitiendo distinguir frecuencias, duraciones ni intensidades de actividades físicas individuales. En cualquier caso, su altísima precisión y su practicidad para emplearse en la vida cotidiana, lo convierten en una excelente técnica patrón contra la que validar otras técnicas de medición (Westerterp, 2013).

1.6.2.2. *Técnicas objetivas*

En el contexto de los instrumentos de recolección de datos, se entiende por técnicas objetivas a aquellas en las que “los datos siendo recolectados no requieren ser procesados cognitivamente ni perceptualmente por el participante” (Marshall & Welk, 2008, p.15). Es decir, la toma de datos no depende de la capacidad de los sujetos de recordar o estimar la cantidad y el grado de los esfuerzos realizados. Para la medición de la actividad física, las técnicas objetivas pueden enfocarse tanto en el registro del movimiento como en el monitoreo de variables fisiológicas (de Paz Fernández & Garatachea Vallejo, 2006).

En el caso de los instrumentos que cuantifican el movimiento, uno de ellos es el podómetro, que registra la cantidad de pasos realizados durante un período dado. Su bajo costo y facilidad de utilización (puede sujetarse en la ropa a la altura de la cadera, sin necesidad de estar en contacto directo con el cuerpo) son sus principales ventajas; con respecto a sus limitaciones, la primera y más evidente es que sólo registra pasos (es decir, caminar o correr), sin tener en cuenta otro tipo de movimientos y, por otra parte, que no considera las resistencias de dichos desplazamientos (por ejemplo, pendiente o carga). Por último, este instrumento no permite conocer duraciones o intensidades de actividades particulares, sino el total acumulado durante un período determinado (esencialmente, cantidad de pasos por día) (de Paz Fernández & Garatachea Vallejo, 2006).

Otra de las técnicas objetivas utilizadas para cuantificar el movimiento se basa en los sistemas satelitales de posicionamiento global, tales como GPS, Galileo o GLONASS: registrando la posición del sujeto en cada momento, puede medirse la distancia total recorrida y la velocidad de cada desplazamiento. Es habitual encontrar este tipo de sistemas integrados en los teléfonos celulares inteligentes, pudiendo detallar la frecuencia, duración y velocidad (interpretándose como intensidad) de los desplazamientos; además, conociendo la localización o los horarios en que tienen lugar, puede inferirse también el dominio (por ejemplo, en el horario laboral, o dentro del hogar). La principal limitación de esta técnica radica en la imposibilidad de registrar actividades físicas sin un movimiento considerable en la escala de los cientos de metros, así como la dificultad para estimar intensidades sólo basándose en la velocidad, sin tener en cuenta otros factores como la carga, la inclinación, o inclusive la utilización de medios de transporte motorizados (Maddison & Ni Mhurchu, 2009).

Dentro del grupo de las técnicas objetivas que cuantifican movimiento, encontramos el uso de acelerómetros: estos instrumentos son capaces de registrar los cambios de velocidad en el tiempo (es decir, la aceleración) y suelen equiparse tres de ellos conjuntamente, orientados uno en cada eje (acelerómetros triaxiales) e, inclusive, incorporando a veces giroscopios, de modo tal de no sólo registrar la aceleración lineal, sino también la aceleración angular. Estos acelerómetros se integran en un dispositivo usable (wearable

device, en inglés), tal como un reloj pulsera, que es capaz de almacenar las aceleraciones del segmento corporal en que se coloque con frecuencias de registro muy altas (por ejemplo, 100Hz o cien tomas de dato por segundo); estos dispositivos poseen una autonomía que les permite registrar ininterrumpidamente durante semanas, incluyendo tanto períodos de sueño como de actividades acuáticas. Con estos datos, puede calcularse la frecuencia, duración y magnitud de los movimientos, así como la posición relativa del segmento corporal con respecto al centro de la tierra (estimando así la posición corporal). Como principal limitación de esta técnica, encontramos la imposibilidad de registrar las resistencias a los movimientos realizados, así como las actividades físicas que no produzcan un movimiento del segmento corporal siendo medido (por ejemplo, un acelerómetro ubicado en la muñeca mientras el sujeto se ejercita en una bicicleta fija) (Miguelés et al., 2022).

Por otra parte, en el otro grupo de técnicas objetivas, aquellas que registran variables fisiológicas, podemos encontrar varios métodos teóricos o de muy limitada aplicación, tales como el muestreo de sangre arterial y venosa (para calcular la diferencia arterio-venosa de oxígeno, de dióxido de carbono y de biomarcadores como el lactato) o el monitoreo de la frecuencia ventilatoria (midiendo la expansión y contracción de la caja torácica en cada ciclo respiratorio, y correlacionándolo con el consumo de oxígeno) (de Paz Fernández & Garatachea Vallejo, 2006). En este grupo de técnicas, también hallamos a la medición de la frecuencia cardíaca (utilizando un cardiotaquímetro portátil, ya sea mediante electrocardiografía o fotopleletismografía), la cual es considerada como una excelente alternativa para la medición objetiva de la actividad física en condiciones de vida cotidiana (Warren et al., 2010).

La técnica de medición de actividad física mediante la frecuencia cardíaca, toma su fundamento fisiológico de la relación existente entre gasto energético y consumo de oxígeno (Weir, 1949), y de este último con la frecuencia cardíaca (dado que la demanda de oxígeno de los músculos durante la actividad física debe ser satisfecha mediante el flujo sanguíneo, asumiendo un volumen eyectado estable, se entiende que el aumento del gasto cardíaco estará dado por la frecuencia cardíaca). Esta relación entre frecuencia cardíaca y gasto energético es individual y se modifica en función del estado de salud o condición física del sujeto, por lo que debe construirse una ecuación de regresión mediante una ergoespirometría a distintos niveles de esfuerzo para cada persona (Ceesay et al., 1989). Por otra parte, esta relación se pierde a intensidades bajas de actividad física, por lo que también debe determinarse dicho umbral, llamado FlexHR, y asumir un gasto energético equivalente al reposo por debajo de éste (Spurr et al., 1988). Esta técnica permite medir tanto la frecuencia como la duración y la intensidad de las actividades físicas, encontrándose validada contra técnicas patrón, al tiempo que no es invasiva (Livingstone et al, 1990). Su principal limitación, además de la necesidad del proceso de calibración individual que debe realizarse en cada caso, es que existen otros factores además del aumento del gasto energético que pueden alterar el ritmo cardíaco (por ejemplo, estado de hidratación, consumo de cafeína, tabaco u otras drogas, horario del día, cansancio, temperatura ambiental, estado emocional, etc.) (Farinola, 2010b).

1.6.2.3. *Técnicas subjetivas*

A diferencia de las técnicas objetivas de recolección de datos, las técnicas subjetivas requieren algún nivel de procesamiento cognitivo o perceptual por parte del participante: estas técnicas requieren que el sujeto siendo medido recuerde, estime y registre información acerca de su comportamiento. Esto implica que presentan una mayor susceptibilidad a modificación de respuestas por deseabilidad social, errores en la cuantificación de la duración o intensidad de las actividades, u omisión por olvido de alguna actividad (Marshall & Welk, 2008).

La técnica de autorreporte por diario consiste en que la persona registre en una agenda, ya sea en formato analógico o electrónico, todas las actividades que realiza durante el período de medición (por ejemplo, una semana). De este modo, puede conocerse cómo se estructura cada día y la cantidad de tiempo dedicada al sueño, al comportamiento sedentario y a la actividad física (es decir, la frecuencia y duración de dichos comportamientos; además, dependiendo del nivel de detalle del registro, podrían conocerse dimensiones tales como el tipo, el dominio, etc.). Posteriormente, y con ayuda de un compendio de actividades físicas y su gasto energético correspondiente (Herrmann et al., 2024), puede calcularse la intensidad de las actividades físicas. Adicionalmente, existe también la alternativa de registrar los alimentos ingeridos durante dicho período, para luego calcular el valor calórico total de la ingesta de alimentos; si el peso corporal del sujeto no se ha modificado (habiéndolo medido antes y después del período de registro de datos), puede deducirse que el gasto energético durante dicho período equivale al valor energético de la ingesta (de Paz Fernández & Garatachea Vallejo, 2006). La principal limitación de esta técnica, además de aquellas propias de las técnicas subjetivas, es que el cálculo del costo energético de las actividades físicas se basa en tablas estandarizadas, que no contemplan las características individuales de cada sujeto, por lo que pueden sobreestimar o subestimar el valor real. Por otra parte, coloca una gran carga de trabajo sobre el sujeto siendo medido (mayor ésta cuanto más detallado deba ser el diario). La principal ventaja de esta técnica radica en la posibilidad de recolectar información sobre distintas dimensiones del comportamiento del sujeto a un bajísimo costo económico (Valanou et al., 2006).

La técnica de cuestionario, ya sea suministrado por un encuestador o autoadministrado, se refiere a una serie de preguntas estandarizadas que, una vez respondidas (pudiendo llevarse adelante en papel o electrónicamente), pueden procesarse con una guía de análisis que permite convertir esas respuestas en valores para las variables de interés (Archenti, 2007). Para la medición de la actividad física, existen cuestionarios que apelan a un recordatorio de actividades realizadas (por ejemplo, durante los últimos siete días) y otros que indagan sobre el comportamiento habitual (por ejemplo, durante una semana típica). Con respecto a las preguntas, dependiendo de las dimensiones de la actividad física que quieran relevarse, algunos cuestionarios se estructuran en torno a un listado de comportamientos a los cuales el encuestado debe asignar una frecuencia de realización (útil para conocer el tipo de actividad física); otros cuestionarios, solicitan al participante que reporte la frecuencia y duración de categorías generales de actividades, en lugar de particularizarlas (agrupándolas por intensidad y/o dominio; por ejemplo, actividades de intensidad vigorosa en el tiempo libre). Algunos cuestionarios

incluyen al comportamiento sedentario y/o al sueño dentro de los comportamientos relevados (Sirard & Pate, 2001). En cualquier caso, con estos datos es posible, además de conocer el tiempo total dedicado a cada comportamiento, calcular el gasto energético por actividad física (asumiendo ciertos valores predefinidos en la guía de análisis del cuestionario para cada ítem incluido) (Farinola, 2010b). La principal ventaja de esta técnica radica en su bajo costo, tanto económico como de tiempo de aplicación: en apenas unos minutos es posible tener información multidimensional acerca del comportamiento de las personas. Por otra parte, las desventajas de esta técnica están relacionadas con que, justamente por su brevedad, pueden magnificar las limitaciones propias de las técnicas subjetivas ya mencionadas; además de que, debido a su estructura con preguntas cerradas, es posible que la interpretación de las preguntas difiera entre un sujeto y otro (por ejemplo, en la clasificación de cierto comportamiento en virtud de su tipo, dominio y/o intensidad). Si bien este último punto puede minimizarse con la presencia de un encuestador, la precisión general de este tipo de técnica suele ser baja (Farinola, 2010b; Valanou et al., 2006).

1.6.3. Capítulo 3: Utilización de Cuestionarios sobre Actividad Física en Argentina

El monitoreo de los niveles de actividad física de la población permite a los estados y partes interesadas el seguimiento de las tendencias en torno a este fenómeno (tanto nacionales como regionales), el efecto de las distintas políticas públicas implementadas y, así, permite tomar decisiones basadas en datos. En Argentina, al igual que en el resto de Sudamérica, dicha vigilancia no se realiza a través de acelerometría u otras técnicas objetivas sino a través de cuestionarios (Silva et al., 2022).

1.6.3.1. *Instrumentos nacionales de vigilancia*

Las principales encuestas nacionales que relevan el nivel de actividad física en la población argentina, son la Encuesta Nacional de Nutrición y Salud (ENNyS) para el caso de niños, niñas y adolescentes (Ministerio de Salud, 2007; Ministerio de Salud y Desarrollo Social, 2019) y la Encuesta Nacional de Factores de Riesgo (ENFR) para el caso de adultos (Ministerio de Salud de la Nación, 2005; Ministerio de Salud de la Nación, 2009; Ministerio de Salud de la Nación, 2013; Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2018). En el caso de la ENNyS, a partir de su segunda edición utiliza el cuestionario Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ) (Bull et al., 2009), a pesar de que el mismo fue diseñado para población adulta. En el caso de la ENFR, en todas sus ediciones se utilizó una variación ad-hoc del International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) en su versión corta (Craig et al., 2003); las variaciones incorporadas, además de no haberse sometido a estudios de confiabilidad y validez, dificultan la comparación con otros países (Silva et al., 2022).

El concepto de confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que “su aplicación repetida al mismo individuo u objeto produce resultados iguales” (Hernández Sampieri et al., 2014, p.200), mientras que la validez se refiere al grado en que éste “mide realmente la variable que pretende medir” (Hernández Sampieri et al., p.200). Por ello, tanto al crear un nuevo cuestionario como al modificar uno existente (incluida su traducción o

aplicación a una población distinta a la originalmente concebida), resulta necesario confirmar sus niveles de confiabilidad y validez. Para establecer la validez de criterio de un instrumento, se comparan los resultados que arroja su aplicación “con los de algún criterio externo que pretende medir lo mismo” (Hernández Sampieri et al., 2014, p.202); esta operación puede desarrollarse con un tipo de diseño concurrente (Mahar & Rowe, 2002), que consiste en la aplicación simultánea de una técnica patrón y de la técnica que se pretende validar, para luego estadísticamente establecer el grado de asociación entre ambas técnicas (Farinola, 2010b). En caso de no ser posible la utilización de la técnica patrón, puede emplearse otra técnica que cuente con un alto grado de validez en relación a dicha técnica patrón (Sirard & Pate, 2001); es decir, en el caso de la medición de la actividad física realizada con cuestionarios, la misma debería ser comparada con aquella realizada con técnicas patrón, tales como agua doblemente marcada o, en su defecto, con técnicas objetivas ya validadas contra técnicas patrón, tales como acelerometría triaxial o frecuencia cardíaca individualmente calibrada.

1.6.3.2. *Otras experiencias en Argentina*

En Argentina, la técnica mayormente utilizada en publicaciones científicas para medir la actividad física es el cuestionario (93,5%), siendo el IPAQ y GPAQ los más utilizados de ellos (Farinola & Lobo, 2017). Ambos cuestionarios han sido utilizados, tanto para mensurar la actividad física como variable principal de una investigación, como para controlar variables de confusión; pero, a pesar de su uso tan extendido, muy pocas investigaciones se han propuesto validarlos en población local.

En el caso del IPAQ, desarrollado por el International Consensus Group (Craig et al., 2003), es un cuestionario que se presenta en dos variantes (larga y corta), tanto para ser administrado telefónicamente como auto-administrado. En el caso de su versión corta, que es la que se incluye con modificaciones como parte de la ENFR, consiste en seis preguntas acerca de la cantidad de tiempo (expresado en día, horas y minutos) que, durante los últimos siete días, se dedicó a actividades físicas de distinta intensidad (vigorosa, moderada y caminata), y una pregunta acerca del tiempo sentado durante un día hábil (expresado en horas y minutos).

Para este cuestionario, los únicos esfuerzos referentes a la validación en población argentina fueron realizados por el grupo de estudio ELANS, publicados en dos artículos: uno centrado en las variables de actividad física (Ferrari et al., 2020) y otro en el tiempo sentado (Ferrari et al., 2021). La asociación entre la actividad física auto-reportada utilizando el IPAQ y registrada mediante acelerometría triaxial, arrojó valores de bajos a muy bajos (coeficiente de correlación de Pearson de 0.224 y coeficiente de correlación intraclase de 0.269, en el caso de la actividad física moderada a vigorosa). Para el caso del tiempo sentado, los datos discriminados de Argentina también arrojan una asociación de baja a muy baja (coeficiente de correlación de Spearman de 0.210 y coeficiente de correlación intraclase de 0.270). Vale destacar que este estudio utilizó la versión larga del IPAQ.

En el caso del GPAQ, desarrollado por la OMS (Bull et al., 2009), es un cuestionario con una única versión, diseñado para ser administrado presencialmente por un encuestador entrenado. Consta de quince preguntas acerca de la cantidad de tiempo (expresado en días, horas y minutos) que,

durante una semana típica, se dedica a actividades físicas de distinta intensidad (vigorosa y moderada), clasificadas en tres entornos (o dominios): actividad física en el trabajo, en el transporte, y en el tiempo libre; además, incluye una pregunta adicional sobre la cantidad de tiempo que se mantiene comportamiento sedentario durante un día típico.

Para este cuestionario, en Argentina se llevó a cabo un estudio utilizando acelerómetros uniaxiales y comparando sus resultados con los auto-reportados utilizando el GPAQ (Bazán et al., 2020): se detectó una correlación débil (coeficiente de correlación de Pearson de 0.45) en el caso del comportamiento sedentario, y una correlación nula (coeficiente de correlación de Pearson de 0.15) en el caso de la actividad física moderada a vigorosa. Por otra parte, se publicaron algunos resultados preliminares del proyecto de investigación del cual forma parte esta tesis (Farinola, 2021) reportando las correlaciones entre los valores arrojados por la utilización concurrente de la técnica FlexHR y el GPAQ para estimar tiempos de realización de actividad física a distintas intensidades: se encontró una correlación nula para el tiempo de actividad física total, es decir, incluyendo intensidades leve, moderada y vigorosa ($\rho=0,143$ y $p=0,787$); una correlación moderada, pero no significativa, tanto para el tiempo de actividad física a intensidad moderada ($\rho=0,600$ y $p=0,208$) como para el tiempo de actividad física a intensidades moderada y vigorosa ($\rho=0,714$ y $p=0,111$); y una correlación alta y significativa para el tiempo de actividad física a intensidad vigorosa ($\rho=0,928$ = $p=0,008$).

Dada la importancia del monitoreo de los niveles de actividad física de la población para los organismos encargados de la salud pública, y del papel preponderante en nuestra región de los cuestionarios para dicho fin, resulta fundamental continuar los esfuerzos para la validación en población local de dichos instrumentos de recolección de datos.

1.7. Hipótesis

Existe una correlación baja entre las estimaciones del nivel de actividad física cotidiana basadas en cuestionarios (IPAQ y GPAQ) y aquella basada en el método FlexHR; las técnicas subjetivas sobreestiman el nivel de actividad física comparadas con la técnica objetiva empleada.

1.8. Objetivos

General

- Establecer el grado de correlación existente entre la estimación del nivel de actividad física cotidiana basándose en técnicas subjetivas (cuestionarios IPAQ y GPAQ), y la estimación basada en una técnica objetiva (método FlexHR).

Específicos

- Estimar el nivel de actividad física cotidiana, mediante el método FlexHR.
- Estimar el nivel de actividad física cotidiana, mediante el cuestionario IPAQ.

- Estimar el nivel de actividad física cotidiana, mediante el cuestionario GPAQ.
- Correlacionar el nivel de actividad física cotidiana estimado por el cuestionario IPAQ y el nivel de actividad física cotidiana estimado por el cuestionario GPAQ.

2. Segunda Parte: Materiales y Método

2.1. Tipo de diseño

De acuerdo a la clasificación propuesta por Hernández Sampieri et al. (2014), el diseño del presente estudio es no-experimental y correlacional, debido a que pretende indagar acerca de la existencia de relación entre tres variables (nivel de actividad física cotidiana estimada mediante IPAQ, GPAQ, y FlexHR). De acuerdo a los autores antes citados, en lo referente al recorte y perspectiva temporal, se trata de un estudio sincrónico (ya que no describe la evolución de un proceso, sino el momento particular en que se indaga). Por último, su finalidad de producción de conocimiento, es el conocimiento como instrumento de la práctica, es decir “producir conocimiento por sus consecuencias técnicas y, por ende, prácticas que de ellos se puede extraer” (Samaja, 1999, p.23); en este caso, a través de la búsqueda de conocimiento que pueda ser rápidamente utilizado para la praxis profesional de los promotores de actividad física para la salud.

2.2. Diseño del objeto: Sistema de matrices de datos

Existe una única Unidad de Análisis, que por ende se constituye en nuestro nivel de anclaje, cuya designación es “persona adulta de Argentina”. Los valores de todas las variables, dimensiones y sub-dimensiones se encuentran en escala cuantitativa proporcional (por lo que se omite dicha aclaración en la tabla 1).

U. A. = persona adulta de Argentina

Variable	Valores	Dimensión	Valores	Sub-Dimensión	Valores	Procedimiento
Nivel de Actividad Física Cotidiana (Cuestionario GPAQ)	N° reales con un decimal de precisión (MET-minuto/semana)	Tiempo semanal dedicado a actividades físicas de intensidad vigorosa (en una semana típica)	N° enteros (minutos semanales)	Tiempo semanal AF vigorosa (dominio del trabajo)	N° enteros (minutos semanales)	Preguntar mediante cuestionario administrado por un encuestador
				Tiempo semanal AF vigorosa (dominio del tiempo libre)	N° enteros (minutos semanales)	Preguntar mediante cuestionario administrado por un encuestador
		Tiempo semanal dedicado a actividades físicas de intensidad moderada (en una semana típica)	N° enteros (minutos semanales)	Tiempo semanal AF moderada (dominio del trabajo)	N° enteros (minutos semanales)	Preguntar mediante cuestionario administrado por un encuestador
				Tiempo semanal AF moderada (dominio del transporte)	N° enteros (minutos semanales)	Preguntar mediante cuestionario administrado por un encuestador
				Tiempo semanal AF moderada (dominio del tiempo libre)	N° enteros (minutos semanales)	Preguntar mediante cuestionario administrado por un encuestador

Nivel de Actividad Física Cotidiana (Cuestionario IPAQ)	N° reales con un decimal de precisión (MET-minuto/semana)	Tiempo semanal de AF vigorosa (en la última semana)	N° enteros (minutos semanales)	—	—	Preguntar mediante cuestionario administrado por un encuestador
		Tiempo semanal de AF moderada (en la última semana)	N° enteros (minutos semanales)	—	—	Preguntar mediante cuestionario administrado por un encuestador
		Tiempo semanal de AF caminata (en la última semana)	N° enteros (minutos semanales)	—	—	Preguntar mediante cuestionario administrado por un encuestador
Nivel de Actividad Física Cotidiana (FlexHR)	N° reales con un decimal de precisión (MET-minuto/semana)	Consumo de Oxígeno por minuto	N° reales con cuatro decimales de precisión (litros/min)	Frecuencia Cardíaca por minuto	N° reales con un decimal de precisión (pulsaciones/min)	Medir con cardiotacómetro portátil y normalizar la FC minuto a minuto

Tabla 1:
Matriz de datos

2.3. Fuentes de datos

En la presente investigación, los valores de las variables a estudiar provienen de fuentes de datos primarias; en el caso del nivel de actividad física cotidiana mediante una técnica objetiva (FlexHR), optamos por un método complejo y sin antecedentes de realización en Argentina, pero que arrojaría datos de mayor calidad y riqueza que otros métodos más extendidos en nuestro país (acelerómetros y podómetros): luego de una calibración individual en contexto de laboratorio, la medición propiamente dicha se realiza en contexto de campo y sin requerir que los datos recabados sean procesados cognitivamente o perceptivamente por los participantes. La aplicación de dicha técnica es viable, ya que se dispone del instrumental y personal calificado para llevar a cabo las mediciones mencionadas (y para interpretar los datos que se generen), y la muestra es lo suficientemente pequeña como para tornarlo factible.

En el caso del nivel de actividad física cotidiana mediante técnicas subjetivas (cuestionarios IPAQ y GPAQ), optamos por cuestionarios internacionalmente validados, y localmente muy utilizados, reconocidos por la comunidad científica. Justamente por este acuerdo teórico en un tema tan complejo como cuantificar la actividad física cotidiana, sumado a la facilidad de administración que presenta el cuestionario, justifica la elección del instrumento.

2.4. Instrumentos para la producción de datos

Para la estimación de la actividad física cotidiana mediante una técnica objetiva, se utilizó el método de frecuencia cardíaca FLEX (FlexHR) (Spurr et al., 1988; Ceesay et al., 1989; Livingstone et al., 1990) por estar validado contra técnicas patrón (agua doblemente marcada y calorimetría indirecta) en adultos jóvenes de población general de ambos sexos, similar a la población del presente estudio. Esta técnica permite estimar el gasto energético total diario, a partir del cual puede discriminarse el gasto energético por actividad física.

La técnica cuenta con tres instancias:

A. La realización en laboratorio de una calibración, para establecer la relación individual entre la frecuencia cardíaca (FC) y el consumo de oxígeno (VO_2) del sujeto:

Esta calibración se realiza en días martes por la mañana. Las condiciones iniciales del sujeto son haber desayunado al menos 2 horas antes de arribar al laboratorio y reposar durante 30 minutos antes de comenzar con las pruebas. Luego se procede a registrar la FC y el VO_2 simultáneamente con un metabolímetro portátil FitMate (Cosmed, Italia) en las siguientes situaciones:

- 6 minutos acostado decúbito dorsal;
- 6 minutos sentado;
- 6 minutos de pie (en silencio y con el menor movimiento posible);
- 6 minutos subiendo y bajando de un escalón de 225 mm de altura a una cadencia de 20 step/min (controlado por metrónomo);
- 6 minutos pedaleando en un cicloergómetro a cada una de las siguientes potencias: 25, 50, 75 y 100 watts; es decir 0,5kg, 1kg, 1,5kg y 2kg de resistencia respectivamente, en un cicloergómetro FM-500 (Zuccolo, Argentina) a una cadencia de 50 rev/min (controlado por metrónomo y por velocímetro -19 km/h-). Estas intensidades no llegan

a ser vigorosas sino moderadas, e intentan representar las intensidades que pueden ocurrir durante la vida cotidiana de la población general.

Entre cada cambio de actividad el sujeto permanece 5 minutos descansando.

Con estos datos, la FlexHR se calcula como la FC promedio entre la FC máxima de los minutos parado y la FC mínima de las subidas y bajadas al escalón, durante la calibración en el laboratorio (Ceasay et al., 1989). Esto permite construir una ecuación de regresión para estimar el VO_2 en función de la FC. Luego, el gasto energético se estima asumiendo 4,9 kcal por litro de oxígeno consumido.

- B. Cuatro días de monitoreo de frecuencia cardíaca, latido a latido, durante las horas de vigilia de la vida cotidiana:

Dicho monitoreo de la FC se realiza los días miércoles, jueves, sábado y domingo. De esta manera, muestreando tanto días de semana como del fin de semana, hay una mayor representación de las actividades físicas realizadas durante la semana completa, sin necesidad de monitorear los siete días. El sujeto se coloca el cardiotaquímetro portátil RS400 (Polar, Finlandia) al levantarse y lo utiliza hasta acostarse por la noche para dormir; sólo se retira para bañarse.

- C. Cálculo del gasto energético y nivel de actividad física; el gasto energético total diario se obtiene considerando que:

$$GET = GED + GES + GEA$$

Donde,

- GET: gasto energético total diario en kilocalorías (kcal).
- GED: gasto energético al dormir. Se asume equivalente al gasto energético basal y se estima mediante la fórmula de Schofield (Schofield, 1985).
- GES: gasto energético de las actividades sedentarias durante las horas de vigilia. Operativamente corresponden a las actividades diarias cuya FC es menor o igual a la FlexHR. Su gasto energético se asume como el promedio de estar acostado, sentado y parado durante la calibración individual.
- GEA: gasto energético de las actividades físicas cotidianas. Operativamente corresponden a las actividades diarias cuya FC se encuentre por encima de la FlexHR. El gasto energético se deriva de la ecuación de regresión individual de cada sujeto.

En lo referente a la medición de la actividad física cotidiana mediante una técnica subjetiva, se buscaron instrumentos que reúnan las características de estar disponibles en idioma castellano, contar con antecedentes de utilización en Argentina, y reunir los requisitos de calidad de un cuestionario. Se eligieron para tales fines, los cuestionarios IPAQ en su versión corta (Craig et al., 2003) y GPAQ (Bull et al., 2009), desarrollados por el International Consensus Group y la Organización Mundial de la Salud, respectivamente.

Los cuestionarios son administrados por el equipo de investigación, quienes leen las preguntas a los encuestados y registran sus respuestas en una hoja impresa; los encuestadores brindan ejemplos de actividades que constituyen niveles intensos o moderados de actividad física cotidiana y clarifican las preguntas para los encuestados cuando sea necesario. El cuestionario GPAQ

es administrado el día en que el sujeto asiste al laboratorio para realizar la calibración individual y llevarse el cardiotaquímetro; el cuestionario IPAQ es administrado el día en que el sujeto regresa al laboratorio a devolver el cardiotaquímetro, luego de transcurrida la semana de monitoreo de su frecuencia cardíaca. En ambos casos, una vez registrados los datos en papel, se procede a la digitalización de los mismos en formato de hoja de cálculo, para su almacenamiento y posterior análisis. Los modelos de ambos cuestionarios se encuentran disponibles en la sección de anexos.

2.5. Plan de actividades en contexto

El proceso original de diseño y escritura del proyecto de tesis, así como la toma de datos, se realizaron entre los años 2015 y 2016. El proceso de calibración del método FlexHR se llevó a cabo en contexto de laboratorio, y la recolección de datos con el cardiotaquímetro fue realizada en la vida cotidiana de cada participante del estudio. Los cuestionarios se administraron en el laboratorio, coincidiendo con la entrega y devolución del cardiotaquímetro.

El análisis e interpretación de los datos, escritura de la discusión y conclusiones, y presentación final de la tesis, se realizó entre los años 2024 y 2025. En la tabla 2, se presentan las actividades en formato de diagrama de Gantt:

Actividades	1° Año (2015-2016), Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Conceptualización del objeto de estudio	X	X	X									
Preparación de instrumentos para recolección de la información				X	X							
Convocatoria de participantes y selección de sujetos					X	X						
Obtención de datos: administración de los cuestionarios IPAQ y GPAQ, calibración individual en laboratorio, y monitoreo con cardiotaquímetro								X	X	X	X	X

Actividades	2° Año (2024-2025), Meses											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Armado de base de datos	X	X										
Tratamiento de los datos			X	X	X							
Análisis e interpretación de datos						X	X	X				

Elaboración de conclusiones								X	X			
Elaboración de las formalidades de presentación de la tesis										X	X	
Presentación de la tesis												X

Tabla 2: Plan de actividades

2.6. Universo y muestra

El universo del presente estudio se compone por personas adultas de Argentina. Uno de los propósitos de este proyecto es el de sentar un precedente en la utilización de la técnica FlexHR en nuestro país, aportando así herramientas y experiencia en su aplicación para facilitar su utilización en investigaciones sucesivas; al mismo tiempo, resulta relevante establecer la validez de los cuestionarios IPAQ y GPAQ en población adulta argentina, de lo cual se desprende la elección de esta definición poblacional. Los criterios de inclusión para los sujetos participantes son: ser mayor de 18 años y aprobar el algoritmo de salud para la participación en actividades físicas propuesto por el Colegio Americano de Medicina del Deporte (Riebe et al., 2015), el cual es administrado por un profesional médico cardiólogo.

Con respecto a la muestra, se ha optado por una técnica de muestreo casual o incidental (Ynoub, 2014); es decir, la muestra está constituida por aquellos elementos de la población que acepten voluntariamente la invitación a participar en el proyecto. El tamaño muestral es reducido, debido a que la intencionalidad de la investigación es la de constituirse como un pilotaje que sienta las bases para un posterior estudio a mayor escala; por lo tanto, y dado que no existe intencionalidad de representación poblacional, se prioriza el criterio de accesibilidad a la muestra.

Todos los participantes firman un consentimiento informado previo a su incorporación al estudio, en el cual se brinda toda la información acerca de la presente investigación, explicitando además que los datos recogidos son de índole confidencial.

2.7. Plan de tratamiento y análisis de los datos

Todos los análisis estadísticos, así como gráficos y tablas, son realizados utilizando el lenguaje de programación R (v4.4.2, The R Foundation for Statistical Computing, Austria) sobre el entorno de desarrollo integrado RStudio (v2024.09.0+375, Posit Software, USA) considerando un nivel de significación del 5% ($p < 0.05$).

Para la estadística descriptiva se utiliza la media y el desvío estándar para las variables continuas, y la frecuencia absoluta y la frecuencia porcentual para las variables categóricas (salvo donde se especifique lo contrario). Para la comparación entre técnicas de medición, se utiliza la técnica de análisis Bland-Altman, y para la correlación entre valores se utiliza la correlación por

rangos de Spearman y la correlación de concordancia de Lin (salvo donde se especifique lo contrario).

3. Tercera Parte: Análisis y conclusiones

3.1. Exposición de resultados

La muestra estuvo compuesta por seis voluntarios, mayores de edad y de ambos sexos; todos los sujetos son profesores de educación física que superaron el algoritmo de salud para la participación en actividades físicas propuesto por el Colegio Americano de Medicina del Deporte (Riebe et al., 2015), administrado por un profesional médico cardiólogo, y firmaron un consentimiento informado previo a su participación en el estudio. Las características sociodemográficas de la muestra se describen en la Tabla 3.

	Total (n=6)	Hombres (n=3)	Mujeres (n=3)
Edad (años)	42,2 ± 9,0	38,3 ± 10,0	46,0 ± 7,5
Peso (kg)	67,1 ± 12,6	76,3 ± 10,8	57,9 ± 5,2
Talla (cm)	167,5 ± 6,7	172,7 ± 4,7	162,7 ± 3,8
IMC (kg/m ²)	23,8 ± 3,4	25,6 ± 3,4	22,0 ± 2,9

Tabla 3: Características sociodemográficas de la muestra (expresadas como media aritmética y desvío estándar). IMC = índice de masa corporal.

Luego de los procedimientos de admisión, se llevó adelante la calibración individual del método FlexHR. La asociación entre las mediciones simultáneas de frecuencia cardíaca y consumo de oxígeno fue muy alta, como puede observarse en la Tabla 4.

	Total (n=6)	Hombres (n=3)	Mujeres (n=3)
FC en reposo (puls/min)	56,4 ± 6,6	61,0 ± 3,3	51,9 ± 5,8
VO ₂ en reposo (l/min)	0,219 ± 0,059	0,266 ± 0,030	0,172 ± 0,031
VO ₂ en reposo (ml/kg/min)	3,24 ± 0,45	3,50 ± 0,18	2,98 ± 0,51
FC-VO ₂ (r ²)	0,92 ± 0,09	0,90 ± 0,12	0,94 ± 0,05
FlexHR (puls/min)	85,3 ± 4,0	85,8 ± 5,5	84,8 ± 3,1

Tabla 4: Resultados de la calibración del método FlexHR (expresadas como media aritmética y desvío estándar). FC = frecuencia cardíaca; VO₂ = consumo de oxígeno; puls/min = pulsaciones por minuto; r² = coeficiente de determinación de Pearson.

Todos los participantes completaron cuatro días de registro de frecuencia cardíaca (dos días de semana y dos días de fin de semana). Aplicando la calibración individual a dicho registro de frecuencia cardíaca, se pudo obtener, entre otros datos, el tiempo diario dedicado a distintos comportamientos físicos, como se muestra en la Tabla 5. Además, se ponderaron dichas mediciones para generar un promedio semanal.

	Media Ponderada	Día de Semana	Fin de Semana
Sueño (min/día)	551,7 ± 92,6	540,2 ± 113,2	580,6 ± 81,5
Comportamiento sedentario* (min/día)	665,9 ± 133,6	696,8 ± 133,6	588,8 ± 205,3
AF leve (min/día)	179,7 ± 110,1	164,0 ± 96,5	219,0 ± 156,4
AF moderada (min/día)	29,3 ± 22,0	26,3 ± 19,0	36,7 ± 33,0
AF vigorosa (min/día)	13,4 ± 8,5	12,8 ± 9,6	14,9 ± 12,1

Tabla 5: Resultados de la medición de comportamientos físicos cotidianos mediante el método FlexHR (expresados como media aritmética y desvío estándar). AF = actividad física; min/día = minutos por día; * actividades con un gasto energético por debajo de FlexHR (que incluyen, por ejemplo, estar de pie quieto).

Por otra parte, se administraron tanto el cuestionario IPAQ como el cuestionario GPAQ, y se procesaron los resultados de acuerdo a sus guías de análisis correspondientes. En la Tabla 6 se presentan los principales resultados, así como su comparación. Para cada una de estas variables, se calculó el coeficiente de correlación de concordancia de Lin (CCC): sólo la actividad física a intensidades moderada y vigorosa (tanto en su estimación en tiempo (minutos) como en gasto energético (METs)) se aproximaron a la significatividad estadística (aunque sin alcanzarla, tampoco).

	IPAQ	GPAQ	Correlación (CCC)
Comportamiento sedentario (min/día)	495,0 ± 242,8	460,0 ± 111,7	0,64 (0,24 ; 0,86)
AF moderada (min/sem)	384,2 ± 252,2	290,0 ± 320,3	0,68 (-0,05 ; 0,94)
AF vigorosa (min/sem)	185,0 ± 352,6	93,3 ± 138,4	0,61 (0,34 ; 0,79)
AFMV (min/sem)	569,2 ± 570,9	383,3 ± 445,8	0,86 (0,50 ; 0,97)
AF moderada (met/sem)	1405,4 ± 967,9	1160,0 ± 1281,1	0,68 (-0,05 ; 0,94)
AF vigorosa (met/sem)	1480,0 ± 2821,1	746,7 ± 1107,0	0,61 (0,34 ; 0,79)
AFMV (met/sem)	2885,4 ± 3659,6	1906,7 ± 2308,8	0,84 (0,60 ; 0,94)

Tabla 6: Resultados de los cuestionarios IPAQ (International Physical Activity Questionnaire) y GPAQ (Global Physical Activity Questionnaire). AFMV = actividad física a intensidades moderada y vigorosa; min/sem = minutos por

semana; met/sem = METs por semana; CCC = coeficiente de correlación de concordancia de Lin.

En el caso de la estimación del gasto energético por actividad física a intensidades moderada y vigorosa (AFMV), resulta interesante que los valores absolutos discrepan, pero se encuentran asociados. Podemos visualizar esta correspondencia utilizando el método Bland-Altman para la proporción entre las diferencias de los métodos (utilizando como denominador la media de ambas mediciones), como puede observarse en la Figura 1: la línea de regresión calculada para las diferencias denota un sesgo sistemático proporcional (no constante) de alrededor del 60%, con una tendencia negativa de las diferencias conforme aumenta la magnitud de la variable medida.

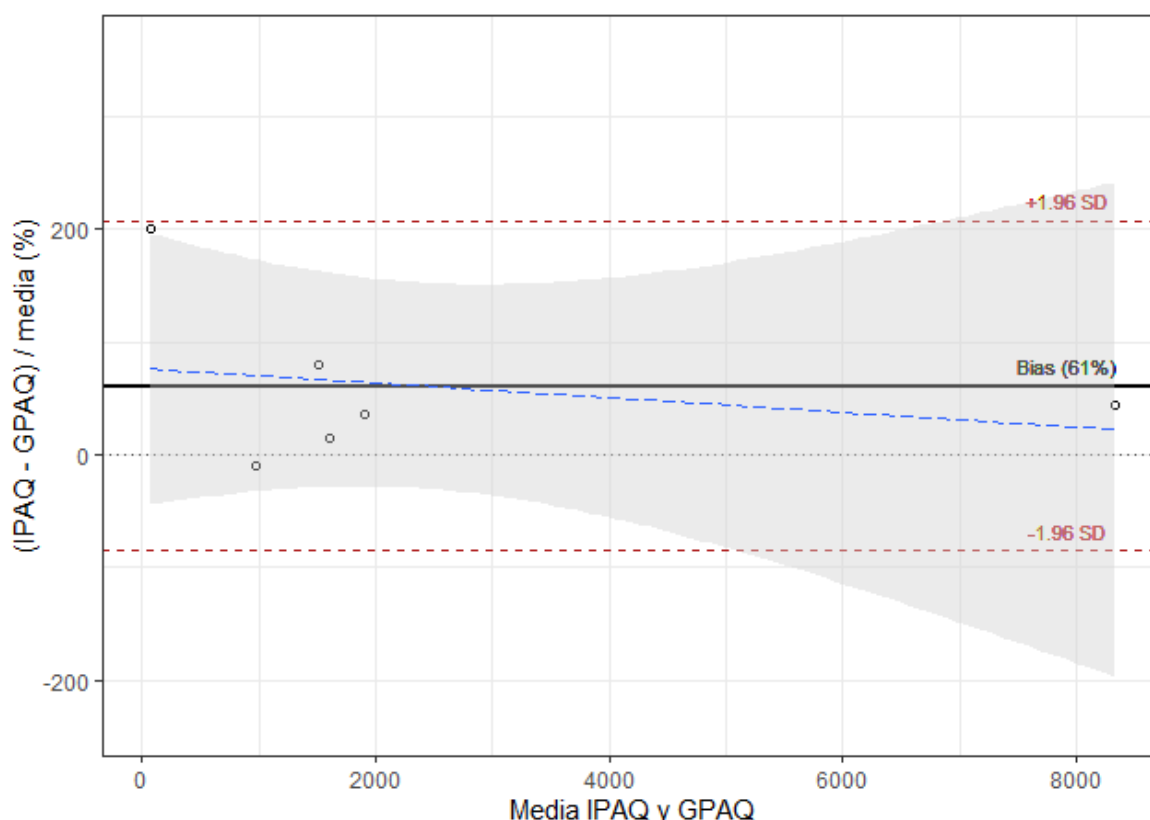


Figura 1: Gráfico Bland-Altman para la proporción entre las diferencias de los métodos de estimación del gasto energético por actividad física a intensidades moderada y vigorosa. IPAQ = International Physical Activity Questionnaire; GPAQ = Global Physical Activity Questionnaire.

La relación entre los valores estimados mediante el método FlexHR y los cuestionarios IPAQ y GPAQ, sólo presentan asociaciones significativas en el caso del tiempo dedicado a la actividad física a intensidad moderada, y al tiempo dedicado a la actividad física a intensidad vigorosa. Esta asociación no se sostiene al analizar conjuntamente el tiempo dedicado a la actividad física a intensidades moderada y vigorosa; inclusive, luego de analizar los datos del método FlexHR considerando sólo períodos de actividad sostenida durante un mínimo de diez minutos (bout), para tomar en consideración la forma en que se

indagan estos comportamientos tanto con el IPAQ como con el GPAQ, como puede observarse en la Tabla 7.

Método FlexHR	Correlación con IPAQ		Correlación con GPAQ	
	rho de Spearman	CCC de Lin	rho de Spearman	CCC de Lin
Comportamiento sedentario (minutos)	0,72 (p = 0,103)	0,39 (-0,15 ; 0,76)	0,48 (p = 0,338)	0,15 (-0,22 ; 0,48)
AF moderada (minutos)	0,31 (p = 0,564)	0,00 (-0,05 ; 0,05)	0,94** (p = 0,017)	0,03 (-0,04 ; 0,11)
AF vigorosa (minutos)	0,88** (p = 0,020)	0,03 (-0,01 ; 0,06)	0,75* (p = 0,084)	0,07 (-0,02 ; 0,15)
AFMV (minutos)	0,37 (p = 0,497)	0,02 (-0,03 ; 0,07)	0,77 (p = 0,103)	0,04 (-0,04 ; 0,11)
10min-Bout AFGV (minutos)	0,66 (p = 0,175)	0,01 (-0,02 ; 0,05)	0,77 (p = 0,103)	0,03 (-0,03 ; 0,08)
AF moderada (METs)	0,31 (p = 0,564)	0,01 (-0,10 ; 0,12)	0,55 (p = 0,257)	0,07 (-0,08 ; 0,22)
AF vigorosa (METs)	0,71 (p = 0,117)	0,04 (0,00 ; 0,08)	0,55 (p = 0,257)	0,09 (0,02 ; 0,19)
AFMV (METs)	0,31 (p = 0,564)	0,04 (-0,04 ; 0,11)	0,54 (p = 0,297)	0,07 (-0,05 ; 0,19)
10min-bout AFGV (METs)	0,43 (p = 0,419)	0,03 (-0,03 ; 0,09)	0,49 (p = 0,356)	0,05 (-0,04 ; 0,14)

Tabla 7: Grado de asociación entre los resultados mediante el método FlexHR y los cuestionarios IPAQ (International Physical Activity Questionnaire) y GPAQ (Global Physical Activity Questionnaire). AF = actividad física; AFGV = actividad física a intensidades moderada y vigorosa; 10min-bout = período sostenido de 10 minutos; rho = coeficiente de correlación por rangos de Spearman; CCC = coeficiente de correlación de concordancia de Lin (acompañado de los límites inferior y superior del intervalo de confianza del 95%); * significativo con $p < 0,10$; ** significativo con $p < 0,05$; *** significativo con $p < 0,01$.

Particularmente en el caso de la actividad sostenida durante un mínimo de diez minutos (bout), como puede observarse en la figura 2, el error sistemático es de alrededor de 6,5 horas semanales (IPAQ) y de 3,5 horas semanales (GPAQ); es decir, el cuestionario sobre-estimaría la AFGV semanal total. Sin embargo, vemos que dicho sesgo se produce mayormente por un único punto, que distorsiona la tendencia de los demás valores; por otra parte, los intervalos de confianza también resultan negativamente afectados por ese mismo punto. Si bien la línea de regresión calculada para las diferencias denota un sesgo sistemático proporcional (no constante), con una tendencia negativa de las diferencias conforme aumenta la magnitud de la variable medida, el cálculo del

porcentaje de error (proporción entre la magnitud y el error de la medida) excede los límites de confianza, distorsionado por ese mismo caso antes mencionado.

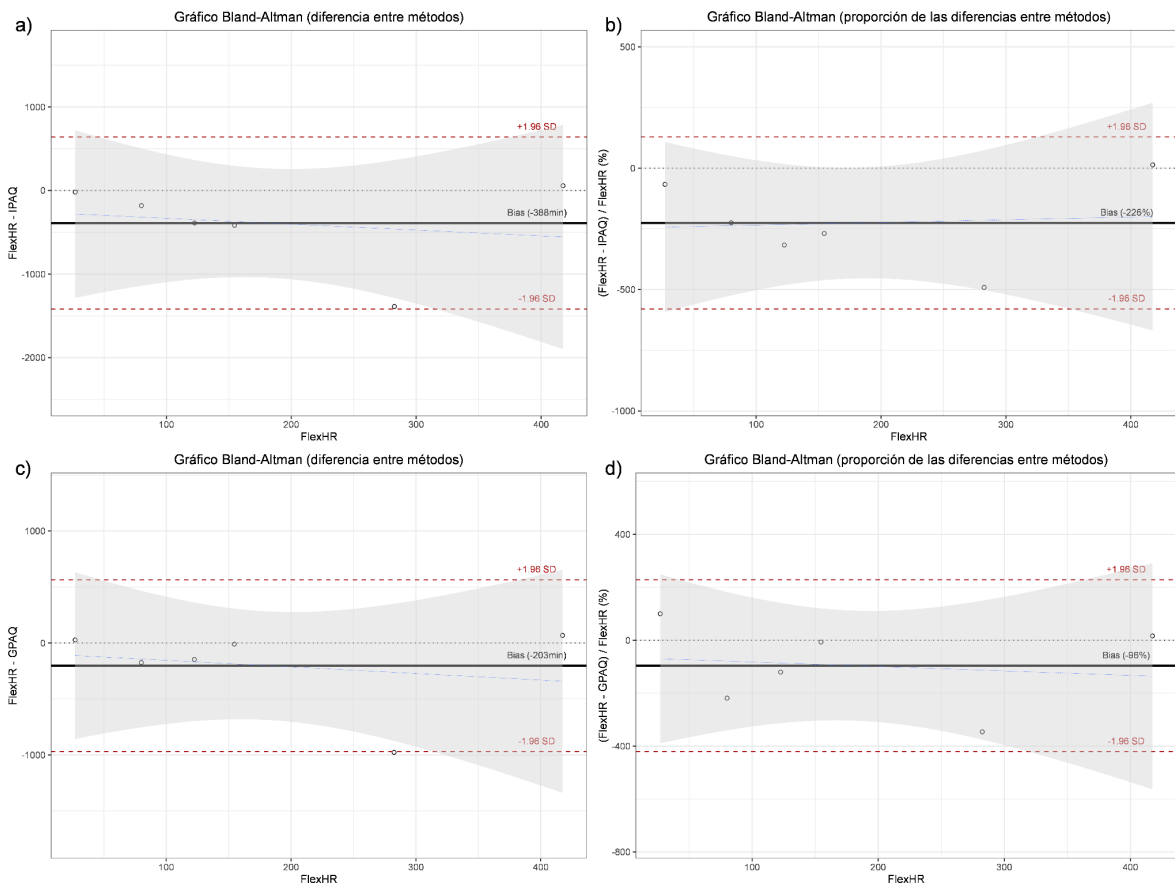


Figura 2: Gráficos Bland-Altman: a) diferencia de los métodos de estimación del tiempo de actividad física a intensidades moderada y vigorosa (FlexHR vs. IPAQ). b) proporción entre las diferencias de los métodos de estimación del tiempo de actividad física a intensidades moderada y vigorosa (FlexHR vs. IPAQ). c) diferencia de los métodos de estimación del tiempo de actividad física a intensidades moderada y vigorosa (FlexHR vs. GPAQ). d) proporción entre las diferencias de los métodos de estimación del tiempo de actividad física a intensidades moderada y vigorosa (FlexHR vs. GPAQ). IPAQ = International Physical Activity Questionnaire; GPAQ = Global Physical Activity Questionnaire.

3.2. Análisis e interpretación de los datos

Tanto el International Physical Activity Questionnaire en su versión corta, desarrollado por el International Consensus Group (Craig et al., 2003), como el Global Physical Activity Questionnaire, desarrollado por la Organización Mundial de la Salud (Bull et al., 2009), son instrumentos ampliamente utilizados en Argentina y en el mundo para estimar el nivel de actividad física y comportamiento sedentario de la población y, por ese motivo, han sido objeto de numerosos esfuerzos de validación (Lee et al., 2011; Keating et al., 2019; Sember et al., 2020; Meh et al., 2021). Dado que ambos instrumentos se proponen mensurar el mismo fenómeno y con el mismo objetivo, es decir la vigilancia poblacional sobre los niveles de actividad física, resulta importante

que las estimaciones realizadas con ellos sean de algún modo equivalentes. Si su aplicación arroja valores diferentes, no sólo no se podrían comparar entre sí resultados de estudios que hayan empleado un cuestionario u otro, sino que tampoco podría saberse cuál de ambos valores es el correcto.

Como puede observarse en la Figura 1, el IPAQ tiende a sobreestimar el valor del GPAQ y, de acuerdo a los resultados de la Tabla 6, en algunas variables puede inclusive duplicar su valor (por ejemplo, en el caso del tiempo de actividad física a intensidad vigorosa). Si bien se trata de un estudio piloto y, por tener pocos casos de análisis no permite generalizar resultados, sí resulta interesante este hallazgo para ser tenido en cuenta en futuras investigaciones, así como en aquellos casos en que se requiera tomar como referencia los datos producidos por alguno de dichos cuestionarios.

Mientras tanto, el método FlexHR se ha aplicado en este estudio sin dificultades operativas (ni por la adherencia al protocolo, ni por la utilización del equipamiento) y ha arrojado excelentes resultados para la ecuación de regresión individual ($r^2=0,92$), así como valores razonables para la frecuencia cardíaca en reposo situada en 56 ppm, cercano al límite inferior de los valores para población general (Nanchen, 2018), lo cual resulta esperable al tratarse de una muestra de profesores de educación física (Reimers et al., 2018). El consumo de oxígeno en reposo (3,24 ml/kg/min) también arroja valores acordes a las mediciones y estimaciones históricas (Byrne et al., 2005), lo que confirma la consistencia del instrumento.

Como ya se ha mencionado, resulta fundamental conocer el grado de validez de los cuestionarios que se utilizan para estimar el nivel de actividad física; especialmente, debido a que los resultados que arrojan no coinciden entre sí. En este caso, se calculó el grado de validez concurrente comparando los resultados arrojados por el IPAQ y el GPAQ con los del método FlexHR. Con este fin, se utilizaron dos estadísticos de asociación: el rho de Spearman y el CCC de Lin.

En el caso del coeficiente de correlación por rangos de Spearman (rho), se trata de un estadístico no paramétrico de asociación, que ya ha sido utilizado tanto en la validación del IPAQ (Craig et al., 2003) como del GPAQ (Bull et al., 2009). En estos estudios de validación, al calcular la validez concurrente de los cuestionarios comparándolos con una técnica objetiva de medición de la actividad física total (acelerómetros), se encuentra que, en el caso del IPAQ en su versión corta, los valores reportados de rho en ese artículo oscilan entre 0,66 y 0,88; en el caso del GPAQ, el valor reportado de rho es de 0,54. En la Tabla 7 puede observarse que, en el presente estudio, el grado de asociación entre el método FlexHR y cada cuestionario para la actividad física total (considerando bouts de 10 minutos) es de 0,66 en el caso del IPAQ y de 0,77 en el caso del GPAQ: estos valores están en línea con los datos publicados en los estudios de validación de dichos cuestionarios (Craig et al., 2003; Bull et al., 2009), especialmente en el caso del IPAQ. En el caso del GPAQ, si bien el rho calculado en el presente estudio resulta mayor al reportado en el artículo original de validación, allí se reporta una significación de $p \leq 0,01$ (a dos colas), mientras que nuestros datos indican un $p = 0,103$, lo cual puede explicar parcialmente la discrepancia de resultados.

En adición al cálculo del rho de Spearman, en el presente estudio se utilizó el Coeficiente de Correlación de Concordancia de Lin (CCC), ya que se trata de un estadístico que permite evaluar en qué medida los valores obtenidos por

ambos métodos de recolección coinciden: es decir, sería esperable que, si tanto los cuestionarios como el método FlexHR relevan la misma variable, obtengan resultados concordantes el uno con el otro. En la Tabla 7 puede observarse que el valor del CCC al asociar los resultados de tiempo total de actividad física (considerada en bouts de 10 minutos) entre el método FlexHR y los cuestionarios es de 0,01 para el caso del IPAQ y de 0,03 para el caso del GPAQ. Esto indica claramente que, si bien los valores obtenidos utilizando el método FlexHR están asociados (rho de Spearman) con los obtenidos utilizando tanto el IPAQ como el GPAQ, dichos cuestionarios no arrojan resultados comparables (CCC de Lin) con los del método FlexHR, ya que no coinciden.

Como ya se ha mencionado, estos datos corresponden a un primer estudio piloto y, por contar con una muestra pequeña, los resultados deben ser tomados con cautela, a la espera de confirmación con muestras más numerosas. Sin embargo, las revisiones sistemáticas que han abordado la validación de estos cuestionarios, también hallan grados de asociación muy disímiles entre estudios, oscilando entre nulo a moderada, con varios de ellos reportando un nivel pobre (Lee et al., 2011; Keating et al., 2019; Sember et al., 2020).

En el presente estudio, además de reportar la cantidad total de minutos de actividad física a intensidades moderada y vigorosa registrada por el método FlexHR, se calcularon los períodos de un mínimo de diez minutos sucesivos a dichas intensidades, con el fin de equiparar la definición tomada por los cuestionarios, en que se solicita reportar sólo aquellas actividades con una duración mínima de diez minutos. Como puede observarse en la Tabla 7, esta modificación definicional repercute positivamente en la correlación con el IPAQ (mejorando de 0,37 a 0,66) y de forma neutra con el GPAQ (manteniendo en 0,77).

Por otra parte, al realizar un análisis discriminado por intensidades, encontramos que el tiempo de actividad física a intensidad vigorosa, tanto para el IPAQ como para el GPAQ, presentan una correlación alta y significativa con los arrojados por el método FlexHR, pero de modo relativo y no en valores absolutos (rho de Spearman de 0,88 con $p=0,020$ para IPAQ y de 0,75 con $p=0,084$ para GPAQ; CCC de Lin de 0,03 (-0,01;0,06) para IPAQ y de 0,07 (-0,02;0,15) para GPAQ); es decir, los valores se hallan relacionados pero no coinciden. Lo mismo ocurre con el tiempo de actividad física a intensidad moderada en su asociación con los valores arrojados por el método FlexHR, particularmente en el caso del GPAQ: rho de Spearman de 0,94 con $p=0,017$ y CCC de Lin de 0,03 (-0,04;0,11), que muestran una correlación alta entre ambos métodos, pero una coincidencia muy baja en los valores.

En síntesis, si bien en esta muestra de adultos argentinos los cuestionarios IPAQ y GPAQ arrojan estimaciones correlacionadas con la medición objetiva mediante el método FlexHR, las mismas no resultan concordantes en cuanto a valores absolutos. Por otra parte, el IPAQ tiende a sobreestimar los valores respecto al GPAQ.

3.3. Conclusiones y sugerencias

En primer lugar, se planteó el objetivo de “estimar el nivel de actividad física cotidiana, mediante el método FlexHR”; este objetivo pudo cumplirse sobre la

totalidad de la muestra, y de acuerdo a lo planificado. El método FlexHR pudo ser aplicado por primera vez en una investigación sobre población argentina, y los procedimientos se llevaron adelante sin dificultades operativas (ni por la adherencia al protocolo, ni por la utilización del equipamiento), arrojando excelentes resultados para la ecuación de regresión individual ($r^2=0,92$).

Los siguientes objetivos específicos planteados fueron “estimar el nivel de actividad física cotidiana, mediante el cuestionario IPAQ” y “estimar el nivel de actividad física cotidiana, mediante el cuestionario GPAQ”; ambos objetivos se cumplieron con la totalidad de la muestra, y de acuerdo a lo planificado. Se calcularon tanto la duración de la actividad física a distintas intensidades, como su gasto energético equivalente en METs.

Por último, se formuló el objetivo de “correlacionar el nivel de actividad física cotidiana estimado por el cuestionario IPAQ y el nivel de actividad física cotidiana estimado por el cuestionario GPAQ”; para dar cumplimiento a este objetivo, se utilizó el coeficiente de correlación de concordancia de Lin (CCC), ya que se trata de un estadístico que permite evaluar en qué medida los valores obtenidos por ambos métodos de recolección de datos coinciden. El CCC fue pobre ($<0,9$) en todos los casos, con el IPAQ sobreestimando los valores con respecto al GPAQ con un sesgo sistemático proporcional de alrededor del 60%.

Con respecto al problema de investigación, la pregunta fue “¿Cuál es el grado de correlación entre la estimación del nivel de actividad física cotidiana basándose en técnicas subjetivas (cuestionarios IPAQ y GPAQ), y la estimación basada en una técnica objetiva (método FlexHR)?”; para dar respuesta a este interrogante, una vez cumplidos los objetivos específicos y, por ende, habiendo recabado las mediciones de actividad física mediante los tres métodos mencionados, se procedió a calcular su grado de asociación mediante el método Bland-Altman, el coeficiente de correlación por rangos de Spearman (ρ) y el coeficiente de correlación de concordancia de Lin (CCC). La hipótesis original fue que “existe una correlación baja entre las estimaciones del nivel de actividad física cotidiana basadas en cuestionarios (IPAQ y GPAQ) y aquella basada en el método FlexHR; las técnicas subjetivas sobreestiman el nivel de actividad física comparadas con la técnica objetiva empleada”.

En lo referente a la primera parte de la hipótesis, al utilizar el coeficiente de correlación por rangos de Spearman se obtuvo, a excepción de la actividad física a intensidad vigorosa, una correlación de moderada a pobre para todas las variables; pero al utilizar el coeficiente de correlación de concordancia de Lin, todos los valores resultan en una asociación nula ($<0,1$). La conclusión es que, si bien los valores obtenidos utilizando el método FlexHR están asociados (ρ de Spearman) de manera general con los obtenidos utilizando tanto el IPAQ como el GPAQ, dichos cuestionarios no arrojan resultados comparables (CCC de Lin) con los del método FlexHR, ya que no coinciden. Por lo tanto, los datos obtenidos apoyan la hipótesis de que “existe una correlación baja entre las estimaciones del nivel de actividad física cotidiana basadas en cuestionarios (IPAQ y GPAQ) y aquella basada en el método FlexHR”.

Con el fin de evaluar la segunda parte de la hipótesis, se utilizó el método Bland-Altman; si bien los datos presentan una alta variabilidad, que conducen a que el cálculo del porcentaje de error exceda los límites de confianza, puede observarse un sesgo sistemático constante de alrededor de 6,5 horas semanales para el caso del IPAQ y de 3,5 horas semanales para el caso del

GPAQ; es decir, ambos cuestionarios sobreestimarían la duración de la actividad física semanal total.

Sobre este último punto, se sugiere para futuras investigaciones explorar cuál es la relación entre, no sólo la duración, sino la intensidad de la actividad física estimada por técnicas subjetivas, como los cuestionarios IPAQ y GPAQ, y técnicas objetivas, como el método FlexHR y/o la acelerometría triaxial. Este conocimiento arrojaría luz, no sólo sobre la validez de dichos cuestionarios, sino que, tal vez, permitiría construir ecuaciones predictivas para estimar con mayor precisión el nivel de actividad física, corrigiendo las diferencias halladas entre métodos.

En síntesis, la evidencia muestra que los cuestionarios IPAQ y GPAQ no proporcionan estimaciones comparables a la medida objetiva de FlexHR. La baja concordancia y la sobreestimación sistemática indican que, para estudios que requieran precisión en la cuantificación de la actividad física cotidiana, se debería privilegiar métodos objetivos o, al menos, calibrar los cuestionarios frente a una referencia como FlexHR. Para aquellos estudios que, debido a los criterios de economía y cobertura de sus fuentes de datos (es decir, bajo costo y alto alcance), opten por emplear cuestionarios como el IPAQ y el GPAQ, situación muy frecuente en nuestro país (Farinola & Lobo, 2017), es fundamental que reconozcan las limitaciones de estos instrumentos respecto a la medición de los comportamientos físicos y, por lo tanto, sean cautelosos al momento de interpretar y comparar sus resultados.

3.4. Discusión

Los objetivos planteados en el estudio pudieron ser cumplidos en su totalidad, lo que convierte a este estudio en pionero en la aplicación del método FlexHR en Argentina, haciéndolo sin dificultades operativas, con una alta precisión en la calibración individual, arrojando resultados fisiológicos consistentes y empleando estadísticos robustos de concordancia. El principal obstáculo encontrado durante la ejecución del presente proyecto, es el referente al tamaño muestral: debido al carácter de estudio piloto, el tamaño muestral consiste de sólo seis casos. Si bien esto resulta suficiente para explorar la implementación del método FlexHR por primera vez en nuestro país, así como el desarrollo de un software que permita analizar y graficar los valores de frecuencia cardíaca de manera sistemática, los datos resultan insuficientes para validar los cuestionarios en población local (debido al elevado riesgo de sesgo por muestras pequeñas). Sin embargo, este logro abre la puerta para que otras investigaciones a nivel nacional e internacional retomen la aplicación de esta técnica objetiva de recolección de datos, facilitando así su adopción. El software que permite sistematizar el análisis de los datos se encuentra disponible bajo una licencia Apache 2.0 (de código abierto, y libre acceso), para que lo utilicen gratuitamente todos los equipos de investigación que deseen implementar el método FlexHR en sus estudios (disponible en <https://github.com/Lobin-Hood/FlexHR>).

Como fuera mencionado en el apartado de exposición de resultados, existe un caso que presenta resultados anómalos (caso 6): se desvía por un amplio margen del resto de los valores. Esta situación afecta negativamente los intervalos de confianza y otros estadísticos importantes para los objetivos y propósitos de este proyecto. Si bien es esperable la variabilidad intersubjetiva

en el sobrerreporte de comportamientos físicos, si se tratase de muestras más grandes esos casos extremos afectarían de modo mucho menos significativo al análisis de los datos en su conjunto. Por ello, se recomienda que próximos estudios que retomen la experiencia del presente proyecto utilicen un tamaño muestral más grande, para minimizar el impacto de dicha problemática.

En futuras investigaciones sobre esta temática se sugiere incorporar, a modo de triangulación metodológica, otras técnicas de medición objetivas tales como la acelerometría triaxial. Dado que el método FlexHR se centra en la estimación del gasto energético por actividad física mediante el monitoreo de variables fisiológicas relacionadas al esfuerzo, y la acelerometría lo hace monitoreando el movimiento, ambas técnicas resultan complementarias en ciertas situaciones: por ejemplo, en trabajos de fuerza isométricos o utilizando una bicicleta fija, existe un aumento en el gasto energético verificable mediante la frecuencia cardíaca, mientras que no existe movimiento registrable por el acelerómetro; de modo inverso, el desplazamiento como pasajero en un vehículo motorizado presenta intensos movimientos registrables en el acelerómetro, pero el análisis de la frecuencia cardíaca permite correctamente clasificarlo como comportamiento sedentario. En la última década, el avance tecnológico ha vuelto más confiable y asequible la fotopletimografía, permitiendo que algunos dispositivos de acelerometría triaxial comiencen a incorporar estos sensores de frecuencia cardíaca. Si bien el análisis conjunto de estos datos todavía se encuentra en una fase exploratoria (Yang et al., 2019; Choe et al., 2024), resulta fundamental realizar investigaciones tendientes a fortalecer estas líneas de investigación, al tiempo que se utilizan para validar y ajustar otras técnicas subjetivas más económicas y masificables tales como los cuestionarios, particularmente en nuestro país, donde los costos de estos equipamientos electrónicos no permitirían su utilización en estudios epidemiológicos a gran escala, para el monitoreo y vigilancia de los comportamientos físicos de la población argentina.

4. Anexos

Anexo 1: Cuestionario IPAQ

CUESTIONARIO INTERNACIONAL DE ACTIVIDAD FÍSICA

Estamos interesados en averiguar acerca de los tipos de actividad física que hace la gente en su vida cotidiana. Las preguntas se referirán al tiempo que usted destinó a estar físicamente activo en los últimos 7 días. Por favor responda a cada pregunta aún si no se considera una persona activa. Por favor, piense acerca de las actividades que realiza en su trabajo, como parte de sus tareas en el hogar o en el jardín, moviéndose de un lugar a otro, o en su tiempo libre para la recreación, el ejercicio o el deporte.

Piense en todas las actividades **intensas** que usted realizó en los **últimos 7 días**. Las actividades físicas **intensas** se refieren a aquellas que implican un esfuerzo físico intenso y que lo hacen respirar mucho más intensamente que lo normal. Piense *solo* en aquellas actividades físicas que realizó durante por lo menos **10 minutos** seguidos.

1. Durante los **últimos 7 días**, ¿en cuántos realizó actividades físicas **intensas** tales como levantar pesos pesados, cavar, hacer ejercicios aeróbicos o andar rápido en bicicleta?

_____ **días por semana**

, Ninguna actividad física intensa

Vaya a la

pregunta 3

2. Habitualmente, ¿cuánto tiempo en total dedicó a una actividad física **intensa** en uno de esos días?

_____ **horas por día**

_____ **minutos por día**

, No sabe/No está seguro

Piense en todas las actividades moderadas que usted realizó en los últimos 7 días. Las actividades moderadas son aquellas que requieren un esfuerzo físico moderado que lo hace respirar algo más intensamente que lo normal. Piense *solo* en aquellas actividades físicas que realizó durante por lo menos 10 minutos seguidos.

3. Durante los **últimos 7 días**, ¿en cuántos días hizo actividades físicas **moderadas** como transportar pesos livianos, andar en bicicleta a velocidad regular o jugar dobles de tenis? **No** incluya caminar.

_____ **días por semana**

, Ninguna actividad física moderada **Vaya a la**
pregunta 5

4. Habitualmente, ¿cuánto tiempo en total dedicó a una actividad física **moderada** en uno de esos días?

_____ **horas por día**

_____ **minutos por día**

, No sabe/No está seguro

Piense en el tiempo que usted dedicó a **caminar** en los **últimos 7 días**. Esto incluye caminar en el trabajo o en la casa, para trasladarse de un lugar a otro, o cualquier otra caminata que usted podría hacer solamente para la recreación, el deporte, el ejercicio o el ocio.

5. Durante los **últimos 7 días**, ¿En cuántos **caminó** por lo menos **10 minutos** seguidos?

_____ **días por semana**

, Ninguna caminata **Vaya a la**
pregunta 7

6. Habitualmente, ¿cuánto tiempo en total dedicó a caminar en uno de esos días?

_____ **horas por día**

_____ **minutos por día**

, No sabe/No está seguro

La última pregunta es acerca del tiempo que pasó usted **sentado** durante los días hábiles de los **últimos 7 días**. Esto incluye el tiempo dedicado al trabajo, en la casa, en una clase, y durante el tiempo libre. Puede incluir el tiempo que pasó sentado ante un escritorio, visitando amigos, leyendo, viajando en ómnibus, o sentado o recostado mirando la televisión.

7. Durante los **últimos 7 días** ¿cuánto tiempo pasó **sentado** durante un **día hábil**?

_____ horas por día

_____ minutos por día

, No sabe/No está seguro

Fuente: <https://sites.google.com/view/ipaq/download>
(https://drive.google.com/file/d/16roqfXUs0OFBkzewDIf5-bEirmf_hocl)

Anexo 2: Cuestionario GPAQ

Actividad física			
<p>A continuación voy a preguntarle por el tiempo que pasa realizando diferentes tipos de actividad física. Le ruego que intente contestar a las preguntas aunque no se considere una persona activa.</p> <p>Piense primero en el tiempo que pasa en el trabajo, que se trate de un empleo remunerado o no, de estudiar, de mantener su casa, de cosechar, de pescar, de cazar o de buscar trabajo [inserte otros ejemplos si es necesario]. En estas preguntas, las "actividades físicas intensas" se refieren a aquéllas que implican un esfuerzo físico importante y que causan una gran aceleración de la respiración o del ritmo cardíaco. Por otra parte, las "actividades físicas de intensidad moderada" son aquéllas que implican un esfuerzo físico moderado y causan una ligera aceleración de la respiración o del ritmo cardíaco.</p>			
Pregunta		Respuesta	Código
En el trabajo			
49	¿Exige su trabajo una actividad física intensa que implica una aceleración importante de la respiración o del ritmo cardíaco, como [levantar pesos, cavar o trabajos de construcción] durante al menos 10 minutos consecutivos? (INSERTAR EJEMPLOS Y UTILIZAR LAS CARTILLAS DE IMÁGENES)	Sí (1) No (2) Si No, Saltar a P4	P1
50	En una semana típica, ¿cuántos días realiza usted actividades físicas intensas en su trabajo?	Número de días <input type="text"/>	P2
51	En uno de esos días en los que realiza actividades físicas intensas, ¿cuánto tiempo suele dedicar a esas actividades?	Horas : minutos <input type="text"/> : <input type="text"/>	P3 (a-b)
52	¿Exige su trabajo una actividad de intensidad moderada que implica una ligera aceleración de la respiración o del ritmo cardíaco, como caminar deprisa [o transportar pesos ligeros] durante al menos 10 minutos consecutivos? (INSERTAR EJEMPLOS Y UTILIZAR LAS CARTILLAS DE IMÁGENES)	Sí (1) No (2) Si No, Saltar a P7	P4
53	En una semana típica, ¿cuántos días realiza usted actividades de intensidad moderada en su trabajo?	Número de días <input type="text"/>	P5
54	En uno de esos días en los que realiza actividades físicas de intensidad moderada, ¿cuánto tiempo suele dedicar a esas actividades?	Horas : minutos <input type="text"/> : <input type="text"/>	P6 (a-b)
Para desplazarse			
<p>En las siguientes preguntas, dejaremos de lado las actividades físicas en el trabajo, de las que ya hemos tratado.</p>			

Ahora me gustaría saber cómo se desplaza de un sitio a otro. Por ejemplo, cómo va al trabajo, de compras, al mercado, al lugar de culto [insertar otros ejemplos si es necesario]

55	¿Camina usted o usa usted una bicicleta al menos 10 minutos consecutivos en sus desplazamientos?	Sí (1) No (2) Si No, Saltar a P10	P7
56	En una semana típica, ¿cuántos días camina o va en bicicleta al menos 10 minutos consecutivos en sus desplazamientos?	Número de días <input type="text"/>	P8
57	En un día típico, ¿cuánto tiempo pasa caminando o yendo en bicicleta para desplazarse?	Horas : minutos <input type="text"/> : <input type="text"/>	P9 (a-b)

En el tiempo libre

Las preguntas que van a continuación excluyen la actividad física en el trabajo y para desplazarse, que ya hemos mencionado. Ahora me gustaría tratar de deportes, fitness u otras actividades físicas que practica en su tiempo libre [inserte otros ejemplos si llega el caso].

58	¿En su tiempo libre, practica usted deportes/fitness intensos que implican una aceleración importante de la respiración o del ritmo cardíaco como [correr, jugar al fútbol] durante al menos 10 minutos consecutivos?	Sí (1) No (2) Si No, Saltar a P13	P10
59	En una semana típica, ¿cuántos días practica usted deportes/fitness intensos en su tiempo libre?	Número de días <input type="text"/>	P11
60	En uno de esos días en los que practica deportes/fitness intensos, ¿cuánto tiempo suele dedicar a esas actividades?	Horas : minutos <input type="text"/> : <input type="text"/>	P12 (a-b)
61	¿En su tiempo libre practica usted alguna actividad de intensidad moderada que implica una ligera aceleración de la respiración o del ritmo cardíaco, como caminar deprisa, [ir en bicicleta, nadar, jugar al volleyball] durante al menos 10 minutos consecutivos? (INSERTAR EJEMPLOS Y UTILIZAR LAS CARTILLAS DE IMÁGENES)	Sí (1) No (2) Si No, Saltar a P16	P13
62	En una semana típica, ¿cuántos días practica usted actividades físicas de intensidad moderada en su tiempo libre?	Número de días <input type="text"/>	P14
63	En uno de esos días en los que practica actividades físicas de intensidad moderada, ¿cuánto tiempo suele dedicar a esas actividades?	Horas : minutos <input type="text"/> : <input type="text"/>	P15 (a-b)

Comportamiento sedentario

La siguiente pregunta se refiere al tiempo que suele pasar sentado o recostado en el trabajo, en casa, en los desplazamientos o con sus amigos. Se incluye el tiempo pasado [ante una mesa de trabajo,

sentado con los amigos, viajando en autobús o en tren, jugando a las cartas o viendo la televisión], pero no se incluye el tiempo pasado durmiendo.
[INSERTAR EJEMPLOS] (UTILIZAR LAS CARTILLAS DE IMÁGENES)

64	¿Cuándo tiempo suele pasar sentado o recostado en un día típico?	Horas : minutos <input type="text"/> <input type="text"/> : <input type="text"/> <input type="text"/>	P16 (a-b)
----	--	---	--------------

Fuente: <https://www.who.int/es/publications/m/item/global-physical-activity-questionnaire>
(https://cdn.who.int/media/docs/default-source/ncds/ncd-surveillance/gpaq_es.doc)

5. Bibliografía

- Archenti, N. (2007). El sondeo. En A. Marradi, N. Archenti & J. I. Piovani (Eds.). *Metodología de las ciencias sociales* (203-214). Buenos Aires: Emecé.
- Bazán, N., Laiño, F., Echandia, N., & Valenti, C. (2020). Comparación entre acelerometría y el cuestionario GPAQ en el estudio de la actividad física y la conducta sedentaria. *Revista Universitaria de la Educación Física y el Deporte*, *13*, 63-72. <https://doi.org/10.28997/ruefd.v0i13.6>
- Bize, R., Johnson, J. A., & Plotnikoff, R. C. (2007). Physical activity level and health-related quality of life in the general adult population: a systematic review. *Preventive medicine*, *45*(6), 401–415. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2007.07.017>
- Bull, F. C., Maslin, T. S., & Armstrong, T. (2009). Global physical activity questionnaire (GPAQ): nine country reliability and validity study. *Journal of physical activity & health*, *6*(6), 790–804. <https://doi.org/10.1123/jpah.6.6.790>
- Bull, F. C., Al-Ansari, S. S., Biddle, S., Borodulin, K., Buman, M. P., Cardon, G., Carty, C., Chaput, J. P., Chastin, S., Chou, R., Dempsey, P. C., DiPietro, L., Ekelund, U., Firth, J., Friedenreich, C. M., Garcia, L., Gichu, M., Jago, R., Katzmarzyk, P. T., Lambert, E., Leitzmann, M., Milton, K., Ortega, F. B., Ranasinghe, C., Stamatakis, E., Tiedemann, A., Troiano, R. P., van der Ploeg, H. P., Wari, V., & Willumsen, J. F. (2020). World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *British journal of sports medicine*, *54*(24), 1451–1462. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102955>
- Byrne, N. M., Hills, A. P., Hunter, G. R., Weinsier, R. L., & Schutz, Y. (2005). Metabolic equivalent: one size does not fit all. *Journal of applied physiology*, *99*(3), 1112–1119. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00023.2004>
- 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.
- Ceesay, S. M., Prentice, A. M., Day, K. C., Murgatroyd, P. R., Goldberg, G. R., Scott, W., & Spurr, G. B. (1989). The use of heart rate monitoring in the estimation of energy expenditure: a validation study using indirect whole-body calorimetry. *The British journal of nutrition*, *61*(2), 175–186. <https://doi.org/10.1079/bjn19890107>
- Choe, B., Kim, H. Y., & Uhm, J. (2024). Heart Rate Imputation Using Accelerometers for Wearable Devices. *Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. Annual International Conference*, *2024*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/EMBC53108.2024.10781795>

- Craig, C. L., Marshall, A. L., Sjöström, M., Bauman, A. E., Booth, M. L., Ainsworth, B. E., Pratt, M., Ekelund, U., Yngve, A., Sallis, J. F., & Oja, P. (2003). International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Medicine and science in sports and exercise*, 35(8), 1381–1395. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000078924.61453.FB>
- de Paz Fernández, J. A., & Garatachea Vallejo, N. (2006). Valoración del gasto energético en el ejercicio. En J. López Chicharro & A. Fernández Vaquero (Ed.), *Fisiología del ejercicio* (3ª edición, 222–239). Buenos Aires: Médica Panamericana.
- Farinola, M. (2010a). Técnicas de valoración de la actividad física. *Calidad De Vida Y Salud*, 3(2), 23–34.
- Farinola, M. G. (2010b). Niveles de actividad física en alumnos de la carrera de Profesorado Universitario en Educación Física de la Universidad de Flores [Tesis de maestría no publicada]. Universidad Nacional de Lanús.
- Farinola, M., & Lobo, P. (2017). Técnicas de medición de la actividad física en investigaciones argentinas: necesidad de incorporar técnicas objetivas. *Actualización en nutrición*, 18(1), 9-19.
- Ferrari, G. L. M., Kovalskys, I., Fisberg, M., Gómez, G., Rigotti, A., Sanabria, L. Y. C., García, M. C. Y., Torres, R. G. P., Herrera-Cuenca, M., Zimberg, I. Z., Guajardo, V., Pratt, M., Pires, C. A. M., Colley, R. C., Solé, D., & ELANS Study Group (2020). Comparison of self-report versus accelerometer - measured physical activity and sedentary behaviors and their association with body composition in Latin American countries. *PloS one*, 15(4), e0232420. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0232420>
- Ferrari, G., Werneck, A. O., Silva, D. R., Kovalskys, I., Gómez, G., Rigotti, A., Cortés, L. Y., García, M. Y., Liria, M., Herrera-Cuenca, M., Zimberg, I. Z., Guajardo, V., Pratt, M., Cristi-Montero, C., Marques, A., Peralta, M., Bolados, C. C., Leme, A. C. B., Rollo, S., Fisberg, M., ... ELANS Study Group (2021). Agreement Between Self-Reported and Device-Based Sedentary Time among Eight Countries: Findings from the ELANS. *Prevention science: the official journal of the Society for Prevention Research*, 22(8), 1036–1047. <https://doi.org/10.1007/s11121-021-01206-x>
- García, C. M., & González-Jurado, J. A. (2017). Impacto de la inactividad física en la mortalidad y los costos económicos por defunciones cardiovasculares: evidencia desde Argentina. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 41, 1-8. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2017.92>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, M. P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ª edición). México: McGraw-Hill.
- Herrmann, S. D., Willis, E. A., Ainsworth, B. E., Barreira, T. V., Hastert, M., Kracht, C. L., Schuna, J. M., Jr, Cai, Z., Quan, M., Tudor-Locke, C., Whitt-Glover, M. C., & Jacobs, D. R., Jr (2024). 2024 Adult Compendium of Physical Activities: A third update of the energy costs of human

activities. *Journal of sport and health science*, 13(1), 6–12.
<https://doi.org/10.1016/j.jshs.2023.10.010>

- Hills, A. P., Mokhtar, N., & Byrne, N. M. (2014). Assessment of physical activity and energy expenditure: an overview of objective measures. *Frontiers in nutrition*, 1, 5. <https://doi.org/10.3389/fnut.2014.00005>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC). (2018). *Encuesta Nacional de Factores de Riesgo: Resultados definitivos*. Recuperado de https://www.indec.gob.ar/ftp/cuadros/publicaciones/enfr_2018_resultados_definitivos.pdf
- Jequier, E. (1983). Thermogenic responses induced by nutrients in man: their importance in energy balance regulation. *Experientia. Supplementum*, 44, 26–44. https://doi.org/10.1007/978-3-0348-6540-1_3
- Katzmarzyk, P. T., Church, T. S., Craig, C. L., & Bouchard, C. (2009). Sitting time and mortality from all causes, cardiovascular disease, and cancer. *Medicine and science in sports and exercise*, 41(5), 998–1005. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181930355>
- Katzmarzyk, P. T., Powell, K. E., Jakicic, J. M., Troiano, R. P., Piercy, K., Tennant, B., & 2018 PHYSICAL ACTIVITY GUIDELINES ADVISORY COMMITTEE* (2019). Sedentary Behavior and Health: Update from the 2018 Physical Activity Guidelines Advisory Committee. *Medicine and science in sports and exercise*, 51(6), 1227–1241. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001935>
- Keating, X. D., Zhou, K., Liu, X., Hodges, M., Liu, J., Guan, J., Phelps, A., & Castro-Piñero, J. (2019). Reliability and Concurrent Validity of Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ): A Systematic Review. *International journal of environmental research and public health*, 16(21), 4128. <https://doi.org/10.3390/ijerph16214128>
- Lee, P. H., Macfarlane, D. J., Lam, T. H., & Stewart, S. M. (2011). Validity of the International Physical Activity Questionnaire Short Form (IPAQ-SF): a systematic review. *The international journal of behavioral nutrition and physical activity*, 8, 115. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-8-115>
- Li, R., Deurenberg, P., & Hautvast, J. G. (1993). A critical evaluation of heart rate monitoring to assess energy expenditure in individuals. *The American journal of clinical nutrition*, 58(5), 602–607. <https://doi.org/10.1093/ajcn/58.5.602>
- Livingstone, M. B., Prentice, A. M., Coward, W. A., Ceesay, S. M., Strain, J. J., McKenna, P. G., Nevin, G. B., Barker, M. E., & Hickey, R. J. (1990). Simultaneous measurement of free-living energy expenditure by the doubly labeled water method and heart-rate monitoring. *The American journal of clinical nutrition*, 52(1), 59–65. <https://doi.org/10.1093/ajcn/52.1.59>
- Maddison, R., & Ni Mhurchu, C. (2009). Global positioning system: a new opportunity in physical activity measurement. *The international journal of behavioral nutrition and physical activity*, 6, 73. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-6-73>

- Mahar, M. & Rowe, D. (2002). Construct validity in physical activity research. En G. Welk (ed.). *Physical activity assessment for health-related research* (51-72). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Marshall, S. J., & Welk, G. J. (2008). Definitions and measurement. En A. L. Smith & S. J. H. Biddle (eds.). *Youth physical activity and sedentary behavior: challenges and solutions* (3-29). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Meh, K., Jurak, G., Sorić, M., Rocha, P., & Sember, V. (2021). Validity and Reliability of IPAQ-SF and GPAQ for Assessing Sedentary Behaviour in Adults in the European Union: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International journal of environmental research and public health*, 18(9), 4602. <https://doi.org/10.3390/ijerph18094602>
- Meh, K., Sember, V., Sorić, M., Vähä-Ypyä, H., Rocha, P., & Jurak, G. (2023). The dilemma of physical activity questionnaires: Fitter people are less prone to over reporting. *PloS one*, 18(8), e0285357. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0285357>
- Miguelles, J. H., Aadland, E., Andersen, L. B., Brønd, J. C., Chastin, S. F., Hansen, B. H., Konstabel, K., Kvalheim, O. M., McGregor, D. E., Rowlands, A. V., Sabia, S., van Hees, V. T., Walmsley, R., Ortega, F. B., & External review group (2022). GRANADA consensus on analytical approaches to assess associations with accelerometer-determined physical behaviours (physical activity, sedentary behaviour and sleep) in epidemiological studies. *British journal of sports medicine*, 56(7), 376–384. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-103604>
- Ministerio de Salud de la Nación. (2005). *Primera Encuesta Nacional de Factores de Riesgo*. Recuperado de <https://portal-andino.datos.gob.ar/dataset/encuesta-nacional-factores-riesgo-enfr-2005>
- Ministerio de Salud. (2007). ENNyS: Encuesta Nacional de Nutrición y Salud: Documento de Resultados. <https://bancos.salud.gob.ar/sites/default/files/2020-01/ennys-documento-de-resultados-2007.pdf>
- Ministerio de Salud de la Nación. (2009). *Segunda Encuesta Nacional de Factores de Riesgo*. Recuperado de <https://portal-andino.datos.gob.ar/dataset/encuesta-nacional-factores-riesgo-enfr-2009>
- Ministerio de Salud de la Nación. (2013). *Tercera Encuesta Nacional de Factores de Riesgo*. Recuperado de https://www.asat.org.ar/images/comunidad/publicaciones/tercera_factores_riesgo.pdf
- Ministerio de Salud y Desarrollo Social. (2019). 2° Encuesta Nacional de Nutrición y Salud: Resumen ejecutivo. https://bancos.salud.gob.ar/sites/default/files/2020-01/encuesta-nac-nutricion-salud_resumen-ejecutivo.pdf

- Morris, J. N., Heady, J. A., Raffle, P. A., Roberts, C. G., & Parks, J. W. (1953). Coronary heart-disease and physical activity of work. *The Lancet*, 262(6795), 1053–1057. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(53\)90665-5](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(53)90665-5)
- Morris, J. N., & Heady, J. A. (1953). Mortality in relation to the physical activity of work: a preliminary note on experience in middle age. *British journal of industrial medicine*, 10(4), 245–254. <https://doi.org/10.1136/oem.10.4.245>
- Morris, J. N., & Crawford, M. D. (1958). Coronary heart disease and physical activity of work: evidence of a national necropsy survey. *British medical journal*, 2(5111), 1485–1496. <https://doi.org/10.1136/bmj.2.5111.1485>
- Naciones Unidas. (2011). *Estado de la Población Mundial 2011*. Fondo de Población de las Naciones Unidas, División de Información y Relaciones Externas. Nueva York, Estados Unidos.
- Nanchen D. (2018). Resting heart rate: what is normal?. *Heart (British Cardiac Society)*, 104(13), 1048–1049. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2017-312731>
- Paffenbarger, R. S., Jr, Hyde, R. T., Wing, A. L., & Hsieh, C. C. (1986). Physical activity, all-cause mortality, and longevity of college alumni. *The New England journal of medicine*, 314(10), 605–613. <https://doi.org/10.1056/NEJM198603063141003>
- Pettee Gabriel, K. K., Morrow, J. R., Jr, & Woolsey, A. L. (2012). Framework for physical activity as a complex and multidimensional behavior. *Journal of physical activity & health*, 9 Suppl 1, S11–S18. <https://doi.org/10.1123/jpah.9.s1.s11>
- Physical activity guidelines (PAG) advisory committee. (2018). *2018 Physical activity guidelines advisory committee scientific report*. Department of Health and Human Services, United States of America.
- Piercy, K. L., Troiano, R. P., Ballard, R. M., Carlson, S. A., Fulton, J. E., Galuska, D. A., George, S. M., & Olson, R. D. (2018). The Physical Activity Guidelines for Americans. *Journal of the american medical association*, 320(19), 2020–2028. <https://doi.org/10.1001/jama.2018.14854>
- Reimers, A. K., Knapp, G., & Reimers, C. D. (2018). Effects of Exercise on the Resting Heart Rate: A Systematic Review and Meta-Analysis of Interventional Studies. *Journal of clinical medicine*, 7(12), 503. <https://doi.org/10.3390/jcm7120503>
- Riebe, D., Franklin, B. A., Thompson, P. D., Garber, C. E., Whitfield, G. P., Magal, M., & Pescatello, L. S. (2015). Updating ACSM's Recommendations for Exercise Preparticipation Health Screening. *Medicine and science in sports and exercise*, 47(11), 2473–2479. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000664>
- Ross, R., Chaput, J. P., Giangregorio, L. M., Janssen, I., Saunders, T. J., Kho, M. E., Poitras, V. J., Tomasone, J. R., El-Kotob, R., McLaughlin, E. C., Duggan, M., Carrier, J., Carson, V., Chastin, S. F., Latimer-Cheung, A. E.,

- Chulak-Bozzer, T., Faulkner, G., Flood, S. M., Gazendam, M. K., Healy, G. N., Katzmarzyk, P. T., Kennedy, W., Lane, K. N., Lorbergs, A., Maclaren, K., Marr, S., Powell, K. E., Rhodes, R. E., Ross-White, A., Welsh, F., Willumsen, J., & Tremblay, M. S. (2020). Canadian 24-Hour Movement Guidelines for Adults aged 18-64 years and Adults aged 65 years or older: an integration of physical activity, sedentary behaviour, and sleep. *Applied physiology, nutrition, and metabolism*, 45(10 (Suppl. 2)), S57–S102. <https://doi.org/10.1139/apnm-2020-0467>
- Saito, M., Matsushita, M., Yoneshiro, T., & Okamatsu-Ogura, Y. (2020). Brown Adipose Tissue, Diet-Induced Thermogenesis, and Thermogenic Food Ingredients: From Mice to Men. *Frontiers in endocrinology*, 11, 222. <https://doi.org/10.3389/fendo.2020.00222>
- Sallis, J. F., Cervero, R. B., Ascher, W., Henderson, K. A., Kraft, M. K., & Kerr, J. (2006). An ecological approach to creating active living communities. *Annual review of public health*, 27, 297–322. <https://doi.org/10.1146/annurev.publhealth.27.021405.102100>
- Samaja, J. (1999). *Epistemología y metodología: elementos para una teoría de la investigación (3° edición)*. Buenos Aires: EUDEBA.
- Schoeller, D. A., & van Santen, E. (1982). Measurement of energy expenditure in humans by doubly labeled water method. *Journal of applied physiology: respiratory, environmental and exercise physiology*, 53(4), 955–959. <https://doi.org/10.1152/jappl.1982.53.4.955>
- Schofield W. N. (1985). Predicting basal metabolic rate, new standards and review of previous work. *Human nutrition: clinical nutrition*, 39 Suppl 1, 5–41.
- Sember, V., Meh, K., Sorić, M., Starc, G., Rocha, P., & Jurak, G. (2020). Validity and Reliability of International Physical Activity Questionnaires for Adults across EU Countries: Systematic Review and Meta Analysis. *International journal of environmental research and public health*, 17(19), 7161. <https://doi.org/10.3390/ijerph17197161>
- Silva, D. R., Barboza, L. L., Baldew, S. S., Anza-Ramirez, C., Ramírez-Vélez, R., Schuch, F. B., Gomes, T. N., Sadarangani, K. P., García-Hermoso, A., Nieto-Martinez, R., Ferrari, G., Miranda, J. J., Werneck, A. O., & South American Physical Activity and Sedentary Behavior Network (SAPASEN) collaborators (2022). Measurement of physical activity and sedentary behavior in national health surveys, South America. *Pan American Journal of Public Health*, 46, e7. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2022.7>
- Sirard, J. R., & Pate, R. R. (2001). Physical activity assessment in children and adolescents. *Sports medicine*, 31(6), 439–454. <https://doi.org/10.2165/00007256-200131060-00004>
- Spurr, G. B., Prentice, A. M., Murgatroyd, P. R., Goldberg, G. R., Reina, J. C., & Christman, N. T. (1988). Energy expenditure from minute-by-minute heart-rate recording: comparison with indirect calorimetry. *The American journal of clinical nutrition*, 48(3), 552–559. <https://doi.org/10.1093/ajcn/48.3.552>

- Surgeon General, office of the. (1996). *Physical activity and health: a report of the Surgeon General*. Public Health Service, United States of America.
- Tremblay, M. S., Aubert, S., Barnes, J. D., Saunders, T. J., Carson, V., Latimer-Cheung, A. E., Chastin, S. F. M., Altenburg, T. M., Chinapaw, M. J. M., & SBRN Terminology Consensus Project Participants (2017). Sedentary Behavior Research Network (SBRN) - Terminology Consensus Project process and outcome. *The international journal of behavioral nutrition and physical activity*, 14(1), 75. <https://doi.org/10.1186/s12966-017-0525-8>
- Valanou, E., Bamia, C. & Trichopoulou, A. (2006). Methodology of physical-activity and energy-expenditure assessment: a review. *Journal of public health*, 14, 58–65. <https://doi.org/10.1007/s10389-006-0021-0>
- Wareham, N. J., Hennings, S. J., Prentice, A. M., & Day, N. E. (1997). Feasibility of heart-rate monitoring to estimate total level and pattern of energy expenditure in a population-based epidemiological study: the Ely Young Cohort Feasibility Study 1994-5. *The British journal of nutrition*, 78(6), 889–900. <https://doi.org/10.1079/bjn19970207>
- Warner, A., Vanicek, N., Benson, A., Myers, T., & Abt, G. (2022). Agreement and relationship between measures of absolute and relative intensity during walking: A systematic review with meta-regression. *PloS one*, 17(11), e0277031. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0277031>
- Warren, J. M., Ekelund, U., Besson, H., Mezzani, A., Geladas, N., Vanhees, L., & Experts Panel (2010). Assessment of physical activity - a review of methodologies with reference to epidemiological research: a report of the exercise physiology section of the European Association of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. *European journal of cardiovascular prevention and rehabilitation: official journal of the European Society of Cardiology, Working Groups on Epidemiology & Prevention and Cardiac Rehabilitation and Exercise Physiology*, 17(2), 127–139. <https://doi.org/10.1097/HJR.0b013e32832ed875>
- Weir J. B. (1949). New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. *The Journal of physiology*, 109(1-2), 1–9. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1949.sp004363>
- Westerterp K. R. (2013). Physical activity and physical activity induced energy expenditure in humans: measurement, determinants, and effects. *Frontiers in physiology*, 4, 90. <https://doi.org/10.3389/fphys.2013.00090>
- World Health Organization (WHO). (2020). *WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour*. Geneva: World Health Organization.
- World Health Organization (WHO). (2022). *Global status report on physical activity 2022*. Geneva: World Health Organization.
- Yang, L., Lu, K., Forsman, M., Lindecrantz, K., Seoane, F., Ekblom, Ö., & Eklund, J. (2019). Evaluation of physiological workload assessment methods using heart rate and accelerometry for a smart wearable

system. *Ergonomics*, 62(5), 694–705.
<https://doi.org/10.1080/00140139.2019.1566579>

Ynoub, R. (2014). *Cuestión de método: aportes para una metodología reconstructiva. Tomo I*. México: CENGAGE Learning.