

RECIBIDO:
26 enero 2024
ACEPTADO
1 marzo 2024

Exactitud del Xiaomi Mi Band 4 para contabilizar pasos en adultos con enfermedades respiratorias crónicas. Estudio de concordancia

Accuracy of the Xiaomi Mi Band 4 for Steps Counting in Adults with Chronic Respiratory Diseases. Agreement Study

Silvina Dell'Era
<https://orcid.org/0000-0001-9186-6229>
Elena Gimeno Santos
<https://orcid.org/0000-0001-5149-2015>
Nahir Ayleen Fiad Chain
<https://orcid.org/0009-0004-5692-287X>
María Florencia Castellano Barneche
<https://orcid.org/0009-0004-9557-5524>
Gonzalo Macario Turón
<https://orcid.org/0009-0009-2198-8250>
Ilona Bykhovsky
<https://orcid.org/0009-0007-0296-1365>
María Carolina Balestrieri
<https://orcid.org/0009-0005-6423-5532>
Guadalupe Gracia
<https://orcid.org/0000-0002-3744-6941>
Sergio Adrián Terrasa
<https://orcid.org/0000-0002-5246-0709>

Silvina Dell'Era¹, Elena Gimeno-Santos^{2,3}, Nahir Ayleen Fiad Chain¹, María Florencia Castellano Barneche¹, Gonzalo Macario Turón¹, Ilona Bykhovsky¹, María Carolina Balestrieri¹, Guadalupe Gracia¹, Sergio Adrián Terrasa⁴

1. Hospital Italiano de Buenos Aires, Servicio de Kinesiología, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
2. Hospital Clínic de Barcelona, Servicio de Rehabilitación, Barcelona, España.
3. Instituto de Salud Global de Barcelona (ISGlobal), Barcelona, España.
4. Hospital Italiano de Buenos Aires, Servicio de Medicina Familiar y Comunitaria; y Departamento de Investigación. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
5. Instituto Universitario Hospital Italiano de Buenos Aires, Departamento de Medicina, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

AUTOR CORRESPONSAL:

Silvina Dell'Era silvina.dellera@hospitalitaliano.org.ar

Resumen

Introducción: El Xiaomi Mi Band 4 (XMB4) demostró ser exacto para medir pasos en sujetos sanos, pero no ha sido estudiado en pacientes con enfermedades respiratorias crónicas (ERC).

Objetivos: Evaluar la exactitud del XMB4 para cuantificar pasos caminados en pacientes con ERC. Secundariamente, evaluar su viabilidad y usabilidad.

Material y métodos: Estudio de concordancia contrastando los datos del XMB4 con la video-filmación (prueba de referencia). Fueron incluidos mayores de 18 años con diversas ERC y excluidos aquellos con deterioro cognitivo, limitaciones osteoarticulares y/o cardiovasculares que impedían la marcha. Realizamos un muestreo por conveniencia de pacientes que participaban de un programa de rehabilitación pulmonar.

Las variables estudiadas incluyeron número de pasos, distancia y tiempo caminado, velocidad de la marcha, viabilidad y usabilidad. Cada participante realizó cinco caminatas (5, 10 y 30 metros, y 5 minutos a ritmo lento y rápido).

Para testear la equivalencia estadística, necesitamos incluir 33 pacientes y utilizamos el método de intervalo de confianza con una zona de equivalencia de $\pm 15\%$.

Resultados: Fueron incluidos 33 pacientes, 64% mujeres, con una mediana (P25-75) de edad de 64,9 (55,8 a 70,2) años. Los pasos registrados por el XMB4 fueron equivalentes a los de la video-filmación en las diferentes caminatas, excepto en la de 5 metros. Los pasos fueron subestimados con un error de medición menor al 15%.

Conclusiones: El XMB4 tiene una exactitud aceptable para medir pasos en pacientes con ERC excepto en caminatas muy cortas, es viable y fácil de usar.

Palabras clave: ejercicio, rastreadores de actividad física, dispositivos electrónicos portátiles, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, enfermedades pulmonares, exactitud.

Abstract

Introduction: Xiaomi Mi Band 4 (XMB4) has been shown to be accurate to measure steps in healthy subjects, but has not been studied in patients with chronic respiratory diseases (CRD).

Objectives: To evaluate the accuracy of the XMB4 to quantify steps walked in patients with CRD. Secondly, evaluate its feasibility and usability.

Materials and methods: Agreement study compared the XMB4 data with the video (reference test). Adults aged 18 years or older with various CRD were included and those with cognitive impairment, osteoarticular and/or cardiovascular limitations that prevented walking were excluded. We conducted a convenience sampling of patients participating in a pulmonary rehabilitation program.

Outcome measures studied included number of steps, distance and time walked, walking speed, feasibility and usability. Each participant performed five walks (5, 10 and 30 meters, and 5 minutes at a slow and fast pace).

To test statistical equivalence we need to include 33 patients and use the confidence interval method with an equivalence zone of $\pm 15\%$.

Results: 33 patients were included, 64% women, with a median (P25-75) age of 64.9 (55.8 to 70.2) years. The steps recorded by the XMB4 were equivalent to those of the video in the different walks, except for the 5-meter walk. The steps were underestimated with a measurement error of less than 15%.

Conclusions: XMB4 has acceptable accuracy for measuring steps in patients with CRD except for very short walks, it is feasible and easy to use.

Keywords: exercise, fitness trackers, wearable electronic devices, chronic obstructive lung diseases, pulmonary disease, accuracy.

Introducción

En pacientes con enfermedades respiratorias crónicas (ERC) se ha documentado una menor actividad física diaria (AFD) en comparación con sujetos sanos de su misma edad,¹⁻⁴ y una asociación entre la disminución de la AFD con un mayor riesgo de exacerbaciones, readmisión hospitalaria y mortalidad.^{3,5-8} Su evaluación permite analizar el impacto de diferentes intervenciones como la rehabilitación pulmonar (RP) o el telecoaching.^{3,9-11}

Los monitores de actividad física (AF) que han demostrado mayor exactitud para ser utilizados en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) no han sido diseñados para realizar monitoreo continuo, son de alto costo y poco confortables para su uso diario.¹²⁻¹⁵ Existen en la actualidad diferentes bandas de medición de AF o reloj pulsera, de menor costo, cada vez más utilizados tanto en sujetos sanos como en pacientes con ERC para fomentar el aumento de AFD.¹⁶ Sin embargo, se ha reportado gran variabilidad en su exactitud.¹⁷⁻²²

El Xiaomi Mi Band 4 (XMB4) es un reloj de los más económicos del mercado que si bien ha demostrado ser exacto para la medición de pasos en sujetos jóvenes y en adultos sanos,^{17,18,23,24} su exactitud no ha sido estudiada en pacientes con ERC donde la menor velocidad de la marcha, característica de esta población, podría afectar su exactitud.²⁵

Objetivos: Evaluar la exactitud del XMB4 para cuantificar los pasos caminados en pacientes con ERC. Secundariamente, determinar si la velocidad de la marcha y la distancia recorrida influyen en su exactitud, y evaluar su viabilidad y usabilidad.

Material y métodos

Diseño

Estudio de concordancia. Se contrastó la cantidad de pasos, la distancia recorrida (en metros) y la velocidad (en metros/segundos) censada por el XMB4 con los constatados mediante una prueba de referencia (video-filmación).

Población y criterios de selección

Fueron incluidos mayores de 18 años con diagnóstico de cualquier ERC²⁶ o post neumonía por SARS-CoV-2 con afección moderada o grave²⁷ que participaban del Programa de RP (PRP) del Servicio de Kinesiología del Hospital Italiano de Buenos Aires (HIBA), Argentina. Fueron excluidos quienes presentaban deterioro cognitivo que impedía la comprensión de las actividades, limitaciones osteoarticulares y/o cardiovasculares que impedían la marcha, o hipersensibilidad al material siliconado del XMB4. Fue realizado un muestreo consecutivo, según el orden de ingreso al PRP.

Procedimientos

Al ingresar al estudio, fue realizada una espirometría forzada utilizando un espirómetro Spirodoc® (MIR) según la estandarización de la American Thoracic Society / European Respiratory Society (ATS/ERS),²⁸ y evaluada la disnea utilizando la Escala mMRC.²⁹

Para evaluar la exactitud del XMB4 cada participante realizó cinco caminatas diferentes en el siguiente orden: 5, 10 y 30 metros a un ritmo lento, 5 minutos a ritmo lento y 5 minutos a ritmo rápido en un corredor de 30 metros. En cada caminata, fueron registrados los pasos, la distancia y la velocidad censados por el XMB4. El protocolo de actividades realizado fue el propuesto por Sant' Anna et al.³⁰ con el agregado de distancias cortas. Para establecer la velocidad de caminata lenta se le indicó al paciente que caminara como lo hace habitualmente en su vida diaria y para la rápida, como si llegara tarde a un compromiso.

El XMB4 es un dispositivo liviano (22,1 g), que mide la AFD (cantidad de pasos, velocidad y distancia recorrida) utilizando un acelerómetro triaxial, un giroscopio y un sistema de posicionamiento global o GPS. Sus datos pueden ser observados en el dispositivo y/o a través de Apps para celular. Los participantes utilizaron el XMB4 en su muñeca izquierda y una cámara de filmación deportiva Action Cam ACN4K1 4K Noblex® sujeta en el abdomen apuntando hacia los pies.

La App Mi Fit fue descargada en el celular de los pacientes quienes fueron instruidos de forma estandarizada sobre cómo utilizar el XMB4 y la App. El tiempo necesario para instruirlos fue registrado para evaluar la viabilidad, considerando viable una duración igual o menor a 30 minutos, similar a la de sesiones educativas de nuestro Programa de RP y al reportado para la instrucción del uso de dispositivos de inhaloterapia.^{31,32} Los pacientes utilizaron el XMB4 y la App por 48 a 72 h y, posteriormente, fue evaluada su usabilidad utilizando la versión en español del cuestionario SUS de forma auto-administrada.^{33,34}

Las video-filmaciones fueron analizadas por un investigador enmascarado que no participó de la realización de las caminatas, utilizando un dispositivo de conteo manual de pasos, el cronometraje del video y contabilizando la cantidad de metros.

Consideraciones éticas

La investigación fue llevada a cabo cumpliendo los principios éticos acorde a las normas regulatorias de investigación en salud humana a nivel nacional e internacional, la declaración de Helsinki y las Normas de Buenas Prácticas Clínicas ICH E6. El protocolo fue aprobado por el Comité de Ética de Protocolos de Investigación #6004 y por la Dirección del HIBA, todos los participantes firmaron el consentimiento informado.

Consideraciones estadísticas

Asumiendo una dispersión mayor en la cantidad de pasos caminados que la comunicada por

Sant' Anna et al.³⁰ quienes habían incluido únicamente pacientes con EPOC, realizamos un estudio piloto para estimar el desvío estándar (DE) de los pasos caminados en la caminata rápida de 5 minutos en 10 pacientes con diversas ERC [(media de 534,6 pasos (DE 80,2)]. El tamaño muestral calculado para testear si realmente no hay diferencia -ambos métodos son equivalentes- entre los pasos censados por el XMB4 y los contabilizados en la video-filmación, y estimando una pérdida de datos del 20%, fue de 33 pacientes para contar con una seguridad del 95% de que los límites de un intervalo de confianza del 90% bilateral excluirían una diferencia en las medias de más de 80,2 pasos (correspondiente a un 15% de delta o diferencia de la media). El cálculo fue realizado con la calculadora Sealed Envelope para estudios de equivalencia de datos continuos.³⁵

Las características de los sujetos se presentan como media y DE, mediana y percentil 25-75, según la distribución de los datos o frecuencias y porcentajes.

Para evaluar la concordancia y determinar si ambos métodos son estadísticamente equivalentes fue utilizado el método de intervalo de confianza (o test de equivalencia)³⁶ que evalúa si el 90% del intervalo de confianza de las mediciones del XMB4 caen dentro de la zona de equivalencia seleccionada ($\pm 15\%$ de la media de la video-filmación),²² con un 95% de precisión (nivel alfa establecido en 0,05).

Para calificar el error de medición de cada variable entre el XMB4 y la video-filmación fueron calculados dos indicadores de validación que reflejan el acuerdo a nivel grupal (la media de error o ME y la media de error porcentual o MPE) y dos indicadores de acuerdo individual (el error porcentual absoluto medio o MAPE y el error cuadrático medio o RMSE).²² La ME fue calculada promediando la diferencia entre la video-filmación y el XMB4. La MPE estandariza el error expresándolo como una desviación porcentual del criterio de referencia y permite capturar el grado de sobreestimación o subestimación general. Fue calculada promediando los errores porcentuales individuales y dividiéndolos por el valor del criterio de referencia ($[\text{Video-XMB4}]/\text{Video}$). El MAPE permite obtener los errores que representan tanto la sobreestimación como la subestimación a nivel de cada participante y fue calculado promediando los errores porcentuales absolutos individuales, dividiéndolos por el valor del criterio de referencia ($(|[\text{Video-XMB4}]/\text{Video}|)$). Valores similares de MPE y MAPE sugieren que el instrumento evaluado subestima o sobreestima la medición tanto a nivel grupal como individual. Por el contrario, si los errores observados en algunos casos subestiman y en otros son en la dirección opuesta, se cancelan en el cálculo de la MPE, pero no así en la MAPE. El RMSE cuantifica cuán diferente es un conjunto de valores y fue calculado como la raíz cuadrada del promedio de los errores elevados al cuadrado.

De acuerdo a lo recomendado para la evaluación de la AF realizada,²² fue considerado que un resultado fue concordante ante el cumplimiento de dos premisas: 1) que la estimación realizada por el XMB4 resultara en la zona de equivalencia; 2) que el MAPE fuera menor del 15%.

Para mostrar la distribución de la diferencia con los límites de concordancia establecidos, con una media de las diferencias $\pm 1,96 \times \text{DE}$, fueron generados diagramas de Bland y Altman.³⁷

El análisis estadístico fue realizado con el software STATA (versión 13; Stata Corp LP; College Station, Texas, USA).

Resultados

Entre septiembre y noviembre de 2021 ingresaron al PRP 69 pacientes con diversas ERC. De los 61 que cumplieron con los criterios de inclusión, fueron invitados a participar 33, y aceptaron hacerlo todos ellos (100%). En la Figura 1, se detalla el flujo de participantes. El 64% fueron mujeres, con una mediana (P25-75) de edad de 64,9 (55,8 a 70,2) años. Las características demográficas y clínicas se presentan en la Tabla 1.

La Tabla 2 muestra la media (DE) de la cantidad de pasos, la distancia recorrida y la velocidad del XMB4 y la video-filmación en cada caminata.

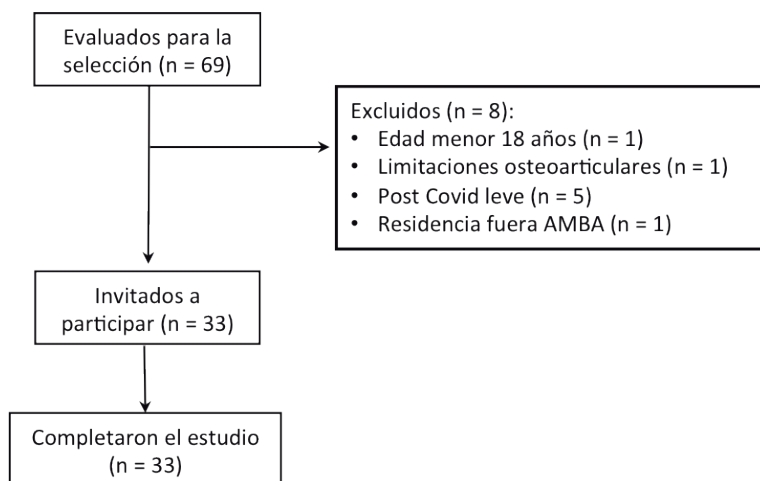


Figura 1. Flujograma de participantes. AMBA: área metropolitana de Buenos Aires.

Tabla 1. Características demográficas y clínicas de los participantes (n=33).

Variables	Valor
Sexo femenino	21 (64%)
Edad (años) ^b	64,9 (55,8 - 70,2)
Talla (m) ^a	1,62 (0,11)
Peso (kg) ^a	75,6 (18)
IMC (kg/m ²) ^a	28,5 (5,4)
Condición tabáquica	
No tabaquista	10 (30,3%)
Ex tabaquista	23 (69,7%)
Índice paquetes/año ^b	34 (11,3 - 75)
Diagnóstico	
EPOC	11 (33,3%)
EPID	9 (27,2%)
Post NMN por SARS-CoV	6 (18,2%)
Bronquiectasias	3 (9,1%)
Asma	2 (6,1%)
Fibrosis quística	2 (6,1%)
OCD	9 (27,3%)
Tipo de oxigenoterapia	
Nocturna	4 (44,4%)
Uso continuo	5 (55,6%)
Uso oxígeno (horas) ^a	15,1 (7,3)
Flujo (L/min) ^a	2,7 (1,03)
VEF ₁ /CVF (%) ^b	75,8 (59,2 - 82,7)
VEF ₁ (L) ^b	1,51 (1,11 - 2,39)
VEF ₁ (% del predicho) ^b	70 (51 - 82)
CVF (L) ^b	2,23 (1,74 - 3,31)
CVF (% del predicho) ^b	74 (64 - 86)
Disnea (mMRC)	
0	2 (6,1%)
1	11 (33,3%)
2	15 (45,5%)
3	5 (15,1%)

Abreviaturas: IMC: índice de masa corporal; EPOC: Enfermedad pulmonar obstructiva crónica; EPID: Enfermedad pulmonar intersticial difusa; NMN: neumonía; OCD: oxígeno crónico domiciliario; VEF₁: volumen espiratorio forzado en el primer segundo; CVF: capacidad vital forzada; mMRC: Escala modificada de la Medical Research Council. a: media (DE); b: mediana (P25-P75).

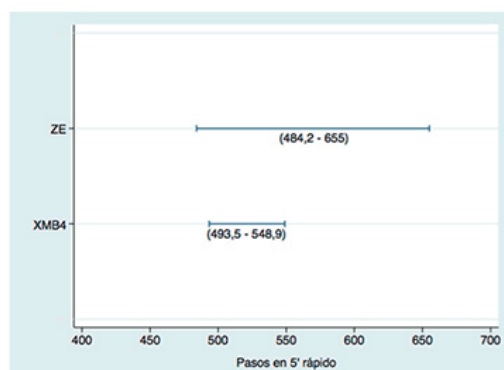
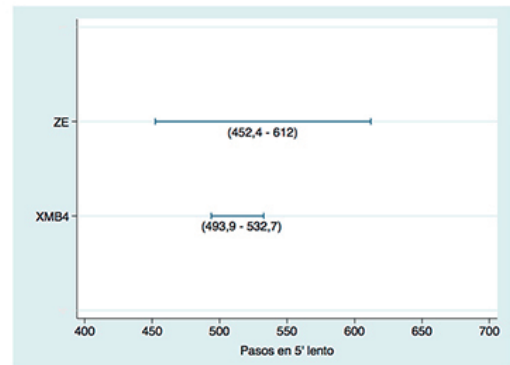
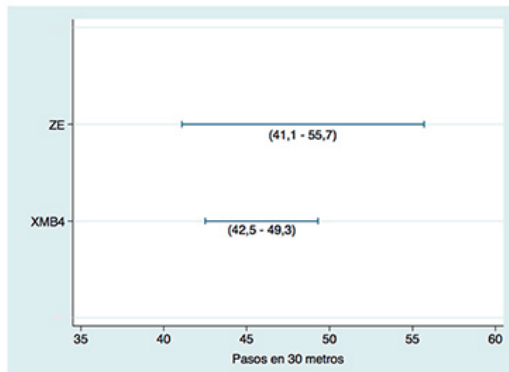
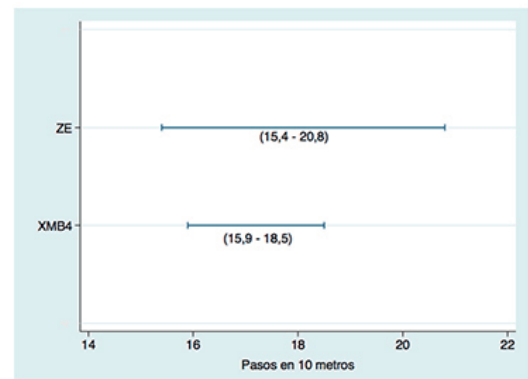
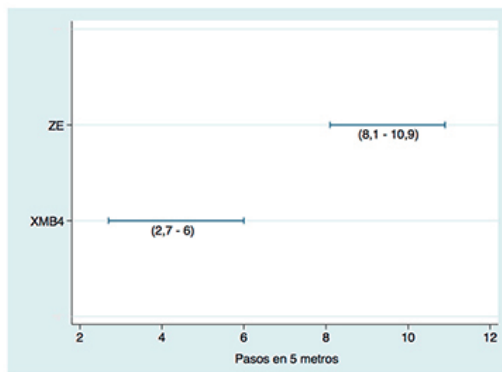
En las Figura 2 A, B y C se presentan los resultados de la evaluación de la concordancia (test de equivalencia) mediante el IC del 90% de los datos registrados por el XMB4, y la zona de equivalencia de cada variable (pasos, distancia y velocidad) y en cada una de las caminatas.

Tabla 2.

Cantidad de pasos, distancia y velocidad registrados por el Xiaomi Mi Band 4 y observados en la video-filmación en cada una de las caminatas (n=33).

Variables	Caminata	XMB4 ^a	Video filmación ^a
Pasos	5 metros	4,4 (5,6)	9,4 (1,2)
	10 metros	17,2 (4,5)	18,1 (2,4)
	30 metros	45,9 (11,5)	48,4 (6,5)
	5 min. lento	513,3 (65,7)	532,2 (59,8)
	5 min. rápido	521,2 (93,8)	569,6 (90)
Distancia (m)	5 min. lento	342,7 (45,6)	323 (55)
	5 min. rápido	343,6 (66,4)	380 (86,5)
Velocidad (m/s)	5 min. lento	1,1 (0,1)	1,08 (0,2)
	5 min. rápido	1,1 (0,2)	1,3 (0,2)

Abreviaturas: XMB4: Xiaomi Mi Band 4; a: media (DE).



2.A

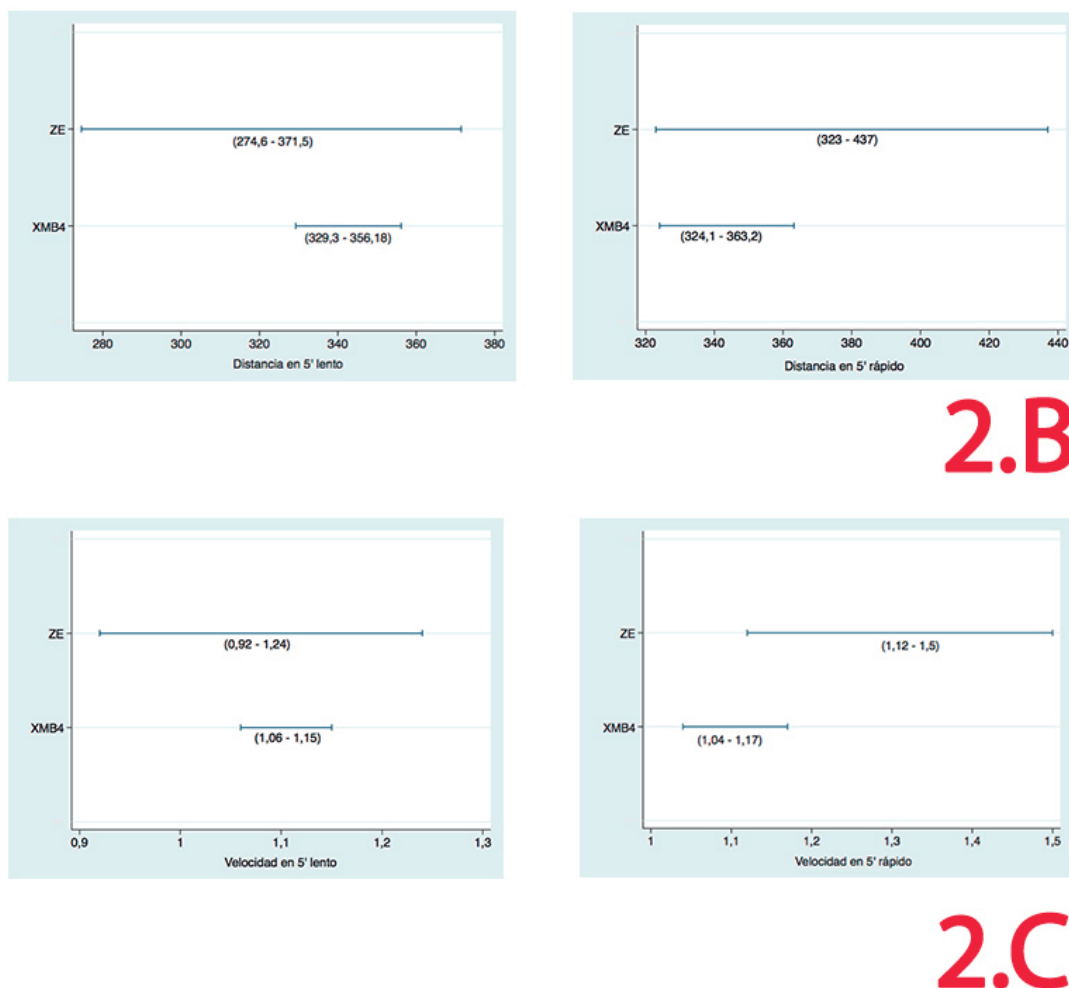


Figura 2 A, B y C.

Resultados del Test de Equivalencia con el método de intervalo de confianza. ZE: zona de equivalencia correspondiente a la media de los pasos (A), distancia (B) o velocidad (C) observados en la video-filmación \pm 15%. XMB4: Xiaomi Mi Band 4.

Tabla 3.

Comparación de la cantidad de pasos, distancia y velocidad registrados por el Xiaomi Mi Band 4 y observados en la video-filmación en cada una de las caminatas (n=33).

Variables	Caminata	ME (DE)	MPE (DE)	MAPE (DE)	RMSE
Pasos	5 metros	4,97 (5,5)	54% (7,1%)	68,3 (41,3%)	7,44
	10 metros	0,85 (3,31)	4,8% (0,6%)	12,4 % (18%)	3,42
	30 metros	2,52 (8,02)	5,3% (0,7%)	8,8 % (18,3%)	8,42
	5 min. lento	18,91 (40,04)	3,6% (0,5%)	3,6% (7%)	44,4
	5 min. rápido	48,36 (83,99)	8,8% (1,9%)	7,9% (12,6%)	97,3
Distancia (m)	5 min. lento	-19,7 (46,9)	-6,3% (1,3%)	13,8% (10,7%)	51
	5 min. rápido	36,4 (90,9)	10,1% (2,6%)	6,6% (13,8%)	98,1
Velocidad (m/s)	5 min. lento	-0,03 (0,2)	-2,7% (0,6%)	12,4% (9,6)	0,2
	5 min. rápido	0,2 (0,3)	17% (3,1%)	18,6% (15,3%)	0,4

Abreviaturas: ME: media de error; DE: desvío estándar; MPE: media del error porcentual; MAPE: error porcentual absoluto medio; RMSE: error cuadrático medio.

La Tabla 3 resume los diferentes indicadores del acuerdo individual y grupal entre ambos métodos en cada caminata. Los resultados muestran que el XMB4 subestimó los pasos caminados, con la mayor diferencia observada en las caminatas de cinco metros. En la caminata de cin-

co minutos a velocidad lenta, tanto la distancia como la velocidad fueron sobreestimadas por el XMB4 y en las caminatas a ritmo rápido, subestimadas.

En la Figura 3, se observa la distribución de la diferencia del número de pasos en cada caminata entre el XMB4 y la video-filmación utilizando el diagrama de Bland y Altman, en la mayoría de los casos el XMB4 subestimó los pasos caminados.

Respecto a la viabilidad, la mediana (P25-75) de tiempo necesario para instruir a los pacientes fue de 8,1 (7,6 - 9) minutos.

La usabilidad del XMB4 fue evaluada en 26 pacientes con una mediana (P25-75) del Cuestionario SUS de 91,3 (82,5 - 97,5) puntos y el uso de la App Mi Fit en 20 pacientes, con un puntaje de 90 (80 - 97,5). En 6 pacientes (23%), no fue posible descargar la App, por falta de internet en uno de los casos y por no poseer celular, en los restantes. Sin embargo, estos pacientes pudieron utilizar el XMB4 para medir su AFD.

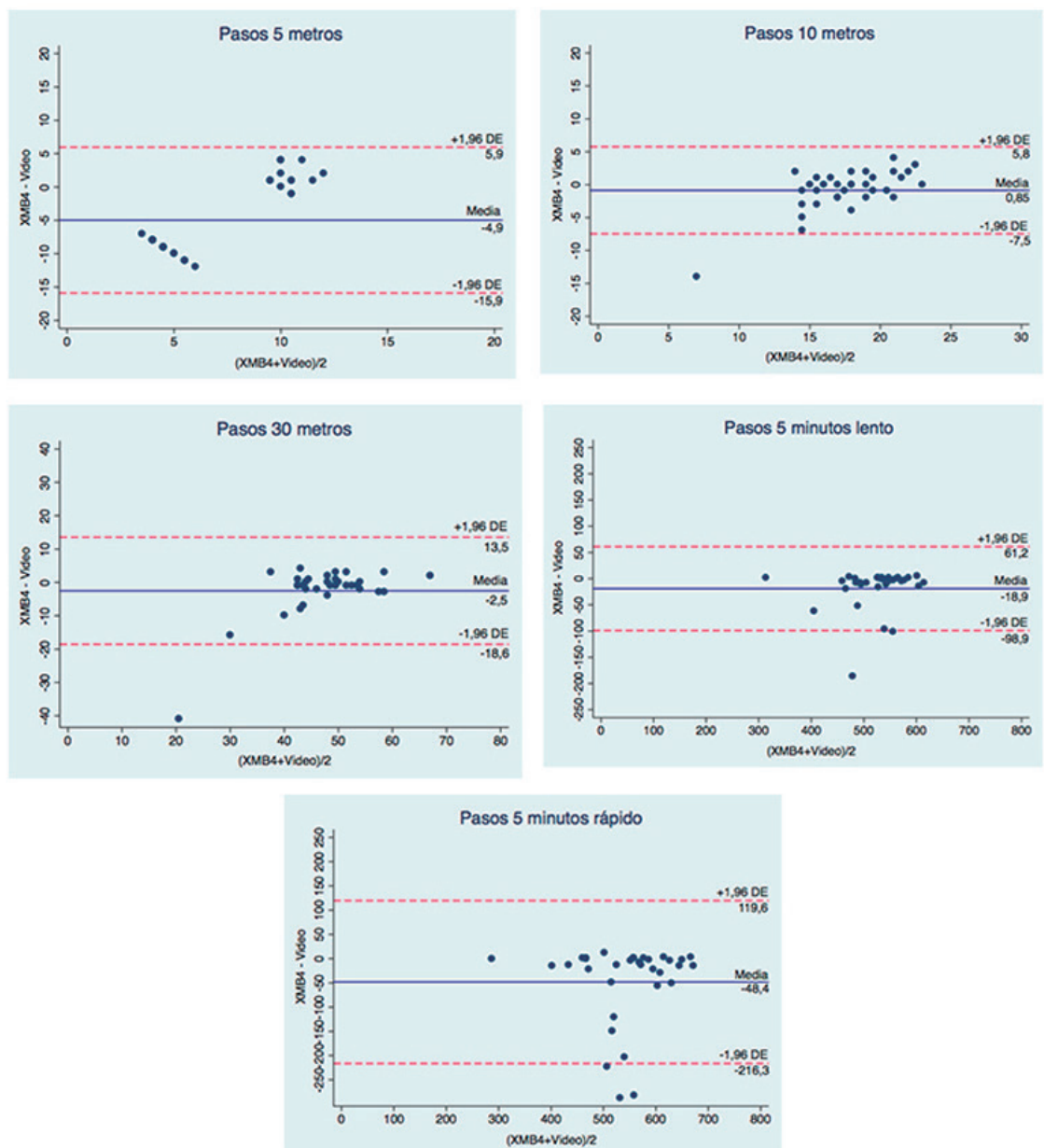


Figura 3.

Diagramas de Bland y Altman comparando los pasos registrados por el Xiaomi Mi Band 4 (XMB4) con los observados en las video-filmaciones. Nota: la línea azul representa la media de las diferencias entre el XMB4 y la video-filmación, y las rojas los límites superior e inferior de las diferencias correspondientes a 1,96 desvíos estándares (DE).

Discusión

Los resultados del presente estudio confirman nuestra hipótesis de que el conteo de pasos por el XMB4 es equivalente a la video-filmación en las diferentes caminatas evaluadas, excepto en la de menor distancia (5 metros).

La cantidad de pasos fue subestimada por el XMB4, con un error de medición menor al 15% (MAPE entre 4 y 13%) en la mayoría de las caminatas. Los valores de MPE y MAPE de cada caminata fueron similares entre sí, sugiriendo que el XMB4 subestimó los pasos tanto a nivel grupal como individual. No se observó ningún patrón de distribución de las diferencias relacionado a la velocidad o a la cantidad de pasos en los diagramas de Bland y Altman. En la caminata de 5 metros, el MAPE fue de 68% y se observó en algunas oportunidades que el XMB4 no censó ningún paso.

Los resultados también confirman que la distancia y la velocidad a ritmo lento censada por el XMB4 es equivalente a la video-filmación.

Xie J. et al.¹⁷ observaron un MAPE cercano al 15% con el uso del XMB2 en individuos jóvenes sanos, siendo en nuestro estudio entre 4 y 13% en caminatas de distancia similar. Pino-Ortega J. et al.²⁴ evaluaron el XMB en adultos mayores de 65 años durante caminatas de cuatro minutos, con un error promedio en la medición de pasos del 1%. Cabe destacar que la comparación fue realizada con otro instrumento de medición de AF previamente validado (el WIMU PRO™), lo que podría explicar su mayor exactitud por no ser comparado con el criterio de referencia.

No hemos encontrado estudios que hubieran evaluado la exactitud del XMB4 en pacientes con ERC. Blondeell A. et al.³⁸ compararon el Fitbit Alta (un reloj de características similares al XMB, pero alrededor de diez veces más costoso) con un monitor de AF previamente validado (Dynaport Movemonitor) en pacientes con EPOC. El Fitbit sobreestimó en un 8% los pasos, con un error de medición similar al observado en nuestro estudio. Los autores reportaron una menor exactitud en los pasos caminados con el aumento de la velocidad —y en contraposición a lo esperado— similar a lo observado en nuestro estudio [media de las diferencias (IC 95%) de -48 pasos (-216; 120)], en comparación con las realizadas a ritmo lento [-19 pasos (IC 95% -99; 61)]. Es importante considerar que la diferencia de velocidad entre ambas caminatas fue de 0,02 m/s.

Las diferencias observadas en la medición de los pasos entre el XMB4 y la video-filmación en nuestro estudio fueron mayores a las encontradas por Sant'Anna T. et al.³⁰ quienes compararon el Power Walker 610 (un podómetro digital combinado con acelerometría). La media de las diferencias (IC 95%) entre el podómetro y la video-filmación en las caminatas de cinco minutos lenta y rápida fue de 0,5 pasos (-44 a 45) y -7 (-33 a 18), respectivamente, y las observadas en nuestro estudio de -19 (-99; 61) y -48 (-216; 120).

Al evaluar la usabilidad del XMB4 con el Cuestionario SUS, observamos una mediana (P25-75) de 91 (83 - 98), similar al estudio de Domingos C. et al.³⁹ quienes evaluaron el XMB2 en adultos mayores (media [DE] de 93 [10,73]). Considerando la clasificación propuesta por Bangor et al.,⁴⁰ 50% de los pacientes lo calificaron como “Excelente” (80 a 90 puntos) y 39% como “lo mejor imaginable” (más de 90 puntos). La usabilidad de los dispositivos que miden AF no es frecuentemente evaluada en los estudios de validación en pacientes con ERC. Consideramos al XMB4 y la App Mi Fit instrumentos viables para ser utilizados en los PRP, siendo el tiempo necesario para instruir a los pacientes menor a 30 minutos [mediana de 8 (P25-75 de 7,5 a 9 minutos)]. Destacamos que la mayoría de los pacientes que utilizaban celular pudieron descargar la App.

Las limitaciones incluyen que si bien las caminatas realizadas simulan actividades de la vida diaria, fueron realizadas como un protocolo de laboratorio sin incluir cambios de dirección (excepto en las caminatas de 5 minutos), interrupciones u otras situaciones que ocurren en la vida real. Si bien la versión del cuestionario SUS en español utilizada para evaluar la usabilidad del XMB4 ha demostrado buenas propiedades psicométricas, el cuestionario ha sido traducido y validado en Europa y América del Norte,⁴¹ y posteriormente en México,³⁴ sin que contemos con una validación formal realizada en Argentina. Sin embargo, el equipo investigador verificó su validez aparente (*face validity*), sin identificar puntos que parecieran difíciles de comprender por nuestros pacientes.

Dentro de las fortalezas destacamos haber incluido pacientes con diferentes ERC, quienes habitualmente participan de PRP y se beneficiarían de su uso. Se debe considerar que el 60,5% de los participantes tenían diagnóstico de EPOC o enfermedad pulmonar intersticial difusa, lo que podría limitar la extrapolación de los resultados a otros pacientes. Sin embargo, la proporción fue similar a la de nuestro PRP. Otras de las fortalezas incluyen el haber utilizado la video-filmación (método de referencia),⁴² que quienes analizaron los videos desconocían los resultados del XMB4, haber realizado pruebas de equivalencia y haber calculado diferentes indicadores (como el MAPE) que permiten la comparación con otros estudios.^{22,36}

La inclusión dentro del protocolo de caminatas de distancias cortas y a diferentes velocidades nos permitió evaluar actividades habituales en los pacientes. Según los resultados observados, no recomendamos el uso del XMB4 en pacientes que se movilizan únicamente en distancias muy cortas, con poca movilidad dentro de su hogar o durante la internación.

Se sugieren futuras investigaciones para corroborar la exactitud del XMB4 en las actividades reales de la vida diaria y durante periodos más largos.⁴³

El bajo costo y la disponibilidad del XMB4, sumado a los hallazgos de la presente investigación y a la facilidad de uso referida por los pacientes, hace de este instrumento una opción para ser utilizado en el Coaching de pacientes con ERC que participan de un PRP —teniendo en cuenta la zona de equivalencia que fue seleccionada para evaluar su exactitud—. Sin embargo, para medir la AFD en estudios de investigación, podrían ser necesarios instrumentos con mayor exactitud.

Conclusiones

El XMB4 tiene una exactitud aceptable para medir los pasos caminados en pacientes con ERC, excepto en caminatas muy cortas —de cinco metros—, es viable y fácil de usar.

Agradecimientos: Jefatura del Servicio de Kinesiología del Hospital Italiano de Buenos Aires: Alejandro Midley, María Mercedes Pozzo y Nicolás Roux.

Financiamiento: los autores declaran que el trabajo no tuvo financiamiento.

Conflictos de interés: los autores declaran que no tienen conflictos de intereses relacionados con el tema de esta publicación.

Contribuciones de los autores: SDE: conceptualización, metodología, administración del proyecto, supervisión, adquisición de fondos, análisis formal, escritura - revisión y edición. EGS, SAT: conceptualización, metodología, análisis formal, escritura, revisión y edición. NFC, MFCB: administración del proyecto, investigación. GT, IB, MCB, GG: investigación.

El Editor en Jefe, Dr. Carlos Luna, realizó el seguimiento del proceso de revisión y aprobó este artículo.

Referencias

1. Pitta F, Troosters T, Spruit MA et al. Characteristics of Physical Activities in Daily Life in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2005;171: 972-977. Doi:10.1164/rccm.200407-855oc
2. Granger C, McDonald CF, Irving L et al. Low physical activity levels and functional decline in individuals with lung cancer. *Lung Cancer* 2014;83: 292-299. Doi:10.1016/j.lungcan.2013.11.014
3. Bahmer T, Kirsten AM, Waschki B et al. Prognosis and longitudinal changes of physical activity in idiopathic pulmonary fibrosis. *BMC Pulm Med* 2017;17: 104. Doi:10.1186/s12890-017-0444-0
4. Wickerson L, Rozenberg D, Janaudis-Ferreira T et al. Physical rehabilitation for lung transplant candidates and recipients: An evidence-informed clinical approach. *World J Transplant* 2016;6: 517-531. Doi:10.5500/wjt.v6.i3.517
5. Gimeno-Santos E, Frei A, Steurer-Stey C et al. Determinants and outcomes of physical activity in patients with COPD: a systematic review. *Thorax* 2014;69: 731-739. Doi:10.1136/thoraxjnl-2013-204763
6. Pitta F, Troosters T, Probst V et al. Potential consequences for stable chronic obstructive pulmonary disease patients who do not get the recommended minimum daily amount of physical activity]]>. *Bras Pneumol* 2006;32: 301-308. Doi:10.1590/s1806-37132006001100008
7. Pitta F, Troosters T, Probst V et al. Physical activity and hospitalization for exacerbation of COPD. *Chest* 2006;129: 536-544. Doi:10.1378/chest.129.3.536
8. Moy ML, Teylan M, Weston NA et al. Daily step count predicts acute exacerbations in a US cohort with COPD. *PLoS One* 2013;8: e60400. Doi:10.1371/journal.pone.0060400
9. Mantoani LC, Rubio N, McKinstry B et al. Interventions to modify physical activity in patients with COPD: a systematic

- review. *Eur Respir J* 2016;48: 69–81. Doi:10.1183/13993003.01744-2015
10. Arbillaga-Etxarri A, Gimeno-Santos E, Barberan-García A et al. Long-term efficacy and effectiveness of a behavioural and community-based exercise intervention (Urban Training) to increase physical activity in patients with COPD: a randomised controlled trial. *Eur Respir J* 2018;52: 1800063. Doi:10.1183/13993003.00063-2018
 11. Demeyer H, Louvaris Z, Frei A et al. Physical activity is increased by a 12-week semiautomated telecoaching programme in patients with COPD: a multicentre randomised controlled trial. *Thorax* 2017;72: 415–423. Doi:10.1136/thoraxjnl-2016-209026
 12. Van Remoortel H, Raste Y, Louvaris Z et al. Validity of six activity monitors in chronic obstructive pulmonary disease: a comparison with indirect calorimetry. *PLoS One* 2012;7: e39198. Doi:10.1371/journal.pone.0039198
 13. Langer D, Gosselink R, Sena R et al. Validation of two activity monitors in patients with COPD. *Thorax* 2009;64: 641–642. Doi:10.1136/thx.2008.112102
 14. Nguyen HQ, Burr RL, Gill DP et al. Validation of the StepWatch device for measurement of free-living ambulatory activity in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *J Nurs Meas* 2011;19: 76–90. Doi:10.1891/1061-3749.19.2.76
 15. Vooijs M, Alpay LL, Snoeck-Stroband JB et al. Validity and usability of low-cost accelerometers for internet-based self-monitoring of physical activity in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Interact J Med Res* 2014;3: e14. Doi:10.2196/ijmr.3056
 16. Henriksen A, Mikalsen MH, Woldaregay AZ et al. Using Fitness Trackers and Smartwatches to Measure Physical Activity in Research: Analysis of Consumer Wrist-Worn Wearables. *J Med Internet Res* 2018;20: e110. Doi:10.2196/jmir.9157
 17. Xie J, Wen D, Liang L et al. Evaluating the Validity of Current Mainstream Wearable Devices in Fitness Tracking Under Various Physical Activities: Comparative Study. *JMIR Mhealth Uhealth* 2018;6: e94. Doi:10.2196/mhealth.9754
 18. El-Amrawy F, Nounou MI. Are Currently Available Wearable Devices for Activity Tracking and Heart Rate Monitoring Accurate, Precise, and Medically Beneficial? *Healthc Inform Res* 2015;21: 315–320. Doi:10.4258/hir.2015.21.4.315
 19. Bai Y, Welk GJ, Nam YH et al. Comparison of Consumer and Research Monitors under Semistructured Settings. *Med Sci Sports Exerc* 2016;48: 151–158. Doi:10.1249/MSS.0000000000000727
 20. Bai Y, Hibbing P, Mantis C et al. Comparative evaluation of heart rate-based monitors: Apple Watch vs Fitbit Charge HR. *J Sports Sci* 2018;36: 1734–1741. Doi:10.1080/02640414.2017.1412235
 21. Nelson MB, Kaminsky LA, Dickin DC et al. Validity of Consumer-Based Physical Activity Monitors for Specific Activity Types. *Med Sci Sports Exerc* 2016;48: 1619–1628. Doi:10.1249/MSS.0000000000000933
 22. Welk GJ, Bai Y, Lee JM et al. Standardizing Analytic Methods and Reporting in Activity Monitor Validation Studies. *Med Sci Sports Exerc* 2019;51: 1767–1780. Doi:10.1249/MSS.0000000000001966
 23. de la Casa Pérez A, Latorre Román PA, Muñoz Jiménez M et al. Is the Xiaomi Mi Band 4 an Accuracy Tool for Measuring Health-Related Parameters in Adults and Older People? An Original Validation Study. *Int J Environ Res Public Health* 2022;19: 1593. Doi:10.3390/ijerph19031593
 24. Pino-Ortega J, Gómez-Carmona CD, Rico-González M. Accuracy of Xiaomi Mi Band 2.0, 3.0 and 4.0 to measure step count and distance for physical activity and healthcare in adults over 65 years. *Gait Posture* 2021;87: 6–10. Doi:10.1016/j.gaitpost.2021.04.015
 25. Melanson EL, Knoll JR, Bell ML et al. Commercially available pedometers: considerations for accurate step counting. *Prev Med* 2004;39: 361–368. Doi:10.1016/j.ypmed.2004.01.032
 26. Ministerio de Salud Argentina. Enfermedades respiratorias crónicas; 2020. [Internet]. [Consultado 3 Dic 2023]. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/salud/glosario/enfermedades-respiratorias-cronicas>
 27. WHO. World Health Organization. Diseases C. Living guidance for clinical management of COVID-19; 2021. [Internet]. [Consultado 1 Oct 2022]. Disponible en: <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-2019-nCoV-clinical-2021-2>
 28. Laszlo G. Standardisation of lung function testing: helpful guidance from the ATS/ERS Task Force. *Thorax* 2006;61: 744–746. Doi:10.1136/thx.2006.061648
 29. de Torres Tajés JP, Casanova Macario C, García-Talavera M. La disnea en la EPOC. *Arch Bronconeumol* 2005;41: 24–32. Doi:10.1016/S0210-5705(09)71003-9
 30. Sant'Anna T, Escobar VC, Fontana AD et al. Evaluation of a new motion sensor in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Arch Phys Med Rehabil* 2012;93: 2319–2325. Doi:10.1016/j.apmr.2012.05.027
 31. Giner J, Macián V, Hernández C et al. Multicenter prospective study of respiratory patient education and instruction in the use of inhalers (EDEN study). *Arch Bronconeumol* 2002;38: 300–305. Doi:10.1016/s0300-2896(02)75222-8
 32. Vitacca M, Paneroni M, Fracassi M et al. Inhaler technique knowledge and skills before and after an educational program in obstructive respiratory disease patients: A real-life pilot study. *Pulmonology* 2023;29: 130–137. Doi:10.1016/j.pulmoe.2020.04.010
 33. Gao M, Kortum Philip, Oswald FL. Multi-Language Toolkit for the System Usability Scale. *Int J Hum Comput Int* 2020;36: 1883–1901. Doi:10.1080/10447318.2020.1801173
 34. Sevilla-Gonzalez MDR, Moreno Loaeza L, Lazaro-Carrera LS et al. Spanish Version of the System Usability Scale for the Assessment of Electronic Tools: Development and Validation. *JMIR Hum Factors* 2020;7: e21161. Doi:10.2196/21161
 35. Sealed Envelope. Power (sample size) calculators. [Internet]. [Consultado 3 Dic 2023]. Disponible en: <https://www.sealedenvelope.com/power/continuous-equivalence/>
 36. Dixon PM, Saint-Maurice PF, Kim Y et al. A Primer on the Use of Equivalence Testing for Evaluating Measurement Agreement. *Med Sci Sports Exerc* 2018;50: 837–845. Doi:10.1249/mss.0000000000001481
 37. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986;1: 307–310.
 38. Blondeel A, Demeyer H, Janssens W et al. Accuracy of consumer-based activity trackers as measuring tool and coaching device in patients with COPD and healthy controls. *PLoS One* 2020;15: e0236676. Doi:10.1371/journal.pone.0236676
 39. Domingos C, Costa P, Santos NC et al. Usability, Acceptability, and Satisfaction of a Wearable Activity Tracker in Older Adults: Observational Study in a Real-Life Context in Northern Portugal (Preprint). *J Med Internet Res* 2022;24: e26652. Doi:10.2196/preprints.26652
 40. Bangor A, Kortum P, Miller J. Determining what individual SUS scores mean: Adding an adjective rating scale. *JUX* 2009;4: 114–123.
 41. Gao M. Multi-Cultural Usability Assessment with System Usability Scale. Rice University 2019. [Internet]. [Consultado 3 Dic 2023]. Disponible en: <https://repository.rice.edu/items/8e3e4586-fd6a-4586-bbca-b6183b62c20f>
 42. Pitta F, Troosters T, Probst VS et al. Quantifying physical activity in daily life with questionnaires and motion sensors in COPD. *Eur Respir J* 2006;27: 1040–1055. Doi:10.1183/09031936.06.00064105
 43. Demeyer H, Mohan D, Burtin C et al. Objectively Measured Physical Activity in Patients with COPD: Recommendations from an International Task Force on Physical Activity. *Chronic Obstr Pulm Dis* 2021;8: 528–550. Doi:10.15326/jcopdf.2021.0213

