



UNIVERSIDAD DE MURCIA

ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO

**Validación de la Escala POMA de Marcha
y Equilibrio en Población Española
Afectada de Ictus y Desarrollo de una
app para Profesionales Sanitarios**

D^a Ana María Carrasco Pérez

2019



Universidad de Murcia

Programa de Doctorado en Ciencias
de la Salud

Escuela Internacional de Doctorado
(EIDUM)

**Validación de la escala POMA de Marcha y Equilibrio
en población española afectada de ictus y desarrollo de
una app para profesionales sanitarios.**

Tesis Doctoral de
Ana Carrasco Pérez

Dirigida por

Dra. D.^a Antonia Gómez Conesa

Dr. D. Antonio Pablo Velandrino Nicolás

Murcia, 2018



Da. Antonia Gómez Conesa, Catedrática de Escuela Universitaria del Área de Fisioterapia en el Departamento Fisioterapia de la Universidad de Murcia, AUTORIZA:

La presentación de la Tesis Doctoral titulada "Validación de la escala POMA de Marcha y Equilibrio en población española afectada de ictus y desarrollo de una app para profesionales sanitarios" realizada por Da. Ana Carrasco Pérez, bajo mi inmediata dirección y supervisión, y que presenta para la obtención del Grado de Doctora por la Universidad de Murcia

En Murcia, a 21 de noviembre de 2018





UNIVERSIDAD DE
MURCIA

D. Antonio Pablo Velandrino Nicolás, Profesor Titular de Universidad del Área de Metodología de las Ciencias del Comportamiento en el Departamento de Psicología Básica y Metodología, AUTORIZA:

La presentación de la Tesis Doctoral titulada "Validación de la escala POMA de Marcha y Equilibrio en población española afectada de ictus y desarrollo de una app para profesionales sanitarios", realizada por D^a. Ana Carrasco Pérez, bajo mi inmediata dirección y supervisión, y que presenta para la obtención del grado de Doctor por la Universidad de Murcia.

En Murcia, a 16 de diciembre de 2018

Procedente: ANTONIO PABLO VELANDRINO NICOLAS; Fecha: Nov 21/11/2018 19:27:37; Email del certificado: CH+ACFNMF Uruakkoj3+Carroa.Cu+MNF/ICM/C-EE;



Código seguro de verificación: RUXFMqWE-4nKrlaWF-xs9E6wOc-03b97ZBx

COPIA ELECTRÓNICA - Página 1 de 1

Nota: es una copia auténtica imprimible de un documento administrativo electrónico archivado por la Universidad de Murcia, según el artículo 27.3 c) de la Ley 39/2015, de 2 de octubre. Su autenticidad puede ser contrastada a través de la siguiente dirección: <https://sede.um.es/validador/>

“La acción de preguntar supone la aparición de la conciencia”

María Zambrano

A mis padres, Encarni y Antonio.

Todos mis logros son posibles gracias a ellos

AGRADECIMIENTOS

A directores y tutora, por guiarme e implicarse en esta compleja labor. Este trabajo también les pertenece.

A Antonio Pablo Velandrino Nicolás, por el tiempo y la pasión dedicada en todos estos años.

A la Universidad de Murcia, por ayudarme a descubrir mi verdadera pasión.

A los compañeros de profesión de las unidades de Fisioterapia Neurológica del Hospital Universitario Virgen Macarena de Sevilla, del Hospital Universitario Virgen del Rocío de Sevilla y del Hospital San Juan de Dios de Sevilla. Al Centro de Salud Polígono Norte de Sevilla, a la asociación DACEMUR de Murcia, a la asociación Wild Souls de Barcelona y a todos los compañeros de profesión que han hecho posible este trabajo.

A Rocío por acompañarme en los momentos más decisivos.

A Javi por ser un verdadero compañero.

A mi madre y a mi padre, por apoyarme siempre sin esperar nada a cambio. Nunca podré agradecerles todos sus esfuerzos. Todo es posible gracias a ellos.

ÍNDICE

1. Presentación	5
2. Introducción	9
2.1 El ictus	11
2.2 El riesgo de caída y la escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA)	14
2.3 Smartphones, apps y <i>MIT App Inventor</i>	19
3. Justificación y objetivos	23
3.1 Justificación	25
3.2 Objetivos.....	27
4. Método	29
4.1 Instrumentos	31
4.2 Participantes.....	33
4.3 Procedimiento	34
4.4 Análisis psicométrico	37
4.5 App <i>Escala de Tinetti</i>	41
4.5.1 Creación de la app	41
4.5.2 Publicación de la app	45
5. Resultados	51
5.1 Análisis psicométrico	53
5.2 App <i>Escala de Tinetti</i>	63
6. Discusión	71
7. Conclusiones	85
8. Bibliografía	89
9. Resumen y palabras clave	99
10. Abstract and key words	103
11. Anexos	107
11.1 Anexo I. Escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA)	109
11.2 Anexo II. Functional Ambulation Category (FAC)	115
11.3 Anexo III. Hoja informativa	119
11.4 Anexo IV. Consentimiento informado	123
11.5 Anexo V. Encuesta sobre la app.....	127

GLOSARIO DE SIGLAS

POMA: Performance Oriented Mobility Assessment

App: aplicación

ABVD: actividades básicas de la vida diaria

BESTest: Balance Evaluation System Test

BBS: Escala de Berg

FAC: Functional Ambulation Category

TUG: Timed up and Go Test

SMS: mensaje de texto

S.O.: sistema operativo

iOS: sistema operativo iPhone

TIC: Tecnologías de Información y Comunicación

PDA: Personal Digital Assistant

AFE: análisis factorial exploratorio

CCr: coeficiente de correlación intraclase

ROC: Receiver Operating Characteristic curve

CPD: cambio más pequeño detectable

DT: desviación típica

ETM: erro típico de medida

IC: intervalo de confianza

ULS: unweighted least squares

KMO: Kaiser-Meyer-Olkin

GFI: Goodness Fit Index

AGFI: Adjusted Goodness Fit Index

RMSEA: Root Mean Square Error of Approximation

QR: Quick Response code

TCT: Teoría Clásica del Test

TRI: Teoría de Respuesta del Ítem

PRESENTACIÓN

1. PRESENTACIÓN

La presente Tesis Doctoral surge principalmente por dos necesidades: en primer lugar, los profesionales fisioterapeutas frecuentemente no disponen de instrumentos de valoración válidos y fiables para valorar a los pacientes que han sufrido un ictus; en segundo lugar, para los profesionales resulta poco eficiente la forma de valorar con escalas que se ha estado llevando a cabo hasta el momento.

A menudo, los fisioterapeutas disponen de pocos instrumentos de valoración que hayan sido adaptados a nuestro idioma y menos aún, adaptados a grupos poblacionales concretos. A pesar de ello, las necesidades de la clínica diaria hacen que los fisioterapeutas los utilicen para valorar a sus pacientes sin ser conscientes incluso de que los resultados de esas valoraciones no son válidos y fiables.

Es por ello, que en esta Tesis Doctoral, uno de los objetivos es adaptar al español una escala muy utilizada actualmente por los profesionales para la valoración del riesgo de caída: la escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA). Por otra parte, la presente Tesis Doctoral tiene como objetivo la adaptación de dicha escala a un grupo poblacional concreto: pacientes que han sufrido un ictus con más de 6 meses de evolución. Estos objetivos permitirán al profesional utilizar la escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA) para valorar a los pacientes que hayan sufrido un ictus, conociendo la fiabilidad y validez de los resultados.

La utilización de una app en el móvil o tablet para la valoración de dichos pacientes facilitará la labor a los profesionales, ya que les ayudará a ahorrar tiempo, espacio y dinero a la vez que favorece la ecología. Al utilizar la app, los fisioterapeutas no tendrán que dedicar tiempo ni dinero en la impresión de esta escala, ya que podrán tenerla directamente en las pantallas de sus teléfonos móviles o tablets. Por otra parte, la app ofrece directamente la puntuación total que ha obtenido el paciente. Del mismo modo, la app contiene información obtenida sobre el análisis estadístico, muy útil en la clínica diaria, tales como el cambio más pequeño detectable o la baremación centílica. Todo esto nos permite que el dispositivo más utilizado por nuestra sociedad, el teléfono

móvil, se convierta en una herramienta útil para la labor profesional de los fisioterapeutas.

INTRODUCCIÓN

2. INTRODUCCIÓN

2.1 El ictus

El ictus es un síndrome clínico caracterizado por un rápido desarrollo de perturbaciones, locales o globales, de las funciones cerebrales que permanecen más de 24 horas o llevan al paciente a la muerte sin aparentemente otra causa que no sea de origen cerebral¹.

La fisiopatología de esta disfunción consiste en que las neuronas, privadas de sustratos metabólicos fisiológicos, dejan de funcionar en cuestión de segundos y muestran signos de daño estructural después de solo 2 minutos. Tras el fallo de los procesos dependientes de energía, las neuronas son incapaces de mantener sus gradientes iónicos transmembranales normales, dando como resultado un desequilibrio de iones que desencadena la muerte celular por apoptosis y necrosis².

Existen varios tipos de ictus que no se dan en la población con la misma frecuencia. Alrededor del 80-85% de los ictus son isquémicos como resultado de una obstrucción del flujo sanguíneo, mientras que alrededor del 15% se debe a una hemorragia intracerebral primaria^{3,4}. El porcentaje restante corresponde a hemorragias subaracnoideas⁵.

Del mismo modo, se distinguen cuatro fases de evolución tras un ictus: la fase aguda (de 0 a 24 horas), la fase temprana de rehabilitación (de 24 horas a 3 meses), la fase tardía de rehabilitación (de 3 a 6 meses) y la fase crónica (más de 6 meses)⁶.

De forma global, se estima que alrededor de 15 millones de personas sufren al año un ictus en el mundo, siendo la mortalidad mundial de 5 millones⁴. En Europa, la incidencia de ictus presenta variaciones sustanciales en el tiempo. Encontramos un descenso hasta principios de 1980, una estabilización o aumento a finales de 1990 y pocos estudios sobre las tendencias en la incidencia desde el comienzo de siglo XXI con conflictos en los resultados⁷. Sin embargo, sabemos que la incidencia en la actualidad está en aumento⁸, de forma que un estudio de 2009 estableció que la tasa de incidencia

Europea anual de ictus por 100.000 habitantes, ajustada a la población europea, es de 141.3 en los hombres y 94.6 en las mujeres, siendo 73 años la edad media de aparición⁷. Este mismo estudio pone de manifiesto una posible menor incidencia de ictus en España respecto al resto de Europa. Por ejemplo, en Menorca, se estima una incidencia de ictus de 116.3 en hombre y 65.8 en mujeres⁷. Sin embargo, hay que tener en cuenta que en España las tasas de prevalencia y mortalidad del ictus difieren en gran medida entre diferentes partes del país⁹. De forma que, el área sureste de España tiene una tasa inusualmente alta de ictus y otras formas de enfermedad cardiovascular. En particular, la zona de Andalucía representa aproximadamente el 50% de la tasa de mortalidad por ictus en España⁹.

Esta patología es muy incapacitante, de modo que un 65% de los pacientes que sufren un ictus manifiestan dificultad para incorporar sus extremidades en las actividades básicas de la vida diaria (ABVD)¹⁰ y el 50% necesita ayuda de otra persona para las actividades cotidianas⁴, tales como la alimentación, el cuidado personal y la movilidad. De esta forma, solo un 12% de los pacientes son independientes en las ABVD al final de la primera semana de evolución⁶.

El ictus supone por tanto una gran repercusión individual, pero también familiar y social¹¹. Al igual que supone un gran gasto en cuidados relacionados con dicha patología¹⁰. En España y en el 2004, cada paciente con ictus supuso un coste de 5.435€ en el primer año de evolución de la patología¹².

Además, la funcionalidad del paciente suele verse comprometida comúnmente por alteraciones motoras, incoordinación y espasticidad, déficits que con más frecuencia se presentan en pacientes después de sufrir un ictus³. También son frecuentes las alteraciones de la sensibilidad y de la capacidad visual¹¹. Dichas alteraciones motoras están presentes en el 60% de los pacientes que sufren un ictus⁴, combinándose y produciendo una hemiplejía crónica que afecta a sus extremidades superiores e inferiores¹³.

La recuperación del ictus es muy heterogénea³ y los déficits neurológicos presentes en el paciente reflejan la ubicación del daño tisular, y en particular, la medida de pérdida neuronal². Sin embargo, en las últimas 2 décadas hemos conseguido mejorar la

comprensión y el desarrollo de la recuperación funcional después de un ictus y los mecanismos responsables del aprendizaje motor. De esta forma, existen varios mecanismos neurofisiológicos implicados en la recuperación neurológica tras un ictus, tales como la neuroplasticidad, que incluye mecanismos dependientes de la experiencia y que por tanto se mejoran con el entrenamiento físico¹⁴.

En las extremidades superiores, los extensores de dedos y muñecas suelen estar paréticos, mientras que los flexores se muestran usualmente espásticos, lo que dificulta la apertura y el uso de la mano. En las extremidades inferiores, los flexores dorsales de tobillo suelen estar paréticos, produciendo una marcha insegura o la falta de deambulación¹³. En la extremidad parética se produce una pérdida del tiempo de reacción, una anormal co-contracción muscular y una producción insuficiente de fuerza, lo que lleva a la alteración de las reacciones estáticas. Esto hace que sea común la disfunción del equilibrio tras el ictus, siendo notable en un 84% de los afectados entre las 2 o 4 semanas de evolución¹⁵.

2.2 El riesgo de caída y la escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA)

Las caídas son uno de los cuatro síndromes geriátricos con mayor prevalencia en los adultos mayores¹⁶. Son comunes en personas mayores sanas pero son incluso más frecuentes en personas que han sufrido un ictus¹⁷. A pesar de que la incidencia de caídas en personas mayores es difícil de determinar, las consecuencias de las mismas son uno de los mayores problemas de salud y de economía para la salud pública¹⁸. El 73% de los supervivientes tras un ictus sufren una caída en los primeros 6 meses y un 30% de la población general mayor de 65 años sufren al menos una caída al año^{11,18}. La incidencia de caídas es de entre 1.3 y 6.5 veces al año después de un ictus, de forma que entre el 3.8 y el 22% de los afectados sufren una sola caída. Un estudio comprobó que la prevalencia de caídas, en Tailandia, en sujetos que han sufrido un ictus es de 15.9–20%, y la incidencia de 3.44 por 1000 y por día¹⁷.

Las caídas son generadas tanto por factores intrínsecos como por factores extrínsecos. Los factores intrínsecos no modificables son la edad y el sexo. Se estima que a partir de los 80 años, existe entre 4 a 5 veces más riesgo de presentar caídas. En relación al género, las mujeres poseen un 67% más de probabilidades de sufrirlas. Los factores intrínsecos modificables son los déficits sensoriales, las alteraciones somato-sensoriales, las dificultades en la movilidad y el uso de dispositivos de asistencia. Otros datos de interés son la historia de caídas, la presencia de enfermedades agudas y las alteraciones en la marcha y en el equilibrio. Los factores extrínsecos se relacionan con la iluminación de la sala, el suelo, la presencia de escaleras, los factores climáticos, el transporte, el calzado, la ropa, la toma de medicamentos, etcétera¹⁶.

Las caídas tienen como resultado lesiones físicas que dificultan la movilidad posterior y por tanto la participación de la persona en la comunidad¹⁷. Estas lesiones físicas incluyen las fracturas de cadera, los traumatismos craneales, el aumento de la necesidad de acudir a los servicios de salud, la necesidad de cuidados durante largos periodos, la incapacidad precoz y la muerte¹¹. De esta forma, aproximadamente un 5% de las caídas llevan a hospitalizaciones y el 40% de las admisiones a instituciones geriátricas son por esta causa. Del mismo modo, se estima que el 52% de las caídas fatales ocurren dentro del hogar y que resultan de las complicaciones de las fracturas, con un promedio de 95 días entre el momento de la caída y la muerte¹⁶.

Las consecuencias psicológicas de las caídas se relacionan con el miedo a caer y hace que se incremente la dependencia, conduciendo a una limitación funcional en relación a la actividad y a la participación¹⁷. Producen por tanto una disminución de la independencia en las actividades básicas de la vida diaria, incluyendo las actividades instrumentales¹¹. De esta forma, el miedo a caer y la ansiedad producen dificultades en el control postural. Todas las consecuencias físicas y psicológicas de las caídas tienen repercusión negativa sobre la rehabilitación del paciente que ha sufrido un ictus¹⁷.

Los hallazgos relacionados con la incidencia de caídas después de un ictus han incluido problemas de equilibrio, de movilidad funcional, incluyendo la dificultad en la marcha, y el miedo a la caída¹⁷. Unos estudios realizados por Tinetti llegaron a la conclusión de que el 50% de las caídas ocurren por falta de equilibrio y que las alteraciones de la marcha son situaciones que predisponen a caídas en adultos mayores¹⁹. Así mismo el grupo ProFaNE (Prevention of Falls Network Europe) establece las caídas como un evento multifactorial, dentro del cual tiene un importante efecto la pérdida de equilibrio¹⁶.

La evaluación del riesgo de caída se ha desarrollado por medio de tres estrategias de recolección de datos relevantes: el auto-reporte (entrevistas semi-estructuradas), las medidas basadas en la ejecución de una tarea y las medidas basadas en la ejecución de dos tareas que evalúan dos o más características de impacto en el riesgo de caída. Estas características incluyen generalmente la evaluación de la postura, la marcha y el equilibrio, la velocidad de la marcha y los cambios de posición. De esta última forma y a través de una observación directa, organizada y estructurada se puede obtener una información más objetiva de la función física del adulto mayor que se traduce en la capacidad de desempeñar, de forma independiente, las actividades de la vida diaria¹⁶.

Las escalas más utilizadas actualmente relacionadas con el equilibrio y la marcha son: *Balance Evaluation System Test (BESTest)*, *Escala de Berg (BBS)*, *Dynamic Gait Index*, *The Functional Gait Assessment*, *Functional Ambulation Category (FAC)*, *Timed up and Go Test (TUG)* y *Tinetti Performance Oriented Mobility Assessment (POMA)*, entre otras^{15,16,20}.

Para la detección y posterior evaluación de las distintas escalas de evaluación de la marcha, el equilibrio y el riesgo de caída, se procedió a la búsqueda bibliográfica en diferentes bases de datos, tales como *Pubmed*, *Proquest Central*, *PEDro* y *CSIC*. Las palabras clave utilizadas para la búsqueda fueron: *Balance*, *fall risk*, *gait*, *reliability* y *validity*. Los resultados encontrados en la búsqueda fueron 4.921 referencias. De éstas, nos interesaban aquellas que estudiaban la fiabilidad y validez de distintas escalas en distintos grupos poblacionales. De esta forma, a continuación, se analizó para qué patologías se han obtenido, según la bibliografía, resultados a favor de la fiabilidad y validez de cada una de las escalas nombradas anteriormente.

BESTest ha obtenido resultados significativos en cuanto a su fiabilidad y validez en Parkinson²¹, ictus²², ancianos con cáncer²³ y adultos entre 50 y 88 años²⁴. La *Escala de Berg* los obtuvo en Parkinson²¹, ictus²⁵, ancianos²⁶ y amputados²⁷. *Dynamic Gait Index* en desordenes vestibulares^{28,29}, ictus³⁰ y esclerosis múltiple³¹. *Functional Gait Assessment* en ancianos³², desordenes vestibulares³³, Parkinson³⁴ e ictus³⁵. *Functional Ambulation Category* en ictus³⁶. *Time Up and Go Test* en ictus³⁷, adultos³⁸, disfunción vestibular³⁹, Alzheimer⁴⁰ y Parkinson⁴¹. Por último, *Tinetti Performance Oriented Mobility Assesment* ha obtenido resultados significativos en la fiabilidad y en la validez para las siguientes patologías: demencia⁴², ictus¹⁵, Parkinson⁴³, Esclerosis Lateral Amiotrófica⁴⁴, ancianos⁴⁵ y enfermedad de Huntington⁴⁶.

En la búsqueda bibliográfica fueron añadidas otras palabras clave para aportar datos en relación a la patología que se quiere estudiar, el ictus, y al país al que se va a proceder a adaptar la escala, España. Las palabras clave añadidas fueron *stroke*, *hemiparesis*, *Spain* y *Spanish*. La búsqueda obtuvo 16 resultados que fueron revisados y ninguno de los estudios adapta alguna de las anteriores escalas a la población española en pacientes que hayan sufrido un ictus.

De esta forma, la palabra clave *Tinetti* fue añadida en la búsqueda para descartar definitivamente la existencia de estudios que demuestren la fiabilidad y/o validez de dicha escala en la población española que ha sufrido un ictus. Se obtuvo 1 resultado potencialmente relevante y tras la revisión del mismo, se concluyó con que no existe ningún estudio con dicho objetivo (**Figura 1**).

La escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA) fue creada originalmente para usar en instituciones con personas mayores¹⁵ y en patologías crónicas en las que los pacientes sean independientes o requieren mínima ayuda para las actividades básicas de la vida diaria⁴². Esta escala contiene medidas de equilibrio y de marcha¹⁵.

El dominio Equilibrio valora la capacidad del paciente para mantener el control postural mientras está sentado en una silla, mientras se levanta de ésta, durante el periodo inmediato tras levantarse, en bipedestación con los ojos abiertos y cerrados, mientras da un giro de 360° y el equilibrio reactivo. El equilibrio reactivo es la habilidad de mantener el control postural mientras que un impulso externo intenta desestabilizar al paciente¹⁵. La subescala de equilibrio está compuesta por 9 ítems¹⁶.

El dominio Marcha valora la simetría del paso, la iniciación de la marcha, la base de sustentación, la fluidez, la longitud del paso, la trayectoria y la postura durante la marcha¹⁵. La subescala de marcha está compuesta por 7 ítems¹⁶.

Cada ítem es puntuado con un 0, 1 o 2⁴² y la escala puede ser administrada aproximadamente en 5 minutos, lo que le convierte en una herramienta eficaz para incorporar en la clínica diaria⁴⁷.

La puntuación máxima del equilibrio es 16 y la de la marcha 12, siendo por tanto la total 28. De esta forma, se determina que existe riesgo de caída mínimo con puntuaciones totales de 19-24 puntos y riesgo de caída alto con puntuaciones <19¹⁶. Además la disfunción en el equilibrio se ha asociado a puntuaciones bajas en escalas que evalúan las actividades básicas de la vida diaria¹⁵.

Los ítems de la escala Tinetti requieren buenas habilidades ejecutivas, por lo que es una escala poco adecuada para pacientes con demencia severa⁴².

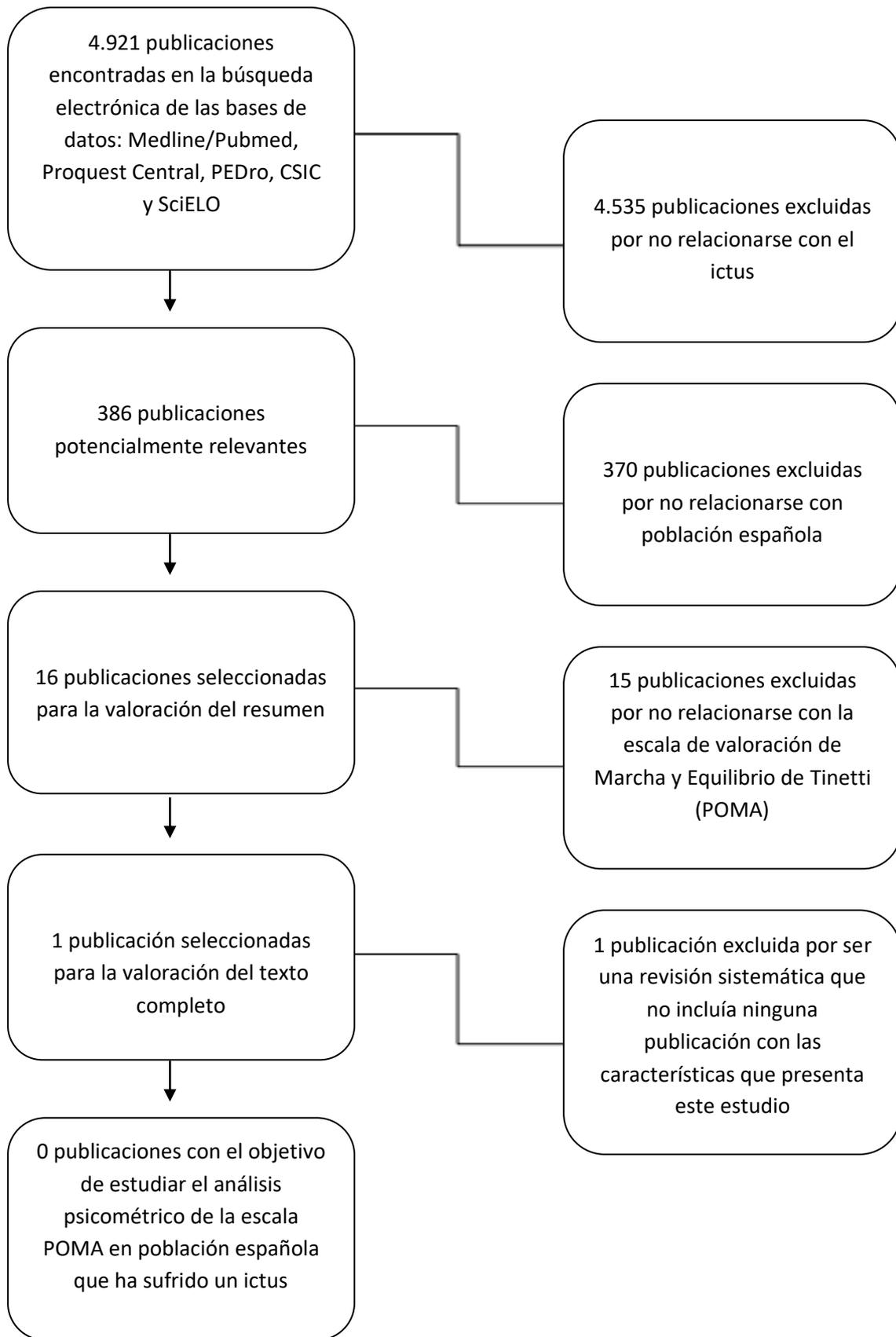


Figura 1. Diagrama de flujo de la búsqueda bibliográfica

2.3 Smartphones, apps y MIT App Inventor

La utilización de teléfonos móvil ha aumentado en gran medida desde los inicios del siglo XXI⁴⁸. En 2009 más de dos tercios de la población mundial tuvo acceso a un teléfono móvil y 4.2 billones de mensajes de texto fueron enviados. En el 2011, se llevaron a cabo aproximadamente 6 billones de altas de teléfonos móviles en todo el mundo⁵⁰. Un estudio realizado por la Fundación Telefónica (la fundación asociada con la compañía nacional Telefónica de España), determinó que el número de smartphones (teléfonos móviles con un sistema operativo avanzado como Android o iOS) vendidos en el segundo trimestre de 2011 excedió por primera vez el número de ordenadores personales vendidos (107 millones de smartphones, frente a 85 millones de ordenadores personales)⁴⁹.

La creación de teléfonos móviles inteligentes y tablets con altas capacidades de función y memoria, con pantallas de alta resolución y con fácil acceso a Internet y a descargas, ha hecho que se conviertan en herramientas imprescindibles dentro del mundo de la Medicina⁵¹.

De forma paralela al crecimiento en el uso de teléfonos móviles, se han desarrollado numerosas aplicaciones con el fin de difundir información, dar apoyo a la sociedad y a diferentes problemas médicos. En la actualidad, las apps están siendo utilizadas como herramientas útiles para los profesionales de la salud⁴⁹.

Recientemente, aplicaciones móviles se han utilizado para ofrecer tratamientos de salud. Sin embargo, a pesar de que una gran cantidad de aplicaciones están disponibles, siguen siendo escasas las evaluadas por los usuarios. Debido al elevado uso de teléfonos móviles, se espera que aumente la utilización de este método de salud⁵⁰, siendo más fácil de implantar en el día a día de la población joven⁴⁹.

Hasta ahora, en el ámbito de la salud, las apps como método para dejar de fumar son las más utilizadas. En un primer momento, se utilizaron mensajes de textos (SMS) con el mismo objetivo, obteniendo resultados positivos frente al grupo control. Este estudio determinó que un programa de mensajes de texto fue efectivo a corto plazo (6 meses) y que aumentaba a 12 meses cuando se combinaba con otros soportes de

Internet⁴⁹. En la misma línea, en el año 2017 fue creada una app (“Aachen Fall Prevention App”) con el objetivo de que los usuarios puedan autoevaluar su propio riesgo de caída y acudir a un profesional en el caso de que exista dicho riesgo¹⁸.

Por otro lado, en los últimos 15 años, han incrementado el número de estudios que utilizan las llamadas Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en el manejo del dolor en gente joven. En la misma línea, dispositivos móviles como PDA’s y smartphones han sido utilizados para evaluar el dolor en personas jóvenes⁵².

Escala de Tinetti es una nueva app destinada especialmente a fisioterapeutas que quieran administrar a sus pacientes la escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA). Dicha app ha sido creada a través de la plataforma web *MIT App Inventor 2*, una innovadora forma de introducción a la programación y a la creación de aplicaciones que permite transformar el complejo lenguaje de la codificación⁵³. La app *Escala de Tinetti* podrá ser actualizada en cualquier momento por los creadores de la misma con el fin de añadir novedades en relación al diseño o al funcionamiento de la misma. Las actualizaciones de las apps es una opción ofrecida por la plataforma *MIT App Inventor 2*.

Mark Friedman y el profesor del MIT, Hal Abelson, co-lideraron el desarrollo de *App Inventor* en 2009. Otros de los primeros colaboradores de *Google Engineer* fueron Sharon Perl, Liz Looney y Ellen Spertus. *App Inventor* funciona como un servicio web administrado por el personal del Centro de Aprendizaje Móvil del MIT, una colaboración del Laboratorio de Informática e Inteligencia Artificial (CSAIL) del MIT y el Laboratorio de Medios del MIT⁵³.

En 2015, la comunidad *MIT App Inventor* constaba de casi 3 millones de usuarios que representan a 195 países. Más de 100.000 usuarios semanales activos han construido más de 7 millones de aplicaciones para dispositivos con S.O. Android. *MIT App Inventor* es una herramienta de código abierto que busca que la programación y la creación de aplicaciones sea accesible a una amplia gama de audiencias. *MIT App Inventor* ha llamado la atención de⁵³:

- Educadores que han utilizado *MIT App Inventor* para introducir conceptos de programación a sus estudiantes de Ciencias de la Computación, de clubs de ciencias, asistentes de programas después de la escuela y campamentos de verano. Muchos educadores también han comenzado a usar *MIT App Inventor* para desarrollar aplicaciones en apoyo de sus propios objetivos de educación.
- Gobierno, empleados civiles y voluntarios que han aprovechado *MIT App Inventor* para desarrollar aplicaciones personalizadas relacionadas con las necesidades de la comunidad.
- Diseñadores y gerentes de productos que han visto el potencial que *MIT App Inventor* tiene para soportar el proceso de diseño.
- Los investigadores que utilizan *MIT App Inventor* para crear aplicaciones personalizadas que pueden procesar su recopilación de datos y los requisitos de análisis en una amplia variedad de campos médicos y sociales.
- Aficionados y empresarios que quieren convertir rápidamente una idea en una aplicación sin el coste o la curva de aprendizaje de los procesos de creación de aplicaciones más tradicionales.

JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

3.1 Justificación

El ictus es la causa más frecuente de incapacidad en el adulto y de muerte en los países occidentales^{1,3}, suponiendo un gran gasto en cuidados relacionados con dicha patología¹⁰. Además sabemos que la incidencia en la actualidad está en aumento⁸, ya que a pesar de la mejora de la atención del ictus agudo y de pacientes hospitalizados, es probable que la prevalencia del ictus aumente en el futuro debido al envejecimiento de la población⁶. El ictus supone, por tanto, una gran repercusión individual, pero también familiar y social¹¹.

La funcionalidad del paciente suele verse frecuentemente comprometida³, provocando una marcha insegura¹³ y disfunciones en el equilibrio¹⁵. Las alteraciones de la marcha y del equilibrio son datos de interés para el desarrollo de caídas¹⁶. Las caídas son frecuentes en personas mayores pero son incluso más frecuentes en personas que han sufrido un ictus¹⁷.

Las intervenciones para reducir las caídas han demostrado ser efectivas. Estos programas pueden incluir ejercicios de equilibrio, ejercicios de entrenamiento de la fuerza, modificación del hogar, administración de medicamentos y gestión de riesgos multifactoriales. La rehabilitación física del ictus incluye programas de entrenamiento del equilibrio para disminuir así el riesgo de caída¹¹.

Debido a que el riesgo de caída es muy común y modificable¹¹ resulta necesario identificarlo y transformarlo¹⁸. Por este motivo los profesionales necesitan métodos para poder identificar fácilmente qué pacientes que hayan sufrido un ictus tienen un elevado riesgo de caída¹¹.

La escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA) ofrece una ventaja sobre otras pruebas de evaluación, ya que realiza una valoración tanto de la marcha como del equilibrio, dos aspectos que brindan una información más completa para evaluar el riesgo de caída y determinar si existen alteraciones en la marcha y en el equilibrio que requieran una intervención¹⁶. De esta forma, identificando aquellos pacientes que tengan un aumento del riesgo de caída a corto plazo, podremos aplicar medidas preventivas en sus tratamientos⁴².

Por otro lado, la utilización de teléfonos móviles ha aumentado en gran medida desde los inicios del siglo XXI⁴⁸, convirtiéndose en una herramienta imprescindible en el mundo de la medicina⁵¹. Al mismo tiempo que crece el uso de los smartphones se desarrollan numerosas aplicaciones. Sin embargo, el mercado de apps para el cuidado de la salud está muy fragmentado, ya que están desarrolladas para contextos muy específicos o para enfermedades con baja incidencia⁴⁹. Las aplicaciones móviles ofrecen una solución viable, rentable y altamente accesible⁵⁰, ya que el uso de papel como método de recogida de datos no es un método sencillo. Además las aplicaciones de los teléfonos móviles pueden crearse en diferentes idiomas⁴⁸. De esta forma, los teléfonos móviles, son una herramienta eficaz en investigación, convirtiéndose actualmente en la herramienta más barata para la recogida de datos, ya que no necesita realizar fotocopias⁴⁸.

Sin embargo, una de las mayores desventajas de haber digitalizado los cuestionarios es que con frecuencia se han utilizado sin un previo y riguroso análisis de las propiedades psicométricas⁵². Es por ello que la app *Escala de Tinetti* ha sido creada a partir de los datos obtenidos en el proceso de adaptación de la escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA) a población española que ha sufrido un ictus. Los profesionales que la descarguen podrán tener acceso a una forma fácil y económica de administrar dicha escala, así como a datos obtenidos tras el análisis psicométrico de la valoración de 153 pacientes que han sufrido un ictus.

3.2 Objetivos

A continuación se recogen los objetivos de este estudio:

- Realizar una adaptación inicial de la escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA) a población española que ha sufrido un ictus.
- Crear una app para smartphones y tablets, con S.O. Android 4.0 o superior, que permita la evaluación de pacientes con la escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA).

MÉTODO

4. MÉTODO

4.1 Instrumentos

El instrumento de medida que se va a utilizar para evaluar el equilibrio y la marcha de los pacientes que han sufrido un ictus es la escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA) (**Anexo I**).

La escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA) corresponde a la línea de las Medidas Basadas en la Ejecución y fue realizada por la Dra. Tinetti de la Universidad de Yale en 1986. La escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA) fue originalmente creada para usar en personas mayores institucionalizadas¹⁵. También ha sido utilizada en patologías crónicas, en las que los pacientes son independientes o requieren mínima ayuda para las actividades básicas de la vida diaria⁴². Está formada por dos subescalas: la subescala de equilibrio y la subescala de marcha¹⁵ y su objetivo principal es detectar qué ancianos presentan riesgo de caída⁵⁴.

La subescala de equilibrio está compuesta por 9 ítems¹⁶, a través de los cuales se pretende valorar la capacidad del paciente para mantener el control postural mientras está sentado en una silla, mientras se levanta de la misma, durante el periodo inmediato tras levantarse, en bipedestación con los ojos abiertos y cerrados, mientras da un giro de 360° y el equilibrio reactivo. El equilibrio reactivo es la habilidad de mantener el control postural mientras que un impulso externo intenta desestabilizar al paciente¹⁵.

La subescala de marcha está compuesta por 7 ítems¹⁶, a través de los cuales se valora la simetría del paso, la iniciación de la marcha, la base de sustentación, la fluidez del paso, la longitud del paso, la trayectoria y la postura durante la marcha¹⁵.

Algunos ítems se puntúan con 0 o 1, mientras que otros se puntúan con 0, 1 o 2. Se puntúa como 0 cuando la persona no logra o no mantiene la estabilidad en los cambios de posición o tiene un patrón de marcha inapropiado; se puntúa como 1 cuando logra los cambios de posición o presenta patrones de marcha con compensaciones posturales; se puntúa como 2 cuando el sujeto no presenta dificultades para ejecutar las diferentes

tareas de la escala. La puntuación 0 se considera una condición anormal, la 1 adaptativa y la 2 normal. En los ítems para los que no exista la puntuación 2, se puntuarán como normales (puntuación 1) o anormales (puntuación 0) ¹⁶.

La puntuación máxima del equilibrio es 16 y la de la marcha 12, siendo por tanto la total 28¹⁶.

Los pacientes fueron también clasificados según el cuestionario *Functional Ambulation Category (FAC)* para poder después analizar la validez convergente de la escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA). FAC es una herramienta frecuentemente utilizada en la clínica para evaluar la marcha, fue descrita por Holden en 1984 y clasifica la habilidad de la marcha en 6 niveles distintos (**Anexo II**). Es una herramienta fácil de usar, de interpretar, que requiere poco tiempo y de bajo coste, ya que únicamente se necesitan 15 metros de terreno llano y unas escaleras. Esta escala ha demostrado ser fiable y válida en pacientes que han sufrido un ictus³⁶. FAC fue escogida para el análisis de la validez criterial debido a que los evaluadores la utilizan con mucha frecuencia y debido a que en la bibliografía es una escala muy utilizada para la valoración de la marcha en ictus.

FAC clasifica la habilidad de la marcha en 6 niveles (0-5), donde los niveles 3, 4 y 5 son los que implican que el sujeto no necesita contacto físico de otra persona para andar, por lo que, debido a nuestros criterios de inclusión, todos los participantes se encontrarán en estos niveles³⁶.

4.2 Participantes

La muestra estuvo compuesta por 153 hombres y mujeres de edad adulta (N=153), residentes en las provincias de Sevilla, Murcia y Barcelona. La muestra fue reclutada de forma incidental en distintos hospitales públicos y privados de las tres localidades nombradas, así como de clínicas privadas, centros diurnos y asociaciones de daño sobrevenido. La edad media de los participantes fue de 70.9 años (DT=13), siendo el 64.1% hombres y el 35.9% mujeres.

Los criterios de inclusión establecidos fueron: hombres y mujeres que hayan sufrido un ictus, isquémico o hemorrágico, con más de 6 meses de evolución, con marcha autónoma (incluidos los pacientes que necesiten un bastón o andador) y con capacidad de entender órdenes sencillas, es decir, sin alteraciones cognitivas como la demencia.

En cuanto a los criterios de exclusión fueron los siguientes: sujetos adultos que no hablen y/o comprendan el español, pacientes con alteraciones de la marcha por otras causas neurológicas previas al ictus, tales como traumatismo cráneo-encefálico o enfermedad de Parkinson, sujetos en silla de ruedas o que requieran de otra persona para el desplazamiento, pacientes con medicación que pueda influir en el equilibrio o en la marcha y pacientes con dificultades visuales significativas, tales como cataratas y ceguera.

Todos los participantes fueron informados acerca de los riesgos y beneficios del estudio y otorgaron su consentimiento por escrito para declarar ser conocedor de toda la información relevante y participar de forma voluntaria (**Anexo III y IV**). El estudio se llevó a cabo siguiendo los principios de la Declaración de Helsinki y fue aprobado por el Comité de Ética de la Investigación de la Universidad de Murcia.

4.3 Procedimiento

El procedimiento concreto de la adaptación de la escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA) a población española que ha sufrido un ictus se llevó a cabo en sucesivas etapas. La primera fue atender al proceso de traducción de la escala; la segunda la realización de una prueba piloto; la tercera la aplicación del instrumento y la cuarta el análisis de las propiedades psicométricas de la escala.

Inicialmente, se comprobó si dicha escala había sido traducida al español. En un estudio de 2012¹⁶, basado en una Tesis Doctoral⁵⁵, se realizó la traducción directa e inversa del idioma inglés (idioma original de la escala) al español, tras obtener el permiso de la Dra. Tinetti. En el mismo estudio se detalla como un Comité de Expertos realizó el proceso de adaptación y las correcciones de la revisión, con el fin de determinar el sentido que la autora expresa en cada uno de los ítems, ofreciendo una garantía de equivalencia entre la original y la adaptación.

La realización de la prueba piloto se llevó a cabo en el Hospital Universitario Virgen Macarena de Sevilla, donde 10 sujetos, 6 hombres y 4 mujeres, con edad promedio de 73 años (DT=5), fueron evaluados con la escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA) con el fin de determinar la claridad de las instrucciones y la calidad lingüísticas de los ítems. En esta prueba piloto se llegó a la conclusión de que todas las instrucciones ofrecidas a los pacientes eran recibidas y comprendidas por los mismos de manera correcta, a excepción de dos ítems: el ítem 2 (levantarse de la silla) y el ítem 8 (girar 360°). Para el ítem 2 fue necesario advertir a los sujetos de que debían intentar hacerlo sin ayuda de sus miembros superiores, ya que algunos se apoyaban en estos por comodidad y no por necesidad. En el ítem 8, 4 de los 10 sujetos, preguntaron si debían hacerlo dando pasos con los dos pies o dando la vuelta sobre uno de los pies.

Para la aplicación del instrumento, todos los participantes fueron evaluados con la escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA) en las salas de fisioterapia de las distintas instituciones donde se reclutó la muestra. Las evaluaciones se iniciaron en marzo de 2015 y finalizaron en junio de 2016. Se llevaron a cabo en el horario de las sesiones de fisioterapia o en citas concertadas para la valoración.

La evaluación fue realizada por dos fisioterapeutas conocedores, por tanto, del movimiento normal y patológico, familiarizados con dicha escala y habituados al trato con pacientes que han sufrido un ictus. Los evaluadores observaban al paciente desde puntos distintos de la sala, de forma que no pudieran observar las puntuaciones del otro evaluador y recogiendo los valores de cada uno de los ítems en su hoja de registro. Los dos evaluadores hicieron previamente una reunión analizando cada uno de los ítems de la escala, con el fin de aclarar conceptos y asegurar que había homogeneidad en la comprensión del cuestionario y consenso en las instrucciones que recibirían los sujetos para la evaluación de cada una de las maniobras. Ambos evaluadores tomaron en consenso la decisión de dar la puntuación más baja para el ítem, en caso de dudar sobre la puntuación correcta para dicho ítem.

Para la valoración fue necesario una silla sin ruedas ni reposabrazos y un espacio de aproximadamente 8 metros de suelo llano donde los pacientes pudieran andar sin obstáculos. Cada evaluación tuvo una duración aproximada de 10 minutos.

La evaluación del equilibrio se inició con el paciente sentado en una silla. Uno de los evaluadores se encargaba de dar las instrucciones acordadas a los pacientes. Estas instrucciones eran órdenes sencillas tales como “permanezca sentado sin apoyar la espalda en el respaldo” (ítem 1), “levántese de la silla y permanezca de pie, intentando no usar los miembros superiores” (ítems 2-5), “junte los pies tanto cuanto pueda e intente estabilizarse” (ítem 6), “cierre los ojos” (ítem 7), “de una vuelta completa sobre sí mismo” (ítem 8), “siéntese” (ítem 9).

La evaluación de la marcha se llevó a cabo pidiéndole al paciente que se levantara y anduviese por la sala a la velocidad y con el dispositivo de marcha habitual, en caso necesario. Los evaluadores comenzaron a valorar la marcha cuando el paciente había recorrido algunos metros con el fin de que se relajara y adoptara los patrones de marcha usuales. La única orden utilizada fue “comience a andar y permanezca andando hasta que se le indique” (ítems 10-16).

Además, todos los pacientes fueron evaluados según el cuestionario Functional Ambulation Category (FAC) para poder después analizar la validez convergente de la escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA). Las instrucciones ofrecidas a los

pacientes fueron “camine hasta que se le indique” y “suba primero y baje después las escaleras”.

De todos los pacientes evaluados, 87 fueron citados de nuevo una semana después para el análisis de la fiabilidad Test-Retest. Solo fueron citados aquellos que no estaban recibiendo tratamiento fisioterapéutico y que por tanto éste no pudiera modificar el equilibrio y la marcha, evitando así que se falseen los resultados del análisis psicométrico.

La última fase de la adaptación de la escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA) a población española que ha sufrido un ictus se detalla en el siguiente apartado y corresponde a la comprobación de las propiedades psicométricas.

4.4 Análisis psicométrico

En el análisis psicométrico se estudiaron distintas propiedades psicométricas esenciales: análisis de los ítems, consistencia interna, fiabilidad Test-Retest (estabilidad), fiabilidad interjueces, validez de contenido, validez de constructo, validez convergente, efecto suelo y techo, reproductibilidad e interpretación.

En el análisis de los ítems se estudió cada uno de los ítems, atendiendo a la correlación entre el ítem y el resto del test. El índice de homogeneidad nos informa del grado en el que el ítem está midiendo lo mismo que el test en su globalidad, es decir, la homogeneidad de los distintos ítems^{56,57}. Para su estudio se calculó el coeficiente de correlación de Pearson⁵⁸.

La fiabilidad fue analizada desde diversos puntos de vista. En primer lugar, como consistencia interna. Se define como el grado en el que los diferentes subconjuntos del test covarían o correlacionan, es decir, en qué grado son consistentes entre sí. La consistencia interna fue analizada con el coeficiente alpha de Cronbach, mediante el cual se estudia la concordancia entre las puntuaciones de los participantes en relación a las partes más elementales del test: los ítems⁵⁸.

En segundo lugar, la fiabilidad como estabilidad. Se estimó administrando dos veces la escala (Test-Retest) con aquellos pacientes que habían terminado las sesiones de tratamiento fisioterapéutico, con el fin de que éstas no pudieran influir en la medición y contaminar los resultados. Se realizó, por tanto, con 87 participantes a los que se les administró dos veces la escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA), transcurriendo una semana entre ambas mediciones. Esta propiedad psicométrica se calculó con el coeficiente de correlación de Pearson⁵⁹.

Y en tercer lugar, la fiabilidad interjueces. Para su estimación fue necesaria la participación de dos fisioterapeutas cualificados en la temática de interés. Inicialmente, ambos evaluadores tuvieron una reunión con el fin de acordar ciertos aspectos de la medición para conseguir consenso en la interpretación del instrumento, así como en las puntuaciones, evitando posibles desacuerdos. La fiabilidad interjueces se estimó con el coeficiente de correlación intraclase (CCI)⁵⁸.

La validez de contenido valora el grado en el que el conjunto de ítems de un test constituye una muestra adecuada y representativa de los contenidos que se pretende evaluar. El procedimiento habitual para la validación del contenido es confiar en el juicio de los expertos^{58,60}. Aunque los ítems fueron validados originalmente, nosotros también hicimos una revisión de tales ítems. Se constituyó un grupo de tres expertos que valoró y aceptó la representatividad de los ítems de forma consensuada.

Para estudiar la validez estructural de la escala se utilizó el análisis factorial exploratorio (AFE) para comprobar si los datos de nuestra muestra se ajustan a las dos dimensiones incluidas en la prueba, la escala de marcha y la escala de equilibrio. En caso de comprobarse, se estaría aportando una evidencia de validez que, en nuestro caso, confirmaría la existencia del constructo *equilibrio* tal como ha sido definido por los autores para la elaboración original de la escala.

Para la realización del análisis se utilizó el programa FACTOR (Lorenzo-Seva y Ferrando, 2006)⁶¹ ya que se comprobó la existencia de curtosis en la distribución de algunos ítems de la escala. Una forma de paliar este problema es utilizar una matriz de correlaciones policóricas en lugar de la habitual matriz de correlaciones de Pearson, única implementada en el programa SPSS que es el que hemos utilizado para el resto de análisis aquí presentados⁶².

Para estimar la validez convergente fue necesaria la aplicación de otra escala que mida el mismo constructo u otro que se relacione en alguna medida. Cuando hay una medida de criterio aceptada por investigadores del campo se le llama *gold standard* o *estándar de oro* y los nuevos instrumentos que miden el mismo concepto o similar, se comparan con esa medida. Sin embargo, cuando no existen medidas previas que puedan considerarse como medida estándar, la validez convergente se mide buscando otro instrumento que sirva de medida comparable^{58,63}. En el caso del riesgo de caída, el equilibrio y la marcha, no existe una escala que sirva de estándar con la que podamos comparar nuestro instrumento. Por este motivo, utilizaremos como criterio la escala de marcha FAC para compararla, por un lado, con la subescala de marcha de la escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA), y por otro con la escala total. Sin embargo, debido a la ausencia de estudios que adapten esta escala al idioma español, hemos utilizado un instrumento que no está adaptado a nuestro idioma, siendo conscientes de

que debería ser así para su uso correcto⁶³. Esta propiedad psicométrica se calculó con el coeficiente de correlación de Pearson⁵⁹.

En relación al efecto techo y suelo, si del total de sujetos que responden a una escala de valoración, al menos el 15% de ellos obtienen la puntuación más alta o más baja del total de la puntuación, se considera que la escala posee efectos techo o suelo, respectivamente. La presencia de cualquiera de estos efectos hace que la fiabilidad se vea reducida en los pacientes que puntúen muy alto o muy bajo en las escalas de valoración, que la validez de contenido sea limitada y que la escala sea también poco sensible al cambio⁶⁴. Este efecto será por tanto estimado calculando el porcentaje de sujetos que presentan una puntuación de 0 (efecto suelo) y una puntuación de 28 (efecto techo).

Por otro lado, se valoró la reproductibilidad (reproductibility). Se trata de una propiedad referida al grado en el que la administración repetida de la escala a una persona estable (Test-Retest) produce resultados similares⁶⁵. Una forma de reproductibilidad es el acuerdo (agreement) que tiene que ver con el error absoluto de medida y se refiere al grado de semejanza entre las puntuaciones obtenidas por una persona en aplicaciones sucesivas del test. Es preciso que el error de medida sea pequeño en pruebas evaluativas, como la nuestra, cuya finalidad es la de distinguir cambios clínicamente importantes más allá de los debidos al error en la medición⁶⁵. El error de medida puede ser estimado por el error típico de medida (ETM) que se calcula como:

$$ETM = \sqrt{MCError}$$

siendo MCError la que se obtiene en el correspondiente ANOVA de medidas repetidas. El ETM puede ser transformado en un nuevo indicador denominado “cambio más pequeño detectable” (CPD) según la expresión:

$$CPD = 1.96 \cdot \sqrt{2} \cdot ETM$$

Esta expresión del CDP es una estimación del cambio más pequeño en la puntuación de una persona que, con una probabilidad $p < .05$, puede ser interpretado como un cambio real, más allá del error de medida⁶⁵. Se calculó por tanto el CDP de la escala total, de la subescala de equilibrio y de la subescala de marcha.

La interpretación de los resultados se realizará mediante el procedimiento de baremación centílica. Los centiles representan medidas de posición en una distribución de frecuencias. Consiste, por tanto, en ordenar los resultados obtenidos en una escala centil. Para ello, será necesario averiguar los puntos centiles. Estos puntos indican la puntuación del test que deja por debajo a un determinado porcentaje de casos. Así, asignamos a cada valor un porcentaje (del 1 al 100) que se denomina centil y que indica el porcentaje de sujetos que han obtenido una puntuación igual o menor a dicha puntuación^{66,67}.

En todos los análisis se consideró un valor significativo para $p < .05$. Todos los datos fueron codificados, chequeados y analizados con el programa estadístico SPSS 24.0 para Windows⁶⁸.

4.5 App Escala de Tinetti

4.5.1 Creación de la app

La app *Escala de Tinetti* ha sido creada a través de la plataforma web *MIT App Inventor 2*. *MIT App Inventor 2* es una innovadora forma de introducción a la programación y a la creación de aplicaciones que permite transformar el complejo lenguaje de la codificación. La principal misión de este servicio web es democratizar el desarrollo del software al permitir que todas las personas, especialmente los jóvenes, pasen de ser consumidores de la tecnología a convertirse en creadores de la misma⁵³.

Desde la app *Escala de Tinetti* se pretende facilitar la recopilación de datos de los pacientes, así como tener acceso a datos obtenidos en la adaptación de la escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA) a población española que ha sufrido un ictus.

A través de una cuenta de *Google*, se permite el acceso al servicio *MIT App Inventor 2*, donde se puede iniciar la creación de las apps (**Figura 2**).

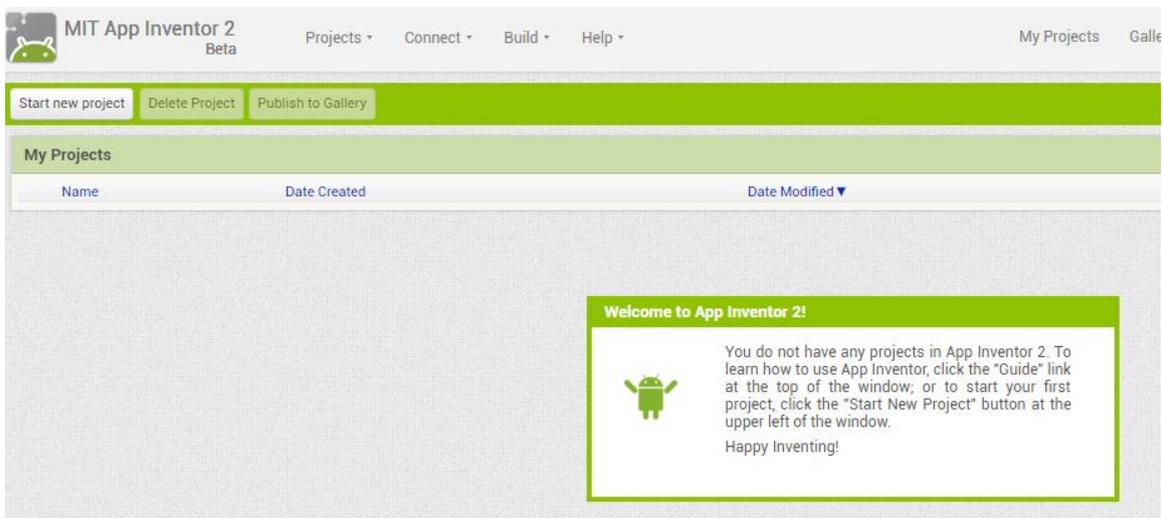


Figura 2. Sesión iniciada en *MIT App Inventor 2*. Fuente: <http://appinventor.mit.edu/explore/>

En primer lugar, se debe dar nombre al proyecto que se quiere iniciar. Una vez determinado éste, se puede acceder a él y empezar a diseñar la app.

El primer paso que hubo que llevar cabo para diseñar la app, fue crear el número de pantallas que tendría ésta, es decir, insertar tantas pantallas como apartados quisiéramos

que tuviera la app, incluyendo a éstas la pantalla de inicio. La app *Escala de Tinetti*, consta de 5 pantallas: la Pantalla 1 (menú principal) y 4 pantallas más, una para cada apartado.

Para diseñar cada pantalla, *MIT App Inventor 2*, pone a disposición del usuario dos visores paralelos: “Diseñador” y “Bloques”. De forma que, a través de ambos visores se determina la apariencia y el funcionamiento de cada pantalla.

El visor “Diseñador” permite diseñar la apariencia de la app, es decir, crear el diseño de los botones, el color del fondo, las imágenes que aparecerán en la app, etc. De esta forma, y a través de una pantalla que simula la pantalla de un teléfono móvil, se muestra la apariencia que tendrá la app en un smartphone o tablet. Por otra parte, a través del visor “Bloques”, se determina el funcionamiento de la app, es decir, cómo se relacionan los distintos botones que se han incluido a través del visor “Diseñador”, a qué dan acceso y en definitiva al funcionamiento que tienen dentro de la app.

Cada visor consta de una barra de herramientas distinta. En la barra de herramientas del visor “Diseñador” (**Figura 3**), aparecen los distintos elementos que podemos incluir en las pantallas: Botón, Etiqueta, Imagen, etc. A través de la barra de herramientas del visor “Bloques” (**Figura 4**), se seleccionan los distintos bloques, que, uniéndolos, determinan el funcionamiento de cada elemento. Por ejemplo, “Al hacer clic en el Botón6, se cierra la aplicación” (**Figura 5**) o “Al activar la casilla de verificación 2, deshabilitar la casilla de verificación 1 y 3 y suma 1 punto a la puntuación global” (**Figura 6**). Esta última función resulta de gran importancia, de forma que determina que, si el profesional elige la segunda opción para el ítem 9, no pueda elegir la primera o la tercera, ya que quedan deshabilitadas.

A medida que se diseña la app, desde *MIT App Inventor 2*, puede generarse un código QR (Quick Response code) (**Figura 7 y Figura 8**) que, a través de la cámara de un smartphone, permite descargar un archivo en dicho dispositivo para visualizar la forma y la funcionalidad que va adquiriendo la app. Esto permite hacer las modificaciones pertinentes en los visores “Diseño” y “Bloques” para que la app se adapte a las necesidades del creador de la misma.

Una vez terminado el diseño de la app, debemos guardar ésta en nuestro ordenador en formato .apk (**Figura 9**). Este archivo será el que se necesite para publicar la app en *Google Play*.

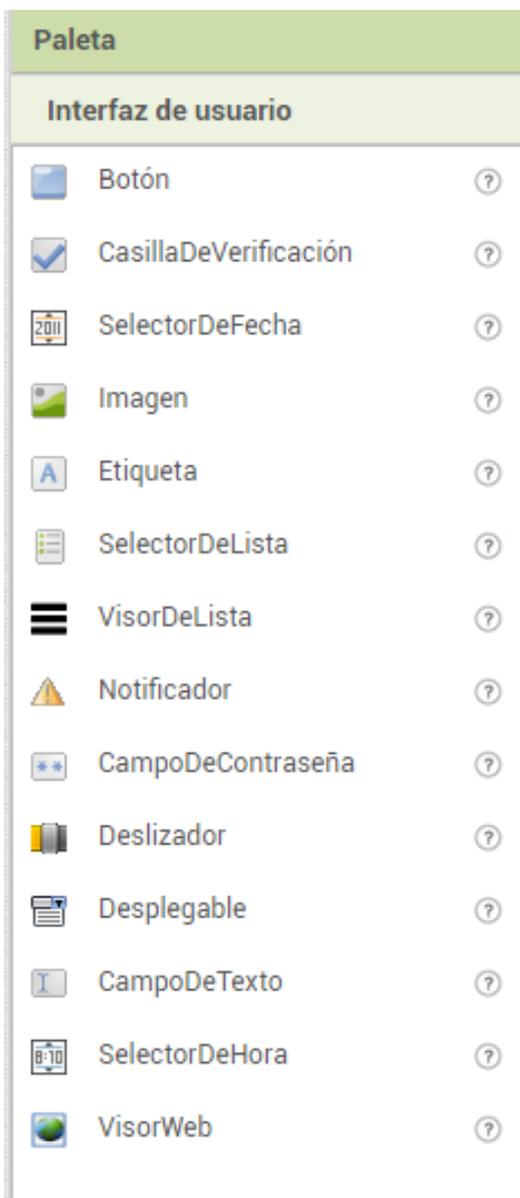


Figura 3. Barra de herramientas del visor "Diseñador". Fuente: <http://appinventor.mit.edu/explore/>

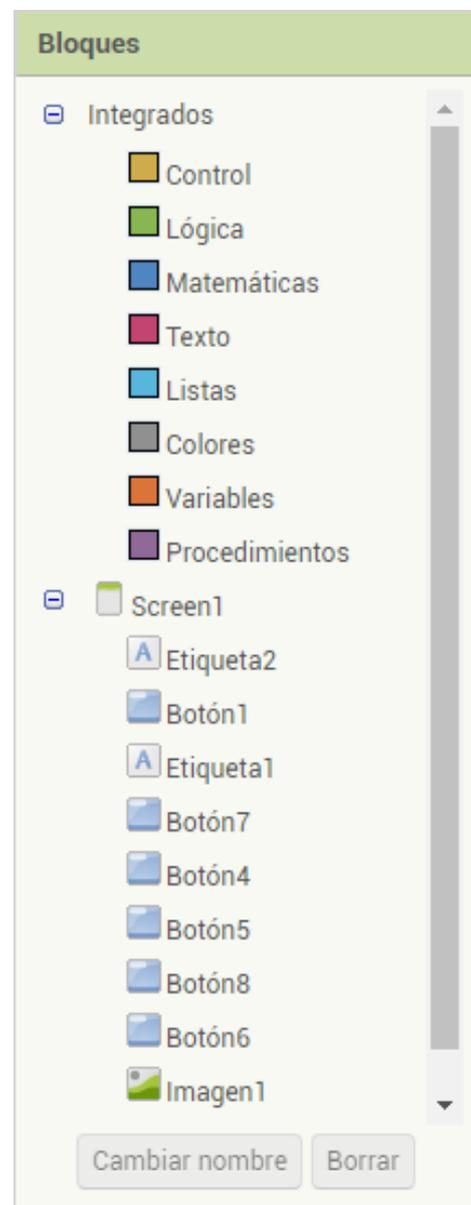


Figura 4. Barra de herramientas de visor "Bloques". Fuente: <http://appinventor.mit.edu/explore/>

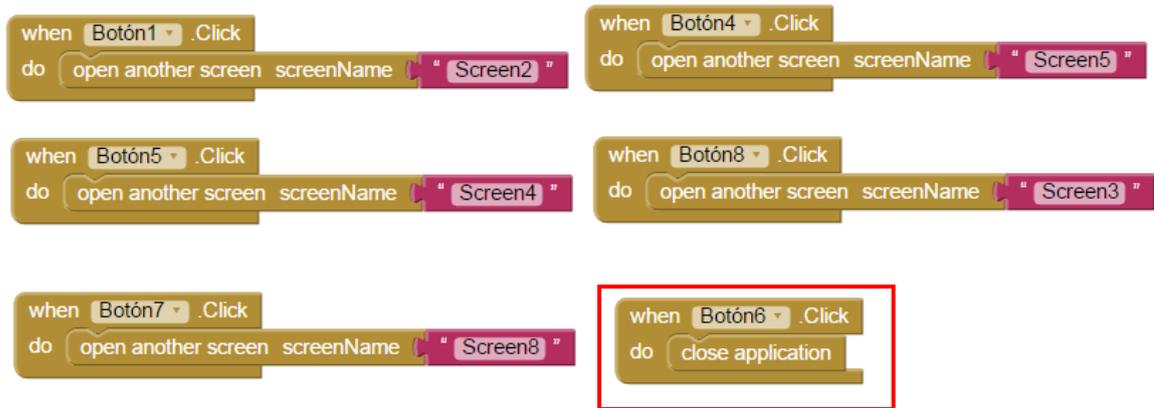


Figura 5. Bloques. Fuente: <http://appinventor.mit.edu/explore/>



Figura 6. Bloques. Fuente: <http://appinventor.mit.edu/explore/>

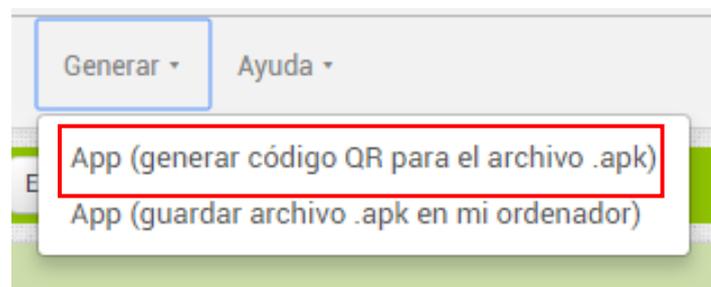


Figura 7. Generar código QR. Fuente: <http://appinventor.mit.edu/explore/>



Figura 8. Código QR generado. Fuente: <http://appinventor.mit.edu/explore/>

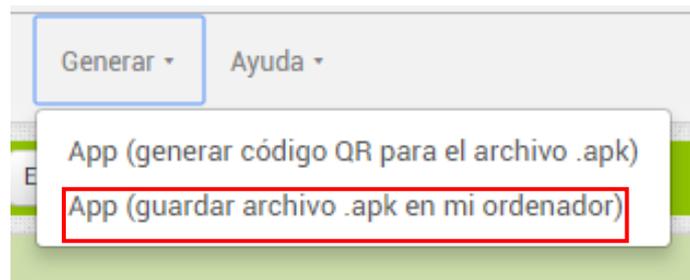


Figura 9. Guardar archivo .apk. Fuente: <http://appinventor.mit.edu/explore/>

4.5.2 Publicación de la App

El proceso de publicación conlleva distintos pasos. Inicialmente se debe crear una cuenta en *Google Play Developer Console*. Para ello, es necesario iniciar sesión con una cuenta de *Google*, aceptar el Acuerdo para desarrolladores, pagar la cuota de registro (25\$) y rellenar la información de tu cuenta (nombre del desarrollador, cuenta de correo electrónico y número de teléfono).

Para publicar la app en *Google Play*, es necesario atender algunas cuestiones. En primer lugar, se debe incluir la información del producto, es decir, el nombre y la descripción de la aplicación que se quiere publicar. El nombre de la app se determinó que fuera *Escala de Tinetti*. Por lo que, es dicho nombre el que se deberá incluir en el

buscador de *Google Play* para localizar la app. La descripción de la app debía ser breve y concisa, de forma que el usuario tuviera, en pocas palabras, la información sobre la función de dicha app. La descripción contiene dos apartados: descripción breve (máximo 80 caracteres) y descripción completa (máximo 4000 caracteres).

El texto de la descripción breve de la app es:

“Herramienta de valoración mediante la escala de Marcha y Equilibrio (POMA).”
(75/80 caracteres).

El texto de la descripción completa de la app es:

“La presente app ha sido diseñada para facilitar a los profesionales la valoración del riesgo de caída de sus pacientes a través de la escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA), con el fin de ser una herramienta útil en la clínica diaria. Ha sido creada por la doctoranda, fisioterapeuta especializada en Fisioterapia Neurológica, a partir de la propuesta original de uno de los directores de este trabajo, el profesor Antonio Velandrino de la Universidad de Murcia. Es importante ser conocedor de que los datos ofrecidos en esta app han sido obtenidos tras el análisis psicométrico de la valoración de 153 usuarios residentes en España que sufrieron un ictus con una evolución de 6 o más meses. Es, por tanto, en pacientes con dichas características en los que deben extrapolarse los datos aportados en la app. AVISO: el uso de esta aplicación es voluntario. No supone ninguna valoración definitiva, por lo que cualquier resultado con finalidad clínica deberá ser contrastado y verificado. Los autores no se responsabilizan del uso indebido de la aplicación”. (1194/4000 caracteres).

Además, se creó una cuenta de correo electrónico (escaladetinettiapp@gmail.com) para que los usuarios que lo requieran puedan contactar con la autora para cualquier cuestión relacionada con la app.

Por otro lado, se deben añadir recursos gráficos de la app para que aparezcan en la ficha de *Google Play*. En la ficha de la app *Escala de Tinetti* se añadieron 8 capturas de pantalla (**Figura 10 y 11**), el icono de alta resolución (**Figura 12**) y la imagen promocional (**Figura 13**). Para el diseño del icono de alta resolución y de la imagen

promocional de la app *Escala de Tinetti*, fue contratado el servicio de la diseñadora *Alba de la Herrán, diseño gráfico*.

La propuesta para *Alba de la Herrán, diseño gráfico*, fue que el icono de alta resolución debía ser sencillo, claro y en una gama de colores suaves. Además, debía incluir los siguientes elementos: una “E” mayúscula de “Escala”, una “T” mayúscula de “Tinetti”, y una balanza que represente el equilibrio.

El resultado final fue una “T” mayúscula en disposición vertical, junto con una “E” mayúscula en disposición horizontal, con función de balanza equilibrada, en tonalidades azules y blancas (**Figura 12**). Por otro lado, se solicitó la realización de una segunda imagen gráfica para utilizarla como imagen de promoción que incluyera el epígrafe completo “Tinetti”, utilizando la “T” del logotipo principal (**Imagen 13**).

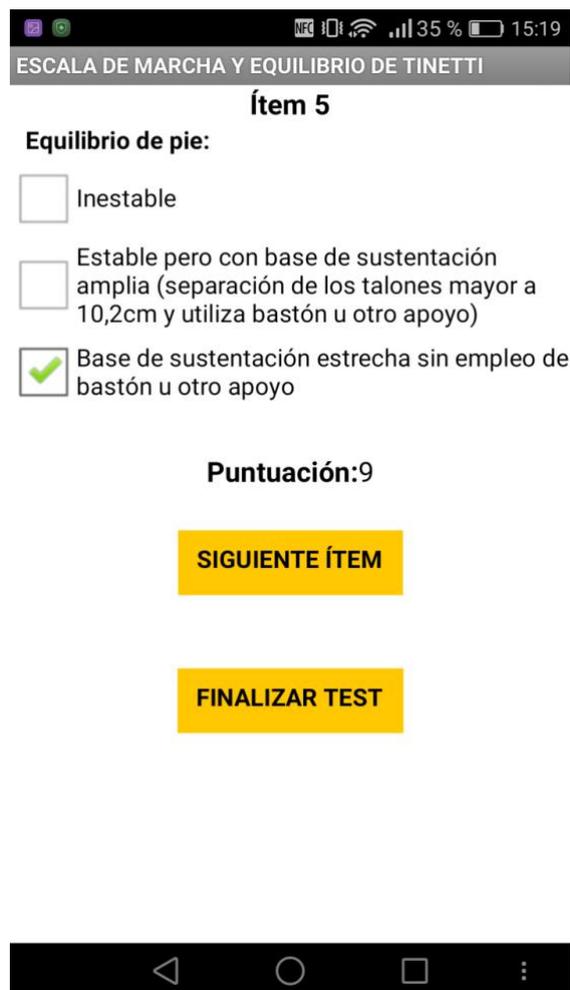


Figura 10. Captura de pantalla 1. Fuente: app *Escala de Tinetti*

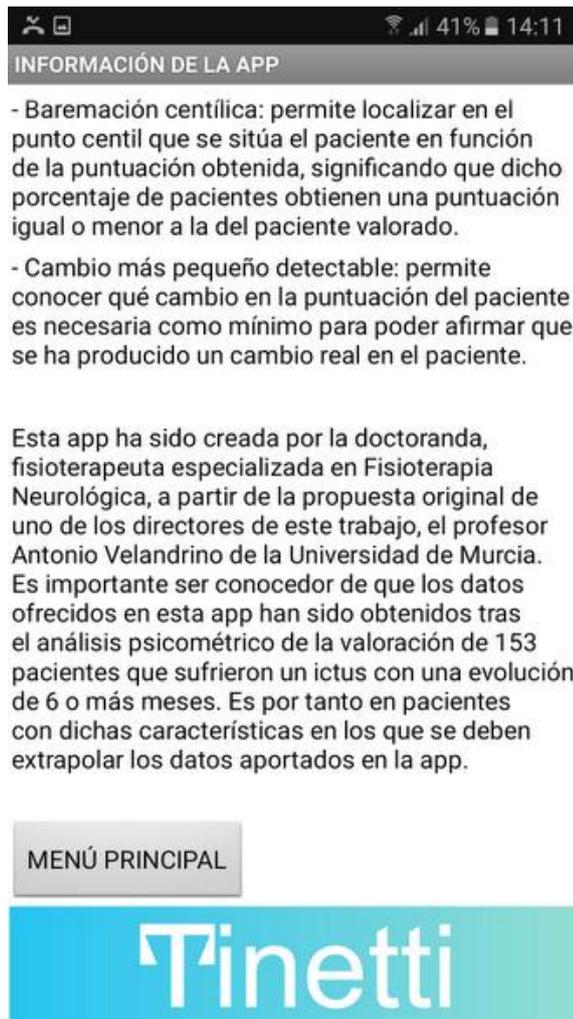


Figura 11. Captura de pantalla 2. Fuente: app *Escala de Tinetti*



Figura 12. Icono de alta resolución. Fuente: *Alba de la Herrán, diseño gráfico*



Figura 13. Imagen promocional. Fuente: Alba de la Herrán, diseño gráfico

A continuación, se debe importar el archivo .apk, que se generó anteriormente desde *MIT App Inventor*, a la cuenta de *Google Play Developer Console*. Una vez importado el archivo .apk, se deben atender a distintos aspectos. Por un lado, se debe atender a cuáles serán los países objetivos y cuál será el precio de la descarga. La app *Escala de Tinetti* está destinada inicialmente a la población española, aunque podrá ser útil para países hispanohablantes. Sin embargo, resulta necesario tener en cuenta que los datos ofrecidos en la app han sido obtenidos tras el análisis psicométrico de la valoración a población española, por lo que los países hispanohablantes podrían utilizar la app para administrar la escala pero no para extrapolar los datos recogidos en los apartados “baremación centílica” y “cambio más pequeño detectable”. La descarga de la app *Escala de Tinetti* es gratuita para todos los usuarios del sistema operativo Android.

Por último, se debe atender al proceso de categorización. Para ello se debe determinar qué tipo de aplicación es (juegos o aplicaciones), a qué categoría pertenece (medicina, deporte, ocio, etc.) y cuál es la clasificación de contenido. La app *Escala de Tinetti* se categorizó como aplicación de medicina. Para la clasificación de contenido se debe contestar a un cuestionario, donde una sucesión de ítems solicitan información sobre el vocabulario utilizado, el uso de material visual sexual, la presencia de información de sustancias tóxicas, etc. Tras responder al cuestionario, la plataforma *Google Play* determinó que la app *Escala de Tinetti* es apta para todos los públicos en Brasil, Norteamérica y Alemania. En Europa, Rusia, Corea del Sur y en el resto del mundo es apta para mayores de 3 años.

Una vez atendidos todos los aspectos citados anteriormente, se solicitó la revisión de los mismos para que el equipo de *Google Play* verificara la aplicación. Dicho equipo devolvió a la autora de la app un informe previo al lanzamiento, donde especificaron lo siguiente: “No se han encontrado vulnerabilidades conocidas en la versión 1 del APK de

Escala de Tinetti”. Es decir, se permitía el lanzamiento y la publicación de la app *Escala de Tinetti* en la plataforma *Google Play*.

El lanzamiento de la aplicación se puede llevar a cabo en una, dos o tres etapas, siendo necesaria siempre la aceptación de las condiciones de *Google Play*. La primera (versión alfa) y la segunda etapa (versión beta) son fases optativas que facilitan la tercera (producción). La versión alfa permite que un grupo reducido de usuarios prueben la aplicación. La versión beta permite que dicho grupo de usuarios (testers) se amplíe. La versión beta puede ser abierta (la aplicación aparecerá en *Google Play*) o cerrada (se gestionan los testers por la dirección de correo electrónico). La producción permite que la aplicación esté disponible para todos los usuarios de los países en los que se haya decidido comercializarla. El lanzamiento de la app *Escala de Tinetti* se llevó a cabo en tres etapas. Inicialmente se realizó la versión alfa para que la autora y los tutores de la presente Tesis Doctoral pudieran descargar y manejar la app. A continuación, se realizó la versión beta abierta, ampliando el grupo de testers a 15 fisioterapeutas a los que se les envió por correo electrónico el enlace de la descarga de la app con el fin de que la descargasen y utilizaran. Igualmente, se les pidió que contestaran y enviaran una encuesta (**Anexo V**) a la dirección de correo escaladetinettiapp@gmail.es, con el fin de conocer las opiniones de los profesionales. Finalmente, al haber realizado la versión beta abierta, la fase de producción se había llevada a cabo, de forma que todos los usuarios españoles de *Google Play* tenían acceso a la descarga de la app de forma gratuita.

RESULTADOS

5. RESULTADOS

5.1 Análisis psicométrico

Se obtuvo una muestra de 153 adultos (N=153), 98 hombres y 55 mujeres con 70.9 años de edad media (DT=13), que completaron correctamente el proceso de administración de la escala. En la **Tabla 1** se recogen algunas de las características relevantes de los participantes de nuestro estudio, reflejando el número y el porcentaje de participantes que reúne cada una de las características. No hubo diferencias significativas entre la edad de los hombres (M = 69.5; DT = 13.4) y la de las mujeres (M = 73.6; DT = 12.01), $p = .069$.

Tabla 1. Características de la muestra

	N	Porcentaje (%)
<i>Edad media (DT)</i>	70.9 (13.0)	153
<i>Sexo</i>		
Hombre	98	64.1
Mujer	55	35.9
<i>Tipo de ictus</i>		
Isquémico	91	59.5
Hemorrágico	62	40.5
<i>Institución</i>		
Pública	109	71.2
Privada	44	28.8
<i>Tipo de centro</i>		
Hospital	115	75.2
Centro diurno	21	13.7
Asociación	7	4.6
Clínicas privadas	10	6.5

Conforme al objetivo planteado de analizar las propiedades psicométricas de la escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA), se realizó el análisis de la fiabilidad

como consistencia interna utilizando el Alfa de Cronbach. Para medir la consistencia interna se analizó la fiabilidad de la subescala de equilibrio, de la subescala de marcha y de la escala total. El resultado obtenido en la escala total ($\alpha=0.950$) indica que la escala goza de una buena consistencia interna, es decir, los ítems que miden el riesgo de caída son consistentes y homogéneos entre sí. Respecto a las subescalas, la subescala de equilibrio ($\alpha=0.936$) tiene una mayor consistencia interna que la subescala de marcha ($\alpha=0.878$), es decir, los ítems que miden la subescala de equilibrio son un poco más consistentes y homogéneos que los que miden la subescala de marcha.

Para el análisis de los ítems se estudió la homogeneidad de todos ellos, es decir la correlación corregida entre el elemento y el total de la escala. Además, se analizaron la repercusión que tendría la eliminación de cada ítem sobre la consistencia interna (α). Estos análisis se recogen en la **Tabla 2**. La correlación corregida muestra valores intermedios, lo que nos indica resultados favorables, ya que tanto valores muy altos como muy bajos en la correlación podrían significar la posibilidad de prescindir del ítem. Por otro lado, podemos observar en la Tabla 2 que la eliminación de cada ítem no influiría, en gran medida, en la consistencia interna de la escala, lo que nos lleva a pensar que no hay ningún ítem que no deba estar incluido en la escala desde el punto de vista de la aportación de cada ítem al constructo global.

Tabla 2. Análisis de los ítems. Índice de homogeneidad

Ítem	Correlación elemento- total corregida	Alfa de Cronbach si se elimina el elemento
Ítem 1	0.335	0.952
Ítem 2	0.745	0.947
Ítem 3	0.727	0.947
Ítem 4	0.827	0.945
Ítem 5	0.796	0.946
Ítem 6	0.894	0.944
Ítem 7	0.726	0.947
Ítem 8a	0.703	0.947
Ítem 8b	0.794	0.946
Ítem 9	0.816	0.945

Ítem 10	0.730	0.947
Ítem 11a	0.574	0.949
Ítem 11b	0.595	0.949
Ítem 11c	0.494	0.950
Ítem 11d	0.552	0.950
Ítem 12	0.592	0.949
Ítem 13	0.616	0.949
Ítem 14	0.830	0.945
Ítem 15	0.781	0.947
Ítem 16	0.446	0.951

La estabilidad Test-Retest se analizó con los datos obtenidos en las dos mediciones, atendiendo a la correlación entre las dos medidas de la subescala equilibrio, la correlación entre las dos medidas de la subescala marcha y la correlación entre las dos medidas de la escala total. La estabilidad se estudió en aquellos pacientes que no estaban realizando tratamiento de fisioterapia (N=87), transcurriendo una semana entre ambas mediciones. La correlación entre las dos medidas de la subescala de equilibrio fue de 0.970; entre las dos medidas de la subescala de marcha 0.973; y entre las dos medidas de la escala total 0.981. Los resultados de las correlaciones nos indican por tanto muy buena estabilidad Test-Retest, es decir, la medición con la escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA) obtiene resultados muy similares cuando la escala se aplica dos veces en condiciones similares.

Para analizar la fiabilidad interjueces se analizó el coeficiente de correlación intraclase (C_{CI}) para la subescala de equilibrio, la subescala de marcha y la escala total. Para la obtención del C_{CI} se asumió un modelo de efectos aleatorios completo. La estimación se basó en la aproximación del acuerdo absoluto⁵⁸. Los resultados obtenidos se muestran en la **Tabla 3**, donde se recogen los distintos valores que adopta el C_{CI} promedio en cada una de las subescalas y el intervalo de confianza del 95% del C_{CI} . Como podemos observar en la Tabla 3, las tres medidas obtuvieron un resultado próximo a 1, lo que indica un alto grado de concordancia entre ambos evaluadores.

Tabla 3. Coeficiente de correlación intraclase

	C _{CI}	IC 95% del C _{CI}
Subescala de equilibrio	0.984	[0.977-0.977]
Subescala de marcha	0.986	[0.981-0.990]
Escala total	0.990	[0.986-0.993]

La validez de constructo se analizó a través del AFE. Para la extracción de factores del AFE se utilizó el método Mínimos Cuadrados no Ponderados (unweighted least squares, ULS). Para la rotación de los factores extraídos se utilizó un procedimiento de rotación oblicuo ya que se hipotetizó que ambas dimensiones estarían asociadas, como después lo confirmó el análisis que mostró una correlación de 0.678. El procedimiento utilizado fue Promax.

El estadístico KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) ofreció un valor de 0.889 y la prueba de esfericidad de Barlett resultó significativa ($p < .01$). Por tanto, la matriz de correlaciones es factorizable, puesto que existen correlaciones distintas de cero entre los ítems. La matriz de configuración tras la extracción y rotación de los factores aparece en la **Tabla 4**. En ella se presentan sólo las cargas superiores a 0.300. Como es una rotación oblicua no procede la estimación de proporción de varianzas explicadas, ya que ambos factores no son ortogonales en esta rotación. “La matriz de configuración ofrece las saturaciones de las variables en los factores de la solución rotada. Estas saturaciones representan la contribución neta de cada variable en cada factor, por lo que constituyen la manera más fácil de interpretar la solución factorial”⁶².

En la Tabla 4, en la que se presenta el AFE con los ítems reflejando el contenido y la subescala o dimensión donde se ubicaron originalmente: Equilibrio o Marcha, se aprecia que todos los ítems cargan en el factor que se espera excepto el ítem 10 (*Iniciación a la marcha*), el ítem 14 (*Trayectoria al caminar*) y el ítem 16 (*Postura al caminar*), que siendo ítems originariamente de la dimensión de Marcha cargan más en la dimensión de Equilibrio.

Para la evaluación de la bondad de ajuste, de este modelo factorial de dos dimensiones, el programa FACTOR ofrece varios índices. El Goodness Fit Index (GFI) ofreció un valor de 0.98 y el Adjusted Goodness Fit Index (AGFI), un ajuste del GFI

para la complejidad del modelo, también arrojó un valor de 0.98. Ambos muy cercanos al valor de 1 que indica el máximo ajuste posible. Otro índice de ajuste es el Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) que dio un valor de 0.072. Dicho valor no supera el límite de 0.08, por lo que se considera un ajuste aceptable.

Tabla 4. Matriz de configuración del AFE

I = Factor 1 o Equilibrio (E), II = Factor 2 o Marcha (M)

Ítem	Factor	
	1	2
I8 (E) Vuelta 360°: Pasos/Estabil.	0.847	
I8B (E) Vuelta 360°: Estabilidad	0.810	
I6 (E) Empujar	0.785	
I4 (E) Equilibrio bipedestación inmediata (primeros 5 segundos)	0.780	
I7 (E) Ojos cerrados	0.766	
I5 (E) Equilibrio en bipedestación	0.749	
I14 (M) Trayectoria	0.726	
I8A (E) Vuelta 360°: Pasos	0.704	
I9 (E) Sentarse	0.668	
I2 (E) Levantarse	0.655	
I3 (E) Intentos para levantarse	0.642	
I1 (E) Equilibrio sentado	0.511	
I10 (M) Iniciación de la marcha	0.594	0.444
I16 (M) Postura al caminar	0.585	
I15 (M) Tronco	0.309	0.547
I11PD (M) Longitud y altura paso, PD		0.812
I11PI (M) Longitud y altura paso, PI		0.756
I11PDA (M) Longitud y altura paso, PD: Sobrepasar		0.751
I11PIA (M) Longitud y altura paso, PI: Sobrepasar		0.702
I12 (M) Simetría del paso		0.633
I13 (M) Fluidez del paso		0.609
I11PDB (M) Longitud y altura paso, PD: Separar		0.591
I11PIB (M) Longitud y altura paso, PI: Separar		0.575

El análisis de la validez convergente se estudió calculando el coeficiente de correlación de Pearson entre la subescala de marcha de la escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA) y la escala FAC. Además se calculó también la correlación entre la escala total y la escala FAC, con el fin de analizar cómo la subescala de equilibrio contribuye a la validez convergente. El coeficiente de correlación de Pearson entre la subescala de marcha y la FAC arrojó un valor de 0.817, por lo que existe alta correlación entre los resultados obtenidos en estas dos escalas. Por otro lado, el coeficiente de correlación de Pearson entre la escala total y la FAC adoptó un valor de 0.820, por lo que existe alta correlación entre los resultados obtenidos en estas dos escalas. Todos estos valores son significativos con $p < .05$.

Respecto al efecto suelo y al efecto techo, se calculó el número de participantes que habían obtenido 0 puntos (para el efecto suelo) y 28 puntos (para el efecto techo) en la escala de Marcha y Equilibrio de Timetti (POMA). De esta forma, 0 participantes obtuvieron un resultado de 0 y 24 participantes obtuvieron una puntuación de 28 en la valoración. Teniendo en cuenta que se asume como efecto suelo y techo un 15% de los participantes, y que el 15% de 153 es 23, diremos que en este estudio existe efecto techo, aunque no excesivo, por lo que nos permite aceptar la capacidad de detección de la escala.

También se analizó el acuerdo como forma de reproducibilidad, para lo cual, tal y como se citó anteriormente, se calculó el error típico de medida (ETM) con el fin de transformarlo en un nuevo indicador denominado “cambio más pequeño detectable” (CPD). Esta expresión del CDP es una estimación del cambio más pequeño en la puntuación de un paciente que, con una probabilidad $p < .05$, puede ser interpretado como un cambio real, más allá del error de medida. Se calculó el CPD para la subescala de equilibrio, para la subescala de marcha y para la escala total.

Para la subescala de equilibrio, el ETM adoptó un valor de

$$\text{ETM} = \sqrt{\text{MCErrror}} = \sqrt{0.140} = 0.374$$

y el CPD un valor de

$$CPD = 1.96 \cdot \sqrt{2} \cdot 0.374 = 1.037$$

Para la subescala de marcha, el ETM presentó un valor de

$$ETM = \sqrt{MCError} = \sqrt{1.154} = 1.074$$

y el CPD un valor de

$$CPD = 1.96 \cdot \sqrt{2} \cdot 1.074 = 1.088$$

Para la escala total, el ETM adoptó un valor de

$$ETM = \sqrt{MCError} = \sqrt{0.156} = 0.395$$

y el CPD un valor de

$$CPD = 1.96 \cdot \sqrt{2} \cdot 0.395 = 1.095$$

De esta forma, para poder afirmar, con una probabilidad máxima de equivocarnos del 5%, que un paciente ha experimentado un cambio real, más allá del error de medida, tiene que producirse una variación de ± 1.095 en la escala total. En concreto de -1.095 para un empeoramiento y de +1.095 para una mejora.

Respecto al procedimiento de interpretación de los resultados obtenidos en la administración de la escala, se ha realizado un gráfico que recoge la baremación centílica, de forma que cada puntuación en la escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA) se corresponde con un percentil. De esta forma, cada puntuación en la escala nos ofrece el tanto por ciento de participantes que ha obtenido una puntuación menor o igual a dicha puntuación. El gráfico de la baremación centílica se ha construido para la escala total en la **Figura 14**, para la subescala de equilibrio en la **Figura 15** y para la subescala de marcha en la **Figura 16**.

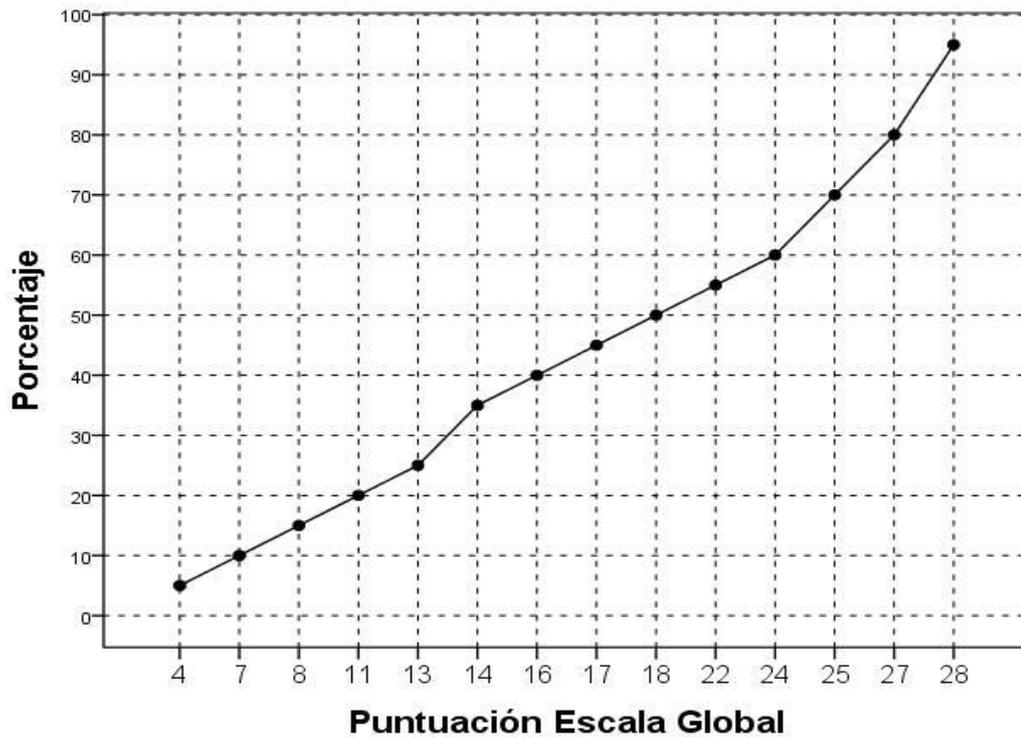


Figura 14. Baremación centílica de la escala total. Fuente: SPSS 24.0 para Windows

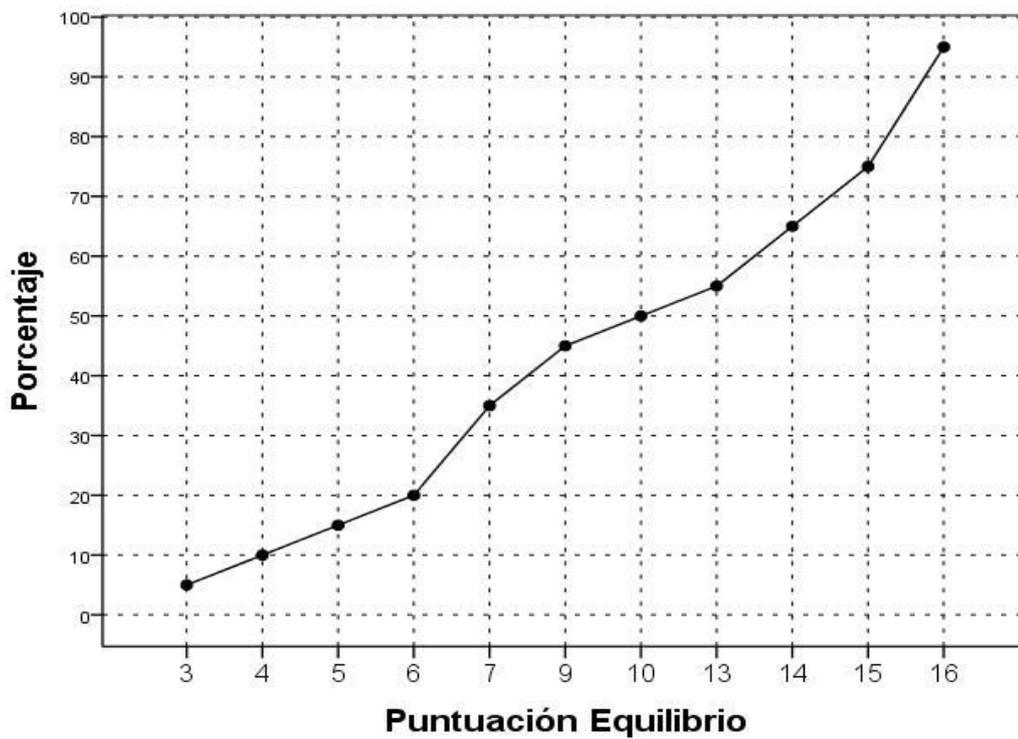


Figura 15. Baremación centílica de la subescala de equilibrio. Fuente: SPSS 24.0 para Windows

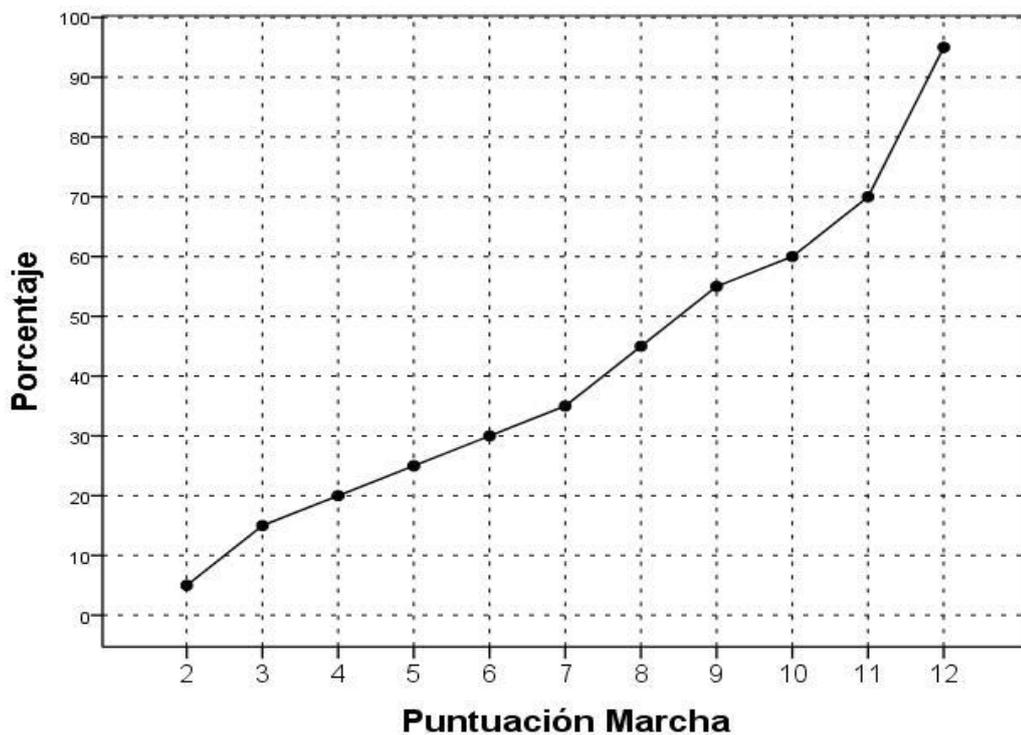


Figura 16. Baremación centílica de la subescala de marcha. Fuente: SPSS 24.0 para Windows

La **Tabla 5** recoge los valores de la baremación centílica que se representan en la Figura 14 (puntuación total), Figura 15 (puntuación en la subescala de equilibrio) y Figura 16 (puntuación en la subescala de marcha). Esta tabla es una salida directa del programa SPSS. Las casillas vacías significan que ese porcentaje no puede determinarse para puntuaciones o números enteros de la escala de valores. Por ejemplo, para la puntuación total se aprecia que el porcentaje 75 no presenta el correspondiente valor en esta escala. Esto es que la puntuación 26 no se corresponde con ninguno de los porcentajes que hemos calculado con intervalo de 5. En consecuencia, dicha puntuación de 26 puede ser asignada a un porcentaje en el entorno del 60%, siempre a criterio del profesional usuario. De esta manera, puede afirmarse que $C_{75} \approx 26$.

Tabla 5. Baremación centílica de la subescala de equilibrio, de la subescala de marcha y de la escala total

PORCENTAJE	TOTAL	EQUILIBRIO	MARCHA
5	4	3	2
10	7	4	-
15	8	5	3
20	11	6	4
25	13	-	5
30	-	-	6
35	14	7	7
40	16	-	-
45	17	9	8
50	18	10	-
55	22	13	9
60	24	-	10
65	-	14	-
70	25	-	11
75	-	15	-
80	27	-	-
85	-	-	-
90	-	-	-
95	28	16	12

5.2 App Escala de Tinetti

Como se cita anteriormente, la app *Escala de Tinetti* consta de 5 pantallas. La Pantalla 1 es aquella que aparece cuando iniciamos la app (menú principal) y consta de 5 botones (**Figura 17**).



Figura 17. Pantalla 1 (Pantalla de inicio). Fuente: <http://appinventor.mit.edu/explore/>

Los botones que presenta la Pantalla 1 son:

- **INICIAR TEST COMPLETO:** da acceso a la Pantalla 2 y permite iniciar la valoración con la escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA) (**Figura 18**).
- **BAREMACIÓN CENTÍLICA:** da acceso a la Pantalla 3, donde se define el concepto de baremación centílica y aparece la gráfica que permite situar al paciente en un punto centílico en función de la puntuación total obtenida (**Figura 19**).
- **CAMBIO MÁS PEQUEÑO DETECTABLE:** da acceso a la Pantalla 4, donde se define el concepto CPD y aparece la tabla que permite determinar si el paciente ha experimentado un cambio real (**Figura 20**).
- **INFORMACIÓN DE LA APP:** da acceso a la Pantalla 5, donde se proporciona información de la app a los usuarios de la misma (**Figura 21**).

- SALIR DE LA APP: al pulsar dicho botón la aplicación se cerrará.

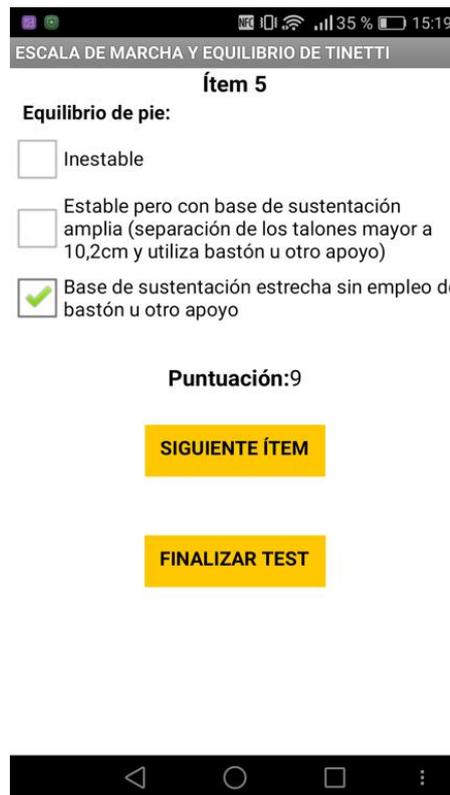


Figura 18. Pantalla 2 (Iniciar test completo). Fuente: <http://appinventor.mit.edu/explore/>

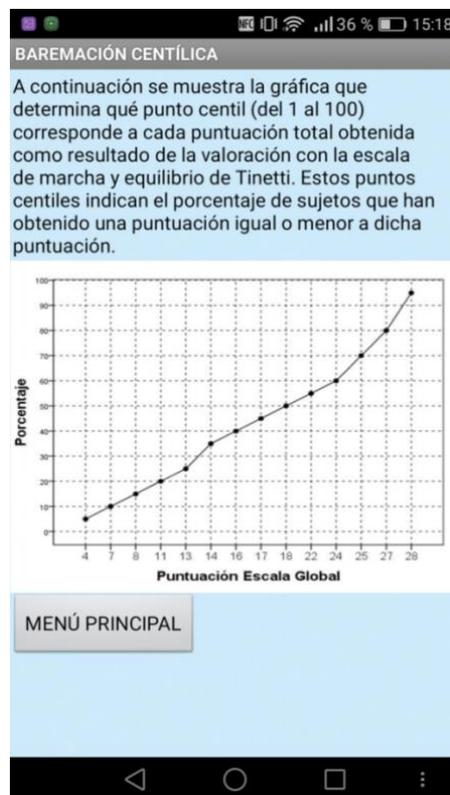


Figura 19. Pantalla 3 (Baremación centílica). Fuente: <http://appinventor.mit.edu/explore/>

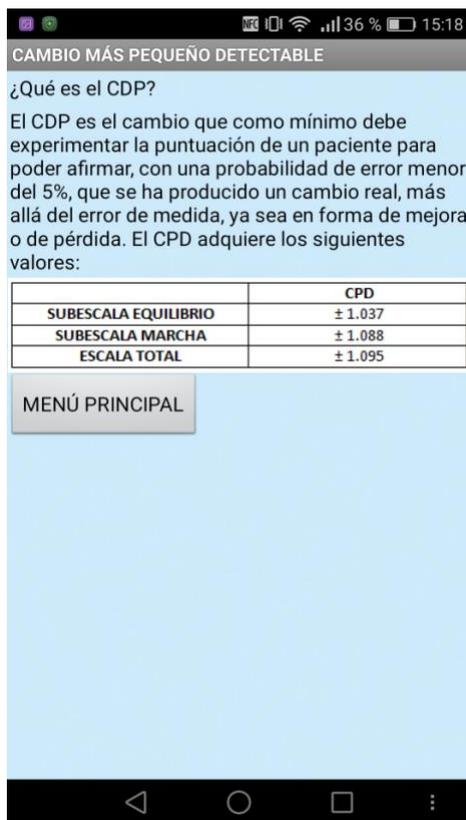


Figura 20. Pantalla 4 (Cambio más pequeño detectable). Fuente:

<http://appinventor.mit.edu/explore/>

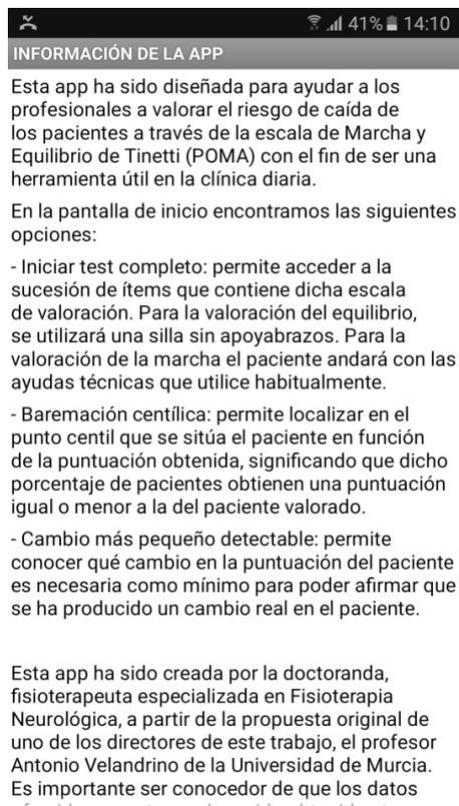


Figura 21. Pantalla 5 (Información de la app). Fuente: <http://appinventor.mit.edu/explore/>

En la Pantalla 2 (Figura 18) se muestra: el número del ítem, el enunciado del mismo, 2 o 3 casillas de verificación con las diferentes respuestas que puede adoptar el ítem, la puntuación que va acumulando el paciente, el botón “SIGUIENTE ÍTEM” y el botón “FINALIZAR TEST”. El número de ítems que aparecen en la app son 20, en vez de 16, ya que los subítems de los ítems 8 y 11 se han incluido en la app como ítems independientes. Del mismo modo, cuando el evaluador activa una de las casillas de verificación, las casillas restantes quedan bloqueadas, de forma que no puede modificar la respuesta ni ir al ítem anterior. En función de la casilla que el evaluador seleccione, la puntuación aumentará en 0, 1 o 2 puntos. El botón “SIGUIENTE ÍTEM” permite que el evaluador pase al siguiente ítem. En el caso de encontrarse en el último ítem (ítem 20) aparecerá la puntuación total y el siguiente mensaje: "Se encuentra en el último ítem. Pulse FINALIZAR TEST". El botón “FINALIZAR TEST” cierra la Pantalla 2 y abre la Pantalla 1 (menú principal).

En la Pantalla 3 (Figura 19) aparece la gráfica de la baremación centílica junto el siguiente texto: “A continuación se muestra la gráfica que determina qué punto centil (del 1 al 100) corresponde a cada puntuación total obtenida como resultado en la valoración con la escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti. Estos puntos centiles indican el porcentaje de sujetos que han obtenido una puntuación igual o menor a dicha puntuación”. Los datos ofrecidos en la gráfica de dicha pantalla han sido obtenidos del análisis psicométrico realizado en la adaptación de la escala a población española que ha sufrido un ictus y puede observarse en el apartado 5.1 de la presente Tesis Doctoral.

En la Pantalla 4 (Figura 20) aparece el siguiente texto: “¿Qué es el CDP? El CDP es el cambio que como mínimo debe experimentar la puntuación de un paciente para poder afirmar, con una probabilidad de error menor del 5%, que se ha producido un cambio real, más allá del error de medida, ya sea en forma de mejora o pérdida. El CDP adquiere los siguientes valores:”. Los datos ofrecidos en dicha pantalla, han sido obtenidos del análisis psicométrico realizado en la adaptación de la escala a población española que ha sufrido un ictus.

En la Pantalla 4 aparece además la siguiente tabla:

Tabla 6. Cambio más pequeño detectable

	CDP
SUBESCALA EQUILIBRIO	± 1.037 puntos
SUBESCALA MARCHA	± 1.088 puntos
ESCALA TOTAL	± 1.095 puntos

En la Pantalla 5 (**Figura 21**) aparece el siguiente texto: “Esta app ha sido diseñada para ayudar a los profesionales a valorar el riesgo de caída de los pacientes a través de la escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA), con el fin de ser una herramienta útil en la clínica diaria. En la pantalla de inicio encontramos las siguientes opciones: - Iniciar test completo: permite acceder a la sucesión de ítems que contiene dicha escala de valoración. Para la valoración del equilibrio se utilizará una silla sin apoyabrazos. Para la valoración de la marcha el paciente andará con las ayudas técnicas que utilice habitualmente. - Baremación centílica: permite localizar en el punto centil que se sitúa el paciente, significando que dicho porcentaje de pacientes obtiene una puntuación igual o menor a la del paciente valorado. – Cambio más pequeño detectable: permite conocer qué cambio en la puntuación del paciente es necesario como mínimo, para poder afirmar que se ha producido un cambio real en el paciente. Esta app ha sido creada por la doctoranda, fisioterapeuta especializada en Fisioterapia Neurológica, a partir de una propuesta original de uno de los directores de este trabajo, el profesor Antonio Velandrino de la Universidad de Murcia. Es importante ser conocedor de que los datos ofrecidos en esta app han sido obtenidos tras el análisis de la valoración de 153 pacientes que sufrieron un ictus con una evolución de 6 o más meses. Es por tanto, en pacientes con dichas características en los que deben extrapolarse los datos aportados en la app”.

Todas las pantallas pueden visualizarse tanto en vertical como en horizontal. El sensor del dispositivo hace voltear la imagen en función de la orientación del smartphone o tablet.

Tras la publicación de la app en *Google Play*, se ha obtenido una herramienta de valoración disponible para todos los profesionales fisioterapeutas que utilicen el sistema operativo Android en sus smartphones y tablets. Para localizar la app el consumidor debe introducir “*Escala de Tinetti*” en el buscador de *Google Play* (**Figura 22 y 23**).

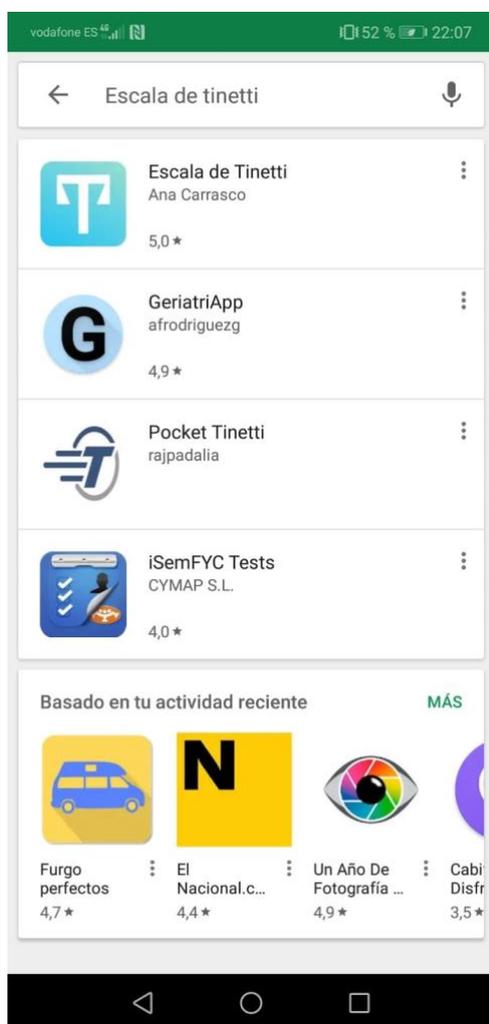


Figura 22. Buscador de *Google Play*.

Fuente: *Google Play*



Figura 23. App *Escala de Tinetti* en *Google Play*.

Fuente: *Google Play*

En la versión beta abierta de la publicación se realizó una prueba con 15 profesionales fisioterapeutas (testers) que descargaron y valoraron la app *Escala de Tinetti* a través de un cuestionario que recibieron vía e-mail (**Anexo V**). Dicho cuestionario consta de 5 preguntas y solicita a los testers que puntúen de 0 a 10 algunos aspectos de la app, tales como su diseño y su utilidad, entre otros. Las puntuaciones ofrecidas por los testers para cada pregunta del cuestionario, fueron codificadas,

chequeados y analizados con el programa estadístico SPSS 24.0 para Windows⁶⁸. A continuación, se muestran los resultados obtenidos en relación a la media y a la desviación típica (**Tabla 7**).

Tabla 7. Resultados del cuestionario para los testers

Nº PREGUNTA	MEDIA	DT
1	9.09	0.96
2	8.53	0.99
3	7.6	1.24
4	8.47	0.83
5	8.2	0.86

Tal y como podemos observar en la Tabla 7, los testers han valorado con mayor puntuación la pregunta 1, referente a si consideran la app *Escala de Tinetti* una herramienta útil. Por otro lado, valoraron con menor puntuación la pregunta 3, relacionada con la eficacia del diseño de la app. Globalmente considerada, la valoración de la app ha obtenido una media de 8.2 puntos (DT=0.86).

DISCUSIÓN

6. DISCUSIÓN

Conforme al objetivo planteado de realizar una adaptación inicial al español de la escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA) en población afectada de ictus, podemos afirmar que los resultados de este estudio demuestran que la subescala de equilibrio ($\alpha=0.936$), la subescala de marcha ($\alpha=0.878$) y la escala total ($\alpha=0.950$) tienen buena consistencia interna. Por un lado, los ítems que integran la subescala de equilibrio presentan una alta homogeneidad y consistencia. Por otro lado, la subescala de marcha tiene buena consistencia interna, a pesar de que sus ítems sean algo menos homogéneos y consistentes que los de la subescala de equilibrio.

En el análisis de los ítems se estudió el índice de homogeneidad de cada ítem y mostró valores intermedios para todos los ítems. De esta forma, los ítems 1, 11c y 16 son los que tienen un menor índice de homogeneidad, de forma que la correlación corregida elemento-total es <0.5 . Por otro lado, el ítem 6 obtuvo el mayor índice de homogeneidad (0.894), es decir, es el ítem que en mayor grado está midiendo lo mismo que la prueba globalmente. De esta forma, es el ítem que en mayor medida participa en la consistencia interna de la escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA), por lo que es el elemento que más disminuiría el Alfa de Cronbach en el caso de que se eliminara de la escala. Sin embargo, vemos que la eliminación de ningún ítem haría disminuir la consistencia interna de la escala en gran medida, lo que nos hace pensar que la alta consistencia interna de la escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA) se debe al conjunto de ítem que la integran y no a un ítem en concreto. Si la escala pretende evaluar un rasgo o constructo unitario, deberían eliminarse los ítems que tienen un índice de homogeneidad cercano a cero⁵⁸. Por tanto, ningún ítem de la escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA) debe ser eliminado para evaluar el riesgo de caída en población española que ha sufrido un ictus.

Respecto a la estabilidad (fiabilidad Test-Retest), la escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA) en población española afectada de ictus de menos de 6 meses de evolución, ha demostrado obtener resultados similares en diferentes medidas y en condiciones de medida similares. La correlación entre las dos mediciones de la subescala equilibrio fue de 0.970; entre las dos mediciones de la subescala marcha

0.973; y entre las dos mediciones de la escala total 0.981. De esta forma, ambas subescalas y la escala total han demostrado tener muy buena fiabilidad Test-Retest. Desde nuestro punto de vista, el valor de la correlación entre las mediciones de la marcha podría ser más alto debido a que en pacientes con ictus algunos de los ítems valorados, como los que distinguen entre el hemicuerpo derecho y el izquierdo, se muestran frecuentemente constantes, ya que la clínica de esta patología se caracteriza por la presencia de una hemiparesia o hemiplejía. Este aspecto se ve reforzado con el hecho de que se trate de pacientes en un estadio crónico y, por tanto, con menos probabilidad de cambio en sus habilidades. La estabilidad Test-Retest solo se pudo analizar en 87 participantes. Se analizó para aquellos sujetos que hubieran terminado el tratamiento de fisioterapia para que éste no pudiera influir en los resultados del estudio. De esta forma, con el aumento del tamaño muestral para el Test-Retest se podrían obtener resultados más representativos de la población española que ha sufrido un ictus.

El C_{CI} refleja que la fiabilidad interjueces ha sido excelente, de forma que, en nuestro estudio, las subescalas y la escala total han demostrado obtener puntuaciones similares cuando la medición se realiza en condiciones similares y por distintos evaluadores. El C_{CI} de la subescala de equilibrio fue de 0.984; el de la subescala de marcha 0.986; y el de la escala total 0.990, es decir, la fiabilidad interjueces ha obtenido valores muy altos en todos los dominios de la escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA): Equilibrio, Marcha y Riesgo de caída. La excelente fiabilidad interjueces que ha demostrado la escala se refuerza con el hecho de que la evaluación haya sido realizada por dos fisioterapeutas expertos en el movimiento normal y patológico, familiarizados con la escala y habituados al tratamiento de pacientes con ictus. Del mismo modo, haber consensuado cada uno de los ítems ha permitido que los dos evaluadores estén coordinados y que se hayan podido obtener resultados reales en relación a este aspecto.

El modelo factorial exploratorio planteado para evaluar el equilibrio en nuestra muestra de pacientes con la escala POMA ha resultado adecuado. La evidencia de validez estructural apoya el uso de esta escala en la valoración clínica del equilibrio en sus dos dimensiones de Equilibrio y Marcha. El análisis factorial llevado a cabo con el programa FACTOR ha resultado adecuado en todos los criterios utilizados excepto en la distribución de dos ítems: el 10 y el 16 que cargan más en la dimensión de Equilibrio

que en la de Marcha donde originalmente se situaron. Este hecho no lo hemos encontrado en otros resultados de la literatura revisada. Ambos ítems se encuentran bastante equilibrados en su carga en ambas dimensiones por lo que hemos decidido dejarlos en la configuración inicial y explorar más adelante los motivos de esta distribución para determinar si existe algún factor responsable en el tipo de paciente considerado en este trabajo. Nos genera más duda el ítem 14, que siendo un ítem original del domino de Marcha, carga más en el de Equilibrio. Para este resultado no tenemos ahora mismo una explicación, por lo que decidimos, a pesar de ello, mantenerlo en la dimensión de la versión original y llevar a cabo un posterior análisis confirmatorio para determinar la posible aleatoriedad de este resultado.

La validez convergente se analizó en relación a la escala FAC. El coeficiente de correlación de Pearson entre la subescala de marcha y la escala FAC fue de 0.817; el coeficiente de correlación entre la escala total y la escala FAC fue de 0.820. De esta forma, la escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA) ha demostrado tener buena correlación con la escala FAC. La correlación entre la escala total y la escala FAC ha obtenido un resultado más alto, lo que demuestra que el grado de equilibrio, incluido en la escala total, y la habilidad para la marcha, valorado por la escala FAC, se relacionan en gran medida. Esto apoya la relación de las habilidades de equilibrio y de marcha, y por tanto la medición de ambas para estimar el riesgo de caída, tal y como se propone en la escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA). Los resultados por tanto revelan que dicha escala es una herramienta válida para evaluar el riesgo de caída en población española afectada por ictus de más de 6 meses de evolución. De esta forma, el análisis de la validez convergente demuestra que tanto la escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA) como la escala FAC son herramientas útiles para evaluar a dicho grupo poblacional.

Respecto al efecto suelo y techo de nuestro estudio, 24 sujetos obtuvieron una puntuación de 28 en la escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA), por lo que un 15.7% de la muestra total (N=153) obtuvieron la puntuación máxima. De esta forma, nuestro estudio presenta efecto techo, es decir, la fiabilidad puede verse reducida en aquellos sujetos que hayan obtenido la puntuación máxima. Además, esto hace variar la validez de contenido y la sensibilidad al cambio de la escala. A pesar de esto, el efecto techo de nuestro estudio no es excesivo, lo que nos permite aceptar la capacidad de

detección de la escala. Por otra parte, ningún sujeto obtuvo la puntuación mínima, por lo que nuestro estudio no presenta efecto suelo, indicando un bajo potencial de efecto suelo cuando se utiliza la escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA) en población española con ictus de más de 6 meses de evolución.

El CPD fue de 1.095 puntos, es decir, un paciente debe tener un cambio de ± 1.095 puntos en la escala total para que podamos decir que se ha producido un cambio real. El profesional podrá utilizar esta información en la clínica diaria para establecer objetivos adecuados para los pacientes que han sufrido un ictus e identificar de forma correcta verdaderos cambios en el riesgo de caída de sus pacientes. Sin embargo, hay que tener en cuenta que el rendimiento físico es muy variable después de un ictus¹⁵, por lo que puede que un cambio menor a ± 1.095 puntos implique un cambio real. De esta forma, la precisión en el análisis del CPD mejora cuando disminuye la variabilidad de sujetos, por lo que estudios en los que la muestra tenga características similares, tales como tiempo de evolución del ictus o el grado de ayuda necesaria para la marcha, obtendrán un CPD más preciso. Debido a que al administrar la escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA) se obtienen resultados absolutos, en la práctica diaria, el paciente deberá experimentar una variación de ± 2 puntos para poder afirmar que se ha producido un cambio real más allá del error de medida. Dicho aumento o descenso de la puntuación se puede dar en cualquiera de las subescalas o en la escala total, ya que el CPD adquiere en todos los casos un valor >1 y <2 .

Utilizar la escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA) para medir el riesgo de caída en pacientes con ictus tiene ventajas frente a la utilización de otras escalas tales como la escala de Berg o el Timed up and Go Test. La escala de Berg evalúa la habilidad para mantener el equilibrio en posiciones estáticas y durante el movimiento pero no incluye indicadores del equilibrio durante la marcha. Algunos ítems de la escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA) están incluidos en la escala de Berg, tales como el equilibrio sentado, el equilibrio estático de pie y el equilibrio al levantarse de una silla. La escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA) añade además la evaluación del equilibrio durante la marcha (ítem 13) y la evaluación del equilibrio reactivo (ítem 6), que frecuentemente se alteran en los pacientes que sufren un ictus¹⁵. Por otro lado, el Timed up and Go Test requiere que el paciente se levante de una silla y camine sin asistencia. La escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA) permite evaluar si el paciente requiere ayuda para el paso de sentado a de pie (ítem 2). El 12%

de los participantes de este estudio han necesitado asistencia para pasar de la posición de sentado a de pie, por lo que esos pacientes no hubieran podido ser valorados por el Timed up and Go Test. De esta forma, la escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA) resulta una herramienta completa para medir el riesgo de caída, ya que evalúa dos de los principales factores que predisponen a las caídas en los ancianos: alteraciones en la marcha y en el equilibrio⁶⁹. No obstante, algunos estudios aconsejan realizar mediciones con más de una herramienta de evaluación, con el objetivo de beneficiarse de las ventajas de cada instrumento de medida⁷⁰.

La evaluación de las asimetrías en la marcha (ítem 11) hace que la escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA) sea una herramienta útil para valorar el riesgo de caídas en pacientes con ictus, ya que la clínica de esta patología se combina produciendo una hemiparesia o hemiplejía¹³, provocando compensaciones y alteraciones en el patrón de la marcha. Por otro lado, la diferencia de tono entre hemicuerpos se relaciona con desviaciones en la trayectoria (ítem 14). La evaluación del balanceo de tronco (ítem 15) o de la base de sustentación (ítem 16) son otros de los aspectos significativos en la evaluación de la marcha y del equilibrio en pacientes que han sufrido un ictus.

La adaptación de esta escala a población española que ha sufrido un ictus permite que los fisioterapeutas al administrar la escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA) puedan utilizar la información recogida para elaborar planes de tratamiento dirigidos a la mejora de las cualidades que influyen de manera negativa en el equilibrio y en la marcha. Por ejemplo, si al administrar la escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA) el paciente tiene una importante desviación de la trayectoria (ítem 14), el fisioterapeuta puede diseñar una intervención que consista en seguir una línea recta con el fin de que ambos hemicuerpos trabajen por igual. De igual forma, si el paciente tiene una base de sustentación amplia (ítem 16), el objetivo de la intervención fisioterapéutica irá dirigido al entrenamiento del equilibrio con una base de sustentación estrecha. Por otra parte, la escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA) también puede ser utilizada para definir programas de prevención, estableciendo una determinada puntuación como límite que defina la población de riesgo y por tanto estén indicadas medidas de prevención. Para esto, es necesario realizar el análisis de los puntos de corte para determinar la presencia de riesgo de caída. Este análisis podría

llevarse a cabo utilizando el estudio de sensibilidad y especificidad mediante la curva ROC. Algunas investigaciones aportan un punto de corte para cada dominio⁷¹. Sin embargo, otros estudios determinan que los sujetos con puntuaciones ≤ 18 en la escala total presentan alto riesgo de caída⁶⁹. Del mismo modo, rangos en la puntuación de la escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA) podrían ser un correcto criterio de inclusión para ensayos clínicos aleatorizados que analicen la eficacia de un tratamiento, con el fin de disminuir la variabilidad de la muestra. Además la escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA) se puede administrar en distintos ámbitos clínicos¹⁶, tales como consultas, salas de rehabilitación, centros diurnos, residencias, etc., ya que es una herramienta de bajo coste que implica poco tiempo y poco material³⁶.

En este estudio se han atendido a muchos de los aspectos relevantes en la adaptación de una escala a una determinada población, tales como la verificación de la traducción al español y la validación convergente de ambos dominios: Equilibrio y Marcha. Se han obtenido resultados de una muestra con una edad media de 70.9 años. Teniendo en cuenta que 73 años es la edad media de aparición del ictus⁷, podemos decir que la muestra utilizada es acertada en relación a este aspecto. Por otra parte, las escalas fueron administradas por dos fisioterapeutas, asegurándonos por tanto que la formación de los evaluadores era la necesaria para obtener resultados reales. Además, los datos fueron obtenidos en las salas de fisioterapia, salas donde frecuentemente los profesionales evaluaban la marcha y el equilibrio de sus pacientes, evitando así variabilidad entre sujetos en relación a las posibles dificultades del terreno.

Consideramos aconsejable que futuros estudios lleven a cabo la adaptación cultural de la traducción realizada al español, ya que en el presente trabajo se ha atendido a la traducción del idioma pero no a la adaptación cultural.

Conviene tener en cuenta que estudios futuros podrían ampliar el tamaño de la muestra con el fin de obtener unos resultados que representen, en mayor medida, a la población española que ha sufrido un ictus y que por tanto se puedan obtener unas conclusiones definitivas. Habría, por tanto, que aumentar el número de pacientes para tomar decisiones definitivas, aunque entendemos que no debería haber diferencias sustantivas con el mismo tipo de pacientes. Otro análisis que sería reforzado con el aumento de la muestra sería el estudio centílico, aunque tampoco esperamos grandes

diferencias con el que aquí hemos realizado. A pesar de esta limitación, la muestra utilizada en nuestro estudio fue de 153 participantes (N=153), siendo de 44 (N=44)¹⁹ y de 55 (N=55)¹⁵ en otros estudios que adaptaban, en otra población, la escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA) a pacientes afectados de ictus. Esta última cuestión es la que ha planteado mayor dificultad en el presente estudio, debido a las características clínicas de la muestra y a la dificultad que conlleva el reunir a un gran número de estos pacientes en un corto periodo de tiempo. Por un lado, un gran número de sujetos que sufren un ictus, se quedan encamados o tienen que ser transportados en silla de ruedas por otra persona. Por otro lado, un gran número de los afectados por esta patología son personas mayores con problemas de visión, problemas cognitivos, etc. Debido a que estos factores impedirían la correcta adaptación de la escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA) a población española que ha sufrido un ictus, hemos decidido incluir estas características como criterios de exclusión.

Para el análisis de la estabilidad Test-Retest la limitación del tamaño de la muestra se hace más evidente, ya que solo un 56.9% de nuestra muestra había terminado el tratamiento de fisioterapia. Por tanto, estudios futuros podrían aumentar el número de sujetos para analizar esta propiedad psicométrica incluyendo más sujetos que no estén en situación de modificar la habilidad para mantener el equilibrio o para el desarrollo de la marcha. Este riesgo podría minimizarse disminuyendo el tiempo que transcurre entre una medición y otra. Canbek et al¹⁵ dejaron transcurrir un día entre ambas evaluaciones, reduciendo el riesgo anterior pero asumiendo el riesgo de que los evaluadores pudieran recordar los resultados de la primera evaluación. Otra de las limitaciones del estudio fue no evaluar los parámetros de sensibilidad, especificidad y valores predictivos positivos y negativos, ya que para ese tipo de estudio se requiere de otro tipo de diseño metodológico.

Proponemos estudios futuros dirigidos al análisis psicométrico de la escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA) en población española que haya sufrido un ictus con menos de 6 meses de evolución, con el fin de comparar los resultados con los obtenidos en población española con ictus de más de 6 meses de evolución. Del mismo modo, estudios que analicen la relación entre el número de caídas producidas y la puntuación obtenida en la escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA), obtendrían resultados a tener en cuenta en la clínica diaria de estos pacientes.

Por último, los análisis psicométricos siguiendo la Teoría Clásica del Test (TCT) originan diferencias en las características psicométricas del test dependiendo de la utilización de una muestra o de otra. Por ello, contar en el futuro con una muestra de mayor tamaño podría mejorar esta deficiencia utilizando la Teoría de Respuesta del Ítem (TRI), cuyos supuestos más robustos hacen de la TRI un modelo idóneo para la investigación⁵⁶. Este enfoque consiste en determinar y medir los factores subyacentes generados entre los parámetros de cada ítem y el parámetro de la persona. Rasch plantea un modelo unidimensional, de forma que considera que este factor subyacente es la dificultad o umbral en la respuesta del ítem, es decir, la probabilidad de su adherencia o rechazo¹⁶. López Pina⁷² realizó el análisis psicométrico de la escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA) con el modelo de Rasch y entre sus resultados destaca un elevado índice de discriminación de los ítems, lo que permite diferenciar el grado de marcha y equilibrio, y una alta consistencia interna ($\alpha=0.920$). Al comparar los resultados del estudio de López Pina con el nuestro, se encontraron similitudes en relación a la consistencia interna ($\alpha=0.950$ en nuestro estudio). En relación a otros parámetros, el análisis estadístico es distinto y por tanto no es comparable¹⁶.

A pesar de que la app *Escala de Tinetti* nos parece una herramienta útil para los profesionales, encontramos diferentes limitaciones en relación a su diseño y funcionamiento. Estas limitaciones del diseño y del funcionamiento de la app nos abren nuevas líneas de trabajo con el fin de mejorar el realizado en esta Tesis Doctoral.

En primer lugar, la selección de una de las posibles respuestas para cada ítem anula automáticamente el resto de las opciones. Esto hace que el profesional no pueda equivocarse al seleccionar la respuesta, ya que tendría que empezar el formulario desde el principio. Este problema surge debido a que la app suma, a la puntuación total, la puntuación que corresponde a la opción escogida en el mismo momento que se selecciona. Sin embargo, esta puntuación no se restaba a la puntuación total cuando cambiábamos la respuesta para ese ítem. Por ejemplo, si escogíamos la opción 3 (“Seguro”) para el ítem 9 (“Al sentarse”), la app incrementaba 2 puntos la puntuación total acumulada de los ítems anteriores. Si la selección de la opción 3 se debía a un error y seleccionábamos la opción correcta (opción 2 “Utiliza los brazos, o se sienta bruscamente”), la puntuación total aumentaba 1 punto por la opción 2 pero no restaba los 2 puntos aumentados anteriormente por la selección de la opción 3. Esto hizo que

nos viéramos obligados a no permitir el fallo del profesional, anulando las dos opciones restantes a la opción seleccionada en un primer momento. Por otro lado, la plataforma de *MIT App Inventor 2* presenta otras limitaciones relacionadas con el software. Por ejemplo, hemos observado que a pesar de que el botón "SALIR DE LA APP" está codificado para cerrar la aplicación, no siempre realiza su función. Tras contactar con la plataforma *MIT App Inventor 2* no hemos podido solventar el problema. De esta forma, los usuarios deben pulsar el botón que realiza la función de volver atrás en sus teléfonos móviles para salir de la aplicación.

Del mismo modo y por el mismo problema, la app no permite volver al ítem anterior, de forma que una vez seleccionada la respuesta para un ítem, las respuestas restantes quedan anuladas y las únicas opciones disponibles son "Siguiente ítem" y "Finalizar test". Igualmente se decidió esta opción debido a la incapacidad de la app para restar la puntuación seleccionada con anterioridad.

Por otra parte, debido a la plataforma seleccionada para la creación de la app (*MIT App Inventor 2*), la app solo estará disponible en *Google Play Store* (smartphones y tablets con sistema operativo Android) y no en *App Store* (smartphone y tablets con sistema operativo iOS). Esto hace que la app no pueda ser accesible para todos los profesionales. Esta es la limitación que queremos solventar con mayor rapidez, ya que consideremos que es de gran importancia que la app *Escala de Tinetti* llegue a todos los profesionales que requieran de esta herramienta para poder valorar a sus pacientes.

En relación al estudio piloto realizado tras la publicación de la app con el fin de conocer la opinión de los 15 profesionales fisioterapeutas (testers), sería necesario realizarlo con un tamaño muestral mayor que permita obtener conclusiones significativas. Por otro lado, los resultados obtenidos en dicho estudio piloto manifiestan que sería conveniente realizar mejoras en relación al diseño de la app con el objetivo de facilitar a los profesionales la tarea de administración de la escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA). No obstante, los participantes han valorado positivamente la utilidad para su actividad. De forma global, la app ha sido satisfactoriamente valorada, lo que evidencia que esta herramienta es bien acogida por los profesionales que la han probado.

Por último, nos parece interesante realizar una versión avanzada de la app *Escala de Tinetti* que permita la creación y el acceso de cuentas a través de un usuario y una contraseña, con el fin de que el profesional pueda tener acceso en cualquier momento a los resultados obtenidos por los pacientes en las valoraciones registradas en su cuenta. Esto se realizará mediante actualizaciones de la app, opción disponible desde la plataforma *MIT App Inventor 2*. Del mismo modo, a través de la cuenta de *Google Play Developer Console*, se permite la opción de traducir la app a diversos idiomas. A pesar de que esta opción nos resulta muy enriquecedora para la app, hay que ser conocedor de que los resultados ofrecidos en la app han sido obtenidos tras el análisis psicométrico de los resultados obtenidos en la administración de la escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA) a población española, por lo que sería necesario realizar una adaptación de la escala al país para el que se quieran extrapolar los datos. El hecho de que el idioma no sea lo que limita la población destino, sino la adaptación a cada grupo poblacional, hace que países hispanohablantes puedan utilizar únicamente la opción INICIAR TEST COMPLETO de la app con el objetivo de ahorrar en fotocopias. De igual forma, los fisioterapeutas residentes en España deberían limitar el uso de la app para la administración de la escala al grupo poblacional de estudio en este trabajo, ya que, para utilizarla en otra patología debería realizarse el análisis psicométrico para dicho grupo poblacional.

Limitaciones del estudio

Por un lado, la obtención de un mayor tamaño muestral debido a las características del grupo poblacional. El aumento de dicha muestra permitiría obtener conclusiones más representativas. Por otro lado, el software de *MIT App Inventor 2* dificulta el desarrollo de un diseño más eficaz y accesible para la app *Escala de Tinetti*.

Implicaciones para la práctica diaria

Resulta importante que los profesionales dispongan de instrumentos adaptados a grupos poblacionales concretos para la obtención de resultados precisos en relación al cambio más pequeño detectable y a la baremación centílica. De esta forma, el profesional podrá distinguir de forma precisa entre cambios reales y cambios provocados por el error de medida. Del mismo modo, resulta positivo crear

herramientas rápidas y de bajo coste que faciliten el proceso de valoración llevado a cabo por los profesionales en la clínica diaria.

Futuras líneas de investigación

Proponemos realizar la adaptación cultural de la traducción realizada al español. Por otro lado, realizar el análisis de los puntos de corte para determinar la presencia de riesgo de caída mediante el estudio de la sensibilidad y la especificidad. Por último, proponemos la utilización de una plataforma que permita la publicación de la app *Escala de Tinetti* en *App Store* (S.O. Iphone), así como la mejora del diseño de dicha app.

CONCLUSIONES

9. CONCLUSIONES

En este apartado se exponen las conclusiones más relevantes en función de los resultados obtenidos en nuestra investigación.

1. La escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA) es una herramienta inicialmente fiable y válida, en las propiedades analizadas, para medir las habilidades de equilibrio y de marcha en población española afectada de ictus de más de 6 meses de evolución.

2. El paciente debe experimentar un cambio de ± 1.095 puntos en la segunda evaluación, respecto a la primera, para poder concluir con que se ha producido un cambio real más allá del error de medida.

3. La escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA) debería ser utilizada en la clínica diaria para medir aspectos relacionados con la marcha y el equilibrio que frecuentemente se alteran en los pacientes que sufren un ictus, tales como el equilibrio reactivo o la desviación de la trayectoria en la marcha.

4. Los resultados obtenidos en el estudio piloto de la app *Escala de Tinetti* demuestran que ésta es inicialmente una herramienta útil para los profesionales que quieran administrar la escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA).

BIBLIOGRAFÍA

10. BIBLIOGRAFÍA

1. Mohan U, Babu SK, Kumar KV, Suresh B V, Misri ZK, Chakrapani M. Effectiveness of mirror therapy on lower extremity motor recovery, balance and mobility in patients with acute stroke: A randomized sham-controlled pilot trial. *Ann Indian Acad Neurol.* 2013;16(4):634–9.
2. Murphy TH, Corbett D. Plasticity during stroke recovery: from synapse to behaviour. *Nat Rev Neurosci.* 2009;10(12):861–72.
3. Faralli A, Bigoni M, Mauro A, Rossi F, Carulli D. Noninvasive Strategies to Promote Functional Recovery after Stroke. *Neural Plast.* 2013;2013:1–16.
4. Mikołajewska E. The value of the NDT-Bobath method in post-stroke gait training. *Adv Clin Exp Med.* 2013;22(2):261–72.
5. Mikołajewska E. NDT-Bobath method in normalization of muscle tone in post-stroke patients. *Adv Clin Exp Med.* 2012;21(4):513–7.
6. Veerbeek JM, van Wegen E, van Peppen R, van der Wees PJ, Hendriks E, Rietberg M, et al. What is the evidence for physical therapy poststroke? A systematic review and meta-analysis. *PLoS One.* 2014;9(2):e87987.
7. Heuschmann PU, Di Carlo A, Bejot Y, Rastenyte D, Ryglewicz D, Sarti C, et al. Incidence of stroke in Europe at the beginning of the 21st century. *Stroke.* 2009;40(5):1557–63.
8. Kang YJ, Ku J, Kim HJ, Park HK. Facilitation of Corticospinal Excitability According to Motor Imagery and Mirror Therapy in Healthy Subjects and Stroke Patients. *Ann Rehabil Med.* 2011;35(6):747-58.
9. Castilla L, Fernández-Moreno MC, Marín-Martín J. Factors explaining excess stroke prevalence: the Spanish stroke belt. *Stroke.* 2010;41(2):e114.
10. Lin K, Huang P, Chen Y, Wu C, Huang W. Combining afferent stimulation and mirror therapy for rehabilitating motor function, motor control, ambulation, and daily functions after stroke. *Neurorehabil Neural Repair.* 2014;28(2):153–62.
11. Schmid A, Kapoor J, Dallas M, Bravata D. Association between stroke severity and fall risk among stroke patients. *Neuroepidemiology.* 2010;34(3):158-62.

12. Truelsen T, Ekman M, Boysen G. Cost of stroke in Europe. *Eur J Neurol*. 2005;12:78–84.
13. Knutson JS, Harley MY, Hisel TZ, Hogan SD, Maloney MM, Chae J. Contralaterally controlled functional electrical stimulation for upper extremity hemiplegia: an early-phase randomized clinical trial in subacute stroke patients. *Neurorehabil Neural Repair*. 2012;26(3):239–46.
14. Kollen BJ, Lennon S, Lyons B, Wheatley-Smith L, Scheper M, Buurke JH, et al. The effectiveness of the Bobath concept in stroke rehabilitation: what is the evidence? *Stroke*. 2009;40(4):89-97.
15. Canbek J, Fulk G, Nof L, Echternach J. Test-retest reliability and construct validity of the tinetti performance-oriented mobility assessment in people with stroke. *J Neurol Phys Ther*. 2013;37(1):14–9.
16. Guevara CR, Lugo L. Validez y confiabilidad de la Escala de Tinetti para población colombiana. *Rev Colomb Reumatol*. 2012;19(4):218-33.
17. Jalayondeja C. Six-month prospective study of fall risk factors identification in patients post-stroke. *Geriatr Gerontol Int*. 2014;14(4):778-85.
18. Rasche P, Mertens A, Bröhl C, Theis S, Seinsch T, Wille M, et al. The “Aachen fall prevention App” – a Smartphone application app for the self-assessment of elderly patients at risk for ground level falls. *Patient Saf Surg*. 2017;11(1):14.
19. Tinetti ME, Baker DI, King M, Gottschalk M, Murphy TE, Acampora D, et al. Effect of dissemination of evidence in reducing injuries from falls. *N Engl J Med*. 2008;359(3):252–61.
20. Zimelman J, Daly JJ, Roenigk KL, Butler K, Burdsall R, Holcomb JP. Capability of 2 gait measures for detecting response to gait training in stroke survivors: Gait Assessment and Intervention Tool and the Tinetti Gait Scale. *Arch Phys Med Rehabil*. 2012;93(1):129–36.
21. Leddy A, Crowner B, Earhart G. Functional gait assessment and balance evaluation system test: reliability, validity, sensitivity, and specificity for identifying individuals with Parkinson disease. *Phys Ther*. 2011;91(1):102-13.
22. Rodrigues L, Marques A. Reliability of the Balance Evaluation Systems Test (BESTest) and BESTest sections for adults with hemiparesis. *Braz J Phys Ther*.

- 2014;18(3):276-81.
23. Huang M, Miller K. Reliability, Validity, and Minimal Detectable Change of Balance Evaluation Systems Test and Its Short Versions in Older Cancer Survivors: A Pilot Study. *J Geriatr Phys Ther.* 2016;39(2):58-63.
 24. Horak F, Wrisley D, Frank J. The balance evaluation systems test (BESTest) to differentiate balance deficits. *Phys Ther.* 2009;89(5):484-98.
 25. Blum L, Korner-Bitensky N. Usefulness of the Berg Balance Scale in stroke rehabilitation: a systematic review. *Phys Ther.* 2008;88(5):559-66.
 26. Salavati M, Negahban H. The Persian version of the Berg Balance Scale: inter and intra-rater reliability and construct validity in elderly adults. *Disabil Rehabil.* 2012;34(20):1695-8.
 27. Wong CK. Interrater reliability of the Berg Balance Scale when used by clinicians of various experience levels to assess people with lower limb amputations. *Phys Ther.* 2014;94(3):371-8.
 28. Whitney SL, Hudak MT, Marchetti GF. The dynamic gait index relates to self-reported fall history in individuals with vestibular dysfunction. *J Vestib Res.* 2000;10(2):99-105.
 29. Whitney S, Wrisley D, Furman J. Concurrent validity of the Berg Balance Scale and the Dynamic Gait Index in people with vestibular dysfunction. *Physiother Res Int.* 2003;8(4):178-86.
 30. Alghwiri AA. Reliability and validity of the Arabic Dynamic Gait Index in people poststroke. *Top Stroke Rehabil.* 2014;21(2):173-9.
 31. Forsberg A, Andreasson M, Nilsagard YE. Validity of the Dynamic Gait Index in People With Multiple Sclerosis. *Phys Ther.* 2013;93(10):1369-76.
 32. Wrisley DM, Kumar NA. Functional gait assessment: concurrent, discriminative, and predictive validity in community-dwelling older adults. *Phys Ther.* 2010;90(5):761-73.
 33. Wrisley DM, Marchetti GF, Kuharsky DK, Whitney SL. Reliability, internal consistency, and validity of data obtained with the functional gait assessment. *Phys Ther.* 2004;84(10):906-18.
 34. Yang Y, Wang Y, Zhou Y, Chen C, Xing D, Wang C. Validity of the Functional

- Gait Assessment in patients with Parkinson disease: construct, concurrent, and predictive validity. *Phys Ther.* 2014;94(3):392–400.
35. Thieme H, Ritschel C, Zange C. Reliability and validity of the functional gait assessment (German version) in subacute stroke patients. *Arch Phys Med Rehabil.* 2009;90(9):1565–70.
 36. Mehrholz J, Wagner K, Rutte K, Meissner D, Pohl M. Predictive validity and responsiveness of the functional ambulation category in hemiparetic patients after stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2007;88(10):1314–9.
 37. Ng SS, Hui-Chan CW. The timed up & go test: its reliability and association with lower-limb impairments and locomotor capacities in people with chronic stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005;86(8):1641–7.
 38. Fabre JM, Ellis R, Kosma M, Wood RH. Falls risk factors and a compendium of falls risk screening instruments. *J Geriatr Phys Ther.* 2010;33(4):184–97.
 39. Whitney SL, Marchetti GF, Schade A, Wrisley DM. The sensitivity and specificity of the Timed “Up & Go” and the Dynamic Gait Index for self-reported falls in persons with vestibular disorders. *J Vestib Res.* 2004;14(5):397–409.
 40. Ries JD, Echternach JL, Nof L, Gagnon M. Test-retest reliability and minimal detectable change scores for the timed “up & go” test, the six-minute walk test, and gait speed in people with Alzheimer disease. *Phys Ther.* 2009;89(6):569–79.
 41. Morris S, Morris ME, Iansek R. Reliability of measurements obtained with the Timed “Up & Go” test in people with Parkinson disease. *Phys Ther.* 2001;81(2):810–8.
 42. Sterke CS, Huisman SL, van Beeck EF, Looman CWN, van der Cammen TJM. Is the Tinetti Performance Oriented Mobility Assessment (POMA) a feasible and valid predictor of short-term fall risk in nursing home residents with dementia? *Int Psychogeriatr.* 2009;22(2):254-63.
 43. Kegelmeyer DA, Kloos AD, Thomas KM, Kostyk SK. Reliability and Validity of the Tinetti Mobility Test for Individuals With Parkinson Disease. *Phys Ther.* 2007;87(10):1369–78.
 44. Kloos A, Bello-Haas VD. Interrater and intrarater reliability of the Tinetti

- Balance Test for individuals with amyotrophic lateral sclerosis. *J Neurol Phys Ther.* 2004;28(1):12-9.
45. Salvà A, Bolibar I, Lucas R, Rojano-Luque X. Utilización del POMA en nuestro medio para la valoración del equilibrio y la marcha en una población de personas mayores residentes en la comunidad. *Rev Esp Geriatr Gerontol.* 2005;40:36–44.
 46. Kloos AD, Fritz NE, Kostyk SK, Young GS, Kegelmeyer DA. Clinimetric properties of the Tinetti Mobility Test, Four Square Step Test, Activities-specific Balance Confidence Scale, and spatiotemporal gait measures in individuals with Huntington's disease. *Gait Posture.* 2014;40(4):647–51.
 47. Kloos AD, Kegelmeyer DA, Young GS, Kostyk SK. Fall risk assessment using the Tinetti mobility test in individuals with Huntington's disease. *Mov Disord.* 2010;25(16):2838–44.
 48. Kanter R, Alvey J, Fuentes D. A novel mobile phone application to assess nutrition environment measures in low-and middle-income countries. *Food Nutr Bull.* 2014;35(3):296–300.
 49. Valdivieso-López E, Flores-Mateo G, Molina-Gómez J-D, Rey-Reñones C, Barrera Uriarte M-LM-L, Duch J. Efficacy of a mobile application for smoking cessation in young people: study protocol for a clustered, randomized trial. *BMC Public Health.* 2013;13(1):704.
 50. Watts S, Mackenzie A, Thomas C, Griskaitis A, Mewton L, Williams A, et al. CBT for depression: A pilot RCT comparing mobile phone vs. computer. *BMC Psychiatry.* 2013;13(1):49.
 51. Bullock A, Dimond R, Webb K, Lovatt J, Hardyman W, Stacey M. How a mobile app supports the learning and practice of newly qualified doctors in the UK: an intervention study. *BMC Med Educ.* 2015;15(1):1–6.
 52. Sánchez-Rodríguez E, de la Vega R, Castarlenas E, Roset R, Miró J. AN APP for the Assessment of Pain Intensity: Validity Properties and Agreement of Pain Reports When Used with Young People. *Pain Med.* 2015;16(10):1982–92.
 53. appinventor.mit.edu [Internet]. Massachusetts: Mit App Inventor; c2012-2017 [cited 2017 Dec 3]. Available from: <http://appinventor.mit.edu/explore/>.
 54. Tinetti ME. Preventing Falls in Elderly Persons. *N Engl J Med.* 2003;348(1):42-

- 9.
55. Guevara CR. Validación al español de la Escala de Tinetti en adultos mayores de 65 años [tesis doctoral]. Medellín: Facultad de Medicina, Universidad de Medellín; 2011.
 56. Jiménez P, Regidor M. Análisis psicométrico del cuestionario de discapacidad del dolor lumbar de Oswestry. *Fisioterapia*. 2015;27(5):250-4.
 57. Steiner DL, Norman GR. *Health measurement scales*. 4ª ed. New York: Oxford University Press; 2008.
 58. Abad FJ, Olea J, Ponsoda V, García C. *Medición en ciencias sociales y de la salud*. Madrid: Síntesis; 2011.
 59. Nunnally JC. *Teoría psicométrica*. 3ª ed. Mexico: Trillas; 1987.
 60. Cardoso C, Gómez-Conesa A, Hidalgo MD. Metodología para la adaptación de instrumentos de evaluación. *Fisioterapia*. 2010;32(6):264–70.
 61. Lorenzo-Seva U, Ferrando PJ. FACTOR: A computer program to fit the exploratory factor analysis model. *Behav Res Methods*. 2006;38(1):88–91.
 62. Pardo A, Ruiz M. *SPSS 11. Guía para el análisis de datos*. Madrid: McGraw Hill; 2002.
 63. Carvajal A, Centeno C, Watson R, Martínez M, Sanz Rubiales Á. ¿Cómo validar un instrumento de medida de la salud? *An Sist Sanit Navar*. 2011;34(1):63–72.
 64. Sánchez-Muñoz P, López-Pina JA. Revisión sistemática de las propiedades psicométricas de las escalas de valoración de la enfermedad de Parkinson: riesgo de caídas, congelaciones y otras alteraciones en la marcha y el control postural. *Fisioterapia*. 2014;36(6):288–97.
 65. Terwee CB, Bot SDM, de Boer MR, van der Windt DAWM, Knol DL, Dekker J, et al. Quality criteria were proposed for measurement properties of health status questionnaires. *J Clin Epidemiol*. 2007;60(1):34–42.
 66. Yela M. Los tests. *Psicothema*. 1996;8:249–63.
 67. Velandrino A. *Análisis descriptivo de datos*. Murcia: Kiosko; 2008.
 68. IBM Corp. Released 2016. *IBM SPSS Statistics for Windows, Version 24.0*. Armonk, NY: IBM Corp.

69. Rivolta MW, Aktaruzzaman M, Rizzo G, Lafortuna CL, Ferrarin M, Bovi G, et al. Evaluation of the Tinetti score and fall risk assessment via accelerometry-based movement analysis. *Artif Intell Med.* 2018;S0933-3657(17)30390-1.
70. Park SH. Tools for assessing fall risk in the elderly: a systematic review and meta-analysis. *Aging Clin Exp Res.* 2018;30(1):1-16.
71. Park J, Koh SB, Kim HJ, Oh E, Kim JS, Yun JY, et al. Validity and Reliability Study of the Korean Tinetti Mobility Test for Parkinson´s Disease. *J Mov Disord.* 2018;11(1):24-9.
72. Pina J. Análisis psicométrico de la escala de marcha y equilibrio de Tinetti con el modelo de Rasch. *Fisioterapia.* 2009;31(5):192-202.

RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

9. RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

Título: Validación de la escala POMA de Marcha y Equilibrio en población española afectada de ictus y desarrollo de una app para profesionales sanitarios.

Introducción: el ictus supone una de las principales causas de muerte e incapacidad en el adulto. La prevalencia del ictus está aumentando debido al envejecimiento de la población. Es necesario mejorar los métodos de evaluación actuales para el correcto abordaje terapéutico de los pacientes. El uso de teléfonos móviles ha aumentado en gran medida en los últimos años. Las aplicaciones móviles ofrecen una solución viable, rentable y altamente accesible.

Objetivos: realizar una adaptación inicial al español de la escala POMA en población afectada por ictus. Realizar una versión inicial de una app que permita la administración de dicha escala.

Método: 153 participantes, mujeres y hombres, con una edad media de 70.9 años (DT=13) que sufrieron un ictus hace más de 6 meses. Se analizó la fiabilidad, la validez convergente, el cambio más pequeño detectable (CPD) y la baremación centílica. Realización de una app mediante la plataforma *MIT App Inventor 2*.

Resultados: la escala POMA ha obtenido resultados altos en todas las propiedades psicométricas analizadas. De igual forma, ha demostrado una buena correlación con la escala FAC ($r=0.820$). El paciente debe experimentar un cambio en su puntuación de ± 1.095 para que podamos afirmar que se ha producido un cambio real. La app *Escala de Tinetti* se ha publicado en *Google Play*.

Discusión: proponemos futuros estudios que aumenten el tamaño muestral para poder obtener conclusiones definitivas. Futuras versiones de la app *Escala de Tinetti* podrán mejorar la función y el diseño de la misma.

Conclusiones: la escala POMA es una herramienta fiable y válida en población española que ha sufrido un ictus de más de 6 meses de evolución. La app *Escala de Tinetti* resulta una herramienta útil para los profesionales en su clínica diaria.

Palabras clave: equilibrio, ictus, tecnología de la información, escalas de medida, validación, aplicación móvil.

ABSTRACT AND KEY WORDS

10. ABSTRACT AND KEY WORDS

Title: Validation of gait and balance POMA scale for Spanish people with stroke and design of an app for health professionals.

Introduction: stroke is one of the main causes of death and disability in adults. Stroke prevalence is increasing due to population aging. Assessment methods carried out so far must be improved for the correct therapeutic approach of the patients. Mobile phone use has increased in the last years. Mobile applications offer a viable, cost-effective and accessible solution.

Objectives: to perform an initial adaptation of the POMA scale for Spanish people with stroke. Make an initial version of an app to manage that scale.

Materials and Methods: the study includes 153 persons with average age of 70.9 (SD=13) years and with chronic stroke. This study examined the reliability, concurrent validity, and minimal detectable change (MDC), among others. Making an app using the *MIT App Inventor 2* platform.

Results: POMA scale has obtained positive results in all psychometric properties. The POMA scale scores were moderately correlated ($r=0.820$) to FAC score. MDC was 1.095 points, so a subject must change ± 1.095 points to declare a real change. *Escala de Tinetti* app has been published in *Google Play*.

Discussion: we suggest future studies with more participants to obtain definitive conclusions. Future versions of the *Escala de Tinetti* app can improve function and design.

Conclusions: the POMA scale is a reliable and valid tool for Spanish population with chronic stroke. *Escala de Tinetti* app is a useful tool for professional daily clinical.

Key words: postural balance, stroke, information technology, psychometrics, validation studies as topic, mobile applications.

ANEXOS

11. ANEXOS

11.1 Anexo I. Escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA)^{16,55}

SUBESCALA DE EQUILIBRIO: el paciente está sentado en una silla firme y sin apoyabrazos. Se analizan las siguientes maniobras.	
1. Equilibrio en sedente	
- Se inclina o se desliza en la silla	0
- Estable y seguro	1
2. Al levantarse	
- Incapaz sin ayuda	0
- Capaz, utiliza los brazos para ayudarse	1
- Capaz, sin usar sus brazos	2
3. Intentos para levantarse	
- Incapaz sin ayuda	0
- Capaz, requiere más de un intento	1
- Capaz de levantarse en el primer intento	2
4. Equilibrio inmediato al levantarse (primeros 5 segundos)	
- Inestable (se tambalea, mueve los pies, balanceo tronco)	0
- Estable pero utiliza caminador u otro apoyo	1
- Estable sin utilizar caminador u otro apoyo	2
5. Equilibrio de pie	
- Inestable	0
- Estable pero con base de sustentación amplia (separación de los talones mayor a 10.2 cm y utiliza bastón u otro apoyo)	1
- Base de sustentación estrecha sin empleo de bastón u otro apoyo	2
6. Empujón (paciente con los pies lo más juntos posible, el examinador le empuja suavemente sobre el esternón, 3 veces)	
- Empieza a caer	0
- Se tambalea, se sujeta, se sostiene	1
- Estable	2
7. Con los ojos cerrados (paciente con los pies tan juntos como sea posible)	
- Inestable	0
- Estable	1
8. El paciente da un giro de 360 grados	
- Pasos interrumpidos	0
- Pasos continuos	1

- Inestable (se agarra, se tambalea)	0
- Estable	1
9. Al sentarse	
- Inseguro (calculó mal la distancia, cae en la silla)	0
- Utiliza los brazos o se sienta bruscamente	1
- Seguro	2
PUNTUACIÓN EQUILIBRIO	___/16
SUBESCALA DE MARCHA: el paciente está de pie con el examinador, camina por el pasillo o por la habitación, primero con su paso habitual, luego regresa con “paso rápido, pero seguro” (utilizando las ayudas habituales para caminar).	
10. Inicio de la marcha	
- Vacilación o múltiples intentos para iniciar	0
- No vacila	1
11. Longitud y altura del paso	
- Movimiento del pie derecho	
• Al dar el paso no sobrepasa al pie izquierdo	0
• Sobrepasa la posición del pie izquierdo	1
• El pie derecho no se levanta completamente al dar el paso	0
• El pie derecho se levanta completamente del piso	1
- Movimiento del pie izquierdo	
• Al dar el paso no sobrepasa al pie derecho	0
• Sobrepasa la posición del pie derecho	1
• El pie izquierdo no se levanta completamente al dar el paso	0
• El pie izquierdo se levanta completamente del piso	1
12. Simetría del paso	
- La longitud del paso con el pie derecho e izquierdo es diferente (observado)	0
- Los pasos con el pie derecho e izquierdo parecen iguales	1
13. Continuidad del paso	
- Pausas o falta de continuidad entre los pasos	0

- Los pasos parecen continuos	1
14. Recorrido (estimado en 3 m de longitud y 30.5 cm de anchura del piso, se observa la desviación de un pie del paciente)	
- Marcada desviación	0
- Desviación leve/moderada o utiliza ayudas para caminar	1
- Recto sin utilizar ayudas para la marcha	2
15. Tronco	
- Marcado balanceo o utiliza ayudas para la marcha	0
- Sin balanceo de tronco pero con flexión de rodillas o espalda, abre los brazos	1
- Sin balanceo, ni flexión de tronco, no usa los brazos ni ayudas para la marcha	2
16. Postura en la marcha	
- Los talones separados más de 10.2 cm	0
- Los talones casi juntos al caminar	1
PUNTUACIÓN MARCHA	__/12
PUNTUACIÓN TOTAL	__/28

11.2 Anexo II. Functional Ambulation Category (FAC)³⁶

<p>- FAC es 0 (deambulaci3n no funcional) cuando el paciente no es capaz de andar o cuando necesita la ayuda de 2 terapeutas.</p>
<p>- FAC es 1 (deambulaci3n dependiente de asistencia f3sica, nivel II) cuando el paciente necesita contacto manual continuo para mantener el peso del cuerpo, el equilibrio o la coordinaci3n.</p>
<p>- FAC es 2 (deambulaci3n dependiente de asistencia f3sica, nivel I) cuando el paciente necesita un intermitente o continuo contacto ligero para asistir el equilibrio o la coordinaci3n.</p>
<p>- FAC es 3 (deambulaci3n dependiente de supervisi3n) cuando el paciente puede andar por superficie plana sin el contacto manual de otra persona pero necesita la vigilancia de otra persona ya sea por seguridad o por necesidad de 3rdenes verbales.</p>
<p>- FAC es 4 (deambulaci3n independiente solo en superficies planas) cuando el paciente puede andar por superficies planas de forma independiente pero requiere supervisi3n para por ejemplo: escaleras, rampas y suelos no planos.</p>
<p>- FAC es 5 (deambulaci3n independiente) cuando el paciente puede andar de forma independiente por cualquier lugar, incluyendo escaleras.</p>

11.3 Anexo III. Hoja informativa para los participantes

HOJA INFORMATIVA PARA LOS PARTICIPANTES

Usted va a participar en un estudio titulado “*Validación de la escala POMA de Marcha y Equilibrio en población española afectada de ictus y desarrollo de una app para profesionales sanitarios*”, llevado a cabo por el Departamento de Fisioterapia de la Universidad de Murcia.

Dicho estudio tiene como objetivo principal aportar conocimiento científico sobre el abordaje terapéutico de los pacientes que han sufrido un ictus en relación a las habilidades motrices.

Ha de saber que dicha participación es voluntaria y que no tendrá ningún beneficio o perjuicio para usted. Igualmente, usted podrá abandonar el estudio en el momento que considere oportuno sin que esto suponga ningún tipo de consecuencia.

Su participación consistirá en:

Una primera valoración del riesgo de caída a través de dos escalas de valoración: *Escala de Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA)* y *Functional Ambulation Category (FAC)*.

Si los investigadores lo consideran oportuno y siendo usted informado en la primera valoración, puede ser citado una segunda vez para realizar una segunda valoración del riesgo de caída con la escala de valoración de *Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA)*. En el caso de que se produjera la segunda valoración tendrá lugar una semana después de la primera.

11.4 Anexo IV. Consentimiento informado



DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

D. /Dña....., de..... años de edad, con DNI nº y con número de teléfono, manifiesta que ha sido informado/a sobre los beneficios que podrían suponer la valoración del riesgo de caída con la escala de valoración de *Marcha y Equilibrio de Tinetti (POMA)*, cumpliendo con los objetivos de la investigación titulada “*Validación de la escala POMA de Marcha y Equilibrio en población española afectada de ictus y desarrollo de una app para profesionales sanitarios*” y que está siendo realizada en la Universidad de Murcia por Dña. Ana Carrasco Pérez graduada en Fisioterapia, con DNI 77822416-F y con número de teléfono 609084597.

He sido informado/a de que la participación en dicho estudio es completamente voluntaria y que podré abandonarla, si lo deseo, en el momento que considere oportuno. También he sido informado/a que el abandono no supone ninguna consecuencia de ningún tipo para mí.

He sido informado/a de los posibles perjuicios que dicho procedimiento puede tener sobre mi bienestar y salud.

He sido también informado/a de que mis datos personales serán protegidos e incluidos en un fichero que deberá estar sometido a la Ley Orgánica 15/1999 de 13 de diciembre.

Tomando ello en consideración, OTORGO mi CONSENTIMIENTO a que esta valoración tenga lugar y sea utilizada para cubrir los objetivos de dicho estudio.

_____, a _____ de _____ de 20____.

Fdo. D. /Dña. _____

11.5 Anexo V. Encuesta de la app

Por favor, conteste y envíe el presente cuestionario a la cuenta de correo electrónico escaladetinettiapp@gmail.com.

Puntúe del 0 al 10, siendo 0 la puntuación mínima y 10 la puntuación máxima, las siguientes preguntas:

- ¿Le ha resultado la app *Escala de Tinetti* una herramienta útil?
- ¿La usaría frecuentemente en su clínica diaria?
- ¿Le resulta que presenta un diseño eficaz?
- ¿Recomendaría el uso de la app a compañeros de profesión?
- Puntúe del 0 al 10 la app *Escala de Tinetti*

Gracias por su colaboración.