|  |
| --- |
|  |

|  |
| --- |
| Pre-Fall – Sistema inteligente para la prevención y predicción de caídas |

|  |
| --- |
| **E2.1 – Banco de pruebas (Informe)** |

|  |  |
| --- | --- |
| Proyecto | Pre-Fall – Sistema inteligente para la prevención y predicción de caídas |
| Entregable | E2.1 – Banco de pruebas (Informe) |
| Fecha | 30/10/2022 |

Contenido

[Contenido 1](#_Toc116641987)

[Índice de figuras 2](#_Toc116641988)

[Índice de Tablas 3](#_Toc116641989)

[Resumen Ejecutivo 4](#_Toc116641990)

[1 Clasificación de pruebas de la marcha humana utilizando sensores inerciales 5](#_Toc116641991)

[1.1 Prueba 1: Test de marcha humana (*walking*) 5](#_Toc116641992)

[1.2 Prueba 2: *Time Up and Go (TUG)* 6](#_Toc116641993)

[1.3 Prueba 3: *30-s Chair Stand Test (30-s CST)* 6](#_Toc116641994)

[*1.4* Prueba 4: *Five-Times Sit to Stand (FTSS)* 6](#_Toc116641995)

[1.5 Prueba 5: *Short Physicial Performance Battery (SPPB)* 6](#_Toc116641996)

[2 Justificación de la prueba seleccionada 7](#_Toc116641997)

[3 Protocolo del banco de pruebas 10](#_Toc116641998)

[3.1.1 Laboratorio 10](#_Toc116641999)

[3.1.2 Tipología de Sujetos 10](#_Toc116642000)

[3.1.3 Descripción de la prueba 10](#_Toc116642001)

[3.1.4 Configuración 10](#_Toc116642002)

[3.1.5 Equipamiento requerido 10](#_Toc116642003)

[3.1.6 Configuración del IMU 11](#_Toc116642004)

[3.1.7 Método 11](#_Toc116642005)

[3.1.8 Validación 11](#_Toc116642006)

[4 Conclusiones 12](#_Toc116642007)

[5 Referencias 13](#_Toc116642008)

Índice de figuras

[Figura 1: Medición de la marcha Humana mediante sensores inerciales 5](#_Toc116038018)

Índice de Tablas

[Tabla 1: Descripción de estudios de sujetos en riesgo o no de caída con inerciales 8](#_Toc116037992)

Resumen Ejecutivo

Ela puede rellenar…

# Clasificación de pruebas de la marcha humana utilizando sensores inerciales

La marcha humana [1] es una característica que está determinada por la combinación del peso, longitud de extremidades, calzado y postura, entre otras cosas. Lo que resulta un movimiento característico del cual se pueden obtener patrones que van cambiando a lo largo de la vida del paciente. Pero también puede verse modificado por accidentes, enfermedades como el Parkinson u otras enfermedades además del envejecimiento.

Las alteraciones de la marcha humana influyen determinantemente en la calidad de vida, restringiendo movimientos y originando discapacidades físicas de largo tiempo y permanentes. Estos trastornos de la marcha humana generan caídas y otros deteriores de los pacientes. Lo que supone una incidencia máxima en la salud general y calidad de vida.

Por estas causas, la evaluación de la marcha humana mediante pruebas permiten diagnosticar con precisión y eficacia un gran número de problemas médicos.

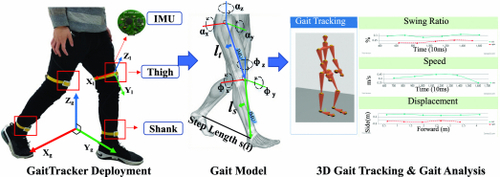


Figura : Medición de la marcha Humana mediante sensores inerciales

A continuación, se van a mostrar un grupo de pruebas para la evaluación de la marcha para medir el riesgo de caída. De estas se elegirá una que es la que se tomará para la realización de una batería de pruebas en el laboratorio a pacientes de diversos grupos que se utilizará en la Tarea 2.3 del proyecto *PreFall*.

Dichas pruebas se han elegido de la literatura de pruebas diagnósticas por su idoneidad en la aplicación de pacientes para la evaluación del riesgo de caídas.

## Prueba 1: Test de marcha humana (*walking*)

Es una prueba muy común a la hora de evaluar la limitación funcional. Los tests más comunes son el del cálculo de la marcha normal (caminando) en distancias de 4 a 6 metros. Estos tests se pueden acompañar de tareas en lo que se denominan *dual-task tests* que puede ser por ejemplo que cuente de uno hasta cien mientras el paciente está caminando. Esta prueba es utilizada tanto en el deterioro cognitivo como en el riesgo de caída. Una velocidad menor o igual a 0.8 m/s sería suficiente para detectar un riesgo de caída.

Este tipo de pruebas se puede clasificar de la siguiente manera:

* 8 a 10 pasos en una trayectoria recta a velocidad máxima con comodidad
* 7 minutos a una velocidad elegida por el paciente alrededor de un circuito con dos partes rectas y dos curvas. El circuito tiene 12 metros de largo.
* 3 metros a una velocidad cómoda en una trayectoria recta
* 10 meters at a self-selected pace on a straight course which included stepping over six obstacles separated by 1.5 m
* 10 metros a un ritmo seleccionado por el paciente en una trayectoria recta y en el que tenga que pasar por encima 6 obstáculos separados por 1.5m
* 1 minuto o más realizando caminatas durante las actividades de la vida diaria
* 1 minuto bajo 3 condiciones diferentes: 1) caminata habitual; 2) caminata habitual con arnés; 3) una carrera de obstáculos caminanado con arnés

## Prueba 2: *Time Up and Go (TUG)*

Este test está diseñado para cuantificar la movilidad y ha sido probado [poner bib] como buen predictor del estado de salud. Este test consiste en que el paciente está sentado en la silla, se levanta, camina igualmente de 4 a 6 metros y vuelve a sentarse en la silla. El tiempo obtenido en este test es determinante para saber qué riesgo de caído existe.

## Prueba 3: *30-s Chair Stand Test (30-s CST)*

Consiste en el conteo de las veces que el paciente puede sentarse y levantarse durante 30 segundos.

## Prueba 4: *Five-Times Sit to Stand (FTSS)*

Al contrario de CST, esta prueba mide el tiempo total de hacer el procedimiento de sentarse y levantarse al hacerlo 5 veces.

## Prueba 5: *Short Physicial Performance Battery (SPPB)*

Es una de las pruebas más validadas para detectar fragilidad y predecir discapacidades. Utiliza una escala de cero a doce puntos. Se mide:

* Equilibrio: con diferentes posiciones del pie
* Velocidad: caminando en tiempo 4 m
* Tiempo necesario al Sentarse y levantarse 5 veces

Cada punto anterior es medido en una puntuación del 0 al 4. La suma de todos nos da un total de puntación que se clasifica según:

* 4-6: limitación funcional moderada (sujeto con fragilidad)
* 7-9: limitación funcional baja (sujeto pre-frágil)
* 10-12: limitación funcional ausente (sujeto no frágil)

# Justificación de la prueba seleccionada

Según Montesinos [2] en la Tabla 1 se muestra una comparativa de varios estudios de la caída en personas con y sin riesgo de caída mayores de 60 años y en el que se evaluó el riesgo de caída mediante sensores inerciales y la aplicación de unas pruebas anteriormente mencionadas en el punto 1.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Autor, Año** | **Sujetos**  **(con riesgo**  **De caída)** | **Media**  **edad** | **Tipo de Sensor** | **Número de sensores** | **Ubicación** | **Test** |
| Kokima,  2008 | 153  (22) | 71 | ACC[[1]](#footnote-1) | 1 | Espalda baja[[2]](#footnote-2) | Marcha |
| O’Sullivan, 2009 | 17  (12) | 77 | ACC | 1 | Espalda baja | Sentado |
| Green,  2010 | 349  (207) | 72.4 | GYR[[3]](#footnote-3) | 2 | Espinillas | TUG |
| Itoh, 2012 | 30  (7) | 75 | ACC+  GYR | 1 | Espalda baja | Sentado |
| Senden, 2012 | 100  (50) | 76.5 | ACC | 1 | Espalda baja | Marcha |
| Doheny, 2013 | 39 (19) | 71.5 | ACC | 2 | Muslo, Esternón | 5 times sit to stand test |
| Doi, 2013 | 73 (16) | 80.7 | ACC | 2 | Espalda baja, espalda alta | 10m walk test |
| Weiss, 2013 | 71 (32) | 78.4 | ACC | 1 | Espalda baja | Marcha |
| Cui, 2014 | 81 (39) | 78.4 | ACC | 1 | Espalda baja | Marcha |

Tabla : Descripción de estudios de sujetos en riesgo o no de caída con inerciales

En esta revisión de la literatura se analizaron varias combinaciones de sensores, pruebas y parámetros para evaluar el riesgo de caída para sujetos con y sin riesgo de caída. Proponiendo que una buena combinación sería atendiendo a la triada: **variable a evaluar - prueba - ubicación de sensor inercial:**

* Velocidad angular – Marcha – Espinillas
* Aceleración lineal – Sentado – Espalda baja
* Aceleración lineal – Levantado a sentado / sentado a levantado – Espalda baja
* Frecuencia – Marcha – Espalda baja
* Frecuencia – Marcha – Espalda alta
* Tiempo – TUG – Espinillas

Asimismo, en [3] se establecen que las conclusiones del estudio se han provisto en los estudios realizados un

Por lo que las pruebas de marcha con inerciales en espalda baja sería una buena opción para utilizarlo en evaluar el riesgo de caída.

No obstante, en la siguiente Tabla 2 extraída del estudio [2] se realiza una revisiñon de aquellas pruebas que pueden ser muy interesantes para evaluar variables (*features*) para medir el riesgo de caída en personas que tienen tanto el riesgo como las que no. En este estudio se señalan los estudios de Doheny, Green, Weiss y Doi.

Interfaz de usuario gráfica, Tabla

Descripción generada automáticamente

Tabla : Evaluación de variables en sensores inerciales, prueba, ubicación

En este estudio se puede apreciar que existe que la elección de sensores inerciales y ubicación en espalda baja junto con pruebas de marcha, son significativos para evaluar el riesgo de caída. Ya que estas pruebas han sido recogidas

Según las pruebas anteriores se elegirá por la cual sea adecuada al momento sanitario actual. Se debe de tener en cuenta que por la Covid-19 los laboratorios clínicos han sido un problema a la hora de realizar determinadas pruebas y la disposición de pacientes para la realización de las pruebas fue limitada debido a razones médicas evidentes derivadas de la actual situación.

Se tiene como parámetro que se elija una prueba que esté relacionada con la marcha humana, por lo que las pruebas 3, 4 y 5 al tener partes en estático, sin movimiento, no se podría medir el riesgo de caídas con la marcha humana de manera eficiente. Por lo que las pruebas 1 y 2

Con lo que la primera prueba para la validación de la evaluación de la marcha mediante dispositivos inerciales con pacientes con riesgos en Covid-19 alto que se ha tomado ha sido la Prueba 1. Dicha prueba se ha elegido por lo siguiente:

|  |
| --- |
| **Elección de la prueba Caminar 8 m** |
| * Instalación del sensor inercial sin contacto. El auxiliar médico instala de forma sencilla la unidad inercial en la región sacral sin contacto físico. |
| * La asistencia del auxiliar es mínima e incluso inexistente. Ya que el auxiliar realiza indicaciones de sólo caminar o volver a todo lo más. |
| * Prueba válida y usable en la literatura para medir el riesgo de caída (*fall risk*). |
| * Prueba válida para usar con sensores inerciales y evaluar el riesgo de cáida (fall risk). |

# Protocolo del banco de pruebas

### Laboratorio

[datos del laboratorio]

### Tipología de Sujetos

Los criterios de inclusión consisten en adultos de 50 años o más, capaces de pararse y caminar de forma independiente con o sin ayudas para caminar, y que estén interesados en participar en el estudio. Se excluirán las personas que presenten deficiencias sensoriales graves (sordera o ceguera) o deficiencias cognitivas, que impidan la capacidad de comprensión de los cuestionarios y pruebas funcionales incluidas en el protocolo de cribado.

### Descripción de la prueba

El objetivo de esta prueba es medir la resistencia. Es la distancia que una persona puede confortablemente caminar a su velocidad de caminar usual. Una distancia de 8 metros es una distancia óptima (Ng et al. 2013) en el laboratorio y realizará un giro.

**0m 8m**

### Configuración

El técnico del departamento de biomecánica establecerá el equipamiento necesario en el laboratorio para caminar durante la prueba. También se le instalará al paciente el IMU en la zona del sacro y se podrán realizar pequeñas pruebas de funcionamiento del IMU y preparación y confortabilidad del paciente.

### Equipamiento requerido

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Instrumento | Ubicación | Descripción |
| Cronómetro |  |  |
| Software Captación |  | Registro de datos cinemáticos |
| Conos |  | 2 conos |
| Sillas |  |  |
| Cinta marcadora |  | 30 metros |
| IMU | Región sacro | Se recogerán las medidas mediante los sensores de 9 grados de libertada 9DOF. Es decir del Acelerómetro (m/s^2), Giroscopio ( rad / s^2) y magnetómetro (micro Teslas) |

### Configuración del IMU

|  |  |
| --- | --- |
| **Parámetro** | **Unidad/Resolución** |
| Acelerómetro | m/s^2 a +-4G |
| Giroscopio | Grados por segundo (dps) +-2000 |
| Magnetoscopio | microTeslas +-4000 |
| Frecuencia Acelerómetro | 100Hz |
| Frecuencia Giroscopio | 100Hz |
| Frecuencia Magnetoscopio | 100Hz |
| Filtro Kalman | 9DOF |
| Corrección Magnetoscopio | Precisa |
|  |  |

### Método

1. Marcar distancia de 8 metros y poner un cono en cada extremo.
2. Emplazar una silla a la mitad de distancia por si el paciente debe pararse.
3. Con el participante sentado se explica la prueba: realizar de forma confortable 6 minutos de caminata entre ambos conos. Se puede parar el paciente si es necesario y utilizar la silla para sentarse.
4. Ubicar el sensor en la región del sacro y comprobar que registra.
5. Comenzar la prueba y grabar los datos a la vez.
6. Si el paciente se para el registro se puede pausar.
7. Una vez terminados los 6 minutos parar la prueba y se obtendrá un fichero de registro.

### Validación

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |

# Conclusiones

# Referencias

|  |  |
| --- | --- |
| [1] | D. G. A. Tania Znielle Rodríguez, «Evaluación de la marcha humana utilizando unidades de medición inercial,» *Researchgate,* 2019. |
| [2] | L. Montesinos y L. Peccjoa, «Wearable Inertial Sensors for Fall Risk Assessment and Prediction in Older,» *IEEE,* Enero 2018. |
| [3] | A. Ejupi, S. R. Lord y K. Delbaere, «New methods for fall risk prediction,» *Wolters Kluwer Health,* pp. 1363-1950, 2014. |
| [4] | M. D. M.-C. E. M.-V. M. T. &. P.-O. J. M. Molina-González, «Semantic orientation for polarity classification in Spanish reviews,» *Expert Systems with Applications 40 (18),* pp. 7250-7257, 2013. |
| [5] | L. a. W. E. L. G. Lee, «Gait analysis for recognition and classification",» de *IEEE*, 2002. |

1. ACC: Acelerómetro [↑](#footnote-ref-1)
2. Región entre L3 y L% [↑](#footnote-ref-2)
3. GYR: Giroscopio [↑](#footnote-ref-3)