



Entregable 5 - Grupo 3

Fundamentos de Biodiseño

Integrantes:

Juan Carlos Lugo
Lorena Mendez
Nathalie Huiza
Ignacio Pérez
Fabio Garcia
Jean Neira

2025



1. Identificación de la necesidad

Si tomamos de referencia a la enfermedad del Parkinson, como equipo hemos identificado que uno de los síntomas motores más limitantes y a la vez, más afectado, es el bloqueo de la marcha, conocido como “freezing of gait”, en donde el paciente experimenta una sensación como si sus pies están “anclados”, como si estuvieran adheridos al suelo, lo que le dificulta comenzar o continuar el movimiento. Este fenómeno, junto con la marcha festinante caracterizada por pasos cortos y rápidos, eleva notablemente el riesgo de caídas y restringe la capacidad de auto-movimiento del paciente.

Por ello, el cueing se presenta como una técnica terapéutica para mitigar estos bloqueos mediante el uso de estímulos externos, como métodos visuales, auditivos o táctiles, que funcionan como guías rítmicas o espaciales. Estos estímulos permiten al paciente “redirigir” su atención motora hacia un indicativo específico, lo que ayuda a iniciar el movimiento, controlar la longitud de la zancada y mantener un ritmo más coherente.

2. Patentes:

a. Patente 1:

- **Número de patente:** WO2020261225A1
- **Título:** Wearable device
- **Inventores:** Soo Min Jung
- **Año de publicación:** 2020
- **Entidad solicitante:** Charco Neurotech Ltd
- **Resumen funcional:** Se trata de un dispositivo portátil (“wearable”) diseñado para uso en personas (usuarios) que produce estimulación mediante un elemento estimulador (vibrotáctil) enfocado, el cual está situado en una hendidura o receso corporal (recess) del usuario o adherido al cuerpo.
-
- **Aspectos innovadores:**
 - El estímulo vibrotáctil permite cueing pasivo mientras el paciente realiza otras tareas a diferencia de los estímulos visuales o auditivos que suelen requerir la atención activa del paciente durante su uso.
 - Diseño no invasivo, discreto, para uso wearable colocado sobre el pecho



- Patrón vibratorio específico (frecuencia, ciclo) validado por pruebas piloto.
- **Limitaciones o vacíos:**
 - La evidencia clínica publicada es escasa
 - Con el tiempo, el dispositivo puede dejar de funcionar en el paciente debido a que este puede acostumbrarse a esa intensidad de vibración, lo que afecta negativamente a la usabilidad del dispositivo.
 - Relación con la necesidad: El dispositivo aborda la necesidad de manera pasiva, no requiere intervención del paciente ya que opera de forma automática, esto le permite al usuario realizar otras actividades durante las sesiones de uso del dispositivo sin necesidad de prestarle atención activamente. El sistema actúa como terapia continua, se espera que los resultados sean notables dentro de un mediano a largo plazo.
- Imagen/es asociadas:

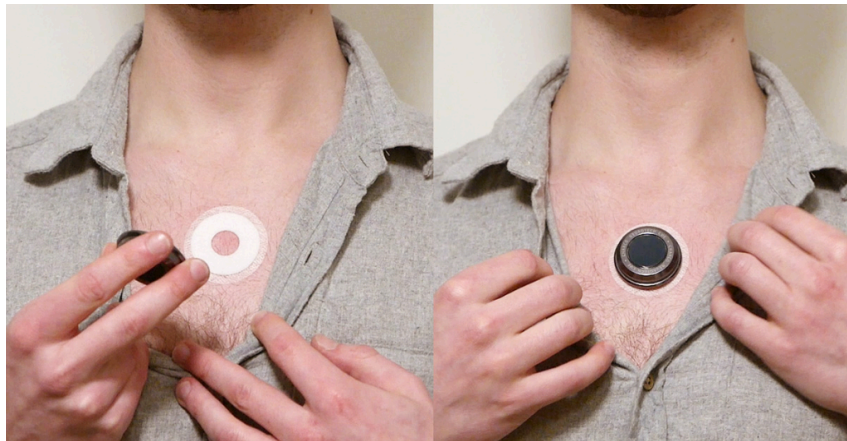


Figura 1. Wearable device

b. Patente 2:

- **Número de patente:** NL2031061
- **Título:** Multiple algorithms for controlling a cueing device.
- **Inventores:** Floor Waardenburg, Martijn van der Ent, Alexander Leopold, Marie Minnoye
- **Año de publicación:** 2023

Entidad solicitante: Cue2Walk International B.V.



- **Resumen funcional:** Dispositivo de señalización que detecta irregularidades en la marcha de un usuario mediante múltiples algoritmos aplicados a datos de un sensor de movimiento. La unidad de control sólo genera una señal cuando al menos dos algoritmos coinciden en la detección, reduciendo falsas alarmas.
- **Aspectos innovadores:**
 - El uso de múltiples algoritmos simultáneos, la minimización de señales innecesarias, la adaptabilidad a particularidades personales, posee una mayor precisión en la detección de irregularidades además esta patente parece buscar un punto de equilibrio donde la señal se genera solo cuando hay alta probabilidad de irregularidad, lo cual mejora la especificidad.
- **Limitaciones o vacíos:**
 - Falta de detalle respecto a los algoritmos, una complejidad en el procesamiento, necesita calibración personalizada, no aborda condiciones extremas. Además, el requerir que dos algoritmos coincidan puede ser útil para reducir falsas alarmas, pero también podría omitir eventos relevantes que solo un algoritmo detecta bien.
- **Relación con la necesidad:**
 - La patente busca hacer más preciso y personalizado el cueing para pacientes con freezing of gait, evitando señales excesivas y mejorando la utilidad real del dispositivo en la vida diaria.
- **Imagen:**

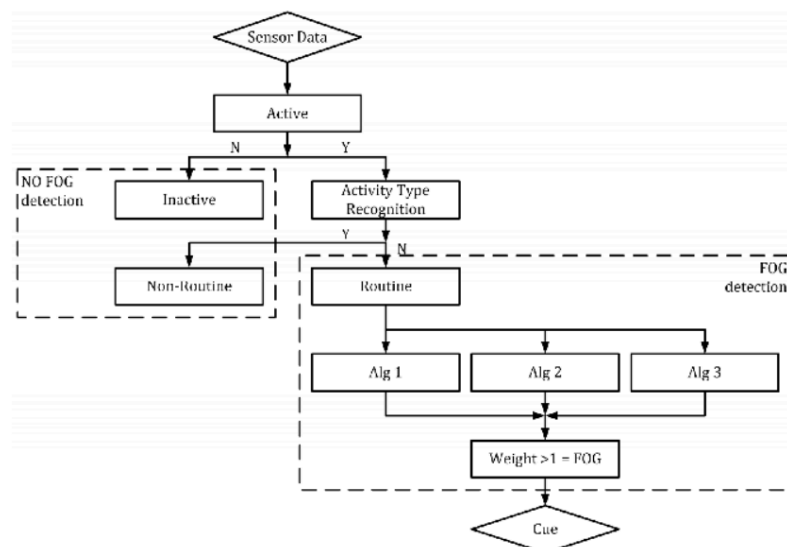


Figura 3. Sensor Cue2Walk

c. Patente 3:



- **Número de patente:** US 10,251,611 B2
- **Título:** *Freezing of gait cue apparatus*
- **Inventores:** David F. Marquez, Dennis A. Truong, Kevin L. Novak
- **Año de publicación:** 2019
- **Entidad solicitante:** Medtronic, Inc.
- **Resumen funcional:** Dispositivo que integra sensores de movimiento para detectar episodios de *freezing of gait* y proyecta una señal visual de referencia para ayudar al paciente a reiniciar la marcha.
- **Aspectos innovadores:**
 - Uso de algoritmos para detectar en tiempo real el inicio del freezing.
 - Activación automática de estímulo visual (línea o patrón proyectado en el suelo).
- **Limitaciones o vacíos:**
 - Se centra solo en estímulos visuales, sin combinar con auditivos o táctiles.
 - El sistema puede resultar poco discreto y de difícil portabilidad.
- **Relación con la necesidad:** Directamente orientada a la necesidad de superar *freezing of gait*, aunque su enfoque es limitado en cuanto a tipos de estímulo.
- **Imagen:**

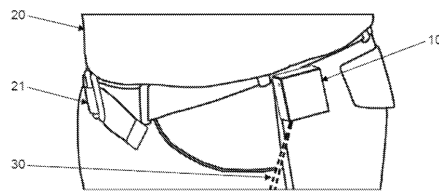


FIGURE 5

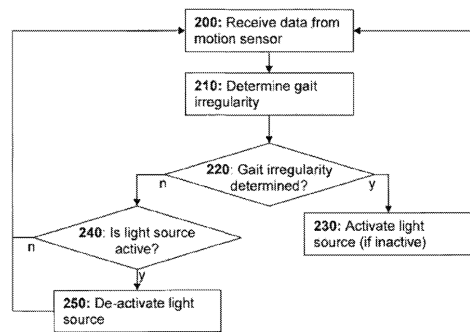


FIGURE 6

Figura 3. Colocación de sensores y fuente de luz en un dispositivo portátil para detección de irregularidades de la marcha en pacientes con Parkinson y diagrama de flujo del algoritmo de detección de marcha irregular y activación de la fuente de luz.

d. Patente 4:

- **Número de patente:** US 10,744,324 B2
- **Título:** *Apparatus for management of a Parkinson's disease patient's gait*
- **Inventores:** Anirban Dutta, Binith Cheeran, William Gray
- **Año de publicación:** 2020
- **Entidad solicitante:** University of Kent
- **Resumen funcional:**
Sistema que emplea **estimulación eléctrica no invasiva** (TENS) aplicada a las piernas para modular la marcha y reducir episodios de freezing.
- **Aspectos innovadores:**
 - Introduce **cueing táctil/físico** en lugar de depender solo de estímulos visuales o auditivos.



- Ofrece **modulación personalizada** de la estimulación según el grado de freezing.

- **Limitaciones o vacíos:**

- Requiere electrodos adheridos al cuerpo, lo que **reduce la comodidad** para uso cotidiano.
- Mayor complejidad en la aplicación práctica comparado con soluciones simples (ej. bastón láser).

- **Relación con la necesidad:**

Aporta una alternativa innovadora al ofrecer estimulación táctil/física, directamente alineada con el alivio del freezing, pero con desafíos de **usabilidad y aceptación**.

- **Imagen:**

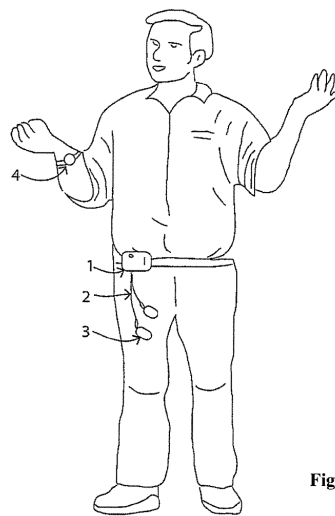


Fig. 1

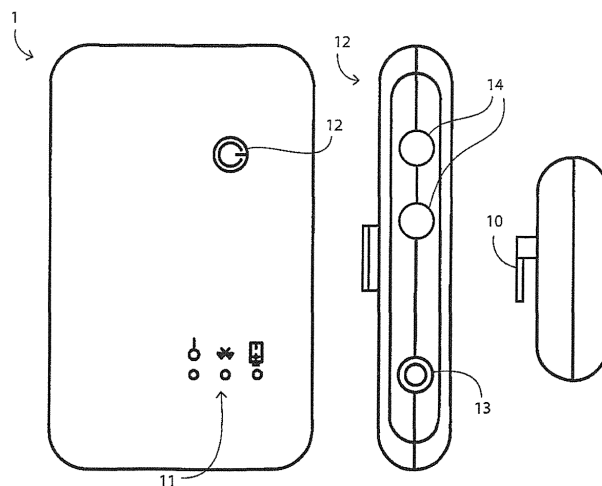


Fig. 2

Figura 4. Esquema de uso de un dispositivo portátil de cueing para pacientes con Parkinson (ubicación en el cuerpo y vista de los componentes principales).

e. **Patente 5:**

- **Número de patente:** US 8,409,116 B2



- **Título:** Method and device to manage freezing of gait in patients suffering from a movement disorder.
- **Inventores:** Emily Wang, Chicago, IL (US); Leonard Verhagen Metman, Chicago, IL (US); Emil Jovanov, Huntsv
- **Año de publicación:** 2013
- **Entidad solicitante:** Rush University Medical Center, Chicago, IL (US)
- **Resumen funcional:** Dispositivo y método para asistencia en episodios de akinesia/FOG; incluye sensores para detección de patrón de marcha y un actuador que genera estímulos (visual/auditivo/táctil) para superar la congelación.
- **Aspectos innovadores:** Enfoque integrado detección-respuesta (sensor -> actuador), pensado para intervención inmediata y repetible; cubre distintos tipos de cueing (no sólo luz).
- **Limitaciones o vacíos:** Diseño general , la publicación describe el concepto y flujo, pero la implementación clínica concreta (ergonomía, usabilidad, validación en grandes cohortes) puede faltar. No cubre personalización avanzada del timing del cue.
- **Relación con la necesidad:** Aborda la necesidad neuromotriz de romper FOG con una solución automatizada multi-sensorial. Ideal como base tecnológica para un equipo que quiera prototipar un wearable multimodal.
- **Imagen:**

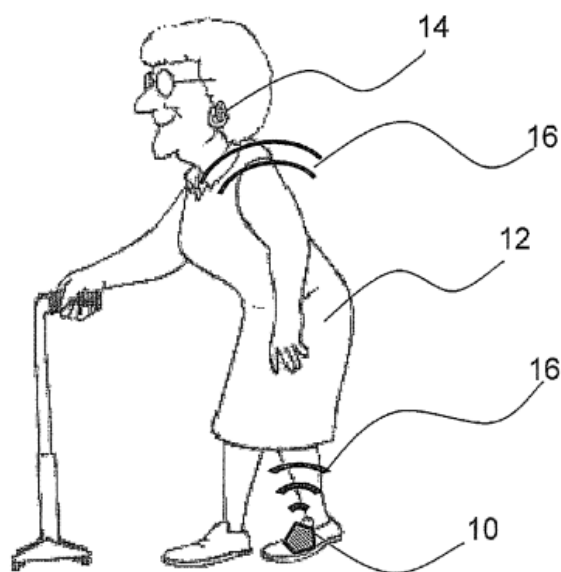




Figura 5. Dispositivo portátil de cueing para asistir la marcha en pacientes con Parkinson (esquema de aplicación en extremidades y tronco).

f. Patente 6:

- **Número de patente / Publicación:** CN111184623A
- **Título:** Gait training device for Parkinson's patients
- **Inventores:** Cai Lijun, Zhang Yifan, Ding Hui, Jiao Ling
- **Año de publicación:** 2020
- **Entidad solicitante:** Universidad Médica de Guizhou
- **Resumen funcional:** Dispositivo de entrenamiento de la marcha que consta de un componente de caminar, estructura de soporte y mecanismo de empuje que asiste al usuario al levantar el pie y avanzar, con finalidad de mejorar el freezing en pacientes con Parkinson.
- **Aspectos innovadores:**
 - Mecanismo activo de empuje para asistir el movimiento del pie (reduce carga en paciente).
 - Ajustes mecánicos (motor paso a paso, varillas telescópicas) para adaptarse al paciente.
- **Limitaciones o vacíos:**
 - No necesariamente es un dispositivo portátil para uso diario; podría estar pensado para clínica o sesiones supervisadas. No incorpora, al menos en el resumen, detección automática del freezing ni cueing sensorial.
- **Relación con la necesidad:**

Asiste directamente el movimiento de la marcha en pacientes con bloqueos, potenciando la capacidad de levantar el pie cuando se produce congelamiento.
- **Imagen/es asociadas:**

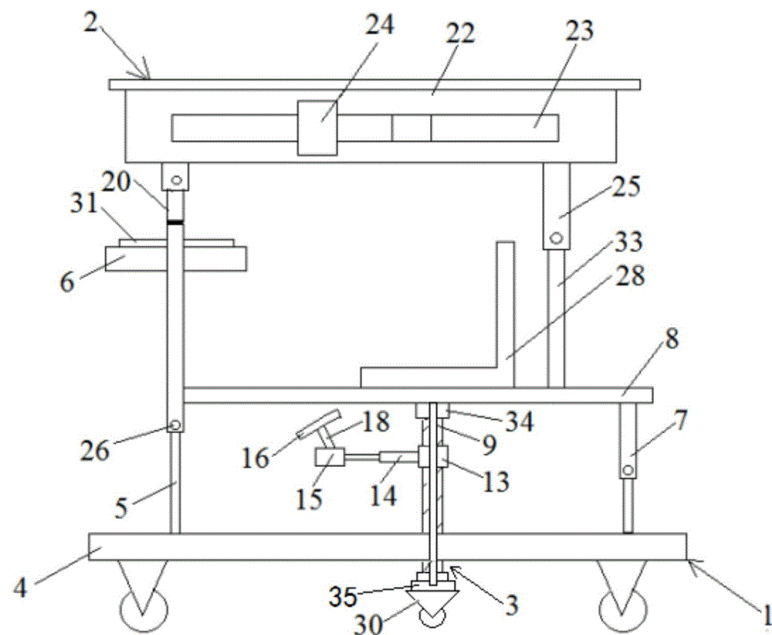


Figura 6. Dispositivo de entrenamiento de la marcha para pacientes con Parkinson (vista esquemática de componentes principales).

3. Reflexión final

- ¿Cuál de estas patentes sería más aplicable en un nuevo prototipo?

La patente US 10,744,324 B2 (University of Kent, 2020) resulta especialmente aplicable porque integra un sistema de estimulación eléctrica no invasiva (TENS) directamente en las piernas del paciente, modulando la marcha y ofreciendo una respuesta personalizada según la severidad de los episodios. Al ser un enfoque que combina cueing físico con adaptabilidad, se alinea de manera directa con la necesidad de recuperar fluidez en la marcha y ofrece una base tecnológica sólida para un nuevo prototipo.

- ¿Qué elementos de distintas patentes podrían integrarse para cubrir mejor la necesidad identificada?

Un prototipo más completo podría integrar:

- Algoritmos de detección precisa (Patente NL2031061, 2023): Uso de múltiples algoritmos para minimizar falsas alarmas y personalizar la respuesta según cada paciente.
- Cueing multimodal (Patente US 8,409,116 B2, 2013): Combinación de estímulos visuales, auditivos y táctiles en un mismo sistema, ofreciendo alternativas según el contexto y las preferencias del paciente.
- Estimulación vibrotáctil discreta (Patente WO2020261225A1, 2020): Aplicar vibración focalizada y pasiva para mantener un estímulo continuo sin requerir atención activa.



- Proyección visual portátil (Patente US 10,251,611 B2, 2019): Incorporar un láser o patrón visual que complemente los otros estímulos en casos críticos de bloqueo.
- Soporte mecánico clínico (Patente CN111184623A, 2020): Adaptar, para rehabilitación supervisada, mecanismos de asistencia mecánica que entrenen la marcha y refuerzan patrones motores.

En conjunto, un dispositivo híbrido que combine detección avanzada, estímulos multimodales y opciones de rehabilitación clínica supervisada podría dar una respuesta más integral a la necesidad identificada, reduciendo el riesgo de caídas, aumentando la autonomía del paciente y favoreciendo su confianza en la movilidad diaria.

4. Referencias bibliográficas

[1] US Patent US10251611B2, *Freezing of gait cue apparatus*, Apr. 9, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://patents.google.com/patent/US10251611B2/en>

[2]“WIPO - Search international and national patent collections.” https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=NL406531466&_cid=P10-MF-WVV4-85618-1

[3]R. I. M. Marsh *et al.*, “US10251611B2 - Freezing of gait cue apparatus - Google Patents,” Jun. 10, 2011. <https://patents.google.com/patent/US10251611B2/en>

[4] D. Li, P. J. McDermott, R. L. W. Jones, M. J. Khan, M. J. Taylor, and K. A. McDermott, “Investigating gait-responsive somatosensory cueing from a wearable device to improve walking in Parkinson’s disease,” *BioMedical Engineering OnLine*, vol. 22, no. 1, p. 61, May 2023. [En línea]. Disponible en: <https://biomedical-engineering-online.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12938-023-01167-y>

[5] CN Patent CN111184623A, *Gait training device for Parkinson’s patients*, May 22, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://patents.google.com/patent/CN111184623A/en>

[6] D. F. Marquez, D. A. Truong, and K. L. Novak, “Freezing of gait cue apparatus,” U.S. Patent 10,251,611, Apr. 9, 2019. <https://patents.google.com/patent/US10251611B2/en>



[7] A. Dutta, B. Cheeran, and W. Gray, "Apparatus for management of a Parkinson's disease patient's gait," U.S. Patent 10,744,324, Aug. 18, 2020. <https://patents.google.com/patent/US10744324B2/zh>