

"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

Universidad Peruana Cayetano Heredia - Pontificia

Universidad Católica del Perú



Facultad De Ciencias E Ingeniería

Ingeniería Biomédica

Tercer entregable

“Entendiendo al usuario 2”

Integrantes:

Rodríguez Solano, Milagros Mariajosé

Romani León, Leonardo

Romero Guerrero, Gabriel

Salas Cano, Rodrigo Emiliano

Sánchez Guevara, Ady Sebastián

Seijas Rojas, Camila Andrea

Cuarto ciclo

Profesores:

Miguel Rogger Hoyos Alvitez

Marco Mugaburu Celi

Shirley Pahuachon Nuñez

Fecha de entrega: 09/09/2025

1. Caso de referencia 1

Hombre de 60 años. Sufrió ACV isquémico en territorio de la arteria cerebral media derecha, hemiplejía izquierda severa (parálisis completa de miembro inferior izquierdo en fase aguda).

Su caso es relevante porque representa a pacientes en convalecencia con parálisis completa de la pierna y dependencia para la marcha, un perfil frecuente y de gran impacto en AVD. Además, al presentar hemiplejía izquierda, es comparable al caso escogido y útil para tomar como referencia sus técnicas de rehabilitación. Documenta la combinación de dos tecnologías (Welwalk WW-1000® + WalkAid®) y muestra evolución cuantificada en escalas funcionales, aportando evidencia de cómo un equipo biomédico puede generar ganancia práctica.

2. Perfil funcional

Habilidades conservadas (antes de la intervención robotizada):

- Conciencia y capacidad para seguir órdenes (GCS compatible con participación en terapia).
- Función del lado sano (hemicuerpo derecho) suficiente para mantenerse en sedestación, participar en transferencias asistidas y sostener parte del trabajo terapéutico.
- Sensibilidad y percepción posicional en miembro inferior afectados menos severamente (sensación y posición: puntuación 3 en SIAS en evaluación inicial).

Limitaciones principales (antes de la intervención):

- Miembro inferior izquierdo: SIAS motor = 0 (sin movimiento voluntario) → incapacidad para el swing y clearance del pie (riesgo de tropiezos).
- Marcha: no deambula (FIM marcha = 1). Necesitaba ortesis y asistencia máxima del terapeuta para realizar pasos asistidos.

Escalas clínicas utilizadas en el artículo:

- SIAS (Stroke Impairment Assessment Set): valoración detallada de funciones motoras inferiores, sensibilidad, percepción posicional y función del tronco. (En el caso: SIAS inferior = 0 → 1 → 2 según evolución).
- FIM (Functional Independence Measure): ítem marcha pasó de 1 (no deambula) → 4 (marcha con ortesis + bastón, mínima asistencia) → marcha supervisada con T-cane.

3. Mapa de actividades críticas

A continuación, se describen actividades en las 4 categorías solicitadas; para cada actividad indico i) nivel de independencia, ii) dificultades principales y iii) impacto en la calidad de vida, con base en el estado funcional inicial del paciente y la mejora observada en el artículo.

Vida diaria

- Vestirse. **Nivel inicial:** Requiere ayuda parcial-dependiente (por incapacidad de traslado y, posiblemente, por paresia en extremidades). **Dificultades:** Transferencias cama→silla limitadas,

equilibrio en bipedestación, coordinación con miembro afecto para manipulación de prendas. **Impacto:** Afecta intimidad y autoestima; dependencia de cuidador para actividades matutinas/nocturnas.

-Alimentarse: **Nivel inicial:** Probablemente independiente con el lado sano (no documentado explícitamente, pero compatible con FIM motor 26 total). **Dificultades:** Si la movilidad al comedor o mesa requiere desplazamiento, necesitará asistencia; destreza fina si la mano está afectada. **Impacto:** Menor que movilidad, pero limitación en salir a comer fuera y potencial pérdida de hábitos sociales.

-Higiene personal (bañarse/ir al baño): **Nivel inicial:** Requiere ayuda parcial o supervisión, dado que la marcha y transferencias están afectadas. **Dificultades:** Transferencias seguras, control del equilibrio, riesgo de caídas. **Impacto:** Autonomía personal y dignidad; carga para cuidadores.

-Movilidad en casa: **Nivel inicial:** Dependencia total para desplazamientos fuera de la terapia (FIM marcha = 1). **Dificultades:** No deambula; incapacidad para clearance del pie (foot drop) → tropiezos y necesidad de asistencia física. **Impacto:** Restricción espacial dentro del hogar, reducción de participación en actividades familiares.

-Transporte: **Nivel inicial:** Dependiente; no puede usar transporte público por incapacidad para caminar y transferirse. **Dificultades:** Acceso a vehículo, seguridad en transferencias, distancia a estaciones. **Impacto:** Aislamiento social y limitación en acceso a servicios externos y trabajo.

Laborales / educativas

-Retorno al empleo (no documentado en el artículo para este paciente): **Nivel inicial:** No aplicable / imposible por incapacidad de marcha y FIM motor bajo. **Dificultades:** Requiere movilidad, resistencia, adaptación del puesto; tareas que impliquen deambulaciones imposibles inicialmente. **Impacto:** Riesgo de pérdida de empleo, cambio de rol social y económico.

-Participación comunitaria (visitas, reuniones): **Nivel inicial:** Dependiente (requiere acompañamiento). **Dificultades:** Transporte y fatigabilidad. **Impacto:** Afecta salud mental, sensación de pertenencia.

-Formación / cursos: **Nivel inicial:** Potencialmente accesible si el paciente puede permanecer sentado; movilidad para asistir es limitante. **Dificultades:** Acceso al centro, fatiga cognitiva (HDS-R 12/30 indica alteración cognitiva). **Impacto:** Limita reinserción ocupacional y actualización de habilidades.

Rehabilitación

-Fisioterapia de marcha (gait training-assist robot): **Nivel inicial:** Requiere supervisión profesional; el paciente participó en sesiones diarias aprox. 40 min. **Dificultades:** Necesidad de ajuste del nivel de asistencia del robot, control del tronco, coordinación. **Impacto:** Alta — motor de mejora funcional (mejoró SIAS y FIM marcha).

-Estimulación eléctrica neuromuscular para foot drop (WalkAid): **Nivel inicial:** Aplicada durante gait training para facilitar dorsiflexión en swing. **Dificultades:** Sincronización con ciclo de marcha, tolerancia a la estimulación. **Impacto:** Crítico para clearance del pie → reducción de tropiezos y menor asistencia física requerida.

-Entrenamiento de transferencias y control tronco: **Nivel inicial:** Realizado en paralelo para mejorar verticalidad y estabilidad. **Dificultades:** Fatiga, déficit de fuerza abdominal y estabilidad pélvica. **Impacto:** Fundamental para seguridad en AVD y reducir riesgo de caídas.

Actividades terapéuticas de prevención / progresión

-Uso de AFO (ankle-foot orthosis) como medida compensatoria. **Nivel inicial:** Requiere colocación; útil en tránsito desde incapacidad hacia marcha asistida. **Dificultades:** Necesidad de ajuste, comodidad, dependencia inicial. **Impacto:** Permite práctica de marcha más segura; previene caídas.

-Práctica repetida y progresiva de marcha (motor learning): **Nivel inicial:** Supervisionada inicialmente; luego práctica autónoma progresiva. **Dificultades:** Adherencia, fatiga, necesidad de entornos seguros para práctica. **Impacto:** Mantiene y consolida las ganancias motoras.

-Entrenamiento para prevención de contracturas y espasticidad (estiramientos, posicionamiento): **Nivel inicial:** Requiere supervisión y ejercicios en casa. **Dificultades:** Dolor, cumplimiento en casa. **Impacto:** Previene complicaciones a largo plazo que limitarían las AVD.

4. Barreras y facilitadores

Barreras físicas:

Parálisis completa inicial del miembro inferior izquierdo; inestabilidad del tronco; alto riesgo de tropiezos.

Barreras sociales / económicas:

No se reportan detalles socioeconómicos en el artículo; sin embargo, el acceso continuo a dispositivos (robot, WalkAid, AFO) y sesiones llega a ser costoso y limitado.

Facilitadores:

Capacidad de participar en terapia intensiva (conciencia, cumplimiento). Tecnología disponible en la unidad de rehabilitación (Welwalk, WalkAid). Progresión observable y motivación del paciente (fuerte deseo de caminar).

5. Mapa de dolor (Pain Points)

Incapacidad inicial para caminar (FIM marcha = 1): sensación de pérdida de autonomía y dependencia total. Fatiga durante sesiones y actividades diarias: limita volumen de ejercicio y participación social. Incógnitas sobre reinserción laboral y transporte: ansiedad por retorno a roles previos y movilidad fuera del hogar. Barreras económicas: aunque no se menciona podría ser el acceso continuado a tecnología y terapia intensiva.

6. Expectativas del usuario

-Meta inmediata: “Caminar en terreno nivelado con supervisión/solo con bastón” explicitado en el artículo como deseo del paciente y meta alcanzada

-Metas funcionales a mediano plazo: reducir la asistencia en AVD que requieren traslados (ir al baño, higiene) y aumentar independencia en casa.

-Metas psicosociales: mayor participación en la comunidad y mejora de la calidad de vida al recuperar movilidad.

BIBLIOGRAFÍA

[1] National Heart, Lung, and Blood Institute (NHLBI), “Accidente cerebrovascular,” *NHLBI* (en español), Jul. 14, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.nhlbi.nih.gov/es/salud/accidente-cerebrovascular>

[2] A. Yamaguchi, Y. Kanazawa, S. Hirano, y Y. Aoyagi, «A Case with Left Hemiplegia after Cerebral Infarction with Improved Walking Ability Through Robot-assisted Gait Training Combined with Neuromuscular Electrical Stimulation for Foot Drop», *Jpn J Compr Rehabil Sci*, vol. 15, pp. 88-93, dic. 2024. [En línea]. Disponible: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39790112/>

Caso de referencia 2: Mujer de 39 años con hemiplejía derecha producto de una serie de múltiples ACVs.

1. Caso de referencia:

- a. **Descripción del caso:** En el momento de la intervención del estudio, la mujer hispana de 39 años sufrió múltiples ACVs desde marzo 2014 provocando así una hemiplejía derecha y dificultades en el habla. Luego de meses de rehabilitación en el hospital se sometió a un tratamiento de cinta rodante con apoyo de peso corporal (BWSTT) durante 7 sesiones en 4 semanas, centrada en entrenamiento de movilidad funcional y marcha, actividades de equilibrio y entrenamiento de fuerza y control motor.
- b. Este
- c. caso se eligió debido a que presenta el mismo diagnóstico que nuestra usuario. Además, que para este caso se enfocan en el estudio y recuperación de la velocidad de la marcha y disminuir el riesgo a caídas.

2. Perfil funcional:

- a. **Habilidades conservadas y limitaciones:** La paciente presentó problemas de habla y complicaciones debido a la hemiplejía derecha que le causaron los ACVs, después de largos procesos de rehabilitación, la paciente recuperó parte de movilidad, no tiene problemas para realizar con normalidad actividades de la vida diaria (AVD) ni en las actividades instrumentales de la vida diaria (AIVD), es capaz de desplazarse por periodos cortos sin ningún dispositivo de apoyo, pero para distancias más largas emplea un bastón de un solo apoyo. Para la escala de confianza en el equilibrio específico de actividades (ABC) obtuvo 32, la prueba Timed Up and Go (TUG), 34.36 segundos y la prueba de caminata de 10 metros (10MWT), 0.35 metros por segundo. En estas tres pruebas se calificó la confianza para no caerse y mantener el equilibrio, calificar su movilidad en general y la velocidad de la marcha, respectivamente.

3. Mapa de actividades:

- a. **Vida diaria:** De acuerdo con el caso, la paciente no presenta mayores dificultades al realizar AVD, por lo que mantiene autonomía en este ámbito, es capaz de ducharse, alimentarse, ir al baño y mantener la continencia. Además, puede realizar AIVD como emplear el celular, lavar ropa y utensilios, etc.
- b. **Laborales/educativas:** Al momento del estudio no trabajaba debido a su discapacidad.
- c. **Rehabilitación:** Durante los primeros meses de su ACV recibió rehabilitación hospitalaria y fisioterapia domiciliaria. Posteriormente recibió rehabilitación ambulatoria dentro de México, fue dada de baja una vez que ya no se apreció progreso. En 2017, su médico de cabecera la remitió a fisioterapia ambulatoria con la finalidad de mejorar su velocidad en la marcha. En este caso, la semana previa al inicio de la intervención se le emitió una neuroprótesis de estimulación eléctrica funcional Walkaide (Innovative Neurotronics, Reno,

NV, EE. UU.) para ayudar a la dorsiflexión del tobillo derecho durante la deambulaci3n.

- d. Actividades terapéuticas de prevenci3n/progresi3n:** A una semana de iniciar la intervenci3n se le brind3 una 3rtesis neuroprotésica de tobillo y pie (AFO). La intervenci3n fue de tipo fisisoterapéutica, se utiliz3 el sistema de soporte de peso corporal GlideTrak. Este sistema reduce la carga de peso en las extremidades inferiores. Se plane3 en un inicio que la paciente realice 8 sesiones de BWSTT en un periodo de 4 semanas con el sistema GlideTrak (figura 1), cada sesi3n dur3 de entre 45 minutos a 1 hora. Adem3s se realizaron sesiones semanales de fisisioterapia ambulatoria con la finalidad de mejorar la fuerza en el lado derecho, el equilibrio dinámico, movilidad y patr3n de marcha.



Fig. 1. Reproducido de [2].

4. Barreras y facilitadores:

- La paciente vive junto con su hija, hermano y hermana en un departamento ubicado en un primer piso.
- Durante la intervenci3n la paciente tuvo que ir directamente al centro de formaci3n de GlideTrak debido a que el dispositivo no estaba disponible en la clínic3, adem3s de que no se contaba con personal capacitado para su correcto uso. Las sesiones fueron supervisadas por un fisisioterapeuta colegiado.
- Si bien el objetivo era completar las 8 sesiones, solo se completaron 7 pues la paciente falt3 a la última sesi3n por una emergencia familiar.
- Aproximadamente la mitad de sesiones se realizaron sin la AFO, adem3s esta present3 varias fallas durante las sesiones.

5. Mapa de dolor:

Movimientos compensatorios cuando la paciente estaba fatigada durante las sesiones:

- Imposibilidad de despegar los dedos de los pies durante la fase de balanceo.
- Balanceo del tronco o el aumento de la aducci3n de la cadera en la fase de apoyo medio

Durante las sesiones la paciente no present3 signos de disnea y pudo mantener una conversaci3n durante los intervalos.

Sufrecuencia cardiac3 nunca super3 los 100 lpm al final de los intervalos.

6. Expectativas del usuario:

La expectativa del caso fue mejorar tanto la velocidad como el equilibrio en la marcha. La paciente tenía el deseo de obtener el máximo beneficio posible de la intervención.

7. Resultados luego de la intervención con el sistema GlideTrak:

- Puntuación en la escala del equilibrio según la actividad (ABC): inicial - 32% | final - 67% (mejoría: 35 puntos porcentuales)
- Prueba TUG: promedio inicial - 34,36 segundos | promedio final: 25,66 segundos (mejoría de 8,7 segundos)
- Prueba de caminata de 10 metros: inicial - 16,95 segundos | final: 19,36 segundos (retraso de 2,4 segundos)
- Al realizar el análisis de la marcha se observó que la paciente seguía presentando contacto inicial plano del pie derecho, pero ya no flexión de tronco hacia adelante ni tampoco hiperextensión de rodilla en la parte media del apoyo; además, mostraba rotación de tronco con balanceo del brazo contralateral.
- Sin el AFO la paciente apenas sobrepasa los dedos del pie durante el balanceo medio y mostró aducción de la extremidad inferior derecha en la parte media del apoyo.

De esta manera se evidenció que la paciente mejoró su equilibrio durante la marcha y se redujo el riesgo de caídas; sin embargo, la velocidad de la marcha no fue mejorada.

Referencia del caso:

[3] A. Concors y A. Stagliano, "The effects on gait speed and activity level of a novel body weight supported treadmill training program on a 39-year-old patient with right hemiparesis," *Int. Phys. Med. Rehabil. J.*, vol. 3, no. 3, pp. 253–260, Jun. 2018, doi: 10.15406/ipmrj.2018.03.00112.

1. Caso de referencia 3:

- **Edad y sexo:** Mujer, 51 años.
- **Diagnóstico:** Hemorragia intracerebral espontánea, intervenida quirúrgicamente.
- **Situación general:** Presentó hemiplejía derecha grave en fase aguda, con recuperación parcial tras rehabilitación intensiva en semanas 5 a 18.

2. Perfil funcional

- **Habilidades Conservadas**
 - **Estado cognitivo:** Lúcida y memoria preservada.
 - **Lenguaje:** Comprensión intacta y expresión adecuada, aunque con leve disartria (Dificultad para la articulación de las palabras).
 - **Funciones biológicas:** Sueño con ligeros despertares, deglución sin alteraciones.
 - **Habilidades motoras lado izquierdo:** Movilidad y fuerza conservadas, permitiendo compensar actividades.
 - **Autonomía parcial en actividades de la vida diaria:** Puede alimentarse y realizar tareas básicas con la mano izquierda.
 - **Motivación y participación activa:** compromiso en terapias y apoyo familiar.
- **Limitaciones**
 - **Déficit motor derecho:** Hemiplejía con espasticidad moderada, pobre control voluntario de la mano.
 - **Actividades de la vida diaria complejas:** Dependencia para vestirse, asearse, cocinar y tareas domésticas.
 - **Trabajo y rol social:** Imposibilidad de reincorporarse a actividades laborales (ej. costura, manualidades).
 - **Fatigabilidad:** Se cansa rápidamente al realizar caminatas cortas (<10 m).
 - **Dolor y rigidez:** Presencia de espasticidad en brazo y mano derecha que limita funcionalidad.

3. Mapa de actividades críticas

Vida Diaria:

- **Vestirse:**
 - Dificultades principales: Manejar prendas con botones, cierres o cordones, y ponerse la ropa del lado afectado (derecho). Es un proceso lento y frustrante.
- **Higiene personal:**
 - Dificultades principales: Lavarse y secarse el cuerpo con una sola mano, cepillarse los dientes, y afeitarse o peinarse.
- **Movilidad en casa:**

- Dificultades principales: Riesgo de caídas debido a la debilidad del lado derecho. Dificultad para subir y bajar escaleras o moverse por espacios reducidos.

Laborales/Educativas:

- **Escritura y uso de computadora:**
 - Dificultades principales: Al ser diestra, no puede escribir con la mano derecha. El uso de un teclado o mouse con la mano izquierda es lento y muy difícil.
- **Transporte:**
 - Dificultades principales: Necesita ayuda para entrar y salir de un vehículo, así como para caminar distancias largas hasta paradas de transporte público.
- **Participación en actividades comunitarias:**
 - Dificultades principales: La dificultad para moverse, comunicarse y realizar tareas básicas puede generar una falta de confianza para participar en reuniones o eventos.

Rehabilitación:

- **Fisioterapia:**
 - Dificultades principales: La espasticidad (rigidez muscular) del lado derecho dificulta los ejercicios. Además, la paciente debe superar la fatiga y el dolor durante las sesiones.
- **Terapia Ocupacional (AVD):**
 - Dificultades principales: Aprender a realizar tareas básicas de la vida diaria de forma independiente con una sola mano.
- **Terapia del lenguaje:**
 - Dificultades principales: Si presenta afasia, tendrá problemas para encontrar las palabras o formar frases claras, lo que la hace depender de los demás para comunicarse.

Actividades Terapéuticas de Prevención/Progresión:

- **Ejercicios de Rango de Movimiento (ROM) en casa:**
 - Dificultades principales: La constancia y el riesgo de realizar los ejercicios incorrectamente sin supervisión.
- **Uso de férulas/órtesis:**
 - Dificultades principales: Puede ser incómodo de usar, y la paciente necesita ayuda para ponérsela y quitársela, lo que puede generar incomodidad y dependencia.
- **Manejo del estrés y la salud mental:**
 - Dificultades principales: La frustración y la depresión, que pueden interferir con su motivación para seguir el plan de rehabilitación.

4. Barreras y facilitadores

Barreras:

- Factores ambientales, sociales y económicos como las barreras arquitectónicas en el hogar, la falta de transporte accesible y de equipos adaptados, junto con los elevados costos de rehabilitación, la cobertura insuficiente del seguro, la escasez de cuidadores y la ausencia de servicios comunitarios, limitan la autonomía de la paciente, incrementan su dependencia y la exponen a un mayor riesgo de aislamiento social y depresión.

Facilitadores:

- **Físicos:** La adaptación del hogar con espacios accesibles, el transporte público inclusivo y la incorporación de tecnologías de asistencia mejoran la movilidad de la paciente, facilitan su participación en actividades y fortalecen su autonomía en la vida diaria.
- **Sociales y económicos:** El respaldo familiar, una cobertura de salud adecuada y la integración en grupos de apoyo representan pilares fundamentales para su rehabilitación, ya que alivian la carga económica, refuerzan el bienestar emocional y mantienen su motivación en el proceso de recuperación.

5. Mapa de dolor (Pain Points)

Puntos de dolor en el día a día:

- La paciente ha perdido independencia en actividades básicas de higiene y vestido, lo que afecta su dignidad y genera vulnerabilidad.
Las dificultades de comunicación y el impedimento para usar la computadora limitan su vida laboral y social. Esto incrementa su aislamiento tanto en el ámbito personal como profesional. Además, la dependencia para moverse aumenta su ansiedad y refuerza la sensación de encierro.

Puntos de dolor en la rehabilitación:

- La paciente sufre dolor y fatiga por la espasticidad y la fisioterapia, lo que limita su rendimiento y causa frustración.
La recuperación lenta e incierta del ictus genera desmotivación al no percibir avances claros. El miedo constante a otro evento hemorrágico aumenta su ansiedad y afecta su compromiso con la rehabilitación.

6. Expectativas del usuario (simuladas o tomadas de la literatura)

- Caminar trayectos cortos dentro de la casa sin ayuda constante.
- Mejorar la movilidad de la mano izquierda como dominante funcional.
- Reducir la espasticidad en mano derecha para evitar dolor y contracturas.
- Retomar actividades domésticas simples (cocinar, organizar la casa).
- Mantener la salud cardiovascular para prevenir un nuevo evento.

Referencia bibliográfica del caso:

- [4] H. G. Kwon and S. H. Jang, “Significance of rehabilitative management during the critical period for motor recovery in intracerebral hemorrhage: A case report,” *J. Rehabil. Med.*, vol. 44, pp. 280–284, 2012.
[https://www.medicaljournals.se/jrm/content/html/10.2340/16501977-0931?utm_source=.](https://www.medicaljournals.se/jrm/content/html/10.2340/16501977-0931?utm_source=)