

# Nueva plataforma de videojuegos para neuro-rehabilitación



Yoás Saimon Ramírez Graullera  
y Ana María Escalante Gonzalbo

www.lanr.unam.mx ygraullera@ifc.unam.mx aescalante@ifc.unam.mx

## PERCEPCIÓN DE LOS PACIENTES Y RESULTADOS PRELIMINARES

### RESUMEN

Mediante un estudio piloto supervisado, realizado en el Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía (INNN) de la Ciudad de México, se puso a prueba la viabilidad, seguridad y grado de satisfacción de pacientes EVC crónicos, con hemiparesia de miembro superior, que utilizaron la plataforma de videojuegos para rehabilitación desarrollada en el LANR del IFC de la UNAM.

La plataforma mostró ser segura y confiable, y los pacientes expresaron un alto grado de satisfacción con su utilización.

Se observaron mejoras significativas en la función motriz de pacientes con un grado de discapacidad moderado.

### OBJETIVOS

Este estudio piloto supervisado tuvo como objetivo demostrar la usabilidad, seguridad, aceptabilidad y posibles beneficios que brinda la plataforma de rehabilitación virtual LANR en pacientes EVC con hemiparesia crónica de miembro superior, que fueron derivados al servicio de rehabilitación del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía (INNN) de la Ciudad de México.

Se anticiparon algunas mejoras en la movilidad de las extremidades superiores en los participantes.

### INTRODUCCIÓN

La Enfermedad Vascular Cerebral (EVC) es la principal causa de discapacidad adquirida en adultos en todo el mundo<sup>1</sup>, siendo la hemiparesia la secuela más frecuente<sup>2</sup>. El uso de tecnologías interactivas como terapia auxiliar de rehabilitación se ha explorado durante más de una década, acumulando una considerable cantidad de evidencia en relación a los posibles beneficios en la recuperación de las funciones motrices en pacientes EVC.<sup>3,4</sup>

En el Laboratorio de investigación y desarrollo de Aplicaciones interactivas para la Neuro-Rehabilitación (LANR) del Instituto de Fisiología Celular de la UNAM, hemos desarrollado una plataforma de videojuegos originales, asociados a sensores de posición y movimiento, enfocados a la rehabilitación de miembros superiores de pacientes que han sufrido un EVC. Realizamos un estudio piloto supervisado para validar nuestra plataforma en pacientes EVC crónicos.

### METODOLOGÍA

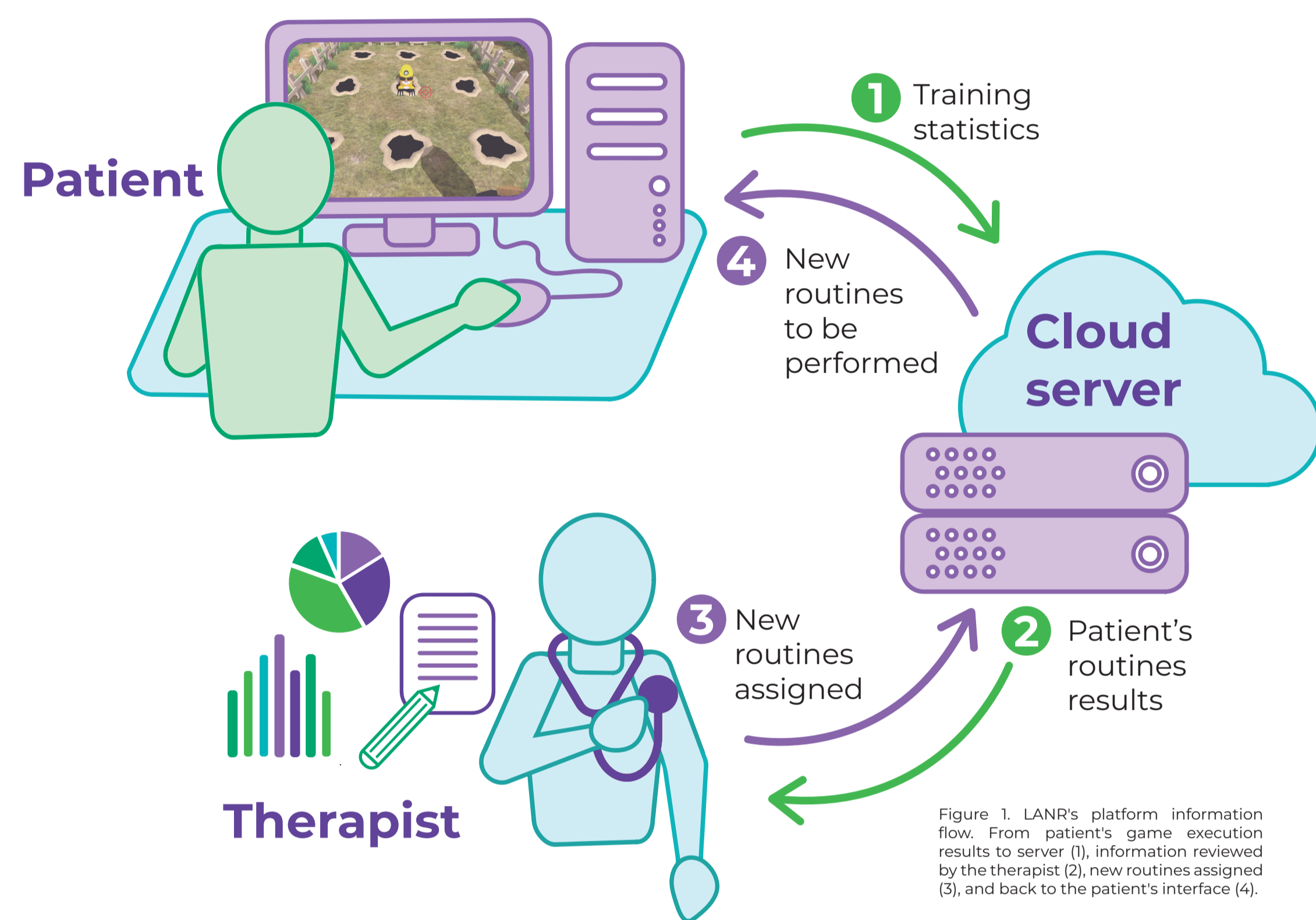


Figure 1. LANR's platform information flow: from patient's game execution results to server (1), information reviewed by the therapist (2), new routines assigned (3), and back to the patient's interface (4).

Pacientes con hemiparesia de miembro superior (FMUE  $\geq 10$ ) posterior a un EVC, con más de 6 meses de ocurrido el evento, fueron reclutados en el servicio de rehabilitación del INNN entre enero de 2019 y marzo de 2020.

Los participantes recibieron 2 sesiones a la semana de 45 minutos de duración de terapia con videojuegos, supervisada por personal del LANR, durante un periodo de 20 semanas (40 sesiones). (Fig. 1)

Su experiencia con el uso de los videojuegos fue evaluada mediante una encuesta tipo Likert, de 20 preguntas, y 6 preguntas abiertas. Los cambios en la función motora fueron evaluados con las pruebas Chedoke Arm and Hand Activity Inventory (CAHAI) y Wolf Motor Function Test (WMFT).



Charlie's Escape©



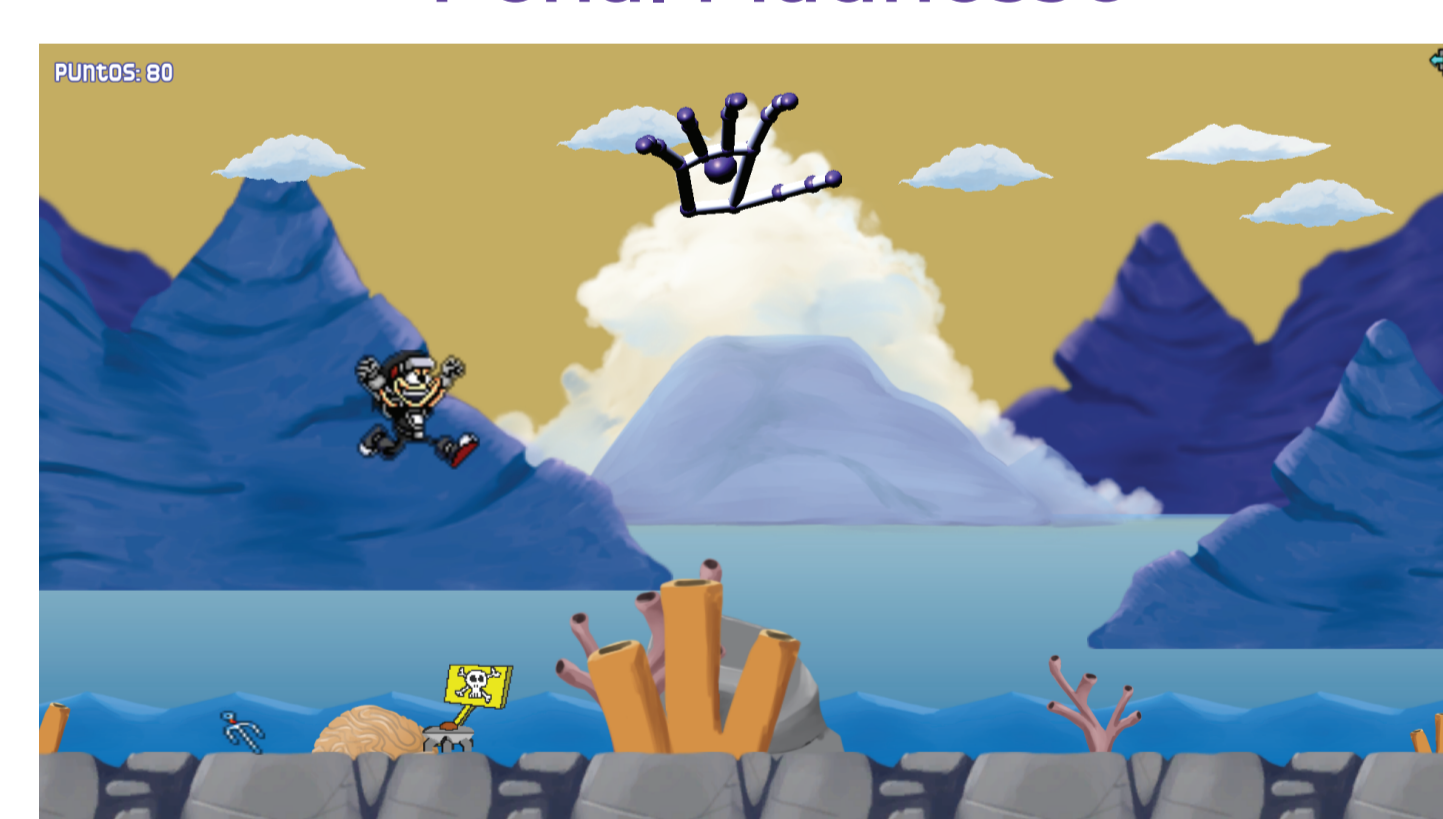
Sandwichmania©



Topocrisis©



Penal Madness©



Charlie's Escape©

### RESULTADOS

Todos los participantes (n=9) expresaron que disfrutaron la experiencia de utilizar la plataforma de videojuegos y no reportaron ningún efecto adverso (Tabla 1-2).

Table 1 | Experience of the patients with the LANR video games compressed into the 3 main components of flow experience.

Statement	Rating
1. Playing LANR video games was fun for me (Intrinsic interest or pleasure)	3.77 ± 0.41
2. Playing LANR video games was uncomfortable for me (Intrinsic interest or pleasure)	1.44 ± 0.59
3. I thought about other things while playing LANR video games (attentional focus)	1.94 ± 0.78
4. I only thought about what I was doing while playing LANR video game (attentional focus)	3.67 ± 0.47
5. I felt I had control when I played LANR video games (Control)	3.42 ± 0.59
6. I felt frustrated with what I was doing while playing LANR video games (Control)	2.11 ± 0.87

All the statements used in this study were deliberately rephrased in positive terms that the patients could easily understand.

Se obtuvo una mejora motriz significativa (P=0.0039) de acuerdo con los puntajes obtenidos con WMFT (Tabla 3-4).

Los pacientes con discapacidades severas (FMUE  $\leq 21$ ) no mostraron mejoría significativa en la función motriz de miembro superior después de la intervención (Fig. 2-3).

Figure 2. Changes in CAHAI and WMFT scores in each patient after virtual therapy.

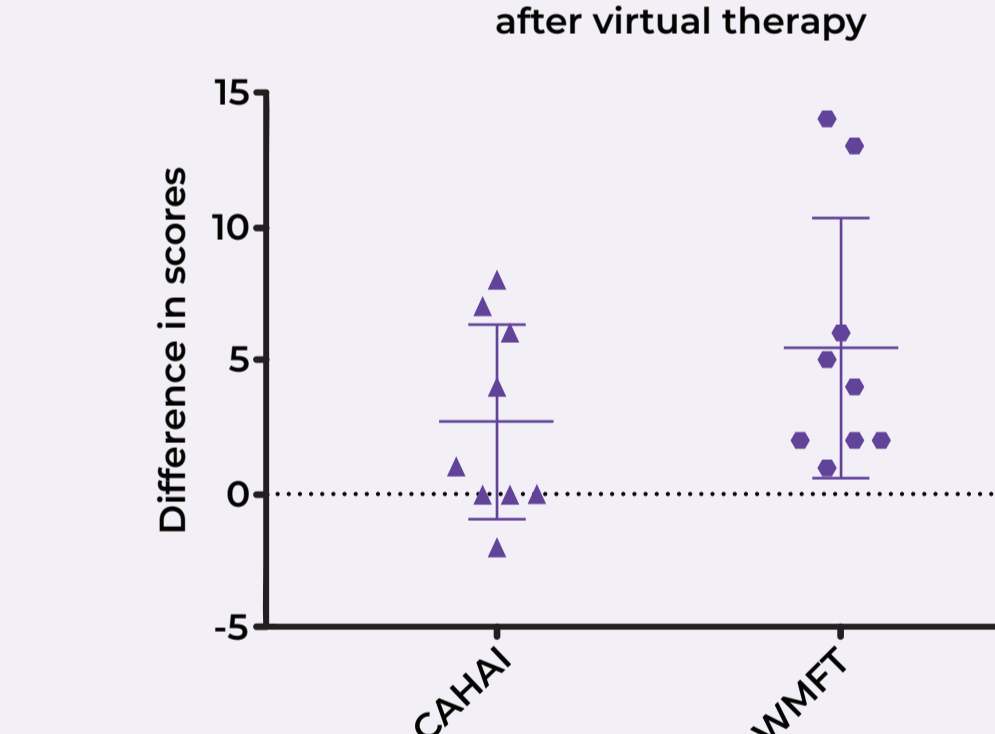


Table 3 | Participant's Fugl-Meyer, CAHAI and WMFT scores.

Patient	FMA-UE		CAHAI		WMFT	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
1	12	7	7	0	16	17
2	14	7	7	0	16	18
3	14	7	7	0	16	18
4	21	12	10	-2	24	26
5	38	24	28	4	46	51
6	53	25	33	8	45	59
7	32	34	40	6	57	61
8	34	34	41	7	61	67
9	55	45	46	1	60	73
Mean (Total)	21.67	24.33	2.67*	37.89	43.33	5.44**
SD (Total)	14.16	16.54	3.64	19.8	23.28	4.85

Abbreviations: FMA-UE, the Fugl-Meyer assessment for the upper extremity; CAHAI, the Chedoke Arm and Hand Activity Inventory; WMFT, the Wolf Motor Function Test.  
\*Wilcoxon matched-pairs signed-rank test P-value = 0.0039 (CAHAI Pre- and Post- means were not significantly different, p < 0.05).  
\*\*Wilcoxon matched-pairs signed-rank test P-value = 0.0039 (WMFT Pre- and Post- means were significantly different, p < 0.05).

Table 2 | Feedback from patients that used the LANR virtual rehabilitation platform. Some of the answers to our open questions.

**Question: How did you feel when you played the LANR games?**  
- "Good, I felt I would move my hand again very soon."  
- "I felt good, motivated. I felt an improvement. I acquired more movement and displacement."  
- "They have been very useful for the movement of my arm and also for my posture."  
- "I felt good. They (the games) were relaxing."

**Question: What did you like most about the video games?**  
- "They were very entertaining."  
- "Charlie's Escape has helped me coordinate my right hand, and with Topocrisis, I have seen I can move my arm more than before."  
- "It was functional for me. I acquired more movement."  
- "They helped me perform movements that I could not do before. They are useful tools."

**Question: Were you willing to take the LANR platform home?**  
- "I would recommend the system; I have seen a lot of improvement to do so."  
- "I would recommend the games, because they helped me gain confidence with my movements."  
- "Yes, because the games would help them recover in a cheerful way, without pressure."

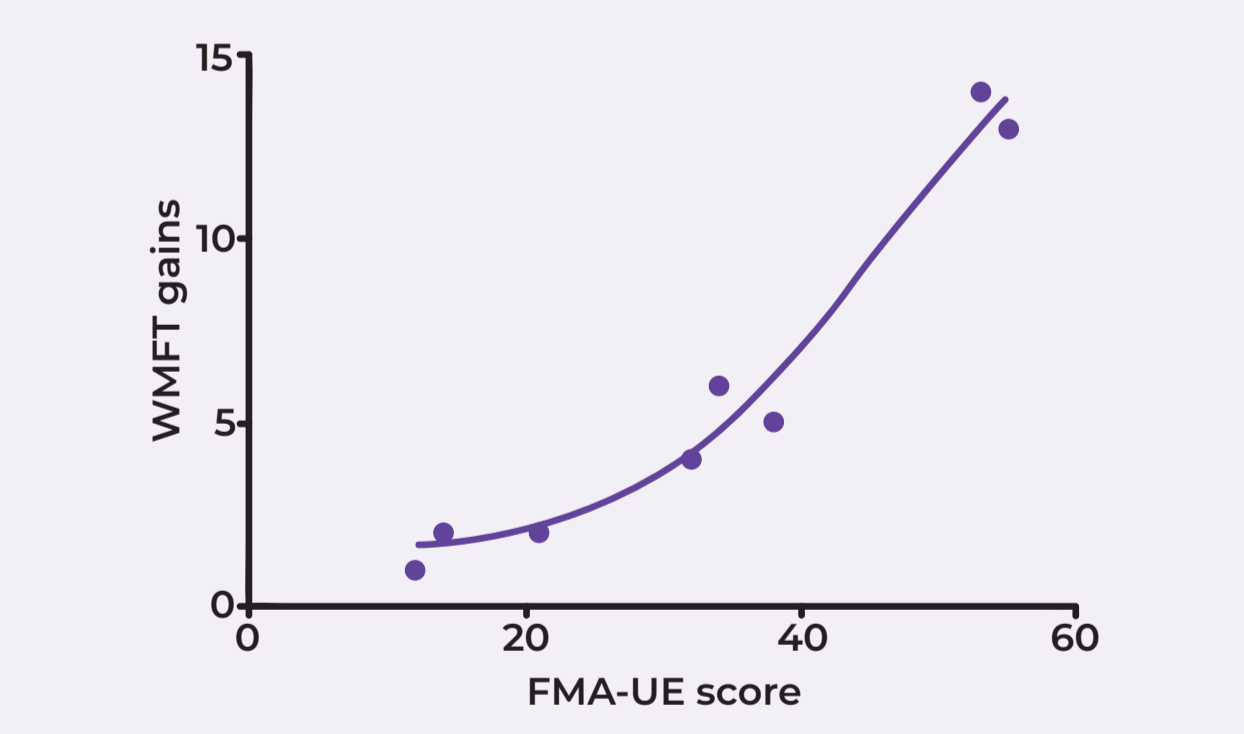
**Question: What would you improve about the video games?**  
- "I would increase their difficulty, because at certain point the games become too easy."  
- "Sometimes I felt that the game of the goalkeeper failed to indicate mistakes. I was standing correctly, but the game indicated that my posture was wrong."

Table 4 | Reliable Change Index (RCI) and Minimum Clinically Important Difference (MCID) of patients who responded to the treatment.

Patient	CAHAI-Pre	CAHAI-Post	RCI-CAHAI	MCID-CAHAI	WMFT-Pre	WMFT-Post	RCI-WMFT	MCID-WMFT
5	24	4	2.05*	< 0.5 SD	46	5	2.69*	> 0.5 SD*
6	25	8	4.10*	> 0.5 SD*	45	14	7.53*	> 0.5 SD*
7	34	6	3.08*	> 0.5 SD*	57	4	2.15*	> 0.5 SD*
8	34	7	3.59*	> 0.5 SD*	60	6	3.23*	> 0.5 SD*
9	45	1	0.51	< 0.5 SD	61	13	6.99*	> 0.5 SD*
Mean	32.4	5.2			53.8	8.4		
SD	8.5	2.77			7.73	4.71		
SEM	3.8	1.24			3.45	2.10		

Abbreviations: SD, standard deviation; SEM, standard error of the mean. \*RCI=Patient change/SEM (RCI>1.96, true change in 95% confidence)\*\* MCID corresponds to 0.5 SD in various studies<sup>18</sup>

Figure 3. Relation between FMA-UE initial score vs. WMFT individual gain after virtual therapy.



### CONCLUSIONES



Los resultados muestran que la plataforma LANR es segura y confiable, ya que no se presentó ningún evento adverso durante la utilización de los videojuegos, y los participantes estuvieron totalmente de acuerdo en que tuvieron una experiencia agradable y se sintieron cómodos usando la plataforma.



Los resultados preliminares también mostraron cierta recuperación en la función motora de las extremidades superiores en pacientes con una discapacidad funcional moderada (FMUE > 21). Este hallazgo podría estar relacionado con estudios previos que han demostrado que la capacidad de recuperación depende del grado de daño del tracto corticoespinal<sup>5</sup>. La mejora observada en la función motora debe atribuirse a la terapia, ya que no se espera una recuperación funcional espontánea en pacientes crónicos.



Teniendo en cuenta que la ventana de mayor plasticidad en pacientes que han sufrido un EVC dura de 3 a 6 meses<sup>6</sup>, se esperaría que los mejores resultados de cualquier tipo de terapia se observen cuando ésta inicia en una etapa subaguda, y con alta frecuencia<sup>7</sup>. Para explorar este escenario, pretendemos realizar un nuevo protocolo con pacientes subagudos, ofreciéndoles la posibilidad de realizar terapia de rehabilitación virtual desde casa.

### AGRADECIMIENTOS

Investigación realizada gracias al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica UNAM-PAPIIT <clave IT200121, "Validación de plataforma de tele rehabilitación virtual en pacientes EVC en etapa subaguda y enriquecimiento de la plataforma virtual">

### REFERENCIAS

- Burns F, Kwakkel G, Ramsey N. Understanding upper limb recovery after stroke. *Restor Neurol Neurosci*. 2013;31(6):707-722. doi:10.3233/RNN-130332
- Langhorne P, Coupar F, Pollock A. Motor recovery after stroke: a systematic review. *Lancet Neurol*. 2009;8(8):741-754. doi:10.1016/S1473-4222(09)70150-4
- Saposnik G, Levin M. Outcome Research Canada (SORCan) Working Group for the SORC (SORCan) W. Virtual reality in stroke rehabilitation: a meta-analysis and implications for clinicians. *Stroke*. 2011;42(5):1380-1386. doi:10.1161/STROKEAHA.110.605492
- Laver, K. E.; Lange, B.; George, S.; Deutsch, J. E.; Saposnik, G.; Crotty, M.; Saposnik, G.; Levin M. Virtual reality for stroke rehabilitation. *Cochrane database of systematic reviews*. *Stroke*. 2011;11(1):57-62. doi:10.1161/STROKEAHA.110.605451
- Byblow WD, Stinear CM, Barber PA, Peto MA, Ackerley SJ. Proportional recovery after stroke depends on corticomotor integrity. *Ann Neurol*. 2015;78(6):848-859. doi:10.1002/ana.24472
- Zeller SR, Hubbard R, Gibson EM, et al. A Second Stroke - Re-Opening a Post-Ischemic Sensitive Period. *Stroke*. 2017;48(8):1794-1800. doi:10.1177/15499688177152477853Paradoxical
- MacLellan CL, Keough MB, Granter-Button S, Chernenko GA, Butt S, Corbett D. A critical threshold of rehabilitation involving brain-derived neurotrophic factor is required for poststroke recovery. *Neurorehabil Neural Repair*. 2011;25(8):740-748. doi:10.1177/1545968811407517

