



RIDUNAJ
Repositorio Institucional
Digital UNAJ



Tesis de Posgrado

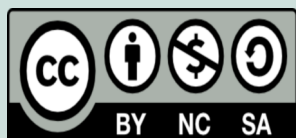
Sanabria Lisandro Nicolas

Impacto de la distancia temporal entre la sesión de rehabilitación y sueño nocturno en la recuperación física de pacientes con daño cerebral adquirido

2026

Universidad Nacional Arturo Jauretche

Carrera: Maestría en Neurociencias



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons.
Atribución – No comercial – Compartir igual 4.0
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Documento descargado de RID - UNAJ Repositorio Institucional Digital de la Universidad Nacional Arturo Jauretche

Cita recomendada:

Sanabria, L. (2026). *Impacto de la distancia temporal entre la sesión de rehabilitación y sueño nocturno en la recuperación física de pacientes con daño cerebral adquirido* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Arturo Jauretche]. <https://rid.unaj.edu.ar/handle/123456789/3693>

Este documento es resultado del financiamiento otorgado por el Estado Nacional, por lo tanto, queda sujeto al cumplimiento de la Ley N° 26.899.

Universidad Nacional Arturo Jauretche

Carrera Maestría en Neurociencias

Trabajo de Tesis para optar por el Título de Magíster en Neurociencias.

“Impacto de la distancia temporal entre la sesión de rehabilitación y sueño nocturno en la recuperación física de pacientes con daño cerebral adquirido”.

Autor: Lisandro Sanabria

Director: Pedro Caffaro

11 febrero del 2026.

ÍNDICE

1 - Portada

1.1 Índice

1.2 Agradecimientos

2 - Resumen

3 - Introducción

3.1 Relación entre neurorrehabilitación, aprendizaje y procesos de memoria

3.2 Daño cerebral adquirido (DCA) y variabilidad del Déficit

3.3 Estado actual del conocimiento sobre el sueño en pacientes con DCA y su abordaje en neurorrehabilitación

3.4 Hipótesis y objetivos del Estudio

4 - Materiales y métodos

4.1 Criterios de inclusión y exclusión

4.2 Variables consideradas para el estudio

4.2.1 Análisis Biomecánico en Plano sagital

- Procedimiento de Captura de Movimiento
- Fases de la Marcha seleccionadas para el análisis

4.2.2 Evaluación de la Fuerza Muscular con la Escala Medical Research Council (MRC)

- Procedimiento para la evaluación de la fuerza muscular

4.2.3 Evaluación del Balance Estático y Dinámico con el *Berg Balance Test*

- Procedimiento de Evaluación del balance estático y dinámico

4.2.4 Evaluación de la Movilidad y riesgo de caídas con el Test *Get Up and Go*

- Procedimiento de Evaluación

4.2.5 Evaluación de la Velocidad de Marcha con el Test de los 10 Metros

- Procedimiento de Evaluación del test de los 10 metros

4.2.6 Evaluación del grado de Discapacidad con la Evaluación de Barthel

- Procedimiento de evaluación del grado de discapacidad

4.3 Características de la Terapéutica,horarios y frecuencia de terapia semanal

4.4 Análisis Estadístico

5 - Resultados

6 - Discusión

7 - Abreviaciones

8 - Referencias bibliográficas

1.2 Agradecimientos

Quiero comenzar expresando mi más profundo agradecimiento al Dr. Pedro Caffaro, quien fue mucho más que un director de tesis: fue un verdadero faro durante este recorrido. Tener como guía a alguien de su talla —un profesional excepcional, un referente indiscutido en el campo de las neurociencias y el movimiento— es un privilegio inmenso, pero también una responsabilidad que, en sí misma, representa un desafío.

Su nivel de exigencia, su claridad intelectual y su compromiso con la excelencia me enfrentaron, desde el primer momento, con mis propios límites. No fue fácil estar a la altura de alguien tan, a mi humilde opinión, “brillante”; de hecho, muchas veces esa vara tan alta funcionó como una barrera que tuve que aprender a escalar. Cada párrafo de este trabajo, reescrito varias veces, es mi recordatorio de su rigurosidad. Pero en ese proceso también descubrí nuevas formas de pensar, de hacer y de superarme. Gracias, Pedro, por tu acompañamiento constante, por tu mirada crítica y por empujarme siempre hacia una versión mejor de mí mismo. Haber transitado este camino con vos como guía ha sido, sin duda, una de las experiencias más transformadoras de toda mi formación.

En este trayecto no solo fue clave la guía de mi director, sino también la impronta de todos los y las docentes que, en distintos momentos, compartieron conmigo su saber y su experiencia. A ellos les debo parte esencial de mi formación. Sería injusto enfatizar en alguno en particular, y me parece intelectualmente más sincero extender un agradecimiento profundo pero general. Creo firmemente que uno es, en gran parte, el resultado de lo que aprende, y que cada conocimiento adquirido lleva implícito el gesto generoso de alguien que decidió enseñar. Reconocer eso, y ser agradecido por ello, es también una forma de honrar el trayecto recorrido.

Quiero agradecer a mi grupo de estudio “Ramon y Cajal” compuesto por Euge, Fernanda y Lucas, dos kinesiólogos, una veterinaria y una médica patóloga en la aventura de esta maestría, personas con las cuales las horas de estudio fueron amenas, productivas y entretenidas.

Sin embargo, nada de esto hubiera sido posible sin las raíces más profundas de mi vida: mis padres. Una formación tan exigente como una maestría —y más aún siendo esta la segunda que transito— demanda un alto nivel de compromiso y autoexigencia. Pero no puedo atribuirme completamente ese rasgo como algo propio, porque proviene, sin duda, de las huellas que ellos me dejaron. Desde siempre me alentaron a dar lo mejor de mí en todo lo que hiciera. Tal vez eso empezó cuando mi madre, al recibir una buena nota mía en la escuela, simplemente decía: “no hacés más que cumplir con tu deber”. O cuando mi padre, después de un partido de rugby en el que yo sentía que lo había dado todo, encontraba con paciencia el modo de señalarme en qué podía mejorar. Esos gestos, lejos de ser críticas, fueron siempre enseñanzas: formas de mostrarme que todo puede hacerse un poco mejor.

A la par de esa exigencia, también estuvo siempre su cariño, su cercanía, su presencia constante en cada paso que di. Han sido —y siguen siendo— un ejemplo silencioso

pero elocuente de valores, trabajo y amor. Por eso, cada pequeño logro que consigo no me pertenece del todo; es también, y quizá sobre todo, un regalo para ellos.

También quiero agradecer a mi esposa, compañera incondicional en cada paso que doy. Ella sabe, mejor que nadie, que siempre estoy inmerso en alguna nueva formación o proyecto, y aun así me acompaña con paciencia, comprensión y aliento constante. Nada de lo que he logrado, ni lo que me queda por lograr, sería posible sin su apoyo. Además de ser una profesional brillante, a quien admiro profundamente, es también un faro para mí: su ejemplo, su mirada y su forma de encarar la vida iluminan mi camino y me inspiran a superarme. Este trabajo, como todo lo importante en mi vida, también le pertenece.

Por último, quiero agradecer a mis hijas, porque en ellas encuentro no solo motivos, sino también sentido para cada paso que doy. A Lara, que hoy tiene cuatro años y que cuando inicié este camino tenía menos de dos. Ella es la luz de mis ojos, la que me enseñó a pensar en el mañana y a recuperar las visiones de mi propia infancia. Cada día que dedico al trabajo o a la formación académica, una parte de mí siente que se pierde tiempo con ella; pero, al mismo tiempo, descubro que el esfuerzo sobre uno mismo también es una manera de ofrecerles lo mejor. Como aquel escultor que, mazo y cincel en mano, transforma la piedra en figura, el estudio y la disciplina van puliendo el carácter y esculpiendo al hombre, quizá también al padre. Quisiera transmitirle que nada valioso se alcanza sin sacrificio, que el camino curvo suele ser más rico que el recto, y que es en la dificultad donde se gesta lo que realmente perdura.

A Luisa, mi pequeña Lulú, que cuando este recorrido comenzó ni siquiera había nacido y que vino a demostrar que el desarrollo humano puede desafiar cualquier manual. Con cada gesto y cada paso y monería suyo, tan rápidos y sorprendentes, me recuerda que la vida siempre se abre camino de formas inesperadas, enseñándome más de lo que yo podría enseñarle a ella.

Finalmente, mi agradecimiento también se extiende a los docentes de la Universidad, quienes hicieron posible esta formación tan completa. Su esfuerzo y dedicación construyeron el marco que me permitió transitar este camino, y a ellos debo gran parte de lo que hoy soy capaz de dar.

2. Resumen

Introducción: La neurorrehabilitación es un proceso orientado a restaurar o compensar los déficits funcionales en personas que han sufrido daños graves en el sistema nervioso central (SNC). Su eficacia depende del re-aprendizaje de movimientos, lo que implica modificaciones conductuales que, al consolidarse en la memoria motora, aseguran la estabilidad y perdurabilidad de los progresos funcionales. En este contexto, el sueño cumple un rol fundamental: no solo facilita la consolidación de lo aprendido, sino que también promueve la homeostasis y la restauración de los recursos neuronales necesarios para continuar incorporando nueva información. En los casos de Daño Cerebral Adquirido (DCA), como el Accidente Cerebrovascular (ACV) o el Traumatismo Encefalocraneal (TEC), el sueño adquiere un valor aún más crítico al potenciar los mecanismos de plasticidad cerebral que sustentan la recuperación funcional.

Hipótesis y objetivo del estudio: La hipótesis de este trabajo plantea que los pacientes que realizan las sesiones de rehabilitación en un horario próximo al sueño nocturno podrían presentar una mayor mejoría clínica en comparación con aquellos que las llevan a cabo en momentos más alejados. A partir de esta hipótesis, el objetivo del estudio es analizar si la distancia temporal entre la intervención rehabilitadora y el inicio del sueño nocturno influye en la recuperación física de pacientes con DCA, explorando así el posible rol modulador del sueño sobre los efectos de la neurorrehabilitación.

Materiales y Métodos: Se trata de un estudio analítico, retrospectivo y comparativo. Se conformó una base de datos que incluyó variables clínicas, funcionales, análisis biomecánico de la marcha, calidad de vida, nivel de discapacidad y salud autopercibida de pacientes con DCA que recibieron tratamiento de rehabilitación en dos franjas horarias: por la mañana (Grupo Distante) y por la noche (Grupo Cercano). Todas las variables fueron evaluadas al ingreso y al alta hospitalaria por un mismo evaluador, utilizando herramientas estandarizadas, con el objetivo de comparar los resultados entre ambos grupos.

Resultados: La población del estudio estuvo compuesta por 50 pacientes, con predominio del sexo masculino (62%) y una edad promedio comparable entre el Grupo Distante ($49,1 \pm 19,6$ años) y el Grupo Cercano ($45,8 \pm 21,1$ años). El 54% presentó ACV y el 46% TEC. Al alta hospitalaria, se observaron mejoras significativas en fuerza muscular (escala MRC), equilibrio (BERG Balance Test) y grado de independencia (índice de Barthel), sin diferencias estadísticamente significativas entre los grupos. De igual manera, los parámetros biomecánicos de la marcha —incluyendo rangos articulares de tobillo, rodilla y cadera, así como la longitud y altura del paso— mostraron una evolución positiva, aunque sin diferencias significativas entre quienes realizaron la rehabilitación en horarios cercanos o distantes al sueño.

Conclusión: Ambos grupos mostraron mejoras funcionales y articulares relevantes como resultado de la intervención terapéutica. Si bien no se hallaron diferencias

estadísticamente significativas entre las franjas horarias, se identificaron tendencias en los estadígrafos de dispersión y de tendencia central en variables como fuerza muscular, equilibrio y parámetros de la marcha. Estos hallazgos sugieren que, con una muestra más amplia, dichas diferencias podrían alcanzar significación estadística, lo que abre la posibilidad de considerar la proximidad al sueño nocturno como un factor potencialmente relevante en la programación óptima de las sesiones de neurorrehabilitación.

3 - INTRODUCCIÓN

3.1 Relación entre neurorrehabilitación, aprendizaje y procesos de memoria.

La **neurorrehabilitación** (NRHB) se puede definir como un proceso asistencial complejo dirigido a restituir, minimizar o compensar en lo posible los déficits funcionales aparecidos en la persona afectada por una discapacidad grave, como consecuencia de una lesión del sistema nervioso central (SNC) (Vidal & Samsó, 2020). Este proceso no solo persigue la recuperación de funciones motoras, cognitivas o conductuales, sino que también se propone potenciar las capacidades preservadas y favorecer la mayor autonomía funcional posible. Su eficacia depende de intervenciones diseñadas para inducir y consolidar cambios funcionales en el sistema nervioso, guiadas por principios del aprendizaje y la plasticidad cerebral.

Para comprender el funcionamiento de la neurorrehabilitación, es imprescindible enmarcarla dentro de los conceptos de representación interna, aprendizaje y memoria, ya que estos constituyen los pilares neurobiológicos del proceso rehabilitador.

Desde una perspectiva funcional, las representaciones internas constituyen modelos codificados en las estructuras del sistema nervioso que reflejan aspectos del mundo externo o del propio cuerpo. Estas representaciones tienen la capacidad de guiar la conducta, y su complejidad puede ir desde una respuesta refleja hasta una actitud proposicional. Según Dudai (2002), se trata de la propiedad funcional más fundamental del sistema nervioso, y son el soporte sobre el cual actúan tanto el aprendizaje como la memoria (Dudai, 2004).

El aprendizaje puede definirse, en términos generales, como la generación de cambios duraderos en el comportamiento del individuo como consecuencia de su experiencia. Desde el punto de vista neurobiológico, este proceso se traduce en la formación o modificación de representaciones internas como resultado de la interacción activa del organismo con su entorno (Dudai, 2004). Así, los cambios conductuales observables como mejoras motoras o adquisición de habilidades— reflejan una reorganización funcional del sistema nervioso.

La memoria, por su parte, se entiende como la capacidad del sistema nervioso para conservar esos cambios en el tiempo, permitiendo su reactivación o utilización posterior. En palabras de Dudai (2002), la memoria es la retención perdurable de las modificaciones inducidas por la experiencia, y constituye la base que permite que el aprendizaje tenga consecuencias estables y transferibles (Dudai, 2004).

Desde una perspectiva dinámica, la memoria no es un estado único y estático, sino que puede considerarse como un proceso, el cual transcurre a lo largo de diferentes fases, cada una con características neurobiológicas particulares. Las tres fases principales más comúnmente descritas en la literatura son: adquisición, consolidación y evocación (Dudai, 2004).

La adquisición representa el momento inicial del proceso, en el cual una experiencia sensorial o interna es convertida en una traza de memoria. Este paso incluye la

codificación neuronal de la información y, en muchos casos, una mejora progresiva en el desempeño durante la práctica, que puede observarse como una curva de aprendizaje. En términos neurobiológicos, la adquisición implica la transformación de estímulos en representaciones internas codificadas en circuitos específicos del sistema nervioso (Dudai, 2002).

La segunda fase corresponde a la **consolidación**, encargada de estabilizar la traza adquirida. Puede ocurrir a nivel celular —como procesos locales en sinapsis que requieren síntesis de proteínas para sostener cambios duraderos— o a nivel de sistemas, como una reorganización progresiva de circuitos neuronales distribuidos. Esta reorganización puede extenderse desde horas hasta semanas o incluso más, y es particularmente relevante en la memoria declarativa dependiente inicialmente del hipocampo (Dudai, 2002).

Por último, la evocación implica la reactivación de la traza almacenada. Lejos de ser una simple reproducción pasiva, esta fase implica reconstrucción activa de las representaciones internas, influida tanto por las condiciones actuales como por el modo en que se adquirió la información. La evocación puede incluso inducir una nueva fase de consolidación, denominada reconsolidación, lo que refuerza la idea de la memoria como un proceso plástico, dinámico y continuamente actualizado (Dudai, 2004). Estas fases se resumen esquemáticamente en la **Figura 1**.

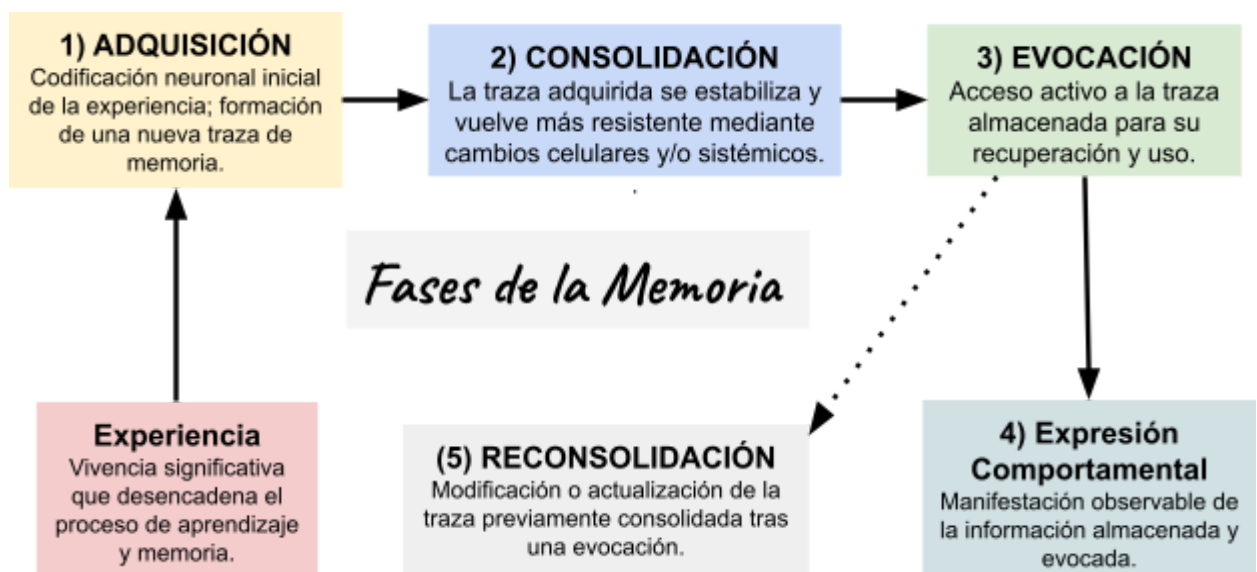


Figura 1: Fases en el proceso de memoria. La adquisición es el proceso mediante el cual una experiencia se codifica como una nueva representación interna en un circuito neuronal. La consolidación estabiliza esa traza adquirida, volviéndola más resistente a la interferencia. La evocación permite acceder activamente a la información almacenada mediante claves específicas. La reconsolidación ocurre cuando una memoria evocada entra nuevamente en un estado lábil, en el cual puede ser modificada. La expresión comportamental es la manifestación observable de la información evocada.

Hay diferentes tipos de memoria, desde la perspectiva neurobiológica, la memoria puede clasificarse en función del nivel de conciencia con que se accede a ella. Se distinguen dos tipos principales: la memoria explícita o declarativa, que se refiere a contenidos que pueden ser conscientemente evocables y expresables, como hechos (memoria semántica) y experiencias personales (memoria episódica), y la memoria

implícita o no declarativa, que se manifiesta en comportamientos o habilidades automáticas sin necesidad de conciencia, como la ejecución de acciones motoras o habilidades aprendidas (memoria procedural), (Carrillo & Mora, 2010).

La memoria explícita se subdivide así en memoria semántica, que abarca el conocimiento general descontextualizado, y memoria episódica, que remite a eventos personales con componente temporal y espacial. En cambio, la memoria implícita incluye la memoria procedural, que permite la ejecución automática de habilidades, “saber cómo”, a través de la práctica repetida, sin intervención consciente (Dudai, 2004). Como puede entenderse, esta taxonomía no solo evidencia la diversidad funcional del sistema de memoria, sino que proporciona un marco esencial para entender cómo los procesos de adquisición, consolidación y evocación pueden desplegarse de manera diferenciada según el tipo de memoria implicado.

La neurorrehabilitación por su parte puede considerarse un proceso de aprendizaje guiado, en el que se ofrecen al paciente experiencias específicas (ejercicios, desafíos motores, estímulos sensoriales) organizadas de manera estructurada. El objetivo es que estas experiencias generen modificaciones conductuales, por ejemplo, una mejora en la ejecución de un movimiento y que dichas modificaciones se consoliden en la memoria, volviéndose duraderas y funcionalmente útiles en la vida cotidiana (Noé et al., 2024).

Por lo tanto, en la rehabilitación de una función afectada posterior a una lesión del SNC, el aprendizaje, memoria y rehabilitación forman un entramado dinámico e interdependiente. Cada set de ejercicios, o de intervención clínica en un proceso de rehabilitación, no es más que una organización estructurada y basada en experiencias, las cuales serán vivenciadas por el paciente con el fin de recuperar una función motora específica.

La articulación entre estos conceptos puede representarse de manera esquemática para visualizar el recorrido funcional del proceso de NRHB. La **Figura 2** sintetiza esta secuencia: desde la aparición de la lesión y la evaluación inicial, pasando por la organización estructurada de experiencias en la sesión de rehabilitación, hasta la producción de cambios conductuales a través del aprendizaje y su posterior consolidación como memoria motora. Esta representación destaca el carácter activo, experiencial y cíclico de la neurorrehabilitación, en la cual cada intervención busca inducir cambios plásticos en el sistema nervioso, evaluables y ajustables a lo largo del proceso terapéutico (Noé et al., 2024).



Figura 2: Esquema del proceso de neurorehabilitación. El diagrama representa las etapas principales del proceso rehabilitador tras una lesión del SNC. Se destacan los vínculos funcionales entre evaluación, estimulación estructurada, aprendizaje motor, consolidación del cambio (memoria) y redefinición de objetivos.

3.2 Daño cerebral adquirido (DCA) y variabilidad del Déficit.

El Daño Cerebral Adquirido (DCA) constituye una condición debilitante que puede afectar significativamente la función motora de las personas. Las dos patologías principales que conforman dicha problemática son el Accidente Cerebro Vascular (ACV) y el Traumatismo Encefalocraneal (TEC) (Stokes, 2004).

Un ACV ocurre cuando se corta repentinamente el suministro de sangre a una parte del cerebro. Esto puede ocurrir debido a una obstrucción (ACV isquémico) o a una hemorragia en el cerebro (ACV hemorrágico). Sin un suministro constante de sangre, las células cerebrales pueden dañarse o morir, lo que provoca diversos deterioros físicos y cognitivos según la parte del cerebro afectada. (*Stroke Advice and Information - What Is a Stroke?*, 2017).

Por otro lado el traumatismo encéfalo craneal se caracteriza por una lesión del encéfalo y/o sus envolturas provocada por una descarga de energía directa o secundaria a la inercia. La lesión se puede manifestar de forma clínica y corroborar por imágenes. En 1978 Miller propuso una clasificación de TEC que dividía la lesión en primaria y secundaria. La lesión primaria representa el daño producido en forma inmediata e irreversible por efecto de la disipación de la energía en el cerebro. La lesión secundaria se inicia inmediatamente a continuación de la anterior y corresponde a una compleja cascada de eventos que aumentan la lesión primaria y en algunos casos generan nuevas lesiones. Actualmente el TEC se clasifica de distintas formas, siendo más usada la clasificación según mecanismo, que los divide en TEC cerrado de alta o baja energía y TEC abierto, sea este por una herida por bala u otras heridas abiertas. También se clasifican según la severidad del compromiso neurológico con la Escala de Coma de Glasgow (ECG): leve = ECG 13-15, moderado = ECG 9-12 y severo = ECG 8 o menos. (Otayza M, 2000).

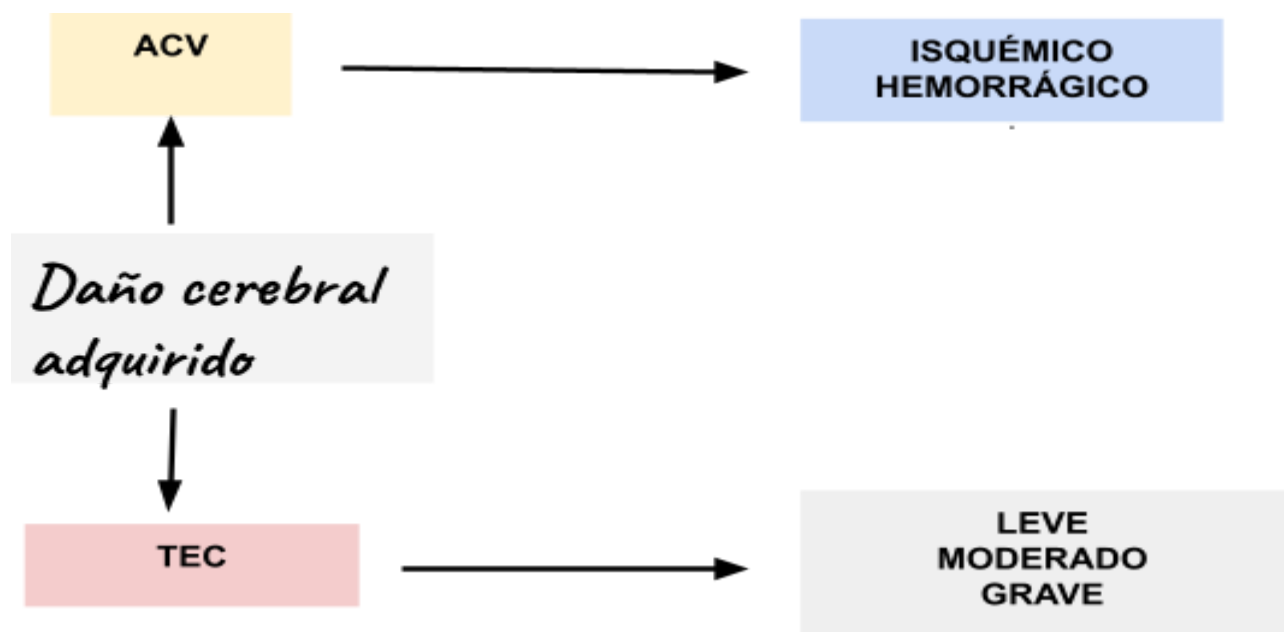


Figura 3: Taxonomía del daño cerebral adquirido (DCA). El accidente cerebro vascular se divide según su causa en isquémico y hemorrágico. El TEC por su parte dependiendo de la gravedad puede clasificarse en leve, moderado o grave.

La problemática del DCA en términos epidemiológicos es muy grande, como puede observarse en la **Figura 4**, según la Organización Mundial de la Salud (OMS), 15 millones de personas sufren un ACV por año, de éstos, mueren 5 millones y otros 5 millones quedan con una discapacidad permanente, mientras que en el caso del TEC es una de las principales causas de mortalidad y morbilidad a nivel mundial en pacientes de edad productiva, siendo el caso en la Ciudad de Buenos Aires una tasa de incidencia de 322 casos de TEC por cada 100.000 habitantes: un 93% de los casos de TEC son leves, un 4% moderados y un 3% son graves (Marchio et al., 2006).

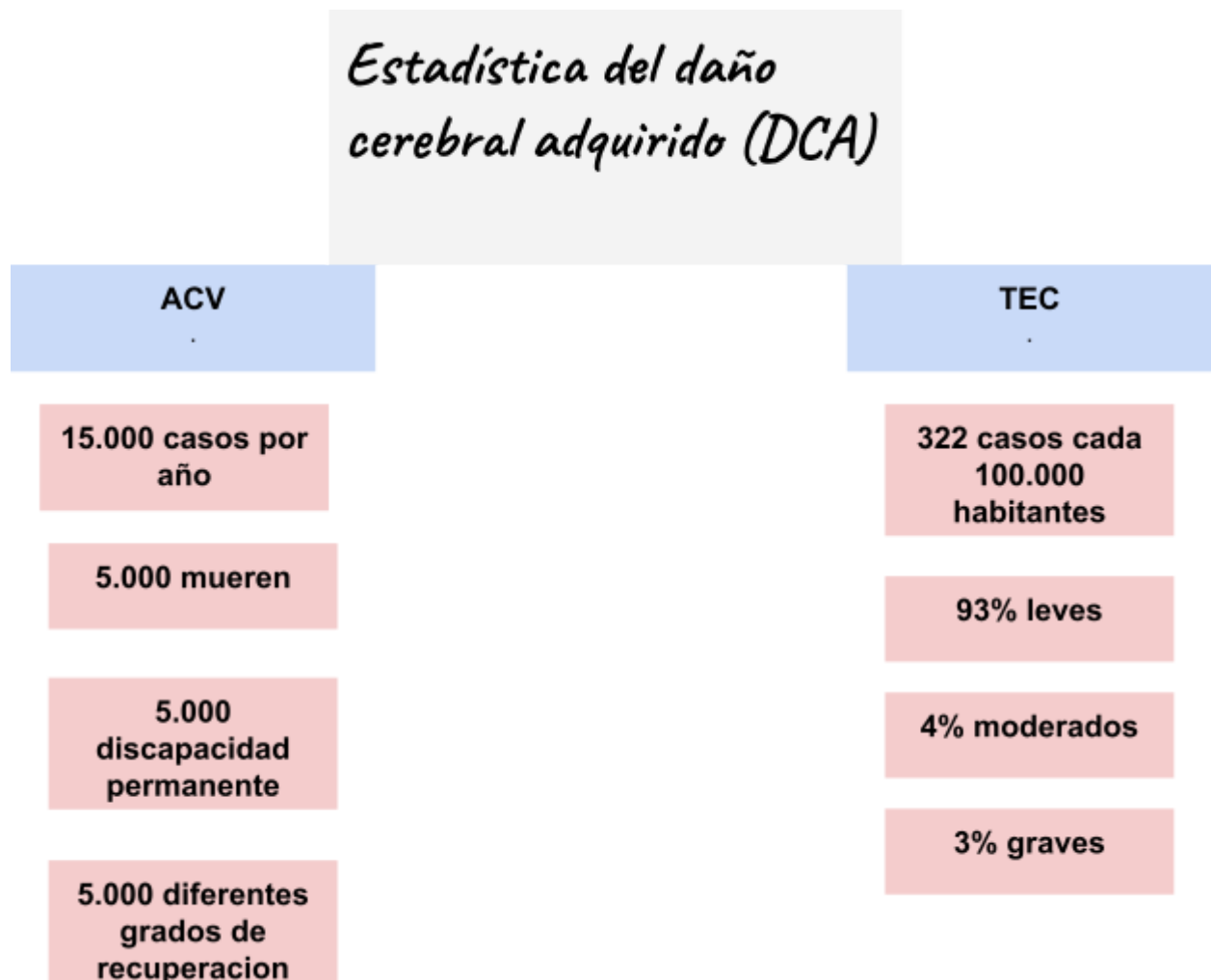


Figura 4: Estadística del daño cerebral adquirido. a la izquierda la información epidemiológica referente al accidente cerebro vascular (ACV) y a la derecha la información referente al traumatismo encéfalo craneal (TEC).

Como puede verse en la **Figura 5**, usualmente la evolución de los pacientes que adquieren un daño cerebral adquirido DCA se compone de 3 etapas: una fase inicial

relacionada al accidente o trauma inicial con sus cuidados médicos y medidas iniciales de tratamiento, una etapa sub-aguda de hospitalización con sus respectivos cuidados médicos como también rehabilitación temprana de las funciones afectadas (fase denominada *inpatient*) y una fase ambulatoria (fase denominada *outpatient*) donde se continuará con la rehabilitación de las funciones afectadas como también seguimiento de aquellas alteraciones clínicas que puedan verse asociadas al paciente en particular. Una vez de alta de las unidades de rehabilitación hospitalarias, los pacientes con lesiones moderadas o severas suelen continuar recibiendo terapia ambulatoria a una intensidad más baja. El principal objetivo de estos programas es la reintegración comunitaria, variando en los objetivos específicos de acuerdo a las necesidades particulares de cada paciente (Cullen et al., 2007).

Evolución del Daño Cerebral Adquirido

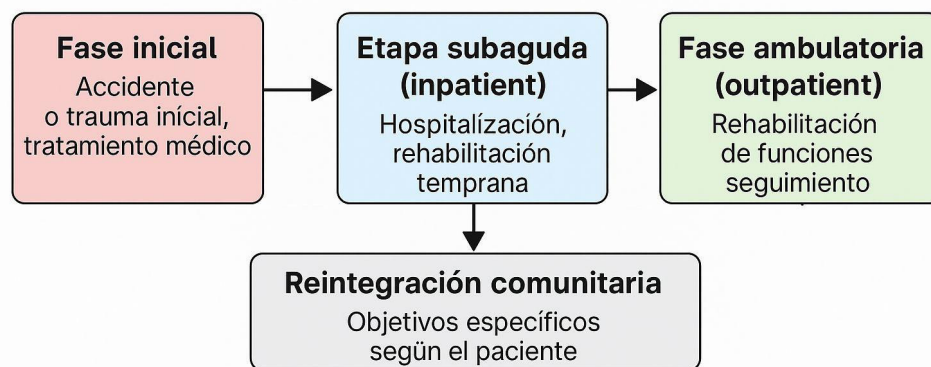


Figura 5: Fases de evolución del paciente con daño cerebral adquirido; se divide en 3 etapas, siendo la inicial, subaguda, ambulatoria y comunitaria en relación con la evolución de la patología y recuperación del paciente.

Es importante destacar que gran parte de la complejidad que conlleva la rehabilitación de pacientes con DCA radica en la variabilidad de los déficits neurológicos que pueden presentar. Aunque algunos pacientes comparten patrones clínicos similares en función de la etiología o la localización del daño, existe una amplia heterogeneidad en la manifestación, combinación y severidad de los déficits resultantes. Estas diferencias se traducen en distintos grados de impacto sobre la funcionalidad, la participación social y la autonomía personal. (Huertas Hoyas et al., 2015). El grado de afectación varía en función de múltiples factores, entre los que se destacan la extensión y localización de la lesión sobre el sistema nervioso central, el perfil predominante del compromiso funcional (motor, cognitivo, conductual o emocional), la historia premórbida del paciente —incluyendo su personalidad y habilidades adaptativas previas—, y las características del entorno familiar y social, particularmente su capacidad para comprender, sostener y acompañar el proceso de recuperación (Turner-Stokes & Wade, 2004). Esta variabilidad puede y suele actuar muchas veces como un factor de dispersión lo suficientemente amplio como para enmascarar diferencias significativas entre grupos que reciben intervenciones distintas (Veerbeek et al., 2014).

Un segmento relevante de la población que sobrevive a un DCA experimenta distintas **secuelas**. si bien comúnmente las secuelas físicas son las más observadas y descritas, estas alteraciones residuales pueden ser de diversa índole; véase a continuación las más relevantes según la escuela británica de fisioterapeutas, **Tabla 1**:

FÍSICOS	COMUNICATIVOS	COGNITIVOS	CONDUCTUAL - EMOCIONAL
- Parálisis o paresia - Tono muscular anormal - Ataxia - Pérdida auditiva-visual - síntomas como cefalea, fatiga, dolor, etc - Disfagia - Convulsiones	-Alteraciones del lenguaje expresivo -Alteraciones del lenguaje comprensivo - Disartria - Alexia	- Alteraciones de la memoria - Alteraciones atencionales - Alteraciones perceptuales - Alteraciones en la resolución de problemas - Disminución del Insight - Alteración de la conciencia de peligro - Déficit del automonitoreo - Alteración en el juicio social	- Labilidad emocional - Disminución en la iniciación de conductas - Cambios de humor - Problemas en el ajuste conductual a contexto - Desinhibición - Comportamiento social inadecuado - Baja motivación - Psicosis

Tabla 1: Déficit que resulta de la lesión cerebral adquirida. Principales secuelas posterior a un daño cerebral adquirido. Extraído del Royal College of Physicians and British Society of Rehabilitation.

Es interesante destacar cómo cada vez se reconoce más la relación entre el sueño y diversas condiciones neurológicas, como el accidente cerebrovascular (ACV). Diversos estudios señalan que las alteraciones del sueño pueden influir en la evolución clínica, afectando tanto la recuperación funcional como los procesos cognitivos asociados (Ferre et al., 2013). En el contexto del DCA, se ha propuesto que el sueño no sólo participa en la restauración general del organismo, sino que cumple un rol activo en la reorganización cerebral y en la consolidación de aprendizajes específicos. Esta perspectiva invita a considerar al sueño como una variable potencialmente moduladora de la eficacia de los procesos de neurorrehabilitación, lo que será desarrollado en el apartado siguiente.

3.3 Estado actual del conocimiento sobre el sueño en pacientes con DCA y su abordaje en neurorrehabilitación

El sueño se define como un estado natural y reversible de relativa inactividad, durante el cual la respuesta a estímulos externos se ve reducida y se acompaña de una disminución de la consciencia. Sus funciones principales incluyen la restitución de reservas energéticas, la recuperación de tejidos dañados y el fortalecimiento del sistema inmune, entre otras (Rasch & Born, 2013) (**Figura 6**).

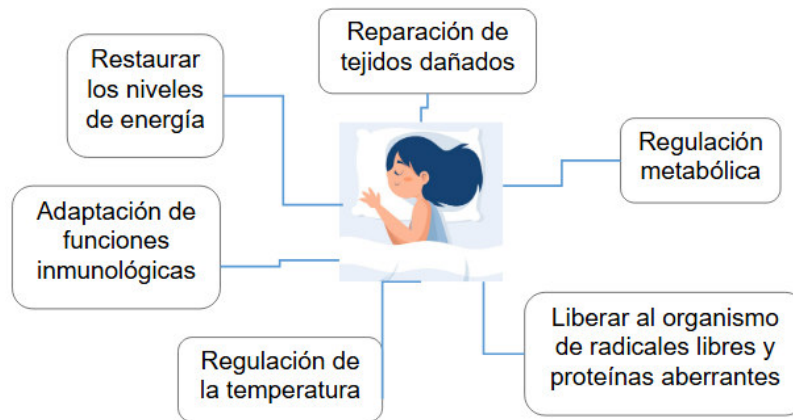


Figura 6: Funciones Generales del Sueño. Entre ellas se destacan la restauración de niveles energéticos, la reparación de tejidos, la regulación metabólica y térmica, la adaptación inmunológica y la eliminación de radicales libres y proteínas aberrantes.

Si realizamos un estudio de Polisomnografía con electroencefalograma (EEG), una técnica que permite registrar las ondas de actividad cerebral durante el sueño, podríamos describir cuál es la estructura del sueño a lo largo de la noche. A gran escala, durante el descanso nocturno pueden identificarse dos estados principales: el sueño de ondas lentas (*slow wave sleep*, SWS) y el sueño de movimientos oculares rápidos (*rapid eye movement sleep*, REM). Tal como se observa en la **Figura 7**, el sueño de ondas lentas (fases N3/N4) predomina en la primera mitad de la noche y disminuye progresivamente en duración a medida que avanza el ciclo. En cambio, el sueño REM se vuelve más prolongado hacia el final de la noche (Rasch & Born, 2013).

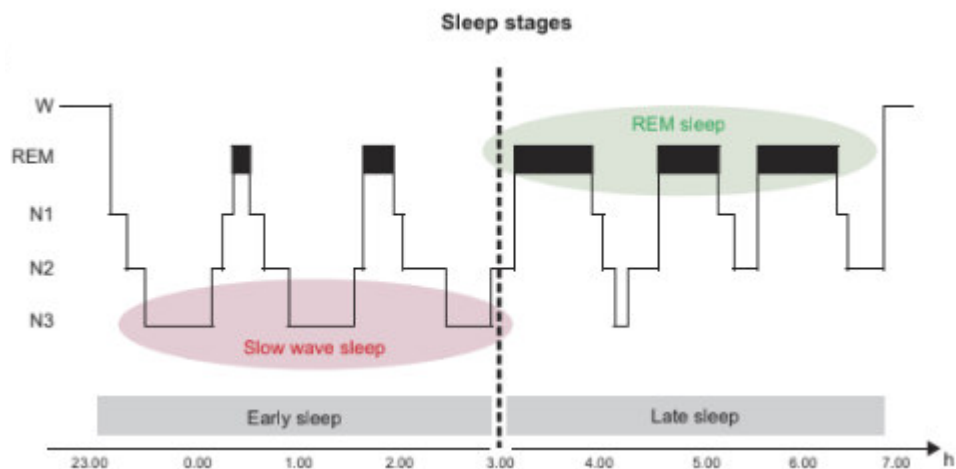


Figura 7: Fases del sueño. El sueño se caracteriza por la ocurrencia cíclica del sueño de movimientos oculares rápidos (REM) y el sueño no REM. El sueño no REM incluye el sueño de

ondas lentas (SWS), correspondiente a N3, y las etapas de sueño más ligero N1 y N2 (591). Según un sistema de clasificación anterior de Rechtschaffen & Kales., 1968, el SWS se dividía en las etapas 3 y 4 del sueño. La primera parte de la noche (sueño temprano) está dominada por el SWS, mientras que el sueño REM predomina durante la segunda mitad (sueño tardío). adaptado de Rasch & Born, 2013.

El SWS como su nombre lo indica se caracteriza por oscilaciones de alta amplitud y baja frecuencia en la señal de EEG. A este estado de sueño se lo llama también sueño no-REM. Por lo contrario, si miramos la señal EEG durante el sueño REM podemos detectar una actividad cerebral oscilatoria de baja amplitud y alta frecuencia bastante similar a la actividad cerebral que podría registrarse durante vigilia, es por ello se conoce también al sueño REM como “sueño paradójico” ya que la actividad cerebral es similar al de una persona despierta (**Figura 8**). El estado de sueño REM también se caracteriza, como su nombre lo indica, por la presencia de movimientos oculares rápidos y por una pérdida del tono muscular del resto del cuerpo.

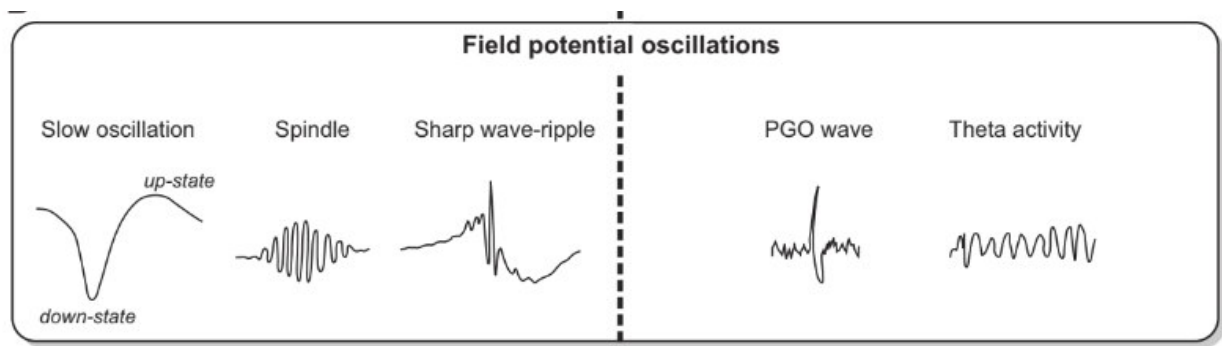


Figura 8: Oscilaciones cerebrales. Las oscilaciones de potencial de campo eléctrico más prominentes durante el sueño no-REM son las oscilaciones lentas neocorticales (0,8 Hz), los husos talamocorticales (actividad creciente y menguante entre 10 y 15 Hz) y las ondas agudas hipocampales (SW-R), es decir, ondas despolarizantes rápidas generadas en CA3 y superpuestas por ondas de alta frecuencia (100-300 Hz). El sueño REM, en animales, se caracteriza por ondas ponto-geniculo-occipitales (PGO), asociadas con ráfagas intensas de actividad sincronizada que se propagan desde el tronco encefálico pontino, principalmente al núcleo geniculado lateral y la corteza visual, y por la actividad theta hipocampal (4-8 Hz). En humanos, la actividad PGO y theta se identifica con menos facilidad. adaptado de Rasch & Born, 2013.

Cuando dormimos pasamos por diferentes **fases del sueño** en una secuencia determinada reiteradas veces (Purves et al., 2008) . Un **ciclo del sueño** inicia con un estado de sueño no-REM, atravesando primero un estadio de somnolencia, seguido de sueño ligero y finalmente sueño profundo identificados también como fases: N1, N2 y N3/4 (**Figura 7**). Conforme se avanza sobre estas fases del sueño, dentro de un mismo ciclo, la señal EEG disminuye su frecuencia y aumenta su amplitud. Además dentro de la etapa N2 podemos encontrar esporádicamente eventos característicos en la señal de EEG llamados husos del sueño y complejos K de corta duración y variada frecuencia. Luego de las fases del sueño no-REM (N1, 2 y 3/4) ingresamos en la última fase del ciclo del sueño que coincide con el estado REM (Schönauer & Pöhlchen,

2018). Los registros del EEG son notablemente similares a los del estadio de vigilia, alta frecuencia y baja amplitud, y pueden identificarse señales en el EOG relacionados con los movimientos oculares rápidos (**Figura 8**). Un ciclo completo de sueño (sueño no-REM (N1, 2 y 3/4) + sueño REM) tiene una duración aproximada de 1 h 30 min y en promedio durante una noche se desarrollan 4 ciclos de sueño. Sin embargo esta cantidad y duración de cada ciclo puede variar va a depender de cada persona (Rauchs et al., 2005).

Además de las funciones generales mencionadas, el sueño cumple un rol fundamental en el aprendizaje y la memoria, ya que la información adquirida durante el día se codifica en circuitos neuronales específicos y atraviesa procesos de consolidación y reorganización que ocurren tanto durante la vigilia como durante el sueño, viéndose estos últimos especialmente favorecidos durante la noche (Diekelmann et al., 2012; Born & Wilhelm, 2012). A su vez, ocurre otro fenómeno asociado a la capacidad del proceso de memoria para recuperar recursos neuronales, lo que permite continuar aprendiendo durante la vigilia posterior (Mander et al., 2011; Yoo et al., 2007).

El sueño desempeña un papel fundamental en la consolidación de la memoria, facilitando la reorganización y optimización de la información adquirida durante la vigilia. La literatura ha demostrado ampliamente su impacto en las memorias declarativas, como el aprendizaje de hechos y eventos, a través de procesos que fortalecen y estabilizan las representaciones neuronales (Rasch & Born, 2013). Sin embargo, el papel del sueño en la memoria motora, crucial en la neurorehabilitación de pacientes con DCA, aún es un tema en desarrollo y debate. Dentro de este contexto, dos modelos teóricos han sido propuestos para explicar los mecanismos subyacentes a la consolidación de la memoria durante el sueño: el modelo de consolidación activa y el de downscaling sináptico.

El modelo de consolidación activa sugiere que, durante el sueño, las trazas de memoria recientemente adquiridas son reactivadas y redistribuidas desde estructuras temporales, como el hipocampo, hacia áreas corticales de almacenamiento a largo plazo. Este proceso ocurre principalmente durante el SWS, cuando las oscilaciones cerebrales, como los ritmos de ondas lentas (<1 Hz), los husos del sueño (12-16 Hz) y las ondas agudas hipocampales (*sharp-wave ripples*), facilitan la comunicación interregional y potencian la consolidación sináptica (Born & Wilhelm, 2012) (**Figura 9**). En el caso de la memoria motora, se ha propuesto que esta reactivación fortalece circuitos motores corticales y subcorticales, promoviendo la automatización y estabilidad de habilidades adquiridas (Walker et al., 2002).

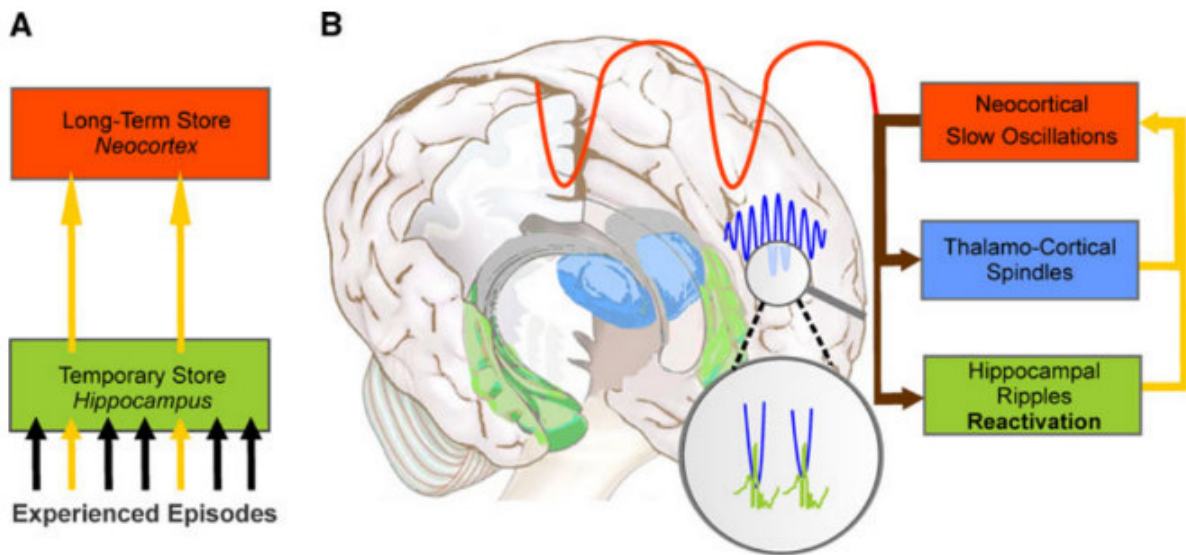


Figura 9. Modelo de Consolidación Activa. **A.** Durante el sueño de ondas lentas (slow-wave sleep, SWS), las memorias recién codificadas en el hipocampo son reactivadas y transferidas hacia el neocórtex para su almacenamiento a largo plazo. **B.** Esta consolidación depende de la interacción entre slow oscillations neocorticales (rojo), **spindles** tálamo-corticales (azul) y sharp-wave ripples hipocámpales (verde), que sincronizan la reactivación de la memoria y favorecen su integración cortical. Adaptado de Born & Wilhelm, 2012.

Por otro lado, el modelo de *downscaling* sináptico plantea que el sueño desempeña un rol homeostático, reduciendo la fuerza sináptica global acumulada durante la vigilia. Durante el aprendizaje motor, múltiples conexiones sinápticas se fortalecen en respuesta a la práctica, pero muchas de ellas pueden ser ruidosas o irrelevantes. El downscaling permitiría una poda selectiva de sinapsis menos eficientes, mejorando la relación señal-ruido y optimizando la eficiencia de las redes neuronales (Tononi & Cirelli, 2006) (**Figura 10**). Este mecanismo sería esencial en la rehabilitación motora, ya que permitiría refinar los patrones de activación en la corteza motora y mejorar la ejecución de movimientos aprendidos durante las sesiones de rehabilitación.

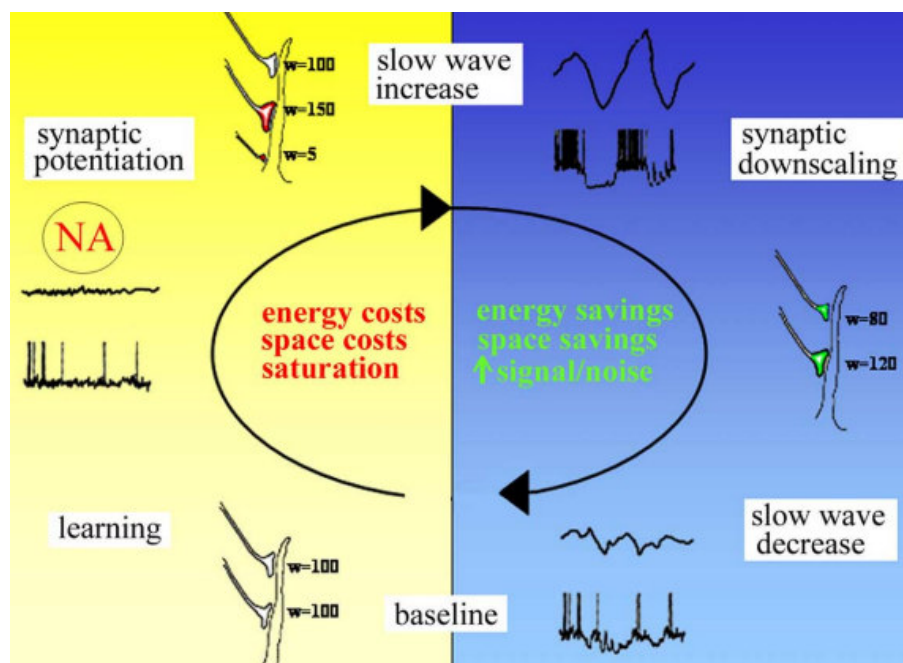


Figura 10: Modelo de Downscaling Sináptico. Izquierda: Durante la vigilia, la interacción con el entorno y la actividad neuromoduladora (alta noradrenalina NA) favorecen la potenciación sináptica (synaptic potentiation), con aumento global del peso sináptico (5, 150 y 100). Este fortalecimiento implica un mayor costo energético, saturación y limitaciones en la capacidad de aprendizaje. Derecha: Durante el sueño, la reducción de la modulación (baja noradrenalina) y la aparición de oscilaciones lentas desencadenan un proceso de synaptic downscaling, reduciendo proporcionalmente la fuerza sináptica (0, 120 y 80). Esto optimiza la relación señal/ruido, permite ahorro energético y restablece la capacidad plástica de las redes. extraído del trabajo de Tononi & Cirelli, 2006.

Desde la perspectiva de la **neurorehabilitación**, estos procesos cobran particular importancia en pacientes con **daño cerebral adquirido**, quienes deben reaprender habilidades motoras tras una lesión neurológica. En este contexto, los mecanismos de **consolidación activa** durante el **sueño** podrían facilitar la integración de nuevos patrones motores dentro de redes funcionales reorganizadas, promoviendo una mejora en la performance motora posterior. A su vez, el **downscaling sináptico** contribuiría a optimizar la plasticidad, al eliminar conexiones redundantes o ineficientes y preservar aquellas relevantes para el aprendizaje motor. De este modo, el sueño no solo favorecería la estabilización de lo aprendido, sino que también potenciaría los efectos de la intervención rehabilitadora, haciendo más eficiente el proceso de recuperación (**Figura 11**).

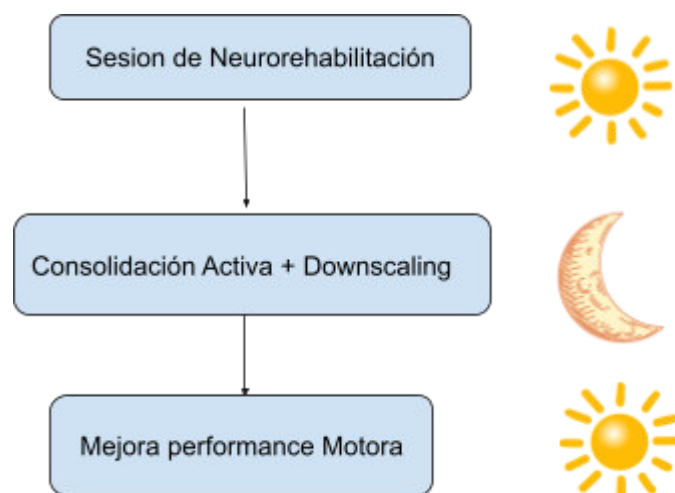


Figura 11: Modelo conceptual del rol del sueño en la neurorehabilitación motora. Tras una sesión de neurorrehabilitación (durante el día), los procesos de consolidación activa y downscaling sináptico que ocurren durante el sueño favorecen la integración y refinamiento de los patrones motores aprendidos, lo que se traduciría en una mejora del rendimiento motor al día siguiente.

Es interesante destacar que no solo el sueño y el estímulo rehabilitador puede cumplir un rol en la rehabilitación de pacientes relacionados al aprendizaje motor, sino que existen otras variables de relevancia como el tiempo entre el estímulo y el sueño. El trabajo del grupo de estudio de Solano 2024 demostró que la consolidación del aprendizaje motor no depende únicamente de la práctica, sino también del momento en que ocurre el sueño posterior. En su estudio experimental con tareas de adaptación sensoriomotora, observó que la ganancia en el rendimiento era significativamente mayor cuando los participantes dormían dentro de la primera hora tras el

entrenamiento, en comparación con aquellos que demoran más tiempo en iniciar el descanso.(Solano et al., 2024).

Como mencionamos anteriormente Tradicionalmente, la literatura científica ha asociado el hipocampo con la memoria declarativa, a partir de estudios pioneros en pacientes amnésicos que permitieron distinguir dos sistemas de memoria anatómica y funcionalmente diferenciados: uno declarativo (explícito), dependiente del lóbulo temporal medial —y en particular del hipocampo—, y otro procedural (implícito), vinculado al cuerpo estriado (Cohen et al., 2005). Sin embargo, investigaciones más recientes sugieren que los sistemas de memoria declarativa y procedural no operan de forma completamente segregada. Estudios de resonancia magnética funcional (fMRI) han demostrado que el hipocampo puede interactuar —e incluso competir— con otras regiones cerebrales durante el aprendizaje (Albouy et al., 2013). En particular, se ha observado que participa en la adquisición y consolidación de secuencias motoras complejas, interactuando funcionalmente con el cuerpo estriado durante las etapas iniciales del aprendizaje motor. Estas representaciones pueden luego integrarse a través de la corteza prefrontal, lo que condiciona los mecanismos posteriores de consolidación dependientes del sueño (Albouy et al., 2013). En este marco, el hipocampo parece estar asociado a una mejora del rendimiento motor inducida por el sueño, mientras que el estriado participa en la estabilización y mantenimiento de las habilidades motoras a lo largo del tiempo. Así, la consolidación de memorias motoras sería el resultado de un equilibrio funcional entre ambos sistemas —hipocampal y estriatal—, modulados por factores como el tipo de aprendizaje, las características individuales del sujeto y la disponibilidad de sueño (Albouy et al., 2013).

Vale preguntarse ¿qué podría haber de declarativo-hipocampal en lo motor, que encontramos interacciones con el estriado?. Cuando nos referimos a la rehabilitación de una función, estamos hablando de un proceso de rehabilitación de un movimiento, que se sabe que consta de dos componentes fundamentales. En primer lugar, está el componente implícito, que está relacionado con la acción en sí misma y las secuencias de movimiento que componen el acto motor. En segundo lugar, está el componente explícito, que incluye, la secuenciación verbal del movimiento a realizar, las instrucciones del terapeuta, los objetivos concretos de la acción motora, entre otros aspectos relacionados con lo declarativo. Aunque las memorias no declarativas no involucran tradicionalmente al hipocampo y, por lo tanto, no se ajustan al concepto estándar de consolidación sistémica, numerosos estudios han encontrado un papel destacado de esta estructura en la consolidación de memorias motoras. Esto podría deberse al componente explicativo o de comprensión de la tarea (explícito) presente en todo proceso de aprendizaje de una función motora (Albouy et al., 2013).

Componentes de la Rehabilitación Motora



Figura 12: Componente implícito y explícito de una memoria motora durante la adquisición. a la izquierda una ejemplo del componente implícito donde el sujeto sube una escalera sin un feedback del terapeuta. A la derecha: la misma actividad mediante el componente explícito otorgado por las pautas y correcciones del terapeuta.

En relación al componente explícito e implícito antes descrito, como también a los aspectos temporo-espaciales del movimiento, el grupo de estudio de Cohen en el 2005 intentaron mediante un simple estudio observar y ponderar la implicancia del sueño de cada uno de estos aspectos. Este estudio intentó abordar esta cuestión haciendo que participantes jóvenes y sanos practicarán una tarea de tiempo de reacción utilizando su mano dominante. Luego, los participantes debían cambiar a su mano no entrenada en la prueba de retención para evaluar si el sueño mejoraba preferentemente el componente motor o espacial del movimiento. Los resultados determinaron que sólo las características espaciales de la tarea se mejoraron con el sueño, mientras que el componente motor mejoraba durante el día sin necesidad de dormir (Cohen et al., 2005). Esto al mismo tiempo sugiere que los distintos aspectos de la memoria motora de tipo implícita pueden estar respaldados por diferentes mecanismos de aprendizaje fuera de línea (Robertson & Cohen, 2006).

Existen varias líneas de investigación actualmente que intentan relacionar diferentes aspectos del re-aprendizaje motor en pacientes con DCA, como lo podría ser el de la precisión del seguimiento espacial y temporal propuesto por el grupo de investigadores encabezados por Siengsukon, con el sueño. En este estudio, pudieron demostrar que las personas con ACV que durmieron entre la práctica y la prueba demostraron mejoras tanto en los elementos espaciales como temporales del seguimiento mientras que aquellos participantes con un ACV que permanecieron despiertos entre la práctica y la prueba de retención no demostraron dicho efecto, ni en la precisión del seguimiento espacial ni en el desfase temporal del seguimiento. Lo interesante de este estudio, es que los participantes del grupo control (sujetos sanos) no demostraron una mejora dependiente del sueño o del tiempo de ninguno de los componentes de la tarea, por lo que no solo el sueño cumplió un rol fundamental en la explicación de los cambios, sino que también las modificaciones plásticas post-lesionales (Siengsukon &

Como se ha mencionado, se han identificado las diferentes funciones del sueño, como también la caracterización clínica de los pacientes con DCA (daño cerebral adquirido) así como los componentes declarativos y no declarativos de una memoria derivada de un aprendizaje motor. Sin embargo, aún no se ha abordado la relación entre el sueño y la mejora del re-aprendizaje de actos motores complejos, como lo es la marcha, el equilibrio y el balance en el contexto de pacientes con DCA, lo que constituye el objetivo específico de este trabajo. Esto podría generar un importante interés en el campo de la neurorehabilitación, dado que el sueño es un aspecto del proceso de recuperación que puede ser influenciado. En este contexto, es relevante considerar la importancia de una adecuada gestión del sueño para los pacientes. De esta manera, los patrones de movimiento adquiridos activamente durante una sesión durante el día podrían consolidarse de forma pasiva durante la noche.

Trabajos previos han demostrado que el sueño facilita la consolidación de la información adquirida durante la vigilia y puede actuar como un agente protector contra interferencias posteriores, así como un factor de resistencia al olvido natural de la información (Diekelmann et al., 2012; Van Ormer, 1933). Además, numerosos estudios han descrito la dependencia temporal entre el momento en que se recibe la información y el sueño en la fortaleza de la consolidación de la memoria, siendo esta más fuerte cuanto más corto es el lapso temporal entre ambos eventos (Solano et al., 2024). Por lo tanto, la distancia temporal desde el momento que finaliza la adquisición de la información hasta el momento de irse a dormir podría determinar qué tan bien se consolida la información adquirida durante la vigilia.

No obstante, la traslación directa de hallazgos obtenidos en sujetos sanos como los descritos previamente al contexto clínico de pacientes con daño cerebral adquirido debe realizarse con cautela. En esta población, las alteraciones del sueño son altamente prevalentes e incluyen trastornos como el insomnio, la fragmentación del sueño y las apneas, los cuales pueden interferir con los mecanismos neurofisiológicos implicados en la consolidación de la memoria y el aprendizaje motor. Estas alteraciones podrían modular, atenuar o incluso anular los efectos beneficiosos del sueño descritos en estudios experimentales realizados en sujetos sanos, donde las redes neuronales se encuentran intactas y la arquitectura del sueño suele conservar una organización funcional relativamente estable. En este sentido, los procesos de reorganización plástica posteriores a una lesión cerebral podrían interactuar de manera compleja con la calidad y continuidad del descanso nocturno, condicionando los efectos del sueño sobre el re-aprendizaje motor. Por lo tanto, la relación entre sueño, consolidación y rehabilitación motora en pacientes con daño cerebral adquirido debe entenderse como un fenómeno dinámico, influido tanto por variables temporales vinculadas a la práctica y el descanso como por las características clínicas propias de esta población.

3.4 Hipótesis y objetivos del Estudio

La optimización del aprendizaje de habilidades resulta fundamental para numerosas actividades, y la literatura científica que aborda este proceso es extensa. Diversos factores han sido estudiados de manera específica, tales como la cantidad de entrenamiento (Driskell et al., 1992), la distribución de los períodos de descanso durante una sesión de práctica (Rickard et al., 2008) y la variación de las habilidades entrenadas dentro de una misma sesión (Shea & Morgan, 1979). Sin embargo, a pesar de que múltiples estudios han demostrado que el rendimiento motor y cognitivo fluctúa a lo largo del día siguiendo una base circadiana (Atkinson & Reilly, 1996), la identificación del momento óptimo del día para el aprendizaje motor ha recibido relativamente poca atención.

En este sentido, algunos trabajos recientes han aportado resultados prometedores, como el estudio de Charlène & Truong. En dicha investigación se demostró que la adquisición de una habilidad de *finger tapping* es independiente del momento del día en que se administra el entrenamiento. No obstante, si bien la hora del día no influyó en la adquisición inicial, sí se observaron diferencias en la consolidación del aprendizaje: el aprendizaje fuera de línea —definido como una mejora adicional del rendimiento sin práctica tras una noche de sueño— ocurrió únicamente cuando el entrenamiento tuvo lugar por la tarde y fue seguido de una noche de descanso. De hecho, dentro de ese estudio, el grupo con peor rendimiento en términos de aprendizaje motor fue aquel cuya práctica se realizó más alejada del sueño nocturno (Truong et al., 2023).

En concordancia con este vacío en la literatura y apoyándose en estos antecedentes, otros estudios han aportado evidencia complementaria, como el trabajo de Solano (2024), que demostró no solo que el sueño actúa como un potenciador del proceso de consolidación de la memoria, sino también que cuanto más próximo se encuentra el período de sueño al momento en que finaliza la adquisición ya sea un estímulo o una intervención, mayor es su efecto facilitador sobre la consolidación, al interceptar de manera más eficiente la denominada ventana crítica de consolidación.

A partir de este marco conceptual se desprende la hipótesis del presente trabajo, que busca un correlato clínico al plantear que el grupo de pacientes que realiza las sesiones de rehabilitación en horarios cercanos al sueño nocturno presentará una mayor mejora clínica en comparación con aquellos que realizan la rehabilitación en horarios más alejados de dicho período. En función de esta hipótesis, el objetivo del estudio es evaluar si la distancia temporal entre la rehabilitación y el sueño nocturno influye en la recuperación física de pacientes con daño cerebral adquirido, reflejando así el posible papel del sueño posterior a la neurorrehabilitación en este efecto.

Cabe aclarar que el presente estudio no evalúa de manera directa variables neurofisiológicas del sueño ni la arquitectura del mismo, como las fases de sueño de ondas lentas (SWS) o el sueño REM. En este sentido, la hipótesis se formula en términos clínico-funcionales y temporales, considerando la proximidad entre la

intervención rehabilitadora y el período de sueño nocturno como una condición experimental indirecta, y no como una medición específica de mecanismos del sueño. Por lo tanto, los posibles procesos neurobiológicos subyacentes a la consolidación frecuentemente asociados en la literatura a distintas fases del sueño se interpretan aquí como marcos teóricos explicativos, sin ser operacionalizados ni medidos directamente en la presente investigación. esto se debe a que como se detalla más adelante en materiales y métodos, el diseño de estudio es de carácter retrospectivo y comparativo, donde dichos pacientes ya fueron evaluados y atendidos, siendo las variables seleccionadas aquellas que conformaban la evaluación inicial y al alta de este perfil de pacientes en sus historias clínicas, con la única diferencia entre grupos de que un grupo es atendido en un rango horario diferente al otro.

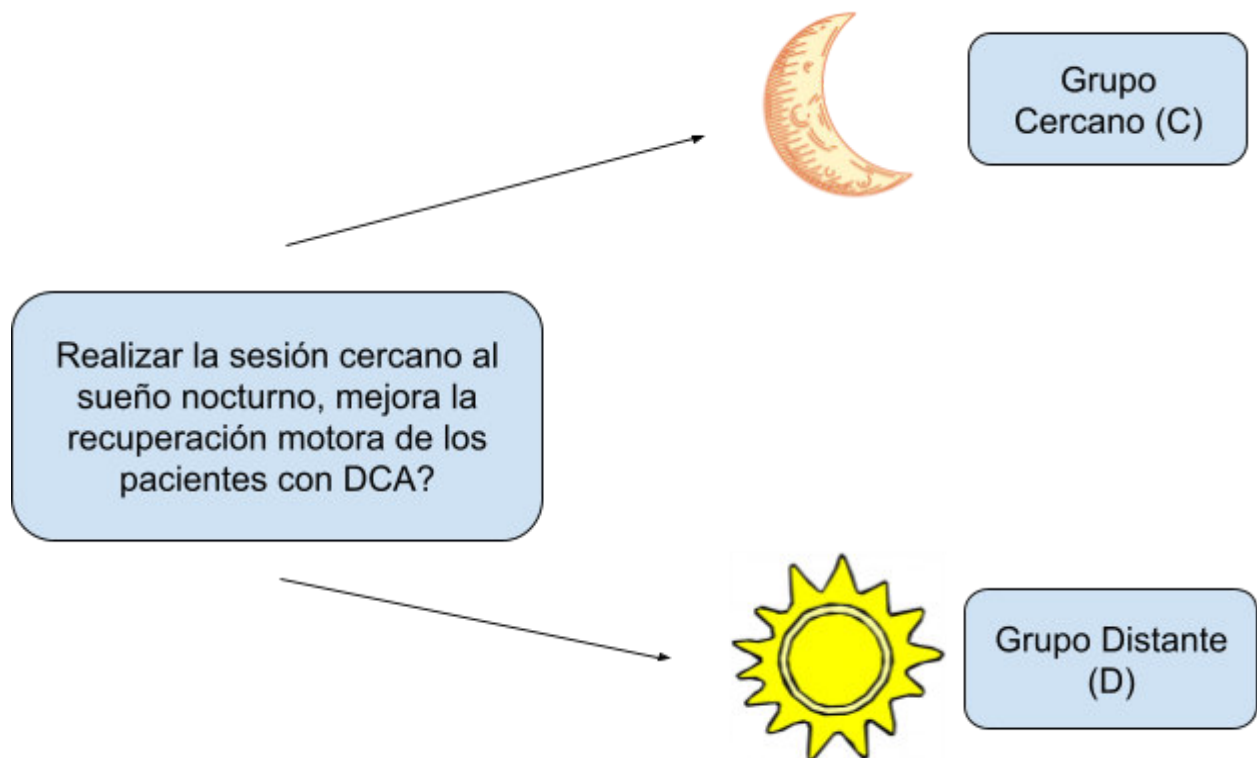


Figura 13 : *Hipótesis de tratamiento entre ambos grupos de estudio.*

4. Materiales y métodos

En este trabajo se analizaron y evaluaron las relaciones entre distintas variables asociadas a la rehabilitación del balance, equilibrio y marcha, utilizando datos extraídos de historias clínicas y definiendo y comparando diferentes grupos de pacientes. Por esta razón se trata de un estudio de tipo analítico, retrospectivo y comparativo.

Para ello, y teniendo en cuenta la distancia temporal al sueño nocturno, se definieron dos grupos de pacientes según el turno en que fueron atendidos en el Gimnasio de Balance, Equilibrio y Marcha de la Sala de Rehabilitación del Hospital Bicentenario de Esteban Echeverría. El "Grupo C cercano" incluyó a los pacientes que realizaron su rehabilitación en el turno tarde/noche, con una proximidad temporal al sueño nocturno,

mientras que el "Grupo D Distante" agrupó a aquellos que realizaron su rehabilitación en el turno mañana, con mayor distancia temporal al sueño nocturno.

La base de datos se construyó a partir de variables extraídas de las historias clínicas de pacientes con diagnóstico de Daño Cerebral Adquirido, atendidos entre julio de 2022 y agosto de 2023, que cumplieran con los criterios de inclusión. El tamaño muestral final fue de 50 pacientes, distribuidos equitativamente entre los dos grupos (n = 25 para el Grupo Cercano y n = 25 para el Grupo Distante).

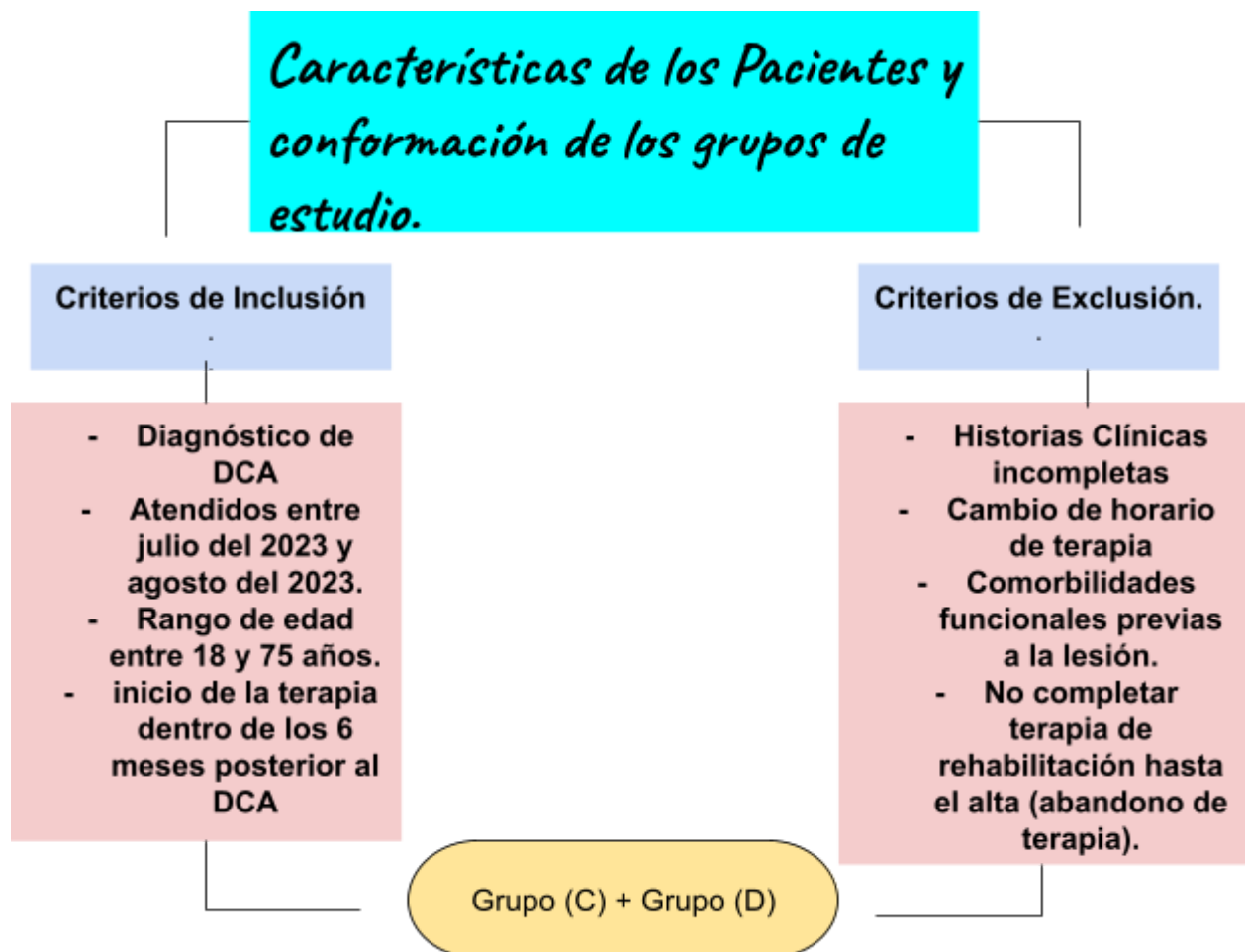


Figura 14: Armado de los grupos de tratamiento mediante los criterios de inclusión y exclusión. Grupo distante vs Grupo cercano al sueño.

4.1 Criterios de selección y exclusión

- **Características de pacientes y criterios de inclusión:**

Todos los pacientes con DCA que ingresaron al Gimnasio de Balance, Equilibrio y Marcha de la institución, con edades entre **18 y 75 años**, fueron atendidos en los siguientes horarios: de **8:00 a 9:00 hs** (posteriormente agrupados como **Grupo Distante**) y de **19:00 a 20:00 hs** (posteriormente agrupados como

Grupo Cercano). Se incluyeron aquellos pacientes que iniciaron la terapia de rehabilitación dentro de los primeros 6 meses posteriores al daño cerebral.

- **Criterios de exclusión:**

No se incluyeron en este estudio a los pacientes que presentaban comorbilidades de disfunción motora previas al DCA, aquellos con historias clínicas incompletas, ni a los que no completaron el proceso de rehabilitación hasta el alta kinésica. También se excluyeron los pacientes que, según los registros administrativos, cambiaron de turno durante el proceso de rehabilitación.

Los pacientes se dividieron en dos grupos: uno que recibió terapia en el turno de la mañana, con una mayor distancia temporal al sueño nocturno (**Grupo Distante**), y otro en el turno de la noche, con mayor proximidad al sueño nocturno (**Grupo Cercano**). Se registraron variables clínicas y funcionales relevantes tanto al ingreso como al alta en ambos grupos.

- **Consideraciones Neurofisiológicas como justificación de la estratificación funcional de la muestra**

En el presente estudio, los participantes fueron considerados de manera conjunta bajo la categoría de daño cerebral adquirido (DCA), independientemente de la etiología específica (accidente cerebrovascular o traumatismo encefalocraneano). Esta decisión metodológica se fundamenta en dos aspectos relevantes, 1- todos los pacientes incluidos presentan un cuadro clínico compatible con un síndrome de neurona motora superior, caracterizado por alteraciones del control postural, el equilibrio, la marcha y patrones espásticos comunes, constituyendo el criterio central de inclusión al gimnasio de rehabilitación. 2- Dado que el gimnasio de rehabilitación de balance equilibrio y marcha tiene sus propios criterios de inclusión que justamente es el déficit puntual de estos dos aspectos, la intervención y las evaluaciones se enfocaron exclusivamente en funciones globales de balance, equilibrio y locomoción, no se consideró pertinente la estratificación según tipo, localización o magnitud de la lesión estructural, ya que dichas variables no son naturalmente relevantes en la planificación del tratamiento de estos pacientes y por lo tanto tampoco eran objeto directo de análisis en este trabajo. Esto se debe a que se trabaja sobre el correlato físico-funcional que tuvo la patología sobre el paciente en términos de afección de balance-equilibrio y marcha, que son evaluados tanto al inicio del tratamiento como al final mediante escalas de valoración validez para ambas patologías..

por lo tanto, si bien el ACV y el TEC pueden diferir en sus mecanismos lesionales iniciales lesiones focales versus difusas, en fases subagudas y crónicas ambos cuadros convergen en una fisiopatología común vinculada a la liberación piramidal y a alteraciones de los circuitos motores suprasegmentarios, lo que se traduce en patrones clínico-funcionales comparables en términos de control postural y marcha. En este sentido, la homogeneización de la muestra se realizó de manera funcional, a partir de evaluaciones clínicas estandarizadas (como el Berg Balance Test, el Timed Up and Go

y otras pruebas funcionales), que reflejan de forma integrada el impacto del daño neurológico sobre las capacidades motoras entrenadas, independientemente de la etiología o topografía lesional. Dado que el programa de rehabilitación no abordó funciones analíticas o segmentarias como la destreza manual fina sino exclusivamente tareas globales de equilibrio y marcha, la estratificación funcional resultó más relevante y coherente con los objetivos del estudio que una clasificación basada en características anatómicas de la lesión.

4.2 Variables consideradas de cada grupo

Existen numerosas variables asociadas con las características de los pacientes y el proceso de rehabilitación; a continuación, presentamos aquellas variables relevantes que consideraremos directamente en el análisis comparativo entre los grupos:

- **Edad**
- **Sexo**
- **Tipo de lesión** cerebral (TEC/ACV).
- **Hemisferio afectado** (Derecho/Izquierdo)
- **Tiempo de terapia recibida desde la evaluación inicial hasta el alta** en cantidad de sesiones.
- **Grados articulares** de los principales segmentos corporales durante la marcha extraída de un Análisis Biomecánico en Plano Sagital (tobillo, rodilla, cadera) durante las fases de la marcha de;
 - Fase de contacto inicial
 - Fase media de apoyo
 - Fase de despegue
 - Fase final de oscilación
- **Fuerza muscular** al inicio y al alta en los principales grupos musculares de los miembros inferiores y superiores (involucrados en la flexo-extensión de las siguientes articulaciones: tobillo, rodilla, cadera, muñeca, codo, hombro) mediante la escala *Medical Research Council* (MRC).
- **Balance estático y dinámico** al inicio y al alta mediante el *Berg Balance Test*
- **Riesgo de caídas** al inicio y al alta mediante a escala *Get Up GO*
- **Evaluación de la Velocidad de la Marcha** mediante el *Test de los 10 metros*
- **Grado de Discapacidad** mediante la evaluación de *Barthel* tanto al inicio como al alta.
- **Salud autopercebida al alta**, mediante una escala numérica de 0 a 10 al día del alta de rehabilitación.

4.2.1 Análisis Biomecánico en Plano Sagital

Para el análisis biomecánico en plano sagital, se utilizó una cámara colocada a 6 metros de una pasarela por la cual el paciente caminaba a una velocidad habitual es decir aquella que utiliza para deambular de forma cómoda y natural. El software Kinovea fue empleado para analizar el movimiento, este software contiene una buena confiabilidad intraevaluador para la medición de las articulaciones de la cadera, la rodilla y el tobillo. (Fernández-González et al., 2020)

Procedimiento de Captura de Movimiento

La cámara grabó múltiples ciclos de marcha del paciente en el plano sagital. Posteriormente, en el software Kinovea, se colocaron puntos anatómicos virtuales en: el maléolo lateral del tobillo, la cabeza del peroné, el trocánter mayor del fémur, y otros puntos relevantes para calcular los ángulos de las articulaciones.

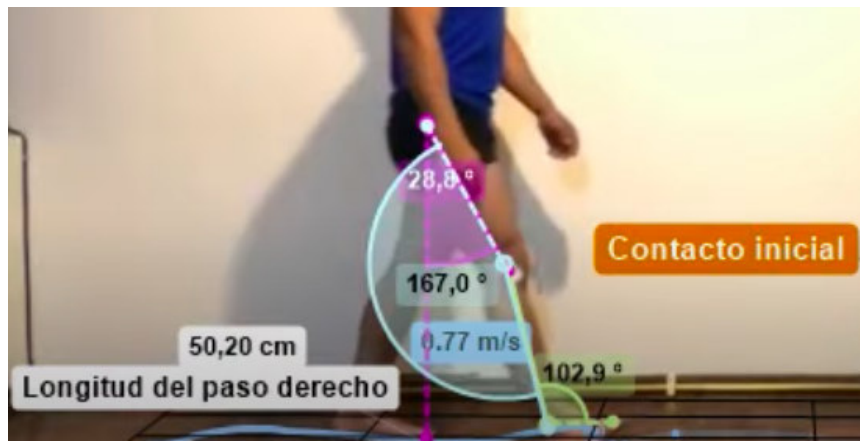


Figura 15: *fotografía ilustrativa de medición de ángulos en plano sagital durante fase de contacto inicial: puede observarse la fase de contacto inicial determinada por el contacto del talón, y los diferentes ángulos articulares determinados por la intersección entre los puntos de referencia anatómicos.*

Fases de la Marcha seleccionadas para el análisis

Aunque el análisis biomecánico realizado en los pacientes, tanto en la evaluación inicial como al alta, abarcó todas las articulaciones en todas las fases del ciclo de la marcha (Suárez et al., 2003) véase **Figura 16**, se seleccionaron específicamente las articulaciones más relevantes (ver a continuación) para este estudio debido a su relevancia clínica, ya que son las más comúnmente afectadas en los procesos de daño cerebral (Baker et al., 2016). Estas articulaciones fueron analizadas particularmente en las siguientes fases: **contacto inicial**, **fase media de apoyo** o soporte medio, y **fase de balanceo final o balanceo terminal**.

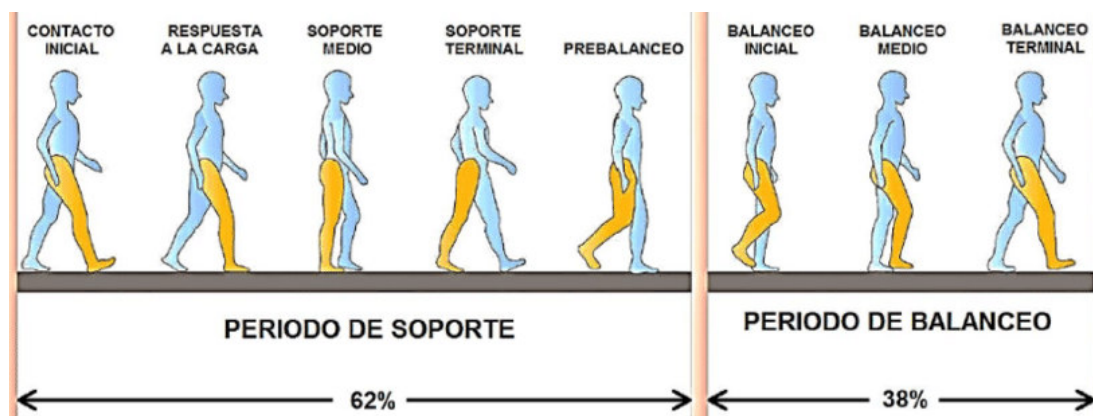


Figura 16: El ciclo de la marcha. Extraído de: Perry J, *Gait Analysis*. Slack Thorofare; 1992, & Whittle MW. *Gait Analysis*. 2nd ed. Butterworth-Heinemann; 1998.

Contacto Inicial

Descripción general: Es la primera fase del ciclo de la marcha (0 - 2%) y comienza cuando el talón hace contacto con el suelo.

Ángulos medidos: **Se mide el ángulo de flexión dorsal del tobillo.**

Fase Media de Apoyo

Descripción general: Es la parte intermedia del apoyo (10 - 30%) (antes está la respuesta a la carga y luego está el apoyo final), la pierna de apoyo está completamente en contacto con el suelo y el cuerpo está alineado sobre esta pierna.

Ángulos medidos: Se mide el ángulo de flexión dorsal del tobillo y grado de flexo-extensión de la rodilla.

Fase de Balanceo Final

Descripción general: Es la última fase de la marcha (87 - 100%), termina cuando el pie está preparado para el siguiente contacto inicial.

Ángulos medidos: Se mide el grado flexión de la cadera.

4.2.2 Evaluación de la Fuerza Muscular con la Escala *Medical Research Council* (MRC)

La fuerza muscular es una de las afecciones principales posteriores a un daño cerebral como el accidente cerebro vascular (Cuadrado et al, 2009). Para la valoración del mismo se evaluó a los principales grupos musculares de los miembros inferiores y superiores utilizando la escala *Medical Research Council* (MRC). La escala MRC mide la fuerza muscular en una escala de 0 a 5 para cada uno de los grupos musculares:

- 0: No hay contracción muscular detectable.
- 1: Contracción muscular apenas detectable sin movimiento.
- 2: Movimiento posible sólo si se elimina la gravedad.
- 3: Movimiento posible contra la gravedad, pero no contra resistencia.

- 4: Movimiento posible contra alguna resistencia.
- 5: Fuerza muscular normal.

Procedimiento de Evaluación de la fuerza para distintos grupos musculares según escala MRC

El evaluador puntúa, según escala MRC, la fuerza muscular para cada uno de los siguientes grupos musculares partir del procedimiento descrito:

Flexión Dorsal de Tobillo

Se solicitó al sujeto recostado en una camilla que realice la dorsiflexión del tobillo contra resistencia aplicada manualmente por el evaluador.

Flexión y Extensión de Rodilla

El sujeto acostado en decúbito prono realizó movimientos de flexión y extensión de la rodilla, mientras el evaluador aplicaba resistencia manual.

Flexión y Extensión de Cadera

Se pidió al sujeto acostado en decúbito supino sobre una camilla que realice movimientos de flexión y extensión de la cadera, nuevamente con resistencia aplicada por el evaluador.

Extensión de Muñeca, Flexión y Extensión de Codo, Flexión y Extensión de Hombro

Similarmente, estos movimientos se evaluaron en los miembros superiores aplicando resistencia manual y puntuando según la escala.

Finalmente, se suman las puntuaciones MRC de cada uno de los grupos musculares evaluados. El **puntaje máximo es 100**, lo que indica fuerza muscular normal en todos los grupos musculares evaluados.

4.2.3 Evaluación del Balance Estático y Dinámico con el *Berg Balance Test*

El *Berg Balance Test* es una herramienta estandarizada que evalúa el equilibrio estático y dinámico mediante 14 ítems específicos. Cada ítem se puntúa de 0 a 4, con una puntuación máxima de 56 puntos. (Miranda-Cantellops & Tiu, 2024).

Procedimiento de Evaluación del balance estático y dinámico

Balance Estático

Se evaluaron ítems como permanecer de pie sin apoyo, mantener el equilibrio con los pies juntos, y mantener el equilibrio en una posición unipodal.

Balance Dinámico

Se evaluaron ítems que incluían levantarse de una silla, trasladarse de una silla a otra, girar 360 grados, y alcanzar objetos.

4.2.4 Evaluación de la Movilidad y Riesgo de Caídas con el *Test Get Up and Go*

El *Test Get Up and Go* es una herramienta utilizada para evaluar la movilidad, el equilibrio y predecir el riesgo de caídas en los pacientes. Mide el tiempo necesario para levantarse de una silla, caminar una distancia corta, girar, regresar y sentarse nuevamente. Se considera Normal un tiempo menor a 10 segundos, Discapacidad Leve de la movilidad un tiempo 11 a 13 segundos y un Riesgo Elevado de Caídas un tiempo mayor a 13 segundos (Podsiadlo & Richardson, 1991).

Procedimiento de Evaluación

El paciente comienza sentado en una silla con apoyabrazos, con los pies apoyados en el suelo. Luego se le indica al paciente que, al escuchar la señal, debe levantarse de la silla, caminar una distancia de 3 metros a su velocidad normal, girar, regresar a la silla y sentarse nuevamente.

El evaluador observa y registra el tiempo total desde el momento en que el paciente se levanta de la silla hasta que se sienta nuevamente.

4.2.5 Evaluación de la Velocidad de Marcha con el Test de los 10 Metros

El Test de los 10 Metros es una herramienta utilizada para evaluar la velocidad de marcha de un paciente, proporcionando una medida de la capacidad funcional y prediciendo la independencia y el riesgo de caídas (van de Port et al., 2008).

Procedimiento de Evaluación

El paciente comienza de pie detrás de una línea de inicio marcada en el suelo. Se le indica al paciente que, al escuchar la señal, debe caminar 10 metros a su velocidad normal. El evaluador da la señal para comenzar y empieza a cronometrar cuando el paciente cruza la línea de inicio. El evaluador detiene el cronómetro cuando el paciente cruza la línea de los 10 metros: el tiempo total necesario para caminar los 10 metros se registra en segundos. La velocidad de marcha se calcula dividiendo la distancia (10 metros) por el tiempo registrado.

- A aquellos pacientes que marchen a **menos de 0.4 m/s** se los considera **Deambuladores Domésticos**, es decir, que están aptos para caminar con seguridad principalmente dentro de su hogar.
- **Entre 0.4 y 0.8 m/s** se los considera **Deambuladores Comunitarios Limitados**, aquellos que pueden caminar en la comunidad pero con ciertas limitaciones
- Finalmente los que pueden marchar a **más de 0.8 m/s** se los denomina **Deambuladores Comunitarios**, aquellos que pueden caminar en la comunidad sin limitaciones significativas (*10 Meter Walk Test | Rehab Measures Database*, 2014).

4.2.6 Evaluación del grado de Discapacidad con la Evaluación de Barthel

El Índice de Barthel es ampliamente utilizado para medir el grado de discapacidad del sujeto en actividades diarias básicas (Yang et al., 2021). Se evaluaron en los pacientes las 10 actividades que incluye la escala, las cuales son esenciales para la independencia.

Procedimiento de Evaluación del grado de Discapacidad

Cada actividad (alimentación, baño, cuidado personal, vestido, control de esfínteres, uso del inodoro, traslado de la silla a la cama, deambulación en superficies planas, y subir y bajar escaleras) se evaluó y se puntuó según la asistencia requerida, con una puntuación total de 100 puntos indicando total independencia.

4.3 Características de la terapéutica, Horarios y frecuencia de terapia semanal

En el hospital por cuestión de organización administrativa y de servicio, los pacientes son atendidos en dos franjas horarias bien marcadas: mañana-mediodía (8:00 a 12:00) y tarde-noche (14:00 a 21:00). Por lo que los pacientes atendidos en las primeras horas de la mañana y las últimas horas de la noche contemplan una diferencia temporal muy amplia a la hora de recibir sus terapias. En el presente trabajo los pacientes extraídos del “**Grupo Distante**” son los pertenecientes a los horarios (8:00 y 9:00) y los pacientes extraídos del “**Grupo Cercano**” a los horarios (19:00 y 20:00 hs).

En relación a la selección y adaptación de los ejercicios a los sujetos del estudio, esta es flexible y dependiente de las necesidades del paciente en relación a los déficit observados durante la evaluación inicial.

Actividad	Características	Tiempo
Entrada en Calor	Cinta Rodante o Bicicleta	10-15 min
Ejercicios de Balance/Equilibrio	Dinámico/Estático, diferentes superficies, posiciones, modificaciones en la base de sustentación, seguimiento y alcances de objetos externos (pelotas, herramientas, etc)	10-15 min
Marcha	marcha sobre pasarela, cinta rodante o superficies con obstáculos - correcciones de defectos biomecánicos observados, aplicación de electro estimulación funcional, vendajes funcionales, etc	10 - 15 min
Fuerza Muscular	fortalecimiento general de Miembros superiores e inferiores, ejercicios	10 - 15 min

	concéntricos-excéntricos-isométricos, en cadena abierta y cerrada con carga progresiva según tolerancia y capacidad.	
Relajación y vuelta a la calma	movimientos articulares en máximo rango de movimiento - elongaciones pasivas y activas.	2 - 5 min

Tabla 2: Recuadro terapéutico estándar: *Los pacientes recibían una terapéutica estándar que contemplaba alrededor de 5 bloques de actividades, incluyendo entrada en calor, ejercicios de equilibrio, fuerza muscular, ejercicios de marcha y relajación.*

4.4 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó el procesador estadístico **Jasp (JASP 0.19.1 - 2024)**.

Se realizó inicialmente un **análisis analítico-descriptivo**, donde se describieron los datos y se llevó a cabo una interpretación preliminar de los mismos. Esta etapa implicó una exploración detallada de los datos para comprender sus características principales antes de proceder con las pruebas estadísticas inferenciales.

Las variables cualitativas nominales se expresaron en frecuencias absolutas (n) y relativas (%). Las variables cualitativas ordinales, cuantitativas discretas y cuantitativas continuas con distribución no normal (p-valor < 0,05 en la prueba de Shapiro-Wilk) se presentaron como mediana y rango intercuartílico (p25-p75). Por su parte, las variables cuantitativas continuas con distribución normal se expresaron como promedio $\pm$ desviación estándar ($\pm$ SD).

Con el fin de realizar conclusiones sobre la población de estudio a partir de los datos disponibles, en esta sección inferencial se utilizó la prueba T de Student para comparar medias entre grupos con variables cuantitativas continuas que siguen una distribución normal. Para las variables con distribución no normal, se aplicó la prueba de Mann-Whitney. Se consideró un valor de p-valor < 0,05 como significativo.

5 Resultados

En la **tabla 3** se puede observar las características clínica-demográficas de la muestra de estudio, donde el 62% resulta ser del género masculino, con una edad promedio que oscila entre 49,1 (+19,6) para el grupo distante al sueño y de 45,8 (+21,1) para el grupo cercano al sueño. el DCA presentado por los pacientes fue a expensas de un 54% ACV y un 46% TEC.

TABLA 3: Variables Clínicas de la población de estudio

Variable	Valor
Género Masculino	n = 31 ; 62%
Género Femenino	n = 19 ; 38%
Edad Grupo Distante	49,1 +/- 19,6 años
Edad Grupo Cercano	45,8 +/- 21,1 años
Tipo de Lesión (ACV)	n = 27 ; 54%
Tipo de Lesión (TEC)	n = 23 ; 46%

Nota: $\pm$ indica desviación estándar (SD)

Distribución por tipo de lesión

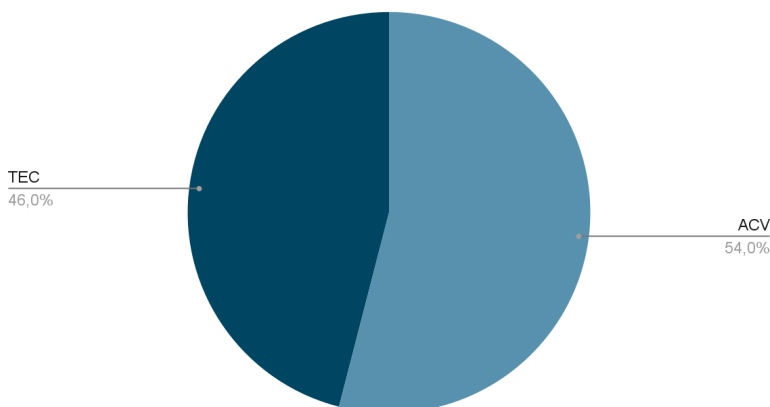


Gráfico 1: Porcentaje por tipo de lesión

En la Tabla 4 se realiza la comparación de Grados Articulares y Parámetros de la Marcha entre el Grupo Mañana y Noche. La mayoría de las variables distribuyeron de manera no normal en la prueba de Shapiro- Wilk, describiéndose con el siguiente símbolo en la tabla (*), con la excepción de la longitud de paso al inicio de tratamiento de ambos grupos la cual distribuyó de modo Normal, marcándose en la tabla con la siguiente señalización (#) .

En esta tabla puede observarse inicialmente como en la fase inicial, la mediana de contacto inicial (CI) en grados articulares para el grupo distante fue de 0,5 grados [-1 / 3], mientras que para el grupo cercano fue de -1 grados [-2 / 0]. no se encontraron

diferencias significativas entre los grupos (p-valor 0,8); sin embargo, hubo una diferencia estadísticamente significativa entre los valores iniciales y finales (p valor =0,001). En la evaluación final, el grupo distante mostró una mediana de CI de 3 grados [2 / 5], sin diferencias significativas entre los grupos (p-valor 0,16).

En cuanto a la Fase media de apoyo (FMA) en el tobillo, inicialmente el grupo distante tuvo una mediana de FMA de 4 grados [4 / 5], en comparación con el grupo cercano al sueño que presentó 4 grados [3,7 / 4] sin diferencias significativas entre los grupos (P= -valor 0,71). No obstante, se observó una mejora significativa entre las fases inicial y final (p-valor=0,001). En la fase final, ambos grupos mostraron una mediana de FMA de 5 grados, con un P-valor de 0,94 entre los grupos, indicando que no hubo diferencias significativas.

Para la fase media de apoyo (FMA) en la rodilla, en la medición inicial la mediana en el grupo distante al sueño fue de 0 grados [0 / 1,5], mientras que en el grupo cercano fue de 0 grados [0 / 3], sin diferencias significativas (p-valor=0,26). No obstante, se observó una diferencia significativa entre las fases inicial y final (p-valor=0,031). En la medición final, la mediana de FMA en el grupo distante fue de 0 grados [0 / 1,7], mientras que el grupo cercano al sueño presentó 0,5 grados [0 / 4], sin diferencias significativas entre los grupos (p-valor=0,23).

En la fase de balanceo final (FBF) en la cadera, en la medición inicial el grupo distante al sueño presentó una mediana de 28 grados [27 / 29,7], mientras que el grupo cercano tuvo 29 grados [26,7 / 30], con un p-valor de 0,45, sin diferencias significativas entre los grupos. Sin embargo, se observó una diferencia significativa entre las fases inicial y final (p-valor= 0,001) entre los grupos. En la medición final, ambos grupos presentaron una mediana de FBF de 30 grados, sin diferencias significativas entre ellos (p-valor=0,92).

Respecto a la longitud de paso, en la medición inicial se puede observar como ambos grupos distribuyen de forma normal según la prueba de shapiro wilk (p-valor>0,05) con una media de 59,1 cm (+- 10,2) en el grupo distante al sueño y 57,3 cm (+- 10,2) en el grupo cercano al sueño, sin diferencias significativas (p-valor=0,54). Sin embargo, se observó también una mejora significativa entre las mediciones iniciales y finales (p-valor=0,001). En la medición final, las variables se distribuyeron de manera no normal, con una mediana de longitud de paso de 72,5 cm (67 / 75) en el grupo cercano, con un p-valor de 0,47, sin diferencias significativas entre los grupos.

Finalmente, en la altura de paso, en la medición inicial la mediana fue de 4 cm (3 / 5) en el grupo distante al sueño y de 3 cm (2,7 / 4) en el grupo cercano al sueño, sin diferencias significativas (p=0,2). Se observó una diferencia significativa entre las mediciones iniciales y finales (p-valor=0,001). en la medición final, la mediana de altura de paso fue de 5 cm en ambos grupos, sin diferencias significativas entre ambos (p=0,3)

TABLA 4: Comparación de Grados Articulares y Parámetros de la Marcha entre el Grupo Mañana y Noche.

Articulación: Fase de la Marcha	Grupo Distante N=30 Mediana ; [p25 - p75] Media +/- SD Distribución Normal: # Distribución No Normal: *	Grupo Cercano N=30 Mediana ; [p25 - p75] Media +/- SD Distribución Normal: # Distribución No Normal: *	p - valor = Distante vs Cercano	p - valor = Inicial vs Final
Tobillo: CI (<i>grados</i>) (Inicial)	0,5* ; [-1 / 3]	-1* ; [-2 / 0]	= 0,8	= 0,001
Tobillo: CI (<i>grados</i>) (Final)	3* ; [0 / 4]	3* ; [2 / 5]	= 0,16	
Tobillo: FMA (<i>grados</i>) (Inicial)	4* ; [4 / 5]	4* ; [3,7 / 5]	= 0,71	= 0,001
Tobillo: FMA (<i>grados</i>) (Final)	5* ; [4 / 5]	5* ; [4 / 5,2]	= 0,94	
Rodilla: FMA (<i>grados</i>) (Inicial)	0* ; [0 / 1,5]	0* ; [0 / 3]	= 0,26	= 0,031
Rodilla: FMA (<i>grados</i>) (Final)	0* ; [0 / 1,7]	0,5* ; [0 / 4]	= 0,23	
Cadera: FBF (<i>grados</i>) (Inicial)	28* ; [27 / 29,7]	29* ; [26,7 / 30]	= 0,45	= 0,001
Cadera: FBF (<i>grados</i>) (Final)	30* ; [30 / 30]	30* ; [30 / 30]	= 0,92	
Long de paso (<i>cm</i>) (Inicial)	59,1# (+/-10,2)	57,3 # (+/-10,2)	= 0,54	= 0,001
Longitud de paso (<i>cm</i>) (Final)	72,5* ; [67,2 / 75,7]	70* ; [63,5 / 75]	= 0,47	
Altura de paso (<i>cm</i>) (Inicial)	4* ; [3 / 5]	3* ; [2,7 / 4]	= 0,2	= 0,001
Altura de paso (<i>cm</i>) (Final)	5* ; [4 / 5]	5* ; [5 / 5]	= 0,3	

Tabla 4: Comparación de parámetros de la marcha entre la evaluación inicial y al final del tratamiento entre ambos grupos, Cercano (vs) Distante.

Inicial: Se refiere al inicio del proceso de rehabilitación

Final: Se refiere al alta del proceso de rehabilitación

CI: Contacto Inicial

FMA: Fase Media de Apoyo

FOF: Fase de Oscilación Final

Distribución Normal de la variable: # (Shapiro-wilk >0,05)

Distribución no Normal de la variable: * Shapiro-wilk <0,05)

M; (+/-): Media; desviación estándar

P50; [p25/p75]: Mediana; Rango intercuartílico

No se encontraron diferencias significativas entre los grupos en las distintas variables, tanto al inicio como al final del proceso de rehabilitación. Por lo tanto, para la comparación entre inicio y el final del proceso de rehabilitación, se agruparon los datos iniciales de ambos grupos y se compararon con los datos finales agrupados de ambos grupos.

En la **tabla 5** se expresan los valores funcionales de las variables de la terapia al ingreso y al alta resultado de los diferentes scores realizados a los paciente, a destacar; se comparan las variables de: MRC, BERG Balance Test, Barthel, TUG, T10M y Salud Autopercebida entre el Grupo Distante y Cercano al sueño nocturno.

Es importante destacar que todas las variables distribuyeron de manera no normal según la prueba de Shapiro-Wilk (p-valor=0,05), utilizándose como señalización en la tabla el símbolo (*) y la mediana y rango intercuartílico como estadígrafos de tendencia central y dispersión. Mediana ; [p25 - p75].

Inicialmente, la mediana de MRC para el Grupo Distante fue de 96,5 (82,5 / 98,7), mientras que para el Grupo Cercano fue de 90 (81,5 / 97,2), sin diferencias significativas entre los grupos (p-valor =0,44); no obstante, se observó una mejora significativa entre las mediciones iniciales y finales de ambos grupos (p-valor= 0,001). En la fase final, ambos grupos presentaron una mediana de MRC de 100 (100 - 100), sin diferencias significativas entre ellos (p-valor = 0,94).

En cuanto al BERG Balance Test, en la fase inicial, la mediana en el Grupo Distante fue de 43,5 (35,2/50), mientras que en el Grupo Cercano fue de 44 (38,5/50), sin diferencias significativas entre los grupos (p-valor= 0,84). Sin embargo, se observó una mejora significativa entre las fases inicial y final (p-valor= 0,001). En la fase final, ambos grupos presentaron una mediana de 56, con valores en el Grupo Distante de (55,2 / 56) y en el Grupo Cercano de (56 / 56), sin diferencias significativas entre ellos (p-valor = 0,61).

Para el índice de Barthel, en la fase inicial, la mediana en el Grupo Distante fue de 82,5 (62 - 50), mientras que en el Grupo Cercano fue de 72,5 (60/92,2), sin diferencias significativas entre los grupos (p-valor = 0,57). No obstante, se observó una mejora significativa entre las fases inicial y final (p-valor= 0,001). En la fase final, ambos grupos presentaron una mediana de Barthel de 100 (100 - 100), sin diferencias significativas entre ellos (p-valor = 0,91).

En el Test de get up and go (TUG), en la fase inicial, la mediana en el Grupo Distante fue de 14 (13 - 19,2), mientras que en el Grupo Cercano fue de 17 (13 / 19,2), sin diferencias significativas entre los grupos (p-valor = 0,30). Sin embargo, se observó una mejora significativa entre las fases inicial y final (p-valor = 0,001). En la fase final, la mediana de TUG en el Grupo Distante fue de 10,5 (10 / 12), mientras que el Grupo Cercano presentó 11 (10 / 13,2), sin diferencias significativas entre los grupos (p-valor = 0,41).

Para la velocidad en 10 metros (T10M), en la fase inicial, la mediana en el Grupo Distante fue de 14 (12,2 / 17,7), mientras que en el Grupo Cercano fue de 15 (12 / 22,5), sin diferencias significativas entre los grupos (p -valor = 0,19). Sin embargo, se observó una mejora significativa entre las fases inicial y final (p -valor= 0,001). En la fase final, ambos grupos presentaron una mediana de T10M de 10 (9 - 11) en el Grupo Distante y de 10 (9 / 11,2) en el Grupo Cercano, sin diferencias significativas entre ellos (p -valor = 0,67).

Finalmente no se observan diferencias significativas entre los grupos cercano y distante al sueño en la variable de salud autopercebida al alta.

TABLA 5: Valores Funciones de las variables de la terapia al ingreso y al alta.

Variable	Grupo Distante N=30 Mediana ; [p25-p75] Distribución No Normal: *	Grupo Cercano N=30 Mediana ; [p25-p75] Distribución No Normal: *	p - valor = (Distante vs Cercano)	p - valor = (Inicial vs Final)
MRC (pts) (Inicial)	96,5* ; [82,5 / 98,7]	90* ; [81,5 / 97,2]	= 0,44	= 0,001
MRC (pts) (Final)	100* ; [100 / 100]	100* ; [100 / 100]	= 0,94	
<i>BERG Balance Test</i> (pts) (Inicial)	43,5* ; [35,2 / 50]	44* ; [38,5 / 50]	= 0,84	= 0,001
<i>BERG Balance Test</i> (pts) (Final)	56* ; [55,2 / 56]	56* ; [56 / 56]	= 0,61	
Barthel (pts) (Inicial)	82,5* ; [62 / 50]	72,5* ; [60 / 92.2]	= 0,57	=0,001
Barthel (pts) (Final)	100* ; [100 - 100]	100* ; [100 / 100]	= 0,91	
TUG (Seg) (Inicial)	14* ; [13 / 19,2]	17* ; [13 / 19,2]	= 0,30	= 0,001
TUG (seg) (Final)	10,5* ; [10 / 12]	11* ; [10 / 13,2]	= 0,41	
T10M (Seg) (Inicial)	14* ; [12,2 / 17,7]	15* ; [12 / 22,5]	= 0,19	= 0,001
T10M (seg) (Final)	10* ; [9 / 11]	10* ; [9 / 11,2]	= 0,67	
Salud autopercebida (pts) (Final)	10* ; [9 / 10]	10* ; [8,7 / 10]	= 0,97	

Notas Tabla 5:

M; (+/-): Media; desviación estándar

P50; [p25/p75]: Mediana; Rango intercuartílico

Distribución no Normal de la variable: * (Shapiro-wilk <0,05)

Distribución Normal de la variable: # (Shapiro-wilk >0,05)

Inicial: Se refiere al inicio del proceso de rehabilitación

Final: Se refiere al alta del proceso de rehabilitación

MRC: Evaluación de la Fuerza Muscular con la Escala Medical Research Council.

BERG Balance Test: Evaluación del Balance Estático y Dinámico con el Berg Balance Test.

Barthel: Evaluación del grado de Discapacidad con la Evaluación de Barthel.

TUG: Evaluación de la Movilidad y Riesgo de Caídas con el Test Get Up and Go

T10M: Evaluación de la Velocidad de Marcha con el Test de los 10 Metros.

Salud autopercebida: Evaluación subjetiva del estado de salud al alta.

No se encontraron diferencias significativas entre los grupos en las distintas variables, tanto al inicio como al final del proceso de rehabilitación. Por lo tanto, para la comparación entre inicio y el final del proceso de rehabilitación, se agruparon los datos iniciales de ambos grupos y se compararon con los datos finales agrupados de ambos grupos.

6.Discusión

En el presente estudio, se investigó el efecto del momento del día en que se realizan las sesiones de rehabilitación sobre la recuperación física de pacientes con daño cerebral adquirido (DCA). La hipótesis principal planteaba que el grupo que realizaba las sesiones de rehabilitación más cercanas al horario de sueño nocturno obtendría una mayor mejora clínica en comparación con el grupo que las realizaba más alejadas de dicho horario. A continuación, se discuten los resultados obtenidos en relación con esta hipótesis y con los estudios previos en la literatura.

Los resultados mostraron que, al inicio del estudio, la mediana del MRC fue de 96,5 (82,5 - 98,7) para el Grupo Distante y de 90 (81,5 - 97,2) para el Grupo Cercano, sin diferencias significativas entre los grupos ($p = 0,44$). Sin embargo, se observó una mejora significativa en ambos grupos entre las mediciones iniciales y finales ($p < 0,001$). Estos hallazgos están en línea con estudios que destacan la importancia del entrenamiento muscular específico para la mejora de la fuerza muscular (Lopez et al., 2021). La falta de diferencias significativas entre los grupos podría sugerir que el efecto del sueño en la mejora de la fuerza muscular valorada mediante el MRC no es tan dependiente del momento del día en que se realiza la rehabilitación ni del sueño en sí mismo, sino más bien del ejercicio específico realizado.

En el BERG Balance Test, la mediana inicial fue de 43,5 (35,2 - 50) para el Grupo Distante y de 44 (38,5 - 50) para el Grupo Cercano, sin diferencias significativas ($p = 0,84$). La mejora significativa entre las fases inicial y final ($p < 0,001$) indica una recuperación en el equilibrio en ambos grupos, seguramente mediada por la rehabilitación física, sin impacto del momento del día en el que se realiza. lo cual está respaldado por la literatura sobre la eficacia de la rehabilitación en la mejora del equilibrio (Lund et al., 2018). La ausencia de diferencias significativas entre los grupos sugiere que el momento del día no impactó de manera diferencial en la mejora del equilibrio.

Aunque las puntuaciones en el índice de Barthel, el Test de Marcha de 10 Metros (T10M), el Test de Equilibrio Berg (BERG) y la salud autopercibida mejoraron significativamente en ambas fases del estudio, no se encontraron diferencias significativas entre los grupos que realizaron la rehabilitación cercana al sueño nocturno y los que la realizaron más alejados de dicho horario. En la Fase de la Marcha, se observaron tendencias favorables hacia el grupo cercano al sueño nocturno en la longitud de paso, que en la fase final mostró una mediana de 72,5 cm [67,2 / 75,7] frente a 70 cm [63,5 / 75] en el grupo distante, y en la altura de paso, que en la fase final también presentó una mediana de 5 cm [4 / 5] frente a 5 cm [5 / 5] en el grupo distante, con una mayor dispersión en el grupo cercano (**Tabla 4**). Estas tendencias sugieren una posible ventaja en el grupo cercano al sueño nocturno, aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas ($p=0,47$ para longitud de paso y $p=0,3$ para altura de paso). La falta de diferencias significativas podría deberse a la eficacia intrínseca de la terapia y el ejercicio proporcionado durante la rehabilitación (Lee et al., 2022), en lugar de un efecto de la distancia del sueño per se.

El tamaño muestral del estudio podría no haber sido suficiente para revelar un efecto significativo del sueño en la mejora de estas variables. Además, la literatura existente sugiere que la consolidación de memoria relacionada con el sueño tiende a afectar principalmente a memorias declarativas, mientras que el rol del sueño en la consolidación de memorias implícitas, como las motoras, aún es un tema en discusión (Rasch & Born, 2013). Asimismo, resulta fundamental considerar que la interpretación de los resultados en relación con el sueño se encuentra condicionada por las limitaciones propias de un diseño retrospectivo. En el presente estudio no se dispuso de información específica sobre variables relacionadas con el sueño de los pacientes, tales como la duración del sueño nocturno, la calidad del descanso, la presencia de siestas diurnas, posibles trastornos del sueño o el uso de medicación con potencial impacto sobre la arquitectura del sueño. En este sentido, la comparación entre grupos se basó exclusivamente en la proximidad temporal de las sesiones de rehabilitación al horario de sueño nocturno, sin contar con medidas directas que permitieran caracterizar el comportamiento real del sueño en cada participante. Por lo tanto, cualquier interpretación vinculada a mecanismos de consolidación dependientes del sueño debe entenderse como indirecta y de carácter exploratorio, lo cual no invalida los hallazgos del estudio, pero sí obliga a contextualizarlos dentro de un marco de cautela metodológica.

Por otro lado, si bien los resultados de este estudio podrían indicar que el impacto del sueño en la rehabilitación motora puede no ser tan pronunciado como se pensaba inicialmente. Es interesante destacar su inversa, es decir, el efecto benéfico de la terapéutica no se vio influenciado negativamente aun en los horarios más nocturnos, donde podría pensarse que la fatiga del día por el cansancio acumulado podría haber jugado un rol en detrimento del grupo cercano al sueño nocturno.

Para investigar más a fondo el impacto del sueño posterior a la rehabilitación de pacientes con daño cerebral adquirido, futuros estudios podrían beneficiarse de muestras más grandes y de un diseño experimental más riguroso, como un estudio prospectivo controlado y aleatorizado, que permita evaluar de manera más precisa la influencia del sueño nocturno en la consolidación de habilidades motoras durante la rehabilitación. Asimismo, sería relevante incorporar medidas objetivas y subjetivas del sueño, tales como registros polisomnográficos, cuestionarios validados de calidad del sueño, y el relevamiento sistemático de siestas diurnas. El control de posibles trastornos del sueño, así como del uso de medicación con efecto sobre el sistema nervioso central o la arquitectura del sueño, permitiría reducir potenciales factores de confusión. De este modo, un abordaje metodológico más integral posibilitará una interpretación más robusta de los mecanismos subyacentes y del rol específico del sueño en los procesos de recuperación motora.

ABREVIACIONES

ACV - Accidente Cerebrovascular

DCA - Daño Cerebral Adquirido

NRHB - neurorrehabilitación

OMS - Organización Mundial de la Salud

SNC - Sistema Nervioso Central

TEC - Traumatismo Encefalocraneano

CI - Contacto inicial

FMA - Fase media de apoyo

FOF - Fase de oscilación final

MRC - Medical Research Council

GUP - Get up and go

7.Referencias bibliográficas

- 10 Meter Walk Test | RehabMeasures Database. (2014, enero 22).
<https://www.sralab.org/rehabilitation-measures/10-meter-walk-test>
- Albouy, G., King, B. R., Maquet, P., & Doyon, J. (2013). Hippocampus and striatum: Dynamics and interaction during acquisition and sleep-related motor sequence memory consolidation. *Hippocampus*, 23(11), 985-1004. <https://doi.org/10.1002/hipo.22183>
- Atkinson, G., & Reilly, T. (1996). Circadian variation in sports performance. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 21(4), 292-312. <https://doi.org/10.2165/00007256-199621040-00005>
- Baker, R., Esquenazi, A., Benedetti, M. G., & Desloovere, K. (2016). Gait analysis: Clinical facts. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 52(4).
- Carrillo-Mora, P. (2010). Sistemas de memoria: Reseña histórica, clasificación y conceptos actuales. Primera parte: Historia, taxonomía de la memoria, sistemas de memoria de largo plazo: la memoria semántica. *Salud mental*, 33(1), 85-93.
- Cohen, D. A., Pascual-Leone, A., Press, D. Z., & Robertson, E. M. (2005). Off-line learning of motor skill memory: A double dissociation of goal and movement. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102(50), 18237-18241. <https://doi.org/10.1073/pnas.0506072102>
- Cuadrado, Á. A. (s. f.). Rehabilitación del ACV: evaluación, pronóstico y tratamiento. *Galicia Clínica*.
- Cullen, N., Chundamala, J., Bayley, M., Jutai, J., & Erabi Group. (2007). The efficacy of acquired brain injury rehabilitation. *Brain Injury*, 21(2), 113-132. <https://doi.org/10.1080/02699050701201540>
- Diekelmann, S., Biggel, S., Rasch, B., & Born, J. (2012). Offline consolidation of memory varies with time in slow wave sleep and can be accelerated by cuing memory reactivations. *Neurobiology of Learning and Memory*, 98(2), 103-111. <https://doi.org/10.1016/j.nlm.2012.07.002>
- Driskell, J. E., Willis, R. P., & Copper, C. (1992). Effect of overlearning on retention. *Journal of Applied Psychology*, 77(5), 615-622. <https://doi.org/10.1037/0021-9010.77.5.615>
- Dudai, Y. (2004). *Memory from A to Z: Keywords, Concepts, and Beyond*. Oxford University

Press.

- Fernández-González, P., Koutsou, A., Cuesta-Gómez, A., Carratalá-Tejada, M., Miangolarra-Page, J. C., & Molina-Rueda, F. (2020). Reliability of Kinovea® Software and Agreement with a Three-Dimensional Motion System for Gait Analysis in Healthy Subjects. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 20(11), 3154. <https://doi.org/10.3390/s20113154>
- Ferre, A., Ribó, M., Rodríguez-Luna, D., Romero, O., Sampol, G., Molina, C. A., & Álvarez-Sabin, J. (2013). Los ictus y su relación con el sueño y los trastornos del sueño. *Neurología*, 28(2), 103-118. <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2010.09.016>
- Huertas Hoyas, E., Pedrero Pérez, E. J., Águila Maturana, A. M., García López-Alberca, S., & González Alted, C. (2015). Predictores de funcionalidad en el daño cerebral adquirido. *Neurología*, 30(6), 339-346. <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2014.01.001>
- Lee, K. E., Choi, M., & Jeoung, B. (2022). Effectiveness of Rehabilitation Exercise in Improving Physical Function of Stroke Patients: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(19), 12739. <https://doi.org/10.3390/ijerph191912739>
- Lopez, P., Radaelli, R., Taaffe, D. R., Newton, R. U., Galvão, D. A., Trajano, G. S., Teodoro, J. L., Kraemer, W. J., Häkkinen, K., & Pinto, R. S. (2021). Resistance Training Load Effects on Muscle Hypertrophy and Strength Gain: Systematic Review and Network Meta-analysis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 53(6), 1206-1216. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002585>
- Lund, C., Dalgas, U., Grønborg, T. K., Andersen, H., Severinsen, K., Riemenschneider, M., & Overgaard, K. (2018). Balance and walking performance are improved after resistance and aerobic training in persons with chronic stroke. *Disability and Rehabilitation*, 40(20), 2408-2415. <https://doi.org/10.1080/09638288.2017.1336646>
- Marchio, P. S., Goldini, C. E., Previgiano, I. J., & Murillo-Cabezas, F. (2006). Traumatismo craneoencefálico en la ciudad de Buenos Aires: Estudio epidemiológico prospectivo de base poblacional. *Neurocirugía*, 17(1), 14-22. [https://doi.org/10.1016/S1130-1473\(06\)70363-3](https://doi.org/10.1016/S1130-1473(06)70363-3)
- Miranda-Cantellops, N., & Tiu, T. K. (2024). Berg Balance Testing. En *StatPearls*. StatPearls

- Noé, E., Gómez, A., Bernabeu, M., Quemada, I., Rodríguez, R., Pérez, T., López, C., Laxe, S., Colomer, C., Ríos, M., Juárez-Belaúnde, A., González, C., Pelayo, R., & Ferri, J. (2024). Guía: Principios básicos de la neurorrehabilitación del paciente con daño cerebral adquirido. Recomendaciones de la Sociedad Española de Neurorrehabilitación. *Neurología*, 39(3), 261-281. <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2021.06.009>
- Otayza M, F. (2000). Traumatismo encefalocraneano. *Revista chilena de pediatría*, 71(4), 361-367. <https://doi.org/10.4067/S0370-41062000000400015>
- Podsiadlo, D., & Richardson, S. (1991). The timed «Up & Go»: A test of basic functional mobility for frail elderly persons. *Journal of the American Geriatrics Society*, 39(2), 142-148. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1991.tb01616.x>
- Rasch, B., & Born, J. (2013). About Sleep's Role in Memory. *Physiological Reviews*, 93(2), 681-766. <https://doi.org/10.1152/physrev.00032.2012>
- Rauchs, G., Desgranges, B., Foret, J., & Eustache, F. (2005). The relationships between memory systems and sleep stages. *Journal of Sleep Research*, 14(2), 123-140. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2869.2005.00450.x>
- Rickard, T. C., Cai, D. J., Rieth, C. A., Jones, J., & Ard, M. C. (2008). Sleep does not enhance motor sequence learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 34(4), 834-842. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.34.4.834>
- Robertson, E. M., & Cohen, D. A. (2006). Understanding consolidation through the architecture of memories. *The Neuroscientist: A Review Journal Bringing Neurobiology, Neurology and Psychiatry*, 12(3), 261-271. <https://doi.org/10.1177/1073858406287935>
- Schönauer, M., & Pöhlchen, D. (2018). Sleep spindles. *Current Biology: CB*, 28(19), R1129-R1130. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2018.07.035>
- Shea, J. B., & Morgan, R. L. (1979). Contextual interference effects on the acquisition, retention, and transfer of a motor skill. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 5(2), 179-187. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.5.2.179>
- Siengsukon, C., & Boyd, L. A. (2009). Sleep Enhances Off-line Spatial and Temporal Motor Learning After Stroke. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 23(4), 327-335.

- Solano, A., Lerner, G., Griffa, G., Deleglise, A., Caffaro, P., Riquelme, L., Perez-Chada, D., & Della-Maggiore, V. (2024). Sleep Consolidation Potentiates Sensorimotor Adaptation. *The Journal of Neuroscience: The Official Journal of the Society for Neuroscience*, 44(36), e0325242024. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0325-24.2024>
- Stokes, M. (2004). *Physical Management in Neurological Rehabilitation*. Elsevier Health Sciences.
- Stroke advice and information - What is a stroke? Different Strokes charity*. (2017, abril 28). <https://differentstrokes.co.uk/stroke-information/>
- Suárez, D. E. M. (2003). ANÁLISIS CINEMÁTICO Y CINÉTICO DE LA MARCHA HUMANA. *Revista del pie y tobillo*.
- Tononi, G., & Cirelli, C. (2006). Sleep function and synaptic homeostasis. *Sleep Medicine Reviews*, 10(1), 49-62. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2005.05.002>
- Truong, C., Ruffino, C., Gaveau, J., White, O., Hilt, P. M., & Papaxanthis, C. (2023). Time of day and sleep effects on motor acquisition and consolidation. *NPJ Science of Learning*, 8(1), 30. <https://doi.org/10.1038/s41539-023-00176-9>
- Turner-Stokes, L., & Wade, D. (2004). Rehabilitation following acquired brain injury: Concise guidance. *Clinical Medicine (London, England)*, 4(1), 61-65. <https://doi.org/10.7861/clinmedicine.4-1-61>
- van de Port, I. G., Kwakkel, G., & Lindeman, E. (2008). Community ambulation in patients with chronic stroke: How is it related to gait speed? *Journal of Rehabilitation Medicine*, 40(1), 23-27. <https://doi.org/10.2340/16501977-0114>
- Van Ormer, E. B. (1933). Sleep and retention. *Psychological Bulletin*, 30(6), 415-439. <https://doi.org/10.1037/h0071478>
- Veerbeek, J. M., Van Wegen, E., Van Peppen, R., Van Der Wees, P. J., Hendriks, E., Rietberg, M., & Kwakkel, G. (2014). What Is the Evidence for Physical Therapy Poststroke? A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS ONE*, 9(2), e87987. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0087987>
- Vidal-Samsó, J. (2020). [Neurorehabilitation, a highly complex process]. *Revista De Neurologia*,

70(12), 433. <https://doi.org/10.33588/rn.7012.2019481>

Walker, M. P., Brakefield, T., Morgan, A., Hobson, J. A., & Stickgold, R. (2002). Practice with sleep makes perfect: Sleep-dependent motor skill learning. *Neuron*, 35(1), 205-211. [https://doi.org/10.1016/s0896-6273\(02\)00746-8](https://doi.org/10.1016/s0896-6273(02)00746-8)

Yang, H., Chen, Y., Wang, J., Wei, H., Chen, Y., & Jin, J. (2021). Activities of daily living measurement after ischemic stroke: Rasch analysis of the modified Barthel Index. *Medicine*, 100(9), e24926. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000024926>