

**I**MMERSIVO  
**L**OCOMOCIÓN  
**R**EHABILITACIÓN



**IMMERSIVE  
HEALTHCARE  
TECHNOLOGIES**

Documento Confidencial C1

No distribuir: estrictamente limitado al uso interno

©C2CARE 2023

# RESUMEN

<b>1. Introducción</b>	<b>4</b>
tiene. Por qué el método C2Care ILR (Rehabilitación de Locomoción Inmersiva)	4
b. Realidad Aumentada (AR) y Realidad Virtual (VR)	4
do. ¿Para qué tipo de pacientes es adecuado el método ILR?	4
<b>2. ¿Qué es el método ILR?</b>	<b>5</b>
tiene. Recordatorio del funcionamiento del sistema neurológico central.	5
b. Contenido	6
do. Áreas de aplicación	7
<b>3. Relajación</b>	<b>7</b>
<b>4. Ejercicios globales</b>	<b>8</b>
a. Pero	8
b. protocolos	8
i. Organización de la sesión	8
ii. Paciente con pérdida de autonomía con patología locomotriz.	8
III. Paciente perdiendo autonomía con una patología práctica.	9
do. Evaluaciones de control	10
<b>5. Ejercicios conjuntos dedicados</b>	<b>10</b>
a. Pero	10
b. protocolos	11
i. Organización de la sesión	11
ii. Rigidez dolorosa de la columna cervical.	11
III. Hombro doloroso, rígido e inestable.	11
IV. Codo rígido y doloroso	12
v. Cadera rígida y dolorosa	13
vi. rodillas	13
vii. Tobillos dolorosos e inestables	15
viii. Casos especiales	16
do. Progresión de la evaluación	16
<b>6. Fisioterapia respiratoria</b>	<b>17</b>
a. Pero	17
b. protocolo	18
do. Progresión de la evaluación	18
<b>7. Fisioterapia vestibular</b>	<b>18</b>
a. Pero	18
b. protocolo	19
do. Progresión de la evaluación	21
<b>8. Casos Clínicos</b>	<b>22</b>
<b>9. Conclusión</b>	<b>28</b>
<b>10. Bibliografía</b>	<b>28</b>



# 1. Introducción

## a. Por qué el método C2Care ILR (rehabilitación de locomoción inmersiva)

Los métodos de rehabilitación tradicionales se basan en la técnica y la relación entre el terapeuta y el paciente (6). La repetición de sesiones provoca fatiga, lo que se traduce en una disminución de la eficacia. El método ILR se basa en ejercicios específicos y en el estímulo motivacional así como en el disfrute del juego que siente el paciente (5). Es un método integral a disposición del terapeuta que agrupa los ejercicios por patología, permitiendo el manejo específico de los pacientes.

## b. Realidad Aumentada (AR) y Realidad Virtual (VR)

La realidad aumentada (AR) y la realidad virtual (VR) son dos tecnologías inmersivas, pero difieren significativamente en su diseño y aplicación.

*Realidad Aumentada (RA):* Superpone elementos digitales (como imágenes, gráficos, información) en el mundo real. Enriquece así el entorno existente sin sustituirlo.

*Realidad virtual (RV):* La realidad virtual sumerge al usuario en un entorno simulado completamente digitalmente, aislándolo instantáneamente del mundo real.

Estas dos tecnologías no son opuestas sino complementarias. Por ejemplo, se prefiere la realidad virtual para todas las partes de rehabilitación vestibular, mientras que se prefiere la realidad aumentada cuando se movilizan las funciones locomotoras del paciente. La realidad aumentada evita crear un conflicto entre el oído interno y la visión, limitando así los casos de cinetosis. Los riesgos de mareos, náuseas y pérdida del equilibrio prácticamente se eliminan.

## c. ¿A qué tipos de pacientes está dirigido el método ILR?

El software C2Physio es apto para todos los pacientes con patología del aparato locomotor, independientemente de su comorbilidad, estado general y capacidad

cognitiva. Es aconsejable excluir a los pacientes epilépticos y a las mujeres embarazadas.

## 2. ¿Qué es el método ILR?

### a. Recordatorio del Funcionamiento del Sistema Neurológico Central

Nuestro cerebro se basa en la comunicación entre neuronas pertenecientes a 4 sistemas neurológicos principales:

- *La corteza frontal:* el sitio para la coordinación muscular, movimientos de la cabeza, centros de memoria, toma de decisiones y razonamiento por analogía. Está conectado a los ganglios basales.
- *El sistema nervioso motor:* posibilita la ejecución de movimientos por el aparato locomotor.
- *El sistema nervioso sensorial:* transmite a la corteza central toda la información sobre el entorno circundante, la sensibilidad periférica y el análisis del movimiento.
- *El sistema nervioso simpático:* regula automáticamente las funciones vitales, incluidas las cardíacas, digestivas y respiratorias.

La neurociencia ha demostrado la existencia de áreas que se activan durante el placer, sirviendo de cruce entre los diferentes sistemas neurológicos que componen el cerebro. Hay dos bucles que permiten que las neuronas se comuniquen a través de estos cruces. La estimulación del primer bucle conduce a la satisfacción, mientras que el segundo bucle disminuye esta sensación. El uso de la realidad aumentada permite al cerebro integrar una dimensión de seguridad en la ejecución del ejercicio. Al recurrir a la memoria, incorporar las instrucciones proporcionadas por el terapeuta y utilizar la realidad aumentada, el método ILR facilita una acción que activa el ciclo de satisfacción. El método ILR se basa en el refuerzo positivo que se obtiene al completar con éxito los ejercicios (1)(2). Los objetivos son claros porque están determinados por el sistema ILR y comentados por el terapeuta. La confianza en el terapeuta es esencial para lograr la adherencia, el cumplimiento del paciente y así lograr el resultado deseado. El aspecto lúdico ayuda a reducir el carácter tedioso y repetitivo de las sesiones,

haciéndolas amenas. (4)(5) A través de este método, el terapeuta puede aumentar la motivación y el compromiso del paciente para lograr la curación, aumentando la variedad de ejercicios las posibilidades de éxito.

## **b. Contenido**

El método ILR permite al terapeuta identificar los ejercicios más útiles en función de la patología y el estado general del paciente. Hemos distinguido ejercicios globales que interesarán a pacientes que han visto disminuida su autonomía locomotora debido a un accidente o al deterioro de su salud con la edad. Los ejercicios específicos del dispositivo permiten centrarse en regiones anatómicas específicas, acercándose así más a las técnicas de fisioterapia. En este capítulo hemos distinguido las patologías que afectan a los miembros superiores, denominadas praxis, de las que afectan a los miembros inferiores, denominadas locomotrices. El software incluye un tratamiento para el vértigo, que consideramos una parte integral de la locomoción. El sistema se basa en la neocorteza, la recompensa y las emociones.

Los ejercicios de relajación son una parte integral del método y deben usarse para mejorar los ejercicios y mejorar la participación del paciente.

La aplicación C2Physio se actualiza periódicamente, incluidos avances tecnológicos relacionados con el hardware informático, como nuevos sensores, giroscopios y acelerómetros, así como comentarios de todos los profesionales de la salud que co-construyen con nosotros las especificaciones y protocolos.

El método ILR se basa en una propuesta de una sesión estándar con ejercicios específicos. Estos ejercicios también se pueden utilizar de forma independiente como herramienta terapéutica. Por ejemplo, en la rehabilitación del miembro inferior en un deportista que ha sido operado del ligamento cruzado anterior, la sesión puede centrarse exclusivamente en ejercicios de sentadilla, variando la intensidad y frecuencia de la repetición.

## **c. Áreas de aplicación**

El método ILR permite la atención integral de un paciente. Su implementación comienza con un examen analítico del paciente, su historia clínica y sus hábitos de vida.

El método ILR se puede utilizar exclusivamente o además de las terapias habituales. Es adecuado para todos los pacientes, independientemente de sus patologías, vías de atención y etapas de progresión.

### **3. Relajación**

Parece fundamental destacar la posibilidad dentro del método ILR de contar con herramientas que optimicen la sesión desconectando al paciente de su vida diaria. La relajación entre ejercicios permitirá al paciente volver a motivarse independientemente de las dificultades que haya experimentado durante el ejercicio anterior.

#### *Contenido:*

El ejercicio de relajación, en realidad aumentada, permite la continuidad de la sesión manteniendo los mismos marcadores visuales. Durante las fases de relajación adaptaremos la percepción visual reduciendo la intensidad de la luz y jugando con diferentes filtros gráficos. Un entorno sonoro adaptado desviará la atención del paciente de la sesión de rehabilitación.

#### *Implementación:*

Distinguimos entre pacientes con pérdida de autonomía, que no requieren preparación previa a las sesiones de rehabilitación, y pacientes sometidos a sesiones específicas de dispositivos, a menudo activos, que se beneficiarán de desconectar de su vida diaria antes de la sesión de fisioterapia. La relajación preparatoria ayuda a reducir el estrés y la ansiedad del paciente, que pueden provocar tensión muscular e hipertonía. Recomendamos una fase de relajación de 3 minutos al inicio de la sesión. (12)

Entre cada ejercicio, el paciente puede iniciar de forma independiente esta fase de relajación. Les permitirá volver a motivarse para el siguiente ejercicio independientemente de las dificultades que encontraron en el anterior. La sesión de relajación no debe iniciarse antes de recuperar un ritmo cardiorrespiratorio básico.

## 4. Ejercicios globales

### a. Objetivo

- Involucrar a todo el sistema locomotor logrando puntuaciones que permitan seguir el progreso. (11)
- Evaluar las capacidades de los pacientes y elegir ejercicios que puedan realizarse con seguridad.
- Recuperar la condición física general del paciente.
- Prevenir el descenso de pacientes de edad avanzada bajo cuidados. Los ejercicios se pueden realizar tempranamente gracias a las tecnologías inmersivas.

### b. Protocolos

#### i. Organización de la sesión

Las sesiones incluyen fases activas en Realidad Aumentada que involucran toda una región del sistema locomotor. Sistemáticamente, estas sesiones comprenden:

- Fases específicas del ejercicio.
- Fases de relajación entre cada ejercicio, de 3 minutos de duración.
- Al finalizar la sesión siempre habrá un tiempo de relajación de 3 minutos.
- Al finalizar la sesión se debe realizar una fase de terapias manuales: masaje drenante, y si es necesario, en caso de dolor en la articulación, la aplicación de fisioterapia analgésica mediante fangoterapia o crioterapia.

#### ii. Paciente con Pérdida de Autonomía y Patología Locomotora

	<i>Fase 1</i>	<i>Fase 2</i>	<i>Fase 3</i>	<i>Fase 4</i>
<i>T1-2-3</i>	<b>Baloncesto</b> Nivel 1 2 minutos	<b>Espada</b> Nivel 1 2 minutos	<b>Bailar</b> Nivel 1 2 minutos	<b>Ballesta</b> Nivel 1 2 minutos

<i>T4-5-6</i>	<b>Baloncesto</b> Nivel 1 2 minutos	<b>Espada</b> Nivel 2 2 minutos	<b>Agacharse</b> Nivel 1 2 minutos	<b>Robot</b> Nivel 1 2 minutos
<i>T7-8-9</i>	<b>Baloncesto</b> Nivel 2 2 minutos	<b>Bailar</b> Nivel 2 2 minutos	<b>Agacharse</b> Nivel 2 2 minutos	<b>Mano de fútbol</b> Nivel 2 2 minutos
<i>T10-11-12</i>	<b>Bailar</b> Nivel 3 2 minutos	<b>Tenis</b> Nivel 2 2 minutos	<b>Agacharse</b> Nivel 2 2 minutos	<b>Tiro al arco</b> Nivel 2 2 minutos
<i>T13-14-15</i>	<b>Bailar</b> Nivel 4 2 minutos	<b>Tenis</b> Nivel 2 2 minutos	<b>Agacharse</b> Nivel 2 2 minutos	<b>Tiro al arco</b> Nivel 3 2 minutos

iii. Paciente con Pérdida de Autonomía y Patología Práxica

	<i>Fase1</i>	<i>Fase2</i>	<i>Fase 3</i>	<i>Fase 4</i>
<i>T1-2-3</i>	<b>Bailar</b> Nivel 1 2 minutos	<b>Agacharse</b> Nivel 1 2 minutos	<b>Baloncesto</b> Nivel 1 2 minutos	<b>Espada</b> Nivel 1 2 minutos
<i>T4-5-6</i>	<b>Bailar</b> Nivel 2 2 minutos	<b>Agacharse</b> Nivel 2 2 minutos	<b>Baloncesto</b> Nivel 2 2 minutos	<b>Búsqueda visual</b> Nivel 2 2 minutos
<i>T7-8-9</i>	<b>Baloncesto</b> Nivel 2 2 minutos	<b>Pies de futbol</b> Nivel 2 2 minutos	<b>Agacharse</b> Nivel 2 2 minutos	<b>Espada</b> Nivel 2 2 minutos
<i>T10-11-12</i>	<b>Mano de fútbol</b> Nivel 2 2 minutos	<b>Tenis</b> Nivel 2 2 minutos	<b>Bailar</b> Nivel 2 2 minutos	<b>Búsqueda visual</b> Nivel 2 2 minutos
<i>T13-14-15</i>	<b>Bailar</b> Nivel 2	<b>Tenis</b>	<b>Agacharse</b>	<b>Tiro al arco</b> Nivel 3

	2 minutos	Nivel 2 2 minutos	Nivel 2 2 minutos	2 minutos
--	-----------	----------------------	----------------------	-----------

### c. Evaluaciones de control

- No se debe imponer la duración del ejercicio; es indicativo. Cuando al paciente le resulte difícil el ejercicio, deberá detenerlo. Por el contrario, si el paciente se siente bien y desea continuar, se puede ampliar la duración del ejercicio. Es la repetición la que conduce al fortalecimiento muscular.
- Sólo la puntuación debe registrarse y escribirse en el expediente del paciente.
- Las sesiones iniciales deben realizarse bajo la supervisión del terapeuta para evaluar la capacidad del paciente para realizar el ejercicio de forma segura, su resistencia y la calidad del movimiento.
- Se debe priorizar la comodidad del paciente sobre la ganancia de amplitud de movimiento del miembro superior o inferior. El objetivo final es permitir la reintegración funcional al entorno habitual del paciente.

## 5. Ejercicios conjuntos dedicados

### a. Objetivo

- Utilizar la Realidad Aumentada para permitir al paciente realizar un movimiento de rehabilitación controlado confiando únicamente en su fuerza de voluntad.
- Los ejercicios movilizan cadenas musculares para un movimiento específico.
- Oportunidad de realizar un trabajo puramente analítico en un movimiento hecho a medida.
- Basado en el sistema de recompensa y la observación de la progresión en una puntuación cuantitativa (Excepto para condiciones neurodegenerativas)

## b. Protocolos

### i. Organización de la sesión

- Cada sesión estará precedida por una sesión de relajación de 3 minutos para preparar al paciente.
- Un tiempo de relajación de 2 minutos entre cada fase.
- Al finalizar la sesión siempre habrá un tiempo de relajación de 3 minutos.

### ii. Rigidez dolorosa de la columna cervical

	<i>Fase 1</i>	<i>Fase 2</i>	<i>Fase 3</i>
<i>T1-2-3</i>	<b>Pasadores horizontales</b> Nivel 1 2 minutos	<b>Pasadores verticales</b> Nivel 1 2 minutos	<b>Inclinación de los pines</b> Nivel 1 2 minutos
<i>T4-5-6-7-8-9</i>	<b>Pasadores horizontales</b> Nivel 2 2 minutos	<b>Inclinación de los pines</b> Nivel 2 2 minutos	<b>Búsqueda visual</b> Nivel 2 2 minutos
<i>T10-11-12</i>	<b>Inclinación de los pines</b> Nivel 3 3 minutos	<b>Pasadores verticales</b> Nivel 3 3 minutos	<b>Búsqueda visual</b> Nivel 3 3 minutos
<i>T13-14-15</i>	<b>Búsqueda visual</b> Nivel 3 3 minutos	<b>Inclinación de los pines</b> Nivel 3 3 minutos	<b>Búsqueda visual</b> Nivel 3 3 minutos

iii. Hombro doloroso, rígido e inestable

	<i>Fase 1</i>	<i>Fase 2</i>	<i>Fase 3</i>	<i>Fase 4</i>
<i>T1-2-3</i>	<b>Búsqueda visual</b> Nivel 1 2 minutos	<b>Baloncesto</b> Nivel 1 2 minutos	<b>Espada</b> Nivel 1 2 minutos	<b>Tenis</b> Nivel 1 2 minutos
<i>T4-5-6</i>	<b>Búsqueda visual</b> Nivel 2 2 minutos	<b>Espada</b> Nivel 2 2 minutos	<b>Ballesta</b> Nivel 2 2 minutos	<b>Tenis</b> Nivel 2 2 minutos
<i>T7-8-9</i>	<b>Baloncesto</b> Nivel 3 2 minutos	<b>Tenis</b> Nivel 2 2 minutos	<b>Búsqueda visual</b> Nivel 3 2 minutos	<b>Tiro al arco</b> Nivel 2 2 minutos
<i>T10-11-12</i>	<b>Búsqueda visual</b> Nivel 2 3 minutos	<b>Espada</b> Nivel 3 3 minutos	<b>Mano de fútbol</b> Nivel 2 3 minutos	<b>Tiro al arco</b> Nivel 3 3 minutos
<i>T13-14-15</i>	<b>Espada</b> Nivel 3 3 minutos	<b>Tenis</b> Nivel 3 3 minutos	<b>Mano de fútbol</b> Nivel 3 3 minutos	<b>Tiro al arco</b> Nivel 3 3 minutos

iv. Codo rígido y doloroso

	<i>Fase 1</i>	<i>Fase 2</i>	<i>Fase 3</i>	<i>Fase 4</i>
<i>T1-2-3</i>	<b>Ballesta</b> Nivel 2 2 minutos	<b>Espada</b> Nivel 1 2 minutos	<b>Baloncesto</b> Nivel 2 2 minutos	<b>mano de futbol</b> Nivel 1 2 minutos

T4-5-6	<b>Espada</b> Nivel 2 2 minutos	<b>Baloncesto</b> Nivel 2 2 minutos	<b>mano de futbol</b> Nivel 1 2 minutos	<b>Búsqueda visual</b> Nivel 3 2 minutos
T7-8-9	<b>Ballesta</b> Nivel 3 2 minutos	<b>Tenis</b> Nivel 3 2 minutos	<b>Búsqueda visual</b> Nivel 3 2 minutos	<b>mano de futbol</b> Nivel 2 2 minutos
T10-11-12	<b>Baloncesto</b> Nivel 3 3 minutos	<b>Tenis</b> Nivel 3 3 minutos	<b>mano de futbol</b> Nivel 3 3 minutos	<b>Tiro al arco</b> Nivel 3 3 minutos
T13-14-15	<b>Baloncesto</b> Nivel 4 3 minutos	<b>Tenis</b> Nivel 4 3 minutos	<b>mano de futbol</b> Nivel 4 3 minutos	<b>Tiro al arco</b> Nivel s4 3 minutos

v. Cadera rígida y dolorosa

	<i>Fase 1</i>	<i>Fase 2</i>	<i>Fase 3</i>
T1-2-3	<b>Agacharse</b> Nivel 1 2 minutos	<b>Pies de futbol</b> Nivel 1 2 minutos	<b>Tenis</b> Nivel 2 2 minutos
T4-5-6	<b>Tenis</b> Nivel 2 2 minutos	<b>Agacharse</b> Nivel 3 2 minutos	<b>Bailar</b> Nivel 3 2 minutos
T7-8-9	<b>Bailar</b> Nivel 3 2 minutos	<b>Agacharse</b> Nivel 3 2 minutos	<b>Pies de futbol</b> Nivel 3 2 minutos
T10-11-12	<b>Tenis</b> Nivel 3 3 minutos	<b>Bailar</b> Nivel 3 3 minutos	<b>Pies de futbol</b> Nivel 4 3 minutos
T13-14-15	<b>Agacharse</b> Nivel 4	<b>Tenis</b> Nivel 4	<b>Bailar</b> Nivel 4

	3 minutos	3 minutos	3 minutos
--	-----------	-----------	-----------

## vi. rodillas

### 1. Dolor anterior de rodilla

	<i>Fase 1</i>	<i>Fase 2</i>	<i>Fase 3</i>
<i>T1-2-3</i>	<b>Bailar</b> Nivel 1 2 minutos	<b>Agacharse</b> Nivel 1 2 minutos	<b>Pies de futbol</b> Nivel 1 2 minutos
<i>T4-5-6</i>	<b>Bailar</b> Nivel 2 2 minutos	<b>Agacharse</b> Nivel 2 3 minutos	<b>Pies de futbol</b> Nivel 2 3 minutos
<i>T7-8-9</i>	<b>Bailar</b> Nivel 3 3 minutos	<b>Agacharse</b> Nivel 3 3 minutos	<b>Pies de futbol</b> Nivel 3 3 minutos
<i>T10-11-12</i>	<b>Bailar</b> Nivel 4 3 minutos	<b>Agacharse</b> Nivel 4 3 minutos	<b>Pies de futbol</b> Nivel 4 3 minutos
<i>T13-14-15</i>	<b>Bailar</b> Nivel 4 3 minutos	<b>Agacharse</b> Nivel 5 3 minutos	<b>Pies de futbol</b> Nivel 5 3 minutos

### 2. Rodillas dolorosas y rígidas (artritis)

	<i>Fase 1</i>	<i>Fase 2</i>	<i>Fase 3</i>
<i>T1-2-3</i>	<b>Bailar</b> Nivel 1 2 minutos	<b>Agacharse</b> Nivel 1 2 minutos	<b>Tenis</b> Nivel 1 2 minutos

T4-5-6	<b>Bailar</b> Nivel 2 3 minutos	<b>Agacharse</b> Nivel 2 3 minutos	<b>Tenis</b> Nivel 2 3 minutos
T7-8-9	<b>Bailar</b> Nivel 3 3 minutos	<b>Agacharse</b> Nivel 3 3 minutos	<b>Tenis</b> Nivel 3 3 minutos
T10-11-12	<b>Bailar</b> Nivel 4 3 minutos	<b>Agacharse</b> Nivel 4 3 minutos	<b>Tenis</b> Nivel 4 3 minutos
T13-14-15	<b>Bailar</b> Nivel 4 3 minutos	<b>Agacharse</b> Nivel 5 3 minutos	<b>Tenis</b> Nivel 5 3 minutos

### 3. Rodilla desafiante

	<i>Fase 2</i>	<i>Fase 3</i>	<i>Fase 4</i>
T1-2-3	<b>Tenis</b> Nivel 1 2 minutos	<b>Agacharse</b> Nivel 1 2 minutos	<b>mano de futbol</b> Nivel 1 2 minutos
T4-5-6	<b>Tenis</b> Nivel 2 2 minutos	<b>Agacharse</b> Nivel 2 2 minutos	<b>mano de futbol</b> Nivel 2 2 minutos
T7-8-9	<b>Tenis</b> Nivel 3 3 minutos	<b>Agacharse</b> Nivel 3 3 minutos	<b>mano de futbol</b> Nivel 3 3 minutos
T10-11-12	<b>Tenis</b> Nivel 4 3 minutos	<b>Agacharse</b> Nivel 4 3 minutos	<b>mano de futbol</b> Nivel 4 3 minutos

T13-14-15	<b>Bailar</b> Nivel 4 3 minutos	<b>Agacharse</b> Nivel 5 3 minutos	<b>Pies de futbol</b> Nivel 5 3 minutos
-----------	---------------------------------------	--	---

### vii. Tobillos dolorosos e inestables

	<i>Fase 1</i>	<i>Fase 2</i>	<i>Fase 3</i>
<i>T1-2-3</i>	<b>Agacharse</b> Nivel 1 2 minutos	<b>Pies de futbol</b> Nivel 1 2 minutos	<b>Bailar</b> Nivel 1 2 minutos
<i>T4-5-6</i>	<b>Agacharse</b> Nivel 2 2 minutos	<b>mano de futbol</b> Nivel 3 2 minutos	<b>Pies de futbol</b> Nivel 3 2 minutos
<i>T7-8-9</i>	<b>Tenis</b> Nivel 3 2 minutos	<b>Agacharse</b> Nivel 3 2 minutos	<b>Pies de futbol</b> Nivel 3 2 minutos
<i>T10-11-12</i>	<b>Bailar</b> Nivel 3 3 minutos	<b>Agacharse</b> Nivel 3 3 minutos	<b>mano de futbol</b> Nivel 3 3 minutos
<i>T13-14-15</i>	<b>Agacharse</b> Nivel 4 3 minutos	<b>Tenis</b> Nivel 4 3 minutos	<b>Pies de futbol</b> Nivel 4 3 minutos

### viii. Casos especiales

Algunos pacientes presentan limitaciones articulares que les impiden realizar los distintos ejercicios del miembro superior dentro de los rangos propuestos. Sigue siendo posible crear un ejercicio de repetición personalizado que permita al paciente lograr una praxis óptima con la actividad de Movimiento personalizable.

## c. Evaluación de Progreso

### i. Duración

No se debe imponer la duración del ejercicio; es indicativo. Debe considerar la tolerancia del paciente a lo largo de la sesión y debe ser reevaluado en base al análisis del terapeuta. Es preferible una sesión corta pero bien realizada a una sesión más larga y adaptativa..

### ii. Dificultad

Los ejercicios tienen varios niveles de dificultad que involucran la movilidad del paciente, la comprensión de las instrucciones y el estado cardiorrespiratorio. Es necesaria una evaluación exhaustiva de la sesión para establecer el nivel óptimo de dificultad para la siguiente sesión..

### iii. Método de ejecución

Se debe hacer hincapié en aprender el movimiento antes de centrarse en la partitura. Todos los movimientos de los ejercicios de tobillo deben realizarse con el pie apoyado en el suelo. En las prácticas de sentadilla se debe controlar la flexión de la rodilla para evitar el dolor. Si el paciente no puede pasar por debajo de la puerta, el ejercicio aún puede continuar. En los ejercicios de cadena abierta se debe aconsejar al paciente que mantenga un ritmo que le permita mantener el equilibrio y vincular el ejercicio con la respiración. Durante los movimientos de impacto, se produce la exhalación en el impacto: fútbol y tenis..

### iv. Evaluación - Puntuación

La evaluación debe ser tanto cualitativa como cuantitativa. La evaluación cualitativa es crucial para el terapeuta a la hora de introducir un ejercicio. Deben centrarse en la calidad de la postura, la estabilidad central y la sincronización respiratoria.

La evaluación cuantitativa se realiza automáticamente después de cada fase. C2Physio proporciona una puntuación cuantitativa. Esta puntuación debería ayudar a seguir la progresión del paciente y contribuir al sistema de recompensa a través del estímulo del terapeuta con respecto a la mejora de la puntuación. Esta puntuación debe registrarse meticulosamente para construir la curva de

progresión que se presenta al paciente al inicio de la sesión. Al fomentar esta motivación, el terapeuta fomenta un cumplimiento más regular y apoya el proceso de curación.

## 6. Fisioterapia Respiratoria

### a. Objetivo

La aplicación C2Physio, al alterar los procesos atencionales y crear una experiencia inmersiva, reduce la sensación de disnea durante el entrenamiento de resistencia en pacientes con patología respiratoria crónica. Esta reducción de la disnea mejora el rendimiento durante la rehabilitación, mejorando así la función muscular y, en última instancia, la calidad de vida. Los ejercicios se basan en aumentar la expansión de la capacidad torácica.

### b. Protocolo

	<i>Fase2</i>	<i>Fase 3</i>	<i>Fase 4</i>
<i>T1-2-3</i>	<b>Baloncesto</b> Nivel 1 2 minutos	<b>Agacharse</b> Nivel 1 2 minutos	<b>Bailar</b> Nivel 1 2 minutos
<i>T4-5-6</i>	<b>Baloncesto</b> Nivel 2 2 minutos	<b>Agacharse</b> Nivel 2 2 minutos	<b>Bailar</b> Nivel 2 2 minutos
<i>T7-8-9</i>	<b>Baloncesto</b> Nivel 3 3 minutos	<b>Agacharse</b> Nivel 3 3 minutos	<b>Bailar</b> Nivel 3 3 minutos
<i>T10-11-12</i>	<b>Baloncesto</b> Nivel 4 3 minutos	<b>Agacharse</b> Nivel 4 3 minutos	<b>Bailar</b> Nivel 4 3 minutos
<i>T13-14-15</i>	<b>Baloncesto</b> Nivel 4	<b>Agacharse</b> Nivel 5	<b>Bailar</b> Nivel 5

	3 minutos	3 minutos	3 minutos
--	-----------	-----------	-----------

### c. Evaluación de progreso

La duración del ejercicio no debería ser obligatoria; es indicativo. Se debe permanecer con una inhalación de 2 segundos seguida de una exhalación de 3 segundos. Cuando el paciente experimente dificultad, deberá suspender el ejercicio. Sólo la puntuación debe registrarse y escribirse en el expediente del paciente. La presentación del ejercicio debe enfatizar el ritmo de inhalación-exhalación. Cada ejercicio debe ayudar al paciente a tomar conciencia de la expansión torácica y de la importancia de los músculos abdominales y el diafragma.

## 7. Fisioterapia Vestibular

### a. Objetivo

#### ***Introducción a la Fisioterapia Vestibular***

La fisioterapia vestibular es un enfoque especializado para tratar los trastornos del equilibrio y los mareos, a menudo causados por anomalías en el oído interno o el sistema nervioso. Esta terapia utiliza técnicas específicas para mejorar la coordinación y reducir las sensaciones desagradables asociadas a los trastornos vestibulares.

#### ***Incorporación de Realidad Virtual***

La integración de la realidad virtual en la fisioterapia vestibular es una innovación significativa. La realidad virtual crea un entorno totalmente inmersivo, lo que permite a los pacientes estar expuestos a diversos estímulos visuales y sensoriales en un entorno controlado. Esta tecnología ofrece una nueva dimensión en la rehabilitación vestibular, permitiendo ejercicios más específicos y la simulación de situaciones que pueden ser difíciles de replicar en un entorno clínico tradicional.

#### ***Beneficios de la Realidad Virtual en Fisioterapia***

- Personalización de Ejercicios: La realidad virtual permite ajustar entornos y estímulos según las necesidades específicas de cada paciente, ofreciendo un enfoque más personalizado.
- Seguimiento del progreso: con sensores y software integrados, es posible realizar un seguimiento preciso del progreso del paciente midiendo parámetros como la coordinación, la reacción a diferentes estímulos y la mejora general de los síntomas.
- Seguridad y comodidad: los pacientes pueden estar expuestos a situaciones potencialmente desorientadoras o peligrosas en la vida real, en un entorno virtual seguro.
- Mayor compromiso: los entornos virtuales pueden hacer que la terapia sea más interactiva y atractiva, lo que puede mejorar la motivación y la participación activa de los pacientes.

## **b. Protocolo**

C2Physio contiene módulos avanzados diseñados para fisioterapia vestibular en realidad virtual. Incluye varios módulos para simular entornos y estímulos específicos para tratar trastornos vestibulares.

### **Módulo de simulación optocinética**

*Objetivo:* Este módulo simula el movimiento del entorno para estimular el sistema vestibular y mejorar la coordinación viso-vestibular.

*Ajustes:*

- Densidad de puntos: ajuste la densidad para modular la intensidad de la estimulación.
- Ejes de rotación: elija diferentes ejes (horizontal, vertical, oblicuo) para simular diversas situaciones de movimiento.

### **Módulo vectorial**

*Objetivo:* Este módulo tiene como objetivo crear una sensación de movimiento en el espacio, crucial para tratar los desequilibrios y los mareos.

*Ajustes:*

- Dirección: Horizontal o vertical, para simular diferentes tipos de movimiento.

- Velocidad de rotación: Ajustable para aumentar gradualmente el nivel de dificultad.
- Número de líneas: Modificar para cambiar la complejidad visual del ejercicio.

### **Módulo de flujo visual**

*Objetivo:* Este módulo ayuda a fortalecer la percepción del movimiento y la coordinación oculomotora.

*Ajustes:*

- Forma: Anillo o túnel, que ofrece experiencias visuales variadas.
- Velocidad y Rotación: Ajustable para simular diferentes velocidades y direcciones de movimiento.

### **Protocolos de tratamiento**

*Evaluación inicial:* Comience evaluando las capacidades y limitaciones del paciente para determinar la configuración adecuada para cada módulo.

*Progresión terapéutica:* Aumente gradualmente la intensidad de los ejercicios en función de la respuesta y mejora del paciente.

*Adaptabilidad:* Esté preparado para ajustar la configuración según las reacciones y el progreso del paciente.

*Consejos prácticos*

- Monitoreo: Durante las sesiones, controle de cerca las reacciones del paciente para garantizar su seguridad y comodidad.
- Comentarios de los pacientes: anime a los pacientes a compartir sus sensaciones y experiencias para ajustar mejor el programa..

## **c. Evaluación de progreso**

### **Importancia de la evaluación en fisioterapia vestibular**

La evaluación juega un papel crucial en el proceso de rehabilitación vestibular. Ayuda a medir la eficacia del tratamiento, ajustar el protocolo según las necesidades del paciente y controlar la progresión de los síntomas.

### **Métodos de evaluación**

- Evaluaciones basadas en software: utilice las herramientas analíticas integradas en C2Physio para realizar un seguimiento del progreso en términos de respuestas a estímulos, coordinación y capacidad para manejar entornos virtuales complejos.
- Comentarios subjetivos del paciente: recopile comentarios de los pacientes sobre sus sentimientos, comodidad y percepción del progreso.
- Pruebas Clínicas Estándar: Complementar la evaluación con pruebas clínicas tradicionales para evaluar el equilibrio, la coordinación y otros aspectos funcionales.

### **Monitoreo continuo**

- Ajuste del tratamiento: utilice datos de evaluación para ajustar el tratamiento en tiempo real, aumentando o disminuyendo la intensidad y complejidad de los ejercicios según sea necesario.
- Prevención de la regresión: supervise los signos de regresión o deterioro para intervenir con prontitud.

### **Ejemplos de evaluación específicos**

- Comparación de antes y después: compare el desempeño del paciente antes y después de sesiones específicas para evaluar los cambios inmediatos.
- Seguimiento a largo plazo: realice evaluaciones periódicas durante un período más largo para observar tendencias y mejoras generales.

### **Importancia de la individualización**

Cada paciente es único y la evaluación debe adaptarse a sus necesidades específicas. Considere los objetivos individuales, el estado de salud general y las respuestas personales al tratamiento.

## **8. Casos Clínicos**

1. Granny Georgette: 80 años, fractura de cuello femoral, fue sometida a una cirugía de reemplazo total de cadera. Las comorbilidades

incluyen diabetes, obesidad, 15 días en Medicina de Rehabilitación y Recuperación (MSR). Pérdida de tonicidad axial y dificultad para caminar.

- Evaluación preterapéutica

Un paciente que se encontraba autónomo en su domicilio, fue sometido a reemplazo total de cadera por una fractura de cuello femoral, estuvo hospitalizado durante 10 días y recibió una transfusión. Hospitalizado en MSR, encamado, pérdida de tonicidad de miembros superiores, dificultad para sentarse y dar algunos pasos con andador dentro de un perímetro limitado. El objetivo es restaurar la autonomía locomotora funcional y permitirle recuperar las funciones prácticas necesarias para regresar a casa de forma independiente. El paciente está especialmente dispuesto, utiliza un teléfono móvil y acepta utilizar un método de rehabilitación.

- Determinación de la estrategia

Protocolo 4.b.ii - Paciente con pérdida de autonomía locomotora en ejercicios globales

Protocolo 5.b.v - Paciente con patología de cadera en ejercicios específicos del dispositivo

- Implementación

Los ejercicios comenzarán sentado para permitir la tonificación de la cintura escapular y la recuperación del refuerzo axial. En cuanto el paciente recupere la tonicidad axial se iniciarán ejercicios para el miembro inferior: Protocolo 5.b.v. Los ejercicios no deben abordarse con sentido de competición, centrándose en que el paciente acepte la lentitud y la correcta ejecución de los ejercicios más que el número de repeticiones.

- Evaluaciones y Adaptaciones

La introducción de ejercicios depende de la progresión de la verticalización. Se realizará una evaluación entre sesiones sobre el progreso clínico, la progresión de la puntuación en cada ejercicio y el análisis de la satisfacción del paciente. Las primeras sesiones deben estar totalmente supervisadas por el terapeuta para marcar un ritmo lento y asegurar la correcta ejecución de los ejercicios.

- Evaluación

Basado en un análisis integral de la atención, las dificultades encontradas y el nivel de recuperación en la consolidación..

2. Georges: 23 años, excelente estado general, rotura del ligamento cruzado anterior durante el rugby, estabilización con injerto de isquiotibial, 3 semanas de rehabilitación ambulatoria.

- Evaluación preterapéutica

Camina con cojera por contractura en flexión de 10 grados, flexión activa a 120 grados, extensión completa al acostarse con músculos posteriores relajados, pérdida de circunferencia del muslo de 4 cm a 10 cm desde la rótula, rodilla ligeramente hinchada, cicatriz sana.

- Determinación de la estrategia

Protocolo 5.b.vi.3 - Rodillas desaferentes

Protocolo 5.b.vi.1 - Dolor anterior de rodilla

- Implementación

El objetivo es desviar la atención del cerebro del contexto quirúrgico, a menudo doloroso, directamente relacionado con el trauma y centrarla en la función, a través del juego. El terapeuta debe evitar introducir la noción de competición en las primeras sesiones, conteniendo al paciente para evitar reflejos nociceptivos relacionados con el dolor. Si aparece síndrome de dolor anterior se debe implementar el protocolo 5.b.vi.1 para aliviar el compartimento femoropatelar.

- Evaluaciones y Adaptaciones

Después de la sesión o de forma alternada se debe implementar trabajo mecánico para recuperar la flexión, masaje profundo y palpación-giro.

- Evaluación

La evaluación funcional debe realizarse al menos semanalmente para detectar casos tempranos de rigidez mecánica debido a cirugía o algodistrofia. La valoración final considerará la vuelta a la autonomía deportiva tras la preparación física, la necesidad de sesiones isocinéticas. Este tipo de pacientes

deben esperar 6 meses antes de recibir, en el mejor de los casos, la autorización para jugar al rugby de contacto.

3. Georges-Henri: 30 años, antecedentes de Covid hace un año con estancia en UCI. Insuficiencia respiratoria crónica. Intolerancia al ejercicio, atención ambulatoria.

- Evaluación preterapéutica

Un paciente con sobrepeso, poco deportista antes del covid, exfumador, alto ejecutivo. Tiene capacidad vital disminuida y presenta disnea con esfuerzos moderados.

- Determinación de la estrategia

Protocolo 6.b - Fisioterapia respiratoria

- Implementación

En las primeras sesiones se debe evaluar que no se superen las capacidades respiratorias, y se debe adaptar el ritmo de repeticiones del ejercicio al estado clínico del paciente. Sin embargo, completar toda la sesión es fundamental para una evolución favorable. El terapeuta debe enfatizar el ritmo respiratorio que debe favorecer la espiración sobre la inhalación.

- Evaluaciones y Adaptaciones

Se debe buscar la motivación y el compromiso del paciente ya que las sesiones pueden resultar tediosas. El terapeuta debe enfatizar la progresión de la puntuación.

- Evaluación

Recuperación de la autonomía en el esfuerzo.

4. Georgelin: 50 años, enfermedad de larga duración por espondilitis anquilosante, rigidez de la columna cervical, atención ambulatoria.

- Evaluación preterapéutica

Una evaluación funcional integral con medición angular, rotación, inclinación, extensión de la columna cervical, columna dorsolumbar y particularmente de la bisagra lumbosacra. es necesario para evaluar el nivel de dolor en reposo de la columna. Este paciente lucha por mirar por encima del horizonte. No presenta rigidez de cadera pero presenta contractura en flexión de ambas rodillas.

- Determinación de la estrategia

Protocolo 5.b.ii - Columna Cervical

Protocolo 5.b.vi.2 - Rodilla dolorosa y rígida

- Implementación

El terapeuta debe garantizar la total adherencia al proyecto. De hecho, este paciente requiere cuidados a largo plazo. La rehabilitación tiene como objetivo proporcionar comodidad pero no detener la progresión natural de la enfermedad. Es fundamental explicar bien el proceso y combinar diferentes técnicas de cuidado. El método ILR debería ser uno de los métodos utilizables en este caso.

- Evaluaciones y Adaptaciones

La evaluación se realizará después y durante cada sesión preguntando al paciente sobre sus sentimientos. El terapeuta debe comentar los sentimientos y animar al paciente a continuar con una nueva sesión reforzando la motivación de forma positiva. Si hay una fase dolorosa, el ejercicio se puede realizar sentado. El protocolo relativo a las rodillas puede introducirse en cualquier momento, añadirse al protocolo de columna cervical o sustituirlo. La tolerancia y los sentimientos del paciente guiarán la atención del terapeuta.

- Evaluación

Debe ser regular para seguir la progresión a largo plazo de la enfermedad.

5. Paul-Georges: 28 años, excelente estado general, luxación recurrente de hombro tras accidente de esquí, estabilización artroscópica con contrafuerte a los dos meses, atención ambulatoria.

- Evaluación preterapéutica

Medición de amplitudes articulares en decúbito y sentado, la cicatriz es sana, el hombro está rígido en rotación externa y abducción, poco doloroso en reposo, pérdida de volumen deltoides y sin alteración sensitiva.

- Determinación de la estrategia

Protocolo 5.b.iii - Hombro

- Implementación

La sesión debe ir precedida de un trabajo preparatorio en posiciones pasivas y tumbadas para buscar mayores amplitudes respetando el umbral del dolor. El método permite fortalecer los estabilizadores de la escápula antes de estimular las cadenas articulares del miembro superior.

- Evaluaciones y Adaptaciones

El seguimiento regular del progreso es esencial para detectar discinesia o capsulitis escapulohumeral temprana. La progresión debe ser regular y controlada por aumentos de puntuación.

- Evaluación

Será clínico y radiográfico. Es necesaria una radiografía cada 3 meses para asegurar la adecuada fusión del contrafuerte sobre la glenoides. El objetivo es permitir que este paciente reanude la actividad deportiva de contacto después de 6 meses.

6. Giorgio: 68 años, albañil italiano, operado de artrosis de rodilla en genu varo de 15 grados con prótesis total de rodilla con cojinete móvil. Jubilado, tratado por ERGE, en excelente estado general, cazador, pescador, manitas. Importante demanda funcional. En SMR.

- Evaluación preterapéutica

Examen clínico de la rodilla, hinchazón, extensión completa, flexión limitada a 100 grados, déficit del cuádriceps, hipertonicidad de los isquiotibiales. Buen retorno venoso. Cicatriz sana.

- Determinación de la estrategia

Protocolo 5.b.vi.2 - Rodilla dolorosa y rígida

## Protocolo 5.b.vi.3 – Rodilla desafiante

- Implementación

Los dos protocolos se pueden utilizar alternativamente dependiendo del predominio de rigidez o pérdida muscular. Se debe realizar rápidamente trabajo manual activo para drenaje, masaje profundo y palpación rodante, ya sea en lugar de la sesión o además de ella. Es trabajo del terapeuta convencer al paciente de que coquetea con el umbral del dolor para realizar el ejercicio en su totalidad. El énfasis en la progresión, aunque parezca mínimo, es crucial porque el sistema de satisfacción en este caso es predominante.

- Evaluaciones y Adaptaciones

El terapeuta debe tener cuidado ya que este paciente altamente motivado pretende exceder la solicitud de ejercicio. El riesgo es desencadenar una algodistrofia que genera rigidez dolorosa. Es responsabilidad del terapeuta determinar el límite entre el dolor positivo aceptable y el reflejo nociceptivo dañino.

- Evaluación

La progresión debe apreciarse periódicamente para evitar la aparición de rigidez mecánica o algodistrofia. El resultado final debería permitir a este paciente recuperar total autonomía.

## 9. Conclusión

El método ILR combina patologías específicas y alteraciones del estado general con cuidados en realidad aumentada y realidad virtual. Es un método integral puesto a disposición del terapeuta como herramienta de trabajo adicional a su propia práctica. Hasta donde sabemos, este método es pionero.

La tecnología evoluciona rápidamente e influye directamente en la práctica. C2Care sigue de cerca los avances tecnológicos y hará todo lo que esté a su alcance para integrarlos y ponerlos a disposición mediante actualizaciones de software. C2Care os invita así a colaborar en esta mejora recogiendo vuestras opiniones y propuestas, y a avanzar en la investigación.

*"No es necesario esperar para emprender, ni triunfar para perseverar"* - Guillermo I de Orange Nassau

## 10. Bibliografía

1. Gelineau et al. (2021) sobre la participación y motivación del paciente a través de los videojuegos en un contexto terapéutico.
2. Rosa y col. (2010) Formación en entornos virtuales: Transferencia a tareas del mundo real y equivalencia a la formación en tareas reales.
3. Maureen y cols. (2005) Entornos virtuales para la rehabilitación motora
4. Kato (2010) sobre el uso de videojuegos de consumo en el ámbito de la salud, particularmente para niños con cáncer.
5. Gillet & Jung (2019) sobre el uso de los videojuegos como soporte de simbolización y subjetivación dentro de grupos terapéuticos.
6. Leroux (2009) y Duris (2022) sobre la creación de la alianza terapéutica entre paciente y terapeuta a través de los videojuegos.
7. Guinet (2022) - Tesis doctoral "Retroalimentación sensorial multimodal en realidad aumentada para la rehabilitación de la marcha en niños con parálisis cerebral"
8. Xie (2021) Realidad virtual para la rehabilitación vestibular: una revisión sistemática
9. Abele (2022) Capacidad de entrenamiento de biorretroalimentación de respiración profunda en un juego de acción de realidad virtual: un estudio de diseño de caso único con entrenadores policiales
10. Czub (2019) Arrastre de la respiración en realidad virtual mediante el uso de un avatar respiratorio
11. Charles (2020) Diseño de realidad virtual para la rehabilitación de accidentes cerebrovasculares
12. Harrison (2021) La eficacia de la realidad virtual sobre la ansiedad y el rendimiento en jugadoras de fútbol

Tabla de referencia cruzada de indicaciones-aplicaciones de C2Care

	Praxis permanente	Praxis sentada	Locomoción	Hombro	Codo	Cadera	Rodilla	Tobillo	Columna vertebral	Neuro	Fisioterapia Respiratoria
Tiro al arco	x	x		x	x					x	
Baloncesto	x	x		x	x					x	x
Tenis	x	x	x	x	x	x	x	x			
mano de futbol	x	x	x	x	x	x	x	x			
Pies de futbol	x		x			x	x	x			
Pasadores horizontales				x					x		
Pasadores verticales				x					x		
Agacharse						x	x	x	x		x
Búsqueda visual				x					x		
Bailar			x			x	x	x	x		x
Espada	x	x		x	x						
Ballesta	x	x		x	x				x		
Entrada de artículo	x	x		x	x					x	
Movimiento personal				x	x						

