



## Capítulo 13: Programa de ejercicio, entrenamiento HIIT+RT.

### Índice

1. Introducción .....	2
2. Material necesario .....	2
3. Planificación del programa de ejercicio .....	3
3.1. Frecuencia .....	3
3.2. Volumen .....	3
3.3. Intensidad .....	4
3.5. Sesión de ejercicio .....	8
4. Procedimiento pre-sesión. ....	8
4.1. Información previa al participante .....	8
4.2. Introducción de los participantes en la aplicación Polar Team .....	9
4.3. Procedimiento encargado del entrenamiento .....	10
5. Procedimiento intra sesión .....	11
5.1. Preguntas específicas previas a la sesión de entrenamiento .....	11
5.2. Activación entrenamiento en el reloj .....	11
5.3. Monitoreo de las señales durante el entrenamiento .....	12
5.4. Fase de calentamiento .....	13
5.5. Fase principal .....	13
5.6. Fin de la sesión .....	14
6. Manejo de datos .....	16
6.1. Ingreso de datos de sesión .....	16
7. Índice de anexos .....	16



## 1. Introducción

El proyecto HEART-BRAIN tiene como objetivo determinar el efecto de un programa de ejercicio, el cuál tiene dos brazos, uno basado en un entrenamiento cardiovascular aeróbico, HIIT, y otro basado en un entrenamiento concurrente, HIIT+RT, (ya que combina el componente aeróbico con el componente de fuerza), en una población que previamente ha sufrido una cardiopatía, sobre diversos marcadores de la salud cerebral, metabólica, antropométricas, etc. La descripción detallada de los elementos del programa de ejercicio es una parte fundamental del programa ya que esto garantizará la realización y difusión del programa con la mayor claridad posible, permitiendo la replicación de éste en cualquier contexto similar. El objetivo de este documento es describir los elementos que componen el programa de ejercicio de fortalecimiento muscular con una duración de 3 meses.

El entrenamiento aeróbico será un entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT por sus siglas en inglés). Este tipo de entrenamiento se caracteriza por alternar períodos de alta intensidad por encima del 85% de la frecuencia cardíaca máxima ( $FC_{\max}$ ), con períodos de descanso activo, consiguiendo así los beneficios del entrenamiento aeróbico con un menor tiempo empleado (Stork et al, 2015), siempre y cuando el participante cumpla los criterios de la intensidad.

El entrenamiento concurrente es aquel que combina aeróbico y fuerza en la misma o distintas sesiones de entrenamiento (en este caso en la misma). Es una combinación del mismo HIIT, pero con un intervalo de esfuerzo menos, sustituyendo éste por un circuito de fortalecimiento muscular. Ambos están equiparados en lo que a gasto energético refiere, el cual está calculado en METs, de sus siglas en inglés “metabolic equivalent of task”, se define como se la cantidad de calor emitido por una persona en posición sedente por metro cuadrado de piel.  $1 \text{ MET} = 3,5 \text{ ml O}_2/\text{kg} \times \text{min}$

Los participantes serán aleatorizados para: (a) asistir al programa de ejercicio aeróbico, HIIT, al menos 3 veces por semana durante 12 semanas; (b) asistir al programa de ejercicio concurrente, HIIT+RT, al menos 3 veces por semana durante 12 semanas; o bien (c) permanecer en la lista de espera esperando recibir el mismo programa de ejercicio posterior a las 12 semanas del periodo de control.

## 2. Material necesario

El material necesario para la sesión es el siguiente:

- Anexo1.Registro\_individual
- Anexo3.Cartilla\_RPE
- Anexo4.Descripcion\_técnica\_gráfica
- Bandas elásticas Theraband
- Cronómetro y bolígrafo.
- Esterillas
- Silla
- Puntos de anclaje (A una altura de 2m, a la altura de los hombros)
- Pulsómetros
- Tablets
- Bandas H10 polar



### 3. Planificación del programa de ejercicio

El programa de ejercicio está planificado para que los participantes realicen 3 sesiones de entrenamiento por semana durante 12 semanas. Las sesiones se realizarán predominantemente con una separación de 48 horas para garantizar un correcto período de descanso muscular (Roger & Thomas, 2008). La parte de fuerza muscular integrada en el programa de intervención está compuesto por una serie de ejercicios que implican la realización de patrones motores básicos con 3 niveles de dificultad por ejercicio, de tal forma que el participante progresará al nivel que estimule mejor para mantener la intensidad objetivo.

La seguridad médica también está garantizada dado que en todo momento contamos con un facultativo en el edificio (i.e., médicos deportivos y/o personal de enfermería). Previo a la sesión de entrenamiento, los niveles de presión arterial y frecuencia cardíaca en reposo serán individualmente medidos para asegurar la viabilidad de la sesión

#### 3.1. Frecuencia

Siguiendo las recomendaciones de la NSCA (2008) vamos a realizar 3 sesiones por semana con una separación generalmente de 48 horas entre entrenamientos.

Aún así, se propondrán entrenamientos todos los días de la semana, por si algún participante no puede asistir a su sesión habitual, pueda recuperarla otro día de la semana.

Para el tratamiento de hipertensión se usan fármacos  $\beta$ -bloqueantes, cuyo efecto es inhibir ese aumento de la presión arterial mediante su acción en el sistema simpático, incidiendo también sobre la frecuencia cardíaca (Bertomeu, M; Castillo, J; 2011). Cabría esperar que los pacientes en tratamiento tengan limitada su presión arterial y su frecuencia cardíaca por dicho mecanismo. El fármaco afectará a los ritmos circadianos, por ello se intentará entrenar siempre a la misma hora, eliminando ese efecto confusor.

#### 3.2. Volumen

El volumen aumentará durante las 12 semanas de forma gradual debido a los aumentos en la intensidad de esfuerzo, conllevando un gasto energético (calculado en METs) superior. Este aumento de volumen se realiza de forma individualizada por la carga interna de los participantes (i.e., intensidad del intervalo que se detallará en el apartado siguiente).

La densidad, tanto de la parte aeróbica como de la muscular, se mantiene igual durante las 12 semanas de entrenamiento.

La parte aeróbica consiste en un protocolo HIIT 3x4 (adaptado de 4x4, (Taylor et al, 2019)) que consta de un volumen de alta intensidad de 12 minutos de esfuerzo real (3 intervalos de 4 minutos de esfuerzo) y 6 minutos de descanso activo (2 intervalos de 3 minutos), haciendo un total del 18 minutos por sesión.

El circuito de fortalecimiento muscular consiste en dos series con una ratio de 20:40 (20 segundos de esfuerzo y 40 segundos de descanso), abordando un tiempo real de esfuerzo de 5 minutos y 20 segundos, un tiempo de descanso de 11 minutos y 40 segundos y un tiempo total de 17 minutos.

### 3.3. Intensidad

Una parte muy importante en la planificación del entrenamiento será establecer orientaciones acerca de las intensidades de trabajo para orientar adecuadamente la carga física y psicológica de los participantes.

La intensidad de los intervalos se mide mediante la carga interna de forma objetiva a través de la  $FC_{\text{máx}}$ , así como subjetivamente con la RPE, siendo esta última la única que usaremos en el circuito de fortalecimiento muscular. La escala RPE alude a la escala de Borg adaptada del 0-10 para la parte aeróbica (Anexo3.Cartilla\_RPE) y para el circuito de fortalecimiento muscular. En la parte aeróbica, las recomendaciones proporcionadas por Taylor et al (2019) en cuanto a la intensidad refieren la escala de Borg, la cual establece un rango de intensidad de 6-20, siendo la escala de Borg original. Para equiparar ésta a la escala del 0-10 debemos fijarnos en las equivalencias aportadas en la literatura por Norton et al (2010).

Intensity category	Objective measures	Subjective measures	Descriptive measures
<b>SEDENTARY</b>	$< 1.6 \text{ METs}$ $< 40\% HR_{\text{max}}$ $< 20\% HRR$ $< 20\% VO_{2\text{max}}$	RPE (C): $< 8$ RPE (C-R): $< 1$	<ul style="list-style-type: none"> <li>activities that usually involve sitting or lying and that have little additional movement and a low energy requirement</li> </ul>
<b>LIGHT</b>	$1.6 < 3 \text{ METs}$ $40 < 55\% HR_{\text{max}}$ $20 < 40\% HRR$ $20 < 40\% VO_{2\text{max}}$	RPE (C): 8-10 RPE (C-R): 1-2	<ul style="list-style-type: none"> <li>an aerobic activity that does not cause a noticeable change in breathing rate</li> <li>an intensity that can be sustained for at least 60 minutes</li> </ul>
<b>MODERATE</b>	$3 < 6 \text{ METs}$ $55 < 70\% HR_{\text{max}}$ $40 < 60\% HRR$ $40 < 60\% VO_{2\text{max}}$	RPE (C): 11-13 RPE (C-R): 3-4	<ul style="list-style-type: none"> <li>an aerobic activity that is able to be conducted whilst maintaining a conversation uninterrupted</li> <li>an intensity that may last between 30 and 60 minutes</li> </ul>
<b>VIGOROUS</b>	$6 < 9 \text{ METs}$ $70 < 90\% HR_{\text{max}}$ $60 < 85\% HRR$ $60 < 85\% VO_{2\text{max}}$	RPE (C): 14-16 RPE (C-R): 5-6	<ul style="list-style-type: none"> <li>an aerobic activity in which a conversation generally cannot be maintained uninterrupted</li> <li>an intensity that may last up to about 30 minutes</li> </ul>
<b>HIGH</b>	$\geq 9 \text{ METs}$ $\geq 90\% HR_{\text{max}}$ $\geq 85\% HRR$ $\geq 85\% VO_{2\text{max}}$	RPE (C): $\geq 17$ RPE (C-R): $\geq 7$	<ul style="list-style-type: none"> <li>an intensity that generally cannot be sustained for longer than about 10 minutes</li> </ul>

Figura 1. Equivalencias de escalas

La escala de Borg adaptada presenta ventajas frente a la original, como presentar mayor relación con las variables fisiológicas como frecuencia cardíaca y lactato (y por lo tanto con la potencia del esfuerzo) y ayuda a la valoración de percepciones que no sean fisiológicas, como dolor, disnea, u otras modalidades sensoriales o emocionales. (Borg et al, 2006).

La escala RPE también se ve afectada por la toma de fármacos indicados anteriormente, ya que el esfuerzo está ligado a las respuestas fisiológicas alteradas por los mismos, como la FC y la presión arterial. Sin embargo, cuando el esfuerzo se prescribe en intensidades relativas de esfuerzo, como es el caso, la RPE parece ser una escala válida y fiable en este tipo de pacientes, sin cambios por la toma de los fármacos (Eston et al, 1996).

La intensidad de los intervalos de esfuerzo siempre debe encontrarse entre 85-95% de la  $FC_{\text{máx}}$  y la de los intervalos de descanso activo entre 65-75%, alcanzando una RPE



de 15-18 (6-8 en la escala normal), lo que equivaldría a un intervalo de 6-8 en la escala adaptada.

Dicha frecuencia se calcula a partir de una prueba de esfuerzo incluida en la evaluación previa a la fase de los entrenamientos, obteniéndose en la misma la frecuencia cardíaca pico.

Para que se cumpla el criterio de carga interna objetivo, el participante irá realizando ajustes, ya sea porque mejora su condición física durante las semanas debido al efecto del entrenamiento, o porque cambian sus variables biológicas individuales (i.e., descanso, carga mental, etc.) Dichos ajustes quedan a elección del participante, pudiéndose realizar o bien cambios de pendiente del tapiz o bien cambios en la velocidad del mismo, ajustándose a las características individuales del participante (peso, dolor, etc.).

Los ejercicios a realizar estarán divididos en tres niveles. Cada ejercicio puede progresar en niveles de dificultad en cuanto a la potencia aplicable o en base a la resistencia a que se debe vencer (regulada a través del tipo de banda de resistencia); a mayor resistencia, mayor potencia aplicada. Como la progresión se realiza en base a la RPE y se sabe que ésta es una medida subjetiva que puede ser de difícil entendimiento y aplicación por parte del participante, el nivel del ejercicio siempre estará supeditado al criterio del entrenador. Si éste observa que no se alcanza la RPE estipulada o que el nivel seleccionado de un ejercicio es demasiado exigente para el participante, lo modificará para adaptarlo a la demanda.

La velocidad de ejecución de los diferentes ejercicios ha sido propuesto como un indicador más para el control de la intensidad y adaptaciones que se producen a nivel muscular. Todas las ejecuciones se realizarán a máxima velocidad con objeto de desarrollar potencia en fase concéntrica, controlando el movimiento en fase excéntrica con objeto de que la banda elástica no desvirtúe el ejercicio cuando estos han sido aprendidos.

El circuito de resistencia muscular se realizará utilizando el propio peso corporal (auto cargas), así como utilizando bandas elásticas para aumentar la intensidad. Las bandas elásticas a utilizar son las Theraband, las cuales se muestran en la **Figura 2**. Existen 7 colores diferentes de bandas elásticas, las cuales corresponden a diferentes intensidad. Los colores de menor a mayor intensidad serían: Rojo-**Medio**, Verde-**Fuerte**, Azul-**Extra fuerte**, Negro-**Fuerte Especial**, Plata-**Atlética**, Oro-**Olímpico**. La resistencia de las bandas viene determinada por el fabricante.



*Figura 2. Bandas elásticas Theraband y tabla de resistencias*

En la parte aeróbica, los participantes reportaran su RPE, señalando en la plantilla la que consideren oportuna y el entrenador lo anotará.

En la parte del circuito, el entrenador preguntará y anotará el RPE tras cada ejercicio y al acabar la sesión.



Id: \_\_\_\_\_ RPE TOTAL:

¿Cómo durmió anoche?

Muy mal	Mal	Ligeramente mal	Ligeramente bien	Bien	Muy bien
1	2	3	4	5	6

¿Cómo se siente ANTES DE COMENZAR?

Muy mal	Mal	Ligeramente mal	Neutral	Ligeramente bien	Bien	Muy bien
-5	-4	-3	-2	-1	0	1

¿CÓMO DE INTENSO HA SIDO EL EJERCICIO?

0	Reposo		1	2	3	4	5	6	7	8
1	Muy muy suave	😊								
2	Muy suave									
3	Suave									
4	Algo duro	😊								
5	Duro									
6	Más duro	😄								
7	Muy duro									
8	Muy muy duro	😬								
9	Máximo									
10	Extremadamente máximo	😱								

¿Cómo se siente DESPUÉS DE REALIZAR LA SESIÓN DE ENTRENAMIENTO?

Muy mal	Mal	Ligeramente mal	Neutral	Ligeramente bien	Bien	Muy bien
-5	-4	-3	-2	-1	0	1

Figura 3. Cartilla RPE

### 3.4. Selección y orden de los ejercicios

En relación a la parte aeróbica, se implementará un HIIT, por lo que los participantes se someterán a un protocolo de altos esfuerzos en tapiz rodante. Este método es el preferencial, salvo que el participante describa algún dolor en las extremidades inferiores o tenga alguna patología de corte articular y/o otra consideración médica que le incapacite para desarrollarlo en el tapiz rodante por características propias de este tipo de ejercicio. En ese caso, se utilizará la elíptica o bici estática. Se instruirá al participante para que sólo agarre las barras laterales en caso de emergencia como medida de seguridad, pero no como ayuda durante la sesión de entrenamiento.

Los participantes son sujetos principiantes en el entrenamiento de fuerza, por lo que comenzaremos realizando una fase de familiarización con patrones de movimiento que impliquen tren superior e inferior.

Los patrones de movimientos básicos involucran grandes grupos musculares, siendo los seleccionados los siguientes; tracción horizontal, tracción vertical, empuje horizontal, empuje vertical, extensión y flexión de cadera, dominantes de cadera, dominantes de rodilla, anti-rotación, anti-extensión, anti-flexión, anti-flexión lateral (Page & Ellenbecker, 2008).

El orden de los ejercicios del circuito muscular intentará respetar la alternancia de miembro superior e inferior, introduciendo ejercicios de core para separar los mismos.

Aunque el circuito esté compuesto por 8 ejercicios en cada sesión, se dispondrá de un total de 12 ejercicios; habrá ejercicios básicos o centrales que se ejecutarán en todas las sesiones (i.e., press vertical, sentadilla, remo horizontal con banda y press Palof) y otros que se alternarán (i.e., bridge o puente de glúteo - zancadas; plancha frontal - plancha lateral; flexiones de brazos - press horizontal con banda; pull over - jalón al pecho), favoreciendo el dinamismo y evitando la monotomía.

1. Pull over ↔ Jalón al pecho
2. Plancha ↔ Plancha lateral
3. Press de hombros



4. Sentadilla
5. Remo
6. Flexiones  $\longleftrightarrow$  Press horizontal
7. Bridge  $\longleftrightarrow$  Zancada
8. Press Palof

Cada ejercicio tiene una posta en la que se describe el ejercicio en una planilla (**Ver Anexo 2.posta\_entrenamiento**) con una foto de la posición inicial y final del mismo para que el participante la revise en caso de no acordarse correctamente de la realización del mismo durante el descanso y que vaya sirviendo de guía. En la misma planilla estará el número asignado a cada ejercicio, siendo éste al que tendrá que aludir el participante para registrar la RPE en su propia planilla (no todos los participantes harán los ejercicios del 1 al 8).

El primer ejercicio que realizarán los participantes al acabar la parte aeróbica nunca será uno de tren inferior, evitando así un estímulo que pueda interferir con el entrenamiento recién finalizado, priorizando uno de core o tren superior.

El orden establecido según el número de participantes en cada sesión como primer ejercicio será:

- 1º participante  $\longleftrightarrow$  Plancha
- 2º participante  $\longleftrightarrow$  Press Pallof
- 3º participante  $\longleftrightarrow$  Remos
- 4º participante  $\longleftrightarrow$  Tracciones

Tabla 1.Ejercicios y niveles

	<i>Nivel 1</i>	<i>Nivel 2</i>	<i>Nivel 3</i>	<i>Grupos musculares principalmente implicados</i>
1	Sentadilla en silla	Sentadilla	Sentadilla con salto	<b>Cuádriceps, glúteos</b>
2	Zancada	Zancada andando	Zancada con salto	<b>Cuádriceps, glúteo, aductor</b>
3	Puente de glúteo	Puente unilateral	Puente unilateral con banda (+)	<b>Glúteo, isquiotibiales.</b>
4	Pull over con banda (+)	Pull over con banda (++)	Pull over con banda (+++)	<b>Dorsal, tríceps</b>
5	Flexiones en pared	Flexiones en mesa	Flexiones con rodillas	<b>Pectoral, tríceps, bíceps</b>
6	Press hombros sentado con banda (+)	Press hombros sentado con banda (++)	Press hombros sentado con banda (+++)	<b>Deltoides anterior, lateral</b>
7	Jalón al pecho con banda (+)	Jalón al pecho con banda (++)	Jalón al pecho con banda (+++)	<b>Trapezio, dorsal, escapulares</b>
8	Remo con banda (+)	Remo con banda (++)	Remo con banda (+++)	<b>Dorsal, trapecio, deltoides posterior</b>
9	Press bilateral con goma (+)	Press bilateral con goma (++)	Press bilateral con goma	<b>Pectoral, tríceps</b>





		(+++)	
10	Press palof 3"	Press palof dinámico	Press palof con rebotes
11	Plancha de rodillas	Plancha de rodillas dinámico	Plancha de rodillas con balanceo
12	Plancha lateral con rodilla	Plancha lateral con rodilla dinámico	Plancha lateral con rodilla + elevación de pierna
			<b>Core</b>

### 3.5. Sesión de ejercicio

La sesión de entrenamiento consta de **45 minutos de duración total**, distribuida en:

- **HIIT (28 minutos):** Calentamiento (5 minutos, 65-75%FCpico), intervalos intensos (12 minutos, 85-95%FCpico), intervalos descansos (6 minutos, 65-75%FCpico), vuelta a la calma (5 minutos, 65-75%FCpico).
- **Circuito de Fuerza (17 minutos):** 2 series de 8 ejercicios (20 segundos realizando el ejercicio – 40 segundos de descanso + 1 minuto de descanso entre series).

Con objeto de proporcionar atención, trato y seguridad médica adecuada al paciente, la ratio de entrenadores por participantes será de 1:1 a ser posible o como mucho 1:2.

Durante la sesión se utilizará música con objeto de incrementar la motivación del paciente. La música se asocia con efectos beneficiosos significativos sobre la valencia afectiva, dando lugar a un cambio comportamental y el afrontamiento de la tarea, incrementa el rendimiento físico, disminuye el esfuerzo percibido medido con RPE, y aumenta el consumo de oxígeno, (Terry et al, 2020), mostrando mayores beneficios la música alta y rápida (Edworthy et al, 2006). En definitiva, la música puede optimizar la adherencia al protocolo ya que disminuye la aversión hacia el esfuerzo que supone la implementación de programas de alta intensidad como el HIIT (Stork et al, 2015).

La música nunca debe sustituir al entrenador ni interferirlo, es decir, el participante debe escucharlo correctamente en todo momento. El entrenador tendrá un rol predominante, sin embargo, dados los potenciales beneficios descritos anteriormente, la música siempre estará puesta y, en el último minuto, se subirá el volumen con objeto de conseguir expresar todo lo posible el intervalo.

## 4. Procedimiento pre-sesión.

### 4.1. Información previa al participante

Se recordará a los participantes su horario de entrenamientos vía mensaje de Whatsapp.

En la fase inicial del proyecto se proporcionará a los participantes información relacionada con las recomendaciones generales de actividad física para la población, así como unos buenos hábitos de nutrición y vida saludable.



## 4.2. Introducción de los participantes en la aplicación Polar Team

La monitorización de la FC durante la sesión se realizará a través la aplicación (app) “Polar Team” instalada en un ipad. Para ello, antes de la sesión, se hará una introducción conceptual al respecto para los participantes estableciendo una apropiada configuración y vinculando la app con su banda correspondiente para poder visualizar todos los datos.

En primer lugar, creamos un equipo cuyo nombre será “Heartybrain”. A continuación se ejemplifican los pasos a seguir:

1. En las opciones laterales de la izquierda de la app pinchar sobre el símbolo ⚙️.



Figura 4. Adición del equipo en la app

2. En deporte principal marcamos “Otro”, unidades métricas y, si queremos, añadiremos la foto del equipo, que es el símbolo del proyecto.

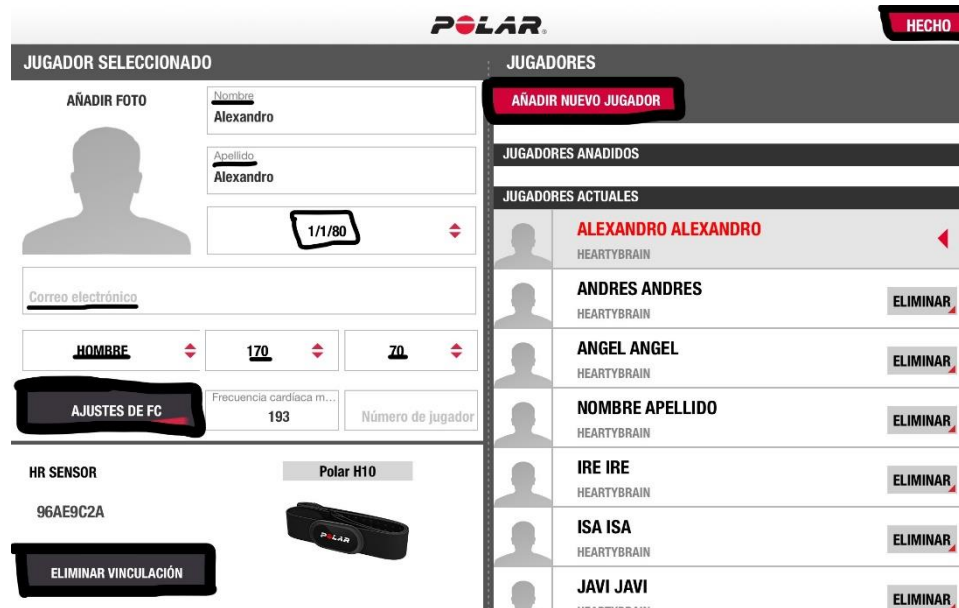
Tras esto, vamos a introducir a los participantes, como si fueran jugadores del equipo:

1. En las opciones laterales de la app, pinchar sobre el símbolo 👤.
2. En la parte de arriba, a la derecha, pinchamos “Admin. Jugadores”



Figura 5. Demostración pasos 1-2

3. Pinchar sobre “Añadir nuevo jugador”.
4. Introducimos los datos de nombre, apellidos, fecha de nacimiento, correo, sexo, altura, peso, los ajustes de la FC (ya dispondremos de ellos a través de pruebas anteriores)
5. Finalmente vincular el sensor H10 para la FC, pinchando sobre “Vincular sensor”.
6. Una vez acabado pulsamos sobre “Hecho”.



The screenshot shows the POLAR HECHHO app interface. On the left, under 'JUGADOR SELECCIONADO', there is a form to add a player. It includes fields for 'Nombre' (Alexandro), 'Apellido' (Alexandro), 'Correo electrónico', 'Sexo' (HOMBRE), 'Edad' (170), and 'Peso' (70). Below this is an 'AJUSTES DE FC' section with 'Frecuencia cardíaca m...' (193) and 'Número de jugador'. At the bottom left, there is an 'HR SENSOR' section with '96AE9C2A' and a 'Polar H10' sensor image, and an 'ELIMINAR VINCULACIÓN' button. On the right, under 'JUGADORES', there is a list of players. The first player is 'ALEXANDRO ALEXANDRO' with 'HEARTYBRAIN' status. Below it are 'ANDRES ANDRES', 'ANGEL ANGEL', 'NOMBRE APELLIDO', 'IRE IRE', 'ISA ISA', and 'JAVI JAVI', all with 'HEARTYBRAIN' status and an 'ELIMINAR' button next to each name.

Figura 6. Demostración pasos 4-5-6

De esta forma iremos introduciendo participante por participante.

#### 4.3. Procedimiento encargado del entrenamiento

El entrenador registrará diariamente esta información en lugar indicado de la plataforma REDCap:

- Entrenador/a /hora/día
- ID de los participantes
- Hora de inicio y fin
- %FCmáx pico de cada intervalo de esfuerzo
- Inclinação del tapiz 15" antes de la finalización del intervalo de esfuerzo
- Velocidad del tapiz 15" antes de la finalización del intervalo de esfuerzo
- RPE de cada intervalo de esfuerzo
- Posibles incidencias de la sesión

Destacar además que será muy importante conocer la ejecución correcta de cada ejercicio y para ello se debe mirar el **Anexo4.Descripcion\_tecnica\_gráfica** antes de la sesión.

Junto con ésto, el encargado de la sesión de entrenamiento debe preparar los materiales que se necesita cada participante:

- Silla
- Bandas elásticas
- Planilla de registro
- Cartilla de la percepción subjetiva del esfuerzo de cada participante.
- Rotulador
- Banda polar H10
- Tablets
- Reloj Polar Ignite II
- Postas



## 5. Procedimiento intra sesión

### 5.1. Preguntas específicas previas a la sesión de entrenamiento

Antes de iniciar la sesión de entrenamiento, los niveles de presión arterial y frecuencia cardíaca en reposo serán evaluados de forma individualizada por el personal sanitario que se encuentra en la instalación para asegurar que el participante pueda realizar de forma satisfactoria la sesión de entrenamiento.

Antes de comenzar la sesión se le preguntará al participante por su calidad de sueño (Ellis et al., 1981) de la noche anterior y por su motivación intrínseca (**Figura 7**) (Rose & Parfitt, 2008), registrando su respuesta en la cartilla RPE.

**¿Cómo dormiste anoche?**

Muy mal	Mal	Ligeramente mal	Ligeramente bien	Bien	Muy bien

**¿Cómo se siente ANTES DE COMENZAR?**

Muy mal	Mal	Ligeramente mal	Neutral	Ligeramente bien	Bien	Muy bien

Figura 7. Preguntas calidad de sueño y motivación pre sesión

### 5.2. Activación entrenamiento en el reloj

El entrenamiento está automáticamente configurado en el reloj (pulsómetro) con los períodos de esfuerzo y descansos, con objeto de que el/la participante sólo tenga que seleccionar el tipo de entrenamiento que le corresponde.

Una vez que los participantes tienen su banda pectoral colocada y se encuentran encima del tapiz, iniciarán la sesión de entrenamiento, para ello:

- Pulsar el botón del reloj
- Seleccionar “iniciar entrenamiento”
- Seleccionar “HIIT+RT”

El entrenamiento empezará automáticamente. Cuando finalice el entrenamiento, tras la vuelta a la calma, el participante debe guardar el entrenamiento. Para ello:

- Dejar pulsado el botón del reloj
- Una vez nos pregunte si queremos guardar la sesión, pulsar sobre ✓

#### 5.2.1 Activación Team

Durante la sesión de entrenamiento podremos observar a tiempo real las variables objetivas del participante en el iPad mediante la App “Polar Team”. Como ya hemos desarrollado previamente, dispondremos en la interfaz de una visión conjunta de todos los participantes, estando cada participante vinculado con su sensor de FC. La aplicación automáticamente detecta los sensores que están monitorizando FC en ese momento, de tal forma que sólo aquellos participantes con banda participan en esa sesión.


1. Abrimos la App “Polar Team”
2. En las opciones de la izquierda, pinchamos sobre el símbolo  para seleccionar el equipo “Heartybrain”, ya que es el que tiene la lista de los participantes, y puede haber otro equipo creado en la App con otra lista diferente.



Figura 8. Elección del equipo

3. Pinchamos el símbolo 🏠.
4. Pinchamos sobre “nueva sesión”.



Figura 9. Inicio de la sesión de entrenamiento

5. Automáticamente nos aparece la pantalla con los participantes disponibles para realizar la sesión, ya que son los que el dispositivo identifica como sensores de FC vinculados. Por último, iniciamos la sesión pinchando sobre “iniciar”.

NOMBRE DEL JUGADOR			SENSOR	ESTADO	NOMBRE DEL JUGADOR			SENSOR	ESTADO
ALE SCLAFFANI				--	ANDREA ANDREA			9EF78722	--
ANGEL TOVAL				--	BEA BEA				--
CARLOS PRIETO			96AEE421	♥ 97	CRISTINA CRISTINA			96AE9C2A	--
JAVI JAVI			88BEC22B	♥ 117	MARCOS OLVERA			E7ACBF1E	--
NOMBRE ISA				--	NOMBRE BUSTAMANTE				--
NOMBRE BELLON			86A1BC20	--	NOMBRE JAVI			96AEF525	--
NOMBRE MANU				--	RAFA RAFA			94F81C29	♥ 87

Figura 10. Detección de los participantes disponibles

### 5.3. Monitoreo de las señales durante el entrenamiento

Durante la sesión se recogerán de forma conjunta (participante y entrenador) los datos que definen la intensidad de la sesión de entrenamiento en el **Anexo4. Cartilla\_RPE**. El entrenador registrará la RPE de cada intervalo del HIIT junto



a la FC pico, la velocidad máxima del tapiz y la inclinación del mismo unos 15 segundos antes de la finalización del intervalo, de tal forma que se pueda homogeneizar ante cualquier hipotético cambio. Durante el HIIT el participante portará el reloj Polar, por lo que en todo momento dispondrá de información de la franja de intensidad a la que se encuentra (tanto en los intervalos de esfuerzo como en los de descanso). Previamente se habrán establecido las franjas de intensidad en el reloj, siendo la franja 5 (100-95% FC<sub>máx</sub>), la franja 4 (95-85 % FC<sub>máx</sub>), la franja 3 (75-65 % FC<sub>máx</sub>), la franja 2 (65-50 % FC<sub>máx</sub>) y la franja 1 (<50% FC<sub>máx</sub>).

Durante el intervalo, el participante obtendrá feedback auditivo de la intensidad por parte del entrenador y feedback visual por parte del reloj a través de una escala con colores asociados a intensidad. Por último, el participante también dispondrá de feedback sensorial y auditivo por parte del reloj, puesto que si el participante se sale de la franja objetivo se emitirá una alerta sonora y vibratoria.

El participante registra la RPE después de cada ejercicio del circuito, así como la RPE post sesión.

#### 5.4.Fase de calentamiento

El participante subirá en el tapiz y comenzará el calentamiento, que consta de 5 minutos a una intensidad del 70% FC<sub>máx</sub> (rango: 65-75%), permitiendo así comenzar el primer intervalo con la intensidad suficiente. El participante dispone de la primera mitad del calentamiento (2'30") para alcanzar dicho porcentaje, siendo función del entrenador que lo consiga manteniéndose en ese rango durante el resto del tiempo.

Numerosos estudios han demostrado que el calentamiento supone un medio fundamental para propiciar adaptaciones fisiológicas que predisponen a una mejora del rendimiento deportivo. Ribeiro et al. (2014) demostraron que el calentamiento disminuye el riesgo de lesión sin interferir negativamente en el desarrollo de la sesión de entrenamiento específicamente. Esta reducción de lesiones se asocia principalmente a un aumento de la temperatura corporal, la cual genera una mayor elasticidad del músculo y tejido conjuntivo así como un mayor rango de movimiento en las distintas articulaciones.

Se han demostrado mayores beneficios en el rendimiento deportivo cuando se implementa un calentamiento específico de la zona a trabajar en comparación con un calentamiento general (Pinfold et al., 2018), por lo que en el calentamiento que se llevará a cabo en el presente proyecto constará de la realización de los patrones de movimientos básicos que recluten los principales músculos implicados en la sesión.

#### 5.5. Fase principal

La parte principal de la sesión consta de dos partes claramente diferenciadas, siendo la primera el protocolo HIIT y la segunda parte el circuito de fortalecimiento muscular.

Tras finalizar el calentamiento, el participante empezará los períodos de intervalos de 4 minutos de duración. Durante los intervalos, el participante alcanzará un intervalo de intensidad del 85-95% FC<sub>máx</sub> y deberá reportar una RPE el objetivo es de 15-18 (6-8), permitiendo el primer intervalo completo para llegar a dicha intensidad (RPE – 15; 6). Sin embargo, en los intervalos restantes solo dispondrá de los primeros dos minutos del mismo para llegar a ella, manteniéndose en esa intensidad los dos minutos restantes



(RPE – 17,18; 7-8). El entrenador sólo se asegura que el participante está en la franja adecuada, pero no tendrá que exigir ningún nivel de esfuerzo dentro de la misma.

Quince segundos previos a la conclusión del intervalo, el entrenador mostrará al participante la planilla RPE para que señale el esfuerzo percibido durante el intervalo. De esta forma se obtendrá un dato más representativo evitando aïlar la percepción final, del trabajo. Del mismo modo, se evitará el sesgo grupal por haber escuchado la RPE del otro participante. Además, también anotará en ese momento la FC, la inclinación y la velocidad del tapiz.

Al acabar el intervalo, el participante tendrá un período de 3 minutos de descanso activo, en el que se deberá mantener una intensidad del 65-75 % FC<sub>máx</sub>. La dinámica será la misma hasta completar los 3 intervalos de esfuerzo.

Tras los 3 intervalos, hay un período de vuelta a la calma de 4 minutos en el que el participante irá bajando progresivamente la intensidad para evitar que haya una hipotensión o cualquier problema derivado de la intensidad del ejercicio, nunca bajando de la franja establecida en los períodos de descanso activo para que luego no le cueste mucho volver a subir la intensidad en la parte de fuerza.

Entre la parte aeróbica y la de fuerza se establece un minuto de descanso en el que los participantes irán andando por la sala. Mientras, el entrenador recordará en qué ejercicio comienza cada participante y proporcionará información muy concreta sobre la técnica de ejecución de los ejercicios. Adicionalmente, se ofrecerá hidratación.

El circuito de resistencia muscular consiste en 8 ejercicios de los 12 descritos con anterioridad en el punto “selección y orden de los ejercicios”. Se llevarán a cabo 2 series del circuito con una densidad de 20:40 (tiempo de trabajo:tiempo de descanso), habiendo un minuto de descanso pasivo entre series.

Al finalizar cada ejercicio el participante anotará en la planilla la RPE asociada a la ejecución del mismo.

## 5.6.Fin de la sesión

Se preguntará a los participantes por su sensación post-ejercicio y el RPE general de la sesión.

¿Cómo se siente DESPUÉS DE REALIZAR LA SESIÓN DE ENTRENAMIENTO?

Muy mal	Mal	Ligeramente mal	Neutral	Ligeramente bien	Bien	Muy bien

Figura 11. Pregunta motivación intrínseca post sesión

Cada dos semanas, también se usará la escala PACES (Physical Activity Enjoyment Scale). Es una escala de 18 ítems (figura 12), pero usaremos la version reducida y validada (para nuestra muestra estudio) de 8 ítems (tabla 2), valorando en un rango del 1-7 una serie de sensaciones o estados de ánimo respecto a su opuesto, para que sea más fácil y práctico con los participantes (Mullen et al., 2011). Dicha escala mide el disfrute de la actividad física percibida, asumiendo que un mayor disfrute reportará mejores resultados de adherencia y motivación intrínseca y, por tanto, los beneficios del ejercicio planteado serán también mayores. El disfrute también está relacionado con el apoyo social de manera indirecta. (Mullen et al, 2011)





Table 2 Physical Activity Enjoyment Scale (PACES) 18-items

#	Item
1	I enjoy it; I hate it
2	I feel bored; I feel interested
3	I dislike it; I like it
4	I find it pleasurable; I find it unpleasurable
5	I am very absorbed in this activity; I am not at all absorbed in this activity
6	It's no fun at all; It's a lot of fun
7	I find it energizing; I find it tiring
8	It makes me depressed; It makes me happy
9	It's very pleasant; It's very unpleasant
10	I feel good physically while doing it; I feel bad physically while doing it
11	It's very invigorating; It's not at all invigorating
12	I am very frustrated by it; I am not at all frustrated by it
13	It's very gratifying; It's not at all gratifying
14	It's very exhilarating; It's not at all exhilarating
15	It's not at all stimulating; It's very stimulating
16	It gives me a strong sense of accomplishment; It does not give me any sense of accomplishment
17	It's very refreshing; It's not at all refreshing
18	I felt as though I would rather be doing something else; I felt as though there was nothing else I would rather be doing

Figura 12. Escala PACES 18 ítems. En rojo se marcan los ítems a usar en la escala reducida.

Una vez finalizada la sesión, debemos finalizar y guardar la sesión de entrenamiento en la App. Para ello:

1. Pulsa el símbolo de pause 



Figura 13. Selección del pause

2. Pinchar sobre finalizar
3. Pinchar sobre guardar

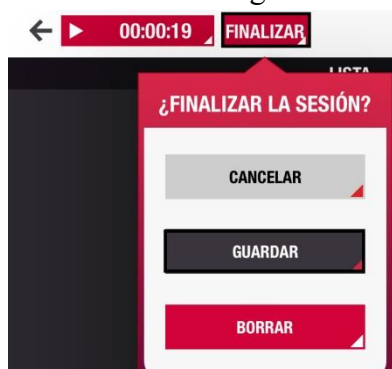


Figura 14. finalización y guardado de la sesión

Al guardar la sesión, tendremos un resumen de la misma con los detalles de cada participante.



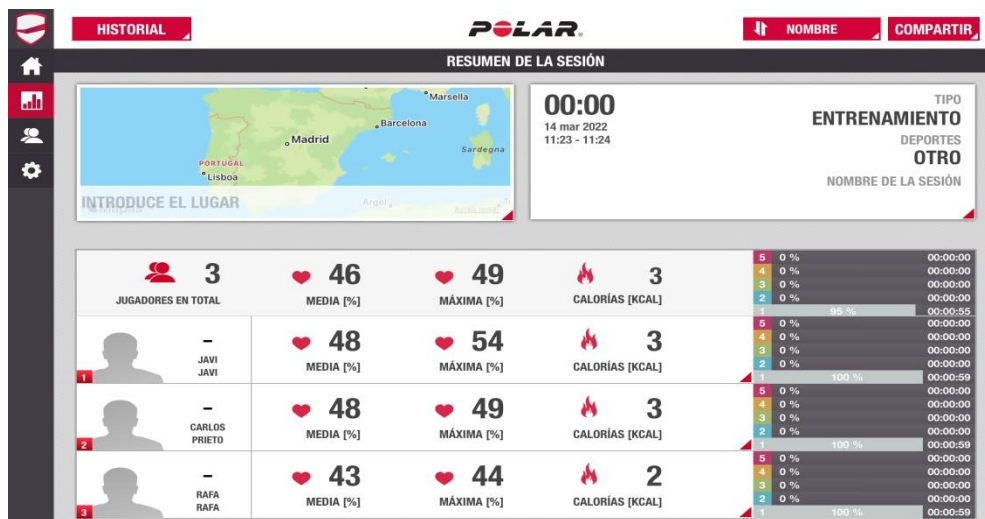


Figura 15. Resumen de la sesión

## 6. Manejo de datos.

### 6.1. Ingreso de datos de sesión

Los datos obtenidos de cada entrenamiento se ingresan directamente en la plataforma REDCap.

### 6.2. Descarga de datos Polar

Al finalizar la semana se procederá a la descarga de los datos de las sesiones. Para ello, como cada participante tiene una cuenta polar asociada a su reloj, la descarga de los datos es individual. Las sesiones se descargan como un archivo .zip que procederemos a extraer en su carpeta correspondiente. La descarga de los datos se realiza de la siguiente forma:

1. Accederemos a la web <https://account.polar.com/>
2. Iniciaremos sesión con la cuenta de correo y contraseña asociados al producto polar
3. Nos desplazaremos hasta la parte baja de la página, en el apartado “puedes descargar tus datos desde aquí” y seleccionamos “descargar”.
4. Abriremos el fichero y seleccionamos los archivos nombrados como “training sesión – fecha correspondiente”. Pincharemos extraer y las exportamos a la carpeta del participante.

## 7. Índice de anexos

- Anexo1.Registro\_individual
- Anexo2.Posta\_entrenamiento
- Anexo3.Cartilla\_RPE
- Anexo4.Descripcion\_tecnica\_grafica



## 8. Bibliografía

- Borg, E., & Kaijser, L. (2006). A comparison between three rating scales for perceived exertion and two different work tests. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 16(1), 57-69.
- Ellis, B., Johns, M. W., Lancaster, R., Raptopoulus, P., Anfelopoulos, N., & Priest, R. G. (1981). Strengh Band. *Sleep*, 4(1), 93–97. <https://doi.org/10.1093/sleep/4.1.93>
- Mullen, S. P., Olson, E. A., Phillips, S. M., Szabo, A. N., Wójcicki, T. R., Mailey, E. L., Gothe, N. P., Fanning, J. T., Kramer, A. F., & Mcauley, E. (2011). *Measuring enjoyment of physical activity in older adults : invariance of the physical activity enjoyment scale ( paces ) across groups and time*. 1–9.
- Page, P., & Ellenbecker, T. (2008). Strength Band Training. In *Physiotherapy Canada* (Vol. 60, Issue 2). <https://doi.org/10.3138/physio.60.2.195>
- Pinfold, S. C., Harnett, M. C., Cochrane, D. J., Pinfold, S. C., Harnett, M. C., & The, D. J. C. (2018). The acute effect of lower-limb warm-up on muscle performance. *Research in Sports Medicine*, 00(00), 1–10. <https://doi.org/10.1080/15438627.2018.1492390>
- Roger, W. E., & Thomas, R. B. (2008). *Manual NSCA. Fundamentos del entrenamiento personal*.
- Rose, E. A., & Parfitt, G. (2008). Can the feeling scale be used to regulate exercise intensity? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 40(10), 1852–1860. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31817a8aea>