

# Plan de investigación y formación

Curso académico 2024-25

Efectos de la Restricción del Flujo Sanguíneo (RFS) o Blood Flow Restriction (BFR) combinado con entrenamiento de musculación de moderada/alta intensidad en las adaptaciones de la hipertrofia y la fuerza.

Nombre y apellidos del investigador/a en formación: Guillermo Seijas Albir

Programa de Doctorado en CAFD

Dirección de tesis doctoral: Josep Morales y Eduardo Carballeira

Tutoría: Josep Morales

Fecha: 24/03/2025

## Índice

<b>1. Introducción</b>	<b>2</b>
1.1 Estado de la cuestión: mecanismos de la hipertrofia muscular	
1.2 Justificación del proyecto	
<b>2. Objetivos</b>	<b>5</b>
2.1 Objetivo general	
2.2 Objetivos específicos	
<b>3. Método</b>	<b>6</b>
3.1 Enfoque epistemológico y paradigma de investigación	
3.2 Justificación del enfoque cuantitativo	
3.3 Diseño del estudio	
<b>4. Implicaciones éticas</b>	<b>13</b>
4.1 Beneficios potenciales del estudio	
4.2 Riesgos	
4.3 Estrategias para la mitigación de riesgos	
<b>5. Limitaciones y líneas futuras</b>	<b>17</b>
5.1 Limitaciones	
5.2 Líneas futuras de investigación	
<b>6. Plan de trabajo</b>	<b>19</b>
6.1 Fases del proyecto y tareas previstas	
6.2 Cronograma	
6.3 Plan de difusión de resultados	
<b>7. Bibliografía</b>	<b>22</b>
<b>8. Plan de formación</b>	<b>30</b>
8.1 Actividades transversales	
8.2 Actividades específicas	
<b>9. Anexos</b>	<b>32</b>
9.1 HOJA DE INFORMACIÓN PARA LOS PARTICIPANTES	
9.2 FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO	
9.3 FORMULARIO DE ANAMNESIS PARA PARTICIPANTES EN EL ESTUDIO	

# 1. Introducción

## 1.1 Estado de la cuestión: mecanismos de la hipertrofia muscular

El crecimiento muscular es el resultado de un proceso complejo en el que intervienen múltiples factores, desde estímulos mecánicos hasta respuestas metabólicas e inflamatorias. Tradicionalmente, se han identificado tres mecanismos principales que favorecen la hipertrofia:

- **Tensión mecánica:** Es el estímulo primario para el crecimiento muscular y está estrechamente relacionado con la activación de vías anabólicas, como la mTOR (mechanistic target of rapamycin) ([Schoenfeld., 2010](#)). La sobrecarga progresiva y el entrenamiento con cargas elevadas han demostrado inducir un aumento en la síntesis de proteínas miofibrilares y en la proliferación de células satélite, elementos clave en el proceso adaptativo del músculo esquelético ([Petrella et al., 2008](#)).
- **Estrés metabólico:** Se produce cuando el metabolismo anaeróbico genera una acumulación de subproductos como lactato, fosfatos inorgánicos e iones de hidrógeno. Esta acumulación no sólo induce fatiga, sino que también actúa como un potente estímulo para la liberación de hormonas anabólicas, como la hormona del crecimiento, y la activación de señales intracelulares que favorecen la síntesis de proteínas musculares y la hipertrofia ([Goto et al., 2005](#); [Cerdeira-Kohler et al., 2018](#)).
- **Daño muscular:** Aunque históricamente se le ha atribuido un papel fundamental en la hipertrofia, estudios recientes sugieren que su importancia es menor de lo que inicialmente se pensaba ([Schoenfeld 2012](#)). El entrenamiento de alta intensidad provoca microlesiones en las fibras musculares, desencadenando una respuesta inflamatoria que contribuye a la reparación y al crecimiento del tejido muscular. No obstante, un daño excesivo puede comprometer la recuperación y la adaptación, lo que sugiere que, si bien forma parte del proceso hipertrofico, su impacto es secundario en comparación con la tensión mecánica y el estrés metabólico ([Damas et al., 2016](#)).

En este contexto, el entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo (BFR, por sus siglas en inglés) ha surgido como una técnica innovadora que aprovecha principalmente el

mecanismo del estrés metabólico para inducir adaptaciones musculares. Este método consiste en la aplicación de una compresión en las extremidades durante el ejercicio, lo que restringe en gran medida el flujo sanguíneo venoso y de forma más moderada la perfusión arterial. Como resultado, se genera una mayor congestión en el músculo, una reducción en el aporte de oxígeno al tejido muscular y una fatiga acelerada de las fibras musculares. Estos efectos crean un ambiente bioquímico que potencia la acumulación de metabolitos y un mayor y/o más temprano reclutamiento de fibras musculares tipo II, promoviendo respuestas hipertróficas significativas incluso con cargas relativamente bajas ([Abe et al., 2005](#)).

Diversos estudios han demostrado que el BFR puede generar adaptaciones en hipertrofia y fuerza muscular cercanas a las obtenidas con cargas elevadas ( $\geq 70\%$  1RM), pero utilizando intensidades mucho menores ([Farup et al., 2015](#); [Drummond et al., 2008](#)). Aunque los mecanismos exactos aún no están completamente claros, se postula que los efectos del BFR pueden deberse a una combinación de factores, entre ellos: la hipoxia tisular, el aumento en la hidratación celular, la congestión muscular, la fatiga temprana que favorece el reclutamiento de fibras de alto umbral, y la acumulación de metabolitos. Algunas investigaciones han establecido una relación directa entre el aumento en la concentración de estos metabolitos, la hipoxia local y la activación de vías anabólicas como la mTOR, lo que explicaría en parte las adaptaciones observadas ([Damas et al., 2016](#); [Dankel et al., 2017](#)).

Además, el hecho de que la restricción del flujo sanguíneo potencie el reclutamiento de fibras musculares tipo II, que normalmente solo se activan en ejercicios de alta intensidad, supone una alternativa interesante para poblaciones con limitaciones para el uso de intensidades moderadas o elevadas en el entrenamiento de fuerza y la hipertrofia. Esto incluye a personas en rehabilitación, deportistas que ya manejan volúmenes de entrenamiento elevados y que buscan minimizar el impacto mecánico sobre sus estructuras, o individuos que simplemente desean mejorar su composición corporal sin someterse a elevados niveles de estrés mecánico ([Manini & Clark., 2009](#)). La efectividad del BFR con cargas ligeras ha sido ampliamente demostrada y contrastada en la literatura científica.

## 1.2 Justificación del proyecto

Por otra parte, poco se sabe sobre los efectos del BFR cuando se combina con entrenamientos de musculación de moderada y alta intensidad en sujetos que no presentan limitaciones en su práctica deportiva. A pesar de que existen algunas referencias sobre la aplicación del BFR en contextos de alta intensidad, la mayoría de estos estudios se centran en su seguridad, en sus beneficios cardiovasculares ([Macedo et al., 2024](#)) o en su uso en deportes de resistencia como el ciclismo y la carrera ([Tangchaisuriya et al., 2021](#); [Bourgeois., 2025](#)), sin abordar directamente su impacto en la hipertrofia muscular. Solo unos pocos y muy recientes estudios, abordan sus efectos en el entrenamiento de hipertrofia, como el de [Cornejo-Daza et al. 2024](#) que compara grupos de trabajo con altas cargas con y sin BFR, logrando los primeros incrementos en la hipertrofia del VL de cuádriceps muy superiores al grupo sin BFR. Por otra parte, el metaanálisis de [Chientanlei et al. 2025](#), afirma en sus conclusiones sobre los 10 estudios analizados, que el BFR con altas cargas no produce ganancias significativas en masa muscular. Sin embargo, cuando accedemos a los estudios analizados, vemos que solo dos de ellos trabajan con altas cargas y BFR aplicados de forma simultánea, solo 4 miden los efectos sobre la hipertrofia, de los cuales 3 constatan mejoras significativas, el cuarto aplica presión subjetiva y lo hace durante 10-14 brazas al sprint, aliviando la presión de los manguitos en los descansos y los dos estudios que valoran cambios hormonales, informan de incrementos sustanciales en los niveles de hormonas anabólicas como la testosterona y GH en los grupos BFR. Así pues, parece que los pocos estudios realizados hasta el momento, justifican continuar trabajando en esta dirección.

Con este fin, el presente proyecto de investigación busca analizar de manera más detallada los efectos del BFR combinado con entrenamiento de musculación de moderada/alta intensidad en las adaptaciones hipertróficas, evaluando tanto los cambios fisiológicos producidos, como sus posibles aplicaciones prácticas. En particular, queremos determinar si la combinación del BFR con intensidades cercanas al 70% de 1RM proporciona beneficios adicionales en términos de hipertrofia y fuerza muscular o si su impacto es similar al del entrenamiento tradicional de alta intensidad, que ya genera altos niveles de estrés metabólico. Dado que la literatura científica en este ámbito es muy escasa, esta investigación puede aportar información relevante para la optimización de programas de entrenamiento de fuerza e hipertrofia en poblaciones sin limitaciones en su práctica deportiva.

## 2. Objetivos

El objetivo principal de este estudio es analizar los efectos del entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo combinado con el entrenamiento de hipertrofia de moderada y alta intensidad.

### 2.1 Objetivo general

- **Evaluar la efectividad del BFR en la potenciación de las adaptaciones fisiológicas al entrenamiento de hipertrofia de media/alta intensidad.** Se pretende determinar si la combinación del BFR con intensidades moderadas/altas genera mayores adaptaciones musculares, similares o inferiores a las del mismo entrenamiento sin restricción del flujo sanguíneo.

### 2.2 Objetivos específicos

- **Determinar el impacto del BFR en la hipertrofia muscular cuando se añade a un protocolo de entrenamiento de moderada/alta intensidad, igualando volumen o fatiga con el grupo sin BFR** mediante análisis de imagen y mediciones antropométricas. Para ello, se empleará ecografía musculoesquelética tomando como referencia estudios previos que han validado estas metodologías en la evaluación del crecimiento muscular ([Franchi et al., 2018](#)), en los que se medirá el espesor muscular y el área de sección transversal del vasto lateral del cuádriceps.
- **Evaluar la influencia del BFR en la ganancia de fuerza cuando se añade a un protocolo de entrenamiento de hipertrofia de moderada/alta intensidad, igualando volumen o fatiga con grupos Free Flow (FF),** utilizando test de carga/velocidad con encoder lineal para estimar la fuerza máxima, test de fuerza resistencia, viendo el momento de fallo en los distintos controles y finalmente, test de potencia Countermovement Jump con dispositivo Optojump. Se analizará si el uso de BFR con intensidades medias/altas puede generar mejoras superiores a las obtenidas con intensidades similares en el entrenamiento convencional y si estas adaptaciones en fuerza están en consonancia con el desarrollo de la hipertrofia muscular ([Cook et al., 2013](#)).

Este estudio permitirá profundizar en el conocimiento de los mecanismos fisiológicos que sustentan las adaptaciones al BFR, aportando datos relevantes para su aplicación en contextos de entrenamiento con individuos que no presentan limitaciones funcionales o médicas para la práctica deportiva. En un campo donde la evidencia aún es limitada, los resultados de esta investigación podrían contribuir a optimizar estrategias de entrenamiento de hipertrofia, proporcionando una base científica más sólida para la implementación del BFR en atletas y sujetos sin limitaciones físicas. Además, se espera que los hallazgos sirvan para comprender mejor el papel del estrés metabólico en la hipertrofia y su interacción con otros mecanismos fisiológicos en el crecimiento muscular.

### 3. Método

#### 3.1 Enfoque epistemológico y paradigma de investigación

Este estudio se adscribe al paradigma postpositivista, caracterizado por una aproximación empírica y basada en la objetividad, pero reconociendo la posibilidad de errores en la observación y la necesidad de controles metodológicos rigurosos ([Denman 1994](#)).

El enfoque de la investigación será cuantitativo, ya que busca establecer relaciones causales entre el entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo (BFR) y la hipertrofia muscular mediante mediciones objetivas (ecografía muscular, tests de carga/velocidad y análisis de lactato).

#### 3.2 Justificación del enfoque cuantitativo

- **Objetividad y replicabilidad:** La cuantificación de las adaptaciones musculares permite minimizar sesgos subjetivos y garantizar la reproducibilidad de los hallazgos.
- **Generalización de resultados:** A diferencia de los estudios cualitativos, este diseño permitirá extrapolar los efectos del BFR en sujetos entrenados y poblaciones similares.
- Para el análisis de los datos se empleará un Modelo Lineal General Mixto (GLMM), dado que permite considerar tanto efectos fijos como aleatorios y es adecuado para

estudios con medidas repetidas y estructuras jerárquicas de los datos. El cálculo del tamaño muestral se realizó mediante el software G\*Power v3.1, estableciendo un tamaño del efecto moderado ( $d = 0,5$ ), de acuerdo con lo reportado por [Pelland et al. \(2024\)](#). Con un nivel de significación de  $p < 0,05$  y una potencia estadística ( $1-\beta$ ) de 0,80, se determinó que el rango óptimo de participantes necesario se sitúa entre 36 y 42 sujetos, lo cual asegura la sensibilidad adecuada para detectar efectos significativos en el estudio.

Este marco metodológico permite abordar el problema de investigación desde una perspectiva basada en la evidencia, asegurando que los resultados obtenidos sean válidos y aplicables dentro del campo de la fisiología del ejercicio.

### 3.3 Diseño del estudio

Este estudio adoptará un ensayo controlado aleatorizado (ECA) con tres grupos:

- **Grupo BFR V35:** entrenamiento de hipertrofia con restricción del flujo sanguíneo y base en velocidad, pues, este último sistema, ha demostrado ser un método válido, menos riesgoso y con mejores resultados que el método tradicional con cálculo directo de 1RM ([González-Badillo et al. 2010](#); [Fernández Ortega et al. 2025](#); [Dorrel et al. 2020](#)). Este grupo será el primero en participar y nos servirá para determinar la media de repeticiones ejecutadas en las 7 series de cuádriceps (grupo muscular sujeto a mediciones). Las series se detendrán cuando la pérdida de velocidad propulsiva alcance, por segunda vez, el 35% respecto a la repetición más rápida de la serie y el volumen de repeticiones extraído se aplicará al grupo FF (Free Flow) Volumen.
- **Grupo FF Vol:** entrenamiento de hipertrofia sin restricción del flujo sanguíneo igualando el volumen de trabajo determinado por el grupo BFR V35. Según las pruebas piloto realizadas con 4 individuos, y como era previsible, los sujetos con BFR no consiguen igualar las repeticiones por serie que logran con FF, por lo que se determina tomar el grupo BFR V35 como referencia de volumen y no a la inversa como se valoró en un inicio. Este grupo iguala a volumen al grupo BFR V35.
- **Grupo FF V35:** entrenamiento de hipertrofia sin restricción del flujo sanguíneo igualando el número de series y parando cuando la pérdida de velocidad propulsiva disminuya en un 35% respecto a la repetición más rápida. Estudios como los de



[Hickmott et al. \(2022\)](#), [Jukic et al. \(2023\)](#) o [Pareja-Blanco et al. \(2016\)](#), parecen indicar que pérdidas de velocidad superiores al 25% respecto a la velocidad propulsiva media de la repetición más rápida, son óptimas para las mejoras en hipertrofia, mientras que pérdidas de velocidad iguales o superiores al 40% podrían suponer una fatiga excesiva y comprometer la capacidad de recuperación.

La intervención tendrá una duración de **15 semanas**, con mediciones en las semanas 1, 8 y 15, que además serán semanas de descarga y, por lo tanto, sin entrenamiento del grupo muscular diana. También se realizan valoraciones diarias de la carga (peso) y ajustes en la misma, si fuesen necesarias, con tal de mantener la intensidad ajustada al 70% de 1RM en caso de que se produzcan mejoras de rendimiento.

Este diseño sigue las recomendaciones metodológicas propuestas por [Swinton et al. \(2023\)](#) sobre la importancia de intervenciones prolongadas y mediciones frecuentes para aumentar la potencia estadística en estudios de entrenamiento con resistencias.

## Participantes

### Criterios de inclusión

- Individuos de entre 18 y 35 años, para garantizar que los sujetos respondan de manera suficiente al entrenamiento, sin dejar de atender a las potenciales limitaciones para encontrar participantes ([Welle et al., 1996](#)).
- Mínimo 1 año de experiencia en entrenamiento de hipertrofia de 2-3 sesiones por semana y grupo muscular. Este criterio de selección nos permite evitar las desviaciones que podrían producir deportistas noveles, más propensos a tener respuestas adaptativas significativas, incluso con estímulos poco adaptados ([Scarpelli et al., 2020](#)). Como criterio adicional para confirmar su validez y experiencia, se pedirá que los participantes confirmen ser capaces de realizar una repetición de sentadilla con un peso equivalente a 1,2 veces su peso corporal, un valor intermedio entre deportistas noveles e intermedios según Strength Level, que realiza una [comparativa](#) entre más de 24.000 deportistas.
- **Sin lesiones musculoesqueléticas** en los últimos 6 meses en los músculos entrenados, para evitar problemas musculares recurrentes que pudiesen producir perjuicio a los participantes y un abandono prematuro del estudio ([Liu et al., 2012](#); [Wong et al., 2015](#)).

- **Sin historial de enfermedades cardiovasculares o metabólicas** como trombosis venosa, trastornos de coagulación, enfermedades cardíacas, hipertensión, varices, obesidad y otras afecciones, para evitar exponer a riesgos a los participantes. Se evitarán por principio de precaución otras condiciones como el embarazo ([Villalva, 2022](#); [Bleda et al., 2020](#)).

### **Criterios de exclusión**

- Uso de fármacos anabólicos o sustancias que puedan influir en el crecimiento muscular.
- Participación simultánea en otro programa de entrenamiento concurrente, para evitar interferencias en las adaptaciones o sobreentrenamiento que limite la capacidad de adaptación del organismo ([Wilson et al., 2012](#)).
- Presencia de patologías que puedan interferir en la seguridad del entrenamiento con BFR.

### **Intervención**

**Protocolo de entrenamiento:** los tres grupos seguirán similar protocolo de entrenamiento como se detalla a continuación, con diferencias en la aplicación consistentes en la aplicación de BFR e igualación en volumen o en fatiga. Los distintos individuos realizarán dos sesiones de entrenamiento semanales con 4 series de sentadilla paralela (bajar hasta que el muslo esté paralelo al suelo) y 3 series de leg extension.

- **Carga:** 70% 1RM, dada su eficacia demostrada y las ventajas que supone respecto a eficiencia dosis/respuesta y el desgaste, además de ser una intensidad ampliamente aceptada como óptima en el entrenamiento de hipertrofia ([Schoenfeld et al., 2021](#)). El 70% de 1RM se medirá en todos los individuos participantes mediante test de carga-velocidad con encoder lineal ADR, validado en reiteradas ocasiones ([López-Torres et al. 2025](#); [Pérez-Castilla et al. 2024](#); [Polo-Ferrero et al. 2025](#)). Los test de carga-velocidad se realizarán al inicio del proceso y en las semanas 1, 8 y 15 y servirá como mecanismo de ajuste de cargas. Por otra parte los pesos se modificarán en  $\pm 5\%$  siempre que la velocidad propulsiva media de la repetición más rápida de la primera serie se desvíe en  $\pm 0,08$  m/s del mismo valor en la sesión precedente, con tal

de acomodar los pesos al progreso de cada participante sesión a sesión tal y como indican [Banyard et al. 2018](#), [2021](#), que sitúan la diferencia mínima detectable en la velocidad propulsiva en 0,08 m/s, equivalente a entre un 4 y un 6%.

- **Series y repeticiones:** Realizaremos 7 series efectivas por sesión y dos sesiones semanales para el cuádriceps, siendo 4 de sentadilla y 3 de leg extension, que vendrán precedidas por 10 minutos de tapiz rodante y una serie de calentamiento de sentadilla. Los volúmenes  $\geq 10$  series semanales por grupo muscular se han demostrado óptimas, pudiendo encontrar una meseta o zona de estancamiento a partir de las 20, según el metaanálisis de [Schoenfeld et al](#) (2017). Dado que los participantes serán reclutados entre estudiantes de la URL, que probablemente realizan actividad física como parte de su vida académica (CAFD) y/o también en su tiempo libre, hemos considerado prudente mantener el volumen de entrenamiento en 14 series semanales, que equivale al rango medio de la zona óptima.

En el primer grupo (BFR V35) pararemos cada serie cuando la pérdida de velocidad propulsiva alcance el 35% en dos ocasiones, respecto a la repetición más rápida. De este modo, mantendremos un mayor control sobre los niveles de fatiga y la efectividad de los entrenamientos, tal como se recoge en el metaanálisis de [Hickmott y companya de 2022](#). En el grupo FF volumen, deberán igualar el número de repeticiones medias para cada ejercicio del grupo BFR V35 y finalmente el grupo FF V35, deberá seguir el protocolo del grupo BFR V35 con la excepción de la aplicación de BFR.

- **Tiempo bajo tensión:** máxima velocidad concéntrico / 1-2s excéntrico. El metaanálisis de [Schoenfeld y colaboradores](#) (2015), no hallan diferencias de efectividad en un rango de 0,5 a 8 segundos por repetición, siempre que se trabaje en una zona próxima al fallo concéntrico y refleja una bajada notable del rendimiento en repeticiones superlentas. Por ello y para optimizar el tiempo sin sacrificar una correcta técnica de ejecución, consideramos emplear un tiempo bajo dentro del rango óptimo.
- **Descanso entre series:** El descanso entre series será de 2'. Según la revisión de [Grgic y colaboradores](#) (2017), los descansos superiores a 60 segundos resultan en mayor ganancia muscular. Por otro lado, descansos superiores a los 3 minutos podrían amortiguar el efecto del estrés metabólico, por lo que desvirtuarían el efecto del BFR. Cabe remarcar que no hay unidad de criterio entre los numerosos estudios realizados.

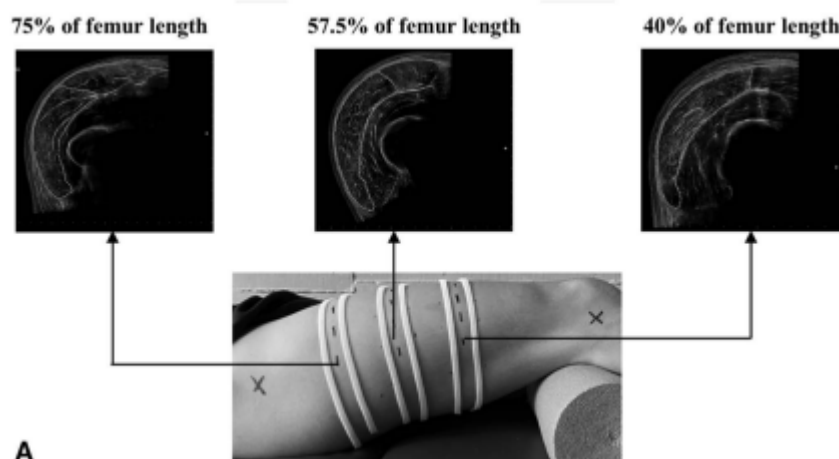
El descanso entre ejercicios será de 4' con el fin de aliviar la presión de los manguitos, recalcularla para la nueva posición de sentado y aplicarla, práctica recomendada para obtener presiones más precisas, según [Queirós et al. \(2024\)](#).

- **Frecuencia:** cada grupo muscular será entrenado 2 veces por semana. Si bien parece contrastado que repartir el volumen en varias sesiones dentro de un microciclo tipo de una semana, es mejor que concentrarlo en una sola sesión, no hay unanimidad en cuanto al número de sesiones óptimas ([Ribeiro et al., 2014](#), [Saric et al., 2018](#), [Schoenfeld et al 2015](#)).
- **Aplicación del BFR:** la presión de oclusión se ajustará al 70% de la oclusión arterial total, usando presiones relativas de entre el 40 y el 80% según coinciden la mayoría de protocolos ([Luke et al., 2024](#) y [Loenneke et al., 2012](#)) y siendo estas superiores para los miembros con mayor diámetro, como recomiendan estos mismos estudios. No se aliviará la presión entre series para potenciar los efectos del estrés metabólico y no se mantendrá la presión más de 20 minutos continuados para miembro inferior, siguiendo las directrices de eficacia y seguridad de [Australian Institute of Sports](#). Los períodos de alivio entre ejercicios no serán inferiores a la duración mínima de 3 minutos que recomienda dicha institución. Los manguitos empleados serán de inflado automático AirBands por estar su precisión validada ([Zhang et al. 2024](#)).
- **Selección de ejercicios:** Optamos por aplicar un ejercicio global como la sentadilla, pero ejecutado en una máquina Smith (Salter) para minimizar potenciales inconvenientes de una técnica poco eficaz, y otro analítico como es el leg extension (TechnoGym), para asegurar la incidencia sobre el grupo muscular diana. También hay que tener en cuenta que nos encontramos sujetos a las condiciones materiales existentes en el Complex Esportiu de l'Hospitalet Nord, lugar donde se llevarán a cabo las sesiones de entrenamiento.

## Variables e instrumentos de medida

### A) Hipertrofia muscular

- **Ecografía muscular.** Se medirán el grosor y el área de sección transversal del vasto lateral del cuádriceps femoral. Ésta técnica resulta fiable, asequible y segura, además de no ser invasiva ([Liu et al. 2024](#)). Seguiremos los protocolos de medición empleados en el estudio de [Cornejo-Daza et al. 2024](#), partiendo de una posición de decúbito supino, con las rodillas apoyadas en ligera flexión ( $\sim 150^\circ$ ), con 15 minutos de reposo antes de la medición. Las mediciones del área de sección transversal del VL de cuádriceps se realizarán en 3 puntos de la longitud del fémur definida como la distancia entre la parte inferior del cóndilo lateral del fémur y la parte superior del trocánter mayor del fémur: **40%** (distal), **57.5%** (medial), **75%** (proximal).



### B) Fuerza muscular

- **Test carga-velocidad con encoder lineal ADR** para evaluar los niveles de fuerza. Usaremos un encoder lineal de marca ADR, validado en diversas ocasiones ([López-Torres et al. 2025](#); [Pérez-Castilla et al. 2024](#); [Polo-Ferrero et al. 2025](#)), como hemos hecho constar en este mismo documento anteriormente. Este test nos permitirá encontrar el peso correspondiente a 1RM en el ejercicio de sentadilla paralela y, por lo tanto, valorar la **fuerza máxima**.

- **Test de máximas repeticiones hasta el fallo mecánico** con el 70% de 1RM, para evaluar los cambios en la **fuerza-resistencia**. El ejercicio de valoración será, también en este caso, la sentadilla paralela.
- **Test de Countermovement Jump** para valorar posibles cambios en la **potencia**. Este test ha mostrado una correlación significativa con la fuerza en el ejercicio de sentadilla según [Nuzzo et al. 2008](#). Para su realización emplearemos Optojump, dispositivo que ha sido validado en numerosas ocasiones ([Montalvo et al. 2021](#); [Glatthorn et al. 2011](#), [Comyns et al. 2023](#)).

## 4. Implicaciones éticas

Este estudio se desarrollará siguiendo los principios éticos fundamentales de la investigación en seres humanos, garantizando el respeto a la dignidad, derechos y bienestar de los participantes. Se adoptarán las directrices del [Código de Buenas Prácticas Científicas del CSIC](#) y el Código de Ética de la Universidad Ramón Llull, y se someterá a la evaluación y validación de un comité de ética de la misma institución antes de su inicio.

Se velará por la seguridad de los participantes y la confidencialidad de sus datos en todo momento, asegurando el cumplimiento de los principios de beneficencia, no maleficencia, autonomía y justicia en la investigación. Todos los participantes deberán firmar un consentimiento informado, en el cual se explicará de manera clara y comprensible la naturaleza del estudio, los procedimientos a realizar, los posibles riesgos y beneficios, así como los datos que se tomarán y su derecho a retirarse en cualquier momento sin consecuencias negativas.

Además, se garantizará la protección de los datos personales de los participantes conforme a la normativa vigente en España, en cumplimiento del Reglamento General de Protección de Datos ([RGPD, 2016/679](#)). La información recopilada será utilizada exclusivamente con fines científicos y académicos, y se almacenará de manera segura, garantizando que ningún dato identificativo sea divulgado sin el consentimiento expreso de los participantes.

En cuanto al **almacenamiento** de los archivos, se tomarán las siguientes medidas:

- Archivos digitales:

- Almacenaje en disco duro cifrado o nube institucional segura.
- Protección con contraseñas fuertes.
- Acceso solo para investigadores autorizados.
- Documentos físicos (si hay fichas, consentimientos, etc):
  - Custodia bajo llave en despacho o archivador cerrado.
- Trabajo de los investigadores en archivos compartidos y sin envío de datos personales.

#### Información de documentos y anonimización:

- Creación de un código alfanumérico anónimo (ID001, ID002, etc.) para cada deportista.
- Equivalencia de ID y nombre guardadas en un archivo independiente y protegido por contraseña.
- Los ficheros de análisis (Excel, SPSS, etc.) solo contienen IDs y datos no identificativos.

Los datos se almacenarán solo mientras dure el estudio y su revisión, para posteriormente ser destruidos o eliminado el archivo con las equivalencias entre IDs y datos personales.

Los participantes tendrán derecho a acceder, rectificar, suprimir o limitar el tratamiento de sus datos.

Para evitar conflictos de interés, el estudio será financiado de manera independiente por el investigador en formación, participando también la URL con los recursos materiales (instalaciones y equipamientos) a su alcance. Se garantizará la total transparencia en la metodología y en la publicación de los resultados, asegurando que ningún patrocinador externo influya en la interpretación o divulgación de los hallazgos.

Los participantes no recibirán incentivos económicos directos por su participación, pero sí podrán beneficiarse de otros aspectos como:

- **Reconocimiento académico** por su contribución a la investigación.
- **Asesoramiento personalizado** sobre su entrenamiento y optimización de su rendimiento.
- **Participación activa en un estudio científico**, lo que les permitirá tener un primer acercamiento al ámbito de la investigación en ciencias del deporte.

#### **4.1 Beneficios potenciales del estudio**

Este estudio tiene el potencial de ampliar el conocimiento sobre la combinación del entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo (BFR) y cargas moderadas/altas, optimizando protocolos de entrenamiento que podrían mejorar la hipertrofia muscular en sujetos entrenados. Los hallazgos podrían contribuir al desarrollo de nuevas estrategias en el campo de la fisiología del ejercicio, beneficiando tanto a entrenadores como a atletas y profesionales del área de la rehabilitación deportiva.

En caso de que no se observen mejoras significativas, los resultados seguirán siendo valiosos, ya que permitirán establecer nuevas hipótesis y líneas de investigación futuras para seguir explorando el papel del estrés metabólico en el desarrollo muscular y su relación con otros factores fisiológicos.

#### **4.2 Riesgos**

Si bien el protocolo se diseñará para minimizar cualquier posible daño, se han identificado algunos riesgos previsibles y evitables:

##### **Previsibles**

- Molestias debidas a la presión ejercida por los dispositivos de restricción del flujo sanguíneo, las cuales suelen ser transitorias y bien toleradas.
- Posibles efectos secundarios leves, como entumecimiento, hormigueo o incomodidad pasajera en las extremidades afectadas.

##### **Evitables**

- Incremento temporal de la presión arterial durante las sesiones de entrenamiento, lo que podría representar un riesgo en individuos con predisposición a problemas cardiovasculares.
- Riesgo de formación de trombos en sujetos con antecedentes de trastornos circulatorios o enfermedades tromboembólicas.

No obstante, diversos estudios han demostrado que el entrenamiento con BFR en alta intensidad es seguro para individuos sanos, con respuestas hemodinámicas similares a las del entrenamiento de alta intensidad sin BFR. [Macedo y colaboradores](#) (2024) realizaron



un metaanálisis, citado con anterioridad, que comparó las respuestas hemodinámicas agudas del BFR con el entrenamiento de alta intensidad tradicional, concluyendo que no hay diferencias significativas en la presión arterial sistólica ni en la frecuencia cardíaca post-ejercicio, y que ambos protocolos presentan un efecto hipotensor similar hasta 60 minutos después del entrenamiento.

Asimismo, [Fujita y colaboradores](#) (2008) estudiaron la seguridad del entrenamiento con BFR y observaron que no hay signos de daño muscular ni alteraciones en la coagulación sanguínea tras sesiones repetidas de entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo. Estos hallazgos refuerzan la viabilidad del BFR como una estrategia de entrenamiento segura cuando se aplican los controles adecuados, cosa que confirman estudios posteriores como el de [Loenneke y colaboradores](#) (2011).

#### **4.3 Estrategias para la mitigación de riesgos**

Para minimizar los riesgos identificados, se implementarán criterios de selección estrictos en la fase de reclutamiento, asegurando que los participantes no presenten contraindicaciones médicas para el entrenamiento con BFR. Además, se proporcionarán instrucciones detalladas sobre cómo identificar y reportar síntomas adversos (entumecimiento, pérdida de sensibilidad, hormigueo, hiper o hipotermia, dolor, etc.), tanto durante como después de las sesiones de entrenamiento.

Se aplicará un cuestionario de anamnesis antes de la inclusión de cada participante, el cual permitirá detectar posibles factores de riesgo y dar seguridad al estudio. Este cuestionario incluirá preguntas sobre antecedentes médicos, enfermedades previas y tolerancia al ejercicio, permitiendo realizar una criba de candidatos que asegure la selección de sujetos aptos para la intervención.

Asimismo, se realizará un seguimiento de la respuesta fisiológica de los participantes, registrando cualquier señal de alarma que pudiera requerir la modificación o suspensión del protocolo de entrenamiento en casos específicos. Cualquier efecto adverso será documentado y analizado para garantizar la integridad del estudio y la seguridad de los participantes.

## 5. Limitaciones y líneas futuras

### 5.1 Limitaciones

- **Control de variables externas**

A pesar de que el protocolo experimental establece unas condiciones de entrenamiento homogéneas y se emplearan de forma habitual los cuestionarios IPAQ y Chronometer, no será posible controlar completamente factores determinantes en la hipertrofia muscular, como la alimentación, el descanso u otras prácticas físicas de los participantes. Estas variables pueden influir en la respuesta adaptativa individual y generar variabilidad en los resultados. Es previsible que los sujetos participantes realicen práctica deportiva al margen de los protocolos del estudio, dado que serán seleccionados de entre los grupos de estudiantes de la URL y algunos de ellos de CAFD, por lo que optamos por aplicar un volumen de entrenamiento medio dentro de la franja recomendada, con el fin de facilitar la recuperación incluso en situaciones de prácticas deportivas concurrentes. Los cuestionarios mencionados nos permitirán controlar, hasta cierto punto, los cambios significativos en las rutinas de alimentación y descanso de los participantes.

- **Tamaño y características de la muestra**

La población de estudio estará compuesta por individuos sanos con experiencia en entrenamiento de fuerza, lo que limita la extrapolación de los resultados a poblaciones menos entrenadas o individuos con patologías. El tamaño de la muestra estará condicionado por la disponibilidad de participantes y la viabilidad del seguimiento longitudinal, aunque trataremos de alcanzar los 38-42 sujetos que recomienda GPower, lo que puede afectar la potencia estadística de los resultados.

- **Duración de la intervención**

El período de intervención de 15 semanas por grupo es suficiente para detectar adaptaciones musculares iniciales, pero no permitirá evaluar los efectos a largo plazo del BFR en la hipertrofia y la fuerza muscular.

- **Métodos de medición de la hipertrofia**

El uso de ecografía para evaluar el crecimiento muscular proporciona una estimación

fiable del tamaño muscular, pero está sujeto a cierta variabilidad en la medición, dependiente de la técnica y del evaluador. Además, no se incluirán métodos complementarios como la resonancia magnética o la biopsia muscular, que permitirían un análisis más detallado de los cambios estructurales y celulares.

- **Mecanismos fisiológicos**

No se realizarán análisis de biomarcadores ni mediciones hormonales o inflamatorias que podrían aportar información sobre los mecanismos subyacentes a la hipertrofia inducida por BFR.

## 5.2 Líneas futuras de investigación

A partir de los resultados obtenidos, se abren diversas líneas de investigación que permitirían ampliar el conocimiento sobre la aplicación del BFR en el entrenamiento de la fuerza y la hipertrofia:

- **Estudios a largo plazo**

Investigaciones con períodos de intervención más prolongados permitirían evaluar la sostenibilidad de las adaptaciones inducidas por el BFR y determinar si es necesaria una estrategia de mantenimiento para conservar los efectos sobre la hipertrofia y la fuerza muscular.

- **Análisis de mecanismos moleculares y hormonales**

La incorporación de técnicas como la biopsia muscular o la medición de hormonas anabólicas y metabolitos vinculados a la síntesis proteica y a la hipertrofia muscular permitiría caracterizar con mayor precisión las vías fisiológicas implicadas en la respuesta al BFR.

- **Aplicación en diferentes poblaciones**

Sería relevante estudiar la eficacia y seguridad del BFR en otros colectivos, como atletas de alto rendimiento o individuos sin experiencia previa en entrenamiento de fuerza y/o hipertrofia.

- **Optimización de protocolos de entrenamiento**

Futuras investigaciones podrían explorar distintas intensidades, volúmenes, densidades y frecuencias de entrenamiento, así como un más amplio abanico porcentajes de restricción, duraciones y frecuencias de aplicación del BFR con el objetivo de optimizar su efectividad en función de las características del deportista y

los objetivos del entrenamiento.

## 6. Plan de trabajo

El desarrollo de esta tesis doctoral se llevará a cabo en diversas fases, cada una con tareas específicas para garantizar una investigación rigurosa y sistemática. A continuación, se detallan las etapas previstas y las actividades asociadas a cada una.

### 6.1 Fases del proyecto y tareas previstas

#### **A) Revisión bibliográfica y formulación del marco teórico (*octubre 2024 – diciembre 2025*)**

- Búsqueda y análisis de literatura científica sobre estrés metabólico, hipertrofia muscular y entrenamiento con Blood Flow Restriction (BFR).
- Identificación de vacíos en la investigación existente y justificación del problema de estudio.
- Revisión teórica y formulación de hipótesis y objetivos.
- Revisión y actualización continua de referencias hasta la finalización de la tesis.

#### **B) Formaciones Obligatorias y específicas (*octubre 2024 - diciembre 2025*).**

- Participación en los cursos obligatorios del programa de doctorado, incluyendo ética en la investigación, redacción científica y metodología de investigación avanzada.
- Asistencia a seminarios y talleres especializados en entrenamiento basado en velocidad, FBR y tecnologías aplicadas al entrenamiento.
- Adquisición de competencias prácticas en el uso de instrumentos específicos, como dinamómetros, ecógrafos musculoesqueléticos, medidores de lactato y sistemas de BFR.

#### **C) Diseño del protocolo experimental y aprobación ética (*abril 2025 – diciembre 2025*).**

- Determinación de los criterios de inclusión y exclusión de los participantes.
- Establecimiento del protocolo de entrenamiento, medidas a recoger e instrumentos de evaluación.
- Elaboración del consentimiento informado y otros documentos éticos requeridos.

- Presentación del proyecto al comité evaluador de la Universidad Ramon Llull.
- Diseño del cuestionario de anamnesis para el seguimiento de variables no controladas directamente (dieta, descanso, estrés, patologías, etc.).

**D) Reclutamiento de participantes y fase piloto (*diciembre 2025 – enero 2026*).**

- Difusión de la convocatoria y selección de participantes según los criterios establecidos.
- Realización de pruebas iniciales en una fase piloto para ajustar los procedimientos y garantizar la viabilidad del estudio.
- Formación de los investigadores colaboradores en la aplicación del protocolo.

**E) Intervención y recogida de datos (*enero 2026 – abril 2027*).**

- Aplicación del programa de entrenamiento de 12 semanas a los grupos experimental y control.
- Monitorización continua de los participantes y registro de variables (ecografía muscular, niveles de lactato, parámetros de entrenamiento).

**F) Análisis de datos e interpretación de resultados (*abril 2027 – octubre 2027*).**

- Organización de la base de datos.
- Análisis estadístico de los resultados con programas adecuados.
- Interpretación de los resultados en relación con las hipótesis establecidas.

**G) Redacción y publicación de artículos científicos (*octubre 2027 – octubre 2028, en paralelo con otras fases*).**

- Elaboración de manuscritos para publicación en revistas indexadas en el ámbito de las ciencias del deporte.
- Envío de artículos a revistas especializadas y seguimiento del proceso de revisión por pares.

**H) Difusión de resultados en congresos científicos (*octubre 2027 – octubre 2028*).**

- Presentación de los resultados preliminares en congresos nacionales e internacionales.
- Asistencia a eventos científicos para establecer colaboraciones y recibir retroalimentación.

**I) Redacción, revisión y defensa de la tesis doctoral (*octubre 2028 – octubre 2029*).**

- Redacción y estructuración de la tesis siguiendo los requisitos académicos de la universidad.
- Revisión y corrección por parte del director de tesis y otros investigadores.
- Depósito y tramitación para la defensa de la tesis ante el tribunal académico.

## 6.2 Cronograma

A continuación, se presenta el cronograma con las fases del proyecto:

Fase	Sept. 2024 – Ago. 2025	Sept. 2025 – Ago. 2026	Sept. 2026 – Ago. 2027	Sept. 2027 – Ago. 2028	Sept. 2028 – Ago. 2029	Sept. 2029 – Ago. 2029
Formación obligatoria y específica.	●	●				
Revisión bibliográfica y marco teórico	●	●				
Diseño del protocolo y aprobación ética	●	●				
Reclutamiento y fase piloto		●				
Intervención y recogida de datos		●	●			
Análisis de datos			●	●		
Redacción y publicación de artículos científicos				●	●	
Presentación en congresos				●	●	
Redacción y defensa de la tesis					●	●

## 6.3 Plan de difusión de resultados

La difusión de los resultados de esta tesis doctoral se llevará a cabo mediante publicaciones científicas y participación en congresos. Los congresos y publicaciones no están cerrados ni decididos y lo que aquí se expone es solo una idea inicial a modo de

ejemplo.

#### **A) Publicación de artículos en revistas científicas**

- Se prevé la publicación de al menos 3 artículos en revistas indexadas en Q1/Q2 en el ámbito de la ciencia del deporte.
- Los artículos cubrirán aspectos metodológicos, resultados e implicaciones prácticas del estudio.

#### **B) Participación en congresos científicos**

- Presentación de resultados en congresos internacionales como el Congress of the European College of Sport Science (ECSS).
- Difusión en eventos nacionales como el Congreso de la Sociedad Catalana de Medicina del Deporte.

#### **C) Divulgación y aplicación práctica**

- Posible colaboración con entrenadores y centros deportivos, así como asociaciones reconocidas en el entrenamiento de la hipertrofia, como la WABBA en su división Catalana, para transferir los resultados al ámbito aplicado.
- Difusión de los resultados en foros y revistas especializadas en entrenamiento deportivo.

El plan de trabajo establecería una secuencia estructurada de actividades que garantizaría la ejecución eficiente del proyecto y su contribución a la comunidad científica.

## **7. Bibliografía**

- Abbas, M. J., Dancy, M. E., Marigi, E. M., Khalil, L. S., Jildeh, T. R., Buckley, P. J., Gillett, J., Burgos, W., & Okoroha, K. R. (2022). An automated technique for the measurement of limb occlusion pressure during blood flow restriction therapy is equivalent to previous gold standard. *Arthroscopy, Sports Medicine, and Rehabilitation*, 4(3), e1127–e1132.
- Abe, T. (2005). Skeletal muscle size and circulating IGF-1 are increased after two weeks of twice daily “KAATSU” resistance training. *International Journal of KAATSU Training Research*, 1(1), 6-12.
- Abe, T., Suga, T., Okita, K., Morita, N., Yokota, T., Hirabayashi, K., Horiuchi, M.,

- Takada, S., Takahashi, T., Omokawa, M., Kinugawa, S., & Tsutsui, H. (2009). Intramuscular metabolism during low-intensity resistance exercise with blood flow restriction. *Journal of Applied Physiology*, *106*(4), 1119–1124.
- Amani-Shalamzari, S., Farhani, F., Rajabi, H., Abbasi, A., Sarikhani, A., Paton, C., Bayati, M., Berdejo-Del-Fresno, D., Rosemann, T., Nikolaidis, P. T., & Knechtle, B. (2019). Blood flow restriction during futsal training increases muscle activation and strength. *Frontiers in Physiology*, *10*(MAY).
  - Amani-Shalamzari, S., Sarikhani, A., Paton, C., Rajabi, H., Bayati, M., Nikolaidis, P. T., & Knechtle, B. (2020). Training during specific futsal training improves aspects of physiological and physical performance. *Journal of Sports Science and Medicine*, *19*.
  - Arruda, B. R., Soares, A. L. C., Carvalho, R. F., & Gomes, P. S. C. (2022). Reliability and measurement error of the proximal, medial and distal portions of the vastus lateralis muscle thickness measured with extended field of view ultrasonography. *Kinesiology*, *54*(1), 107–114.
  - Banyard, H. G., Nosaka, K., Vernon, A. D., & Gregory Haff, G. (2018). The reliability of individualized load–velocity profiles. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *13*(6), 763–769.
  - Banyard, H. G., Tufano, J. J., Weakley, J. J. S., Wu, S., Jukic, I., & Nosaka, K. (2021). Superior changes in jump, sprint, and change-of-direction performance but not maximal strength following 6 weeks of velocity-based training compared with 1-repetition-maximum percentage-based training. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *16*(2), 232–242.
  - Bemben, M. G. (2002a). Use of diagnostic ultrasound for assessing muscle size. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *16*(1).
  - Bourgeois, A., & Hubert, G. (2024). High-intensity interval training with blood-flow restriction enhances sprint and maximal aerobic power in male endurance athletes. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*.
  - Cerda-Kohler, H., Henríquez-Olguín, C., Casas, M., Jensen, T. E., Llanos, P., & Jaimovich, E. (2018). Lactate administration activates the ERK1/2, mTORC1, and AMPK pathways differentially according to skeletal muscle type in mouse. *Physiological Reports*, *6*(18).
  - Cirillo, F., Resmini, G., Ghiroldi, A., Piccoli, M., Bergante, S., Tettamanti, G., & Anastasia, L. (2017). Activation of the hypoxia-inducible factor 1 $\alpha$  promotes



myogenesis through the noncanonical Wnt pathway, leading to hypertrophic myotubes. *FASEB Journal*, 31(5), 2146–2156.

- Cook, C. J., Kilduff, L. P., & Beaven, C. M. (2014). Improving strength and power in trained athletes with 3 weeks of occlusion training. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(1), 166–172.
- Comyns, T. M., & Murphy, J. (2023). Reliability, Usefulness, and Validity of Field-Based Vertical Jump Reliability, Usefulness, and Validity of Field-Based Vertical Jump Measuring Devices Measuring Devices Recommended Citation Recommended Citation Reliability, Usefulness, and Validity of Field-Based Vertical Jump Measuring Devices. In *Articles School of Science and Computing*. Former ITT. [www.nscs.com](http://www.nscs.com)
- da Silva Pereira Júnior, N., da Matta, T. T., Alvarenga, A. V., de Albuquerque Pereira, W. C., & de Oliveira, L. F. (2017a). Reliability of ultrasound texture measures of Biceps Brachialis and Gastrocnemius Lateralis muscles' images. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 37(1), 84–88.
- Damas, F., Libardi, C. A., & Ugrinowitsch, C. (2018). The development of skeletal muscle hypertrophy through resistance training: the role of muscle damage and muscle protein synthesis. *European Journal of Applied Physiology*, 118(3), 485–500.
- Damas, F., Phillips, S. M., Libardi, C. A., Vechin, F. C., Lixandrão, M. E., Jannig, P. R., Costa, L. A. R., Bacurau, A. V., Snijders, T., Parise, G., Tricoli, V., Roschel, H., & Ugrinowitsch, C. (2016). Resistance training-induced changes in integrated myofibrillar protein synthesis are related to hypertrophy only after attenuation of muscle damage. *Journal of Physiology*, 594(18), 5209–5222.
- Dankel, S. J., Mattocks, K. T., Jessee, M. B., Buckner, S. L., Mouser, J. G., & Loenneke, J. P. (2017). Do metabolites that are produced during resistance exercise enhance muscle hypertrophy? *European Journal of Applied Physiology*, 117(11), 2125–2135.
- de Araujo, C. M., Pereira, R., Carneiro, J. A. O., Coqueiro, R. da S., Schettino, L., & Fernandes, M. H. (2023a). Upper and lower limb muscle thickness measurements in older women: Analysis of variability and development of prediction equations. *Muscles, Ligaments and Tendons Journal*, 13(1), 76–81.
- Drummond, M. J., Fujita, S., Takashi, A., Dreyer, H. C., Volpi, E., & Rasmussen, B. B. (2008). Human muscle gene expression following resistance exercise and blood

flow restriction. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 40(4), 691–698.

- Elgammal, M., Hassan, I., Eltanahi, N., & Ibrahim, H. (2020). The effects of repeated sprint training with blood flow restriction on strength, anaerobic and aerobic performance in basketball. *International Journal of Human Movement and Sports Sciences*, 8(6), 462–468.
- Farup, J., de Paoli, F., Bjerg, K., Riis, S., Ringgard, S., & Vissing, K. (2015). Blood flow restricted and traditional resistance training performed to fatigue produce equal muscle hypertrophy. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 25(6), 754–763.
- Franchi, M. V., Raiteri, B. J., Longo, S., Sinha, S., Narici, M. V., & Csapo, R. (2018). Muscle architecture assessment: Strengths, shortcomings and new frontiers of in vivo imaging techniques. *Ultrasound in Medicine and Biology*, 44(12), 2492–2504.
- Fujita, T., Brechue, W. F., Kurita, K., Sato, Y., & Abe, T. (2008). Increased muscle volume and strength following six days of low-intensity resistance training with restricted muscle blood flow. *International Journal of KAATSU Training Research*, 4.
- Glatthorn, J. F., Gouge, S., Nussbaumer, S., Stauffacher, S., Impellizzeri, F. M., & Maffiuletti, N. A. (2011). Validity and reliability of optojump photoelectric cells for estimating vertical jump height. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(2), 556–560.
- Giovanna, M., Solsona, R., Sanchez, A. M. J., & Borrani, F. (2022). Effects of short-term repeated sprint training in hypoxia or with blood flow restriction on response to exercise. *Journal of Physiological Anthropology*, 41(1).
- Godawa, T. M., Credeur, D. P., & Welsch, M. A. (2012). Influence of compressive gear on powerlifting performance: Role of blood flow restriction training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(5).
- Goto, K., Ishii, N., Kizuka, T., & Takamatsu, K. (2005). The impact of metabolic stress on hormonal responses and muscular adaptations. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(6), 955–963.
- Grgic, J., Lazinica, B., Mikulic, P., Krieger, J. W., & Schoenfeld, B. J. (2017). The effects of short versus long inter-set rest intervals in resistance training on measures of muscle hypertrophy: A systematic review. *European Journal of Sport Science*, 17(8), 983–993.
- Guba, E. G., & Lincoln, Y. S. (1994). Competing paradigms in qualitative research. In

N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *Handbook of qualitative research* (pp. 105-117). Sage.

- Hatami, M., Nikooie, R., & Enhesari, A. (2024). Lacto-resistance training: a method to facilitate muscle hypertrophy in professional bodybuilders. *Sport Sciences for Health*, 20(2), 359–367.
- Hughes, L., Rolnick, N., Franz, A., Owens, J., Swain, P. M., Centner, C., Loenneke, J. P., & Warmington, S. A. (2025). Blood flow restriction: methods and apparatus still matter. *British Journal of Sports Medicine*.
- Lambert, B. S., Hedt, C., Ankersen, J. P., Goble, H., Taft, C., Daum, J., Karasch, R., Moreno, M. R., & McCulloch, P. C. (2023). Rotator cuff training with upper extremity blood flow restriction produces favorable adaptations in division IA collegiate pitchers: a randomized trial. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 32(6), e279–e292.
- Liu, H., Garrett, W. E., Moorman, C. T., & Yu, B. (2012). Injury rate, mechanism, and risk factors of hamstring strain injuries in sports: A review of the literature. *Journal of Sport and Health Science*, 1(2), 92–101.
- Liu, P. T., Wei, T. S., & Ching, C. T. S. (2024). Validation of ultrasound measurement of vastus lateralis for appendicular skeletal muscle mass in chronic kidney disease patients with hemodialysis. *Diagnostics*, 14(22).
- Loenneke, J. P., Wilson, J. M., Wilson, G. J., Pujol, T. J., & Bembien, M. G. (2011). Potential safety issues with blood flow restriction training. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 21(4), 510–518.
- Lopez-Torres, O., Fernandez-Elias, V. E., Li, J., Gomez-Ruano, M. A., & Guadalupe-Grau, A. (2025). Validity and reliability of a new low-cost linear position transducer to measure mean propulsive velocity: The ADR device. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology*, 239(2), 126–134.
- Macedo, A. G., Massini, D. A., Almeida, T. A. F., dos Reis, L. M., Galdino, G., Santos, A. T. S., da Silva Júnior, O. T., Venditti Júnior, R., & Pessôa Filho, D. M. (2024). Effects of resistance exercise with and without blood flow restriction on acute hemodynamic responses: A systematic review and meta-analysis. *Life*, 14(7).
- Manini, T. M., & Clark, B. C. (2009). Blood flow restricted exercise and skeletal muscle health. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 37(2), 78–85.
- Maria, T., Wehrstein, M., Preisner, F., Bendszus, M., & Friedmann-Bette, B. (2021).

Reliability and validity of a standardized ultrasound examination protocol to quantify vastus lateralis muscle. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 53(7).

- Montalvo, S., Gonzalez, M. P., Dietze-Hermosa, M. S., Eggleston, J. D., Dorgo, S., Paso, E., & Fulton Gait, S. E. (2021). *Common Vertical Jump and Reactive Strength Index Measuring Devices: A Validity and Reliability Analysis*. [www.nsca.com](http://www.nsca.com)
- Nuzzo, J. L., McBride, J. M., Cormie, P., & McCaulley, G. O. (s.f.). Relationship between countermovement jump performance and multijoint isometric and dynamic tests of strength. *Journal of Strength and Conditioning Research*.
- Oishi, Y., Tsukamoto, H., Yokokawa, T., Hirotsu, K., Shimazu, M., Uchida, K., Tomi, H., Higashida, K., Iwanaka, N., & Hashimoto, T. (2015). Mixed lactate and caffeine compound increases satellite cell activity and anabolic signals for muscle hypertrophy. *Journal of Applied Physiology*, 118(6), 742–749.
- Pérez-Castilla, A., Miras-Moreno, S., García-Vega, A. J., & García-Ramos, A. (2024). The ADR Encoder is a reliable and valid device to measure barbell mean velocity during the Smith machine bench press exercise. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology*, 238(1), 102–107.
- Pişkin, N. E., Yavuz, G., Aktuğ, Z. B., Aldhahi, M. I., Al-Mhanna, S. B., & Güllü, M. (2024). The effect of combining blood flow restriction with the Nordic hamstring exercise on hamstring strength: Randomized controlled trial. *Journal of Clinical Medicine*, 13(7).
- Polo-Ferrero, L., Sánchez-Tocino, M. L., Dávila-Marcos, A., Carrera-Villegas, M. B., Sánchez-Sánchez, M. C., & Méndez-Sánchez, R. (2025). Reliability and validity of the linear transducer “ADR Encoder” for measuring power and speed of the sit-to-stand tests in older adults. *Diagnostics*, 15(12).
- Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo. (2016). *Diario Oficial de la Unión Europea*, L 119.
- Ribeiro, A. S., Schoenfeld, B. J., Pina, F. L. C., Souza, M. F., Nascimento, M. A., dos Santos, L., Antunes, M., & Cyrino, E. S. (2015). Resistance training in older women: Comparison of single vs. multiple sets on muscle strength and body composition. *Isokinetics and Exercise Science*, 23(1), 53–60.
- Ritsche, P., Wirth, P., Cronin, N. J., Sarto, F., Narici, M. V., Faude, O., & Franchi, M. V. (2022a). DeepACSA: Automatic segmentation of cross-sectional area in ultrasound

images of lower limb muscles using deep learning. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 54(12), 2188–2195.

- Ritsche, P., Wirth, P., Cronin, N. J., Sarto, F., Narici, M. V., Faude, O., & Franchi, M. V. (2022c). DeepACSA: Automatic segmentation of cross-sectional area in ultrasound images of lower limb muscles using deep learning. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 54(12), 2188–2195.
- Sánchez-Valdepeñas, J., Cornejo-Daza, P. J., Páez-Maldonado, J., Rodiles-Guerrero, L., Cano-Castillo, C., Piqueras-Sanchiz, F., González-Badillo, J. J., de Villarreal, E. S., & Pareja-Blanco, F. (2025). Acute responses to different velocity-loss thresholds during squat training with and without blood-flow restriction. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 20(1), 80–90.
- Sander, R., Carvalho Barbosa, A., Júnior, O. A., & Barroso, R. (2024). Blood flow restriction combined with swimming sprint training does not improve performance in moderately trained swimmers. *German Journal of Exercise and Sport Research*.
- Saric, J., Lisica, D., Orlic, I., Grgic, J., Krieger, J. W., Vuk, S., & Schoenfeld, B. J. (2019). Resistance training frequencies of 3 and 6 times per week produce similar muscular adaptations in resistance-trained men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33, S122–S129.
- Scarpelli, M. C., Nóbrega, S. R., Santanielo, N., Alvarez, I. F., Otoboni, G. B., Ugrinowitsch, C., & Libardi, C. A. (2022). Muscle hypertrophy response is affected by previous resistance training volume in trained individuals. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 36(4), 1153–1157.
- Schoenfeld, B. J. (2010). The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(10), 2857–2872.
- Schoenfeld, B. J. (2012). Does exercise-induced muscle damage play a role in skeletal muscle hypertrophy? *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(5), 1441–1453.
- Schoenfeld, B. J., Grgic, J., van Every, D. W., & Plotkin, D. L. (2021). Loading recommendations for muscle strength, hypertrophy, and local endurance: A re-examination of the repetition continuum. *Sports*, 9(2).
- Schoenfeld, B. J., Ogborn, D. I., & Krieger, J. W. (2015). Effect of repetition duration during resistance training on muscle hypertrophy: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 45(4), 577–585.

- Schoenfeld, B. J., Ogborn, D., & Krieger, J. W. (2017). Dose-response relationship between weekly resistance training volume and increases in muscle mass: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Sports Sciences*, 35(11), 1073–1082.
- Schoenfeld, B. J., Ratamess, N. A., Peterson, M. D., Contreras, B., & Tiriyaki-Sonmez, G. (2015). Influence of resistance training frequency on muscular adaptations in well-trained men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(7).
- Soares, A. L. C., Carvalho, R. F., Mogami, R., Meirelles, C. de M., & Gomes, P. S. C. (2024). Effect of resistance training on quadriceps femoris muscle thickness obtained by ultrasound: A systematic review with meta-analysis. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 39, 270–278.
- Soares, A. L. C., Nogueira, F. dos S., & Gomes, P. S. C. (2021a). Assessment methods of vastus lateralis muscle architecture using panoramic ultrasound: A new approach, test-retest reliability and measurement error. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, 23.
- Soares, A. L. C., Nogueira, F. dos S., & Gomes, P. S. C. (2021b). Assessment methods of vastus lateralis muscle architecture using panoramic ultrasound: A new approach, test-retest reliability and measurement error. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, 23.
- Su, C., Zhang, Z., Liang, B., Zhou, S., & Long, X. (2025). Effects of blood flow restriction combined with high-load training on muscle strength and sports performance in athletes: a systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Physiology*, 16.
- Suga, T., Okita, K., Morita, N., Yokota, T., Hirabayashi, K., Horiuchi, M., Takada, S., Takahashi, T., Omokawa, M., Kinugawa, S., & Tsutsui, H. (2009). Intramuscular metabolism during low-intensity resistance exercise with blood flow restriction. *Journal of Applied Physiology*, 106(4), 1119–1124.
- Tangchaisuriya, P., Chuensiri, N., Tanaka, H., & Suksom, D. (2022). Physiological adaptations to high-intensity interval training combined with blood flow restriction in masters road cyclists. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 54(5), 830–840.
- Tsukamoto, S., Shibasaki, A., Naka, A., Saito, H., & Iida, K. (2018). Lactate promotes myoblast differentiation and myotube hypertrophy via a pathway involving MyoD in vitro and enhances muscle regeneration in vivo. *International Journal of Molecular Sciences*, 19(11).
- Villalba, F. (2022). Entrenamiento con restricción al flujo sanguíneo. *Argentinian*

*Journal of Respiratory & Physical Therapy*, 4(1).

- Wells, A. J., Fukuda, D. H., Hoffman, J. R., Gonzalez, A. M., Jajtner, A. R., Townsend, J. R., Mangine, G. T., Fragala, M. S., & Stout, J. R. (2014). Vastus lateralis exhibits non-homogenous adaptation to resistance training. *Muscle and Nerve*, 50(5), 785–793.
- Wilson, J. M., Marin, P. J., Rhea, M. R., Wilson, S. M. C., Loenneke, J. P., & Anderson, J. C. (2012). Concurrent training: a meta-analysis examining interference of aerobic and resistance exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(8).
- Wong, S., Ning, A., Lee, C., & Feeley, B. T. (2015). Return to sport after muscle injury. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*, 8(2), 168–175.
- Zhang, W. Y., Zhuang, S. C., Chen, Y. M., & Wang, H. N. (2024). Validity and reliability of a wearable blood flow restriction training device for arterial occlusion pressure assessment. *Frontiers in Physiology*, 15

## 8. Plan de formació

El plan de formació contendrà una previsió de les diverses activitats formatives que se llevarán a cabo durante el proceso de tesis doctoral, algunas de ellas forman parte de la formación doctoral tanto obligatoria como optativa que ofrece la propia URL y otras serán externas, para poder afrontar algunas de las fases del doctorado, especialmente la aplicación de protocolos de entrenamiento y toma de medidas antropométricas.

### 8.1 Actividades transversales

Actividad	Tipo de actividad	Nº de horas/días	Curso
Objectius i estructura del pla de recerca	Formación obligatoria programa doctorado URL	10h	2024-25
Publicació científica: estratègies i recursos documentals	Formación obligatoria programa doctorado URL	10h	2024-25

Introducció base de dades	Formación obligatoria programa doctorado URL	1,5h	2024-25
Gestor de dades Mendeley	Formación obligatoria programa doctorado URL	3h	2024-25
Ètica i recerca	Formación obligatoria programa doctorado URL	20h	2024-25
Formació avançada en metodologies de recerca quantitativa	Formación obligatoria programa doctorado URL	20h	2024-25
Formació avançada en metodologies de recerca qualitativa	Formación obligatoria programa doctorado URL	20h	2024-25

## 8.2 Actividades específicas

Actividad	Tipo de actividad	Nº de horas/días	Curso
Ecografía musculoesquelética	Específica	Pendiente	2024-25
Entrenamiento basado en velocidad	Específica	Pendiente	2025-26
Toma muestras lactato	Específica	Pendiente	2025-26
Blood flow restriction	Específica	Pendiente	2025-26



## 9. Anexos

### 9.1 HOJA DE INFORMACIÓN PARA LOS PARTICIPANTES.

**Título del Proyecto:** Efectos del RFS/BFR (Restricción del Flujo Sanguíneo/Blood Flow Restriction) combinado con entrenamiento de musculación de moderada/alta intensidad en las adaptaciones de la hipertrofia.

**Introducción:** Usted ha sido invitado a participar en un proyecto de investigación. Este documento tiene como objetivo proporcionarle toda la información necesaria para que pueda decidir libremente si desea colaborar. Le rogamos que lea atentamente la siguiente información y pregunte cualquier duda que le surja.

**Identificación Institucional e Investigadores:** Este estudio es parte de un proyecto de tesis doctoral del Programa de Doctorado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (CAFD) de la Universitat Ramon Llull (URL) - Blanquerna. El investigador en formación responsable es Guillermo Seijas Albir, bajo la dirección de los doctores Josep Morales y Eduardo Carballeira. El Dr. Josep Morales figura como Investigador Principal (IP) responsable del estudio ante el Comité de Ética. El equipo de investigación pertenece a la Facultad de Psicología, Ciencias de la Educación y del Deporte Blanquerna - URL.

**Objetivos del Estudio:** El objetivo principal de este estudio es analizar si la combinación de la técnica de Restricción del Flujo Sanguíneo (BFR) con un entrenamiento de hipertrofia de intensidad moderada/alta puede producir mayores mejoras en el tamaño muscular en comparación con el mismo entrenamiento sin BFR. Específicamente, mediremos los cambios en el grosor muscular mediante ecografía, la fuerza muscular con dinamometría y los niveles de lactato en sangre como indicador del estrés metabólico.

**Selección de los Participantes y Voluntariedad:** Su participación es completamente voluntaria. Le invitamos a participar porque cumple con los siguientes criterios: tener entre 18 y 35 años, tener un mínimo de 1-2 años de experiencia en entrenamiento de hipertrofia, no haber sufrido lesiones relevantes en los músculos a entrenar en los últimos 6 meses, y no tener historial de enfermedades cardiovasculares, metabólicas o trastornos de coagulación que contraindiquen el estudio. Se le excluiría si utiliza fármacos anabólicos,

participa en otros entrenamientos que puedan interferir, o presenta alguna patología que comprometa su seguridad con el BFR.

**Descripción de la Participación:** Si decide participar, será asignado aleatoriamente (al azar) a uno de estos dos grupos:

1. **Grupo Control:** Realizará programa de entrenamiento sin aplicar la restricción del flujo sanguíneo.
2. **Grupos BFR volumen:** Realizará el mismo programa de entrenamiento de hipertrofia aplicando la técnica de restricción del flujo sanguíneo en las extremidades. Pueden darse pequeñas variaciones en la distribución del volumen, debido al uso de BFR.
3. **Grupo BFR fatiga:** Realizará el mismo programa que el grupo control pero limitando el volumen cuando se alcancen determinados parámetros de fatiga.

El programa de entrenamiento durará 15 semanas. Deberá acudir 2 veces por semana a las instalaciones deportivas de Hospitalet Nord para realizar las sesiones de entrenamiento supervisadas, que consistirán en ejercicios de hipertrofia para tren inferior con una intensidad del 70% de su máximo (1RM) y un esquema específico de series, de Sentadilla en máquina Smith y Leg extension. Cada sesión durará entre 20 y 30 minutos.

Además, se realizarán mediciones en las semanas 1 (inicio) 8 y 15 (final). Estas mediciones incluyen:

- **Ecografía muscular:** Para medir el grosor y el CSA (área de sección transversal) del VL del cuádriceps femoral. Es una técnica no invasiva similar a las ecografías médicas.
- **Test Carga/Velocidad:** para medir cambios en su fuerza máxima en sentadilla.
- **Test de repeticiones al fallo mecánico:** para determinar cambios en la fuerza resistencia en el ejercicio de sentadilla.
- **Test de Countermovement Jump:** para determinar los cambios en la potencia del tren inferior.

Antes de empezar, completará un cuestionario sobre su historial médico y hábitos (anamnesis) para confirmar su idoneidad y ayudar a controlar variables externas.

**Grabación de la Participación:** No se realizarán grabaciones de audio ni vídeo durante su participación. Las imágenes de ecografía y los datos de los tests carga/velocidad y lactato serán tratados de forma confidencial y anonimizada.

**Riesgos y Molestias:** La participación en este estudio implica riesgos mínimos y controlados:

- **Molestias musculares:** Como en cualquier programa de entrenamiento intenso, puede experimentar agujetas o fatiga muscular.
- **Molestias por BFR (Grupo BFR):** La aplicación de los manguitos de BFR puede causar una sensación de presión, incomodidad, hormigueo o entumecimiento temporal en la extremidad, que normalmente desaparece al poco de retirar el manguito.
- **Riesgos cardiovasculares teóricos:** Aunque estudios previos indican que el BFR es seguro en personas sanas, existe un riesgo teórico de aumento temporal de la presión arterial en personas predispuestas a ello y de formación de trombos (Estos antecedentes serán motivo de exclusión con el fin de velar por la seguridad de los participantes).
- **Molestia por punción:** La toma de muestra de sangre para el lactato implica una pequeña punción (pinchazo) que puede causar una molestia mínima y pasajera.

**Estrategias de Mitigación de Riesgos:** Se aplicarán criterios estrictos de selección para excluir a personas con contraindicaciones. Se le indicará cómo identificar y comunicar cualquier síntoma adverso. Se realizará un seguimiento durante las sesiones. Si experimenta molestias significativas o efectos adversos, el protocolo podrá ser modificado o su participación suspendida por su seguridad. Los procedimientos (BFR, entrenamiento, mediciones) serán aplicados por personal formado.

**Beneficios** Su participación puede aportarle.

- **Asesoramiento personalizado:** Recibirá supervisión y potencialmente consejos sobre su entrenamiento.
- **Experiencia en investigación:** Tendrá la oportunidad de participar activamente en un estudio científico en el ámbito deportivo.
- **Reconocimiento académico:** Su contribución será valiosa para la investigación doctoral.

- **Beneficios para la ciencia:** Los resultados ayudarán a comprender mejor cómo optimizar el entrenamiento de hipertrofia, beneficiando a futuros deportistas y entrenadores.

No recibirá ninguna compensación económica por participar en este estudio.

**Confidencialidad y Protección de Datos:** Toda la información que usted proporcione y los datos obtenidos durante el estudio serán tratados de forma estrictamente confidencial. Para proteger su identidad, se le asignará un código numérico o alfanumérico. Sus datos personales (nombre, DNI) no se asociarán directamente a los resultados en ninguna publicación o presentación. Solo el equipo investigador tendrá acceso a los datos identificativos mientras sea necesario para el estudio, y se almacenarán de forma segura.

Sus datos serán tratados de acuerdo con el Reglamento General de Protección de Datos (UE) 2016/679. El Investigador Principal, Dr. Josep Morales Aznar, es el responsable del fichero de datos. Usted tiene derecho a acceder a sus datos, solicitar su rectificación, cancelación (supresión) o limitación de su tratamiento, contactando con el Investigador Principal. Los datos se conservarán durante el tiempo necesario para cumplir con los fines de la investigación y las obligaciones legales.

**Derecho a Conocer los Resultados:** Una vez finalizado el estudio y analizados los datos, si lo desea, se le podrá facilitar un resumen de los resultados generales de la investigación. Puede indicarlo al final de este documento o contactando con el investigador en formación.

**Derecho a Negarse o Retirarse:** Su participación es voluntaria. Puede decidir no participar o retirarse del estudio en cualquier momento, sin necesidad de dar explicaciones y sin que ello le suponga ningún perjuicio. Si decide retirarse, tiene derecho a solicitar que los datos recogidos sobre usted hasta ese momento sean eliminados del fichero del estudio.

**Contactos** Para cualquier pregunta o aclaración sobre el estudio, puede contactar con:

- **Investigador en formación:** Guillermo Seijas Albir, (Correo electrónico y teléfono opcional).
- **Investigador Principal:** Dr. Josep Morales Aznar, Universitat Ramon Llull, (Correo electrónico y teléfono opcional).

- Si tiene preguntas sobre sus derechos como participante o desea plantear alguna queja, puede contactar con el **Comité de Ética de la Investigación de la Universitat Ramon Llull (CER URL)**.

**Copias del Documento** Este documento se firma por duplicado. Usted recibirá una copia firmada de la Hoja de Información y del Consentimiento Informado.

## 9.2 FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo, D./Dña. [NOMBRE Y APELLIDOS DEL PARTICIPANTE], mayor de edad, con DNI/NIE/Pasaporte número [NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN], actuando en nombre e interés propio.

### **DECLARO QUE:**

1. He leído y comprendido la Hoja de Información que se me ha entregado sobre el proyecto de investigación titulado: "Efectos del RFS/BFR (Restricción del Flujo Sanguíneo/Blood Flow Restriction) combinado con entrenamiento de musculación de moderada/alta intensidad en las adaptaciones de la hipertrofia".
2. He tenido la oportunidad de hacer preguntas sobre el estudio y mis dudas han sido aclaradas satisfactoriamente.
3. Comprendo los objetivos del estudio y los procedimientos que se seguirán, así como los posibles riesgos y beneficios de mi participación.
4. Se me ha informado sobre cómo se protegerá la confidencialidad de mis datos y mis derechos en virtud del Reglamento General de Protección de Datos (UE) 2016/679.
5. Entiendo que mi participación es totalmente voluntaria y que tengo derecho a retirarme del estudio en cualquier momento, sin dar explicaciones y sin que ello me cause ningún perjuicio. En caso de retirada, sé que puedo solicitar que mis datos sean eliminados.
6. Entiendo que no recibiré compensación económica por mi participación.

### **Por todo ello, DOY MI CONSENTIMIENTO A:**

1. Participar voluntariamente en el proyecto de investigación mencionado.

2. Que el equipo de investigación, dirigido por los Doctores Josep Morales Aznar y Eduardo Carballeira Fernández, y con la participación del Licenciado Guillermo Seijas Albir como investigador en formación, recoja, gestione y analice mis datos personales (incluyendo datos de salud relacionados con el estudio, como mediciones de fuerza, composición corporal por ecografía y niveles de lactato) y los resultados derivados de mi participación, con fines exclusivamente científicos y académicos relacionados con este proyecto.
3. Que se realicen los procedimientos descritos en la Hoja de Información, incluyendo el programa de entrenamiento, la aplicación de BFR (si corresponde a mi grupo), las mediciones de ecografía, dinamometría y las tomas de muestra de sangre capilar para análisis de lactato.
4. Que mis datos, una vez anonimizados (sin posibilidad de identificarme), puedan ser utilizados en publicaciones científicas, presentaciones en congresos o informes académicos derivados de esta investigación, garantizando siempre la protección de mi identidad e intimidad.
5. Que el equipo de investigación conserve los registros y datos recogidos sobre mi persona en soporte electrónico seguro, por el tiempo necesario para cumplir los objetivos del proyecto y las exigencias legales, aplicando las medidas de seguridad adecuadas.

[ ☐ ] Marque esta casilla si desea recibir un resumen de los resultados generales del estudio una vez finalizado. Correo electrónico para el envío: [Dejar espacio para que el participante escriba su email si marca la casilla]

En Barcelona, a [DÍA] de [MES] de [AÑO]

**Firma del Participante:**

---

Nombre y Apellidos:

**Firma del Investigador Principal o persona delegada que obtiene el consentimiento:**

---

Nombre y Apellidos:

### 9.3 FORMULARIO DE ANAMNESIS PARA PARTICIPANTES EN EL ESTUDIO

**Título del Proyecto:** Efectos del RFS/BFR (Restricción del Flujo Sanguíneo/Blood Flow Restriction) combinado con entrenamiento de musculación de moderada/alta intensidad en las adaptaciones de la hipertrofia.

**Directores de la Investigación:** Dr. Josep Morales Aznar y Eduardo Carballeira Fernández.

**Investigador en formación:** Guillermo Seijas Albir.

**Código de Participante:** \_\_\_\_\_ (Asignado durante el Consentimiento Informado). **Fecha de cumplimentación:** \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

**Introducción:** Gracias por tu interés en participar en este estudio. Este cuestionario nos ayuda a confirmar que cumples los requisitos para participar de forma segura y a entender mejor algunos factores relacionados con tu salud y estilo de vida. Por favor, responde a todas las preguntas con la mayor sinceridad posible. Tu información será tratada de forma confidencial, de acuerdo con lo explicado en la Hoja de Información y el Consentimiento Informado que has firmado, y vinculada únicamente a tu código de participante para proteger tu identidad.

#### SECCIÓN 1: INFORMACIÓN GENERAL

1.1. Fecha de Nacimiento: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ (Para confirmar edad entre 18-35 años)  
1.2. Correo electrónico de contacto: \_\_\_\_\_ 1.3. Teléfono de contacto: \_\_\_\_\_

#### SECCIÓN 2: HISTORIAL MÉDICO

Por favor, responde a las siguientes preguntas sobre tu historial médico (marca la opción correspondiente):

2.1. ¿Has sido diagnosticado alguna vez o padeces actualmente alguna enfermedad cardíaca (arritmias, problemas valvulares, etc.)? ( ) Sí ( ) No. Si respondiste SÍ, por favor, explica brevemente: \_\_\_\_\_

2.2. ¿Has sido diagnosticado alguna vez o padeces actualmente hipertensión arterial (presión arterial alta)? ( ) Sí ( ) No. Si respondiste SÍ, por favor, explica brevemente:

\_\_\_\_\_

2.3. ¿Has sido diagnosticado alguna vez o has sufrido trombosis venosa profunda (TVP) o embolia pulmonar? ( ) Sí ( ) No. Si respondiste SÍ, por favor, explica brevemente:

\_\_\_\_\_

2.4. ¿Tienes algún trastorno conocido de la coagulación sanguínea? ( ) Sí ( ) No. Si respondiste SÍ, por favor, especifica: \_\_\_\_\_

2.5. ¿Padeces de varices significativas en las extremidades? ( ) Sí ( ) No. Si respondiste SÍ, por favor, explica brevemente: \_\_\_\_\_

2.6. ¿Has sido diagnosticado alguna vez o padeces actualmente diabetes (Tipo 1 o Tipo 2) u otro trastorno metabólico? ( ) Sí ( ) No. Si respondiste SÍ, por favor, especifica:

\_\_\_\_\_

2.7. ¿Padeces alguna enfermedad respiratoria importante (asma severa, EPOC) que limite el ejercicio intenso? ( ) Sí ( ) No. Si respondiste SÍ, por favor, especifica:

\_\_\_\_\_

2.8. ¿Existe alguna otra condición médica relevante, pasada o presente, que debamos conocer para tu seguridad? ( ) Sí ( ) No. Si respondiste SÍ, por favor, especifica:

\_\_\_\_\_

2.9. ¿Estás tomando actualmente alguna medicación de forma regular (con receta o sin ella)? ( ) Sí ( ) No. Si respondiste SÍ, por favor, indica cuál/es:

\_\_\_\_\_

2.10. ¿Tienes alguna alergia conocida (medicamentos, látex, alimentos, etc.)? ( ) Sí ( ) No. Si respondiste SÍ, por favor, indica cuál/es: \_\_\_\_\_

### **SECCIÓN 3: HISTORIAL DE LESIONES**

3.1. ¿Has sufrido alguna lesión musculoesquelética (músculo, tendón, ligamento, articulación) significativa en los últimos 6 meses que haya requerido atención médica o te



haya impedido entrenar normalmente? ( ) Sí ( ) No. Si respondiste SÍ, por favor, describe brevemente (qué, dónde, cuándo):

---

3.2. ¿Sientes actualmente algún dolor o molestia recurrente al realizar ejercicio físico? ( ) Sí ( ) No Si respondiste. SÍ, por favor, describe brevemente (dónde, cuándo aparece):

---

#### SECCIÓN 4: HISTORIAL Y HÁBITOS DE ENTRENAMIENTO

4.1. ¿Cuánto tiempo llevas entrenando la hipertrofia de forma consistente? \_\_\_\_\_ Años  
\_\_\_\_\_ Meses.

4.2. ¿Cuántos días a la semana entrenas con pesas actualmente (promedio)? \_\_\_\_\_ días

4.3. ¿Cuántas veces por semana entrenas cada grupo muscular principal (piernas, pectoral, espalda, hombros, brazos)? \_\_\_\_\_ veces.

4.4. Describe brevemente tu rutina o división de entrenamiento semanal actual:

---



---

4.5. ¿Participas actualmente en algún otro deporte o programa de entrenamiento físico intenso de forma regular? ( ) Sí ( ) No. Si respondiste SÍ, por favor, especifica cuál/es y con qué frecuencia:

---

#### SECCIÓN 5: HÁBITOS DE ESTILO DE VIDA

5.1. **Nutrición:** a) ¿Sigues algún plan nutricional específico actualmente (ej. dieta alta en proteínas, control de calorías, etc.)? ( ) Sí ( ) No. Si respondiste SÍ, descríbelo brevemente:

\_\_\_\_\_ b) ¿Consumes suplementos nutricionales (proteína en polvo, creatina, pre-entrenos, vitaminas, etc.)? ( ) Sí ( ) No. Si respondiste SÍ, por favor, lista los principales: \_\_\_\_\_

5.2. **Descanso:** a) ¿Cuántas horas duermes de media por la noche? \_\_\_\_\_ horas b) ¿Cómo calificarías la calidad de tu sueño habitualmente? ( ) Muy Mala ( ) Mala ( ) Regular ( ) Buena ( ) Muy Buena.

5.3. **Estrés:** ¿Cómo calificarías tu nivel de estrés general en las últimas semanas? (Marcar una) ( ) Muy Bajo ( ) Bajo ( ) Moderado ( ) Alto ( ) Muy Alto

5.4. **Consumo de sustancias:** a) ¿Fumas tabaco actualmente? ( ) Sí ( ) No b) ¿Consumes bebidas alcohólicas? ( ) Sí ( ) No. Si respondiste SÍ, ¿con qué frecuencia y cantidad aproximada? \_\_\_\_\_ c) Para asegurar la validez del estudio y tu seguridad, necesitamos saber si consumes o has consumido en el último año sustancias que puedan afectar significativamente el crecimiento muscular, como esteroides anabolizantes u otras drogas para mejorar el rendimiento. Tu respuesta será confidencial. ¿Consumes o has consumido este tipo de sustancias en el último año? ( ) Sí ( ) No

## SECCIÓN 6: DECLARACIÓN FINAL

Declaro que he respondido a todas las preguntas de este cuestionario de forma completa y veraz según mi conocimiento. Entiendo que ocultar información relevante sobre mi salud o hábitos podría suponer un riesgo para mi seguridad durante el estudio o alterar su resultado.

Firma del Participante: \_\_\_\_\_

Nombre del Participante: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## Espacio reservado para el investigador:

Revisado por: \_\_\_\_\_ (Nombre del investigador) Fecha de revisión: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Comentarios / Observaciones:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

¿Cumple criterios de inclusión/exclusión? ( ) Sí ( ) No

