

## HISTORIA

El entrenamiento con restricción de flujo sanguíneo (BFR) se originó en Japón en la década de 1960, donde fue desarrollado por el Dr. Yoshiaki Sato. El Dr. Sato estaba trabajando en una clínica de rehabilitación y estaba buscando una forma de rehabilitar a los pacientes que no podían realizar ejercicios de fuerza convencionales debido a lesiones o enfermedades. Fue entonces cuando desarrolló la técnica del entrenamiento con restricción de flujo sanguíneo, que inicialmente se conocía como "kaatsu training". "Ka": aumento y "Atsu": presión



## ¿QUÉ ENCONTRARAS?

- FUNDAMENTOS DEL BFR PÁG. 2
- EFFECTOS PÁG. 3
- EQUIPAMIENTO PÁG. 4
- RIESGOS Y PRECAUCIONES PÁG. 5
- PROTOCOLOS PÁG. 6
- CONCLUSIONES PÁG. 7, 8

## INTRODUCCION AL ENTRENAMIENTO OCLUSIVO

**El entrenamiento con restricción de flujo sanguíneo (BFR, por sus siglas en inglés) es una técnica que se basa en la idea de restringir temporalmente el flujo de sangre arterial hacia los músculos durante el ejercicio, mientras ocluye totalmente el retorno venoso, lo que puede aumentar el estrés metabólico y la fatiga muscular en comparación con el entrenamiento convencional.**

Lo que conseguimos es beneficiarnos de un entorno hipóxico para tener unas ganancias, mejores y adaptaciones que no conseguiríamos si no fuera con una carga bastante elevada.

Aunque el BFR puede sonar como una técnica peligrosa, su seguridad y eficacia se han demostrado en numerosos estudios científicos. De hecho, el entrenamiento con BFR ha sido utilizado con éxito en la rehabilitación de lesiones musculoesqueléticas, así como en la mejora del rendimiento deportivo en atletas de élite.

Los protocolos de entrenamiento con BFR varían según el tipo de equipamiento y los objetivos de entrenamiento, pero generalmente implican el uso de cargas relativamente ligeras y el control cuidadoso de la presión sanguínea mediante diferentes tipos de equipamiento, desde manguitos de presión manuales hasta automáticos.

### Historia:

El Dr. Sato estudió las respuestas fisiológicas que se producían en ausencia de flujo sanguíneo, generando hipoxia temporal en los tejidos. Observó que al restringir temporalmente el flujo de sangre arterial hacia los músculos durante el ejercicio, se podía aumentar el estrés metabólico y la fatiga muscular, lo que podría mejorar la fuerza y la hipertrofia muscular en comparación con el entrenamiento

## FUNDAMENTOS

La presión aplicada a los manguitos restringe el flujo sanguíneo arterial hacia los músculos, lo que reduce la cantidad de oxígeno y nutrientes que llegan a los músculos durante el ejercicio.

Acumulación de productos metabólicos, lo que aumenta el estrés metabólico y la fatiga muscular. Además puede aumentar la producción de hormona del crecimiento, y estimular el crecimiento muscular.

El flujo de sangre venosa se mantiene, lo que permite la eliminación de los productos metabólicos y la reoxidación de la sangre que regresa al corazón. El BFR puede lograr los beneficios parecidos al entreno de fuerza pero con cargas más ligeras y en menor tiempo.

Forma efectiva de prevenir atrofia muscular durante periodos de inmovilización, como post lesión o cirugía.

El BFR aumenta el estrés metabólico y reduce el estrés mecánico.

La naturaleza de baja carga y poder crear hipertrofia lo convierten en poderosa herramienta cuando la carga pesada está contraindicada.



## ¿CÓMO FUNCIONA EL BFR Y POR QUÉ ES EFECTIVO?

### LOS EFECTOS BENEFICIOSOS DEL ENTRENAMIENTO DE BFR

Aumento de la **hipertrofia muscular:** incluso con cargas más ligeras que las utilizadas en el entrenamiento de fuerza convencional.

Aumento de la producción de **hormonas anabólicas:** como la **hormona del crecimiento** y la **testosterona.**

Reducción del **dolor** muscular  
Disminuye algo la sensación **de inflamación** de la zona. Efecto de drenaje.

Prevención de la **atrofia muscular:** durante periodos de inmovilización, como después de una lesión o cirugía.

Mejora de la **recuperación muscular.**

Mejora de la **función vascular.**

Reducción del **estrés oxidativo:** en los músculos.

### AUMENTO DE LA SÍNTESIS DE PROTEÍNAS: LO QUE ES ESENCIAL PARA LA HIPERTROFIA MUSCULAR.

Aumento de la liberación de **factores de crecimiento:** como la **hormona del crecimiento.**

La cascada metabólica e hipoxia provoca mayor **sintetización en el colágeno:** para que las **células satélite** reparen todo el tejido.

Estimulación de la **angiogénesis:**

formación de nuevos vasos sanguíneos que mejora la entrega de nutrientes y oxígeno. Estimula la respuesta **inflamatoria:** para la reparación y el crecimiento muscular.

Aumenta las **células satélite IGF 1:** necesarias para la hipertrofia muscular y reparación.

Reduce la regulación del **gen de la miostatina,**

Precursor de la atrofia muscular

Estimulación de la respuesta de la **proteína mTOR:**

síntesis de proteínas  
Regula el TGF- $\beta$ , principal vía de respuesta de la cicatrización

## EQUIPAMIENTO NECESARIO PARA REALIZAR ENTRENAMIENTO CON BFR.

**Para usar dispositivos manuales o manguitos de oclusión siempre utilizaremos la sonda doppler para determinar la presión oclusiva arterial.**

Manguitos de presión: se colocan alrededor de los brazos o las piernas para reducir el flujo sanguíneo. Deben proporcionar presión uniforme y segura. Mejor manguitos anchos (+13 cm).

Oclusión más completa. Entre 140-240 mm Hg para el tren inferior y 100-160 mm para el tren superior.

Medidor de presión: para aplicar la presión adecuada a los manguitos, es necesario contar con un medidor de presión. Medir la presión arterial y asegurar que la presión aplicada a los manguitos sea segura y efectiva.

Bomba de aire: la bomba de aire es necesaria para inflar los manguitos y aplicar la presión necesaria para reducir el flujo sanguíneo. La bomba debe ser capaz de inflar los manguitos de manera uniforme y permitir ajustes precisos en la presión.

Cinta adhesiva: se utiliza para fijar los manguitos en su lugar y evitar que se deslicen durante el entrenamiento.

## SEGURIDAD RIESGOS Y PRECAUCIONES

Utilizar equipos de alta calidad y confiables para asegurarse de que se estén aplicando las presiones correctas.

Seguir las pautas de tiempo recomendadas.

Supervisión adecuada por un entrenador/ profesional de la salud capacitado y experimentado.

Progresión gradual: comenzar con cargas y presiones bajas, y aumentar gradualmente la intensidad y la duración del entrenamiento.

No es adecuado para todas las personas, y debe evitarse en casos de lesiones vasculares o musculares graves, presión arterial alta, enfermedades cardiovasculares, entre otros casos.

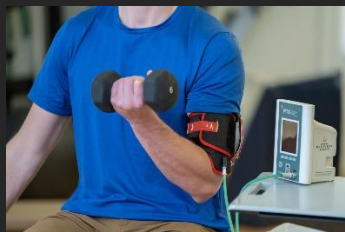
### EFFECTOS SECUNDARIOS

#### NUNCA HACER UN USO INDEBIDO

- Hemorragia subcutánea (exceso de presión).
- Entumecimiento (Exceso de presión)
- Trombosis venosa profunda (0,055%)
- Abnormal exercises pressor reflex. Mecanismo de retroalimentación que provoca un aumento reflejo de la frecuencia cardíaca, la presión arterial y la ventilación.

- Rabdomiolisis (0,008%). Rotura del músculo esquelético debido a una lesión muscular directa o indirecta.
- Necrosis (no hay casos)
- Compresión nerviosa (2% manguito estrecho).
- Dolor





## CONCLUSIONES

BFR puede mejorar la fuerza muscular, la resistencia y la hipertrofia, incluso con cargas ligeras, lo que lo convierte en una técnica útil para personas que buscan mejorar su rendimiento sin someterse a cargas pesadas y lesiones asociadas.

Para su uso, es importante seguir los protocolos adecuados de presión, tiempo y ejercicios, así como tomar las precauciones necesarias para evitar riesgos.

En términos de equipamiento, es importante adquirir productos de calidad y ajustables para garantizar la seguridad y eficacia del entrenamiento.

## APLICACIONES CLÍNICAS DEL BFR

- **Rehabilitación postoperatoria:**

El BFR ha demostrado ser una herramienta útil en la rehabilitación después de una cirugía ortopédica. El uso del BFR + ejercicios de baja carga puede mejorar la función muscular, la fuerza y reducir el dolor postoperatorio.

- **Tratamiento de lesiones:**

El BFR puede utilizarse para tratar lesiones musculares como desgarros y distensiones. La combinación de BFR y ejercicios de baja carga puede mejorar la recuperación y reducir el tiempo de inactividad.

- **Mejora de la fuerza muscular en poblaciones especiales:**

Personas mayores, pacientes con enfermedades crónicas y pacientes con discapacidades físicas pueden aprovechar el uso de BFR junto con ejercicios de baja carga para realizar ejercicio de mayor intensidad de forma segura y tolerable.

- **Prevención de la pérdida muscular:**

La hospitalización puede causar una rápida pérdida de masa muscular debido a la falta de actividad física y la inmovilidad. El uso de BFR puede ser una herramienta efectiva.

- **Rehabilitación cardiovascular:**

En pacientes con enfermedades cardiovasculares. El uso de BFR junto con ejercicios de baja carga puede reducir los síntomas en pacientes con insuficiencia cardíaca.

- **Mejora de la fuerza muscular:**

El BFR puede utilizarse para mejorar la fuerza muscular en deportes que requieren fuerza explosiva. El uso con ejercicios de alta intensidad puede mejorar significativamente la fuerza muscular.

- **Hipertrofia muscular:**

BFR junto con ejercicios de baja carga puede aumentar la hipertrofia muscular, incluso en atletas con experiencia.

- **Prevención de lesiones:**

El BFR puede ser una herramienta útil para prevenir lesiones en deportes que implican una carga repetitiva en las articulaciones.

- **Recuperación muscular:**

El BFR puede utilizarse para acelerar la recuperación muscular después de una sesión de entrenamiento intensa o una competición.



## RECUERDA

BFR implica la aplicación de una presión externa en un miembro para limitar el flujo sanguíneo y aumentar el estrés metabólico sin estrés mecánico.

Deben incluir Manguitos de presión y un dispositivo para controlar la presión aplicada.

Forma efectiva de prevenir atrofia muscular durante periodos de inmovilización, como post lesión o cirugía.

La naturaleza de baja carga y poder crear hipertrofia lo convierten en poderosa herramienta cuando la carga pesada está contraindicada



## UNA OPCIÓN FANTÁSTICA PARA COMPLEMENTAR EL ENTRENAMIENTO

### RECORDATORIOS Y CLAVES

**Presión de Volumen y restricción:** presión aplicada alrededor del miembro durante el entrenamiento. Generalmente se encuentra entre el 40% y el 80% de la presión arterial sistólica del individuo.

**Selección ejercicios:** Adaptados al objetivo del entrenamiento y que sean seguros. Pasivos, contracciones voluntarias, isometrías, movilizaciones, bici, ejercicios analíticos e aislados. Paa finalmente realizar ejercicios como leg press, leg extensión, lunge, Split, squat, etc.

#### GOLD ESTÁNDAR: 30-15-15-15

**Progresión:** gradual y controlada. Los deportistas deben comenzar con presiones de restricción más bajas y aumentar presión y el volumen a medida que se adapten.

Mejora la **hipertrofia**, fuerza, la resistencia y recuperación post lesión.

Seguir **protocolos de seguridad** para maximizar beneficios y minimizar riesgos.

**Previene atrofia**, aumenta **hormona del crecimiento**, la **testosterona** y síntesis de proteínas.

Aumenta **células satélite IGF 1:**

Reducción del **dolor** y sensación de

**inflamación**

Mejora **recuperación** muscular, función vascular,

**angiogénesis.**

Reduce la regulación de la **miostatina**,

Regula el **TGF-β**, principal vía de respuesta de la cicatrización post lesión.



**ANEXOS:**

PREGUNTA	RESPUESTA	DECISION
¿Historia Familiar o antecedentes de trastornos de la coagulación?	SI	No Continuar
	NO	Continuar
¿Hipertension tipo 1 (PAS>140mmhg)?	SI	No Continuar
	NO	Continuar
¿Antecedentes de TVP o embolia pulmonar?	SI	No Continuar
	NO	Continuar
¿Antecedentes de infarto o ictus?	SI	No Continuar
	NO	Continuar
Fumador	SI	Consejo medico
	NO	Continuar
¿Te estas tomando alguna medicacion, incluida pildora anticonceptiva?	SI	Consejo medico
	NO	Continuar
¿Aparición de edema post operación?	SI	No Continuar
	NO	Continuar
¿Historial de lesion en arterias y venas?	SI	Consejo medico
	NO	Continuar
¿Tienes historial lesivo con alteracion nerviosa?	SI	Consejo medico
	NO	Continuar
¿Tienes diabetes?	SI	Consejo medico
	NO	Continuar
¿Tienes antecedentes de problemas de coagulación?	SI	Consejo medico
	NO	Continuar
¿Tienes un dolor en la zona del gemelo sin diagnosticar?	SI	Consejo medico
	NO	Continuar
¿Has tenido un viaje de más de 4h o un vuelo en los últimos 7 días?	SI	Consejo medico
	NO	Continuar

	BAJA INTENSIDAD	ALTA INTENSIDAD	BFR + BAJA INTENSIDAD
<b>Rango entrenamiento</b>	20-35% 1 RM	65-90% 1 RM	20-35% 1 RM
<b>Daño muscular (CK)</b>	No significativo	Presente	No significativo
<b>Lactato</b>	No presente	Similar	
<b>Reclutamiento fibras II</b>	No hay reclutamiento adicional	Activacion de fibras II cerca del esfuerzo submaximo	
<b>Hormona crecimiento</b>	Sin cambios	Incremento x 100	1.7 veces más que Alta intensidad
<b>IGF-1</b>	Sin cambios	Incremento	Incremento significativo
<b>mTORC1</b>	Sin cambios	Incremento	Incremento significativo
<b>Tiempo adaptacion</b>	Sin cambios	Regulacion a la baja	
		12 Semanas	2 semanas

FASES	DURACION	OBJETIVOS	PROTOCOLOS
PRE OP	3- 4 Semanas	Si no tiene problema de lesión, dolor o de carga, no es necesario.	<b>EFR PASIVO</b> Libre: 8-10' al 50% 2x 30-15-15-15 (Sin completar)
		Coger sensaciones.	<b>EFRP. +NMES</b> Libre: 8-10' cerca 80% 2x 30-15-15-15 (Sin completar)
		Comprobar que no tenga contraindicaciones médicas.	<b>EFRP. +ISO</b> Libre: 8-10' al 80% 2x 30-15-15-15 (Sin completar)
POST OP	Esperaremos 3 a 7 días. Recomendación médica. 2- 3 Semanas de pasivo. Esto se puede hacer a diario, sin daño muscular solo estrés metabólico.	Encender el musculo con la oclusión y descansar y relajar en la repercusión. Luchar con la atrofia muscular	<b>EFR PASIVO</b> Sin contraccion 3x5' Oclusion +3' Repercusion 70-100% LOP 1-2 veces al día
		Controlar hinchazon Monitorear tolerancia	<b>EFRP. +NMES</b> Sin contraccion 3x5' Oclusion (NMES) +3' Repercusion
		Curacion heridas	<b>EFRP. +ISO</b> Contraccion activa 20% MCV 3x5' Oclusion (NMES) +3' Repercusion
CARGA	2 semanas de protocolo incompleto Cada día sin problema	Elasticos, Resistencia manual o asistida Extremidad lesionada Iniciar con 12-15 minutos y entrenar las reps que se puedan del protocolo Foco en hipertrofia	<b>EFR RE</b> Libre: Sin completar. Por tiempo. 2x 30-15-15-15 Leg extension / Leg press Sin carga
	2 - 3 semanas de protocolo Completo	Extremidad lesionada 2-3 sesiones a la semana	<b>EFR RE</b> 2x 30-15-15-15 Squat / Lunge / Step up Sin carga 40-80% LOP
	Hasta el 3-4 mes aprox	Ambas extremidades	<b>EFR RE</b> 1x 30-15-15-15 Leg extension / Leg press Squat / Lunge / Step up Con carga
		40-80% / 15-20' Ambas extremidades Bicicleta o caminar 2-3 Sesiones / Semana >T < LOP / <T > LOP	<b>EFR AEROBICO</b> Quando pueda realizar el ciclo con ROM Post sesion 10-15' Variar extensivo - intensivo
RETURN TO PLAY	Post 4º mes	Activaciones 20-40% RM Volumenes bajos Ambas extremidades	<b>EFR RE</b> 1x 30-15-15-15 Leg extension / Leg press Squat / Lunge / Step up Con carga
			<b>AEROBICO</b> Sin EFR

## MIS ANOTACIONES:

### CONCUSIONES PRÁCTICAS

- Importante explicar antes de empezar, con qué se van a encontrar:

Buscamos generar una hipoxia y hacer muchas repeticiones en un tiempo muy reducido para buscar el máximo de fatiga posible y que así nos va a llevar a una reclutación de fibras por acumulación y por fatiga porque el músculo está exhausto. Aparte de todos los efectos metabólicos como la del medio ácido, pensar en el cell swelling (encharco de sangre) en el músculo porque al final está entrando el 20% de sangre porque normalmente estaremos en una restricción del 80% pero no está saliendo sangre, por la oclusión venosa. De esta forma se acumula mucho más líquido en el músculo que hace que el muslo gane 5 centímetros de diámetro desde que empiezas hasta que acabas y la sensación de opresión es muy grande. Lo bueno que tenemos en los dispositivos automáticos es que todo el rato te está midiendo y te está controlando la presión mínima para poder hacer la oclusión al 80% y siempre estar en una zona segura.

Inflamos el manguito, hacemos 30 repeticiones y vamos a un tiempo de hipoxia. Un ejercicio libre de BFR, en 30 segundos le da tiempo a oxigenarse y de hacer una buena recuperación. En cambio en el BFR le cuesta oxigenarse un poquito más y ya le estás dando otra vez la segunda serie y le cuesta un poco más y acabas siempre luchando contra la oxigenación del tejido. Entonces la recuperación entre serie y serie no es efectiva entonces lo que estás es pues por acumulación estás trabajando con todas las fibras musculares. Reduces el oxígeno al músculo y provoca que aumente el lactato y promueve el relleno de capilares porque hay más sangre de lo normal. Vale entonces el sistema nervioso envía un mensaje de ayuda y es cuando empieza a la pituitaria enviar segrega hormona de crecimiento y estas hormonas nos facilitan la reparación y el tejido y el aumento de la fuerza por eso aumentamos la hipertrofia muscular cuando realices el protocolo verás que son 7 minutos, que la sensación es de haber trabajado muchísimo pero que realmente después está recuperada y que puede le deja ningún tipo de secuelas.

### ANTES

- Si vienen de una operación de LCA, recordar que cuando las operan les meten una banda oclusiva que va por encima de 320mmHg durante mínimo 45 minutos la más rápida. Nosotros estaremos a unos máximos de 200mm Hg y durante 8 a 15 minutos.
- La calibración siempre tumbado en camilla o suelo. Callado y lo más relajado posible. Así la presión la calibrará sobre un estado de relajación y no de excitación. Las máquinas al calibrar llegan sobre 220-230 mm HG y trabajaremos máximo al 80% que será sobre 140 150 160.



## DURANTE

- Inicialmente, empezar con 50% y a partir de ahí ir subiendo progresivamente.
- TI = 40 – 80 % ; TS= < 50%. Por su tamaño, < masa muscular, arterias, venas y nervios están más expuestos TS. En TI están más protegidos y pueden estar más tiempo ocluidos y a más alta presión.
- Con el manual siempre trabajaremos un poco menos del 80% porque no regula la presión automáticamente.
- Las cicatrices pican, y pueden sentir como que les va a salir algo de dentro, tienen como más presión dentro de la rodilla.
- Cambian de color las piernas, notarás como si estuviera haciendo grande.
- Sentirás una gran sensación de fatiga muscular.
- Siempre serán ejercicios analíticos e aislados.
- Importante que el manguito no se deshinche durante el descanso, sino perdemos adaptaciones metabólicas. Me fatigo mientras estoy descansando. No te dejo recuperar porque no permito que haya circulación y prácticamente que no hay retorno. Así es la manera que podemos reclutar el máximo de fibras y de unidades motoras, si no, nos vamos a quedar con la fibra tipo I y no vamos a llegar a esa fibra II.
- El feedback e la jugadora es indicador que nos ayuda a saber si esa carga es adecuada.
- Trabajamos 30 repeticiones para entrar en la fase anaeróbica, en la fase de hipoxia, y después 15 repeticiones, descansas 30 segundos, 15 repeticiones, descansas 30 segundos, y una última de 15 al final son 7 minutos y medio donde has hecho 75 repeticiones de un ejercicio con baja intensidad con alto estrés metabólico.
- Incrementos de 10 en 10 suele ser una estrategia para adaptar al disconfort.
- Oclusión continua Vs intermitente. Las mejoras se dan de manera más importante en la oclusión continua.
- Ventajas sobre los ejercicios de fuerza sobre aeróbico como caminar.
- Mayores intensidades muestran incrementos en hipertrofia similares, por lo que no merecen la pena.
- Las ganancias de hipertrofia son semejantes con descansos entre 30 y 60 segundos

## DESPUES

- Cuando quitamos la máquina dejar esos 30 segundos a 2 minutos de que la sangre vuelva a circular en normalidad pero si no es como un choque muy potente si quitamos de golpe el dispositivo que a veces lo hacen es bien el blanqueo ese tonto no sé dónde estoy .
- Sentir el fresquito cuando se deshincha.
- No deja ninguna secuela a los 20 minutos. No hay ningún tipo de daño muscular, ni el perímetro que ha aumentado 5cm de diámetro. Al final, has hecho un ejercicio de baja intensidad y no has generado daño muscular.

## PLANIFICACION

- Habrá gente que le va mejor Al final porque si no se siente muy fatigados durante la sesión. Pues a lo mejor con estos Espero y lo hago al final de la sesión y así me aseguro que lo demás lo hacen
- Gente que si se lo haces antes sale tieso a entrenar o gente que le va perfecto que dices que necesito hacerlo antes porque me siento empaquetado y me siento fuerte.
- Delegar: Yo hago, tu miras; Yo hago tú haces; Yo miro, tú haces.
- Si nos juntamos muchas, no hay mucha diferencia entre hacerlo antes, durante y después.
- La gran diferencia con respecto a no utilizarlo es el estado de la persona más o menos en torno al 2-3º mes. No es lo mismo tener una persona con una masa muscular parecida a la afecta en el 2-3 mes que tenerla al 5-6 mes. Poder hacer vida normal lo antes posible. Caminar, escaleras, independencia.
- Principalmente para miembro afecto, cuando recupera la masa muscular podemos prescindir del mismo.
- Cuando puedan, calentar en bici 20 minutos al 50% de su LOP. Luego el entrenamiento de fuerza y acabar con peso libre de baja intensidad con el BFR. EN estadios más avanzados, introducir incluso carga hasta 20%.
- MD-1 lo utilizan las que les gusta y el día del partido tenemos una jugadora que le va muy bien. 30 – 15 – 15 - 15 misma sensación prácticamente de fatiga un poquito por debajo de los kilos que suele mover. Con la pierna que tiene más comprometida.
- Útil para MD+1. El estrés metabólico que inducimos con el BFR busca la activación de células satélites, segregación de la hormona de crecimiento, reparar tejido y ayudar a que el músculo limpie lo más rápido posible.
- En problemas de condromalacias, tendinopatías y problemas femoro-patelares ayuda también este punto de analgesia porque al final das un estímulo al SNC y nos ayuda a controlar la fase de dolor, la segregación de la miostatina y favorecer la lucha contra la atrofia muscular.
- Si tienes grupos, usa las Oclusion cuff. Para 1 persona las Airband.
- Deportistas en activo, ayuda a meter cuñas de fuerza en períodos de calendario congestionado.

