

Alma Mater Studiorum – Università di Bologna

SCUOLA DI MEDICINA E CHIRURGIA

Corso di Laurea in fisioterapia

TITOLO DELLA TESI

Il trattamento fisioterapico conservativo nei pazienti ortopedici attraverso i principi della *Blood Flow Restriction*: ambiti di applicazione, modalità ed efficacia. Una *scoping review*

Tesi di Laurea in terapia manuale.

Presentata da:

Fabbri Andrea

Relatore:

Chiar.mo Prof.

Morri Mattia

Anno Accademico 2020-2021

ABSTRACT

Background: La *blood flow restriction therapy* (BFRT) è una tecnica di allenamento nata per migliorare le performance degli atleti che si sta diffondendo anche in ambito riabilitativo per i suoi benefici nell'aumentare la forza ed il trofismo muscolare con un minor stress muscoloscheletrico.

Obiettivo: definire e sintetizzare in maniera chiara la letteratura disponibile al fine di capire gli ambiti di applicazione, le modalità e le prove di efficacia della BFRT nell'ambito del trattamento fisioterapico conservativo.

Metodi: revisione della letteratura completata il 7/11/2021 consultando i database di MEDLINE (PubMed), Embase e Pedro. Sono stati inclusi studi su pazienti con disturbi muscoloscheletrici non operati in trattamento conservativo sottoposti a BFRT con *outcome* principali su riduzione del dolore, aumento della forza e trofismo muscolare, recupero funzionale e recupero dell'articolarià.

Risultati: In totale 103 articoli sono stati identificati e tramite il processo di selezione 14 sono stati inclusi nel presente elaborato di cui 7 revisioni sistematiche e 7 studi clinici. I soggetti erano prevalentemente affetti da osteoartrite (OA) e dolore femoro-rotuleo. La maggior parte degli studi ha valutato gli effetti sulla forza muscolare e sulla percezione del dolore con prove di efficacia discordanti. I parametri di allenamento e dei bracciali sono stati stabiliti in modo eterogeneo e nella maggior parte dei casi non è stato utilizzato un *device* per stabilire il grado di occlusione.

Conclusioni: Il trattamento conservativo secondo la BFRT risulta essere studiato principalmente nei soggetti con gonalgia. Le prove esistenti non sono sufficienti per trarre conclusioni definitive sull'efficacia a causa dei risultati contrastanti. Sono necessari studi futuri che prevedano metodiche di allenamento con BFR standardizzate, utilizzo di *device* automatici per il calcolo dell'occlusione arteriosa, omogeneità nella scelta delle cuffie, popolazioni più omogenee e più numerose.

1.0	Cap.1	INTRODUZIONE	pag. 4-5
2.0	Cap.2	MATERIALI E METODI	pag. 6-8
	2.1	modalità di ricerca della letteratura	pag. 6
	2.2	processo di selezione degli articoli	pag. 7
	2.3	analisi e sintesi dei dati	pag. 8
3.0	Cap. 3	RISULTATI	pag. 9-24
	3.1	<i>prisma flow diagram</i>	pag. 9
	3.2	sintesi dei dati	pag. 10-21
	3.3	ambito di applicazione	pag. 23
	3.4	modalità di applicazione	pag.23-24
	3.5	efficacia	pag. 24-25
4.0	Cap.4	DISCUSSIONE	pag. 25-26
5.0	Cap.5	CONCLUSIONI	pag. 26

Bibliografia

INTRODUZIONE

La BFRT nata in Giappone nell'anno 1970, dove veniva chiamata *KAATSU training* ⁽¹⁾, si è diffusa nell'ambito sportivo perché in grado di aumentare forza e trofismo muscolare negli atleti, così come nelle persone sane, con un minor stress muscolo-scheletrico ^(2,3,4,5). Questa terapia combina lo stress meccanico e metabolico per stimolare l'incremento della forza muscolare, l'ipertrofia e l'angiogenesi. Lo stress metabolico, si ottiene attraverso l'occlusione vascolare con l'utilizzo di cuffie pneumatiche, preferibilmente larghe piuttosto che strette ^(6,7,8), applicate in zona prossimale degli arti superiori ed inferiori che si vogliono rinforzare. Si viene così a creare un'occlusione del deflusso venoso, permettendo però un parziale afflusso arterioso che porta ad un'ipossia locale guidata da metabolismo anaerobico ⁽⁹⁾. È stato rilevato che per massimizzare i benefici della BFRT l'occlusione del flusso venoso deve essere del 100% con un'occlusione del flusso arterioso (AOP) compreso tra il 40% e l'80% per l'esecuzione degli esercizi in sicurezza ^(10,11,12). Per ricavare i corretti livelli d'occlusione arteriosa si ricorre ai doppler vascolari associati all'utilizzo del manometro manuale, oppure tramite *device* automatico che calcola automaticamente l'AOP e gestisce la pressione delle cuffie anche durante l'esercizio mantenendo costanti i livelli di occlusione. Lo stress meccanico si verifica invece attraverso l'esecuzione dell'esercizio di resistenza a basso carico (LL-RT) compresa tra il 20% ed il 40% di una contrazione eseguita in maniera massimale (1RM) ⁽¹³⁾. Per il calcolo dell'1RM nel caso di pazienti con problematiche muscoloscheletriche si chiede di effettuare una contrazione massima rispetto al dolore oppure in alternativa si prende come riferimento l'arto controlaterale sano, nel caso di atleti o persone sane invece si procede ricercando 1RM in base alle ripetizioni possibili sapendo che un carico che permette l'esecuzione di 10 ripetizioni equivale al 70% di 1 RM. ⁽¹⁴⁾. La possibilità di ottenere un rinforzo muscolare anche con bassi carichi di allenamento permette di candidare la BFRT come strumento utile nella riabilitazione delle lesioni muscolari, dei pazienti post-operatori e dei pazienti anziani che spesso non sono in grado di effettuare allenamenti ad alto carico (HL-RT). Infatti Sebbene con LL-RT non sia stato dimostrato un miglioramento dello sviluppo muscolare, se associato alla *blood flow restriction* (BFR) è stato possibile rilevare un miglioramento statisticamente significativo in termini di forza, ipertrofia e dolore ^(15,16). L'utilizzo del BFR nei pazienti post-operatori può avvenire fin dai primi giorni, quando i pazienti sono ancora allettati e può essere utilizzato mantenendo l'occlusione del flusso sanguigno anche in assenza di esercizi terapeutici di rinforzo muscolare. Takarada et al. ⁽¹⁷⁾ hanno dimostrato che l'applicazione delle cuffie pneumatiche alle cosce in pazienti operati di ricostruzione del legamento crociato anteriore (ACLR) senza l'esecuzione di esercizi per 10 giorni (dal 4° al 14° giorno post-operatorio) ha

portato ad una minor diminuzione dell'area della sezione trasversale dei muscoli estensori di ginocchio rispetto al gruppo placebo. Ohta et al. ⁽¹⁸⁾ ha dimostrato che l'utilizzo di un allenamento a basso carico associato con la BRF (LL-BFRT) per 15 settimane in pazienti operati di ACLR ha portato ad un aumento della sezione trasversale dei muscoli estensori di ginocchio rispetto al trattamento con soli esercizi a basso carico senza BFR. L'utilizzo della BFR può giovare anche in pazienti con diagnosi di frattura ossea avendo un impatto sulle proprietà di guarigione dell'osso attraverso l'azione di marcatori metabolici che riducono l'attività degli osteoclasti ⁽¹⁹⁾. Tuttavia, alcuni autori mettono in discussione l'efficacia della LL-BFRT rispetto a un trattamento che preveda esercizi ad alta resistenza ⁽¹⁷⁾. Il processo per il quale il LL-BFRT sia maggiormente efficiente del LL-RT nello sviluppo muscolare sembrerebbe associato alla conseguenza di un'ipossia muscolare che porta ad un'attivazione di segnali autocrini e paracrini volti a promuovere la sintesi proteica in varie cellule come osteociti e cellule muscolari, il reclutamento delle fibre muscolari di tipo-2, la sintesi di ormoni anabolici locali e sistemici e la proliferazione di cellule satellite capaci di unirsi per la formazione di nuove cellule muscolari ^(20,9). Le fibre muscolari di tipo-2, o fibre veloci, sono solitamente reclutate in situazioni di ipossia muscolare e ricevono l'energia necessaria alla contrazione tramite la gluconeogenesi nel fegato. L'ambiente ipossico che si crea durante il LL-BFRT fa sì che ci sia un reclutamento delle fibre di tipo-2, che è una condizione che tipicamente si verifica durante un allenamento ad alta resistenza ⁽⁹⁾. Attraverso l'utilizzo dell'elettromiografia si è verificato un livello di attivazione muscolare di 1,8 volte maggiore durante la LL-BFRT rispetto al LL-RT ⁽²¹⁾. Inoltre si è notato un effetto sulla circolazione vascolare post-esercizio promuovendo il flusso sanguigno, la disponibilità di ossigeno e l'angiogenesi. Questo potenziale incremento di afflusso di sangue ossigenato può portare ad un miglioramento delle prestazioni attraverso maggiore resistenza e capacità aerobica ⁽²²⁾. La BFR in questi anni è stata utilizzata prevalentemente in ambito sportivo o di *performance therapy*. Solo negli ultimi anni è diventato uno strumento di riabilitazione per pazienti post-operatori o con problemi muscoloscheletrici. Sono stati condotti diversi studi in questo ambito ma non è ben chiaro quali pazienti possano trarre maggior giovamento dall'applicazione di tale tecnica, quali siano le modalità di applicazione migliori e quali siano le prove di efficacia di tale trattamento nell'ambito del trattamento conservativo riabilitativo. L'obiettivo di questo elaborato è quello di effettuare una revisione di scopo della letteratura per poter definire e sintetizzare in maniera chiara la letteratura disponibile al fine di capire gli ambiti di applicazione, le modalità e le prove di efficacia della terapia con BFR nell'ambito della terapia fisioterapica conservativa.

MATERIALI E METODI

Disegno di studio: revisione di scopo della letteratura scientifica

Modalità di ricerca della letteratura

La ricerca della letteratura è stata eseguita a partire dalla definizione del quesito di ricerca secondo la metodologia del PICO per cui sono stati identificati popolazione di interesse, intervento, trattamenti di comparazione e *outcome* secondo il seguente schema:

P: pazienti con diagnosi di patologie a carico dell'apparato muscoloscheletrico non sottoposti a trattamento di tipo chirurgico ma per i quali era previsto un trattamento fisioterapico conservativo.

I: trattamento fisioterapico che prevedesse l'esecuzione di esercizi terapeutici secondo i principi della BFR

C: altri trattamenti riabilitativi quali trattamenti che prevedessero l'esecuzione di esercizi terapeutici di rinforzo a basso o alta resistenza, oppure secondo altre modalità (trattamento con terapie fisiche o trattamenti manuali)

O: i principali *outcome* che sono stati presi in considerazione dovevano essere relativi alla sintomatologia dolorosa, al recupero della forza e del tono muscolare, al recupero dell'escursione articolare e al recupero funzionale del paziente.

Le parole chiave prese in considerazione nella ricerca erano pertanto *musculoskeletal diseases, blood flow restriction, ischemic strenght training, pain, muscle strength, physical function performance e walking speed*

Tali parole chiave sono state utilizzate e declinate nei vari database scientifici secondo le specificità di ogni database. La ricerca è stata effettuata all'interno di MEDLINE (PubMed), Embase e Pedro. Nell'Allegato I sono riportate le specifiche stringhe della ricerca utilizzate.

Processo di selezione degli articoli

Il processo di selezione degli articoli è stato effettuato a partire da tutti i risultati ottenuti con esclusione degli articoli che erano ripetuti nei vari database. La selezione è stata eseguita in cieco da due autori che al termine del processo di selezione si sono confrontati su eventuali disaccordi risolvendoli mediante discussione.

La selezione è stata eseguita a partire dalla lettura del titolo, dell'abstract e infine del *full text*.

Per effettuare la selezione degli articoli sono stati utilizzati i seguenti criteri:

-tipi di studi considerati: Sono stati presi in considerazione qualsiasi tipo di studio tra RCT, revisioni sistematiche, metanalisi, *case report*, *case series*, *cross-over*, *case control*, studio di coorte, studi pilota.

-tipologia di partecipanti: Popolazione affetta da patologie muscoloscheletriche non sottoposti ad intervento chirurgico. Sono stati esclusi gli studi che prendevano in considerazione solamente la popolazione sana, pazienti trattati dopo chirurgia ortopedica, pazienti affetti da patologie neurologiche e metaboliche. Gli studi in cui la BFR veniva utilizzata come strumento di prevenzione non sono stati selezionati.

-tipi di intervento: abbiamo preso in considerazione tutti i pazienti sottoposti ad un intervento fisioterapico con BFR in cui gli autori spiegavano in maniera chiara le modalità di applicazione e utilizzo della terapia stessa. Laddove non era spiegata la metodologia di applicazione gli studi non erano inclusi in questa revisione.

-tipi di *outcome*: Per essere inclusi nello studio gli articoli dovevano comprendere *outcome* riabilitativi quali la sintomatologia dolorosa, incluso il dolore muscolare ad insorgenza ritardata, la forza e il trofismo muscolare, la funzionalità articolare, e il recupero funzionale misurato in termini di *endurance* e velocità del cammino

Gli articoli dovevano essere in lingua inglese e condotti negli ultimi 10 anni.

Analisi e sintesi dei dati

Ogni articolo selezionato nella presente revisione veniva letto e sintetizzato secondo lo schema predefinito e di seguito riportato. Per ogni articolo è stato definito un documento di estrazione dei dati.

-AUTORI

-ANNO DI PUBBLICAZIONE

-REGISTRAZIONE

-TIPO DI STUDIO

-*SETTING*

-OBBIETTIVO

-POPOLAZIONE

-*SAMPLE SIZE*

-METODO

-TIPOLOGIA D'INTERVENTO

-*OUTCOME*

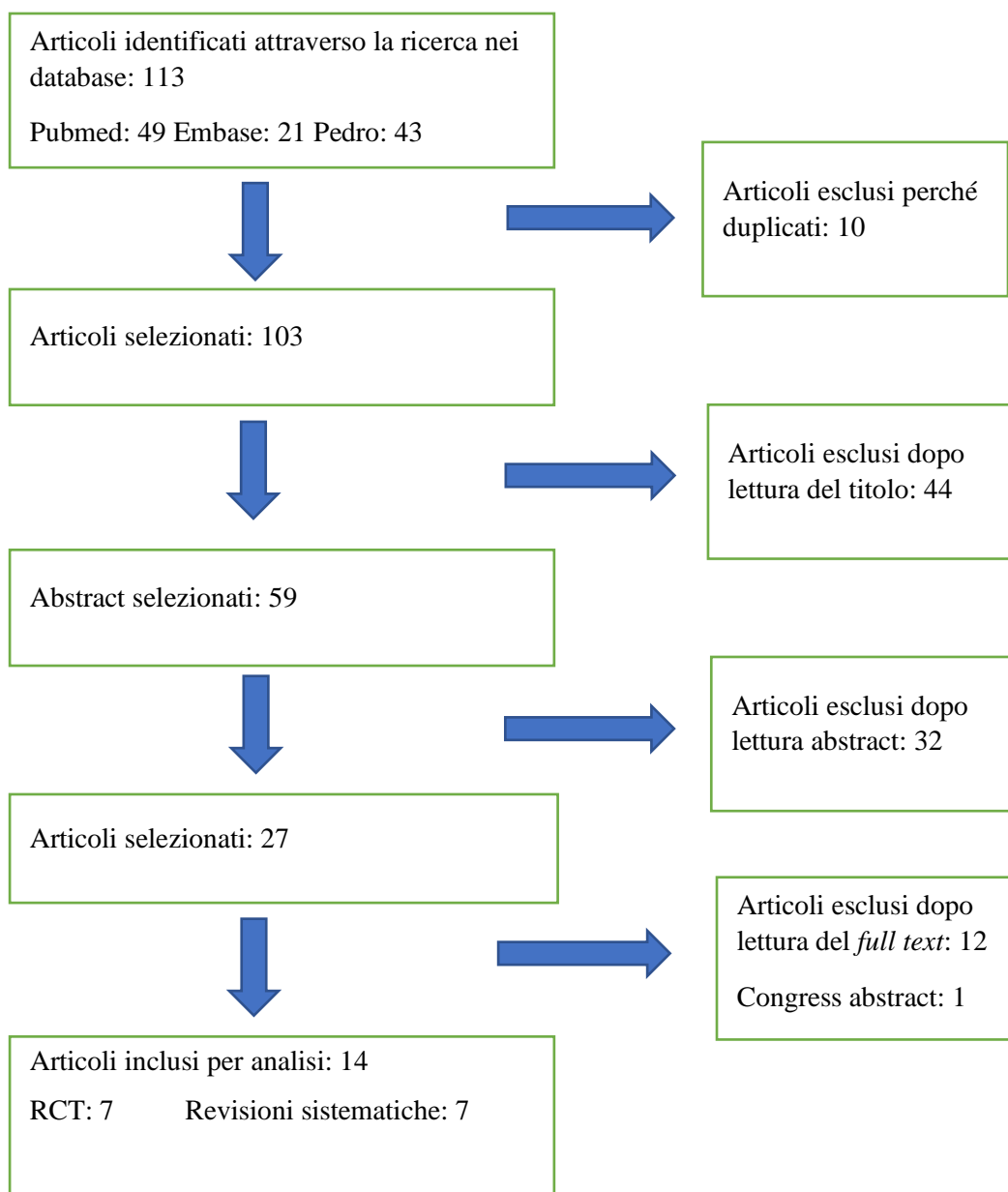
-RISULTATI CHIAVE

I dati raccolti dagli studi sono stati qualitativamente descritti riportando la tipologia di studio, il *setting* in cui lo studio era stato condotto, i dati relativi alla registrazione dello studio e agli obiettivi che ogni studio si poneva. Una ulteriore analisi dei dati è stata condotta per rispondere ai quesiti della presente revisione riportando per ogni articolo la popolazione presa in considerazione, le modalità di applicazione della BFRT, gli *outcome* presi in considerazione e le prove di efficacia. In questa seconda analisi gli studi sono stati raggruppati per tipologia (revisioni sistematiche e studi clinici).

RISULTATI

La ricerca nei database ha prodotto in totale 103 articoli. Per la presente revisione sono stati esclusi in totale 89 articoli e inclusi 14 articoli. Il diagramma di flusso rappresentato nella Figura.I sintetizza il processo di selezione. I 14 articoli selezionati includevano 7 revisioni sistematiche, di cui 4 con meta-analisi e 7 studi clinici randomizzati (RCT) di cui 1 *cross-over*. Nel complesso il numero di studi registrati sono 10. Negli studi dove veniva specificato il *setting* di allenamento, 11 sono in regime ambulatoriale di fisioterapia non ospedaliera, mentre lo studio di Ferraz et al. in regime di fisioterapia ospedaliera. Le caratteristiche dei singoli articoli inclusi sono sintetizzate nei *data extraction* riportati nell'Allegato II.

Figura.I Diagramma di flusso



I dati sintetizzati delle caratteristiche generali inerenti gli articoli sono reperibili nella tabella 1, mentre nelle tabelle 2.a e 2.b sono riportate le informazioni inerenti gli obiettivi della revisione: modalità d'intervento, efficacia e ambito di applicazione. La tabella 2a. è relativa alle revisioni sistematiche, mentre la tabella 2b. agli studi clinici.

Tabella 1 caratteristiche generali.

Autore	Tipi di studio	Setting	Registrazione	Obiettivo
Ptsillides et al.(2021)	<i>Systematic review</i>	Regime ambulatoriale di fisioterapia non ospedaliero	Non riportata	BFRT VS HL-RT
Hughes et al.(2017)	<i>Systematic review</i>	Regime ambulatoriale di fisioterapia non ospedaliero	Research Registry database (reviewregistry91)	BFRT VS LL-RT BFRT VS HL-RT
Nitzsche et al.(2021)	<i>Systematic review</i>	Regime ambulatoriale di fisioterapia non ospedaliero	Non riportata	BFRT VS LL-RT BFRT VS HL-RT
Westin et al.(2018)	<i>Systematic review</i>	Regime ambulatoriale di fisioterapia non ospedaliero	Non riportata	BFRT VS LL-RT BFRT VS HL-RT
Ferlito et al.(2020)	<i>Systematic review</i>	Regime ambulatoriale di fisioterapia non ospedaliero	PROSPERO n. CRD42020137000	BFRT VS LL-RT BFRT VS HL-RT
Grantham et al.(2021)	<i>Systematic review</i>	Regime ambulatoriale di fisioterapia non ospedaliero	PROSPERO, n. CRD42020154423	BFRT VS LL-RT BFRT VS HL-RT

Shougi Li et al.(2021)	Meta-analisi	Regime ambulatoriale di fisioterapia non ospedaliero	international platform of SR and metanalysis n. INPLASY202060021	BFRT vs LL-RT BFRT vs HL-RT
Killinger et al.(2020)	Studio <i>cross-over</i>	Regime ambulatoriale di fisioterapia non ospedaliero	Non riportata	BFRT VS LL-RT
Segal et al.(2014)	RCT	Regime ambulatoriale di fisioterapia non ospedaliero	Clinicaltrials.gov (ID studio NCT01311206)	BFRT VS LL-RT
Giles et al.(2017)	RCT	Regime ambulatoriale di fisioterapia non ospedaliero	Australian New Zealand Clinical Trials (Trial Number 12614001164684)	BFRT VS HL-RT
Ferraz et al.(2018)	RCT	Regime ambulatoriale di fisioterapia in ospedale	NTCT01483131	BFRT VS HL-RT BFRT VS LL-RT
Ladlow et al.(2018)	RCT	Non specificato	ISRCTN63585315	BFRT VS HL-RT
Harper et al.(2019)	RCT	Non specificato	NCT02132715	BFRT VS HL-RT
korakakis et al.(2018)	RCT	Regime ambulatoriale di	Non riportata	BFRT VS LL-RT

		fisioterapia non ospedaliero		
--	--	------------------------------	--	--

OA= osteoartrite. CAI: *chronic ankle instability*. BFRT= *blood flow restriction therapy*. LL-RT= *low load resistance training* (20-40% 1 RM). HL-RT= *high load resistance training* (60-80% 1 RM). AA.II= arti inferiori.

Tabella 2a. revisioni sistematiche obiettivi.

Autore	Nr. Di studi inclusi	Pazienti inclusi	Modalità d'intervento	Outcome	Efficacia
Ptsillides et al.(2021)	N=3	Totale: 117 con OA. HL-RT:68 BFR: 49 Età: >50 anni	BFR: 20-30% 1RM <i>leg press, leg extension, calf flexion</i> , es. di equilibrio. HL-RT: 60-80% 1RM	Dolore (WOMAC, VAS, NPRS) Forza alla <i>leg press</i> e alla <i>leg extension</i> con dinamometro o con test 1 RM.	No metanalisi. Valutazione dei singoli studi mostra che l'intervento con BFRT sembra poter essere una valida alternativa all'allenamento convenzionale ma le evidenze attuali sono ancora scarse. Efficace nella riduzione del dolore.
Hughes et al.(2017)	N=20 di cui 3 di interesse per la nostra revisione	Totale: 124 con OA Età: 45-65 anni	Da 4 a 6 settimane, 3 sessioni a settimana. BFR: 30% 1 RM	Forza isotonica alla <i>leg press</i> e forza isometrica alla <i>leg extension</i> con	No metanalisi sugli studi di interesse. Valutazione dei singoli studi mostra pareri contrastanti

			CON: 30-70% 1 RM <i>leg press e leg extension.</i>	utilizzo di dinamometro. Dolore (NPRS, KOOS)	sull'efficacia della BFRT nell'incrementare la forza muscolare tra le donne e gli uomini nonostante il medesimo allenamento. Efficacia rilevata nella riduzione del dolore.
Nitzsche et al.(2021)	N=10 di cui 6 di interesse per la nostra revisione	Totali: 386 con OA, PFPS e lesioni AA.II BFR: 179 LL-RT e HL-RT: 207 Età: 39.2 ± 17.1 anni.	Da 2 a 12 settimane, da 2 a 10 sessioni di allenamento alla settimana. <i>Leg press, leg extension,</i> es. aerobico, macchina isocinetica. Pressione cuffia: 130-200mmhg	Forza (isotonica alla <i>leg press</i> , test 1 RM, macchina isocinetica), dolore (NPRS, KOSS, WOMAC)	La metanalisi mostra che la BFRT ha avuto effetti maggiori, ma non significativi, nell'incrementare la forza rispetto al LL-RT. Nella riduzione del dolore il gruppo BFR ha avuto un miglioramento superiore, ma non significativo, rispetto al LL-RT.
Westin et al.(2018)	N=9 di cui 5 di interesse	Totali: 335 con OA	Da 4 a 12 settimane, 2 o 3 sessioni	Forza del quadricipite con macchina	No metanalisi.

	per la nostra revisione	BFR: 165 età media 42.2 anni CON: 170 età media 40.6 anni	a settimana. BFR: 30% 1 RM CON: 30- 70% 1 RM. Pressione cuffia 100- 200mmhg.	isocinetica ed estensione isometrica del ginocchio.	Valutazione dei singoli studi mostra che la BFRT è potenzialmente efficace nel migliorare la forza del quadricipite in pazienti con OA e dolore femoro- rotuleo se confrontata con il LL-RT. Non ci sono differenze significative se comparato con l'HL-RT.
Ferlito et al.(2020)	N=5	Totali: 190 con OA Età: 59.89 ±7.47 anni	Da 4 a 12 settimane, 2 o 3 sessioni a settimana. BFR: 20- 30% 1 RM CON: 60- 80% 1 RM Pressione cuffia: 100- 200mmhg	Dolore, forza, funzionalità e dolore.	La metanalisi mostra che non ci sono differenze significative nell'incrementare la forza muscolare e la funzionalità del ginocchio tra la BFRT e l'HL- RT. Non ci sono differenze significative nella riduzione del dolore e

					nell'incremento della funzionalità del ginocchio tra la BFRT e LL-RT.
Grantham et al.(2021)	N= 5	Totali: 199 con OA M:42 F:157 Età: (54.6-69.1) anni.	Da 4 a 12 settimane, 2 o 3 sessioni settimana. BFR: 20-30% 1 RM CON: 30-80% 1RM	Mobilità fisica ed equilibrio. CSA.	La metanalisi mostra che non ci sono differenze significative tra la BFRT e il LL-RT nella riduzione del dolore sia per popolazione mista che per popolazione di sole donne. Non ci sono differenze significative nella riduzione del dolore, nell'incremento della funzionalità e dell'equilibrio tra BFRT e HL-RT.
Shougi Li et al.(2021)	N=9 di cui 6 di interesse per la nostra revisione.	Totali: 369 con lesioni agli AA.II. M: 135 F: 234 Età:	Da 4 a 12 settimane, dalle 2 alle 3 volte alla settimana. <i>Leg press,</i>	Forza, dolore.	Non ci sono differenze significative nella riduzione del dolore tra BFRT e LL-RT e

		BFR: 179 LL-RT: 94 HL-RT: 96	<i>leg extension e leg curl.</i> BFR:20-30% 1 RM LL-RT: 20-30% 1 RM HL-RT: 60-80% 1 RM Pressione cuffia 97.4-200 mmHg.		tra BFRT e HL-RT. Dall'analisi dei singoli studi non ci sono differenze significative tra BFRT e HL-RT nell'incremento della forza.
--	--	------------------------------------	--	--	---

CON: gruppo di controllo. OA= osteoartrite. PFPS: patello-femoral pain sindrome ACLR= anterior cruciate ligament reconstruction. BFR= blood flow restriction. BFRT= blood flow restriction therapy. 1-RM= ripetizione massimale. CSA: cross sectional area.

Tabella 2b. studi primari obiettivi.

Autore	Pazienti inclusi	Modalità d'intervento	Outcome	Efficacia
Killinger et al.(2020)	Totali: 19 con CAI Età: 18-30 anni	Medesimo per entrambi i gruppi ma con cuffia non pressurizzata per il gruppo CON e AOP all' 80% per il gruppo BFR calcolato con device automatico con cuffie di 18 cm. (BFR-continuos).	Attivazione muscolare (MA) dei dorsiflessori ed eversori di caviglia, percezione allo sforzo.	L'attivazione muscolare durante la dorsi-flessione di caviglia è stata maggiore e statisticamente significativa con BFRT rispetto al medesimo allenamento senza BFR. Non ci sono differenze significative nell'attivazione

		4 serie da: 1x30 reps,+ 3x15 reps, con 45 s di pausa tra le ripetizioni, di eversione e dorsi-flessione di caviglia con carico 30% 1 RM		muscolare durante l'eversione di caviglia tra la BFRT ed il medesimo allenamento senza BFR. La percezione allo sforzo è stata minore nel gruppo BFRT durante gli esercizi di dorsi- flessione ed eversione..
Segal et al.(2014)	Totali: 45 donne con OA Età: 45-65 anni	Frequenza: 3 volte a settimana per 4 settimane. BFR: 4 serie di leg press bilaterali da 30 reps, + 3x15, reps (2 s concentriche e 2 s eccentriche) con 30 s di pausa tra le ripetizioni al 30% 1 RM con cuffie pneumatiche di 6 cm applicate in zona prossimale della coscia Pressione cuffie	Forza isotonica alla <i>leg press</i> , forza isocinetica degli estensori di ginocchio, dolore, trofismo muscolare.	La forza nell'estensione isocinetica del ginocchio ha avuto un miglioramento significativo nel gruppo BFR. La forza isotonica alla leg press nella BFRT ha avuto miglioramenti significativi rispetto al LL-RT.

		standard 160-200 mmhg. (BFR-continuos). LL-RT: medesimo allenamento senza cuffie pneumatiche applicate.		
Giles et al.(2017)	Totali: 69 con PFPS. BFR: 35 HL-RT: 34 Età: 18-40 anni	Frequenza: 3 sedute a settimana per 8 settimane. BFR: BFR-continuos AOP 60% con ausilio di un doppler vascolare. <i>Leg press o leg extension</i> 4 serie: 1 x 30 reps (o max), e 3 x 15 reps con 30% di 1 RM, 30 s di pausa tra una serie e l'altra. HL-RT: <i>leg press o leg extension</i> 3 x 7-10 reps con 70% 1 RM con cuffia	Dolore, forza del m. quadricipite,	Nelle persone con dolore persistente nell'estensione del ginocchio, il BFR è più efficace nel rafforzamento del quadricipite rispetto HL-RT. BFR ha avuto per il 93% in più rispetto al gruppo HL-RT una riduzione del dolore durante le attività di vita quotidiane.

		non pressurizzata.		
Ferraz et al.(2018)	Totali: 36 con OA BFR: 12 LL-RT: 12 HL-RT: 12 Età: 50-65 anni	Frequenza: 2 volte a settimana per 12 settimane. Eseguiti es. di <i>leg press e leg extension</i> . HL-RT: 1° settimana 4 x 10 reps 50% 1 RM, 2°-5° settimana 80% 1 RM, dalla 5° settimana in poi 5 serie. 60 s di pausa tra le serie. LL-RT: 1° settimana 4 x 15 reps 20% 1- RM, 2°-5° settimana 30% 1 RM, dalla 5° in poi 5 serie. BFR: medesimo programma di allenamento del gruppo LL-RT ma con AOP al 70% con ausilio di doppler vascolare e cuffie di 17.5	Forza, CSA del quadricipite, funzionalità fisica, qualità della vita autoriferita, dolore.	Non ci sono differenze significative tra il BFRT e l'HL-RT nell'incremento della forza, nell'aumento della massa muscolare e nel miglioramento della funzionalità fisica nelle donne anziane con OA. L'utilizzo della BFRT ha ridotto il dolore significativamente durante l'esecuzione degli esercizi cosa che non avviene per l'HL-RT.

		cm. (<i>BFR-continuos</i>).		
Ladlow et al.(2018)	Totali: 28 con lesioni agli AA.II (alcuni bilaterali) BFR: 23 HL-RT: 22 Età: 19-49 anni	3 volte a settimana per 3 settimane 2 volte al giorno con distanza minima di 5 h tra le sessioni. BFR: (<i>BFR-intermittent</i>). Cuffie da 10 cm con AOP 60% tramite <i>device</i> automatico Ptf-Delfi. <i>Leg press e leg extension</i> 4 serie da 30 reps, + 3 x 15 reps con 30% 1 RM, 30 s di pausa tra le reps e 3 minuti di pausa tra le serie. HL-RT: <i>leg press e leg extension</i> 4 serie da 6-8 reps con 75 di 1 RM.	CSA, volume, forza alla leg press, forza nell'estensione di ginocchio equilibrio (<i>y-balance test</i>), resistenza (MSLT).	La BFRT 2 volte al giorno ha portato a miglioramenti significativi dell'ipertrofia muscolare degli AA.II, della forza, della funzionalità fisica e dell'equilibrio dopo 3 settimane di riabilitazione.
Harper et al.(2019)	Totali: 35 con OA BFR: 16	Frequenza: 2 volte alla	Funzionalità fisica (<i>Short Physical</i>	Lo studio suggerisce la BFRT come

	<p>HL-RT: 19 Età: >60 anni.</p>	<p>settimana per 12 settimane. ML-RT: 4 esercizi per gli arti inferiori (<i>leg press, leg extension, leg curl e calf flexion</i>) al 60% di 1RM. Non vengono specificati n. di serie e n. di ripetizioni. BFR: medesimo programma di allenamento ma con 20% 1RM e cuffie pneumatiche applicate agli arti inferiori. (<i>BFR-intermittent</i>). Pressione bracciale ricavata tramite l'equazione [pressione mm Hg = 0,5 (SBP) + 2 (circonferenza</p>	<p><i>Performance Battery (SPPB)</i> e forza nell'estensione di ginocchio, dolore (womac)</p>	<p>allenamento alternativo per migliorare il dolore e la funzionalità fisica in pazienti anziani con OA di ginocchio.</p>
--	--	--	---	---

		della coscia) + 5].		
korakakis et al.(2018)	Totali: 40 AKP BFR: 20 LL-RT: 20 Età: BFR 29,1 ± 6,6. LL-RT 29,7 ± 7,6.	LL-RT 4 serie di <i>leg extension</i> (90°-0°) 1 x MAX reps + 3 x 15 reps,(2 s concentriche, 2 s eccentriche) Nel gruppo LLRT-BFR. BFR: medesimi esercizi con l'applicazione delle cuffie pneumatiche da 10 cm gonfiate a AOP 80% con ausilio di doppler vascolare. <i>BFR-continuos.</i>	Dolore (NRS 0-10) pre, post e durante l'intervento.	Significativa riduzione immediata del dolore in BFRT in SLS _S , SLS _D e SDT. Dopo la sessione di fisioterapia (45 min) la riduzione del dolore è stata sostenuta nel gruppo BFRT sia in SLS che in SDT.

CON=gruppo di controllo. OA= osteoartrite. CAI= *chronic ankle instability*. PFPS: *patellofemoral pain syndrome*. AKP= *anterior knee pain*. BFR= *blood flow restriction*. 1 RM= *one repetition max*. *BFR- continuos*= la pressione del bracciale viene mantenuta per tutta la durata dell'allenamento. *BFR- intermittent*= la pressione del bracciale viene mantenuta durante l'esecuzione degli esercizi ma non nelle pause. AOP= *arterial occlusion pressure*. CSA= *cross sectional area*. LL-RT= *low load resistance training*. HL-RT= *high load resistance*. AA.II= arti inferiori. SLS= *single leg squat*. SLDS= *single leg deep squat*. SDT= *step down test*.

Ambito di applicazione

La popolazione in cui viene applicata ha un *range* di età compreso tra i 18 ed i 70 anni. I pazienti per la maggior parte soffrivano di artrosi del ginocchio, erano presenti anche altre tipologie quali i pazienti affetti da instabilità cronica di caviglia, sindrome di dolore femoro-rotuleo e lesioni agli arti inferiori di tipo traumatico. In 5 studi (Ladlow et al.(2018), Shougi Li et al.(2021), Westin et al.(2018), Nitzsche et al.(2021), Hughes et al.(2017)) la popolazione includeva in minima parte anche individui che non erano di pertinenza del nostro studio quali pazienti affetti da artrite reumatoide, ricostruzione del legamento crociato o pazienti che avevano effettuato artroscopia di *routine*.

Modalità di applicazioni

Nella maggior parte degli studi la modalità di applicazione della BFR veniva effettuata con il seguente programma di allenamento: dalle 2 alle 3 sedute a settimana per un periodo compreso tra le 4 e le 12 settimane con 2-4 serie composte da 1 x 30 reps, + 3 x 15 reps con 30-60 secondi di pausa tra un esercizio e l'altro. Il carico utilizzato era compreso tra il 20% ed il 40% di 1 RM e AOP compreso tra il 60% e l'80%. Per il calcolo dell'AOP, sono stati utilizzati *device* automatici BFRT, che calcolano automaticamente l'occlusione arteriosa e la mantengono tale per tutta la durata dell'esercizio, doppler vascolari o in 1 studio (Harper et al.(2019)) è stata utilizzata l'equazione [pressione mm Hg = 0,5 (SBP) + 2 (circonferenza della coscia) + 5]. Alcuni studi hanno utilizzato pressioni arbitrarie per tutti i partecipanti allo studio.

In 5 studi primari (korakakis et al.(2018), Segal et al.(2014), Ferraz et al.(2018), Giles et al.(2017), Killinger et al.(2020)) la pressione della cuffia è stata mantenuta tale per tutta la durata dell'allenamento e sgonfiata solo al termine dell'ultima serie secondo una modalità di applicazione definita BFR-continua, oppure in 2 studi primari (Ladlow et al.(2018), Harper et al.(2019)) è stata utilizzata secondo una modalità intermittente, in cui le cuffie pneumatiche venivano sgonfiate durante le pause tra le diverse serie di esercizi (BFR-intermittente). Gli studi primari inseriti nelle metanalisi hanno le seguenti modalità di applicazione:

In entrambi gli studi di Segal et al. utilizzano una pressione standard su tutti i pazienti, inoltre usano bracciali molto stretti (6 cm). Ferraz et al. lavora con AOP 70% ed utilizzano un doppler vascolare associato a cuffie da 17.5 cm con manometro manuale. Bryk et al. usano una pressione standard per tutti i pazienti, inoltre non viene indicata la misura del bracciale. Harper et al. utilizzano l'equazione [pressione mm Hg = 0,5 (SBP) + 2 (circonferenza della coscia) + 5]. Misura dei polsini non specificata. Giles et al. utilizzano un doppler vascolare per

determinare l'AOP associato a cuffie pneumatiche con manometro manuale. Misura polsini non specificata. In questo studio viene utilizzata AOP al 60%, come visto nello studio di Scott et al.(20) l'AOP negli AA.II dovrebbe essere spinto fino all'80% per ottenere i massimi benefici dal BFRT. Ladlow et al. è l'unico che utilizza un device automatico BFRT che calcola l'AOP e mantiene la pressione costante per tutta la durata dell'esercizio.

Efficacia

Rispetto agli *outcome* che avevamo considerato gli studi primari ci suggeriscono che nell'incrementare la forza il LL-BFRT risulta essere più efficace rispetto al LL-RT in 7 studi mentre in 1 studio le differenze non erano statisticamente significative. A confronto con l'HL-RT 1 studio evidenzia incremento maggiore per il gruppo HL-RT e 4 studi non rilevano differenze significative tra le 2 modalità. Nello studio di Giles et al. si sono rilevati miglioramenti significativi della forza nell'estensione di ginocchio nei pazienti con dolore persistente durante l'estensione di ginocchio.

Nella riduzione del dolore la LL-BFRT ha avuto più efficacia rispetto a LL-RT nello studio di Korakakis et al., mentre in 6 studi non c'erano differenze significative tra le 2 modalità. A confronto con esercizi di HL-RT, 2 studi non hanno riscontrato differenze significative, mentre 6 studi hanno riscontrato una riduzione del dolore significativamente maggiore nel gruppo LL-BFRT. Lo studio di Korakakis et al. ha investigato se la riduzione del dolore fosse mantenuta anche a 45 minuti post-allenamento ed i risultati sono stati significativi a favore del LL-BFRT. Nessuna differenza è stata riscontrata dopo allenamento con BFR nel miglioramento della funzionalità fisica rispetto a LL-RT e HL-RT. Nessuno studio ha preso in considerazione il recupero dell'articolarietà. Ci sono anche altri *outcome* che sono presi in considerazione, nello studio di Killinger et al. si è notata una maggiore attivazione muscolare dei dorsi-flessori di caviglia con allenamento BFR in pazienti con instabilità cronica di caviglia. In 1 studio è stato rilevato un miglioramento significativo all'*Y-balance test* nel gruppo BFRT rispetto all'HL-RT. In 4 studi si confrontava l'area della sezione trasversale del muscolo dopo BFRT e dopo HL-RT e non sono emerse differenze significative, al confronto con il LL-RT invece si sono notati miglioramenti a favore del BFRT in 2 studi. Non sono state rilevate differenze significative nel volume del quadricipite nel confronto con HL-RT in 2 studi e con LL-RT altri 2 studi. Solo 1 studio ha rilevato un maggior volume del quadricipite dopo il LL-BFRT rispetto all'HL-RT. Nelle 4 revisioni sistematiche con metanalisi non sono emerse differenze significative tra la

BFRT ed il LL-RT e BFRT ed HL-RT in termini di forza, recupero funzionale, aumento del trofismo muscolare e riduzione del dolore.

DISCUSSIONE

Negli ultimi 10 anni c'è stata una produzione scientifica crescente in merito al trattamento conservativo con l'ausilio della BFR, confermata dalla presenza di molteplici revisioni sistematiche anche in ambito conservativo. Delle 7 revisioni sistematiche incluse nello studio solo 4 riportavano una metanalisi specifica per i pazienti trattati conservativamente. Le metanalisi incluse si basavano principalmente sui dati forniti dai medesimi 4 studi di (Ferraz et al., Segal et al. (a), Segal et al. (b), Brik et al.) Oltre alle revisioni sistematiche, la presente revisione ha preso in considerazione ulteriori 5 studi primari. L'analisi del materiale selezionato ha permesso di fare un'analisi rispetto a tre aspetti chiave del trattamento a basso carico con BFR nei pazienti trattati conservativamente:

- il *setting* di applicazione principale in cui viene utilizzata tale metodica è ambulatoriale non ospedaliero. Gli studi primari dove incontriamo questo *setting* sono 4 su 7. Nello specifico la popolazione presa in considerazione è composta da pazienti affetti da patologia dolorosa a carico del ginocchio quale la osteoartrosi o il dolore femoro-rotuleo.

- A seguito della visione degli studi è stato notato che le modalità d'applicazione utilizzate sembrano non essere conformi con le modalità più consone descritte da Alyssa et al. e Scott et al. ^(23,24). Vista l'importanza del calcolo dell'AOP nei trattamenti BFR per avere risultati coerenti e riproducibili, è consigliato l'utilizzo di un *device* automatico per tale operazione che mantiene l'occlusione desiderata per tutta la durata dell'esercizio ⁽²³⁾.

Si ipotizza pertanto che gli studi trovati potrebbero non aver rilevato un'efficacia perché le modalità d'applicazione che utilizzano sembrano non essere adatte per lo studio.

-Rispetto all'efficacia del trattamento, ciò che emerge dalle revisioni sistematiche è che la forza muscolare nei gruppi con BFR ha avuto un incremento maggiore, ma non significativo rispetto ai gruppi di allenamento LL-RT. Non ci sono state differenze significative rispetto al miglioramento della forza tra gruppi BFR e gruppi di HL-RT. Non ci sono differenze significative tra LL-RT e gruppi BFR anche per quanto riguarda la riduzione del dolore mentre a confronto con HL-RT ha avuto maggior riduzione ma non statisticamente significativa. Per

l'aumento del trofismo muscolare gli studi prendevano in considerazione i dati relativi all'area della sezione trasversale evidenziando nessuna differenza significativa a confronto con HL-RT e LL-RT così come per la funzionalità fisica. L'escursione articolare non è stata presa in considerazione in nessuno studio.

Dall'analisi degli studi primari non compresi nelle metanalisi, tutti condotti con un calcolo dell'AOP tramite doppler vascolare o *device* automatico, la BFR sembra essere più efficace dell'LL-RT nel migliorare la forza muscolare. Nessuna differenza significativa è stata riscontrata rispetto all'HL-RT in termini di forza, recupero funzionale ed incremento della massa muscolare, più efficace invece la BFRT nel ridurre il dolore rispetto all'HL-RT durante e dopo l'esercizio. Inoltre la BFR potrebbe avere un possibile utilizzo nel contrastare l'instabilità cronica di caviglia e portare un miglioramento nella funzionalità fisica e nell'equilibrio. Tutti gli studi primari presi in considerazione nelle meta-analisi e non, sembrano avere una popolazione poco numerosa.

CONCLUSIONI

A seguito di queste considerazioni ciò che si può concludere è che attualmente i risultati degli studi sono in contrasto e non ci sono prove sufficienti a sostegno della BFRT sull'efficacia riabilitativa nei pazienti con disturbi muscoloscheletrici in trattamento conservativo. Gli studi futuri nell'ambito della BFR oltre ad utilizzare un metodo di allenamento comune, dovrebbero essere eseguiti con l'utilizzo di un apposito *device* per misurare e mantenere l'occlusione arteriosa desiderata, utilizzare cuffie pneumatiche larghe piuttosto che strette e reclutare popolazioni più omogenee e più numerose.

Bibliografia

1. Sato Y. The history and future of KAATSU training. Int J KAATSU Train Res. 2005; 1: 1-5
Manini TM, Clark BC. Blood flow restricted exercise and skeletal muscle health. Exerc Sport Sci Rev. 2009. p.78-85
2. Scott BR, Loenneke JP, Slattery KM, Dascombe BJ: Blood flow restricted exercise for athletes: A review of available evidence. J Sci Med Sport 2016 May;19(5):360-7.
- 3 Jeremy P Loenneke , Jacob M Wilson, Pedro J Marín, Michael C Zourdos, Michael G Bemben: Low intensity blood flow restriction training: a meta-analysis
Eur J Appl Physiol 2012 May;112(5):1849-59

- 4** Manoel E Lixandrão, Carlos Ugrinowitsch, Ricardo Berton, Felipe C Vechin, Miguel S Conceição, Felipe Damas, Cleiton A Libardi, Hamilton Roschel: Magnitude of Muscle Strength and Mass Adaptations Between High-Load Resistance Training Versus Low-Load Resistance Training Associated with Blood-Flow Restriction: A Systematic Review and Meta-Analysis Sports Med. 2018 Feb;48(2):361-378.
- 5** Ryan J Wortman, Symone M Brown, Ian Savage-Elliott, Zachary J Finley, Mary K Mulcahey
Blood Flow Restriction Training for Athletes: A Systematic Review
Am J Sports Med. 2021 Jun;49(7):1938-1944.
- 6** A.G. Crenshaw, A.R. Hargens, D.H. Gershuni, B. Rydevik: Wide tourniquet cuffs more effective at lower inflation pressures. Acta Orthopaedica Scandinavica, 2009 Aug;59(4):447-51.
- 7** .P. Loenneke, C.A. Fahs, L.M. Rossow, V.D. Sherk, R.S. Thiebaud, T. Abe, M.G. Bembien: Effects of cuff width on arterial occlusion: Implications for blood flow restricted exercise. European Journal of Applied Physiology 2012. Aug;112(8):2903-12.
- 8** Close A.S. Younger, J.A. McEwen, K. Inkpen: Wide contoured thigh cuffs and automated limb occlusion measurement allow lower tourniquet pressures. Clinical Orthopaedics and Related Research 2004. Nov;(428):286-93.
- 9**. Scott BR, Slattery KM, Sculley DV, Dascombe BJ: Hypoxia and resistance exercise: A comparison of localized and systemic methods. Sports Med 2014. Aug;44(8):1037-54.
- 10** Matthew J. Clarkson,Anthony K. May,Stuart A. Warmington : Is there rationale for the cuff pressures prescribed for blood flow restriction exercise? A systematic review. Scand. J. Med. Sci. Sports 2020. Aug;30(8):1318-1336.
- 11** Stephen D. Patterson, Christopher R. Brandner: The role of blood flow restriction training for applied practitioners: A questionnaire-based survey. J. Sports Sci. 2018. Jan;36(2):123-130.
- 12** Stephen D. Patterson, Luke Hughes, Stuart Warmington, Jamie Burr, Brendan R. Scott, Johnny Owens, Takashi Abe, Jakob L. Nielsen, Cleiton Augusto Libardi, Gilberto Laurentino, Gabriel Rodrigues Neto, Christopher Brandner, Juan Martin-Hernandez, Jeremy Loenneke: Blood Flow Restriction Exercise: Considerations of Methodology, Application, and Safety. Front. Physiol. 2019 may 10(3): 10-533.

- 13** Loenneke JP, Wilson JM, Marín PJ, Zourdos MC, Bemben MG: Low intensity blood flow restriction training: A meta- analysis. *Eur J Appl Physiol* 2012 May;112(5):1849-59.
- 14** Jozo Grgic, Bruno Lazinica, Brad J. Schoenfeld, Zeljko Pedisic: Test–Retest Reliability of the One-Repetition Maximum (1RM) Strength Assessment: a Systematic Review. *Sport med. Open* 2020. Jul 17;6(1):31.
- 15** Iván Chulvi-Medrano, Moisés Picón-Martínez, Juan Manuel Cortell-Tormo, Juan Tortosa-Martínez, Diego Alexandre Alonso-Aubin, Yasser Alakhdar, Different Time Course of Recovery in Achilles Tendon Thickness After Low-Load Resistance Training With and Without Blood Flow Restriction *J Sport Rehabil* 2020. Jul 27;1-6
- 16** Christoph Centner , Patrick Wiegel, Albert Gollhofer , Daniel König Effects of Blood Flow Restriction Training on Muscular Strength and Hypertrophy in Older Individuals: A Systematic Review and Meta-Analysis *sport med.* 2019 Jan;49(1):95-108.
- 17** Takarada Y, Takazawa H, Ishii N. Applications of vascular occlusion diminish disuse atrophy of knee extensors muscles. *Med Sci Sports Exerc.* 2000 Dec;32(12):2035-9.
- 18** Ohta H, Kurosawa H, Ikeda H, Iwase Y, Satou N, Nakamura S. Low-load resistance muscular training with moderate restriction of blood flow after anterior cruciate ligament reconstruction. *Acta Orthop Scand.* 2009 Feb;74(1):62-8.
- 19** Bemben DA, Palmer IJ, Abe T, Sato Y, Bemben MG. Effects of a single bout of low intensity KAATSU resistance training on markers of bone turnover in young men. *Int J KAATSU Training Res.* 2007 Jan 3(2):21-26
- 20.** Pearson SJ, Hussain SR: A review on the mechanisms of blood-flow restriction resistance training-induced muscle hypertrophy. *Sports Med* 2015 Feb;45(2):187-200.
- 21** Takarada Y, Nakamura Y, Aruga S, Onda T, Miyazaki S, Ishii N: Rapid increase in plasma growth hormone after low-intensity resistance exercise with vascular occlusion. *J Appl Physiol* 2000 2000 Jan;88(1):61-5.
- 22** Formiga MF, Fay R, Hutchinson S, Locandro N, Ceballos A, Lesh A, Buscheck J, Meanor J, Owens JG, Cahalin LP: Effect of aerobic exercise training with and without blood flow restriction on aerobic capacity in healthy young adults: a systematic review with meta-analysis. *Int J Sports Phys Ther.* 2020 Apr; 15(2): 175–187.

23 Alyssa M. Weatherholt, William R. Vanwyev ,Jackie Lohmann e Johnny G. Owens: The Effect of Cuff Width for Determining Limb Occlusion Pressure: A Comparison of Blood Flow Restriction Devices. Int J Exerc Sci. 2019 Jan 1;12(3):136-143

24 Brendan R. Scott, Jeremy P. Loenneke, Katie M. Slattery, Ben J. Dascombe: Exercise with Blood Flow Restriction: An Updated Evidence-Based Approach for Enhanced Muscular Development. Sports Medicine 2015 Mar;45(3):313-25.

Allegato I

MEDLINE (Pubmed): 13/07/2021 *serch: (((((((((((("Musculoskeletal Diseases"[Mesh]) OR ("Osteoarthritis"[Mesh])) OR ("Shoulder Impingement Syndrome"[Mesh])) OR ("Patellofemoral Pain Syndrome"[Mesh])) OR ("Tendinopathy"[Mesh])) OR ("Rotator Cuff Injuries"[Mesh])) OR ("Tennis Elbow"[Mesh])) OR ("Sprains and Strains"[Mesh])) OR (achilles tendon disorders)))) AND (((((blood flow restriction training) OR (kaatsu training)) OR (kaatsu walking)) OR (BFR)))) AND (((((((((((((("Physical Functional Performance"[Mesh]) OR ("Muscle Development"[Mesh])) OR ("Quadriceps Muscle"[Mesh])) OR ("Movement"[Mesh])) OR ("Pain"[Mesh])) OR ("Muscle Strength"[Mesh])) OR ("Safety"[Mesh])) OR ("Walking Speed"[Mesh])) OR ("Resistance Training"[Mesh])) OR ("Personal Autonomy"[Mesh])) OR ("Hypertrophy"[Mesh])) OR (edema[MeSH Terms])) Filters: in the last 10 years, English*

Embase: 21/07/2021 *Search 'blood flow restriction training' AND ([cochrane review]/lim OR [systematic review]/lim OR [meta analysis]/lim OR [controlled clinical trial]/lim OR [randomized controlled trial]/lim). Filters: in the last 10 years, English.*

Pedro: 15/06/2021 *search: "blood flow restriction training". Filters: in the last 10 years, English.*

Allegato II

Blood flow restriction training in patients with knee osteoarthritis: systematic review of randomized controlled trials.

AUTORI: Alexios Pitsillides a , Dimitrios Stasinopoulos b , Ioannis Mamais a

ANNO DI PUBBLICAZIONE: 2021

REGISTRAZIONE: non riportato.

TIPO DI STUDIO: *systematic review*.

SETTING: ambiente ospedaliero.

OBBIETTIVO: lo scopo di questo studio è quello di determinare l'efficacia della BFR-TR (*blood flow restriction training*) in pazienti con OA (osteoartrite) del ginocchio ed esaminare quali linee guida possono essere adottate per i pazienti anziani che soffrono di tale problematica.

POPOLAZIONE: In tutti gli studi i partecipanti hanno più di 50 anni. In 2 studi (Bryk et al., 2016; Ferraz et al., 2018) i soggetti erano solo donne, mentre nello studio di Harper et al., 2019 i soggetti erano sia donne che uomini.

METODO: Una ricerca sistematica della letteratura è stata eseguita dal 1° di novembre al 15 dicembre 2019 sui seguenti database: PubMed, Cochrane e Medline Complete (EBSCO).

Criteri di inclusione: avere BFR-TR come intervento, avere un gruppo di controllo o un gruppo con evidenza di efficacia, includere il dolore o la forza come risultato primario, misura della funzione fisica o qualità della vita come secondaria, essere un RCT scritto in inglese.

TIPOLOGIA D'INTERVENTO: in 2 studi la frequenza di allenamento era di 3 volte alla settimana (Bryk et al., 2016; Harper et al., 2019) mentre lo studio rimanente ha optato per 2 allenamenti alla settimana (Ferraz et al., 2018). Il carico compreso tra il 60 e l'80 % 1RM (*repetition max*) è stato utilizzato in tutti i gruppi di controllo con allenamento a carico moderato o alto.

OUTCOME

dolore: Bryk et al. 2016 ha utilizzato la NPRS (*numeric pain rating scale*) al basale e dopo 6 settimane di allenamento. Ferraz et al. 2018 e Harper et al. 2019 hanno utilizzato la WOMAC *osteoarthritis index* ed inoltre Harper et al. hanno utilizzato la VAS dopo una camminata veloce.

forza: 2 studi (Bryk et al. 2016, Harper et al. 2019) si sono avvalsi di un dinamometro palmare e di un dinamometro isokineticamente. Nello studio di Ferraz et al. 2018 sono stati rilevati i valori della *leg press* 1 RM e *leg extension* 1 RM al basale e dopo 12 settimane di allenamento.

Area della sezione trasversale del muscolo (CSA): indagata solo in 1 studio (Ferraz et al., 2018). Funzionalità fisica: Brik et al. 2016 hanno utilizzato la *Lequesne scale* ed il *time up and go test*(TUG) al basale e a 6 settimane di allenamento. Ferraz et al. 2018 hanno utilizzato il *timed-stands test* (TST) ed il TUG. Harper et al. 2019 hanno utilizzato la *short physical performance battery* (SPPB) prima e dopo l'allenamento e la *late-life function and disability*.

RISULTATI CHIAVE

45 articoli, 3 sono stati inclusi. Per quanto riguarda la forza muscolare Ferraz et al. 2018 hanno concluso che il BFR-T (*blood flow restriction training*) ha avuto effetti comparabili rispetto all'HI-RT con significativi miglioramenti nella *leg press*(26%, ES $\frac{1}{4}$ 1.01, $p < 0.0001$ and 33%, ES $\frac{1}{4}$ 0.82, $p < 0.0001$, rispettivamente) e nella *leg extension* (p 23%, ES $\frac{1}{4}$ 0.86, $p < 0.0001$ and p 22%, ES $\frac{1}{4}$ 0.83, $p < 0.0001$, rispettivamente).

Harper et al. 2019 ha riportato un risultato migliore a favore del HI-RT.

Brik et al. 2016 ha concluso che il BFR-T ha avuto migliori effetti dell'HI-RT con un guadagno di forza a fine studio di 16.8 ± 10.3 kg.

Sul dolore Brik et al. 2016 hanno riportato una riduzione significativa del dolore con il BFR-TR dopo 6 settimane 6.5 ± 2.5 and 3.2 ± 1.9 .

Ferraz et al. 2018 hanno riscontrato un calo nel gruppo BFR-T di -39%, ES $\frac{1}{4}$ -0.79, $p \frac{1}{4}$ 0.02.

Harper et al. 2019 ha riscontrato un calo di -0.81 (-2.04, 0.42).

Per quanto riguarda la funzionalità fisica è stato concluso che i programmi di allenamento potrebbero non essere adeguati al miglioramento di questa variabile.

Effects of Blood Flow Restriction Training on Muscle Strength and Pain in Patients With Knee Injuries. A Meta-Analysis

AUTORI: shuoqi Li, Shazlin Shaharudin, Mohammed Rafiq Abdul Kadir

ANNO DI PUBBLICAZIONE: 2021

REGISTRAZIONE: registrazione su international platform of SR and metanalysis n. INPLASY202060021

TIPO DI STUDIO: revisione sistematica.

SETTING: ambiente ambulatoriale di fisioterapia.

OBBIETTIVO

-valutare l'efficacia della BFRT (*blood flow restriction training*) nell'incremento della forza e nella riduzione del dolore in pazienti con lesione agli arti inferiori.

-confrontare l'effetto del LL-BFRT (*low load blood flow restriction training*) con altri RT (*resistance training*) senza BFR (*blood flow restriction*).

POPOLAZIONE: gli studi comprendevano nel complesso 369 persone di cui 135 uomini e 234 donne con lesioni agli arti inferiori. BFRT= 179 persone, LL-RT=79 persone, HL-RT(*high load resistance training*)=79 persone.

METODO: ricerca effettuata dal gennaio 2000 al 23 gennaio 2020 su 3 database: web of scienze, pubmed, EBSCO). Le parole chiave utilizzate per la ricerca erano: “*kaatsu*”, “*blood flow*”, “*BFR*”, “*occlusion*”, “*osteoarthritis*”, “*arthritis*”, “*KOA*”, “*OA*”, “*knee*”, “*exercise*” e “*train*”.

Criteri di inclusione: BFRT in pazienti con lesione agli arti inferiori, intervento di almeno 2 giorni, riportare data e almeno i valori di un *outcome* tra dolore e forza muscolare, RCT, lingua inglese.

TIPOLOGIA D'INTERVENTO: il carico utilizzato negli studi non superava mai il 30 % di 1RM per il LL-RT e per il LL-BFRT. Le pressioni delle cuffie erano comprese tra i 97.4 ed i 200 mmHg. Gli allenamenti si svolgevano dalle 2 alle 3 volte alla settimana per un periodo da 4 a 12 settimane con esercizi di *leg press*, *leg extension* e *leg curl*. 4 studi confrontavano il LL-BFRT con il LL-RT (Segal et al.a, Segal et al.b, Bryk et al., Ohta et al.), 4 studi confrontavano LL-BFRT con HL-RT (Harper et al., Reynaldo et al., Giles et al., Hughes et al.) ed 1 studio (Ferraz et al.) li confrontava entrambi con il LL-BFRT.

OUTCOME:

forza: la forza massima degli estensori di ginocchio è stata valutata in tutti gli studi.

dolore: valutato in 8 studi con scala KOOS, VAS, WOMAC, NPRS e SF-36.

RISULTATI CHIAVE

Dalla metanalisi si evince che l'intervento per migliorare la forza muscolare nel gruppo LL-BFRT è stato più efficace rispetto al LL-RT ($P=0.14$, $I^2=45\%$, SMD, 0.83[0.53, 1.14]).

Nel confronto tra LL-BFRT e HL-RT non sono state rilevate differenze significative nell'incremento della forza ($P=0.24$, $I^2=27\%$, SMD -0.06[-0.35, 0.22]).

Nella riduzione del dolore si è dimostrato più efficace l'intervento con BFR rispetto all'HL-RT ($P=0.008$, $I^2=71\%$, SMD -0.61 [-1.19, -0.03]).

LL-BFRT è una modalità di riabilitazione valida per pazienti con lesione agli arti inferiori.

The effectiveness of blood-flow restricted resistance training in the musculoskeletal rehabilitation of patients with lower limb disorders: A systematic review and meta-analysis.

AUTORI: Nico Nitzsche, Alexander Stäuber, Samuel Tiede, Henry Schulz

ANNO DI PUBBLICAZIONE: 2021

REGISTRAZIONE: non viene indicata la registrazione del protocollo.

TIPO DI STUDIO: *systematic review*.

SETTING: ambiente fisioterapico ambulatoriale.

OBBIETTIVO: l'obiettivo dello studio è valutare l'efficacia dell'allenamento con e senza l'utilizzo della BFR (*blood flow restriction*) per l'aumento della forza dei muscoli degli arti inferiori. Inoltre sono stati studiati gli effetti della BFR-t (*blood flow restriction training*) sull'area della sezione trasversale dei muscoli, sul volume muscolare e sul dolore.

POPOLAZIONE: in totale sono stati arruolati 386 soggetti con problemi muscoloscheletrici agli arti inferiori quali le ricostruzioni di legamento crociato anteriore, l'OA (osteoartrite) di ginocchio, il dolore anteriore di ginocchio e lesioni agli arti inferiori di età compresa tra i 16.6-61.4.

METODO: sono state utilizzate le seguenti banche dati selezionando gli articoli fino al gennaio 2021: pubmed, scopus, web of science e chocrane. La stringa di ricerca utilizzata è stata: "*resistance training*" AND "*blood flow restriction*" AND *rehabilitation*.

Gli studi inclusi dovevano comprendere l'utilizzo della BFR per condizioni cliniche muscoloscheletriche agli arti inferiori, adulti con disturbi muscoloscheletrici post-operazione, trauma e degenerazione degli arti inferiori, RCT che confrontino l'allenamento a basso carico con BFR e l'allenamento a basso e alto carico senza BFR. Studi del BFR su pazienti con problemi al sistema nervoso, organi interni, o malattie sistemiche non sono stati inclusi. Studi in acuto, *case series*, *single-arm studies*, studi non pubblicati su una rivista scientifica specializzata o non RCT sono stati esclusi dalla metanalisi. Inoltre anche gli studi che nei risultati non presentavano medie o deviazioni standard in tabella o in grafico sono state escluse dalla metanalisi.

TIPOLOGIA D'INTERVENTO: La durata dell'intervento era di 7.1 ± 4.3 (2.0–16.0) settimane con una frequenza di 4.2 ± 3.1 (2.0–10.0) sessioni di allenamento alla settimana. In 4 studi i soggetti si allenavano solo sulla leg press, in 3 studi venivano associati gli esercizi di *leg press* e *leg extension*, in altri 2 studi si effettuavano esercizi a corpo libero. In 1 studio veniva utilizzata una macchina isocinetica.

La pressione utilizzata nei diversi studi poteva variare da 130 a 200 mmHg. In 3 studi si utilizzava un incremento della pressione da 10 a 20 mmhg al giorno o alla settimana mentre gli altri studi mantenevano una pressione costante tale da dare un'occlusione vascolare di circa il 70%.

OUTCOME: la forza muscolare dinamica è stata misurata in 7 studi e la forza muscolare statica 3. La rilevazione della forza dinamica dei muscoli degli arti inferiori è stata eseguita con macchinari isocinetici in 4 studi, con ripetizioni isotoniche in 2 studi, e con la rilevazione di 1RM in 3 studi. La misurazione della forza muscolare è avvenuta con esercizi a catena cinetica chiusa in 5 studi, mentre in altri 9 studi è stata usata la catena cinetica aperta. Per analizzare l'ipertrofia muscolare l'area della sezione trasversale e il volume muscolare sono stati misurati usando la risonanza magnetica e la tomografia computerizzata. Per la rilevazione del dolore 3 studi hanno utilizzato la *koss-pain score*, 1 studio ha usato la *womac-score*, 1 studio ha usato la NPRS score, e 1 studio ha usato la *kujala patellofemoral score*. La funzionalità fisica è stata valutata tramite *time up and go test*, salita delle scale, *functional reach test* e batteria di test funzionali.

RISULTATI CHIAVE

Dei 396 studi eleggibili, 10 studi sono stati inclusi con un totale di 386 individui analizzati di età compresa tra i 16.6 ed i 61.4 anni di età.

10RCT: 4 studi riguardanti ACLR, 4 studi riguardanti OA, e 2 studi riguardanti il dolore anteriore di ginocchio.

La metanalisi non ha riscontrato effetti significativi di miglioramento della forza muscolare degli arti inferiori, del volume muscolare e del dolore sia con esercizi in catena cinetica aperta sia con esercizi in catena cinetica chiusa, rispetto all'allenamento a basso ed alto carico senza BFR in soggetti con problematiche ortopediche agli arti inferiori.

Blood flow restriction training in clinical musculoskeletal rehabilitation: a systematic review and meta-analysis

AUTORI: Luke Hughes, Bruce Paton, Ben Rosenblatt, Conor Gissane, Stephen David Patterson

ANNO DI PUBBLICAZIONE: 2017

REGISTRAZIONE: database del Registro delle ricerche (reviewregistry91)

TIPO DI STUDIO: *systematic review*.

SETTING: ambulatorio di fisioterapia.

OBIETTIVO

- confrontare l'efficacia del LL-BFRT (*low load blood flow restriction training*) con l'allenamento a basso e ad alto carico senza BFR.
- fornire raccomandazioni sull'attuazione sicura ed efficace della BFR nella riabilitazione muscoloscheletrica.

POPOLAZIONE: venivano arruolati studi la cui popolazione era costituita da pazienti affetti da patologie dell'apparato muscoloscheletrico quali la osteoartrite del ginocchio, le lesioni legamentose, la miosite e la sarcopenia. L'età media era di 58 ± 14 anni per un campione di 10-41 individui.

METODO: E' stata condotta una revisione sistematica sui database scientifici SPORTDiscus (EBSCO), PubMed e Science Direct nel periodo di tempo dal 1 gennaio 1990 al 31 Marzo 2016. La stringa di ricerca era: '*blood flow restriction*' OR '*vascular occlusion*' OR '*kaatsu*' AND '*strength training*' OR '*resistance training*' OR '*exercise training*'. Gli studi sono stati valutati da due revisori indipendenti. Gli studi risultati eleggibili sono stati analizzati per disegno di studio, caratteristiche della popolazione arruolata, protocollo di riabilitazione implementato e misure di *outcome* utilizzate. Il rischio di *Bias* è stato valutato secondo le linee guida della *Cochrane Collaboration*.

TIPOLOGIA D'INTERVENTO: l'allenamento con BFR a basso carico è stato effettuato in combinazione con altre tipologie di trattamento quali esercizi di rinforzo con l'uso delle bande elastiche, esercizi a corpo libero, camminata a bassa-media intensità e senza esecuzione di esercizio. Il carico di allenamento dell'esercizio BFR variava dal 10% al 30% 1RM per l'esercizio di resistenza e il 45% della riserva di frequenza cardiaca a 67 m/min^{-1} per l'esercizio aerobico e di camminata. L'occlusione è stata ottenuta utilizzando polsini pneumatici pompati a mano o fasce elastiche di larghezza compresa tra 3 e 18 cm. La pressione occlusiva negli studi variava da 60 a 270 mmHg. La durata dell'allenamento BFR variava da 2 a 16 settimane, con una frequenza da 2 a 6 sessioni d'allenamento a settimana.

OUTCOME

La **forza muscolare** è stata valutata mediante misurazione della forza isotonica massima. La dimensione muscolare è stata valutata esaminando l'area della sezione trasversale muscolare, massa muscolare, volume muscolare. La valutazione della funzionalità fisica avveniva tramite test di tempo di reazione, potenza di salita delle scale, equilibrio su una gamba, alzate temporizzate, tempo di camminata di 10 m, distanza massima del passo, *functional reach test*, alzate dalla sedia e il *test time up and go*. Presenza o assenza di eventi avversi relativi al BFR.

RISULTATI CHIAVE

Venti studi erano eleggibili, tra cui ricostruzione del LCA (n=3), osteoartrite del ginocchio (n=3), anziani a rischio di sarcopenia (n=13) e pazienti con miosite sporadica da corpi inclusi (n=1). L'analisi dei dati aggregati ha indicato che l'allenamento BFR a basso carico ha avuto un effetto moderato sull'aumento della forza (g di Hedges=0,523, 95% CI da 0,263 a 0,784, $p<0,001$), ma è stato meno efficace dell'allenamento a carico pesante (g di Hedges= 0,674, IC 95% da 0,296 a 1,052, $p<0,001$). Nonostante le preoccupazioni per l'emodinamica disturbata e il danno da riperfusion ischemica, l'allenamento BFR con la corretta implementazione non presenta rischi maggiori rispetto alle modalità di esercizio tradizionali. Rispetto all'allenamento a basso carico, l'allenamento LL-BFR è più efficace e tollerabile, quindi un potenziale strumento di riabilitazione clinica.

Low load resistance training with blood flow restriction decreases anterior knee pain more than resistance training alone. A pilot randomised controlled trial

AUTORI: Vasileios Korakakis ^a^bRodney Whiteley ^aGiannis Giakas

ANNO DI PUBBLICAZIONE: 2018

REGISTRAZIONE: non viene riportata la registrazione del protocollo.

TIPO DI STUDIO: RCT.

SETTING: Ambulatorio di fisioterapia istituzionale.

OBBIETTIVO: l'obiettivo principale di questo studio era valutare se l'applicazione di LLRT-BFR (*blood flow restriction-low load resistance training*) avrebbe indotto una significativa riduzione dell'AKP (*anterior knee pain*) rispetto alla sola LLRT.

POPOLAZIONE: 40 pazienti adulti di sesso maschile che soffrivano di dolore anteriore di ginocchio.

Criteri di inclusione: età >18 anni, diagnosi di dolore anteriore di ginocchio dalla anamnesi, esame fisico e/o *imaging*, dolore durante 1/3 dei test funzionali di ginocchio, BMI <25 o non sovrappeso, articolarietà libera e assenza di dolore a fine range dell'estensione di ginocchio passiva.

Criteri di esclusione: ipertensione SAP > 140mmhg, storia di trombosi venosa, storia di problemi endoteliali, vasculopatia periferica, diabete, infezione, dolore al rachide, sintomi bilaterali alle ginocchia, esperienze pregresse con il BFR-t, sovrappeso o obeso.

SAMPLE SIZE: la dimensione del campione non viene indicata.

METODO: I pazienti che hanno soddisfatto i criteri di ammissibilità sono stati assegnati in modo casuale al gruppo BFR (n = 20) o al gruppo LL-RT (n = 20) utilizzando un sito web di randomizzazione.

TIPOLOGIA D'INTERVENTO: nel gruppo LLRT sono state effettuate 4 serie di estensioni del ginocchio 1° serie a sfinitimento e successive 3 serie di 15 ripetizioni. Nel gruppo BFR sono stati eseguiti i medesimi esercizi con l'applicazione delle cuffie pneumatiche gonfiate per tutta la sessione in zona prossimale delle cosce. Nel caso i pazienti non fossero in grado di terminare le ripetizioni i pesi andranno regolati di conseguenza.

OUTCOME

DOLORE: è stato valutato con scala (NRS 0-10) dopo l'esecuzione di 3 test funzionali (*slow single leg squat, deep single leg squat, step down*) in tre punti temporali (pre-intervento, immediatamente post-intervento e 45 min dopo l'intervento).

RISULTATI CHIAVE

Dopo la sessione di fisioterapia (45 min) la riduzione del dolore è stata sostenuta nel gruppo BFR sia in SLS (*single leg squat*), in SDT (*step down test*), sia in SLDS (*single leg deep squat*) ($P < 0,001$; $d = 1,32$, $d = 0,78$, $d = 0,89$ rispettivamente). Per il gruppo LL-RT una significativa riduzione del dolore è stata trovata solo per SLS ($d = 0,56$), ma non per SLDS e SDT. C'è stata una riduzione del dolore maggiore del 117%, 237% e 82% immediatamente dopo l'intervento nel gruppo BFR rispetto al gruppo LL-RT in SLS, SLDS e SDT, rispettivamente. Inoltre, c'è stata una riduzione maggiore del 92%, 73% e 82% nel dolore dopo 45 minuti dall'intervento nel gruppo BFR rispetto al gruppo LL-RT in SLS, SLDS e SDT, rispettivamente.

Blood-Flow Restriction Resistance Exercise for Older Adults with Knee Osteoarthritis: A Pilot Randomized Clinical Trial

AUTORI: Sara A. Harper, Lisa M. Roberts, Andrew S. Layne, Byron C. Jaeger, Anna K. Gardner, Kimberly T. Sibille, Samuel S. Wu, Kevin R. Vincent, Roger B. Fillingim, Todd M. Manini, Thomas W. Buford

ANNO DI PUBBLICAZIONE: 2019

REGISTRAZIONE: www.clinicaltrials.gov (NCT02132715).

TIPO DI STUDIO: RCT.

SETTING: non specificato.

OBBIETTIVO

valutare la sicurezza e l'efficacia dell'allenamento BFR (*blood flow restriction training*) negli anziani con OA (osteoartrite) del ginocchio.

valutare la fattibilità di un RCT (*randomized controlled trial*) completo che confrontasse l'allenamento BFR con un intervento di allenamento di resistenza a intensità moderata.

POPOLAZIONE

Uomini e donne con OA al ginocchio.

Criteri di inclusione: ≥ 60 anni, limitazioni funzionali oggettive, nessuna partecipazione ad allenamenti di resistenza regolari e OA sintomatica del ginocchio.

Criteri di esclusione: controindicazioni all'uso del laccio emostatico, compresi quelli con malattia vascolare periferica, pressione sanguigna sistolica a riposo >160 o <100 mm Hg, pressione sanguigna diastolica >100 mm Hg; controindicazioni assolute all'esercizio fisico o qualsiasi altra condizione medica che precluda una partecipazione sicura.

SAMPLE SIZE: non presente.

METODO

I partecipanti sono stati randomizzati in due gruppi. Il personale dello studio che conduceva le valutazioni era inconsapevole dell'incarico di intervento. L'intervento dello studio e le valutazioni dello studio si sono verificati anche in luoghi fisici separati e i gruppi di intervento sono stati condotti in momenti diversi per prevenire errori di contaminazione.

TIPOLOGIA D'INTERVENTO

I partecipanti al gruppo di allenamento a resistenza moderata (MIRT) hanno eseguito quattro esercizi per gli arti inferiori (*leg press, leg extension, leg curl e calf flexion*) al 60% di 1RM seguendo le linee guida sull'OA (3,4,5). Il gruppo di allenamento di resistenza BFR a basso carico ha eseguito gli stessi quattro esercizi per gli arti inferiori al 20% di 1RM con l'aggiunta di cuffie pneumatiche applicate alla coscia prossimale di entrambe le gambe. La compressione è stata applicata secondo le linee guida pubblicate sul laccio emostatico (1,2) e sostenuta per tutta la durata di ciascun esercizio. I polsini sono stati sgonfiati per i periodi di riposo tra i diversi esercizi.

OUTCOME

FORZA: La forza isocinetica unilaterale degli estensori del ginocchio valutata tramite un dinamometro (Biodex Medical Systems, New York, NY, USA).

VELOCITA' DEL CAMMINO: cammino per 400m.

FUNZIONALITA' DEGLI ARTI INFERIORI: valutata tramite la *Short Physical Performance Battery* (SPPB).

AUTOVALUTAZIONE FUNZIONALITA' FISICA: Tramite la *Late Life Function and Disability Instrument* (LLFDI).

DOLORE CORRELATO AL GINOCCHIO: tramite la WOMAC.

CONCENTRAZIONE DELLE PROTEINE BERSAGLIO: (peptide N-terminale del procollagene di tipo III, IGF-1, induttore debole di apoptosi) sono state identificate utilizzando il metodo colorimetrico a una densità ottica di 450 nm

RISULTATI CHIAVE

Dei 96 individui inizialmente valutati ne sono stati randomizzati 35 per lo studio (BFR: $n = 16$, MIRT: $n = 19$). Un totale di $n = 33$ (94,2%) partecipanti hanno completato lo studio. Per quanto riguarda la sicurezza, è stato osservato un totale di 34 eventi avversi post-randomizzazione o segnalazioni spontanee di dolore al ginocchio (13 BFR; 21 MIRT). Di questi, 21 sono stati ritenuti correlati o possibilmente correlati allo studio (6 BFR; 15 MIRT). La maggior parte di questi eventi era correlata al dolore al ginocchio ($n = 14$) e il gruppo BFR ha avuto meno di questi episodi ($n = 3$) rispetto al gruppo MIRT ($n = 11$). Sono stati osservati in totale 5 eventi avversi gravi (2 BFR; 3 MIRT), di cui solo uno (gruppo BFR) ritenuto correlato o possibilmente correlato allo studio. La variazione media tra i gruppi nell'estensione del ginocchio alla settimana 12 è stata (BFR rispetto a MIRT) -1,87 (-10,96, 7,23) Nm. La variazione media in 12 settimane nella velocità dell'andatura a piedi di 400 m è stata di -0,03 (-0,08, 0,01) m/s. Tra i gruppi al post-allenamento, la differenza media in SPPB era -0,66 (-1,74, 0,42) punti. La variazione nella LLFDI tra i gruppi dopo l'allenamento era di -0,79 (-6,76, 5,17) punti. La differenza della sottoscala del dolore WOMAC tra i gruppi era di 0,24 (-2,51, 2,98) punti. La variazione media nel siero P3NP tra i gruppi era -0,63 (-1,28, 0,02) mg/dL. La differenza di TWEAK nel siero post-allenamento tra i gruppi era di -92,70 (-306,14, 120,74) mg/dL. La differenza nell'IGF-1 post-allenamento tra i gruppi era -0,04 (-0,19, 0,11) mg/dL.

Low-Load Resistance Training With Blood Flow Restriction Improves Clinical Outcomes in Musculoskeletal Rehabilitation: A Single-Blind Randomized Controlled Trial

AUTORI: peter ladlow, russell j. Coppack, shreshth dharm-datta, dean conway, edward sellon, stephen d. patterson, alexander n. bennett.

ANNO DI PUBBLICAZIONE: 2018

REGISTRAZIONE: ISRCTN Riferimento: ISRCTN63585315.

TIPO DI STUDIO: RCT.

SETTING: ambiente di riabilitazione ospedaliera.

OBBIETTIVO: valutare l'efficacia e la fattibilità dell'allenamento con limitazione del flusso sanguigno a basso carico (LL-BFR) rispetto all'allenamento con resistenza al carico meccanico elevato (HL-RT) sugli esiti clinici della riabilitazione multidisciplinare del paziente ricoverato.

POPOLAZIONE

Gruppo eterogeneo di 28 partecipanti maschi feriti agli arti inferiori (dolore agli arti inferiori sotto sforzo 12, dolore femoro-rotuleo 5, ACLR 5, lesione/operazione all'anca 5, altre lesioni agli arti inferiori 1).

Criteri di inclusione: maschi, età compresa tra i 19 e i 49 anni, in servizio per la UK *armed forced personnel*, lesioni agli arti inferiori (*patellofemoral pain, ACL reconstruction, ankle injury*, lesione dovuta a colpo d'arma da fuoco o esplosione), in trattamento alla *defence medical rehabilitation center*, impegnati in un minimo di 4 settimane di riabilitazione fisica presso la struttura sanitaria di base o il centro di riabilitazione regionale.

Criteri di esclusione: femmine, storia di malattia cardiovascolare (ipertensione, vasculopatia periferica, trombosi, embolie, ischemie, cardiopatia ischemica, infarto del miocardio), artrite reumatoide, osteonecrosi, necrosi vascolare, OA severa, disordini neurologici: neuropatia periferica, alzheimer, SLA, SM, parkinson, ictus, cerebrolesione media o severa.

SAMPLE SIZE: 14 partecipanti.

METODO: I partecipanti idonei sono stati assegnati in modo casuale a un gruppo di formazione LL-BFR o convenzionale utilizzando la randomizzazione bloccata con un rapporto 1:1. La stringa di ricerca è stata creata utilizzando le seguenti parole chiave: *blood flow restriction, musculoskeletal rehabilitation, hypertrophy, strength, function, pain, clinical outcome*.

TIPOLOGIA D'INTERVENTO

Per il gruppo BFR sono state applicate cuffie pneumatiche larghe 10 cm ((Schuco TourniCuff, Schuco International, Watford, Regno Unito) intorno all'estremità prossimale di ciascuna coscia e gonfiato al LOP (limb occlusion pressure) del 60% (Scott et al., 2015) tramite PTS delfi. Gli esercizi erano: leg press bilaterale e leg extension bilaterale utilizzando apposite macchine. I partecipanti hanno eseguito 4 serie da 30, 15, 15 e 15 ripetizioni al 30% del loro 1-RM previsto (Segal N. et al., 2015 ; Segal NA et al., 2015 ; Giles et al., 2017 ; Tennent et al., 2017), con un intervallo tra le ripetizioni di 30 s. La pressione di gonfiaggio è stata mantenuta per tutta la durata dell'esercizio e sgonfiata durante l'intervallo di riposo di 3 minuti tra le serie. L'allenamento è stato eseguito 2 volte al giorno al mattino e al pomeriggio (sempre

separati da intervalli di ≥ 5 h), dal lunedì al giovedì e una volta il venerdì mattina per 3 settimane..

Nel gruppo di allenamento ad alto carico (HL-RT) hanno eseguito 4 serie da 6-8 ripetizioni con 75% di 1 RM di 3 esercizi (stacco, squat e affondi) 3 volte alla settimana per 3 settimane.

OUTCOME:

Area della sezione trasversale (CSA) e VOLUME

La forza muscolare unilaterale.

RESISTENZA: La resistenza è stata misurata utilizzando il test di locomozione multistadio (MSLT).

EQUILIBRIO: L'equilibrio è stato valutato tramite *y-balance test*.

DOLORE: misurato con scala VAS di 100 mm prima di iniziare l'esercizio, durante l'esercizio, e 5 minuti dopo l'esercizio.

RISULTATI CHIAVE

Tutti gli *outcome* hanno avuto miglioramenti significativi rispetto all'allenamento tradizionale. L'allenamento LL-BFR è uno strumento riabilitativo che ha il potenziale per indurre adattamenti positivi in assenza di carichi meccanici elevati. Questa scoperta può avere implicazioni per i pazienti che soffrono di deficit funzionali significativi per i quali l'allenamento ad alto carico è controindicato.

Benefits of Resistance Training with Blood Flow Restriction in Knee Osteoarthritis

AUTORI: RODRIGO BRANCO FERRAZ¹; GUALANO BRUNO^{1,2}; RODRIGUES REYNALDO²; KURIMORI CECI OBARA²; FULLER RICARDO²; LIMA FERNANDA RODRIGUES²; DE SÁ-PINTO ANA LÚCIA²; ROSCHEL HAMILTON^{1,2}

ANNO DI PUBBLICAZIONE: 2018

REGISTRAZIONE: clinical trials.gov con n. NTCT01483131

TIPO DI STUDIO: RCT.

SETTING: Lo studio è stato eseguito in una palestra intraospedaliera.

OBBIETTIVO: lo scopo dello studio è di confrontare gli effetti della BFRT (*blood flow restriction training*) con l'allenamento tradizionale in termini di forza, massa muscolare degli arti inferiori, sulla funzionalità, sul dolore e sulla qualità di vita nelle donne con OA (osteoartrite) di ginocchio.

POPOLAZIONE: Donne (età compresa tra 50 e 65 anni) con diagnosi di OA al ginocchio.

Criteri di esclusione: partecipazione ad allenamenti di esercizio fisico nell'ultimo anno, malattie cardiovascolari e/o disturbi muscoloscheletrici, grado radiografico Kellgren-Lawrence di 1 o 4, punteggio alla scala VAS per dolore al ginocchio inferiore a 1 o superiore a 8.

Criteri di inclusione: donne con OA.

SAMPLE SIZE: E' stato stimato che erano necessari 12 pazienti per valutare l'efficacia del trattamento per migliorare del 95% ($\alpha = 0.05$) la forza muscolare in una popolazione di donne fuori allenamento con OA.

METODO: I pazienti sono stati classificati in terzili in base al loro 1-RM nell'esercizio *leg press*, quindi sono stati randomizzati da un codice generato dal computer in una delle seguenti condizioni: 1- allenamento di resistenza ad alta intensità (HI-RT); 2- allenamento di resistenza a bassa intensità (LI-RT) e 3- LI-RT con restrizione del flusso sanguigno (BFR).

TIPOLOGIA D'INTERVENTO

Le sessioni di allenamento si sono svolte 2 volte a settimana per 12 settimane. Il programma RT comprendeva esercizi bilaterali di *leg press* ed estensione del ginocchio utilizzando macchine per l'allenamento della forza.

la prima settimana di allenamento è stata eseguita come segue: HI-RT ha eseguito 4 serie da 10 ripetizioni al 50% 1-RM, mentre LI-RT ha eseguito 4 serie da 15 ripetizioni al 20% 1-RM. Dalla seconda settimana in poi, l'intensità dell'allenamento è stata aumentata all'80% e al 30% 1-RM per HI-RT e LI-RT, rispettivamente, e dalla quinta settimana in poi, tutti i gruppi hanno aumentato il numero di serie eseguite per ogni esercizio da 4 a 5. È stato consentito un periodo di riposo di 1 minuto tra le serie per tutti i gruppi. Il carico di esercizio è stato aggiustato ogni 4 settimane rivalutando l'1-RM dei pazienti. L'intensità dell'allenamento e la progressione del carico per LI-BFRT (*low intensity blood flow restriction training*) erano esattamente le stesse di quelle di LI-RT, tuttavia, BFRT si è allenato con un manicotto ad aria posizionato alla piega inguinale (larghezza 175 mm × lunghezza 920 mm - gonfiato al 70% della pressione necessaria per fornire restrizione completa del flusso sanguigno) per fornire una restrizione parziale del flusso sanguigno. Il manicotto è rimasto gonfiato per tutta la durata dell'esercizio e durante la pausa tra una serie e l'altra. Solo dopo la fine dell'intera sessione di esercizio è stato sgonfiato.

OUTCOME

prima dell'inizio dell'allenamento e dopo 12 settimane di allenamento, sono stati valutati:

FUNZIONALITA' FISICA (*timed stands test [TST]* e *time up-and-go [TUG]* test),

TEST DI FORZA: I test 1-RM sono stati condotti per gli esercizi di *leg press* e di *leg extension*.

AREA DELLA SEZIONE TRASVERSALE DEL QUADRICIPITE: Per ottenere l'area della sezione trasversale del m. quadricipite è stata utilizzata la tomografia computerizzata.

QUALITA' DELLA VITA AUTODICHIARATA: Il dolore, la rigidità e la funzione fisica sono stati misurati tramite il questionario WOMAC.

RISULTATI CHIAVE

Dei 379 pazienti eleggibili 48 hanno soddisfatto i criteri di inclusione, e per ogni gruppo ne sono stati assegnati 16. Aumenti simili all'interno del gruppo sono stati osservati in *leg press* (26% e 33%, tutti $P < 0,0001$), *leg extension* 1-RM (23% e 22%; tutti $P < 0,0001$), area della sezione trasversale del quadricipite (7% e 8 %; tutti $P < 0,0001$, rispettivamente, in BFRT e HI-RT, e questi erano significativamente maggiori (tutti $P < 0,05$) rispetto a quelli di LI-RT. Il BFRT e l'HI-RT hanno mostrato miglioramenti comparabili nel TST (7% e 14%, rispettivamente), con quest'ultimo che ha mostrato aumenti maggiori rispetto a LI-RT. I punteggi dei *test timed-up-and-go* non hanno subito modifiche in modo significativo all'interno o tra i gruppi. La WOMAC è migliorata in BFRT e HI-RT (-49% e -42%, rispettivamente; tutti $P < 0,05$) e il dolore è stato migliorato in BFRT e LI-RT (-45% e -39%, rispettivamente; Tutti $P < 0,05$).

Blood Flow–Restricted Training for Lower Extremity Muscle Weakness due to Knee Pathology: A Systematic Review

AUTORI: Sue Barber-Westin, Frank R. Noyes,

ANNO DI PUBBLICAZIONE: 2018

REGISTRAZIONE: non viene indicato il numero di registrazione del protocollo di studio.

TIPO DI STUDIO: *systematic review*.

SETTING: 2 studi sono stati effettuati a casa, 1 in ospedale e 6 in clinica fisioterapica.

OBBIETTIVO: determinare se il BFR-T (*blood flow restriction training*) è efficace nel migliorare la forza e l'area della sezione trasversale (CSA) del quadricipite e degli ischiocrurali per contrastare l'atrofia muscolare in pazienti con dolore cronico di ginocchio e prevenire l'atrofia muscolare dopo l'intervento chirurgico al ginocchio.

POPOLAZIONE: nei gruppi BFRT erano comprese 165 persone (93 donne, 72 uomini) la cui età media era di 42,2 anni, i gruppi di controllo ne comprendevano invece 170 (100 donne, 70 uomini) la cui età media era di 40,6 anni.

METODO: È stata eseguita una ricerca online utilizzando PubMed su articoli fino al 2017. Le parole chiave che sono state utilizzate sono: *blood flow restriction training*, *blood flow*

restricted exercise, occlusion resistance training, KAATSU training, and low load resistance training.

Criteri di inclusione: studio controllato (randomizzato o non randomizzato), lingua inglese, utilizzare il BFR-T per trattare l'atrofia muscolare cronica degli arti inferiori o per prevenire l'atrofia muscolare dopo un'operazione al ginocchio e riportare un valore misurato dell'effetto del BFRT sulla forza muscolare del quadricipite e/o dei muscoli posteriori della coscia o il CSA.

I criteri di esclusione: studi che erano fuori tema; effetti acuti del BFRT (cioè, dopo 1 sessione di allenamento); partecipanti sani, pazienti con malattie cardiovascolari, obesità, polimiosite, pazienti anziani sani; inclusi pazienti addestrati dopo l'immobilizzazione volontaria; individui con la parte superiore del corpo allenata; e gli studi che non fornivano la misurazione della forza del quadricipite o dei muscoli posteriori della coscia o CSA. Sono state inoltre escluse revisioni generali o sistematiche, meta-analisi, editoriali, serie di casi, segnalazioni di casi e studi su animali da laboratorio.

OUTCOME: La **forza** muscolare del quadricipite è stata misurata isocineticamente in 4 studi, 2 studi hanno misurato isometricamente la forza del quadricipite. La forza dei muscoli posteriori della coscia è stata misurata solo in 2 studi. I 3 studi sulla ricostruzione del LCA hanno tutti misurato la **CSA** mediante risonanza magnetica al completamento della BFRT, che variava da 16 giorni a 16 settimane dopo l'intervento.

TIPOLOGIA D'INTERVENTO: I protocolli di occlusione vascolare variavano in tutti gli studi tranne 2 degli stessi ricercatori in cui la pressione del bracciale è stata gradualmente aumentata (da 160-200 mm Hg) durante le sessioni di allenamento individuali. Tre studi impostano la pressione del bracciale su una percentuale della pressione totale di occlusione arteriosa a 60%-70%, 2 studi impostano la pressione su un valore per tutti i pazienti per tutta la durata dell'allenamento (180-200 mm Hg), 2 studi aumentano gradualmente la pressione per tutta la durata dell'allenamento. Tipicamente, l'occlusione è stata mantenuta durante le serie di esercizi e sgonfiata durante il riposo tra le serie. I polsini placebo sono stati utilizzati nel gruppo di controllo in 2 studi.

RISULTATI CHIAVE

La ricerca ha identificato 534 articoli, di cui 525 esclusi, lasciando 9 studi per la revisione.

3 studi trattavano la BFRT in pazienti dopo ricostruzione di LCA (legamento crociato anteriore), 1 studio dopo l'artroscopia di routine del ginocchio, 4 studi riguardavano pazienti con osteoartrite al ginocchio e 1 studio sul dolore femoro-rotuleo. I dati pubblicati mostrano che la BFRT è potenzialmente efficace nel migliorare la forza del quadricipite in pazienti con

debolezza e atrofia correlate al ginocchio. L'uso di esercizi con occlusione vascolare di breve durata e di resistenza a basso carico sembra sicuro e non dannoso dopo un intervento chirurgico al ginocchio o nelle ginocchia artrosiche. Questa opzione di trattamento richiede ulteriori indagini per perfezionare i protocolli relativi alla pressione del bracciale, al dosaggio e alla durata dell'esercizio.

The blood flow restriction training effect in knee osteoarthritis people: a systematic review and meta-analysis

AUTORI: João Vitor Ferlito , Samantha Angelica Pasa Pecce, Lucas Oselame and Thiago De Marchi

ANNO DI PUBBLICAZIONE: 2020

REGISTRAZIONE: International Prospective Register of Systematic Reviews (Registration Number: CRD42020137000).

TIPO DI STUDIO: *systematic review*.

SETTING: ambiente ambulatoriale di fisioterapia.

OBBIETTIVO

-confrontare gli effetti dell'allenamento con BFR (*blood flow restriction*) rispetto all'allenamento a basso (LL-RT) ed alto carico (HL-RT) in individui con osteoartrite del ginocchio.

-investigare se le differenti forme di applicazione della BFR influenzano gli esiti del trattamento riabilitativo.

POPOLAZIONE: Un totale di 190 soggetti sono compresi negli studi selezionati con un'età di 59.89 ± 7.47 prevalentemente donne.

METODO: La selezione degli articoli è stata effettuata senza restrizioni sulla lingua di pubblicazione, su articoli pubblicati fino al 2020 nelle seguenti banche dati: the cochrane central, pedro, pubmed, BVS, che includono lilacs, medline e scielo. Le parole chiave utilizzate per la stringa di ricerca sono: *Therapeutic Occlusion, Resistance Training, Knee Osteoarthritis, blood flow restriction e Kaatsu training*.

Criteri di inclusione: RCT, soggetti con sintomi di OA, intervento con LL-BFRT, studi che riportavano misure di: forza, massa muscolare, dolore durante e dopo l'esercizio, funzionalità del ginocchio e qualità della vita. Studi con gruppo di controllo che effettuava HL-RT o LL-RT.

Criteri di esclusione: *systematic review, meta-analysis*, studi integrativi, serie di casi, studi osservazionali, articoli che non specificavano località dello studio e gli obiettivi in modo chiaro o duplicati. Sono stati esclusi anche studi che comprendevano persone sottoposte ad intervento chirurgico e che presentassero in concomitanza problematiche al ginocchio di altra natura.

TIPOLOGIA D'INTERVENTO: Il BFR è stato usato in combinazione all'allenamento a basso carico (20-30% 1 RM) in tutti gli studi e confrontato con allenamento a basso e ad alto carico (60-80% 1 RM) senza applicazione di BFR. In 3 studi viene descritto l'equipaggiamento utilizzato per la BFR e la misura delle cuffie pneumatiche varia da 6 a 18 cm. La pressione di occlusione andava da 100 a 200 mmhg. 1 studio applicava l'occlusione completa tramite il calcolo della LOP (*limb occlusion pressure*), 1 altro studio usava invece una pressione di occlusione prestabilita per tutti i soggetti. La durata dell'intervento riabilitativo varia tra le 4 e le 12 settimane con 2 o 3 allenamenti a settimana.

OUTCOME

Funzionalità del ginocchio: *time up and go test, timed position test*, potenza nella salita delle scale, scala WOMAC, *lequesne index*, batteria di test di performance fisica e velocità del cammino.

Dolore : *WOMAC pain sub-scale, KOOS pain* e la scala NRS.

Forza: *leg press* bilaterale, *leg press* 1 RM, *leg extension* con macchina isocinetica, *leg extension* 1 RM e contrazioni isometriche.

Dimensioni muscolari: Area della sezione trasversale ed il volume muscolare.

RISULTATI CHIAVE

Dei 465 studi eleggibili sono stati selezionati 5 studi. I risultati hanno mostrato che non ci sono differenze sostanziali tra BFR e HL-RT nell'incremento della forza del ginocchio (SMD = 0.00, 95% CI, -0.54 to 0.54, P = 1.00), funzionalità (SMD = -0.20, 95% CI, -0.45 to 0.06, P = 0.13), dolore e volume. Rispetto al LL-RT il LL-BFRT (*low load blood flow restriction training*) ha dimostrato risultati significativi a favore del LL-BFR per la forza muscolare (71.4%) e volume (MD = 1.66, 95% CI, 0.93 to 2.38, P < 0.00001) ma non per il dolore e la funzionalità.

The Effects of Blood Flow Restriction on Muscle Activation and Hypoxia in Individuals with Chronic Ankle Instability

AUTORI: Brian Killinger, Jakob D. Lauver, Luke Donovan, John Goetschius.

ANNO DI PUBBLICAZIONE: 2020

REGISTRAZIONE: non viene indicato il numero di registrazione del protocollo di studio.

TIPO DI STUDIO: studio *cross-over*.

SETTING: ambiente di laboratorio.

OBBIETTIVO: esaminare l'effetto del BFR (*blood flow restriction*) sull'attivazione muscolare e la saturazione di ossigeno durante l'eversione e la dorsi-flessione submassimale nell'allenamento di resistenza in individui con instabilità cronica di caviglia (CAI).

POPOLAZIONE: 19 individui di età compresa tra i 18 e 30 anni con storia di instabilità cronica di caviglia in almeno una caviglia.

SAMPLE SIZE: E' stato stimato che erano necessari almeno 16 partecipanti.

METODO: Questo studio ha utilizzato un design crossover.

TIPOLOGIA D'INTERVENTO: Per raggiungere la pressione di occlusione dell'arto del paziente dell'80% è stato utilizzato il sistema di laccio emostatico personalizzato (Delfi Medical Innovations, Inc, Vancouver, BC, Canada). Il bracciale è stato applicato alla coscia 2-3 cm prossimalmente alla rotula. Per tutta la durata dei set e nelle pause è stata mantenuta la pressione di occlusione e solo al termine dell'ultimo set è stato sgonfiato il bracciale (*BFR-continuous*). I partecipanti hanno eseguito 4 serie da 30, 15, 15, 15 ripetizioni con 45 secondi di pausa tra una ripetizione e l'altra di eversione e dorsiflessione di caviglia con esercizi di resistenza al carico del 30% della massima contrazione isometrica volontaria (MVIC). I seguenti esercizi sono stati effettuati sia dal gruppo BFR sia dal gruppo di controllo. Per il gruppo di controllo il bracciale è stato posizionato senza essere gonfiato.

OUTCOME

Forza isometrica: la forza isometrica è stata misurata utilizzando una cella di carico di tipo s (OMEGA Engineering, Inc, Norwalk, CT).

Attivazione muscolare: tramite elettromiografia di superficie del m. tibiale anteriore (LabChart software (ADInstruments, Colorado Springs, CO) durante esercizi di dorsiflessione, del m. peroneo lungo per l'eversione di caviglia con resistenza al carico del 30% MVIC.

Percezione dello sforzo: è stata misurata con OMNI-RESISTANCE EXERCISE SCALE al termine dei 4 set per tipologia di esercizio (eversione, dorsiflessione).

RISULTATI CHIAVE

Durante gli esercizi di eversione è stato osservato che l'attivazione media del m. peroneo lungo nei 4 set è stata maggiore nel gruppo con BFR rispetto al gruppo di controllo (differenza media = +5,6% [da 0,1 a 10.3]). La percezione dello sforzo è stata maggiore nel gruppo BFR (5.5 ± 1.6) rispetto al gruppo di controllo (2.7 ± 1.3) durante gli esercizi di eversione. Durante gli esercizi di dorsiflessione è stato osservato che l'attivazione media del m. tibiale anteriore nei 4

set è stata maggiore nel gruppo con BFR rispetto al gruppo di controllo (differenza media = +7.7% [2.7 to 13.3]). La percezione dello sforzo è stata maggiore nel gruppo BFR (6.8 ± 1.7) rispetto al gruppo di controllo (3.5 ± 1.6) durante gli esercizi di dorsiflessione di caviglia.

Does blood flow restriction training enhance clinical outcomes in knee osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis

AUTORI: Brayden Grantham¹, Vasileios Korakakis², Kieran O'Sullivan³

ANNO DI PUBBLICAZIONE: 2021

REGISTRAZIONE: PROSPERO, n. (CRD42020154423)

TIPO DI STUDIO: *systematic review*.

SETTING: ambiente ambulatoriale di fisioterapia.

OBBIETTIVO: lo scopo di questa revisione era determinare gli effetti della BFRT (*blood flow restriction training*) sul dolore, sulla funzionalità fisica, sulla forza e sulla morfologia muscolare in soggetti con diagnosi di OA del ginocchio o individui identificati come a rischio significativo di sviluppare OA del ginocchio.

POPOLAZIONE: 199 partecipanti: 147 femmine e 52 maschi, con un'età media di 60,3 (*range* 54,6-69,1) anni con diagnosi di OA o 1 dei seguenti fattori di rischio per OA del ginocchio: infortunio al ginocchio con conseguente incapacità di camminare senza assistenza per almeno 2 giorni; chirurgia del ginocchio (diversa dall'artroplastica bilaterale del ginocchio); dolore al ginocchio, dolore o rigidità nella maggior parte dei 30 giorni precedenti, sovrappeso o obesità ($BMI > 25 \text{ kg / m}^2$).

METODO: la ricerca è stata effettuata sui seguenti database: Allied and Complementary Medicine Database, Biomedical Reference Collection, CINAHL, MEDLINE, PubMed, PsycARTICLES, PsycINFO, SportsDiscus. La letteratura grigia è stata ricercata tramite *OpenGrey*, così come nei seguenti registri: Clinical [Trials.Gov](https://www.clinicaltrials.gov/) e EU Clinical Trials register gli elenchi di riferimento.

TIPOLOGIA D'INTERVENTO: La durata degli interventi variava dalle 4 alle 12 settimane, con 2 o 3 sessioni di esercizi a settimana. 3 gruppi di controllo:

HI-RT (*high intensity resistance training*) 70-80% 1RM.

LI-RT (*low intensity resistance training*) 20-30% 1RM.

BFRT 20-30% 1RM.

Dei 5 studi, solo uno ([Ferraz et al., 2018](#)) ha utilizzato un progetto RCT con un gruppo di intervento BFRT e due gruppi di controllo. Gli esercizi eseguiti dal gruppo BFRT e dai gruppi di controllo in tutti e cinque gli studi si sono concentrati principalmente sui muscoli estensori del ginocchio utilizzando un esercizio di *leg-press* o *leg extension* con macchine per l'allenamento di resistenza. Due studi ([Bryk et al., 2016](#) ; [Harper et al., 2019](#)) hanno incluso l'allenamento della forza generale della parte inferiore del corpo insieme a esercizi di flessibilità e allenamento dell'equilibrio. Tra gli studi era presente una sostanziale variabilità delle dimensioni dei bracciali BFR (*blood flow restriction*) e la pressione del bracciale utilizzata.

OUTCOME:

Dolore al ginocchio: valutato in tutti e 5 gli studi utilizzando la scala numerica di valutazione del dolore (NPRS) ([Bryk et al., 2016](#)), la scala analogica visiva (VAS) ([Harper et al., 2019](#)), la sottoscala WOMAC del dolore ([Ferraz et al., 2018](#) ; [Harper et al., 2019](#)) o sottoscala del dolore KOOS ([Segal et al., 2015a](#) , [2015b](#)). Funzionalità fisica auto-riferita: valutata in 4 studi ([Bryk et al., 2016](#) ; [Ferraz et al., 2018](#) ; [Harper et al., 2019](#) ; [Segal et al., 2015a](#)), utilizzando il questionario Lequesne, WOMAC, *Late Life Function and Disability Instrument*).

Funzionalità fisica oggettiva: valutata in 4 studi ([Ferraz et al., 2018](#) ; [Harper et al., 2019](#) ; [Segal et al., 2015a](#) , [2015b](#)) utilizzando una serie di test (*Timed-Up and Go* - TUG, salita delle scale, tempo in stazione eretta, velocità di camminata).

Forza degli arti inferiori: valutata in tutti e 5 gli studi utilizzando misure con il dinamometro manuale ([Bryk et al., 2016](#)), il dinamometro isocinetico ([Harper et al., 2019](#) ; [Segal et al., 2015a](#) , [2015b](#)) e la forza isotonica ([Segal et al., 2015a](#) , [2015b](#)). Leg-press 1-RM è stato l'esito più comunemente valutato ([Ferraz et al., 2018](#) ; [Segal et al., 2015a](#) , [2015b](#)), la massa muscolare del quadricipite è stata calcolata in 2 studi in diversi momenti di follow-up utilizzando la tomografia computerizzata (12 settimane) ([Ferraz et al., 2018](#)) e la risonanza magnetica (4 settimane). ([Segal et al., 2015b](#)).

RISULTATI CHIAVE

Dei 3172 articoli ne sono stati inclusi 5.

Un livello moderato di evidenza suggerisce nessuna differenza nella riduzione del dolore tra BFRT e LI (SMD = 0,136, IC 95%: -0,234, 0,506) o allenamento di resistenza HI (SMD -0,170, IC 95%: -0,654, 0,313).

Un livello di evidenza moderato suggerisce che non vi siano differenze nella disabilità funzionale tra BFRT e allenamento di resistenza HI (SMD = -0,237, 95%CI: -0,721, 0,248)

Un livello di evidenza moderato suggerisce che non vi siano differenze nella mobilità fisica e nell'equilibrio (test TUG in secondi) tra il solo allenamento di resistenza LI BFRT e HI (SMD = 0,056, 95% CI: -0,427, 0,539) al *follow-up* a breve termine.

1 studio (Ferraz et al. 2017) con *follow-up* di 12 settimane ha riportato aumenti significativi all'interno del gruppo dell'area della sezione trasversale del quadricipite nel gruppo HI-RT (+8%, ES = 0,54, P <0,0001) e nel gruppo BFRT (+7%, ES = 0,39, P < 0,0001, ma non nel gruppo LI-RT (+2%, ES = 0,12, P = 0,52).

Negli studi di Segal et al. 2015b e Ferraz et al. 2017 venivano indicati maggiori guadagni di forza con BFRT rispetto all'allenamento LI-RT nella *leg press* e nella *leg extension*.

Quadriceps strengthening with and without blood flow restriction in the treatment of patellofemoral pain: a double-blind randomised trial

AUTORI: Lachlan Giles, Kate E Webster, Jodie McClelland, Jill L Cook.

ANNO DI PUBBLICAZIONE: 2017

REGISTRAZIONE: registrato dalla Australian New Zealand Clinical Trials (Trial Number 12614001164684)

TIPO DI STUDIO: RCT.

SETTING: non specificato (outpatient/sportivi)

OBBIETTIVO: Primario: confrontare gli effetti dell'allenamento con *blood flow restriction training* a bassa intensità (LI-BFRT) vs allenamento standard ad alta intensità (HI-RT) rispetto al miglioramento del dolore, della funzionalità, della forza muscolare e del trofismo muscolare in individui con dolore femoro-rotuleo.

Secondario: esaminare l'efficacia del trattamento nel sottogruppo di pazienti con dolore femoro-rotuleo durante il test di estensione del ginocchio contro resistenza, in termini di riduzione del dolore.

POPOLAZIONE:

Sportivi con età compresa tra i 18 ed i 40 anni con dolore femoro rotuleo ad insorgenza atraumatica, da più di 8 settimane ed insorgenza del dolore in almeno 2 attività tra: correre, saltare, accovacciarsi, inginocchiarsi, salire/scendere le scale, stare seduti per tempi prolungati, alla palpazione della zona peri-patellare ed alla compressione.

I partecipanti erano esclusi se avevano una patologia coesistente al ginocchio, compresa la sublussazione o lussazione rotulea, altre fonti di dolore al ginocchio anteriore (borsa, corpo di Hoffa), persone con ginocchio operato, presenza di tendinopatia rotulea, alto rischio di trombosi

venosa degli AAI (chirurgia agli AAI negli ultimi 6 mesi, pressione sanguigna >140/90), diabete, dolore toracico inspiegabile, condizioni cardiache, svenimenti o vertigini durante l'attività fisica che provocano perdita di equilibrio, gravidanza, esercizio fisico controindicato o se hanno partecipato ad allenamento per gli AAI con pesi negli ultimi sei mesi.

SAMPLE SIZE: Per ottenere un miglioramento del dolore di 15mm alla scala VAS e di 8 punti secondo la scala di *Kujala Patellofemoral Score*, si era previsto rispettivamente un campione di 58 e 68 persone.

METODO: RCT

I partecipanti sono stati assegnati a caso a uno dei due gruppi di trattamento. La randomizzazione è stata eseguita da una persona indipendente dallo studio in lotti di 20 in rapporto 1:1 estraendo l'allocazione del gruppo da una scatola nascosta; la scatola è stata riempita prima che ogni lotto fosse stato utilizzato.

TIPOLOGIA D'INTERVENTO

3 sedute a settimana per 8 settimane.

Ogni gruppo ha eseguito 5 minuti di riscaldamento con la bici a bassa intensità, leg press con ginocchio flesso tra 0° e 60° e leg extension con ginocchio flesso tra 90° e 45°. Questi range di movimento sono stati selezionati per minimizzare il carico sull'articolazione femoro rotulea. Tutti gli esercizi sono stati eseguiti solo con dolore inferiore a 2/10 della scala VAS, altrimenti veniva diminuito il carico del 20%. 6 sessioni di riabilitazione sono state eseguite con la supervisione del fisioterapista per singolo individuo (tre sessioni nella prima settimana, poi a intervalli di 2 settimane), e il resto delle sessioni sono state eseguite sotto la supervisione di gruppo. I partecipanti erano autorizzati a mantenere l'attività corrente, a meno che i sintomi del ginocchio non fossero aggravati.

Gruppo BFR con allenamento a bassa intensità.

I partecipanti del gruppo *blood flow restriction* (BFR) hanno posto la cuffia pneumatica sulla coscia prossimale gonfiato alla pressione tale da provocare un'occlusione arteriosa del 60% prima di effettuare gli esercizi di *leg press* e di *leg extension*. Gli esercizi sono stati eseguiti a con il 30% di 1RM. Un set di 30 ripetizioni (o fino a sfinimento), poi 3 set da 15 ripetizioni. La pressione data dal polsino è stata mantenuta tale anche durante i 30 secondi di pausa tra un set e l'altro. Il polsino è stato tolto solo dopo la fine dell'intera sessione di allenamento.

Gruppo standard (allenamento ad alta intensità):

I partecipanti, del gruppo di rafforzamento del quadricipite standard, hanno effettuato l'esercizio di leg press o di leg extension con 3 set da 7-10 reps con 70% 1RM e placebo BFR. Il

placebo era un bracciale elastico di 5 cm posizionato intorno alla coscia prossimale, con spazio tra la pelle e lo stesso di circa 2 dita.

OUTCOME

Misurati prima dell'inizio del trattamento, dopo 8 settimane e dopo 6 mesi (tranne dimensioni muscolari e forza).

Dolore:

Il dolore femoro rotuleo è stato misurato utilizzando una *Visual Analogue Scale* (VAS) di 100mm.

Forza del quadricipite

“estensione di ginocchio in isometria” è stata misurata bilateralmente con un dinamometro HUMAC NORM.

RISULTATI CHIAVE

69 partecipanti (87%) hanno completato lo studio (standard:34, BFR:35). Il gruppo BFR ha avuto per il 93% in più rispetto al gruppo standard una riduzione del dolore durante le attività di vita quotidiane ($p=0.02$). I partecipanti con dolore femoro rotuleo durante l'estensione di ginocchio hanno avuto un miglioramento nell'attivazione dei muscoli estensori di ginocchio con allenamento BFR rispetto all'allenamento standard. Non sono state rilevate differenze tra i gruppi nella *kujala patellafemoral score*, nel dolore, nell'attivazione degli estensori di ginocchio e nelle dimensioni del quadricipite. Nessuna differenza a 6 mesi dall'intervento.

Nelle persone con dolore persistente nell'estensione del ginocchio, il BFR era più efficace nel rafforzamento del quadricipite rispetto agli esercizi di rinforzo standard, ma questo non ha comportato un miglioramento in termini di dolore.

Efficacy of Blood Flow–Restricted, Low-Load Resistance Training in Women with Risk Factors for Symptomatic Knee Osteoarthritis

AUTORI: Neil A. Segal, MD, MS, CSCS, Associate Professor and Faculty Physiatrist, Glenn N. Williams, PhD, PT, ATC, Associate Professor, Maria Davis, BA, Research Assistant, Robert B. Wallace, MD, MSc, Professor, and Alan Mikesky, PhD, Professor

ANNO DI PUBBLICAZIONE: 2014

REGISTRAZIONE: Clinicaltrials.gov (ID studio NCT01311206)

TIPO DI STUDIO: RCT.

SETTING: Laboratorio di ricerca clinica.

OBIETTIVO

-valutare l'efficacia di un programma di allenamento di resistenza a basso carico di 4 settimane con l'applicazione simultanea del BFR per migliorare la forza dell'estensore del ginocchio (primario), il volume muscolare del quadricipite e la potenza muscolare degli arti inferiori, nelle donne con fattori di rischio per OA (osteoartrite) sintomatica del ginocchio.

-valutare se il programma di allenamento avesse influito negativamente sul dolore correlato al ginocchio, sulle attività della vita quotidiana o sulla qualità della vita.

POPOLAZIONE: sono state reclutate 45 donne tra i 45 e 65 anni.

Criteri di inclusione: almeno uno dei seguenti fattori di rischio per l'OA sintomatica del ginocchio tra Indice di massa corporea (BMI) maggiore o uguale a 25 kg/m^2 , una storia di infortunio o intervento chirurgico all'articolazione del ginocchio, sintomi al ginocchio (dolore o rigidità) nella maggior parte degli ultimi 30 giorni o che gli è stata diagnosticata un'OA del ginocchio radiografica.

Criteri di esclusione: allenamenti di resistenza nei tre mesi precedenti lo studio, condizioni che avrebbero impedito loro di partecipare in sicurezza a questo intervento di esercizio (ad es. sostituzione bilaterale del ginocchio; intervento chirurgico agli arti inferiori negli ultimi sei mesi; problemi alla schiena, all'anca o al ginocchio che influiscono sulla deambulazione; diagnosi di infiammazione articolare o muscolare malattie, come l'artrite reumatoide o psoriasica o la polimialgia reumatica; diagnosi neurologiche, come la sclerosi multipla o la neuropatia periferica; storia di cancro, malattia vascolare periferica o trombosi venosa profonda; storia di infarto del miocardio o ictus nell'ultimo anno; dolore al petto durante l'esercizio o/a riposo; o necessità di ossigeno supplementare).

SAMPLE SIZE: necessario un minimo di 19 partecipanti in ciascun gruppo di questo studio. Per l'esito secondario, la variazione del volume muscolare, un calcolo della dimensione del campione ha indicato 6 partecipanti in ciascuno dei 2 gruppi.

METODO: I membri del personale di ricerca, che non erano coinvolti nelle valutazioni dei risultati, hanno randomizzato 1:1 i partecipanti all'esercizio a basso carico con o senza BFR.

TIPOLOGIA D'INTERVENTO: Il gruppo con BFR ha effettuato 4 serie con 90 secondi di pausa tra di esse di: leg press bilaterali al 30% del loro 1RM, 3 volte a settimana per 4 settimane con le seguenti modalità: 30 reps, 15 reps, 15 reps, 15 reps con 30s di pausa tra di esse.. Il gruppo di controllo ha eseguito il medesimo allenamento ma senza le cuffie pneumatiche applicate.

OUTCOME

FORZA: misurata su una macchina *leg press* (Keiser A420, Keiser, Fresno, CA).

VOLUME QUADRICIPITE: valutato con risonanza magnetica.

FORZA ISOCINETICA MASSIMA: E' stata misurata la forza isocinetica degli estensori di ginocchio con dinamometro Biodex System 3 (Biodex Medical Systems, Inc., Shirley, NY).

VALUTAZIONE DEL DOLORE AL GINOCCHIO: Tramite questionario *Knee Osteoarthritis Outcome Score* (KOOS).

RISULTATI CHIAVE

40 donne hanno completato il programma su 45 che hanno acconsentito. Non ci sono state differenze significative tra i gruppi nelle caratteristiche di base, tranne che il BMI era più basso nel gruppo BFR ($p = 0,0223$). L'1RM isotonico è migliorato significativamente di più nel gruppo BFR ($28,3 \pm 4,8$ kg) rispetto al gruppo di controllo ($15,6 \pm 4,5$ kg) ($p=0,0385$). La forza isocinetica degli estensori del ginocchio è aumentata significativamente di più nel gruppo BFR ($0,07 \pm 0,03$ Nm/kg) rispetto al gruppo di controllo ($-0,05 \pm 0,03$ Nm/kg) ($p=0,0048$). I cambiamenti nel volume del quadricipite e nel dolore correlato al ginocchio non differivano significativamente tra i gruppi.

