



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI GENOVA



Università degli Studi di Genova

Scuola di Scienze Mediche e Farmaceutiche

Dipartimento di Neuroscienze, Riabilitazione, Oftalmologia, Genetica e Scienze Materno-Infantili

Master in Riabilitazione dei Disordini Muscoloscheletrici

A.A. 2019/2020

Campus Universitario di Savona

EFFICACIA DEL RIR (REPETITION IN RESERVE) NELLA POSOLOGIA DELL'ESERCIZIO DI FORZA

Candidato:

Dott. Ft. Tommaso Motti

Relatore:

Dott. Ft. OMT Andrea Pozzi

INDICE

ABSTRACT	III
1. INTRODUZIONE	1
2. MATERIALI E METODI	4
2.1 Criteri di eleggibilità.....	4
2.1.1 Tipologia di studi.....	4
2.1.2 Partecipanti	4
2.1.3 Interventi e comparatori	4
2.1.4 Misure di outcome	4
2.1.5 Criteri di esclusione	5
2.2 Strategie di ricerca.....	5
2.3 Selezione degli studi	6
2.4 Processo di raccolta dei dati.....	6
2.5 Rischio di bias nei singoli studi	6
3. RISULTATI	7
3.1 Selezione degli studi	7
3.2 Caratteristiche degli studi.....	9
3.2.1 Partecipanti	9
3.2.2 Interventi	9
3.2.3 Durata degli studi e misure di outcome	10
3.3 Rischio di bias negli studi.....	18
4. DISCUSSIONE	20
4.1 Variazioni delle performance ai test 1RM (Misure di outcome forza-dipendenti)	20
4.2 Sforzo percepito durante gli esercizi ed intensità dell'allenamento.....	21
4.3 Countermovement Jump.....	22
4.4 Rir negli anziani.....	23
4.5 Limiti	23
5. CONCLUSIONI	25
5.1 Implicazioni per la ricerca futura	26
5.2 Implicazioni per la pratica clinica	27
6. BIBLIOGRAFIA	28

ABSTRACT

Background: le patologie muscoloscheletriche sono un eterogeneo gruppo di patologie che affliggono ogni età dell'individuo, determinando vari gradi di disabilità nella popolazione. Ad oggi un valido strumento a disposizione del clinico nella prevenzione e nel trattamento di questi disordini è l'esercizio terapeutico eseguito contro resistenza. Attualmente, però, i principali metodi di gestione del carico allenante nel resistance training, ad esempio quello basato sull'1RM, presentano delle criticità in termini di adattabilità e praticità di utilizzo nella pratica di tutti i giorni. Dalla necessità di ovviare a questo problema sono nati diversi metodi alternativi autoregolati, uno dei quali, particolarmente interessante, è incentrato sulle ripetizioni in riserva (Rir).

Obiettivo: valutare le possibili applicazioni cliniche del metodo di settaggio del carico "RIR" nell'esercizio con sovraccarichi (RT), confrontandolo con le altre metodologie proposte.

Metodi: Sono stati consultati i database online Medline (Pubmed), Cochrane Library e PEDro. Ulteriori ricerche sono state effettuate nella bibliografia degli articoli selezionati. Sono stati inclusi RCT e NRCT per i quali è stato possibile reperire il full-text in lingua inglese o italiana, pubblicati a partire dal 2012 e che prevedevano il confronto tra il metodo Rir e altre tipologie di gestione del carico all'interno di un programma di RT. La performance 1RM pre e post trattamento e la variazione del punteggio in test con particolare rilevanza clinica sono state considerate come misure di outcome.

Risultati: sono stati inclusi 5 studi all'interno dei quali nel complesso il metodo Rir è stato confrontato con: %1RM, RM, RPE, VB. Dalla sintesi dei dati è emerso come l'allenamento gestito tramite Rir abbia generato miglioramenti in tutti i gruppi in studio. Tuttavia, in 3 studi non è stata evidenziata una chiara superiorità di un metodo rispetto ad un altro; in 1 caso le Rir hanno fatto registrare miglioramenti significativamente maggiori rispetto al confronto allenato a carico fisso e nel restante articolo il metodo VB ha generato risultati migliori rispetto alle Rir.

Conclusioni: nonostante la presenza di pochi studi, con campioni numericamente limitati sembra che l'utilizzo nell'allenamento contro resistenza di un approccio autoregolato tramite Rir possa generare miglioramenti uguali o maggiori rispetto ad altri metodi, coniugando praticità di utilizzo, efficacia ed economicità. Ulteriori studi con durate maggiori dei programmi di allenamento sarebbero necessari per valutare se follow-up più distanziati nel tempo possano generare risultati significativamente superiori rispetto ad altre metodiche

1. INTRODUZIONE

I disturbi muscoloscheletrici sono un eterogeneo gruppo di patologie che influenzano negativamente il movimento del corpo umano e/o il sistema muscoloscheletrico. Comprendono lesioni o disturbi a carico di varie strutture quali per esempio ossa, muscoli, tendini, nervi e legamenti.

A differenza di altri stati patologici, strettamente correlati ad una precisa fascia di età, i disturbi muscoloscheletrici sono una condizione largamente diffusa in ogni fase della vita di un individuo. Si impongono come prima categoria patologica riscontrata nelle fasce di età che vanno dai giovani adulti fino ai 65 anni, successivamente ai quali vengono di poco sorpassati solamente dalle patologie cardiovascolari.

Da uno studio pubblicato nel 2019 dall'European Agency for Safety and Health at Work emerge come, in Italia, i disturbi muscoloscheletrici rappresentino il 65,7% di tutte le patologie occupazionali riconosciute e la prima causa di problema alla salute riferita da soggetti in età lavorativa (*Italy: Work-related musculoskeletal disorders: prevalence, costs and demographics in the EU - Sicurezza e salute sul lavoro - EU-OSHA*).

In particolare, la schiena e l'arto superiore sembrano essere le due sedi più colpite, con un incremento direttamente proporzionale all'aumentare dell'età.

Dai dati appena presentati, appare evidente che vi siano delle ripercussioni importanti anche per quanto riguarda i costi, diretti ed indiretti, affrontati per la gestione di queste problematiche. Si stima che i giorni persi a causa dei disturbi muscoloscheletrici ammontino al 15% del totale. Infatti, un lavoratore su due (53%) che presenta queste problematiche ha avuto nell'anno precedente almeno un periodo di assenza dal lavoro, con una durata che in media è stata maggiore rispetto ad un collega sano.

Per citare un dato rappresentativo, in un paese dell'UE¹ come la Germania il tutto si traduce economicamente in una perdita che si attesta intorno all'1% del PIL nazionale, data dalla somma dei costi di gestione socio-sanitari e dalle perdite relative alla mancata produttività (*Work-related musculoskeletal disorders: prevalence, costs and demographics in the EU - Sicurezza e salute sul lavoro - EU-OSHA*).

Viste le premesse il bilancio non potrà che peggiorare, dato che la popolazione e l'età media della stessa sono in aumento continuo.

Questo quadro d'insieme ci impone di fare delle serie riflessioni sulle modalità di prevenzione e di trattamento di questi disturbi, in quanto emerge abbastanza chiaramente come i professionisti stessi abbiano delle lacune nelle conoscenze più aggiornate relative a questi ambiti clinici (*BMUS: The Burden of Musculoskeletal Diseases in the United States | Prevalence, Societal and Economic Cost*).

Nonostante spesso vengano ancora consigliati riposo ed immobilità, dalla letteratura emerge come un adeguato programma di esercizi terapeutici, unitamente ad altre metodiche, possano trattare in maniera

¹ Unione Europea.

efficace e preventiva l'insorgenza o lo sviluppo dei disturbi muscoloscheletrici (Ciolac and Rodrigues-da-Silva, 2016).

L'esercizio terapeutico ed in particolare l'esercizio di forza sta assumendo un ruolo sempre più centrale nella gestione di svariate patologie grazie ai suoi molteplici effetti sull'organismo tutto (Maestroni *et al.*, 2020).

Gli stimoli meccanici applicati tramite l'esercizio sono infatti capaci di attivare la meccano-trasduzione, cioè il processo mediante il quale lo stimolo meccanico viene convertito in risposte cellulari e successivamente in adattamenti tissutali (Khan and Scott, 2009) che promuovono il benessere psicofisico dell'individuo; intervenendo anche sul sistema neuroendocrino che svolge un ruolo fondamentale non solo nel momento dello sforzo acuto ma anche nella crescita e nel rimodellamento dei tessuti tramite l'effetto regolatorio sulla secrezione di ormoni catabolici (es. cortisolo) e anabolici (es. testosterone).

Oltre a quanto già detto, l'esercizio fisico determina anche una variazione positiva degli stati d'ansia e di depressione (Maestroni *et al.*, 2020). Questo fenomeno può essere spiegato in primo luogo dall'esperienza di interazione sociale tipica dell'esercizio e dalle aspettative positive che si creano su di esso (O'Connor, Herring and Carvalho, 2010) ed in secondo luogo dall'azione che si produce sulla regolazione ormonale e sulla qualità del sonno. All'interno di una visione biopsicosociale del paziente, tutti questi aspetti contribuiscono fortemente a fare dell'esercizio di forza una pedina fondamentale nella gestione delle problematiche muscoloscheletriche.

Una volta chiarito questo concetto rimane, però, ancora un grande interrogativo a cui rispondere, legato alla possibilità di trasferire il risultato degli studi scientifici nella pratica clinica in modo efficiente: come si può gestire la posologia dell'esercizio in modo tale da massimizzare i risultati e ridurre i rischi?

Attualmente i metodi più utilizzati per impostare un programma di allenamento si basano sulla One repetition Maximum (1RM), cioè il valore della resistenza contro cui un determinato movimento può essere eseguito una sola volta (Niewiadomski *et al.*, 2008) o su di una sua percentuale(%1RM).

Tuttavia, questo metodo presenta delle criticità applicative specialmente per quanto riguarda il suo adattamento nel corso delle varie sedute. L'utilizzo della 1RM basato su un test eseguito precedentemente, per prescrivere il carico di una sessione, non tiene conto dei possibili decrementi nelle prestazioni di allenamento che si verificano durante l'esecuzione di un esercizio di forza (Hughes *et al.*, 2019).

Per ovviare a questo problema, recentemente è stato sviluppato un nuovo metodo di gestione del carico di allenamento basato sull'autoregolazione ed in particolare sulle "ripetizioni in riserva" (Rir; Hackett *et al.*, 2012; Zourdos *et al.*, 2016). Alla base di questa nuova metodica vi è la stima, da parte del paziente, del numero di ripetizioni che è ancora in grado di eseguire, con un determinato carico, prima di raggiungere il cedimento tecnico (Hackett *et al.*, 2012).

Lo scopo primario di questa revisione è quindi quello di fare chiarezza sulle possibili applicazioni cliniche del metodo RIR nella gestione della posologia dell'esercizio contro resistenze, mettendone in evidenza gli aspetti

positivi e negativi emersi in letteratura e facendo un confronto con i vari metodi che negli anni sono stati utilizzati per il medesimo scopo (es. RPE, 1RM ecc.).

L'obiettivo secondario è, invece, quello di valutare se il suo utilizzo sia trasversalmente adeguabile a tutte le tipologie di pazienti o se, al contrario, esistono categorie che, per età, esperienza nell'esercizio di forza o tipologia di disordine muscoloscheletrico non beneficerebbero di questa gestione della posologia di allenamento.

2. MATERIALI E METODI

2.1 Criteri di eleggibilità

2.1.1 Tipologia di studi

Sono stati inclusi studi RCT e NRCT per i quali è stato possibile reperire il full-text, pubblicati in lingua inglese o italiana a partire dal 2012.

2.1.2 Partecipanti

La revisione ha preso in esame sia studi su sani che con pazienti con disturbi muscoloscheletrici, senza focalizzarsi su una patologia specifica. Sono stati considerati solo partecipanti adulti, indipendentemente dal sesso e dal grado di esperienza nell'allenamento contro resistenza.

2.1.3 Interventi e comparatori

Sono stati inclusi studi che prendevano in esame l'utilizzo della metodica Rir nella gestione della posologia dell'allenamento contro resistenza. Il confronto è stato eseguito con gruppi che prevedevano l'utilizzo di altre modalità di gestione del carico quali ad esempio: %1RM (carico basato su % test 1RM), RPE (Rating of perceived exertion scale 0-10), RM (carico aumentato quando il soggetto raggiunge un determinato numero di ripetizioni con un dato carico), VB². In caso di outcome particolarmente rilevanti per la pratica clinica, sono poi stati inclusi anche studi che prevedevano solamente valutazioni pre e post trattamento del medesimo soggetto allenato tramite RIR.

2.1.4 Misure di outcome

Le misure di outcome prese in considerazione negli studi selezionati sono state: la forza (variazioni dell'1RM) indipendentemente dal distretto allenato, l'intensità dell'allenamento e la variazione del trofismo muscolare. Oltre a questi sono stati considerati anche tutti quegli outcome che possono avere una rilevanza per la pratica clinica giornaliera come la performance nei test di salto, test funzionali (es: Sit to stand o Maximum walking speed) o sensazioni soggettive riferite dai pazienti in merito all'allenamento tramite scale di valutazione (es: CR10, Seven-point Likert scale).

² Velocity-based.

2.1.5 Criteri di esclusione

Sono stati esclusi gli studi:

- Precedenti al 2012
- Di cui non è stato possibile reperire il full-text
- Pubblicati in lingue diverse da quella inglese o italiana
- Con popolazioni di età inferiore a 18 anni
- Con misure di outcome e obiettivi non corrispondenti a quanto indicato precedentemente (es: studi che valutano la coerenza delle RIR predette rispetto a quelle effettive)

2.2 Strategie di ricerca

La seguente revisione è stata prodotta partendo da una ricerca bibliografica condotta sulle banche dati elettroniche Medline (Pubmed), Cochrane Library e PEDro. Da queste risorse è stato possibile recuperare ulteriore letteratura, confluita poi nella presente ricerca, che ha occupato un arco temporale semestrale, da giugno 2020 a dicembre 2020.

Le stringhe di ricerca utilizzate nelle diverse banche dati elettroniche sono quelle contenute nella seguente tabella (Tab. 1).

DATABASE	STRINGA DI RICERCA
<i>Medline</i>	(((((resistance training[MeSH Terms]) OR (strength training[MeSH Terms])) OR (resistance)) OR (strength)) AND (training)) AND (repetitions)) OR (repetition)) OR ("repetitions in reserve")) AND (reserve)
<i>Cochrane Library</i>	Repetitions in reserve
<i>PEDro</i>	Repetitions in reserve

Tab. 1 Riassunto delle stringhe di ricerca utilizzate nei diversi database elettronici

2.3 Selezione degli studi

La selezione degli articoli è stata effettuata da un singolo revisore, avvalendosi di un secondo revisore in caso di articoli dubbi. La fase iniziale è stata condotta attraverso la sola lettura di titolo ed abstract per valutare la reale attinenza degli articoli con l'obiettivo della tesi. Dopo aver escluso la letteratura non pertinente e i duplicati, la presenza dei criteri di inclusione è stata verificata attraverso la lettura integrale degli articoli. Il processo di selezione degli articoli è riportato successivamente tramite un diagramma di flusso nella sezione "*Risultati*".

2.4 Processo di raccolta dei dati

La raccolta dei dati è stata eseguita da un singolo revisore tramite la sola lettura degli articoli, senza contattare altre fonti aggiuntive. Le informazioni ritenute rilevanti ai fini di un'analisi qualitativa degli articoli sono state sintetizzate in tabelle sinottiche individuali.

Per ogni studio è stato riportato: titolo e autore, anno di pubblicazione, tipo di studio, obiettivo, n° partecipanti, criteri di inclusione, intervento, outcome di interesse e risultati.

Le tabelle sono riportate successivamente nella sezione "*Risultati*".

2.5 Rischio di bias nei singoli studi

La validità interna degli studi presi in esame è stata valutata attraverso lo strumento RoB 2 (Cochrane risk of bias tool) che permette, tramite domande mirate inserite all'interno di un algoritmo decisionale, di giudicare 5 differenti domini come "High risk", "Some concerns" o "Low risk".

I domini considerati sono i seguenti:

- Risk of bias arising from the randomization process
- Risk of bias due to the deviations from the intended interventions
- Risk of bias due to missing outcome data
- Risk of bias of measurement of the outcome
- Risk of bias in selection of the reported results

Un ulteriore giudizio relativo all'*Overall risk of bias* viene espresso basandosi sui giudizi dei domini elencati in precedenza.

In alternativa, nel caso di studi condotti con modalità crossover è stato utilizzato lo strumento specifico RoB 2 *for crossover trials* appositamente modificato per questa tipologia di articoli, che include anche il dominio "Risk of bias arising from period and carryover effects".

3. RISULTATI

3.1 Selezione degli studi

La ricerca effettuata sui database elettronici, utilizzando i criteri elencati nel precedente capitolo, ha permesso di identificare 214 risultati suddivisi come segue:

Medline → 206

Pedro → 1

Cochrane → 7

Un ulteriore studio è stato individuato grazie ad articoli proposti da Research Gate, portando così il totale degli articoli a 215. Di questi 7 sono stati esclusi perché duplicati.

Lo screening iniziale, tramite la lettura di titolo ed abstract, ha permesso di escludere 182 articoli in quanto non soddisfacevano i criteri di inclusione o non presentavano studi inerenti con lo scopo del presente elaborato.

Dopo aver reperito ed analizzato il full text dei 26 articoli rimasti, sono stati esclusi ulteriori 21 articoli perché non presentavano misure di outcome compatibili con quanto specificato nei criteri di eleggibilità.

A seguito dei progressivi passaggi di screening sono quindi stati inclusi, per l'analisi qualitativa, un totale di 5 articoli.

I passaggi che hanno portato alla selezione degli articoli inclusi nello studio sono schematicamente descritti di seguito tramite un diagramma di flusso (Fig. 1)

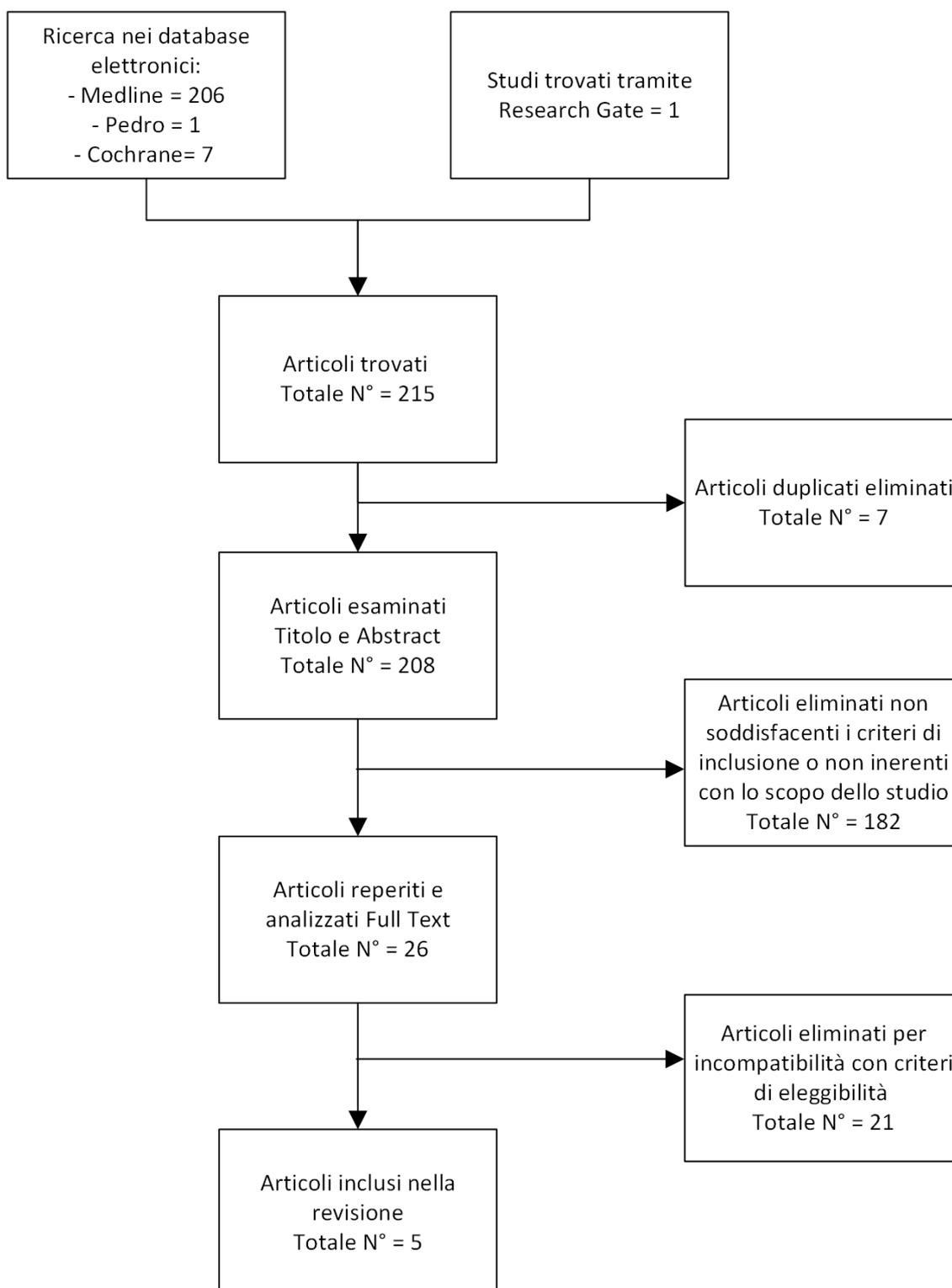


Fig. 1 Diagramma di flusso del processo di selezione degli studi

3.2 Caratteristiche degli studi

3.2.1 Partecipanti

I pazienti reclutati nei vari studi sono tutti volontari sani, che non provengono da un preciso setting clinico-riabilitativo. I 5 studi inclusi sono stati condotti in 4 differenti nazioni ed hanno permesso di reclutare un totale di 183 pazienti (111 M e 52 F).

In 4 studi sono stati inclusi solamente soggetti con pregressa esperienza in allenamenti contro resistenza, mentre in 1 al contrario sono stati reclutati solamente pazienti senza esperienza. Nello specifico, in 1 studio, l'esperienza doveva essere di almeno 2 anni con una frequenza d'esecuzione negli ultimi sei mesi di *Back squat* e *Bench press* ≥ 1 gg/sett.; in un altro studio invece, oltre ad una esperienza biennale, era richiesta l'abilità nell'eseguire *Front* e *Back squat*; infine, in un terzo studio era richiesto lo svolgimento pregresso di una generica attività sportiva per un periodo ≥ 2 anni.

In generale, i soggetti reclutati dovevano essere liberi da infortuni o condizioni mediche che potessero ostacolare il corretto svolgimento delle prove. In particolare, questo è stato specificato in 3 studi mentre in 2 studi, pur non essendo specificato, sembra evidente che questa condizione sia stata posta in essere durante la fase di reclutamento.

In 1 solo studio, poi, è stato inserito un range d'età specifico ($60 < \text{età} < 90$ anni) entro il quale reclutare i soggetti. Questo è stato anche l'unico studio a prevedere la compresenza di pazienti di sesso femminile e maschile.

3.2.2 Interventi

Tra gli studi inclusi 4 prevedono il confronto fra il metodo Rir e altre modalità di gestione del carico all'interno di un programma di RT. In particolare, 2 studi mettono a confronto l'utilizzo del metodo Rir rispetto alla %1RM che basa la gestione del carico su predeterminate percentuali dell'1RM, derivanti da test eseguiti all'inizio dello studio.

In 1 studio avviene invece il confronto tra *Rir* e altre 4 modalità differenti che sono, %1RM (carico basato su % test 1RM iniziale), *RM* (il carico è aumentato quando il soggetto raggiunge un determinato numero di ripetizioni con un dato carico), *RPE* (Rating of perceived exertion scale 0-10).

Abbiamo poi 1 articolo che fa un confronto fra due metodi, entrambi autoregolati: uno soggettivo basato su RPE/Rir ed uno oggettivo VB.

Al contrario degli altri, 1 studio non confronta direttamente la metodica Rir con altre modalità di gestione del carico, ma è stato ugualmente incluso nel presente progetto di revisione in quanto permette di indagare i possibili miglioramenti occorsi, a seguito di un programma RT gestito tramite Rir, in outcome clinicamente rilevanti che possono essere utili nella pratica giornaliera.

3.2.3 Durata degli studi e misure di outcome

Tutti gli studi inclusi hanno avuto una durata compresa tra un minimo di 8 settimane ed un massimo di 12. Le misure di outcome maggiormente utilizzate nei vari studi sono state quelle relative a variazioni nelle performance 1RM tra i test eseguiti pre-intervento e quelli invece eseguiti al termine dello stesso. Gli esercizi utilizzati per queste valutazioni sono stati:

- Front squat (una volta)
- Chest press (una volta)
- Bench press (due volte)
- Leg press (due volte)
- Back squat (tre volte)

In 1 studio sono stati analizzati gli adattamenti ipertrofici a livello del muscolo pettorale e del vasto laterale di destra (due misurazioni, al 50 e al 70% della distanza tra il grande trocantere e l'epicondilo laterale del femore). Un altro outcome riscontrato invece in 2 studi differenti è stato l'RPE percepito dai pazienti e, sempre in 2 studi sono stati indagati anche l'intensità e il volume di allenamento.

Gli outcome funzionali sono stati valutati in particolare in 1 studio che ha preso in considerazione i seguenti test: *Usual walking speed; Maximum walking speed; 8-ft timed up-and-go; Gallon jug transfer test; 30 s sit-to-stand.*

Tra gli outcome di maggior rilevanza clinica abbiamo invece 2 studi che hanno analizzato la performance pre e post trattamento nel *Countermovement jump*.

Gli outcome relativi alle sensazioni soggettive come, soddisfazione del trattamento, tolleranza dell'esercizio o stato di recupero percepito, sono state invece indagate con minor frequenza tramite scale di valutazione specifiche.

Di seguito vengono presentate singolarmente le caratteristiche proprie di ogni studio tramite tabelle che comprendono: *Titolo e Autore, tipo di studio, obiettivo, N° partecipanti, criteri di inclusione, intervento, outcome di interesse e risultati.*

Titolo e Autore	Autoregulation by “Repetitions in reserve” leads to greater improvements in strength over a 12-week training program than fixed loading (Graham and Cleather, 2019)
Tipo di studio	RCT
Obiettivo	Testare l'efficacia nello sviluppo della forza, di un programma RT autoregolato tramite la metodica Rir rispetto ad uno basato su %1RM.
N° partecipanti	31 partecipanti suddivisi in due gruppi: <ul style="list-style-type: none"> • AR • FL
Criteri di inclusione	Uomini <ul style="list-style-type: none"> • Precedente esperienza di esercizi contro resistenza di almeno due sedute settimanali per più di due anni • Abilità nell'eseguire correttamente gli esercizi di Front squat e Back squat
Intervento	31 pazienti esperti in RT, suddivisi in due gruppi: AR (n=15), FL (n=16). Eseguiti 2 allenamenti settimanali (non supervisionati) per 12 settimane tramite Front squat e Back squat. Test 1RM eseguito pre e post-intervento.
Outcome di interesse	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Front squat 1RM</i> • <i>Back squat 1RM</i> • Intensità dell'allenamento (%1RM) • Confronto intensità settimana 1 e 12 tra i gruppi • RPE • Volume medio di allenamento per settimana • Correlazione tra intensità dell'allenamento ed RPE
Risultati	<ul style="list-style-type: none"> - Entrambi i gruppi hanno mostrato un aumento significativo delle prestazioni di FS e BS, ma l'entità di questo era significativamente maggiore per il programma AR. - L' intensità di allenamento è significativamente maggiore per il gruppo AR rispetto al FL. - Non c'è differenza di intensità tra i 2 gruppi nella settimana 1. Tuttavia, nella settimana 12, il gruppo AR ha utilizzato un'intensità significativamente maggiore. - RPE del gruppo AR è significativamente maggiore di quello del gruppo FL per il BS ma non per il FS. - C'è una correlazione positiva moderata tra intensità di allenamento e RPE per il gruppo AR e una forte correlazione positiva per il gruppo FL. - Non vi è alcuna differenza significativa nel volume settimanale medio di allenamento tra i 2 gruppi.

Titolo e Autore	Order of same-day concurrent training influences some indices of power development, but not strength, lean mass, or aerobic fitness in healthy, moderately-active men after 9 weeks of training (Lee <i>et al.</i> , 2020)
Tipo di studio	NRCT
Obiettivo	Valutare se le variazioni dei parametri di forza e potenza (degli arti inferiori), capacità aerobica e massa magra sono influenzate dall'esecuzione ravvicinata di RT e HIIT o dall'ordine in cui questi vengono proposti.
N° partecipanti	29 uomini moderatamente attivi (24.5 ± 4.7 anni) suddivisi in tre gruppi: <ul style="list-style-type: none"> • RT • RT+HIIT • HIIT+RT
Criteri di inclusione	Uomini moderatamente attivi <ul style="list-style-type: none"> • Non fumatori • Senza comorbidità mediche o infortuni muscoloscheletrici in atto • Svolgimento abituale di attività fisica ≥ 30 min per 2-3 volte/sett senza una precisa prescrizione di allenamento.
Intervento	29 uomini suddivisi in tre gruppi: RT, RT+HIIT, HIIT+RT. Eseguiti 3 allenamenti a settimana, per 9 settimane. Le sessioni nei gruppi che prevedono simultaneamente RT e HIIT sono state gestite con un recupero tra le due modalità di almeno 3h. I parametri del RT sono stati gestiti mediante la scala Rir.
Outcome di interesse	<ul style="list-style-type: none"> • Countermovement jump • Leg press 1RM
Risultati	<p>- Nel gruppo RT, rispetto agli altri gruppi in studio, si sono registrati miglioramenti significativi di tutti i parametri relativi al Countermovement jump, in particolare: forza, potenza, velocità e distanza del salto.</p> <p>- Tutti e tre i gruppi sono migliorati nella Leg Press 1RM, senza differenze significative tra i gruppi stessi</p>

Titolo e Autore	Optimal approach to load progressions during strength training in older adults (Buskard <i>et al.</i> , 2019)
Tipo di studio	RCT
Obiettivo	Confrontare quattro differenti metodi di gestione dell'esercizio contro resistenza in pazienti anziani, con il fine di valutare se esiste un approccio ottimale.
N° partecipanti	82 soggetti anziani (71.8 ± 6.2 anni), suddivisi in quattro gruppi: <ul style="list-style-type: none"> • Rir • %1RM • RM • RPE
Criteri di inclusione	Soggetti (M e F) con un'età compresa tra 60 e 90 anni <ul style="list-style-type: none"> • Liberi da infortuni o controindicazioni all'esercizio contro resistenza • Attualmente non eseguono più di una seduta settimanale di allenamento contro resistenza
Intervento	82 soggetti anziani hanno eseguito 11 settimane di RT (2/3 sedute/sett.), suddivisi in quattro gruppi che differivano solamente per le modalità utilizzate per aumentare i carichi di allenamento. La valutazione finale è stata eseguita nella dodicesima settimana.
Outcome di interesse	<p>Outcome relativi alla performance:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Chest press 1RM</i> • <i>Leg press 1RM</i> <p>Outcome funzionali:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Usual walking speed</i> • <i>Maximum walking speed</i> • <i>8-ft timed up-and-go</i> • <i>Gallon jug transfer test</i> • <i>30 s sit-to-stand</i> <p>Outcome sulla soddisfazione e tolleranza percepite:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Seven-point Likert scale</i>
Risultati	<p>- Gli outcome di performance e quelli funzionali non hanno mostrato differenze significative tra i quattro gruppi in studio. La sola differenza rilevata in tal senso è stata il carico medio di lavoro, significativamente superiore per i gruppi Rir e RM rispetto a %1RM e RPE.</p> <p>- La <i>Seven-point Likert scale</i> ha invece evidenziato una maggiore soddisfazione e tolleranza percepita</p>

	all'esercizio contro resistenza nel gruppo RPE rispetto agli altri tre.
--	---

Titolo e Autore	RPE vs. Percentage 1RM loading in periodized programs matched for sets and repetitions (Helms <i>et al.</i> , 2018)
Tipo di studio	NRCT
Obiettivo	Confrontare gli adattamenti di forza e ipertrofia in soggetti allenati, successivamente ad un programma di allenamento di 8 settimane che differisce solamente per la modalità di prescrizione del carico (scala RPE basata sulle Rir vs %1RM)
N° partecipanti	21 M adulti (22.4 ± 3.4 anni) suddivisi in due gruppi: <ul style="list-style-type: none"> • RPEG • 1RMG
Criteri di inclusione	Maschi adulti con le seguenti caratteristiche: <ul style="list-style-type: none"> • Esperienza di almeno 2 anni nell'allenamento contro resistenza, con almeno una sessione settimanale negli ultimi 6 mesi di BS e BP • Un minimo di 1RM in BS e BP rispettivamente di 1,5 e 1,25 x la massa corporea • Assenza di infortuni o malattie con controindicazioni al RT
Intervento	21 soggetti adulti (M) allenati. Eseguiti 3 x sett. allenamenti contro resistenza, in giorni non consecutivi, per 8 settimane. Entrambi i gruppi hanno seguito una progressiva diminuzione del numero di ripetizioni prescritte all'aumentare del carico impostato. La tipologia di esercizi, le serie, il numero di ripetizioni e i periodi di riposo sono stati identici fra i due gruppi, che differivano solamente per le modalità di prescrizione del carico.
Outcome di interesse	Outcome principali: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Back squat 1RM</i> • <i>Bench press 1RM</i> • <i>Combined 1RM</i> • PMT • VLMT50 • VLMT70 Outcome secondari: <ul style="list-style-type: none"> • RPE • Volume allenamento • Intensità allenamento • DALDA • PRS scale
Risultati	- Gli outcome principali sono stati incrementati in entrambi i gruppi, 1RMG e RPEG, rispetto alla baseline senza differenze significative tra i due. Tuttavia, sembra ci siano stati incrementi maggiori

	<p>in BS1RM, BP1RM, C1RM per il gruppo RPEG, pur non risultando statisticamente significativi.</p> <ul style="list-style-type: none">- L'RPE medio nelle 8 settimane, è risultato significativamente maggiore nel gruppo RPEG sia per lo squat che per il bench press.- L'intensità relativa media ed il volume relativo medio sono risultati significativamente maggiori nel gruppo RPEG per il bench press ma non per lo squat.- I cambiamenti nei punteggi DALDA e PRS tra le settimane non erano significativamente diversi tra i due gruppi.
--	---

Titolo e Autore	Autoregulation in resistance training: a comparison of subjective versus objective methods (Shattock and Tee, 2020)
Tipo di studio	RCT crossover
Obiettivo	Confrontare l'efficacia di due metodi autoregolati, RPE/Rir e VB nel migliorare le prestazioni di esercizi sport-specifici
N° partecipanti	20 M adulti (22±3 anni) giocatori semi-professionisti di rugby, suddivisi casualmente in due gruppi
Criteri di inclusione	<ul style="list-style-type: none"> • Età sopra i 18 anni • Formazione all'attività fisica maggiore di 2 anni • Disponibilità a partecipare a tutte le sessioni di allenamento e a tutte le batterie di test valutativi
Intervento	20 soggetti maschi, giocatori di rugby semi-professionisti, hanno eseguito due blocchi da 6 settimane, ciascuno di allenamento contro resistenza, ad intensità gestite tramite i due differenti metodi in studio (RPE/Rir e VB). Al termine delle prime 6 settimane i due gruppi hanno invertito le modalità di gestione del carico portando a termine il ciclo successivo. I test sono stati eseguiti all'inizio e al termine di ogni blocco di allenamento.
Outcome di interesse	Outcome principali: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Back squat 1RM</i> • <i>Bench press 1RM</i> • <i>Countermovement jump test</i> • <i>10-20-40 mt sprint</i>
Risultati	<p>- Entrambi i metodi di autoregolazione hanno fatto registrare miglioramenti significativi nelle prestazioni al CMJ test, all'1RM Bs e all'1RM Bp. Tuttavia, il metodo VB ha fatto registrare miglioramenti statisticamente maggiori in tutti i test effettuati.</p> <p>- I risultati nei test 10-20-40 mt sono stati definiti "quasi certamente banali" in quanto pur essendoci differenze statisticamente significative nell'effetto tra i due gruppi, che favorivano il metodo VB, i miglioramenti non sono stati ritenuti clinicamente rilevanti.</p>

3.3 Rischio di bias negli studi

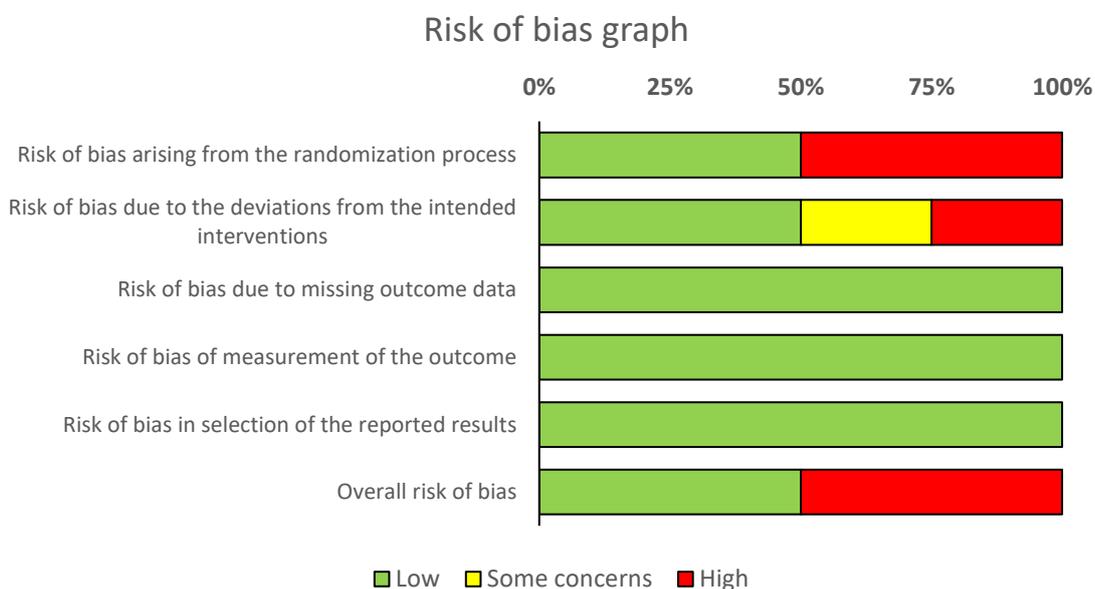


Fig. 2 Grafico "Risk of Bias" (%) degli studi analizzati

	Risk of bias arising from the randomization process	Risk of bias due to the deviations from the intended interventions	Risk of bias due to missing outcome data	Risk of bias of measurement of the outcome	Risk of bias in selection of the reported results	Overall risk of bias
Buskard A.N.L., 2019	+	+	+	+	+	+
Graham T., 2019	+	+	+	+	+	+
Helms E.R., 2018	-	-	+	+	+	-
Lee M.J.C., 2020	-	?	+	+	+	-

Tab. 2 Tabella riassuntiva "Risk of Bias" nei singoli studi

	Risk of bias arising from the randomization process		Risk of bias arising from period and carryover effects		Risk of bias due to the deviations from the intended interventions		Risk of bias due to missing outcome data
							Risk of bias of measurement of the outcome
							Risk of bias in selection of the reported results
							Overall risk of bias
Shattock K., 2020	+	?	+	+	+	+	?

Tab. 3 Tabella riassuntiva Risk of bias for crossover trial

4. DISCUSSIONE

L'obiettivo della presente revisione è quello di valutare l'efficacia della metodica Rir (Repetition in reserve) nella gestione della posologia dell'esercizio di forza. Data la crescente diffusione di svariate strategie di selezione del carico in ambito di resistance training, ci si è chiesti quali fossero i potenziali benefici o limiti derivanti dall'utilizzo della suddetta tecnica.

La ricerca effettuata ha evidenziato un numero limitato di articoli che mettessero a confronto le diverse tipologie di gestione dell'esercizio contro resistenza: al termine della selezione, solamente cinque articoli sono stati inclusi. Tra questi non sono stati trovati studi che analizzassero soggetti affetti da problematiche muscoloscheletriche durante l'esecuzione di un programma di allenamento a fine riabilitativo.

Inoltre, gli studi selezionati presentavano tra di loro una grande eterogeneità nelle caratteristiche dei campioni arruolati e nelle misure di outcome utilizzate, oltre ad avere durate differenti, con tempi di intervento che non superavano le 12 settimane.

Le tipologie di settaggio del carico analizzate e confrontate con la metodica Rir sono le seguenti:

- %1RM: carico basato sulla percentuale di un test 1RM eseguito prima dell'intervento.
- RM: i carichi vengono aumentati quando il soggetto è in grado di eseguire un numero target di ripetizioni con un dato carico.
- RPE: il carico viene gestito basandosi sulla scala dello sforzo percepito (Borg 0-10).
- VB: la velocità d'esecuzione permette di gestire la posologia dell'esercizio.

È necessario poi precisare che lo studio di *Lee et al.* è stato incluso nella revisione, anche se non presenta un vero e proprio confronto tra il metodo Rir e altre tipologie differenti; questo perché ci permette di andare ad analizzare le variazioni di outcome funzionali e clinicamente utili come il CMJ, conseguentemente ad un allenamento gestito tramite le ripetizioni in riserva.

4.1 Variazioni delle performance ai test 1RM (Misure di outcome forza-dipendenti)

La misura di outcome più utilizzata e presente in tutti gli studi è stata la variazione della performance ai test 1RM pre e post trattamento. Gli esercizi utilizzati per valutare questo parametro sono stati molteplici e differenti a seconda dell'articolo analizzato.

In tutti gli studi esaminati ci sono stati miglioramenti dell'1RM a prescindere dalla modalità di gestione del carico utilizzata. In particolare, negli studi di *Buskard et al.* e di *Helms et al.* non sono state trovate differenze significative tra i gruppi in studio, anche se va specificato che nel secondo caso, pur non rilevandosi una significatività statistica, è stato possibile riscontrare un miglioramento dell'1RM maggiore per tutti gli esercizi proposti nel gruppo Rir (confronto con %1RM).

Al contrario negli articoli di *Graham and Cleather* e di *Shattock and Tee* sono state riscontrate differenze significative tra i gruppi in studio. Nel primo caso il confronto è avvenuto tra il metodo autoregolato tramite Rir e quello a carico fisso basato su percentuali estrapolate dal test 1RM iniziale ed il risultato è stato a favore dell'AR³ per entrambi gli esercizi analizzati (Front squat e Back squat).

Nel secondo caso, invece, sono stati confrontati due metodi di autoregolazione, uno oggettivo basato sulla velocità d'esecuzione ed uno soggettivo basato su RPE/Rir. I risultati questa volta hanno evidenziato una più alta percentuale di miglioramento nel gruppo VB per tutti gli esercizi proposti. Questa differenza secondo gli autori è stata dovuta alla spinta motivazionale, derivante dal feedback in tempo reale della velocità di movimento, che ha portato il gruppo VB ad avere un maggior beneficio a parità di carico sollevato.

In ultima analisi, anche nell'articolo di *Lee et al.*, pur non essendoci un confronto diretto con altri metodi, è stato registrato un miglioramento dell'1RM nella Leg Press a seguito di un programma di RT gestito tramite Rir.

4.2 Sforzo percepito durante gli esercizi ed intensità dell'allenamento

Tra gli studi selezionati solamente due hanno incluso l'intensità di allenamento e lo sforzo percepito durante le sessioni (RPE con scala Borg 0-10) tra gli outcome analizzati.

L'articolo di *Graham and Cleather* ha fatto registrare intensità di allenamento significativamente maggiori nel gruppo Rir indipendentemente dall'esercizio considerato, così come maggiori sono stati anche i punteggi RPE rilevati nel periodo di allenamento per il Back squat. Di contro, i punteggi RPE per il Front squat, pur rimanendo superiori praticamente per tutto il periodo di trattamento, a favore del gruppo AR, non hanno avuto differenze statisticamente significative.

Lo studio di *Helms et al.*, invece, ha evidenziato intensità maggiori solamente per il Bench Press, mentre non vi erano differenze statisticamente significative per il Back squat. L'RPE in questo caso è stato invece superiore in tutti gli esercizi a favore del gruppo gestito tramite scala RPE basata sulle Rir.

La cosa interessante da notare è che entrambi gli studi hanno previsto una gestione degli allenamenti che potesse standardizzare al massimo il volume di allenamento al quale i soggetti venivano esposti, eliminando il più possibile eventuali fattori confondenti. In conseguenza di ciò, l'unica variabile tra i gruppi a confronto rimaneva la modalità di gestione del carico di lavoro.

Se si uniscono tutte queste informazioni, si può vedere come l'utilizzo di metodiche di autoregolazione permetta di allenare un soggetto ad intensità maggiori, che possono, in linea teorica, favorire miglioramenti più rapidi delle performance, al netto delle possibili fluttuazioni giornaliere della capacità di carico.

³ Autoregulated.

Pur mantenendo una tendenza a lavorare ad intensità ed RPE maggiori, si può trovare una differenza tra questi due studi, che consta nel fatto che le prestazioni 1RM avrebbe dovuto registrare miglioramenti significativi a favore del gruppo Rir in entrambi i casi. Al contrario, mentre nello studio di *Graham and Cleather* si riscontra una differenza statisticamente significativa tra i due gruppi la stessa cosa non avviene nell'articolo di *Helms et al.*, dove si rileva solamente una leggera tendenza non significativa ad un maggior incremento a favore del gruppo autoregolato.

Una possibile spiegazione di quanto detto può risiedere nella differente durata dei programmi di allenamento tra gli studi che, nel primo caso, è stata di 12 settimane mentre nel secondo solamente di 8 settimane. È dunque plausibile pensare che anche la lieve tendenza riscontrata da *Helms et al.* possa mostrare risultati statisticamente significativi a seguito di un periodo di addestramento più lungo, che permetta una migliore risposta tissutale agli stimoli derivanti dall'esercizio.

4.3 Countermovement Jump

Tra tutti gli outcome analizzati nei vari studi particolarmente interessante per la pratica clinica è l'analisi delle differenze prodotte pre e post trattamento nel Countermovement jump test. Questo parametro è stato valutato in due degli articoli ammessi nella revisione, lo studio di *Lee et al.* e quello di *Shattock and Tee*.

Nel primo caso, come abbiamo già precisato in precedenza, non vi sono confronti tra modalità di allenamento gestite in modo differente e quindi non è possibile determinare la superiorità del metodo Rir rispetto ad un altro. È comunque interessante notare come questo possa influire positivamente su outcome funzionali.

Già dopo 5 settimane di allenamento vi è stato un miglioramento significativo della forza e della potenza erogate mentre al termine del periodo di studio, dopo 9 settimane, tutti i parametri analizzati (distanza del salto, velocità, forza e potenza) hanno fatto registrare miglioramenti significativi.

Nello studio di *Shattock and Tee* invece abbiamo potuto constatare miglioramenti significativi in entrambi i gruppi (Rir e VB). Va però sottolineato che così come per gli altri parametri già trattati in precedenza (1RM), anche in questo caso si registra una differenza significativa tra i due gruppi in studio a favore di quello VB.

Dunque, pur avendo a disposizione un numero limitato di studi e di soggetti analizzati, da quanto detto finora, possiamo ipotizzare che un piano di allenamento gestito tramite la scala Rir permetta miglioramenti rilevabili nella performance del CMJ test ed in tutti i suoi parametri. Tuttavia, sembra che l'utilizzo di altri metodi di autoregolazione del carico, come la variazione della velocità d'esecuzione, possano portare a dei miglioramenti maggiori.

4.4 Rir negli anziani

Tra gli studi analizzati solamente uno ha indagato l'utilizzo delle Rir negli anziani, con un'età media del campione di 71.8 (6.2)⁴anni (Buskard *et al.*, 2019).

Quest'ultimo ha confrontato quattro differenti metodi: %1RM, RM, Rir ed RPE. I risultati hanno mostrato miglioramenti significativi in tutti e quattro i gruppi per quanto riguarda l'incremento della forza muscolare e delle capacità funzionali dei soggetti. Tuttavia, non vi sono state differenze tra i gruppi stessi per le medesime variabili.

Le sole divergenze significative riscontrate nello studio sono state relative al grado di soddisfazione e alla tolleranza percepita. Infatti, in entrambe le misure di outcome il metodo RPE ha fatto registrare i risultati migliori, seguito dal metodo Rir.

Per questo e per la più bassa incidenza di eventi avversi, sembra che il metodo RPE sia quello più indicato in caso di popolazione anziana, anche in assenza di comorbidità.

4.5 Limiti

Dall'analisi degli studi inclusi nella revisione emerge come vi siano diversi limiti che possono inficiare la potenza delle evidenze emerse nel presente elaborato. Tra i limiti maggiori riscontriamo eterogeneità nei criteri di inclusione utilizzati nei vari studi per quanto riguarda il livello di abilità nell'esercizio contro resistenza dei soggetti reclutati e ulteriori differenze relative alla diversità dei programmi di allenamento impostati.

Generalmente, tranne che nello studio condotto su soggetti anziani, sono stati selezionati giovani maschi adulti, fisicamente attivi ma con gradi di esperienza nel resistance training differenti. Questo dato, unitamente all'assenza di infortuni concomitanti nei campioni analizzati, rende difficile poter generalizzare i risultati ottenuti ad una più ampia categoria di soggetti con problematiche muscoloscheletriche in atto, che si rivolgono alla figura del fisioterapista nella pratica clinica quotidiana. Lo stesso discorso può essere fatto anche per quanto riguarda la popolazione di sesso femminile, considerata come eleggibile solo in uno studio. Un altro limite ravvisato deriva invece dall'esigua numerosità campionaria dei singoli studi. Infatti, il picco massimo di soggetti arruolati si attesta a 82 unità, mentre in 4 articoli su 5 non superava le 31.

Come già accennato nella discussione poi le brevi durate dei singoli studi potrebbero risultare un limite per la generazione di risultati statisticamente significativi, sulla base del fatto che i migliori risultati sono stati ottenuti dallo studio che prevedeva il follow up finale ad una maggior distanza temporale rispetto agli altri (12 settimane).

⁴ Media (DS).

Per quanto riguarda i possibili bias, in 2 studi su 5 sono state riscontrate delle criticità relative soprattutto al processo di randomizzazione che hanno abbassato la qualità degli studi stessi. Lo studio crossover (Shattock and Tee, 2020), invece, pur non avendo altre particolari criticità, potrebbe essere esposto ad un *Risk of bias arising from period and carryover effects*, derivante dalla mancanza di un periodo di “wash-out” tra i due interventi proposti.

5. CONCLUSIONI

I risultati della revisione evidenziano come l'utilizzo di metodi di gestione del carico autoregolati dal paziente, in particolare tramite il metodo Rir, possano dare benefici fisici in termini di sviluppo di forza e resistenza anche maggiori rispetto ad altre tipologie, dette "a carichi fissi", dove c'è un minor coinvolgimento soggettivo della persona nella selezione del carico. Questo sembra vero in particolare per programmi di allenamento della durata di almeno 12 settimane. Infatti, al di sotto di questa soglia temporale i miglioramenti potrebbero non risultare significativamente differenti rispetto ad altri metodi. Il motivo potrebbe risiedere nel fatto che, come visto in studi precedenti, l'incremento dell'ipertrofia si ha soprattutto a partire da programmi di allenamento della durata di 8-12 settimane (Folland and Williams, 2007). L'iniziale miglioramento che si può notare è dovuto ad adattamenti neurali che permettono di sviluppare maggiore forza anche in assenza di un vero e proprio sviluppo d'ipertrofia. Rispetto a questi ultimi, gli adattamenti delle proprietà tendinee e della CSA⁵ muscolare sono più lenti (Kubo *et al.*, 2010) e necessitano di tempi fisiologici maggiori per esplicitare con risultati statisticamente significativi la maggior intensità di allenamento ottenuta tramite le Rir rispetto ad altre metodiche: ad esempio, l'angolo di pennazione viene incrementato dopo circa 10-16 settimane di RT (Kawakami *et al.*, 1995; Aagaard *et al.*, 2001; Kanehisa *et al.*, 2002; Reeves, Narici and Maganaris, 2004), favorendo un miglior sviluppo di forza.

Anche l'esperienza pregressa dei soggetti in studio (in molti casi superiore ai 2 anni) potrebbe aver influito sulla significatività statistica: sappiamo che l'ipertrofia nei primi 6 mesi di allenamento migliora linearmente (Narici *et al.*, 1996), rallentando poi in maniera graduale finanche a raggiungere un plateau in sportivi allenati (>5 anni di esperienza in RT)(Alway *et al.*, 1992). La conseguente minor velocità nei guadagni di ipertrofia, unitamente al periodo di adattamento iniziale alle Rir, potrebbe ulteriormente spiegare la necessità di programmi di allenamento più duraturi per incrementare la potenza dei risultati ottenuti.

Per quanto riguarda i soggetti anziani, sappiamo da precedenti studi che il metodo che garantisce il maggior sviluppo di forza o potenza muscolare non è necessariamente il più adatto se influisce negativamente sulla soddisfazione e sulla tolleranza percepita (Van Roie *et al.*, 2015). Infatti, i soggetti anziani sono più propensi a proseguire un programma di allenamento, se lo trovano piacevole (Rhodes *et al.*, 1999); al contrario, sono dissuasi da tutte quelle sensazioni sgradevoli che potrebbero generare in loro la paura di incorrere in lesioni. Il metodo RPE, avendo fatto registrare maggiori livelli di soddisfazione e di tolleranza percepita, oltre ad aver evidenziato il minor numero di eventi avversi e nessun dropouts, sembra che possa essere il miglior strumento di gestione del carico in una popolazione anziana, coniugando la necessità di miglioramenti nelle performance fisiche con l'aderenza a lungo termine.

⁵ Cross sectional area.

I dati a disposizione suggeriscono, però, che l'utilizzo del metodo Rir sia comunque efficace in questa fascia di popolazione perché rispetto all'RPE permette di gestire gli allenamenti ad intensità maggiori che, in programmi a lungo termine, dovrebbero generare performance migliori, risultando oltretutto il secondo metodo per tolleranza percepita e soddisfazione.

Ulteriori punti di forza per l'utilizzo delle ripetizioni in riserva sembrano essere: la maggior praticità del metodo in termini di tempo, soprattutto rispetto al ricalcolo giornaliero dell'1RM, e la maggior economicità rispetto ad altri metodi autoregolati (VB). Questi ultimi, pur presentando risultati migliori dal punto di vista delle performance, necessitano di attrezzature più costose e complesse da utilizzare, meno adattabili agli svariati setting riabilitativi.

I miglioramenti occorsi nel CMJ test forniscono, invece, informazioni importanti fruibili nella pratica clinica, soprattutto nella riabilitazione del paziente sportivo, dato che si correlano positivamente con il RTS (O'Malley *et al.*, 2018) e fanno ipotizzare che il metodo Rir possa essere utilizzato con buoni risultati anche in quei soggetti che hanno richieste funzionali maggiori.

Per concludere, possiamo affermare che la metodica Rir sia un metodo utile ed efficace per gestire l'esercizio contro resistenza in diverse tipologie di soggetti. Tuttavia, l'esiguo numero di studi a riguardo e la tipologia degli individui reclutati, rendono necessari ulteriori approfondimenti per avvalorare i risultati riscontrati in letteratura. Sarebbe interessante, ad esempio, valutarne l'efficacia all'interno di un setting riabilitativo con pazienti affetti da disturbi muscoloscheletrici che includono il resistance training tra le strategie di trattamento utilizzate.

5.1 Implicazioni per la ricerca futura

Data l'assenza di letteratura, sarebbe necessario approfondirne la valutazione dell'efficacia all'interno di un setting riabilitativo con pazienti affetti da disturbi muscoloscheletrici che includono il resistance training tra le strategie di trattamento utilizzate. Così facendo sarebbe possibile generalizzare i dati a nostra disposizione su di una popolazione più ampia e maggiormente simile alla tipologia di pazienti che si rivolgono ai professionisti della riabilitazione per un consulto specialistico.

Un ulteriore spunto di riflessione per future ricerche potrebbe essere la conduzione di studi con tempistiche di allenamento e follow-up maggiormente distanziati nel tempo, in modo tale da permettere un miglior adattamento tissutale in risposta agli stimoli derivanti dall'esercizio e valutare se vi possano essere differenze significative tra i metodi nel lungo termine. Dato che, come dimostrato in precedenti ricerche, gli atleti più esperti sono maggiormente accurati nell'uso delle Rir rispetto ai neofiti (Zourdos *et al.*, 2016), il periodo più lungo dovrebbe favorire anche una maggior accuratezza nella stima corretta delle stesse.

5.2 Implicazioni per la pratica clinica

Da quanto è emerso dagli studi analizzati possiamo affermare che i metodi autoregolati, in particolare il metodo Rir, possono essere efficacemente inseriti nella gestione dell'esercizio contro resistenza. Infatti, permettono di unire:

- Miglioramenti oggettivi nelle prestazioni fisiche dovuti anche ad intensità di allenamento maggiori, rispettando sempre le sensazioni soggettive in tempo reale del paziente.
- Praticità di utilizzo che non necessita di continue operazioni di ricalcolo dell'1RM con conseguente risparmio di tempo e possibilità di istruire il paziente alla gestione home based.
- Economicità del metodo, per il quale non sono necessarie strumentazioni particolari e costose che invece risultano imprescindibili in altre metodiche.

6. BIBLIOGRAFIA

Aagaard, P. *et al.* (2001) 'A mechanism for increased contractile strength of human pennate muscle in response to strength training: Changes in muscle architecture', *Journal of Physiology*. *J Physiol*, 534(2), pp. 613–623.

Alway, S. E. *et al.* (1992) 'Effects of resistance training on elbow flexors of highly competitive bodybuilders', *Journal of Applied Physiology*. *J Appl Physiol* (1985), 72(4), pp. 1512–1521.

BMUS: The Burden of Musculoskeletal Diseases in the United States | Prevalence, Societal and Economic Cost (no date). Available at: <https://www.boneandjointburden.org/>.

Buskard, A. N. L. *et al.* (2019) 'Optimal Approach to Load Progressions during Strength Training in Older Adults', *Medicine and science in sports and exercise*.

Ciolac, E. G. and Rodrigues-da-Silva, J. M. (2016) 'Resistance Training as a Tool for Preventing and Treating Musculoskeletal Disorders', *Sports Medicine*. Springer International Publishing, pp. 1239–1248.

Folland, J. P. and Williams, A. G. (2007) 'The adaptations to strength training: Morphological and neurological contributions to increased strength', *Sports Medicine*, pp. 145–168.

Graham, T. and Cleather, D. J. (2019) 'Autoregulation by "Repetitions in Reserve" Leads to Greater Improvements in Strength Over a 12-Week Training Program Than Fixed Loading', *Journal of Strength and Conditioning Research*.

Hackett, D. A. *et al.* (2012) 'A novel scale to assess resistance-exercise effort', *Journal of Sports Sciences*, 30(13), pp. 1405–1413.

Helms, E. R. *et al.* (2018) 'RPE vs. Percentage 1RM loading in periodized programs matched for sets and repetitions', *Frontiers in Physiology*. Frontiers Media S.A., 9(MAR), p. 247.

Hughes, L. J. *et al.* (2019) 'Using a load-velocity relationship to predict one repetition maximum in free-weight exercise: A comparison of the different methods', *Journal of Strength and Conditioning Research*. NSCA National Strength and Conditioning Association, 33(9), pp. 2409–2419.

Italy: Work-related musculoskeletal disorders: prevalence, costs and demographics in the EU - Sicurezza e salute sul lavoro - EU-OSHA. Available at: <https://osha.europa.eu/it/publications/italy-work-related-musculoskeletal-disorders-prevalence-costs-and-demographics-eu>.

Kanehisa, H. *et al.* (2002) 'Effects of equivolume isometric training programs comprising medium or high resistance on muscle size and strength', *European Journal of Applied Physiology*. *Eur J Appl Physiol*, 87(2), pp. 112–119.

Kawakami, Y. *et al.* (1995) 'Training-induced changes in muscle architecture and specific tension', *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 72(1), pp. 37–43.

Khan, K. M. and Scott, A. (2009) 'Mechanotherapy: How physical therapists' prescription of exercise promotes tissue repair', *British Journal of Sports Medicine*, pp. 247–252.

Kubo, K. *et al.* (2010) 'Time course of changes in muscle and tendon properties during strength training and detraining', *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(2), pp. 322–331.

Lee, M. J. C. *et al.* (2020) 'Order of same-day concurrent training influences some indices of power development, but not strength, lean mass, or aerobic fitness in healthy, moderately-active men after 9 weeks of training', *PLoS ONE*. Public Library of Science, 15(5).

Maestroni, L. *et al.* (2020) 'The Benefits of Strength Training on Musculoskeletal System Health: Practical Applications for Interdisciplinary Care', *Sports Medicine*. Springer.

Narici, M. V. *et al.* (1996) 'Human quadriceps cross-sectional area, torque and neural activation during 6 months strength training', *Acta Physiologica Scandinavica*. Blackwell Publishing Ltd, 157(2), pp. 175–186.

Niewiadomski, W. *et al.* (2008) 'Determination and Prediction of One Repetition Maximum (1RM): Safety Considerations', *Journal of Human Kinetics*, 19, pp. 109–120.

O'Connor, P. J., Herring, M. P. and Carvalho, A. (2010) 'Mental Health Benefits of Strength Training in Adults', *American Journal of Lifestyle Medicine*. SAGE PublicationsSage CA: Los Angeles, CA, 4(5), pp. 377-396.

O'Malley, E. *et al.* (2018) 'Counter movement jump and isokinetic dynamometry as measures of rehabilitation status after anterior cruciate ligament reconstruction', *Journal of Athletic Training*. National Athletic Trainers' Association Inc., 53(7), pp. 687–695.

Reeves, N. D., Narici, M. V. and Maganaris, C. N. (2004) 'Effect of resistance training on skeletal muscle-specific force in elderly humans', *Journal of Applied Physiology*. *J Appl Physiol* (1985), 96(3), pp. 885–892.

Rhodes, R. E. *et al.* (1999) 'Factors associated with exercise adherence among older adults. An individual perspective', *Sports Medicine*. Adis International Ltd, pp. 397–411.

Van Roie, E. *et al.* (2015) 'Low- and High-Resistance Exercise: Long-Term Adherence and Motivation among Older Adults', *Gerontology*. S. Karger AG, 61(6), pp. 551–560.

Shattock, K. and Tee, J. C. (2020) 'Autoregulation in Resistance Training: A Comparison of Subjective Versus Objective Methods.', *Journal of strength and conditioning research*, (23).

Work-related musculoskeletal disorders: prevalence, costs and demographics in the EU - Sicurezza e salute sul lavoro - EU-OSHA. Available at: <https://osha.europa.eu/it/publications/msds-facts-and-figures-overview-prevalence-costs-and-demographics-msds-europe/view>.

Zourdos, M. C. *et al.* (2016) 'Novel Resistance Training-Specific Rating of Perceived Exertion Scale Measuring Repetitions in Reserve', *Journal of Strength and Conditioning Research*.