



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI GENOVA



## **Università degli Studi di Genova**

Facoltà di medicina e Chirurgia

### **Master in Riabilitazione dei Disordini**

### **Muscoloscheletrici**

A.A 2011/2012

Campus Universitario di Savona

*In collaborazione con il Master of Science in Manual Therapy*

*Vrije Universiteit Brussel*



## **Efficacia dell'esercizio aerobico nei pazienti affetti da Chronic Low Back Pain. Quali gli effetti sul dolore, la disabilità e stato di salute generale?**

Candidato: Michel Rozzi, Ft

Relatore: Diego Leoni, Ft OMT

# INDICE

<b>INDICE</b> .....	<b>1</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>3</b>
<b>INTRODUZIONE</b> .....	<b>5</b>
<b>QUADRO “CORE” TEORICO DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>7</b>
LOW BACK PAIN .....	7
<i>Dati epidemiologici e impatto socio-economico</i> .....	8
<i>Fattori di rischio</i> .....	8
<i>Decorso naturale e stadiazione della lombalgia</i> .....	9
L’ESERCIZIO AEROBICO .....	11
<i>Breve rimando al metabolismo energetico</i> .....	11
<i>Metabolismo aerobico</i> .....	12
<i>Allenamento aerobico</i> .....	13
<i>Potenza aerobica</i> .....	14
<i>Frequenza cardiaca allenante</i> .....	15
<i>Fisiologia dell’esercizio</i> .....	16
<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>18</b>
REVIEW QUESTION .....	18
<i>Ricerca della letteratura</i> .....	18
<i>Selezione degli studi</i> .....	18
<i>Qualità degli studi</i> .....	19
<i>Study Selection Process</i> .....	20
<b>RISULTATI</b> .....	<b>21</b>
<b>DISCUSSIONE</b> .....	<b>27</b>
<b>CONCLUSIONI</b> .....	<b>31</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>32</b>
<b>ACRONIMI</b> .....	<b>35</b>
<b>RINGRAZIAMENTI</b> .....	<b>36</b>
<b>ALLEGATI</b> .....	<b>37</b>

## INDICE DELLE FIGURE

FIGURA 1	LA BODY CHART MOSTRA LA LOCALIZZAZIONE DEL DOLORE E/O LIMITAZIONE FUNZIONALI IN SOGGETTI AFFETTI DA LBP. ....	7
FIGURA 2	LA FIGURA SOTTOSTANTE RAPPRESENTA IL DECORSO NATURALE DEL LBP ASPECIFICO.....	10

## INDICE DELLE TABELLE

TABELLA 1	PRINCIPALI FATTORI DI RISCHIO CITATI IN LETTERATURA DISTINTI IN 4 CATEGORIE. ....	9
TABELLA 2	STADIAZIONE DEL LBP ASPECIFICO. ....	10
TABELLA 3	CORRELAZIONE TRA % VO <sub>2MAX</sub> E % FC <sub>MAX</sub> ....	15
TABELLA 4	CARATTERISTICHE DEGLI STUDI/ARTICOLI ANALIZZATI NELLA PRESENTE REVISIONE. ....	25
TABELLA 5	TABELLA RIASSUNTIVA RELATIVA A DOLORE, DISABILITÀ E STATO DI SALUTE GENERALE. ....	26

## INDICE DEGLI ALLEGATI

ARTICOLO 1	CHATZITHEODOROU D ET AL. 2007. A PILOT STUDY OF THE EFFECTS OF HIGH-INTENSITY AEROBIC EXERCISE VERSUS PASSIVE INTERVENTIONS ON PAIN, DISABILITY, PSYCHOLOGICAL STRAIN, AND SERUM CORTISOL CONCENTRATIONS IN PEOPLE WITH CLBP.	
ARTICOLO 2	SMEETS R ET AL. 2008. CHRONIC LOW BACK PAIN: PHYSICAL TRAINING, GRADED ACTIVITY WITH PROBLEM SOLVING TRAINING, OR BOTH? THE ONE-YEAR POST-TREATMENT RESULTS OF A RANDOMIZED CONTROLLED TRIAL.	
ARTICOLO 3	DOGAN S ET AL. 2008. COMPARISON OF THREE DIFFERENT APPROACHES IN THE TREATMENT OF CHRONIC LOW BACK PAIN.	
ARTICOLO 4	KELL R ET AL. 2009. A COMPARISON OF TWO FORMS OF PERIODIZED EXERCISE REHABILITATION PROGRAMS IN THE MANAGEMENT OF CHRONIC NONSPECIFIC LOW-BACK PAIN.	
ARTICOLO 5	MURTEZANI A ET AL. 2011. A COMPARISON OF HIGH INTENSITY AEROBIC EXERCISE AND PASSIVE MODALITIES FOR THE TREATMENT OF WORKERS WITH CLBP: A RCT.	
ARTICOLO 6	CUESTA-VARGAS AL ET AL. 2011. EXERCISE, MANUAL THERAPY, AND EDUCATION WITH OR WITHOUT HIGH INTENSITY DEEP-WATER RUNNING FOR NSCLBP: A PRAGMATIC RCT.	
Articolo 7	CHAN CW ET AL. 2011. AEROBIC EXERCISE TRAINING IN ADDITION TO CONVENTIONAL PHYSIOTHERAPY FOR CLBP: A RANDOMIZED CONTROLLED TRIAL.	

# ABSTRACT

## Obiettivo

L'obiettivo della revisione è quello di valutare in letteratura quali sono gli effetti dell'esercizio aerobico sul dolore, la disabilità e stato di salute generale in soggetti adulti affetti da chronic low back pain aspecifico.

## Soggetti

Soggetti adulti affetti da chronic low back pain.

## Metodo

La revisione è stata condotta analizzando le banche dati di PubMed, PEDro e Cochrane. I criteri di inclusione sono popolazione con diagnosi di chronic low back pain aspecifico, genere maschio e femmina adulti, intervento preso in esame l'esercizio aerobico, gli outcome presi in esame sono dolore, disabilità e stato di salute generale, gli studi analizzati sono RCT e RS. Sono stati considerati gli studi pubblicati negli ultimi 10 anni e reperibili in lingua inglese, tedesca, francese e italiana. Le parole chiave utilizzate per la ricerca sono "chronic low back pain, chronic non-specific low back pain, aerobic exercise, bicycle, treadmill, nordic walking, jogging e running". Il periodo nel quale è stata eseguita la ricerca degli articoli all'interno delle banche dati va da gennaio 2012 a marzo 2012.

## Risultati

Dalla ricerca sono stati analizzati 353 articoli di cui 300 da PubMed, 35 da PEDro e 18 da Cochrane. Dopo la prima selezione effettuata sui titoli sono stati scelti 51 articoli, dalla seconda sui duplicati 19, dalla terza sugli abstract 8 e dall'ultima selezione sulla reperibilità dei full-text sono stati scelti 7 articoli.

Dall'analisi degli studi possiamo affermare che l'esercizio aerobico effettuato singolarmente o in concomitanza ad altre pratiche fisioterapiche è utile nella riduzione del dolore, della disabilità e nel miglioramento dello stato di salute generale. I risultati mostrano come l'esercizio aerobico ad alta intensità eseguito per una durata compresa tra i 30-50 minuti è maggiormente efficace rispetto a quello eseguito a bassa intensità nel ridurre dolore e disabilità (Murtezani A et al., 2011; Dogan S et al., 2008; Chatzitheodorou D et al., 2007). L'attrezzo utilizzato con maggior frequenza dai vari

autori per eseguire l'esercizio aerobico è il treadmill. Dagli articoli è emerso che tutti gli autori hanno considerato nei loro interventi una frequenza di 3 sedute a settimana. Gli interventi nel quale è stato previsto un incremento progressivo del carico di lavoro in termini di durata e di intensità nell'arco del periodo di intervento (Chatzitheodorou D et al., 2007; Murtezani A et al., 2011; Cuesta Vargas AL et al., 2011; Chan CW et al., 2011), hanno riscontrato un miglioramento maggiore degli outcome (dolore, disabilità e stato di salute generale) rispetto agli interventi che non hanno previsto un incremento del carico di lavoro.

### Conclusione

L'esercizio aerobico si è rivelato efficace, in particolare nel follow-up post intervento (8-16 settimane), nella riduzione del dolore e della disabilità, per quanto riguarda lo stato di salute generale i miglioramenti ottenuti non possono essere considerati clinicamente significativi.

L'esercizio aerobico svolto per una durata compresa tra i 30 e i 50 minuti ad alta intensità è risultato più valido dell'esercizio aerobico a bassa intensità. I programmi di intervento che hanno previsto un incremento progressivo del carico di lavoro sono risultati più efficaci. La frequenza di allenamento proposta dagli autori è di tre sedute a settimana, tra le tipologie di esercizio aerobico indagate negli studi presi in esame il treadmill è stato il dispositivo più utilizzato.

## INTRODUZIONE

L'idea di svolgere la tesi di Master su questa tematica è nata dall'esigenza di fornire al paziente affetto da problematiche alla colonna delle indicazioni utili che possano venir integrate all'interno della presa in carico fisioterapica.

Infatti l'esercizio aerobico è un approccio terapeutico poco diffuso nella rieducazione dei disturbi della colonna lombare, tale metodo viene principalmente impiegato nella rieducazione cardiovascolare. Gli effetti dell'esercizio aerobico non hanno rilevanza solo per il sistema cardio-vascolare, bensì per l'intero sistema corporeo.

L'esercizio aerobico ha la capacità di indurre l'attivazione del sistema endocrino rilasciando nel sangue importanti ormoni tra i quali il cortisolo. Questo ormone è fondamentale nel contrastare "fenomeni" infiammatori all'interno del nostro organismo, così come nello stimolare effetti analgesici in grado di poter alleviare le percezioni dolorifiche avvertite (Pasini E., 2000). L'esercizio aerobico è semplice da attuare e contenuto nei costi, può essere effettuato ovunque in qualsiasi momento della giornata, utilizzando una cyclette, un treadmill, svolgendo del nordic walking, jogging oppure semplicemente camminando all'aria aperta. Si tratta quindi di una modalità di esercizio adatta a chiunque, che può essere svolta in modo indipendente, ed è inoltre rivolta sia al principiante e sia a chi già pratica regolarmente un'attività sportiva.

La lombalgia infatti come dimostrato da svariati studi epidemiologici rappresenta un problema di salute considerevole in tutti i paesi industrializzati (Van Tulder M et al., 2006). Il Low Back Pain (LBP) tende a cronicizzare nel 5-10% delle persone che sono affette da LBP acuto (Berwick D et al., 1989). Nei malati cronici non va dimenticata la forte relazione con fattori di natura psico-sociale, che possono includere paura del movimento, paura di una nuova lesione, assenza di una diagnosi oppure diagnosi contrastanti e aspetti legati alla sfera lavorativa (Vluyen JWS et al., 2000).

Visto il rischio di cronicizzazione nel LBP è utile poter fornire al paziente, oltre alla vasta gamma di tecniche terapeutiche sin d'ora in uso, trattamenti complementari che possano incidere in modo favorevole sulla problematica del paziente. Dalla letteratura infatti sono presenti numerose prove di efficacia a favore del trattamento attivo rispetto ad un trattamento prettamente di tipo passivo (Van Tulder M et al., 2006). Per tale motivo

l'esercizio aerobico, definito come trattamento attivo, potrebbe essere utilizzato/integrato nella presa in carico dei pazienti affetti da LBP e CLBP. Vi è uno studio inoltre che dimostra come l'esercizio aerobico possa essere somministrato con buoni riscontri anche come terapia indipendente per la lombalgia cronica (Hayden JA et al., 2005a).

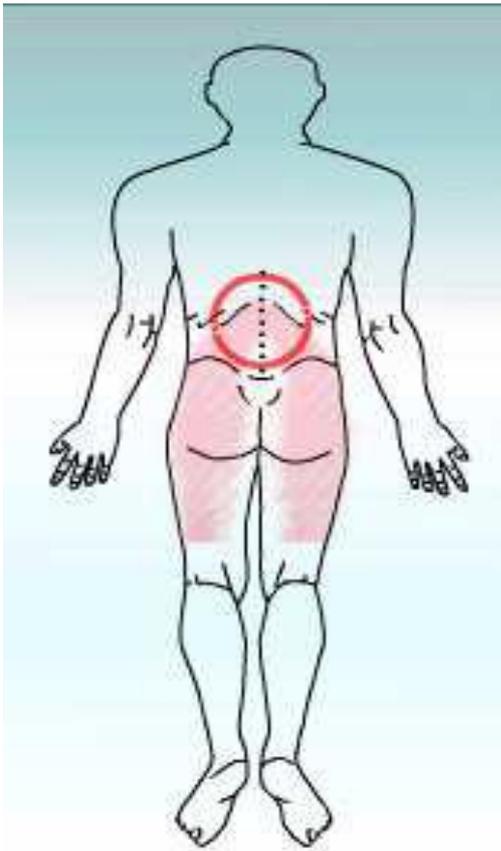
Considerando il fatto che nella pratica clinica giornaliera siamo sempre più confrontati con pazienti affetti da CLBP è utile e rilevante ricercare nuovi orientamenti riabilitativi e nuove strategie di trattamento che permettano al riabilitatore di fruire di indicazioni utili alla gestione di tali pazienti.

In conclusione è per tale motivo che l'obiettivo della presente tesi è quello di verificare in letteratura allo stato dell'arte l'efficacia dell'esercizio aerobico nella riduzione del dolore, della disabilità e nel miglioramento dello stato di salute generale in pazienti affetti da CLBP.

## QUADRO “CORE” TEORICO DI RIFERIMENTO

### Low back pain

Il Low Back Pain (LBP) è definito come dolore e/o limitazione funzionale compresa tra il margine inferiore dell'arcata costale e le pieghe glutee inferiori con eventuale irradiazione



**Figura 1** *La Body chart mostra la localizzazione del dolore e/o limitazione funzionali in soggetti affetti da LBP.*

posteriore alla coscia ma non oltre il ginocchio ([Figura 1](#)) che può causare disabilità, con possibile assenza dal lavoro (Monti M et al., 2011). Il LBP viene classificato dalla maggioranza degli autori che trattano questa tematica in due macro-categorie: LBP aspecifico e LBP specifico.

Nell'85% dei casi il LBP aspecifico non è correlabile ad una patologia specifica, in quanto le possibili cause possono essere riferite a disfunzioni meccaniche o a disfunzioni muscolo-scheletriche che coinvolgono la colonna vertebrale e le strutture circostanti.

Nel 15% dei casi si tratta invece di un LBP specifico/non meccanico dove i dolori al rachide lombare e/o irradiati all'arto inferiore possono essere classificati come problematiche della radice nervosa o come serie patologie vertebrali o organiche: fratture 4%, spondilolistesi 3%, ernia DD 1-3% (presente nel 19-27% dei soggetti asintomatici), viscerali 1-2%, tumori 0,7%, spondilite anchilosante 0,3%, sindrome della cauda equina 0,04%, infezioni 0,01%, stenosi (% non

conosciuta), altre cause 1-2% (Monti M et al., 2011).

## **Dati epidemiologici e impatto socio-economico**

Il LBP è il disturbo osteoarticolare più frequente, rappresenta dopo il comune raffreddore, la più comune affezione dell'uomo. Il LBP è divenuto negli ultimi anni una delle patologie più diffuse nei paesi industrializzati. La sua incidenza annuale è massima tra la terza e quinta decade di vita e costituisce una delle principali cause di assenza dal lavoro, di richiesta di visite mediche e di indagini diagnostiche (Varliero R, 2001). Si ritiene infatti che la lombalgia colpisca dal 60% all'80% degli adulti in qualche momento della loro vita (Waxman R et al., 2000). La prevalenza annuale del LBP è stimata per il 50% degli adulti in età lavorativa, di cui il 15-20% ricorre a cure sanitarie in generale, mentre l'incidenza di tale problematica è valutata attorno al 5% della popolazione adulta (Monti M et al., 2011).

Il LBP rappresenta un altissimo costo sociale per i nostri sistemi sanitari, basti pensare ai costi legati alla diagnostica per immagine, al trattamento, all'assenza dal lavoro, etc. Inoltre per le persone al di sotto dei 45 anni è la più frequente causa di disabilità. Si è osservato che il 5-10% dei pazienti affetti da LBP va in contro a cronicizzazione e a disabilità permanente (Berwick D et al., 1989), si parla dunque in tal caso di Chronic Low back Pain (CLBP). Si considera infine che l'80% dei costi delle spese sanitarie dovute a disturbi della colonna sono causati dalla lombalgia cronica (Monti M et al., 2011).

## **Fattori di rischio**

Sono innumerevoli i fattori di rischio individuati dai vari Autori in merito al LBP, il loro peso relativo può contribuire non solo all'insorgenza del dolore lombare, ma anche alla determinazione della disabilità che da esso sarà causata. Schematicamente, possiamo distinguere fattori costituzionali, fattori occupazionali, fattori legati allo stile di vita e fattori psicosociali (Ferrari S et al, 2005). Nella tabella sottostante ([Tabella 1](#)) sono elencate le caratteristiche principali di tali fattori.

F.R. COSTITUZIONALI	F.R. OCCUPAZIONALI	F.R LEGATI ALLO STILE DI VITA	F.R. PSICO-SOCIALI
- Patrimonio genetico	- Postura seduta protratta	- Fumo	- Disagio personale, professionale, ev. vantaggi economici connessi alla lombalgia
- Et�: maggior rischio tra i 25 e 55 anni	- Postura eretta protratta, +++ se associata a flessione tronco	- Sedentariet�	- Frequenti sensazioni di paura e di tensione
- Sesso: > rischio maschi adulti	- Movimentazione carichi, +++ se associati a torsioni con il tronco e in soggetti sedentari	- Attivit� ricreative associate a frequenti movimenti e posture in flessione	- Stress psicologico
- Statura: > rischio persone alte	- Vibrazioni	- Attivit� sportive che sottopongono la colonna a microtraumatismi ripetuti	- Ansia
- Dimensioni del canale spinale ridotte	- Occupazioni di basso livello e bassa condizione socioeconomica		- Depressione

**Tabella 1** *Principali fattori di rischio citati in letteratura distinti in 4 categorie. (Tratto e modificato da Ferrari S et al., 2005).*

## Decorso naturale e stadiazione della lombalgia

Tre elementi essenziali devono essere considerati a questo proposito: l'alto tasso di remissione spontanea del singolo episodio di lombalgia, la notevole tendenza alle recidive e l'importanza della cronicizzazione.

- *La remissione spontanea:* almeno due terzi dei pazienti migliorano sostanzialmente in due settimane e dal 75 al 90% di essi migliorano in quattro settimane (cfr. [Figura 2](#)). La Québec Task Force ha evidenziato inoltre che nel 74,2 % dei casi di affezioni lombari riconducibili ad attivit  lavorativa si ha il ritorno al lavoro in meno di un mese (Ferrari S et al., 2005). La storia naturale favorevole del LBP   rassicurante (cfr. [Figura 2](#)), ma questo non deve esimerci dal sostenere ed incoraggiare attivamente il recupero ed agire in favore della prevenzione del dolore ed in particolare della disabilit  cronica.

- *La tendenza alle recidive:* gli episodi di dolore lombare recidivano in un'alta percentuale dei casi, per alcuni autori citati nel testo di Ferrari tra il 60-80% dei pazienti andrà incontro a tre o più ricadute e il 20% dei soggetti avrà dolori più o meno continui per lunghi periodi. Inoltre questi dolori nel 35-45% dei casi evolvono in sciatica e oltre il 90% dei pazienti che manifestano lombosciatalgia riferiscono di aver accusato in passato almeno un attacco di lombalgia (Ferrari S et al., 2005).
- *L'importanza della cronicizzazione:* negli ultimi anni è stato sottolineato da svariati autori lo stretto rapporto esistente tra LBP e fattori psico-sociali. Questi elementi favoriscono la cronicizzazione del disturbo e la disabilità permanente: il 5-10% delle lombalgie diventano croniche (cfr. [Tabella 2](#)) (Berwick D et al., 1989) incidendo sul sistema sanitario per il 75-90% dei costi totali per tale patologia.

#### Stadiazione del LBP aspecifico

Fase acuta	Fase subacuta	Fase cronica	Ricorrente
< 4 settimane	> 4 <12 settimane	> 12 settimane (dolore continuo senza periodi di remissione)	< 12 settimane che si ripresenta dopo brevi periodi di benessere

Tabella 2 *Stadiazione del LBP aspecifico. (tratto da Monti M et al., 2011).*

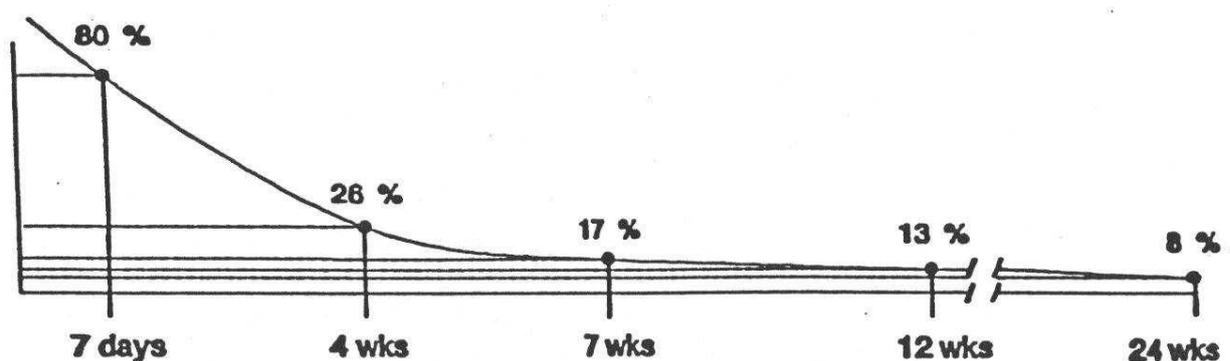


Figura 2 *la figura sottostante rappresenta il decorso naturale del LBP aspecifico. (Tratto da Monti M et al. 2011).*

## **L'esercizio Aerobico**

L'esercizio viene definito aerobico quando l'ossigeno diventa parte determinante del processo di ri-sintesi dell'ATP. A livello fisiologico l'esercizio diventa aerobico quando le scorte di glicogeno muscolare non sono più sufficienti a consentire la ri-trasformazione dell'acido piruvico in ATP.

La durata dell'allenamento minima necessaria a indurre un miglioramento delle capacità aerobiche non è stata ancora definita. Si reputa che la soglia minima di durata dipende dall'interazione di vari fattori, ad esempio in soggetti con condizioni fisiche scadenti 3-5 minuti di sforzo giornaliero inducono qualche miglioramento. A partire da 20-30 minuti di esercizio aerobico consentono di apprezzare miglioramenti più consistenti (McArdle W et al., 2009). La preparazione fisica aerobica viene definita come la capacità di immagazzinare, trasportare e utilizzare ossigeno. Il suo sviluppo avviene tramite esercizi che coinvolgono grosse masse muscolari per tempi prolungati. Questa forma di esercitazione prevede benefici, tra i quali i più significativi sono:

- Aumento della tolleranza alla fatica organica generale;
- Rinforzo "generale" delle strutture (muscoli, tendini e articolazioni);
- Aumento delle capacità dell'apparato cardiocircolatorio e respiratorio;
- Riduzione dei livelli di stress;
- Aumento della stabilità psicologica;
- Diminuzione dello sviluppo del rischio di malattie cardiovascolari.

### **Breve rimando al metabolismo energetico<sup>1</sup>**

La contrazione muscolare avviene per mezzo della trasformazione di energia chimica in energia meccanica e nel sistema muscolare questo avviene a livello di mio-filamenti. L'energia chimica è fornita dall'ATP (adenosintrifosfato) per idrolisi con liberazione energetica. La struttura dell'ATP consta di una molecola di adenosina e di tre parti di

---

<sup>1</sup> Il presente paragrafo è stato tratto e modificato da McArdle W et al., 2009 e da Buckley J, 2008.

fosfato. L'ATP si scinde formando ADP e  $P_i$  (fosfato inorganico) liberando energia trasformabile in lavoro.



Piccole quantità di energia sono inoltre necessarie per riportare gli ioni calcio dal sarcoplasma nel reticolo sarcoplasmatico e per l'attivazione della pompa sodio-potassio che agisce a livello della membrana della fibra muscolare. Solo le molecole di ATP possono essere utilizzate come fonte ultima di energia per la contrazione muscolare. La loro riserva è però molto limitata e sufficiente solo per poche contrazioni. Vi è quindi la necessità di ripristinare lo stock di ATP per risintesi. La reazione di scissione dell'ATP è reversibile consentendo quindi la risintesi della molecola originaria. Ogni cellula muscolare contiene una quantità limitata di ATP che viene continuamente utilizzata e rigenerata consentendo all'uomo di compiere "lavoro" muscolare. Il processo di risintesi dell'ATP avviene attraverso tre sistemi che presentano caratteristiche differenti e sono utilizzate in modo complementare in funzione dell'intensità e della durata dell'esercizio muscolare. I tre sistemi fornitori di energia per risintetizzare ATP sono:

1. Metabolismo anaerobico alattacido → idrolisi della fosfocreatina (fosfocreatina)
2. Metabolismo anaerobico lattacido → glicolisi anaerobica (glicogeno)
3. Metabolismo aerobico → glicolisi aerobica (glicogeno e lipidi)

Nel prossimo paragrafo si approfondirà unicamente il metabolismo aerobico in quanto oggetto di studio del presente lavoro.

## **Metabolismo aerobico<sup>2</sup>**

La glicolisi aerobica permette la produzione di ATP tramite la trasformazione delle sostanze alimentari. Tale sistema è detto aerobico in quanto è strettamente dipendente dall'apporto di ossigeno ( $O_2$ ). In presenza di ossigeno vari substrati quali, acidi grassi, lattato e piruvato entrano come acetilcoenzima A nel ciclo di Krebs, che si svolge all'interno dei mitocondri e dà luogo alla formazione di acqua ( $H_2O$ ), anidride carbonica ( $CO_2$ ) ed energia per la risintesi di ATP (fosforilazione ossidativa). L'ossidazione del glicogeno è preferita quando l'intensità dell'esercizio è elevata, l'ossidazione dei lipidi

---

<sup>2</sup> Il presente paragrafo è stato tratto e modificato da McArdle W et al., 2009 e da Buckley J, 2008.

invece quando è bassa. All'aumentare dell'intensità dell'esercizio aumenta proporzionalmente il consumo di ossigeno fino ad un valore massimo ( $VO_2 \text{ max}$ ). Il  $VO_2 \text{ max}$  determina la massima potenza aerobica dell'individuo e questa dipende da fattori genetici e dall'allenamento.



## Allenamento aerobico

L'intensità dell'esercizio aerobico viene riportata come percentuale della massima potenza aerobica ( $\%VO_{2\text{max}}$ ). Il  $VO_{2\text{max}}$  viene misurato attraverso un test massimale o sottomassimale che valuta lo scambio dei gas polmonari in risposta alla performance. Le raccomandazioni della British Association of Sports and Exercise Sciences per incrementare la capacità aerobica sono di attivare un ampio gruppo muscolare in modo ritmico per almeno 20 minuti, 3 volte a settimana, con un'intensità maggiore al 50% del  $VO_{2\text{max}}$ . Per le persone molto sedentarie l'intensità deve essere inferiore al 40% del  $VO_{2\text{max}}$ .<sup>3</sup> Un periodo di almeno 8-12 settimane è necessario per avere dei cambiamenti significativi. L'intensità dell'esercizio aerobico viene stabilita utilizzando il  $VO_{2\text{max}}$ . Tuttavia nella pratica clinica, l'intensità dell'esercizio è definita utilizzando surrogati del  $VO_2$  e del  $\%VO_{2\text{max}}$ . Inoltre vengono utilizzati la frequenza cardiaca (HR), la scala di Borg (RPE) e il costo energetico (MET). Da tempo è stato stabilito che la frequenza cardiaca è fortemente correlata alla  $VO_2$ . Il  $VO_{2\text{max}}$  e la frequenza cardiaca coincidono. La frequenza cardiaca massima viene stimata sottraendo l'età della persona a 220 (Astrand P et al., 2003). Conoscere la frequenza cardiaca raggiunta durante l'allenamento aerobico è rilevante per lavorare correttamente. Qualunque sia l'obiettivo di allenamento, per realizzarlo con successo è fondamentale sapere entro quali limiti lavorare. In questo modo è possibile controllare la risposta organica ai diversi livelli di sforzo e ottimizzare l'efficacia delle sessioni di allenamento. Affinché l'apparato cardiorespiratorio lavori con massima efficienza e l'organismo utilizzi una maggiore quantità di grassi bisogna lavorare fra il 65% e l'85% della frequenza cardiaca massima teorica: è questa la zona aerobica ottimale.

---

<sup>3</sup> American College of Sport Medicine. 1990. *The Recommended Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory and Muscular Fitness in Healthy Adults*. Position Stand.

## Potenza aerobica

La massima potenza aerobica è equivalente alla massima quantità di ossigeno che può essere utilizzata nell'unità di tempo da un individuo, nel corso di un'attività fisica coinvolgente grandi gruppi muscolari, di intensità progressivamente crescente e protratta fino all'esaurimento. Viene in genere espressa come  $VO_{2max}$ : il massimo volume di ossigeno consumato per minuto. "Il massimo consumo di ossigeno è una misura globale e integrata della massima intensità di esercizio che un soggetto può tollerare per periodi di tempo abbastanza lunghi" (Cerretelli P et al., 1987). Il  $VO_{2max}$  può essere sostenuto al massimo per una decina di minuti. Dal punto di vista analitico il massimo consumo di ossigeno è espresso nella seguente formula:

$$VO_{2max} = FC * GS * (\Delta a-v)$$

La frequenza cardiaca (FC) rappresenta il numero di battiti che il cuore compie in un minuto e tale parametro viene marginalmente influenzato dall'allenamento. La gittata sistolica (GS) esprime il volume di sangue che esce dal ventricolo sinistro del cuore ad ogni contrazione sistolica e tale parametro aumenta soprattutto nel periodo iniziale dell'allenamento per poi stabilizzarsi. La differenza atero-venosa di ossigeno ( $\Delta a-v$ ) è il parametro più rilevante e rappresenta la quantità di ossigeno che le cellule riescono ad estrarre dal circolo sanguigno durante il passaggio del sangue nei capillari e tale parametro è fortemente influenzato sia dalla genetica che dall'allenamento. Il  $VO_{2max}$  può incrementare dal 10% al 25% con l'allenamento. Può essere misurato direttamente tramite attrezzature molto sofisticate e costose o indirettamente attraverso macchine cardiofitness. Queste ultime metodiche sfruttano la correlazione tra il  $VO_{2max}$  e la  $FC_{max}$ , ovvero la  $FC_{max}$ . La correlazione accettata è la seguente:

<b>% VO<sub>2max</sub></b>	<b>% FCmax</b>	<b>Substrato energetico</b>
35	50	Lipidi
48	60	Lipidi
60	70	Glucidi lipidi
73	80	Glucidi
86	90	Glucidi
100	100	Creatinfosfato

**Tabella 3** Correlazione tra % VO<sub>2max</sub> e % FCmax (tratto da <http://www.my-personaltrainer.it/>).

### **Frequenza cardiaca allenante**

Per calcolare la frequenza cardiaca massima teorica si usa la formula di Karvonen, creata dal nome del ricercatore finlandese che per primo la elaborò. Secondo tale regola la FCmax si calcola nel seguente modo:

$$\text{FCmax} = 220 - \text{età in anni}$$

Si tratta di una regola generale calcolata a partire dalla media riferita alla popolazione generale. Alcuni studi hanno però dimostrato l'esistenza di un'importante variabilità interindividuale della frequenza cardiaca massima che può arrivare fino al 10-15%. Negli ultimi anni è stata introdotta una nuova relazione tra FC ed età, scoperta dallo studioso giapponese Tanaka durante uno studio condotto all' Università di Boulder in Colorado. La formula di Tanaka è leggermente più complessa della precedente ma allo stesso tempo maggiormente precisa. La formula è la seguente:

$$\text{FCmax} = 208 - (0.7 * \text{età in anni})$$

Un interessante parametro che si può ricavare partendo dalla frequenza cardiaca massima è la frequenza cardiaca di riserva. Questo dato si ottiene sottraendo alla frequenza cardiaca massima la frequenza cardiaca a riposo, misurata al mattino subito dopo il risveglio.

$$\text{FC riserva} = \text{FCmax} - \text{FC riposo}$$

La frequenza cardiaca di riserva può essere utilizzata per impostare correttamente l'allenamento. La formula di Karvonen permette di calcolare la propria frequenza cardiaca allenante all'interno di un range di valori quantificabile attraverso la seguente regola:

$$\text{Valore Minimo} = \text{FC riserva} * \text{Percentuale Inferiore} + \text{FC riposo}$$

$$\text{Valore Massimo} = \text{FC riserva} * \text{Percentuale Superiore} + \text{FC riposo}$$

## Fisiologia dell'esercizio<sup>4</sup>

Lo sforzo fisico induce l'attivazione del sistema endocrino che a sua volta ha la capacità di influenzare il metabolismo generale e muscolare. Nel corso dell'attività fisica sono necessarie notevoli modificazioni a carico dei sistemi cardiovascolare, respiratorio e muscolare, oltre che dei meccanismi di produzione energetica. La risposta endocrina all'attività fisica è molto complessa e diversificata. I primi studi sulla risposta endocrina durante lo sforzo risalgono ai primi anni '70. Gli ormoni più studiati durante l'esercizio fisico sono: catecolamine (adrenalina e noradrenalina), attività reninica plasmatica, aldosterone, ormone della crescita, adrenocorticotropina, cortisolo, insulina, glucagone e fattore natriuretico atriale (ANP). L'adrenalina e la noradrenalina durante l'esercizio incrementano anche del 500%, in modo significativo e repentino. Tale incremento è massimo al picco dell'esercizio, rimane significativamente elevato per 15-20 minuti e si annulla dopo 30-40 minuti di riposo. In ortostatismo la secrezione di catecolamine continua anche per 5 minuti dopo lo sforzo. Questo non accade quando il recupero avviene in posizione supina. Durante lo sforzo le due molecole incrementano con lo stesso andamento. L'attività reninica plasmatica aumenta progressivamente durante lo sforzo, raggiungendo incrementi vicini al 200% al picco. Il decremento di tale attività durante il recupero è però lento. Dopo 25-30 minuti essa si è ridotta solo del 25% rispetto al picco massimo raggiunto. I massimi valori sono stati osservati in soggetti in posizione ortostatica permanente e campionando il sangue refluo dalla vena renale. L'incremento di aldosterone è secondario all'azione dell'angiotensina II. Esso aumenta lentamente e

---

<sup>4</sup> Tratto e modificato da Pasini E., 2000.

costantemente nel sangue. La sua massima concentrazione del 200% viene raggiunta dopo circa 20-25 minuti al picco dell'esercizio e rimane elevata per circa 60 minuti. L'ormone della crescita, l'adrenocorticotropina e il cortisolo incrementano lentamente durante l'attività fisica raggiungendo il picco di secrezione anche 30-40 minuti dopo che l'esercizio è terminato. L'ormone che incrementa maggiormente è l'ormone della crescita raggiungendo il 200%. Le altre molecole aumentano la loro concentrazione ematica di circa il 50%. Il glucagone invece incrementa solo durante sforzo intenso e prolungato. Comportamento opposto lo ha l'ormone anabolico insulina. La concentrazione plasmatica di tale molecola si riduce sin nelle prime fasi dello sforzo raggiungendo la massima riduzione di circa il 30% al picco. Tale riduzione della concentrazione è ancora presente dopo circa 60 minuti. La secrezione dell'ANP incrementa repentinamente e linearmente durante lo sforzo raggiungendo al picco concentrazioni plasmatiche anche superiori al 400% rispetto ai valori di base. Dopo lo sforzo la scomparsa dell'ANP dal torrente ematico è altrettanto veloce. Dopo circa 20 minuti la concentrazione ematica di ANP ritorna ai valori pre-esercizio. Durante lo sforzo fisico la secrezione neuroendocrina è pesantemente sbilanciata verso lo stato ipercatabolico. La velocità di comparsa e di metabolizzazione dei vari ormoni è diversa nel tempo e verosimilmente dipende dall'attività di enzimi demolitori presenti nel sangue e/o dal flusso renale ed epatico. Il meccanismo che sta alla base dell'attivazione endocrina risulta essere complesso. Alcuni studi citati da Pasini hanno dimostrato nel soggetto sano che la secrezione di catecolamine è inversamente correlata con il contenuto di ossigeno a livello venoso. Se la tensione di ossigeno venosa è in qualche modo il *primum movens* della stimolazione simpatica, le successive modificazioni ormonali sono verosimilmente dovute agli effetti periferici delle catecolamine.

# METODOLOGIA

## Review Question

Efficacia dell'esercizio aerobico nella riduzione del dolore, della disabilità e nel miglioramento dello stato di salute generale in pazienti affetti da chronic low back pain.

## Ricerca della letteratura

Il periodo di ricerca considerato va da gennaio 2012 a marzo 2012.

La revisione della letteratura è stata condotta esplorando le seguenti banche dati: Pubmed, Pedro e Cochrane collaboration.

La tipologia di studi presi in considerazione sono "studi randomizzati controllati" (RCT) e "revisioni della letteratura" (RS).

Testi e articoli pubblicati negli ultimi dieci anni.

Testi e articoli in lingua inglese, tedesca, francese e italiana.

## Selezione degli studi

### - Criteri di inclusione

- Popolazione: pazienti adulti (di età maggiore ai 18 anni) affetti da Chronic low back pain aspecifico di sesso maschile e femminile.
- Intervento: esercizio aerobico, utilizzato come unico intervento oppure in aggiunta ad un intervento di fisioterapia, per almeno un gruppo di studio all'interno dei trials (RCT's).
- Outcomes: dolore (VAS, McGill Pain Questionnaire), disabilità (Roland Morris Disability Questionnaire, Oswestry Disability Index, Aberdeen Low Back Pain Scale) e stato di salute generale (Back Depression Index, Hospital Anxiety and Depression Scale, Mental Component Summary della Short Form-36/12)

- Metodi: Studi randomizzati controllati (RCT) e revisioni della letteratura (RS)

#### - **Criteri di esclusione**

- Popolazione: LBP specifico, LBP aspecifico con sintomi associati presenti da meno di tre mesi e LBP ricorrente.
- Intervento: tutti gli interventi diversamente dall'esercizio aerobico e gli interventi non-fisioterapici che combinano l'esercizio aerobico.
- Outcomes: studi che non sono incentrati sul miglioramento del dolore e sulla capacità funzionale, definita secondo il modello ICF.
- Accessibilità: studi non ottenibili in full-text per mezzo delle banche dati a disposizione del sistema Bibliotecario della Scuola Universitaria Professionale della Svizzera Italiana e dell'Università di Genova

### **Qualità degli studi**

Nel presente lavoro gli RCT considerati sono stati valutati tramite una checklist denominata "PEDro scale"<sup>5</sup>. Tale scala permette di valutare la validità interna dei trials considerati e se i dati statistici ricavati sono rilevanti nell'interpretazione dell'intero lavoro.

La "PEDro Scale" è una scala progressiva che va da 0 a 10, nel quale 10 è il punteggio massimo ottenibile.

---

<sup>5</sup> <http://www.pedro.org.au/english/downloads/pedro-scale/>

## Study Selection Process

Data Base:

- PubMed, PEDro e Cochrane

Stringhe di ricerca utilizzate:

- Chronic low back pain AND aerobic exercise (PUBMED 259, PEDRO 24, COCHRANE 14 )
- Chronic non-specific low back pain AND aerobic exercise (PUBMED 32, PEDRO 3, COCH.1)
- Bicycle AND chronic low back pain (PUBMED 2, PEDRO 3, COCHRANE 1)
- Treadmill AND chronic low back pain (PUBMED 1, PEDRO 2, COCHRANE 1)
- Nordic walking AND chronic low back pain (PUBMED 3, PEDRO 1, COCHRANE 0)
- Jogging AND chronic low back pain (PUBMED 0, PEDRO 0, COCHRANE 0)
- Running AND chronic low back pain (PUBMED 3, PEDRO 2, COCHRANE 1)

**353 articoli**

Prima selezione sui titoli:

- 49 articoli non trattano di CLBP
- 174 articoli non trattano di esercizio aerobico
- 59 articoli non trattano di dolore e disabilità
- 13 articoli non sono RCT e RS
- 7 articoli sono stati pubblicati da oltre 10 anni

**51 articoli**

Seconda selezione sui duplicati:

- 32 articoli sono duplicati

**19 articoli**

Terza selezione sugli abstract:

- 10 articoli non rientrano nei criteri di inclusione
- 1 articolo non presenta i risultati dello studio

**8 articoli**

Quarta selezione sui full text:

- 1 articolo non è reperibile in versione full-text all'interno delle banche dati

**Selezione finale**

**7 articoli**

## RISULTATI

I risultati ottenuti dalla lettura/analisi degli articoli considerati nella presente revisione sono stati raccolti nella tabella sottostante (cfr. [Tabella 4](#)). La tabella riporta per ciascun articolo, oltre alle referenze bibliografiche, un campo dedicato alla metodologia nel quale è riportato il disegno di studio e la valutazione qualitativa tramite “Pedro Scale” (cfr. § Qualità degli studi ). Per quanto concerne la popolazione sono riassunte le caratteristiche principali (se specificato nell’articolo) dei soggetti affetti da CLBP ed il numero di persone che hanno partecipato allo studio. Nel campo intervento viene descritto l’esercizio aerobico che è stato proposto ai soggetti e se tale intervento è stato combinato o meno ad un’altra tipologia di presa in carico fisioterapica (es. terapia manuale, elettroterapia, massaggio, etc.), in questa sezione si è deciso di specificare il protocollo di intervento adottato dai vari autori. Nel campo riservato alle misure di outcomes sono stati indicati tutti gli outcomes primari e secondari citati nei vari studi. Infine nel campo dedicato ai risultati sono stati esposti i dati ottenuti per ciascun articolo tenendo in considerazione gli outcomes in oggetto nella presente revisione (dolore, disabilità e stato di salute generale) facendo riferimento in particolare al periodo post intervento e al Follow-up. Nella [Tabella 4](#) sono stati riassunti i cambiamenti medi in percentuale ottenuti per i domini relativi al dolore, alla disabilità (funzione) e allo stato di salute generale nel Follow-up post-intervento (8-16 settimane) e nel Follow-up ad un anno (12 mesi). Il cambiamento percentuale riportato nei risultati osservati nella [Tabella 4](#) si riferisce al valore medio rispetto al valore base iniziale riportato per ogni outcomes in ciascun articolo analizzato. In seguito per ogni dominio (dolore, disabilità e stato di salute) nella [Tabella 5](#) sono stati sommati i dati riportati dai vari articoli e sono stati espressi come cambiamento medio in percentuale. La normalizzazione tramite percentuale si è resa necessaria al fine di studiare quantitativamente i cambiamenti osservati per gli outcomes di riferimento. Sono stati inoltre riportati il numero totale di partecipanti osservati nello studio (n tot) e quelli riferiti al campione di intervento aerobico (n campione).

Nr	Referenze bibliografiche	Metodologia	Popolazione	Intervento	Misure di Outcome	Risultati
1	<p>Chatzitheodorou D, Kabitsis C, Malliou P e Mougious V. 2007.</p> <p>A pilot study of the effects of high-intensity aerobic exercise versus passive interventions on pain, disability, psychological strain, and serum cortisol concentrations in people with CLBP.</p>	<p>RCT, Pedro Scale: 4/10</p>	<p>20 soggetti affetti da CLBP che presentano rottura del disco intervertebrale (n=15), spondilosi lombare (n=3) e dolore articolare zigoapofisario (n=2)</p>	<p>Il <b>gruppo di esercizio aerobico</b> segue 12 settimane di esercizio aerobico ad alta intensità per 3 volte a settimana. Ogni sessione di esercizio aerobico viene preceduta da 15 min. di riscaldamento con esercizi callistenici per gli arti superiori e allungamento muscolare per gli arti inferiori. L'esercizio aerobico consiste nella corsa su treadmill con un'intensità tra il 60% e l'85% della frequenza cardiaca di riserva per una durata di 30-50 min.. Dopo le prime tre settimane l'intensità dell'esercizio viene portata all'85% della frequenza cardiaca e la durata del trattamento a 50 min.. Ogni sessione di esercizio aerobico termina con 3 min. di defaticamento.</p> <p>Nel presente studio è stato preso in considerazione anche un gruppo di trattamento passivo.</p>	<p>McGill Pain Questionnaire (dolore), Roland Morris Disability Questionnaire (disabilità), Hospital Anxiety and Depression Scale (stato di salute generale)</p>	<p>Nel <b>gruppo che comprende esercizio aerobico ad alta intensità (n=10)</b> dopo le 12 settimane di trattamento il MGPQ è passato in media da 53.9 a 32.3 (41%), mentre la RMDQ è passata da 13.8 a 9.6 (31%) e la HADS è passata da 24.8 a 16.2 (35%). I miglioramenti ottenuti tramite MGPQ e HADS sono da ritenersi clinicamente significativi, mentre per la RMDQ tale decremento non può essere ritenuto clinicamente significativo.</p>
2	<p>Smeets R, Vlaeyen J, Hidding A, Kester A, Van der Heijden G e Knottnerus J. 2008.</p> <p>Chronic low back pain: Physical training, graded activity with problem solving training, or both? The one-year post-treatment results of a randomized controlled trial.</p>	<p>RCT, Pedro Scale: 8/10</p>	<p>172 soggetti affetti da CLBP</p>	<p>Il <b>gruppo di trattamento fisico attivo (ATP)</b> segue 10 settimane di trattamento per 3 volte a settimana. Il trattamento comprende 30 min. di cyclette con il 65-85% della frequenza cardiaca massima e 75 min. di allenamento di forza e resistenza di tronco e arti inferiori con 3 serie da 15-18 ripetizioni al 70% del carico massimale. Nel presente studio sono stati presi in esame anche un gruppo di terapia comportamentale (GAP) ed un gruppo di trattamento combinato (CT).</p>	<p>L'outcome primario è il Roland Morris Disability Questionnaire (disabilità), mentre gli outcomes secondari sono il Self-Perceived Improvement, Visual Analogue Scale (dolore), la Pain Rating Index (dolore) e il Beck Depression Inventory (stato di salute generale)</p>	<p>Nel <b>gruppo ATP (n=52)</b> che comprende l'esercizio aerobico dopo 10 sett di trattamento la RMDQ è passata in media da 13.78 a 11.36 (17.56%), nella VAS da 51.23 a 46.51 (10.22%) e nella BDI da 10.38 a 7.52 (27.56%). Al Follow-up (n=51) ad un anno di distanza dal trattamento la RMDQ è passata in media a 10.5 (27.07%), la VAS a 48.52 (6.29%) e la BDI a 7.15 (31.12%). I miglioramenti mostrati negli outcomes non possono essere considerati clinicamente significativi.</p>

Nr	Referenze bibliografiche	Metodologia	Popolazione	Intervento	Misure di Outcome	Risultati
3	<p>Dogan S, Tur B, Kurtais Y, Atay M. 2008.</p> <p>Comparison of three different approaches in the treatment of chronic low back pain.</p>	<p>RCT, Pedro Scale: 5/10</p>	<p>60 soggetti affetti da CLBP</p>	<p>Il <b>gruppo di esercizio aerobico + esercizio domiciliare (AE + HE)</b> segue un trattamento di 6 settimane per 3 volte a settimana. Ai partecipanti viene richiesto di svolgere con frequenza giornaliera esercizi domiciliari di rinforzo muscolare, di mobilità e di stretching. Ogni sessione di trattamento prevede 40-50 min. di esercizio aerobico su treadmill con 5 min. di riscaldamento e di defaticamento. L'intensità dell'esercizio è fissata al 65-70% della frequenza cardiaca massima. Nel presente studio sono presi in esame anche un gruppo di terapia fisica ed esercizi domiciliari, ed un gruppo di soli esercizi domiciliari.</p>	<p>Le misure di outcomes sono misurazioni di mobilità spinale, la Visual Analogue Scale (dolore), Il Roland Morris Disability Questionnaire (dolore), Il General Health Questionnaire ed il Beck Depression Inventory (stato di salute generale)</p>	<p>Nel <b>gruppo AE + HE (n=19)</b> dopo il follow-up ad un mese dalla fine del trattamento (10 sett.) la VAS è passata in media da 57.05 a 34.1 (40.2%), la RMDQ è passata da 11.9 a 9.2 (22.7%), la BDI è passata da 14.1 a 12.7 (10.03%). I miglioramenti osservati negli outcomes sono da ritenersi clinicamente significativi unicamente per la VAS.</p>
4	<p>Kell R and Asmundson J. 2009.</p> <p>A comparison of two forms of periodized exercise rehabilitation programs in the management of Chronic Nonspecific Low-Back Pain.</p>	<p>RCT, Pedro Scale 4/10</p>	<p>27 soggetti affetti da CLBP</p>	<p>Il <b>gruppo di allenamento aerobico (AT)</b> segue un programma periodizzato progressivo con 3 sessioni a settimana. Le sessioni durano 20-35 min. e complessivamente 55-155 min. alla settimana. La tecnica di allenamento è libera ma le più utilizzate sono cross trainer, walking su treadmill o jogging. L'intensità di allenamento è stata impostata utilizzando la scala di Borg. Nel presente studio sono stati presi in esame anche un gruppo di allenamento alla forza resistente ed un gruppo controllo.</p>	<p>Le misure di outcome sono la Visual Analogue Scale (dolore), l'Oswestry Disability Index (disabilità), il Physical Component Summary ed il Mental Component Summary (stato di salute generale) della Short Form-36</p>	<p>Nel <b>gruppo di allenamento aerobico AT (n=9)</b> dopo 16 settimane di trattamento la VAS passa in media da 5.1 a 4.8 (5.9%), la ODI passa da 39.8 a 35.9 (9.8%), la PCS da 42.1 a 41.8 (0.8%) e la MCS da 44.3 a 45.8 (+3.4%). I miglioramenti dimostrati negli outcomes non possono essere considerati clinicamente significativi.</p>

Nr	Referenze bibliografiche	Metodologia	Popolazione	Intervento	Misure di Outcome	Risultati
5	<p>Murtezani A, Hundozi H, Orovcanec N, Silamniku S e Osmani T. 2011.</p> <p>A comparison of high intensity aerobic exercise and passive modalities for the treatment of workers with CLBP: a RCT.</p>	<p>RCT, Perdo Scale: 6/10</p>	<p>101 soggetti affetti da CLBP che presentano erniazione del disco (n=42), spondilosi lombare (n=17) e dolore zigapofisario (n=42)</p>	<p>Il <b>gruppo di esercizio aerobico</b> segue 12 settimane di trattamento per 3 volte a settimana. Ogni seduta è preceduta dal 10-15 min. di riscaldamento su cicloergometro a ritmo moderato seguito da esercizio aerobico (treadmill, cicloergometro, step) dal 70 al 85% della frequenza cardiaca massima per la durata di 30 fino a 45 min. per seduta. Il defaticamento è composto da 5 min. di stretching. Durante le 12 settimane l'intensità dell'esercizio aerobico è stata incrementata dal 70 al 85% e la durata della seduta da 30 a 45 min.</p>	<p>Oswestry Low Back Pain Disability Questionnaire (disabilità), Hospital Anxiety and depression Scale (stato di salute generale), Visual Analogue Scale (dolore) e fingertip-to-floor test (mobilità)</p>	<p>Nel <b>gruppo che comprende esercizio aerobico ad alta intensità (n=50)</b> dopo le 12 settimane di trattamento la OSD è passata in media da 31.8 a 15.8 (49.04%), mentre la VAS è passata da 6.0 a 2.0 (66.7%) ed la HADS è passato da 27.8 a 14.2 (33.65%). I miglioramenti ottenuti sono clinicamente significativi.</p>
6	<p>Cuesta-Vargas AL, Garcia-Romero JC, Arroyo-Morales M, Diego-Acosta AM, Daly DJ. 2011.</p> <p>Exercise, manual therapy, and education with or without high intensity deep-water running for NSCLBP: a pragmatic RCT.</p>	<p>RCT, Pedro Scale: 6/10</p>	<p>49 soggetti affetti da NSCLBP</p>	<p>Il <b>gruppo di esercizio terapeutico multimodale personalizzato che comprende la corsa in acqua profonda</b> segue 15 settimane di trattamento per 3 volte la settimana. Ogni seduta comprende 15 min. di esercizi di mobilità, 15 min. di attività incentrate al controllo motorio, 30 min. di esercizi di rinforzo muscolare ed interventi di educazione comportamentale. Questo gruppo svolge inoltre in aggiunta una sessione di corsa in acqua profonda della durata di 20 min. alla soglia aerobica. Il carico di lavoro nel corso delle 15 settimane viene progressivamente adattato al livello dei partecipanti dello studio.</p> <p>Il gruppo controllo di esercizio terapeutico multimodale personalizzato non comprende la sessione aggiuntiva di corsa in acqua profonda.</p>	<p>L'outcome primario è la Visual Analogue Scale (dolore), gli outcomes secondari sono la Roland Morris Disability Questionnaire (disabilità), il Short Form-12 (stato di salute generale), e tre test per la valutazione degli impairments fisici a livello lombare.</p>	<p>Nel <b>gruppo intervento nel quale è inserito l'esercizio aerobico (corsa in acqua) (n=25)</b> dopo le 15 sett di trattamento la VAS è passata in media da 52.5 a 16.4 (69.7%), la RMDQ da 6.1 a 3.3 (46.9%) e il SF-12 da 41.3 a 51.8 (26%) per il dominio fisico e da 44.2 a 50.6 (14.5%) per il dominio mentale. Gli outcomes presentati hanno tutti mostrato un miglioramento clinicamente significativo, eccetto l'SF-12 per il dominio mentale.</p>

Nr	Referenze bibliografiche	Metodologia	Popolazione	Intervento	Misure di Outcome	Risultati
7	Chan CW, Mok NW, Yeung EW. 2011.  Aerobic Exercise Training in Addition to Conventional Physiotherapy for CLBP: A Randomized Controlled Trial	RCT, Pedro Scale 7/10	46 soggetti affetti da CLBP	<p>Il <b>gruppo che comprende l'esercizio aerobico</b> segue 8 settimane di trattamento per 3 volte la settimana. Il gruppo di intervento aerobico svolge 20' di esercizio su treadmill, stepping oppure cyclette in base alle preferenze del soggetto. L'intensità di lavoro è impostata inizialmente a 40-60% della frequenza cardiaca di riserva, progressivamente (incremento settimanale del 5%) l'intensità di lavoro viene portata fino all'85%. Oltre all'intervento aerobico questo gruppo comprende una presa in carico fisioterapica convenzionale per le problematiche di CLBP. La terapia convenzionale comprende: elettroterapia, mobilizzazioni passive segmentali del tratto lombare fino ad end-range, esercizi di stabilizzazione addominale e consigli relativi alla cura della schiena.</p> <p>Il gruppo controllo di questo studio comprende la terapia convenzionale senza aggiunta dell'intervento aerobico.</p>	Gli outcomes primari sono la Visual Analogue Scale (dolore), e la Aberdeen Low Back Pain Disability Scale (Disabilità). Gli outcomes secondari sono le misurazioni fisiche del grado di Fitness.	<p>Nel <b>gruppo intervento nel quale è inserito l'esercizio aerobico (n=24)</b> dopo le 8 settimane di trattamento la VAS è passata da 59.5 a 31.5 (47.06%), per la VAS non è stato svolto il Follow-up ad un anno. Mentre per quanto riguarda la ALBPDS dopo le 8 settimane è passata da 28.8 a 19.0 (34.03%) ed al follow-up ad un anno a 18.04 (36.12%).</p> <p>Gli outcomes presentati hanno mostrato un miglioramento clinicamente significativo.</p>

**Tabella 4** Caratteristiche degli studi/articoli analizzati nella presente revisione.

	Intervento aerobico			
	Follow up post-intervento (8-16 settimane)		Follow-up ad un anno (12 mesi)	
	Cambiamento (%)	n campione (n tot)	Cambiamento (%)	n campione (n tot)
<b>Dolore (VAS, MCPQ)</b>	<b>40.11</b>	185 (457)	<b>6.29</b>	72 (198)
numero di articoli considerati per il dolore	7		1	
<b>Disabilità (RMDQ, ODI, ALBPS)</b>	<b>30.06</b>		<b>31.60</b>	
numero di articoli considerati per la disabilità	7		2	
<b>Stato di salute generale (HADS, BDI, SF-12 mcs)</b>	<b>20.69</b>		<b>31.12</b>	
numero di articoli considerati per la salute mentale	6		1	

Tabella 5 Tabella riassuntiva relativa a dolore, disabilità e stato di salute generale.

## DISCUSSIONE

Le misure di outcomes prese in considerazione per la discussione di questa revisione della letteratura riguardano il dolore, la disabilità (funzione) e lo stato di salute generale. Questi domini rappresentano anche nella pratica professionale i principali outcome a cui buona parte dei fisioterapisti pone attenzione al fine di garantire al proprio paziente una corretta gestione della presa in carico.

Per quanto concerne il dolore sono state utilizzate come misure di outcomes la Visual Analogue Scale (VAS) e il McGill Pain Questionnaire (MGPQ) siccome sono le scale di valutazione del dolore più valide ed affidabili utilizzate in riabilitazione (McDowell et al., 1987; Melzack R, 1975). Mentre per quanto riguarda la disabilità le misure di outcomes utilizzate sono il Roland Morris Disability Questionnaire (RMDQ), la Oswestry Disability Index (ODI) e la Aberdeen Low Back Pain Disability Scale (ALBDS). Questi strumenti permettono di valutare le limitazioni nelle attività della vita quotidiana e occupazionali, le loro proprietà di misurazione risultano essere tra le più valide e ripetibili per le problematiche legate ai disturbi della colonna (Deyo RA, 1986). Infine per lo stato di salute sono state utilizzate le seguenti misure di outcomes la Back Depression Inventory (BDI), la Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS) ed il Mental Component Summary (MCS) della Short Form-36/12 (SF 36/12). Queste scale sono utilizzate per misurare lo stato generale e psicologico dei pazienti che partecipano ai trials. Per quanto riguarda la MCS della SF-36/12 tale questionario può essere considerato come Gold Standard<sup>6</sup>, mentre per la HADS e la BDI gli autori non esprimono a riguardo particolari giudizi su ripetibilità e validità.

I Follow-up presi in esame per l'analisi dei risultati sono stati svolti dopo il periodo di trattamento, l'intervallo considerato va dalle 8 alle 16 settimane (7 articoli), e al termine di un periodo di 12 mesi dal termine del trattamento (2 articoli). Durante il follow-up vengono rivalutate le misure di outcomes primarie e secondarie, ed in seguito comparate con la baseline valutata nello screening d'entrata dei soggetti (cfr. [Tabella 4](#)).

---

<sup>6</sup> [www.sf-36.org](http://www.sf-36.org)

Dai risultati raccolti e sintetizzati nella [Tabella 4](#) possiamo dire che la durata in settimane dei vari interventi proposti negli articoli è molto differenziata, anche se la maggioranza degli autori ha proposto un periodo complessivo di esercizio di almeno 10 settimane fino ad un massimo di 16 settimane. Non è stato così per gli articoli di Dogan et al. (2008) e Chan et al. (2011) nel quale gli interventi proposti avevano una durata inferiore alle 10 settimane. Tutti gli autori hanno optato per una frequenza di sedute per settimana di 3 volte. Per quanto concerne gli interventi proposti il riscaldamento iniziale prima di eseguire l'esercizio aerobico e il defaticamento finale sono stati proposti in tre programmi (Chatzitheodorou D et al., 2007; Dogan S et al., 2008; Murtezani A et al., 2011). La durata del riscaldamento va da 15 a 5 minuti, mentre per il defaticamento dai 3 ai 5 minuti. Il treadmill è stato l'attrezzo utilizzato con più frequenza per il riscaldamento mentre per il defaticamento lo stretching muscolare. Buona parte degli autori hanno proposto una durata complessiva di esercizio aerobico che va dai 30 ai 50 minuti (Chatzitheodorou D et al., 2007; Smeets R et al., 2007; Dogan S et al., 2008; Kell R et al., 2009; Murtezani A et al., 2011). Mentre per quanto riguarda l'intensità di lavoro utilizzata gli autori hanno con maggior frequenza proposto un intervallo di lavoro tra il 60-65% all'85% della frequenza cardiaca massima (Chatzitheodorou D et al., 2007; Smeets R et al., 2007; Dogan S et al., 2008; Murtezani A et al., 2011; Chan C et al., 2011). L'attrezzo citato nei vari protocolli di intervento e utilizzato maggiormente dai soggetti che hanno partecipato ai trials è stato il treadmill (Chatzitheodorou D et al., 2007; Dogan S et al., 2008; Kell R et al., 2009; Murtezani A et al., 2011; Chan C et al., 2011). In abbinamento all'esercizio aerobico alcuni autori hanno proposto degli interventi aggiuntivi: Smeets R et al. (2007) dopo la Cyclette fanno eseguire un programma di 75 minuti nel quale svolgono un programma di forza e resistenza per la muscolatura del tronco e degli arti inferiori; Cuesta-Vargas et al. (2011) propongono invece all'interno della seduta 15 minuti di esercizi di mobilità, 15 minuti di attività incentrate al controllo motorio, 30 minuti di esercizi di rinforzo muscolare ed interventi di educazione comportamentale. Tale intervento ha proposto delle riduzioni significative in particolare nel dolore (69.7%) e nella disabilità (46.9%) nel follow-up post-trattamento; Dogan S et al. (2008) hanno invece proposto ai loro soggetti di eseguire quotidianamente degli esercizi domiciliari volti al rinforzo muscolare, alla mobilità e all'allungamento muscolare; Chan C et al. (2011) hanno abbinato all'esercizio aerobico un intervento individualizzato di presa in carico fisioterapica finalizzato al CLBP che comprendeva: elettroterapia,

mobilizzazioni passive segmentali del tratto lombare, esercizi di stabilizzazione addominale e consigli relativi alla cura della schiena.

Dai risultati riassunti nella [Tabella 5](#) possiamo affermare che il dominio relativo al dolore ha registrato una diminuzione media del 40.11%, mentre la disabilità ha registrato una diminuzione media del 30.06% nel follow-up post-intervento. Entrambi i miglioramenti registrati in tale periodo possono essere ritenuti una “utile guida” in quanto hanno espresso un miglioramento medio pari almeno al 30%, questi dati inoltre sono riferiti alla totalità degli articoli analizzati (Ostelo RW et al., 2008). Lo stato di salute generale ha evidenziato invece un miglioramento medio del 20.69% nel follow-up post intervento, per questo dominio gli articoli considerati sono sei.

Riguardo il Follow-up ad un anno di distanza dall'intervento aerobico va sottolineato che i dati ricavati dalla letteratura sono limitati in quanto per il dolore solo un articolo ha eseguito il follow-up e ha riportato un miglioramento del 6.29% (Smeets R et al., 2007). Per la disabilità il miglioramento medio al follow-up è stato del 31.60% ed è stato riportato in due articoli (Chan CW et al., 2011; Smeets R et al., 2007), il cambiamento medio nel dominio legato allo stato di salute generale è stato del 31.12% ed è riportato da un solo articolo (Smeets R et al., 2007). I cambiamenti riscontrati nella disabilità e nello stato di salute generale possono essere ritenuti rilevanti in quanto presentano un miglioramento degli outcomes presentati superiori al 30% (Ostelo RW et al., 2008), d'altro canto tali miglioramenti sono riportati da un numero esiguo di articoli che hanno eseguito il follow-up ad un anno dalla fine dell'intervento (cfr. [Tabella 5](#)).

Sembrerebbe inoltre che l'intervento aerobico arrechi particolare beneficio nella riduzione del dolore in quanto l'esercizio aerobico e l'immediato periodo di recupero sono associati ad analgesia. Lo stato analgesico è legato all'attivazione diretta dei substrati corticali che inibiscono il dolore. L'aumento della secrezione endorfinica della ghiandola pituitaria, di leucociti e macrofagi nei tessuti danneggiati possono contribuire all'effetto analgesico. I miglioramenti nella riduzione del dolore sono probabilmente da attribuire all'azione oppiacea innescata dall'esercizio aerobico. Quindi è presumibile affermare che tale intervento agisca sui meccanismi centrali legati al dolore, di fatto il sistema nervoso e il sistema endocrino sono i mediatori di questo effetto benefico (Chatzitheodorou et al., 2007). Possiamo quindi affermare dalla lettura degli articoli che l'esercizio aerobico incide in modo favorevole sul dolore, tale miglioramento si ripercuote sulla riduzione della

disabilità e nello stato di salute generale. Infatti il dolore nelle sue forme croniche porta il soggetto a limitare le proprie attività di vita quotidiana e la propria sfera partecipativa. La riduzione delle attività e della partecipazione provoca conseguentemente un decondizionamento generale che alimenta ulteriormente i quadri disfunzionali cronici come quelli che si riscontrano in pazienti affetti da Chronic Low Back Pain.

Perciò l'esercizio aerobico può essere integrato nel programma riabilitativo di soggetti che soffrono di Chronic Low Back Pain per l'efficacia dimostrata in termini di riduzione del dolore, della disabilità e nel miglioramento delle condizioni dello stato di salute generale. Questo intervento risulta di facile attuazione in quanto può essere svolto non solo in una struttura "adibita" ma anche autonomamente a casa, i costi inoltre sono in genere contenuti se confrontati con altri interventi. L'esercizio aerobico risulta quindi un buon metodo di trattamento aggiuntivo per la lombalgia cronica aspecifica.

In sintesi dai risultati osservati possiamo affermare che l'esercizio aerobico effettuato singolarmente o in concomitanza ad altre pratiche fisioterapiche è utile nella riduzione del dolore, della disabilità e nel miglioramento dello stato di salute generale. Inoltre i risultati mostrano come l'esercizio aerobico ad alta intensità eseguito per una durata compresa tra i 30-50 minuti è maggiormente efficace, rispetto a quello eseguito ad una bassa intensità per una durata inferiore ai 30 minuti, nel ridurre dolore, disabilità e stato di salute generale (Murtezani et al., 2011; Dogan et al., 2008; Chatzitheodorou et al., 2007). Dalla revisione risulta che l'esercizio aerobico ad alta intensità è una modalità di allenamento nel quale il soggetto deve mantenere un'intensità di lavoro compresa tra il 60-85% della frequenza cardiaca massima. L'apparecchiatura con il quale i vari autori hanno fatto svolgere con più frequenza l'esercizio aerobico negli interventi proposti è stato il treadmill. Dagli articoli è emerso in modo omogeneo che tutti gli autori hanno considerato una frequenza di 3 sedute a settimana di esercizio aerobico. Infine possiamo aggiungere che gli interventi nel quale è stato previsto un incremento progressivo del carico di lavoro in termini di durata e di intensità nell'arco del periodo di intervento (Chatzitheodorou D et al., 2007; Murtezani A et al., 2011; Cuesta Vargas AL et al., 2011; Chan C et al., 2011), hanno riscontrato un miglioramento maggiore degli outcome (dolore, disabilità e stato di salute generale) rispetto agli interventi che non hanno previsto un incremento del carico di lavoro.

I limiti della revisione sono imputabili al tipo di intervento attuato nei vari trials, in quanto per definire al meglio l'efficacia di tale intervento andrebbero effettuati degli studi

incentrati in modo esclusivo sull'esercizio aerobico. Si potrebbero eseguire studi che mettano a confronto ad esempio l'esercizio aerobico svolto ad alta e rispettivamente bassa intensità ed infine trials legati alle apparecchiature/strumenti utilizzati durante l'allenamento/esercizio aerobico. Dall'analisi degli studi non è possibile definire un programma standard per l'esercizio aerobico, anche se generalmente l'esercizio ad alta intensità ha mostrato un'efficacia maggiore. In futuro saranno necessari ulteriori gruppi di studio al fine di definire per questo intervento delle linee guida.

## **CONCLUSIONI**

L'esercizio aerobico si è rivelato efficace, in particolare nel follow-up post intervento (8-16 settimane), nella riduzione del dolore e della disabilità, per quanto riguarda lo stato di salute generale i miglioramenti ottenuti non possono essere considerati clinicamente significativi.

L'esercizio aerobico svolto per una durata compresa tra i 30 e i 50 minuti ad alta intensità è risultato più valido dell'esercizio aerobico a bassa intensità. I programmi di intervento che hanno previsto un incremento progressivo del carico di lavoro sono risultati più efficaci. La frequenza di allenamento proposta dagli autori è di tre sedute a settimana. Tra le tipologie di esercizio aerobico indagate negli studi presi in esame il treadmill è stato il dispositivo più utilizzato.

## BIBLIOGRAFIA

- Astrand P, Rodahl K, Dahl H, Stromme S. *Work Physiology*. 4th edizione. McGraw-Hill. 2003
- Berwick DM, Budmann S. *No Clinical effect of Back School in an HMO. A randomized Controlled Trial*. Spine 14 (3): 338-344.1989.
- Buckley J. *Exercise physiology in special population*. Elsevier. Capitolo 5: 119-160. 2008.
- Cerretelli P, di Prampero, PE. 1988. *High energy phosphate utilization for work production and tension maintenance in frog muscle*. Pflug. Arch. 412, 270–276.
- Chan CW, Mok NW, Yeung EW. *Aerobic exercise training in addition to conventional physiotherapy for chronic low back pain: A randomized controlled trial*. Arch Phys Med Rehabil. 2011 Oct;92 (10): 1681-1685.
- Chatzitheodorou D, Kabitsis C, Malliou P, Mougios V. *A pilot Study of the effects of high-intensity aerobic exercise versus passive interventions on pain, disability, psychosocial strain, and serum cortisol concentrations in people with chronic low back pain*. Phys Ther. 2007 Mar; (3): 304-312.
- Cuesta-Vargas AI, Garcia-Romero JC, Arroyo-Morales M, Diego-Acosta AM, Daly DJ. *Exercise, manual therapy, and education with or without high intensity deep-water running for nonspecific chronic low back pain: a pragmatic randomized controlled trial*. AM J Phys Med Rehabil. 2011 Jul (7): 526-534.
- Deyo RA. *Comparative validity of the Sickness Impact Profile and shorter scales for the functional assessment in low-back pain*. Spine. 1986;11: 951-954.
- Ferrari S, Pillastrini P, Vanti C. *Riabilitazione integrate delle lombalgie*. Masson Ed. Seconda Edizione: (1) 3-11. Milano. 2005.
- Hayden JA, van Tulder MW, Malmivaara AV, Koes BW. *Metanalysis: exercise therapy for nonspecific LBP*. Ann Intern Med. 2005a; 142: 765-775.
- Kell RT, Asmundson GJ. *A comparison of two forms of periodized exercise rehabilitation programs in the management of chronic nonspecific low-back pain*. J Strenght Cond Res. 2009 Mar; 23 (2): 513-523.

- Koldas Dogan S, Sonel Tur B, Kurtais Y, Atay MB. *Comparison of three different approaches in the treatment of chronic low back pain*. Clin Rheumatol. 2008 Jul; 27 (7): 873-881.
- McArdle W, Katch F, Katch V. *Fisiologia applicata allo sport*. Casa ed Ambrosiana. Seconda edizione: (21) 469-514. Milano 2009.
- McDowell I, Newell C. *Measuring Health: A Guide to Rating Scale and Questionnaire*. New York, NY: Oxford University Press; 1987: 243-249.
- Melzack R. *The McGill Pain Questionnaire: major properties and scoring methods*. Pain. 1975; 1:277-299.
- Monti M, Turolla A, Papeschi C, Leoni D, Barboni M, Pistola E, Dalla Riva S, Polli A. *Introduzione al LBP e valutazione del rachide lombare. 3° seminario MRDM-UNIGE 26-30 marzo 2011. Savona*.
- Murtezani A, Hundozi H, Orovcanec N, Sllamniku S, Osmani T. *A comparison of high intensity aerobic exercise and passive modalities for the treatment of workers with chronic low back pain: a randomized controlled trial*. Eur J Phys Rehab Med. 2011 Sep; 47 (3):359-366.
- Pasini E. 2000. *Fisiopatologia dell'esercizio. Adattamenti ormonali e metabolici*. Italian Heart Journal Supplement 1: 339-342.
- Smeets RJ, Vlaeyen JW, Hiiding A, Kester AD, van der Heijden GJ, Knottnerus JA. *Chronic low back pain: physical training, graded activity with problem solving training, or both? The one-year post-treatment results of a randomized controlled trial*. Pain. 2008 Feb; 134 (3): 263-276.
- Ostelo RW, Deyo RA, Stratford P, Waddell G, Croft P, Von Korff M, Bouter LM, de Vet HC. *Interpreting Change Scores for Pain and Functional Status in Low Back Pain. Towards International Consensus Regarding Minimal Important Change*. Spine 2008 33(1):90-94
- Van Tulder M, Becker A, Bekkering T, Breen A, Gil Del Real MT, Hutchinson A et al. *European Guidelines for the management of acute non specific low back pain in primary care*. Eur Spine J. 2006; 15: 169-191.
- Vlaeyen JWS, Linton SJ. *Fear Avoidance and its consequences in chronic musculoskeletal pain: a state of the art*. Pain. 2000. 85:317-332.

Varliero R. *Handicap ed incidenza socio-economica nel LBP*. Convegno Multidisciplinare sulla Patologia Degenerativa del Rachide Lombare. Rimini, 5-6 ottobre 2001.

Waxmann R, Tennant A. *A prospective Follow-up Study of LBP in the Community*. *Spine* 25 (16): 2085-2090. 2000

## ACRONIMI

BDI	beck depression inventory
CLBP	chronic low back pain
FABQ	fear-avoidance beliefs questionnaire
GHQ	general health questionnaire
HADS	hospital anxiety and depression scale
LBP	low back pain
MCS	mental component summary
MGPQ	mc gill pain questionnaire
ODI	oswestry disability index
PCS	physical component summary
PRI	pain rating index
RCT	randomized controlled trial
RMDQ	roland-morris disability questionnaire
RS	sistematic rewiew
ROM	range of motion
SIP	sickness impact profile
VAS	visual analogue scale

## RINGRAZIAMENTI

Ringrazio il collega Diego Leoni, collaboratore didattico dell'Università degli studi di Genova per il supporto ed i preziosi consigli che mi ha fornito durante l'arco dell'intero lavoro, nonché la disponibilità dimostrata.

# ALLEGATI