



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

Mal di Schiena in persone amputate di arto inferiore in Italia: uno studio osservazionale

Candidato:

Piotr Karol Sadowski

(matricola S4902164)

Relatore:

prof. Marco Testa

ABSTRACT

Background: Il dolore post-amputazione è un fenomeno percettivo da sempre studiato con l'obiettivo di capirne i meccanismi per costruire scelte terapeutiche adeguate. La letteratura si concentra principalmente su due cause di dolore post-amputazione: dolore residuo dell'arto amputato e il dolore da arto fantasma. L'amputazione, ed in particolare quella dell'arto inferiore, comporta numerose disabilità secondarie che compromettono la qualità di vita ed il ritorno, per quanto possibile, alle attività di vita quotidiana. Il mal di schiena è una delle cause più frequenti di disabilità secondarie dopo l'amputazione. Il LBP negli amputati non è molto studiato e ci sono pochi studi in letteratura che ne esplorano i fattori di rischio e l'andamento nel tempo, tali da poter permettere di costruire delle solide basi per la riabilitazione e la gestione di questi pazienti. In particolare, in Italia, sono stati finora disponibili pochi dati sull'amputazione degli arti inferiori e sulle conseguenti disabilità secondarie ad essa - come il mal di schiena. Inoltre, nessuno studio nazionale ha tentato di valutare l'andamento temporale di questa complicanza secondaria. Infine, non è ancora chiaro se il LBP sia più prevalente nella popolazione con amputazione rispetto quella non amputata. Data la natura multifattoriale del LBP, è importante esplorare i fattori che ne influenzino la presenza e l'intensità.

Obiettivi: Indagare la prevalenza e l'intensità del mal di schiena nelle persone amputate di arto inferiore; analizzare i fattori di rischio che possono influenzarne la genesi.

Disegno di studio: cross-sectional.

Partecipanti: È stato reclutato un campione di 161 amputati residenti in Italia. Erano inclusi nello studio: età superiore a 18 anni; avere un arto inferiore amputato ad uno dei seguenti livelli: transfemorale, transtibiale, disarticolazione di anca, ginocchio, piede; essere stato sottoposto/a ad amputazione/i da non meno di 12 mesi; utilizzo di protesi superiore ai 6 mesi. Erano esclusi invece: età compresa tra 0-18 anni; essersi sottoposti a chirurgia vertebrale; possibile amputazione di arto inferiore di altro livello o amputazione bilaterale degli arti inferiori.

Risultati: Il mal di schiena dopo l'amputazione è un fenomeno comune negli amputati di arto inferiore in Italia, con una prevalenza del 82% post-amputazione e del 70% nell'ultimo anno. L'intensità è stata stimata come un dolore moderato (5/10 della NPRS). Nella popolazione amputata avere un problema di natura muscoloscheletrica all'arto non amputato ha mostrato essere significativamente associato al mal di schiena.

INDICE

1. Introduzione	<i>pagina 4</i>
2. Materiali e Metodi	<i>pagina 5</i>
3. Risultati	<i>pagina 8</i>
4. Discussione	<i>pagina 14</i>
5. Conclusione	<i>pagina 19</i>
6. Ringraziamenti	<i>pagina 19</i>
7. Bibliografia	<i>pagina 19</i>

Mal di Schiena in persone amputate di arto inferiore in Italia: uno studio osservazionale.

1. Introduzione

In Italia sono 4.1 milioni le persone con una restrizione alla partecipazione¹, di cui 1.2 milioni di tipo motorio². All'interno di quest'ultima popolazione, circa 200.000 sono persone amputate di arto inferiore, di queste circa l'80% sono anziani che subiscono amputazioni a causa di problemi diabetici o vascolari³, il 10% sono adulti di mezza età, spesso vittime di incidenti sul lavoro, e per il restante 10% sono giovani, vittime anch'essi di incidenti stradali ed eventi traumatici di altro genere in aggiunta a malformazioni congenite, infezioni e tumori⁴. Il livello di amputazione varia da persona a persona in base alla causa. I livelli più frequenti di amputazione avvengono sotto (transtibiale 47%) e sopra al ginocchio (transfemorale 31%). Le altre amputazioni riguardano vari livelli tra cui: disarticolazione di spalla (1.5%), transomerale (4%), diarticolazione gomito (0.5%), transradiali (8%), amputazione mano (2%), disarticolazione anca ed emipelvectomia (2%), disarticolazione ginocchio (1%) e disarticolazione caviglia (3%)^{1,2,4}. Qualunque ne sia la causa e la parte del corpo affetta, l'amputazione rappresenta un evento impattante nella qualità di vita delle persone che la subiscono⁵. Essa rappresenta una sfida sia per la persona amputata sia per la società in quanto l'amputazione, oltre alle conseguenze fisiche impatta sulla sfera psicologica, sociale ed economica dell'individuo⁶.

L'amputazione comporta, inoltre, numerose disabilità secondarie che compromettono la qualità di vita e il ritorno alle attività di vita quotidiana⁷. Nello specifico, nella popolazione di amputati di arto inferiore le patologie muscoloscheletriche impattano in maniera significativa sul vissuto personale⁸. In particolare, il mal di schiena è una delle più frequenti disabilità secondarie che coinvolgono l'amputato⁹⁻¹¹. Il mal di schiena negli amputati non è molto studiato e ci sono pochi studi⁸ in letteratura che ne esplorino la prevalenza, i fattori di rischio e l'andamento nel tempo, per permettere di costruire delle solide basi per la gestione di questa problematica. Alcuni studi riportano che il mal di schiena colpisce dal 50% all'80% la popolazione amputata^{11,12}. Smith et al. riportano che le persone con amputazione percepiscono la sensazione di mal di schiena più fastidiosa del dolore da arto fantasma o del dolore residuo del moncone¹⁰. Disabilità multifattoriali come fattori fisici, fattori personali¹³ e specifici dell'amputato possono contribuire all'insorgenza della lombalgia come spiegato di seguito. Nello specifico, i fattori fisici sono: il modo di deambulare¹⁴, ridotta forza e resistenza dei muscoli spinali¹⁵, discrepanza nella lunghezza delle

gambe^{16,17} e aumento dell'inclinazione pelvica anteriore¹⁸. I fattori personali sono: l'età, il sesso, l'indice di massa corporea, lo stato lavorativo e la presenza comorbidità come diabete, depressione, artrosi, malattie cardiache. Infine, i fattori specifici dell'amputato sono: gli anni di utilizzo della protesi, il livello di amputazione, il dolore dell'arto non amputato e la presenza di dolore fantasma o dolore residuo del moncone.

In Italia solo pochi studi hanno indagato le disabilità secondarie dopo l'amputazione degli arti inferiori come il mal di schiena^{8,19}. Inoltre, nessuno studio nazionale ha già valutato la prevalenza di questa disabilità secondaria, in questa popolazione, sul territorio nazionale³. Per concludere, non è ancora chiaro se il mal di schiena sia più diffuso nella popolazione amputata rispetto alla sua controparte²⁰ non amputata²¹⁻²⁴. Data la natura multifattoriale del mal di schiena²⁵, è quindi necessario esplorare i possibili fattori che possono influenzarne la presenza e l'intensità per poter costruire un solido background per definire un percorso riabilitativo migliore per la gestione di queste persone. Per questo motivo, l'obiettivo del presente studio è quello di indagare la prevalenza e l'intensità del mal di schiena nella popolazione amputata residente in Italia. Si andrà ad analizzare l'esperienza di mal di schiena prima della amputazione, dopo la amputazione, ad un anno, a sei mesi, nell'ultimo mese e prima la pandemia da Covid-19. Inoltre, si investigheranno i fattori di rischio che in qualche modo possono contribuire all'esperienza di mal di schiena.

2. Materiali e Metodi

2.1 Disegno di studio

È stato condotto presso l'Università di Genova uno studio cross-sectional attraverso un questionario online. Lo studio aveva i seguenti obiettivi: (1) indagare la prevalenza e l'intensità del mal di schiena nelle persone amputate di arto inferiore; (2) analizzare i fattori di rischio che possono influenzarne la genesi. Il questionario è stato sviluppato secondo l'International Handbook of Survey Methodology²⁶. Lo studio è stato condotto seguendo la Dichiarazione di Helsinki²⁷. L'approvazione etica è stata ottenuta dal Comitato Etico per la Ricerca Universitaria (CERA: Comitato Etico per la Ricerca di Ateneo), Università di Genova (data di approvazione: 18 febbraio 2021 - CERA2021.37) e segue le raccomandazioni per lo svolgimento di studi osservazionali - STROBE (Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology)²⁸. Il questionario è stato validato da un panel di esperti appartenenti a diverse categorie professionali e da persone amputate (cinque

fisioterapisti, cinque bioingegneri e cinque persone con amputazione degli arti inferiori che hanno soddisfatto i criteri di ammissibilità per questo studio) che ne hanno valutato la content-validity e face-validity. Il questionario comprende 5 sezioni: 1) consenso informato dello studio, 2) informazioni demografiche, 3) condizioni di comorbidità, 4) storia di amputazione degli arti inferiori e 5) storia di mal di schiena. Nella prima sezione del questionario tutti i volontari sono stati informati sulla procedura degli studi e su come i loro dati sarebbero stati archiviati ed elaborati e hanno dovuto dare il loro consenso informato per procedere con la compilazione del questionario. Inoltre, nei primi paragrafi sono state indicate le modalità per contattare i ricercatori e per chiedere supporto o informazioni. La compilazione poteva essere interrotta in qualsiasi momento, revocando il consenso informato semplicemente abbandonando il questionario. Nella seconda sezione i partecipanti dovevano compilare il questionario con le loro informazioni demografiche come età, genere, lo stato attuale del lavoro o dello studio, la condizione socioeconomica, il livello di istruzione, il livello e il tipo di attività fisica e la qualità del sonno. La terza sezione si è concentrata sulla presenza di comorbidità, il livello e gli anni di amputazione e se i partecipanti erano stati sottoposti a chirurgia della colonna vertebrale. La quarta sezione ha indagato la storia e la caratteristica dell'amputazione dell'arto inferiore, il tipo di protesi e la presenza di dolore fantasma e dolore residuo del moncone. L'ultima sezione si è concentrata sulla storia, la presenza, durata, l'intensità del mal di schiena e risolto psicologico seguendo le raccomandazioni di Dionne et al.²⁹ sugli svolgimenti degli studi di prevalenza del mal di schiena.

2.2 Partecipanti

È stato reclutato un campione di partecipanti con amputazione degli arti inferiori residenti in Italia. Le persone sono state considerate idonee a eseguire questo studio se soddisfacevano i seguenti criteri: amputazione unilaterale degli arti inferiori di tipo transfemorale, transtibiale, disarticolazione dell'anca, del ginocchio o della caviglia, età superiore ai 18 anni, amputazione avvenuta non prima di 12 mesi, un minimo di sei mesi di utilizzo della protesi dall'amputazione. Infine, non sono stati posti limiti all'eziologia dell'amputazione. Al contrario, sono stati esclusi i partecipanti con una storia di chirurgia spinale in passato, un'amputazione bilaterale degli arti inferiori o altri livelli di amputazione oltre a quelli sopra menzionati.

2.3 Setting

Il questionario è stato implementato online tramite l'applicazione Microsoft Forms ed inviato dal 22 marzo 2021 al 21 giugno 2021. La popolazione target è stata contattata tramite social media, officine ortopediche e associazioni di categoria di amputati come le associazioni sportive paraolimpiche e sociali. In particolare, le persone sono state contattate dalla loro associazione o singolarmente dagli autori e gli è stata offerta la possibilità di partecipare a questo studio tramite e-mail personali o messaggi diretti su piattaforme di social media. È stato creato un database su Microsoft Excel per creare un elenco di persone, associazioni, società e amministrazioni pubbliche da reclutare e chiedere una collaborazione. Il primo contatto è stato effettuato telefonicamente o via e-mail per invitare alla collaborazione e poi società e associazioni di categoria hanno potuto contattare i propri associati per promuovere la compilazione del questionario. Dopo due settimane, è stato fatto un reminder tramite e-mail o telefono, in base alla prima modalità di contatto per aumentare la aderenza dei partecipanti allo studio. Alla prima richiesta, gli autori hanno chiesto un numero preciso di questionari inviati a persone terze per calcolare, al termine della raccolta dati, il tasso di risposta di questo studio. Al termine del periodo di raccolta dati è stata sospesa la possibilità di partecipare a questo studio. Successivamente è stato estratto un foglio Excel finale con la sintesi di tutti i dati dei partecipanti per analizzare le risposte raccolte.

2.4 Errori sistematici (bias)

Per ridurre il più possibile eventuali bias di selezione, il questionario è stato sottoposto a realtà differenti e indipendenti, come associazioni sportive, associazioni sociali volte a promuovere l'inclusione della popolazione amputata oppure officine ortopediche e sanitarie. Inoltre, il campionamento è stato reclutato su tutto il territorio italiano non limitandosi in una area geografica in particolare.

2.5 Metodi statistici

Per l'analisi dei risultati sono stati esclusi tutti i questionari incompleti. L'analisi descrittiva è stata condotta per comprendere le caratteristiche del campione. Le variabili continue sono state riportate come media \pm deviazione standard (DS), mentre le variabili categoriali sono state riportate come frequenze assolute e percentuali. È stata eseguita una regressione logistica con un metodo

backward per valutare il singolo impatto di ciascuna variabile sulla prevalenza del mal di schiena dopo amputazione di arto inferiore. Le variabili prese in esame sono state: genere, titolo di studio, livello sportivo, ore di sonno, comorbilità, fumo, livello di amputazione, problema/i alla gamba non amputata, tipo di protesi, frequenza di utilizzo della protesi, anni di utilizzo della protesi, mal di schiena prima dell'amputazione e accettazione dell'amputazione. La linearità delle variabili continue per il logit della variabile dipendente è stata valutata tramite la procedura Box-Tidwell. È stata applicata una correzione di Bonferroni utilizzando tutti e venti i termini del modello, ottenendo l'accettazione della significatività statistica quando $p < 0.01$. Sulla base di questa valutazione, tutte le variabili indipendenti continue sono risultate essere linearmente correlate al logit della variabile dipendente. Non c'era una valutazione residua standardizzata nell'elenco dei casi. Odds ratio (OR) e 95% CI sono stati stimati per ogni categoria di riferimento.

3. Risultati

Sono stati invitati 683 questionari a partecipanti che erano interessati a partecipare allo studio. Hanno compilato effettivamente N=239 partecipanti (tasso di risposta 32%). Infine, 161 questionari sono stati presi in esame rientrando nei criteri di inclusione dello studio. Le caratteristiche dei partecipanti sono riportate nella Tabella 1. I partecipanti N=161 avevano una età che variava dai 18 anni ai 76 anni. N=66 dei partecipanti (60%) pratica uno sport, di questi circa la metà, N=37, pratica uno sport a livello agonistico o professionale il restante N=29 pratica sport a livello amatoriale. La maggior parte dei partecipanti N=91 (57%) ha una buona qualità del sonno, riuscendo a dormire tra le 6 e le 8 ore. N=52 (32%) si riposa tra le 4 e le 6 ore, mentre N=10 (6%) non riesce ad avere un sonno ristoratore dormendo meno di 4 ore a notte. La maggior parte dei partecipanti N=104 (65%) non fuma e non ha dichiarato nessuna comorbilità nota N= 116 (72%) in fase di compilazione del questionario.

<i>Tabella 1</i>	
	Partecipanti (N=161)
Età (media, (DS))	49.2 (11.48)
Genere (N, (%))	
Maschio	144 (89.44)

Femmina	17 (10.56)
Educazione (N, (%))	
Licenza Media	69 (42.86)
Diploma di maturità	77 (47.83)
Laurea Triennale	8 (4.97)
Laurea Magistrale	7 (4.35)
Occupazione (N, (%))	
Non lavoratore	23 (14.29)
Studente	5 (3.11)
Lavoratore	94 (58.39)
Pensionato	39 (24.22)
Guadagno annuale (N, (%))	
<15.000 euro	54 (33.54)
Tra 15.001 and 28.000 euro	71 (44.10)
Tra 28.001 and 50.000 euro	28 (17.39)
Tra 50.001 and 75.000 euro	6 (3.73)
Più di 75.000 euro	2 (1.24)
Sport (N, (%))	
No	95 (59,01)
Si	66 (40.99)
Livello di sport (N, (%))	
No sport	95 (59.01)
Amatoriale	29 (18,01)
Agonistico o professionale	37 (22.98)
Sport praticati (N, (%))	
No sport	96 (59.63)
Uno sport	59 (36.65)
Più di uno sport	6 (3.73)
Sonno (N, (%))	
Meno di 4 ore	10 (6.21)
Tra le 4 e le 6 ore	52 (32.3)
Tra le 6 e le 8 ore	91 (56.52)
Più di 8 ore	8 (4.97)
Comorbidità (N, (%))	
Nessuna	116 (72.05)
Una	43 (26.71)
Più di una	1 (0.62)
Più di tre	1 (0.62)
Fumo (N, (%))	
No	104 (64.60)
Si	57 (35.40)

Le caratteristiche specifiche della popolazione amputata sono riportate nella Tabella 2. Il N=7 (5%) dei partecipanti ha subito anche una amputazione di arto superiore. N= 69 (43%) ha una amputazione di arto destro mentre il restante N=92 (57%) un'amputazione sinistra. La maggior parte dei partecipanti ha subito una amputazione transfemorale N=81 (50%) e transtibiale N=64

(40%). La maggior parte della popolazione presa in esame N=135 (84%) ha subito una amputazione a causa di un trauma. N=102 (63%) dei partecipanti riferisce un problema all'arto non amputato come, ad esempio dolore, disturbi della sensibilità o dolori muscoloscheletrici. Invece, riguardo l'arto amputato, N=106 (66%) riporta dolore come, ad esempio, dolore da arto fantasma o dolore residuo al moncone. Tutti gli amputati inclusi nello studio utilizzano la protesi da non meno di 6 mesi, ma la maggior parte dei partecipanti, N=132, utilizza la protesi da più di tre anni (82%) con una frequenza di 12 ore al giorno, N=126 (78%).

<i>Tabella 2</i>	
	Partecipanti (N=161)
Amputazione Arto Superiore (N, (%))	
No	154 (95.65)
Si	7 (4.35)
Amputazione Arto Inferiore (N, (%))	
Destro	69 (42.86)
Sinistro	92 (57.14)
Lv Amputazione Arto Inferiore (N, (%))	
Transtibiale	64 (39.75)
Disarticolazione anca	3 (1.86)
Disarticolazione ginocchio	12 (7.45)
Disarticolazione caviglia	1 (0.62)
Transfemorale	81 (50.31)
Eziologia amputazione (N, (%))	
Malformazione congenita	4 (2.48)
Tumore	9 (5.59)
Traumatica	135 (83.85)
Problematiche vascolari	9 (5.59)
Infezione	4 (2.48)
Dolore arto non amputato (N, (%))	
No	59 (36.65)
Si	102 (63.35)
Dolore arto amputato (N, (%))	
No	55 (34.16)
Si	106 (65.84)
Tipo di protesi (N, (%))	
Passiva	79 (49.07)
Attiva	76 (47.2)
Altro	6 (3.73)
Utilizzo della protesi (N, (%))	
Tra i 6 mesi e un anno	4 (2.48)
Tra 1 anno e 2 anni	15 (9.32)
Tra 2 anni e 3 anni	10 (6.21)
Più di tre anni	132 (81.99)
Frequenza utilizzo protesi (N, (%))	

Meno di 4 ore	9 (5.59)
Circa 8 ore	26 (16.15)
Più di 12 ore	126 (78.26)

La prevalenza del mal di schiena è descritta nella figura 1. I dati riguardanti il mal di schiena sono riportati nella tabella 3. N=63 (40%) hanno dichiarato di aver provato prima della amputazione un episodio di mal di schiena. Invece, N=132 amputati (81%) hanno avuto almeno un episodio di mal di schiena dopo aver subito l'amputazione. N=82 (51%) dei partecipanti partecipanti allo studio dichiara di aver avuto un attacco di mal di schiena nell'ultimo mese, N=109 (67%) negli ultimi sei mesi e N=112 (70%) nell'ultimo anno. È stata chiesta, inoltre, la presenza di un eventuale attacco di mal di schiena prima dello scoppio della pandemia da Covid-19. N=105 partecipanti (65%) hanno confermato l'attacco di mal di schiena. A fronte dei N=161 amputati reclutati, la maggior parte dei partecipanti, N=89, indica come frequenza del mal di schiena dopo l'amputazione come saltuaria, di tanto in tanto. N=24 partecipanti dichiarano un mal di schiena frequente caratterizzato da più di un episodio a settimana. Un mal di schiena costante, ovvero quasi tutti i giorni, è stato denunciato da N=19 partecipanti. È stata indagata anche intensità del mal di schiena utilizzando una scala (NPRS) numerata da 0 a 10, dove 0 corrisponde a nessun dolore e 10 peggior dolore immaginabile. La media dell'intensità di dolore è stata di 4,89.

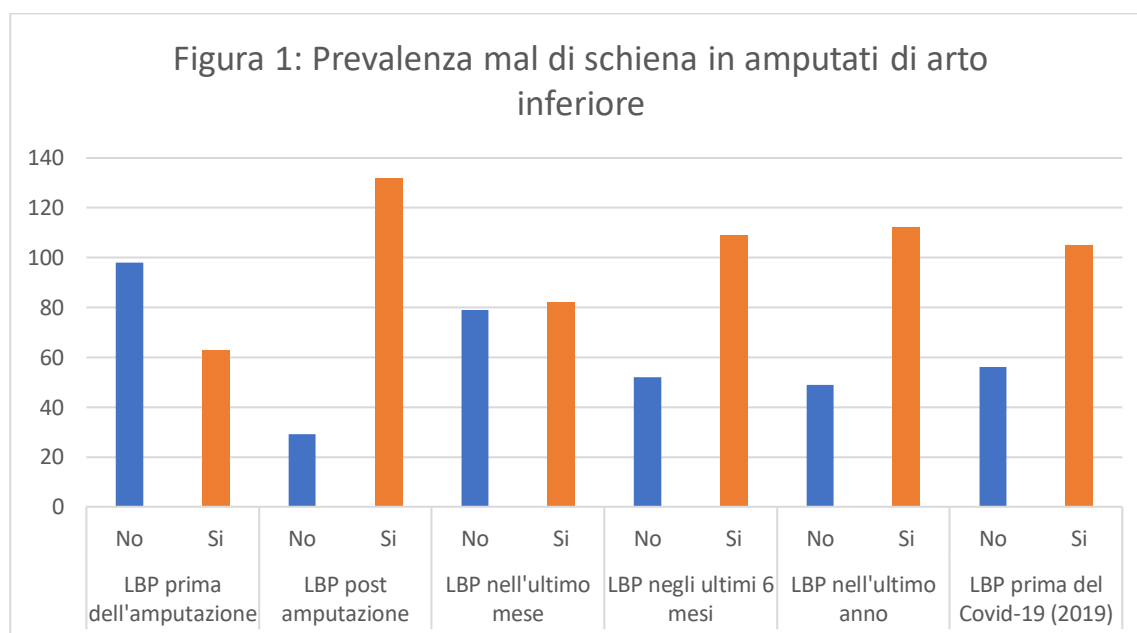


Tabella 3	
Partecipanti (N=161)	
LBP prima dell'amputazione (N, (%))	

No	98 (60.87)
Si	63 (39.13)
LBP post amputazione (N, (%))	
No	29 (18.01)
Si	132 (81.99)
LBP nell'ultimo mese (N, (%))	
No	79 (49.07)
Si	82 (50.93)
LBP negli ultimi 6 mesi (N, (%))	
No	52 (32.30)
Si	109 (67.70)
LBP nell'ultimo anno (N, (%))	
No	49 (30.43)
Si	112 (69.57)
LBP prima del Covid-19 (2019) (N, (%))	
No	56 (34.78)
Si	105 (65.22)
Frequenza LBP post amputazione (N, (%))	
No	29 (18,01)
Di tanto in tanto	89 (55.28)
Frequente (più di un attacco a settimana)	24 (14.91)
Costante (quasi tutti i giorni)	19 (11.80)
Dolore (media, (DS))	4.9 (2.87)

Inoltre, attraverso una scala Likert, è stata indagata la sfera psicologia del soggetto amputato (Tabella 4). Utilizzando il consensus statement Delphi³⁰ per cercare il consenso sulle definizioni, il consenso è stato considerato raggiunto se $\geq 70\%$ degli amputati d'accordo sull'argomento proposto. Alla frase "Sono ottimista circa il mio futuro e sono pronto a superare ciò che la vita mi pone davanti" e alla frase "Sono consapevole della mia situazione ed ho accettato la mia storia personale" rispettivamente N=147 (91%) e N=146 (91%) dei partecipanti era d'accordo.

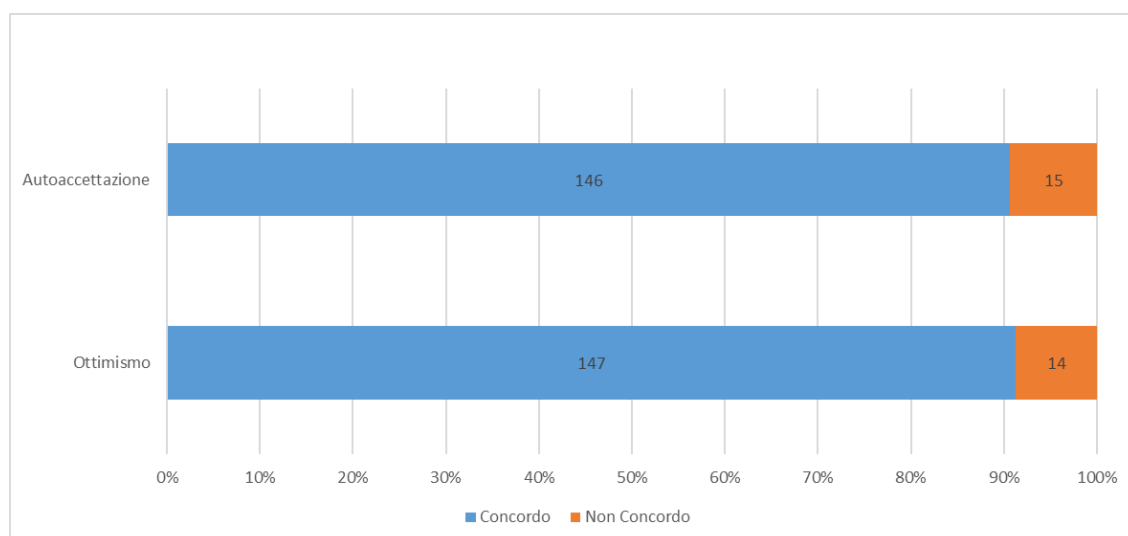


Tabella 4

Inoltre, è stata eseguita la regressione logistica binomiale per accertare gli effetti delle variabili indipendenti come genere, titolo di studio, livello sportivo, ore di sonno, comorbidità, fumo, livello di amputazione, problema/i alla gamba non amputata, tipo di protesi, frequenza di utilizzo della protesi, anni di utilizzo della protesi, mal di schiena prima dell'amputazione e accettazione dell'amputazione in caso di mal di schiena dopo l'amputazione (variabile dipendente). Dopo il metodo di eliminazione backward, solo la variabile "problema/i alla gamba non amputata", "tipo di protesi" e "frequenza dell'uso della protesi" aveva un livello di significatività $p < 0,2$. Il modello di regressione logistica era statisticamente significativo, $\chi^2(4) = 17,17$, $p < 0,001$. Tra le suddette variabili predittive, solo la variabile "problema/i alla gamba non amputata" è risultata significativa. I partecipanti che hanno problemi alla gamba non colpita presentano 1,58 [CI 95%: 0,70; 2,45] volte più probabilità di avere mal di schiena dopo l'amputazione (tabella 5).

Tabella 5

Mal di schiena post amputazione	Odds Ratio	p	95% CI per OR	
			Minimo	Massimo
Problemi arto non amputato	1,578	<0.001	0,7036	2,452
Tipo di protesi	0,6233	0,128	-0,1784	1,425
Tempo di protesi	-0,5576	0,139	-1,296	0,1807

4. Discussione

4.1 Risultati principali e interpretazione

Dopo l'analisi dei dati dei questionari somministrati il mal di schiena dopo l'amputazione è un fenomeno comune negli amputati di arto inferiore in Italia, con una prevalenza del 82% post-amputazione, del 70% nell'ultimo anno, del 67% negli ultimi sei mesi e del 51% nell'ultimo mese. L'intensità del dolore del mal di schiena è stata stimato come un dolore moderato, considerando il punteggio 5 su 10 della NPRS³¹.

Il campione preso in esame risulta essere una popolazione con una età media di 50 anni, prevalentemente non sportiva, sedentaria e lavoratrice. Questo fattore potrebbe incidere sulla maggior prevalenza del mal di schiena, poiché gli sportivi hanno un minor tasso di mal di schiena conducendo un'attività motoria costante e stile di vita attivo, rispetto alla popolazione generale. Questo comportamento positivo potrebbe spiegare la minor incidenza del mal di schiena negli sportivi^{32,33}. Infatti, tutte le linee guida sulla gestione del mal di schiena consigliano di restare attivi perché migliora la prognosi in termini di riduzione del dolore e ritorno alle normali attività³²⁻³⁵. Inoltre, Devan et al.³⁶, analizzando l'attività fisica e amputazione, ha evidenziato che l'esser fisicamente attivi ha aiutato i partecipanti dello studio a far fronte al loro mal di schiena, identificando e affrontando i movimenti ritenuti aberranti del rachide lombare durante l'esecuzione di attività funzionali.

È ben noto che la prevalenza del mal di schiena aumenti dall'adolescenza all'età adulta³⁷, considerando l'età media del campione in esame si potrebbe supporre che la prevalenza del mal di schiena negli amputati di arto inferiore sia superiore a quella in un campione comparabile per età e sesso nella popolazione generale^{7,22,23,36}. Questa osservazione è coerente con gli studi condotti da Devan et al³⁸. e Sivapuratharasu et al¹⁹. che riportano prevalenza del mal di schiena dopo amputazione rispettivamente del 63% e un range tra il 48% e il 77%, confrontando i dati per gruppi di età con la popolazione generale abbinata. Per comparare i dati raccolti con i dati epidemiologici sul mal di schiena in Italia e nel resto del mondo nella popolazione generale, Salaffi et al.³⁹ nel suo studio afferma che la prevalenza del mal di schiena in Italia è del 6%. Wu et al.²³ nel loro studio, analizzando il Global Burden of Disease Study⁴⁰ del 2017, affermano che la prevalenza nell'Europa Centrale il mal di schiena è del 13%. Ghanei et al.⁴¹ ha individuato la prevalenza del mal di schiena

ad un anno in una popolazione dai 69 ai 81 anni del 50%, Souza IMB et al.²⁴ in una popolazione generale al di sotto dei 60 anni ha individuato una prevalenza del 20%. In tutti gli studi citati pocanzi, i dati riportano una maggior prevalenza del mal di schiena nelle donne dove la prevalenza variava dal 35% all'82%. Una recente revisione sistematica di Dionne et al.⁴² ha mostrato che la prevalenza del mal di schiena sembrava più alta tra gli adulti di mezza età e donne. L'approccio biopsicosociale del dolore attribuisce le differenze di genere nel dolore a causa di interazioni tra fattori biologici, psicologici e socioculturali⁴³. In questo studio, a causa del basso numero campionario di donne N=17 contro l'elevato numero di uomini reclutati N=144, non è stato possibile osservare e dedurre conclusioni simili in comparazione agli studi appena citati. Quindi, si può affermare che la prevalenza del mal di schiena nella popolazione amputata sia maggiore rispetto alla popolazione generale.

Per quanto riguarda l'intensità (moderata, 5/10) e la frequenza (di tanto in tanto) del mal di schiena nella popolazione amputata in generale, al momento, ci sono pochi dati disponibili con una forte prova di efficacia^{7,8,11,32}, quindi i nostri risultati possono essere considerati utili per studi futuri.

Per quanto riguarda le variabili psicologiche di accettazione della storia personale e ottimismo al futuro, la maggior parte dei partecipanti ha dimostrato una visione positiva, e questo ha forse contribuito a non far evolvere una condizione di malessere. Infatti, buoni livelli di accettazione e sguardo positivo al futuro sono collegati a una minor percezione del dolore e ad un più alto livello di qualità di vita⁴⁴. Anche se in questo lavoro non è stato indagato il fattore depressione, la letteratura concorda che la presenza di questa è associata alla nascita di mal di schiena in persone con amputazione di arto inferiore⁴⁵. La presenza di depressione potrebbe portare a disregolazioni psicologiche, emotive e comportamentali e meccanismi mal adattativi, con conseguente aumento del dolore e sensibilità, e può rappresentare un fattore importante che contribuisce al mal di schiena nelle persone con amputazione di arto inferiore^{46,47}. Inoltre, in una visione biopsicosociale, gli adeguamenti comportamentali e sociali in una condizione di salute cronica con disabilità possono compromettere il coping e le strategie di un individuo ad affrontare la propria situazione, aumentando così il rischio di sviluppare mal di schiena⁴⁶.

Il risultato della regressione logistica ha messo in risalto che fare esperienza di dolore all'arto non amputato comporta un rischio maggiore di 1,58 volte di sviluppare mal di schiena dopo l'amputazione. Questo dato è concorde con i risultati presenti in letteratura^{7,36,48}. Ephraim et al.⁷ nel loro lavoro indagano la prevalenza, intensità e il dolore nell'arto non amputato dichiarando che circa la metà (49,7%) degli amputati di arto inferiore ne fa esperienza. Gli amputati di arto inferiore

avevano 8,1 volte in più di probabilità, rispetto agli amputati di arti superiori, di far esperienza di dolore all'arto non amputato. La statistica di questo studio ha analizzato anche altre variabili (genere, titolo di studio, livello sportivo, ore di sonno, comorbidità, fumo, livello di amputazione, tipo di protesi, frequenza di utilizzo della protesi, anni di utilizzo della protesi, mal di schiena prima dell'amputazione, accettazione) legate al mal di schiena ma che non sono state individuate come statisticamente significative. Tuttavia, lo studio di Devan et al.³⁸ ha trovato una correlazione con il mal di schiena e problematiche del moncone e aver più di due comorbidità in atto. Tuttavia, confrontando altri dati presenti in letteratura^{38,49,50} la presenza di dolore residuo al moncone o la presenza di arto fantasma è significativa e valore predittivo negativo per l'evolversi di mal di schiena.

Ciò nonostante, si possono fare delle riflessioni sui possibili fattori che possono in qualche modo influire alla genesi del mal di schiena nella popolazione di amputati di arto inferiore. In riabilitazione muscoloscheletrica, Hageaars et al.⁵¹ ha introdotto un modello multidimensionale di Carico e Capacità di Carico in grado di analizzare e interpretare la risposta del carico e capacità di carico generale e locale sottoposto ad un determinato individuo. Ciò permette di acquisire informazioni utili per formulare ipotesi prognostiche; in base a quanto una persona è in grado di sopportare gli stress sia a livello generale che locale, è possibile acquisire informazioni in merito alla prognosi, ovvero la risoluzione e un ritorno allo svolgimento normale delle sue funzioni. Il Carico locale è determinato dal tipo di attività (stress) a cui è sottoposta la struttura anatomica sede del disturbo. Il Carico generale è determinato dalla somma di tutte le condizioni di stress, siano esse di carattere affettivo, sociale o fisico a cui l'intero organismo dell'individuo è sottoposto. La Capacità di Carico Locale è quanto carico riesce a sopportare in un dato momento una certa struttura corporea, invece la Capacità di Carico generale è la capacità dell'intero organismo di sopportare le varie attività (stress). La capacità di carico tende sempre ad adattarsi al carico, sia esso crescente o calante. Un aumento eccessivo del carico rispetto alla capacità di carico dell'organismo provoca una riduzione della capacità di carico comportando un mancato equilibrio. Nella popolazione amputata di arto inferiore, sono presenti numerosi adattamenti e cambiamenti delle forze in carico.^{12,18} In base a questo ragionamento si può comprendere come fattori specifici dell'amputato possono contribuire al mal di schiena. Perkins et al.⁵² ha concluso che nelle persone amputate di arto inferiore l'aumentata suscettibilità al mal di schiena potrebbe essere in parte dovuta a cambiamenti mio-fasciali in seguito ad amputazione in aggiunta ad un mal adattamento di carico locale con un pattern

di andatura alterato. Invece, nello studio di Gailey et al.⁵³ si è analizzato se la differenza della lunghezza delle gambe può contribuire al mal di schiena in questa popolazione. È stato analizzato il movimento durante il cammino, l'appoggio monopodalico e il passo con la protesi, trovando una correlazione tra differenza di lunghezza degli arti e mal di schiena. Inoltre, la revisione afferma che coloro che utilizzano la protesi della stessa lunghezza dell'arto sano hanno significativamente meno sintomi di dolore rispetto a quelli con asimmetrie di lunghezza tra arto non amputato e arto protesico. Asimmetrie posturali possono derivare da queste disparità¹⁷. In contrasto Morgenroth et al.¹⁶ mette in discussione questo dato, non trovando nessuna correlazione statisticamente significativa tra dolore e genesi del mal di schiena a causa della differenza di lunghezza delle gambe. Un presunto fattore di rischio per l'insorgenza del mal di schiena sono le possibili alterazioni di movimento del rachide lombo-pelvico^{14,15,54,55}. Secondo gli autori citati, è possibile che in questa popolazione ci sia un aumento di carico locale, portando un mancato equilibrio, a causa di rotazioni assiali maggiori della colonna lombare⁵⁶, strategie di coordinazione tronco-pelvica più rigide⁵⁷ e un'apparente tendenza verso un'inversione nei pattern di movimento tronco-pelvico sul piano sagittale e trasversale⁵⁸. In conclusione, nella revisione sistematica di Sivapuratharasu et al.¹⁹ il quadro appare più complesso, rendendo difficile arrivare ad una conclusione forte in termini di prove di efficacia.

Tuttavia, i risultati del presente studio devono essere interpretati con cautela perché questo è uno studio cross-sectional, non in grado di identificare una correlazione causa-effetto tra i fattori di rischio citati e mal di schiena ma solo per stimare un'associazione tra di essi. Inoltre, il grande valore dell'intervallo di confidenza e i valori di Odds Ratio, anche con tutte le altre variabili analizzate, indica che è necessario un campione più grande per ottenere un risultato più accurato. Per questi motivi uno studio prospettico con una dimensione del campione adeguata è necessario per identificare i fattori di rischio per il mal di schiena negli amputati di arto inferiore e attuare strategie di prevenzione e trattamento efficaci.

4.2 Limiti dello studio

Differenti limiti di questo studio devono essere discussi. Un primo limite importante dello studio è il basso tasso di risposta ricevuto dai questionari (32%). Comparando gli altri survey presenti in letteratura, Devan et al. ha un tasso di risposta del 43,4%³⁸ mentre gli altri studi analizzati hanno un tasso di risposta variabile (56%)⁷. Nonostante i numerosi tentativi di aumentare il tasso di risposta e aderenza allo studio, utilizzando vari reminder, il tasso di risposta così basso può aver riportato delle distorsioni nei risultati poiché le persone che hanno un mal di schiena potrebbero aver maggior probabilità di rispondere al sondaggio rispetto a quelli che non ne hanno fatto esperienza. Inoltre, le caratteristiche degli amputati che non hanno risposto possono differire da quelli che hanno risposto, aumentando il rischio del non respond bias (bias di partecipazione o non risposta). Si ipotizza che il relativamente basso tasso di questionari completati dello studio è stato a causa della modalità di somministrazione. La modalità online non ha la possibilità di controllo delle fasi di compilazione e utilizzare come mezzo di diffusione del questionario associazioni, enti e società ha penalizzato l'aderenza allo studio.

Un secondo limite del presente studio è stato riscontrato durante l'analisi dati della regressione logistica. Non si sono potute trovare altre correlazioni statisticamente significative a causa dello scarso numero di dati, evidenziando un probabile ridotto campione.

Infine, data la natura multifattoriale del mal di schiena⁵⁹, il suddetto questionario non ha indagato altri fattori chiave associati al mal di schiena, come i fattori psicosociali (ad esempio la connotazione di catastrofizzazione, depressione e ansia)⁵⁹, fattori protesici (mobilità protesica, adattamento e comfort percepiti dell'invasatura), fattori fisici (grado di asimmetria dell'andatura), e uso di farmaci antidolorifici. Sebbene fosse inclusa una domanda sulla depressione, non è stato utilizzato uno strumento specifico sulla depressione come il modulo sulla depressione del Questionario sulla salute del paziente (PHQ-9)⁶⁰. Per l'obiettivo prefissato di questo studio si sono indagati solo i principali aspetti personali, specifici dell'amputato e fattori fisici associati al mal di schiena. Le future ricerche potrebbero concentrarsi sui fattori psicosociali e protesici per una comprensione più approfondita della loro influenza sulla presenza e intensità del mal di schiena nella popolazione amputata di arto inferiore.

5. Conclusione

La prevalenza del mal di schiena negli amputati di arto inferiore sembra essere maggiore rispetto alla popolazione generale. Il mal di schiena ha un impatto significativo in termini di dolore e frequenza di episodi; nella popolazione amputata avere un problema di natura muscoloscheletrica all'arto non amputato ha mostrato essere significativamente associato al mal di schiena. Al fine di dimostrare una correlazione causa-effetto, individuando i fattori di rischio e attuando di conseguenza strategie di prevenzione efficaci nella popolazione di amputati di arto inferiore, uno studio prospettico con un campione adeguato rappresenta una strada da percorrere.

6. Ringraziamenti

Questo studio è stato realizzato grazie alla disponibilità di persone volenterose che si sono messe in gioco per la ricerca. Si ringrazia: INAIL, Art4sport, Fondazione Don Gnocchi, Ottobock Italia, FINP, le associazioni di Calcio Amputati, FISPEs, Nazionale Pesistica, Pro2Up, Noi Amputati, ITOP Officine Ortopediche.

7. Bibliografia

1. Censis 2010. <https://www.censis.it/rapporto-annuale/44°-rapporto-sulla-situazione-sociale-del-paese2010> (2010).
2. Dati ISTAT. <http://dati.istat.it/>.
3. Lombardo, F. L., Maggini, M., De Bellis, A., Seghieri, G. & Anichini, R. Lower extremity amputations in persons with and without diabetes in Italy: 2001-2010. *PLoS One* **9**, 1–7 (2014).
4. Istituto superiore di Sanità. <https://www.iss.it/>.
5. Oaksford, K., Frude, N. & Cuddihy, R. Positive coping and stress-related psychological growth following lower limb amputation. *Rehabil. Psychol.* **50**, 266–277 (2005).
6. Zidarov, D., Swaine, B. & Gauthier-Gagnon, C. Quality of Life of Persons With Lower-Limb Amputation During Rehabilitation and at 3-Month Follow-Up. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* **90**, 634–645 (2009).

7. Ephraim, P. L., Wegener, S. T., MacKenzie, E. J., Dillingham, T. R. & Pezzin, L. E. Phantom pain, residual limb pain, and back pain in amputees: Results of a national survey. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* **86**, 1910–1919 (2005).
8. Highsmith, M. J. *et al.* Low back pain in persons with lower extremity amputation: a systematic review of the literature. *Spine J.* **19**, 552–563 (2019).
9. Ehde, D. M. *et al.* Back pain as a secondary disability in persons with lower limb amputations. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* **82**, 731–734 (2001).
10. Smith, D. G. *et al.* Phantom limb, residual limb, and back pain after lower extremity amputations. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 29–38 (1999) doi:10.1097/00003086-199904000-00005.
11. Kulkarni, J., Gaine, W. J., Buckley, J. G., Rankine, J. J. & Adams, J. Chronic low back pain in traumatic lower limb amputees. *Clin. Rehabil.* **19**, 81–86 (2005).
12. Devan, H., Tumilty, S. & Smith, C. Physical activity and lower-back pain in persons with traumatic transfemoral amputation: A national cross-sectional survey. *J. Rehabil. Res. Dev.* **49**, 1457–1466 (2012).
13. Farrokhi, S. *et al.* Biopsychosocial risk factors associated with chronic low back pain after lower limb amputation. *Med. Hypotheses* **108**, 1–9 (2017).
14. Hendershot, B. D. & Wolf, E. J. Three-dimensional joint reaction forces and moments at the low back during over-ground walking in persons with unilateral lower-extremity amputation. *Clin. Biomech.* **29**, 235–242 (2014).
15. Acasio, J. C. *et al.* Trunk-Pelvis motions and spinal loads during upslope and downslope walking among persons with transfemoral amputation. *J. Biomech.* **95**, (2019).
16. Morgenroth, D. C., Shakir, A., Orendurff, M. S. & Czerniecki, J. M. Low-back pain in transfemoral amputees is there a correlation with static or dynamic leg-length discrepancy? *Am. J. Phys. Med. Rehabil.* **88**, 108–113 (2009).
17. Rannisto, S. *et al.* Leg-length discrepancy is associated with low back pain among those who must stand while working. *BMC Musculoskelet. Disord.* **16**, (2015).
18. Devan, H., Carman, A., Hendrick, P., Hale, L. & Ribeiro, D. C. Spinal, pelvic, and hip

movement asymmetries in people with lower-limb amputation: Systematic review. *Journal of Rehabilitation Research and Development* vol. 52 1–19 (2015).

19. Sivapuratharasu, B., Bull, A. M. J. & McGregor, A. H. Understanding Low Back Pain in Traumatic Lower Limb Amputees: A Systematic Review. *Arch. Rehabil. Res. Clin. Transl.* **1**, 100007 (2019).
20. Flavell, C. A., Gordon, S. & Marshman, L. Classification characteristics of a chronic low back pain population using a combined McKenzie and patho-anatomical assessment. *Man. Ther.* **26**, 201–207 (2016).
21. Ehde, D. M. *et al.* Back pain as a secondary disability in persons with lower limb amputations. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* **82**, 731–734 (2001).
22. Kusljugić, A., Kapidžić-Duraković, S., Kudumović, Z. & Cickusić, A. Chronic low back pain in individuals with lower-limb amputation. *Bosn. J. Basic Med. Sci.* **6**, 67–70 (2006).
23. A, W. *et al.* Global low back pain prevalence and years lived with disability from 1990 to 2017: estimates from the Global Burden of Disease Study 2017. *Ann. Transl. Med.* **8**, 299–299 (2020).
24. Souza, I. M. B. de *et al.* Prevalence of low back pain in the elderly population: a systematic review. *Clinics* **74**, (2019).
25. Assessment of back pain - Differential diagnosis of symptoms | BMJ Best Practice. <https://bestpractice.bmj.com/topics/en-gb/189>.
26. International handbook of survey methodology. - PsycNET. <https://psycnet.apa.org/record/2008-04187-000>.
27. Dichiarazione di Helsinki della World Medical Association Principi etici per la ricerca biomedica che coinvolge gli esseri umani. (2013).
28. Elm, E. von *et al.* Strengthening the reporting of observational studies in epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. *BMJ* **335**, 806–808 (2007).
29. Dionne, C. E. *et al.* A consensus approach toward the standardization of back pain definitions for use in prevalence studies. *Spine (Phila. Pa. 1976)*. **33**, 95–103 (2008).

30. Powell, C. The Delphi technique: Myths and realities. *Journal of Advanced Nursing* vol. 41 376–382 (2003).
31. GA, H., S, M., T, K. & M, F. Measures of adult pain: Visual Analog Scale for Pain (VAS Pain), Numeric Rating Scale for Pain (NRS Pain), McGill Pain Questionnaire (MPQ), Short-Form McGill Pain Questionnaire (SF-MPQ), Chronic Pain Grade Scale (CPGS), Short Form-36 Bodily Pain Scale (SF-36 BPS), and Measure of Intermittent and Constant Osteoarthritis Pain (ICOAP). *Arthritis Care Res. (Hoboken)*. **63 Suppl 11**, (2011).
32. Stam, H. J., Dommissie, A. M. V. & Bussmann, H. J. B. J. Prevalence of low back pain after transfemoral amputation related to physical activity and other prosthesis-related parameters. *Disabil. Rehabil.* **26**, 794–797 (2004).
33. Wasser, J. G., Vincent, K. R., Herman, D. C. & Vincent, H. K. Potential lower extremity amputation-induced mechanisms of chronic low back pain: role for focused resistance exercise. *Disabil. Rehabil.* **42**, 3713–3721 (2020).
34. Koes, B. W. *et al.* An updated overview of clinical guidelines for the management of non-specific low back pain in primary care. *European Spine Journal* vol. 19 2075–2094 (2010).
35. Koes, B. W., Van Tulder, M. W., Ostelo, R., Kim Burton, A. & Waddell, G. Clinical guidelines for the management of low back pain in primary care: An international comparison. in *Spine* vol. 26 2504–2513 (2001).
36. Devan, H., Carman, A. B., Hendrick, P. A., Ribeiro, D. C. & Hale, L. A. Perceptions of low back pain in people with lower limb amputation: A focus group study. *Disabil. Rehabil.* **37**, 873–883 (2015).
37. Hill, J. J. & Keating, J. L. A systematic review of the incidence and prevalence of low back pain in children. *Phys. Ther. Rev.* **14**, 272–284 (2009).
38. Devan, H. *et al.* Exploring Factors Influencing Low Back Pain in People With Nondysvascular Lower Limb Amputation: A National Survey. *PM R* **9**, 949–959 (2017).
39. De Angelis, R., Salaffi, F. & Grassi, W. Prevalence of spondyloarthropathies in an Italian population sample: A regional community-based study. *Scand. J. Rheumatol.* **36**, 14–21 (2007).

40. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 354 diseases and injuries for 195 countries and territories, 1990-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet (London, England)* **392**, 1789–1858 (2018).
41. Ghanei, I. *et al.* The prevalence and severity of low back pain and associated symptoms in 3,009 old men. *Eur. Spine J.* **23**, 814–820 (2014).
42. CE, D., KM, D. & PR, C. Does back pain prevalence really decrease with increasing age? A systematic review. *Age Ageing* **35**, 229–234 (2006).
43. Greenspan, J. D. *et al.* Studying sex and gender differences in pain and analgesia: A consensus report. *Pain* **132**, S26 (2007).
44. Serbic, D. & Pincus, T. The relationship between pain, disability, guilt and acceptance in low back pain: a mediation analysis. *J. Behav. Med.* 2017 404 **40**, 651–658 (2017).
45. Darnall, B. D. *et al.* Depressive symptoms and mental health service utilization among persons with limb loss: Results of a national survey. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* **86**, 650–658 (2005).
46. Dominick, C. H., Blyth, F. M. & Nicholas, M. K. Unpacking the burden: Understanding the relationships between chronic pain and comorbidity in the general population. *Pain* **153**, 293–304 (2012).
47. Gatchel, R. J. Comorbidity of chronic pain and mental health disorders: The biopsychosocial perspective. *American Psychologist* vol. 59 795–805 (2004).
48. Day, H. J. B. The assessment and description of amputee activity. *Prosthet. Orthot. Int.* **5**, 23–28 (1981).
49. Ali, S. *et al.* Qualitative study of prosthetic suspension systems on transtibial amputees' satisfaction and perceived problems with their prosthetic devices. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* **93**, 1919–1923 (2012).
50. Polliack, A. A., Craig, D. D., Sieh, R. C., Landsberger, S. & McNeal, D. R. Laboratory and clinical tests of a prototype pressure sensor for clinical assessment of prosthetic socket fit. *Prosthet. Orthot. Int.* **26**, 23–34 (2002).
51. Hagenaaars, L. *The multidimensional load/carriability model.* (Nederlands Paramedisch

Instituut, 2002).

52. ZB, P., HD, D., G, S. & NR, T. Factors affecting outcome after traumatic limb amputation. *Br. J. Surg.* **99 Suppl 1**, 75–86 (2012).
53. R, G., K, A., J, C., J, K. & M, R. Review of secondary physical conditions associated with lower-limb amputation and long-term prosthesis use. *J. Rehabil. Res. Dev.* **45**, 15–30 (2008).
54. BD, H. & EJ, W. Three-dimensional joint reaction forces and moments at the low back during over-ground walking in persons with unilateral lower-extremity amputation. *Clin. Biomech. (Bristol, Avon)* **29**, 235–242 (2014).
55. AJ, Y., AJ, P. & AK, S. Trunk-pelvis motion, joint loads, and muscle forces during walking with a transtibial amputation. *Gait Posture* **41**, 757–762 (2015).
56. DC, M., A, S., MS, O. & JM, C. Low-back pain in transfemoral amputees: is there a correlation with static or dynamic leg-length discrepancy? *Am. J. Phys. Med. Rehabil.* **88**, 108–113 (2009).
57. E, R. E. & JM, W. The relationship between pelvis-trunk coordination and low back pain in individuals with transfemoral amputations. *Gait Posture* **40**, 640–646 (2014).
58. S, F., R, S., P, G. & M, D. Pelvic and Spinal Motion During Walking in Persons With Transfemoral Amputation With and Without Low Back Pain. *Am. J. Phys. Med. Rehabil.* **95**, 438–447 (2016).
59. Da Costa, B. R. & Vieira, E. R. Risk factors for work-related musculoskeletal disorders: A systematic review of recent longitudinal studies. *American Journal of Industrial Medicine* vol. 53 285–323 (2010).
60. Manea, L., Gilbody, S. & McMillan, D. A diagnostic meta-analysis of the Patient Health Questionnaire-9 (PHQ-9) algorithm scoring method as a screen for depression. *Gen. Hosp. Psychiatry* **37**, 67–75 (2015).