

INDICE

ABSTRACT.....	p.2
INTRODUZIONE.....	p.3
CAPITOLO 1 La lesione midollare.....	p.6
1.1 Anatomia e fisiologia del midollo spinale.....	p.6
1.2 Epidemiologia delle lesioni midollari.....	p.10
1.3 Eziologia delle lesioni midollari.....	p.15
1.4 Lesioni midollari complete e incomplete.....	p.17
1.5 Epidemiologia e prognosi nelle lesioni midollari incomplete.....	p.21
1.6 La scala ASIA.....	p.24
CAPITOLO 2 Problematiche respiratorie nel paziente con lesione midollare.....	p.26
2.1 Fisiopatologia dell'insufficienza respiratoria nel paziente con lesione midollare.....	p.26
2.2 Il diaframma.....	p.30
2.3 Valutazione dei parametri respiratori.....	p.32
CAPITOLO 3 Lo studio.....	p.34
3.1 Obiettivo.....	p.34
3.2 Materiali e metodi.....	p.35
3.3 Risultati.....	p.37
3.4 Discussione.....	p.42
3.5 Conclusioni.....	p.43
BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA.....	p.44
RINGRAZIAMENTI.....	p.47

ABSTRACT

INTRODUZIONE E OBIETTIVI DEL LAVORO: Il trattamento delle problematiche respiratorie è parte integrante e fondamentale del programma riabilitativo in pazienti che hanno subito una lesione midollare cervicale: queste complicanze sono presenti nel 70% dei casi dei casi ma sono il livello neurologico e la completezza o meno della lesione i parametri che determinano il grado di compromissione della funzionalità respiratoria nel paziente con lesione midollare in fase acuta e cronica. L'obiettivo è stato quello di valutare sperimentalmente se un trattamento manuale potesse migliorare i parametri respiratori raccolti durante sessioni di cammino sul Walker View in pazienti con lesione midollare cervicale incompleta.

MATERIALI E METODI: Delineato il trattamento manuale più adeguato a incrementare la muscolatura respiratoria maggiormente compromessa a seguito della lesione midollare, sono stati selezionati 2 pazienti con lesione midollare cervicale incompleta che corrispondessero ai criteri di inclusione fissati per lo studio. In ogni seduta sono stati sottoposti al trattamento manuale e ad una successiva sessione di cammino sul Walker View per un totale di 12 sedute, con cadenza trisettimanale.

RISULTATI: Entrambi i pazienti hanno mostrato miglioramenti nei parametri respiratori e un migliore livello di salute percepita, associati però ad un aumento dei livelli di fatica e di sforzo.

CONCLUSIONI: I risultati evidenzerebbero l'efficacia del trattamento somministrato nel miglioramento dei parametri considerati e anche nella qualità di vita. Ciò nonostante, dobbiamo considerare la casistica molto limitata e l'assenza di un gruppo di controllo che non ci permette di stabilire, con anche poca certezza, se questi miglioramenti siano dovuti al trattamento o all'evoluzione favorevole della lesione incompleta.

INTRODUZIONE

Ho svolto il mio penultimo periodo di tirocinio nella SOSD Unità Spinale Unipolare degli Ospedali Riuniti di Ancona in quanto previsto nel nostro percorso di studi e questa esperienza mi ha colpito a tal punto che ho deciso di svolgervi la mia tesi.

La riabilitazione delle persone colpite da lesioni midollari è un campo molto specialistico dato che le conoscenze e le competenze degli operatori che si occupano di questi pazienti sono fondamentali per garantire la loro sopravvivenza e permettere il raggiungimento della massima autonomia in base al livello lesionale. In base al tipo di danno, traumatico o meno e al livello della lesione, la gravità sarà diversa ed è per questo motivo che la risposta sanitaria, assistenziale, curativa e riabilitativa, dovrà essere sempre più elevata, con professionisti che siano presenti nel luogo giusto al momento giusto.

Le Unità Spinali Unipolari sono strutture altamente specializzate e specifiche che si occupano dei pazienti dalle fasi più precoci dell'evento lesivo fino a tutto il percorso diagnostico-terapeutico-riabilitativo.

All'interno delle Unità Spinali Unipolari il paziente viene seguito da un'equipe multiprofessionale, definita nel manifesto del lavoro in equipe delle Unità Spinali Unipolari (USU) come l'insieme degli operatori sanitari e sociali che interagiscono con un obiettivo comune e all'interno di un programma curativo-assistenziale-riabilitativo-sociale-psicologico. Il fattore principale che permette di lavorare in equipe è la capacità di imparare a confrontarsi e a collaborare con gli altri componenti del gruppo: l'intesa tra i diversi operatori presuppone un'unitarietà di intenti che dipende da una filosofia e da obiettivi assistenziali-riabilitativi condivisi.

Il lavoro in equipe deve essere una vera e propria metodologia e deve avvalersi di strumenti operativi per la valutazione multidimensionale della persona e delle principali problematiche, l'individuazione degli obiettivi personalizzati da raggiungere, la pianificazione degli interventi e la verifica sia intermedia che finale: il tutto per costruire per ogni paziente un "Programma Riabilitativo" e un "Progetto Riabilitativo Individuale" (PRI). Il PRI considera in maniera globale i bisogni della persona con lesione al midollo spinale (e dei suoi familiari), le sue abilità residue e recuperabili, i fattori ambientali e personali; riconosce l'importanza dell'equipe multiprofessionale e

definisce attraverso l'equipe stessa, gli obiettivi a breve, medio e lungo termine, i tempi previsti, le azioni da predisporre per ottenere i risultati soprattutto in termini di inclusione sociale. L'obiettivo dell'equipe è quindi quello di rispondere a tutte le possibili problematiche che si presentano a seguito di una lesione midollare: in questo lavoro sono state prese in considerazione le problematiche respiratorie in quanto sono una priorità di trattamento ed una delle maggiori preoccupazioni non solo del fisioterapista, ma dell'intera equipe curante.

È importante sapere che le complicanze respiratorie possono verificarsi sia in fase acuta, immediatamente dopo il trauma, oppure alcuni giorni dopo: in ogni caso durante il primo anno dopo la lesione queste problematiche sono una delle cause maggiori di sviluppo di comorbidità. Il trattamento respiratorio è quindi uno dei pilastri del trattamento fisioterapico, in particolare nei pazienti con lesione cervicale in quanto questi presentano più deficit a causa del più alto numero di muscoli la cui funzione viene persa o indebolita a seguito di una lesione a questo livello.

Nei pazienti con lesione midollare incompleta, che presentano una valutazione ASIA B, C o D, l'obiettivo ultimo è quello di poter camminare di nuovo ed è proprio per questo che sono stati creati dei sistemi tecnologici che permettono la deambulazione a questi pazienti: la SOSD Unità Spinale Unipolare degli Ospedali Riuniti di Ancona ha a disposizione il Walker View, un treadmill, utilizzato anche in ambito riabilitativo, costituito da un sistema di sgravo parziale che sostiene il paziente mentre compie piccoli passi ad una velocità prestabilita.

La mia proposta di studio è stata quindi quella di unire diversi aspetti della riabilitazione:

- Eseguire un trattamento manuale concentrandomi su quei muscoli che risultano indeboliti o persi a seguito della lesione come il diaframma e i muscoli pettorali;
- Associare al trattamento manuale una sessione di cammino sul Walker View aiutando i pazienti nella graduale e lenta ripresa della deambulazione;
- Verificare se ci fosse un miglioramento dei parametri respiratori presumibilmente associato al trattamento manuale precedentemente eseguito.

Il trattamento manuale è stato così delineato al fine di trattare i muscoli che maggiormente intervengono nel processo della respirazione, in primis il diaframma, che può essere compromesso in presenza di una lesione cervicale alta (C1-C3), ma anche altri muscoli accessori che coadiuvano e che a seguito di una lesione midollare cervicale risultano indeboliti.

CAPITOLO 1 LA LESIONE MIDOLLARE

1.1 ANATOMIA E FISIOLOGIA DEL MIDOLLO SPINALE

¹Il midollo spinale costituisce insieme all'encefalo (cervello, cervelletto, tronco encefalico, ponte e bulbo o midollo allungato) il sistema nervoso centrale (SNC) ed è quella parte contenuta nel canale vertebrale. Il canale vertebrale è costituito dalla sovrapposizione dei fori vertebrali delle vertebre che costituiscono la colonna vertebrale. Le vertebre sono suddivise in 5 segmenti: 7 vertebre cervicali (C), 12 toraciche (T o D), 5 lombari (L), 5 sacrali (S) che costituiscono il canale vertebrale e 3 vertebre coccigee che sono un residuo della coda animale. Il midollo spinale si estende dal forame occipitale fino al livello di L1 o L2: al di sopra del forame si continua con la parte più bassa del tronco cerebrale, il bulbo, anche detto midollo allungato perché conserva anatomicamente molte caratteristiche del midollo spinale, mentre nella parte bassa, tra il termine a livello di L1 o L2 e l'estremo inferiore del canale vertebrale, si trova la cauda equina, struttura del sistema nervoso periferico contenuta all'interno del canale vertebrale. Sezionando trasversalmente il midollo possiamo distinguere due componenti: la sostanza grigia nella parte centrale e la sostanza bianca più esternamente. La sostanza grigia ha la forma di una H o di una farfalla e qui hanno sede i corpi dei neuroni presenti nel midollo spinale: dalla sostanza grigia partono le fibre efferenti discendenti (fibre che arrivano agli organi periferici) e arrivano le fibre afferenti ascendenti (portano i messaggi che provengono dall'esterno). La sostanza bianca invece contiene fibre nervose che connettono i vari segmenti midollari tra loro e poi con l'encefalo. Il midollo è suddiviso in segmenti e ad ogni vertebra corrisponde un segmento midollare, il quale alla nascita si trova esattamente al livello del rispettivo corpo vertebrale, che si chiama metamero (o mielomero). Da ciascun lato del metamero, escono le radici spinali anteriori e posteriori che convergono formando i nervi spinali e poi escono dal forame vertebrale: le radici anteriori sono motorie mentre quelle posteriori sono sensitive. Dato il maggior accrescimento in lunghezza della colonna rispetto al midollo spinale, questo termina più in alto rispetto alle vertebre e perciò

¹ Pillastrini P., Marchetti M., Abbruzzese G. (2021) Neurofisiologia del movimento. Padova. Piccin. Pag. 223- 228 Capitolo 12

avremo un progressivo slivellamento tra vertebre e metameri. Lo slivellamento inizia a livello toracico in quanto a livello cervicale le radici hanno un decorso orizzontale.

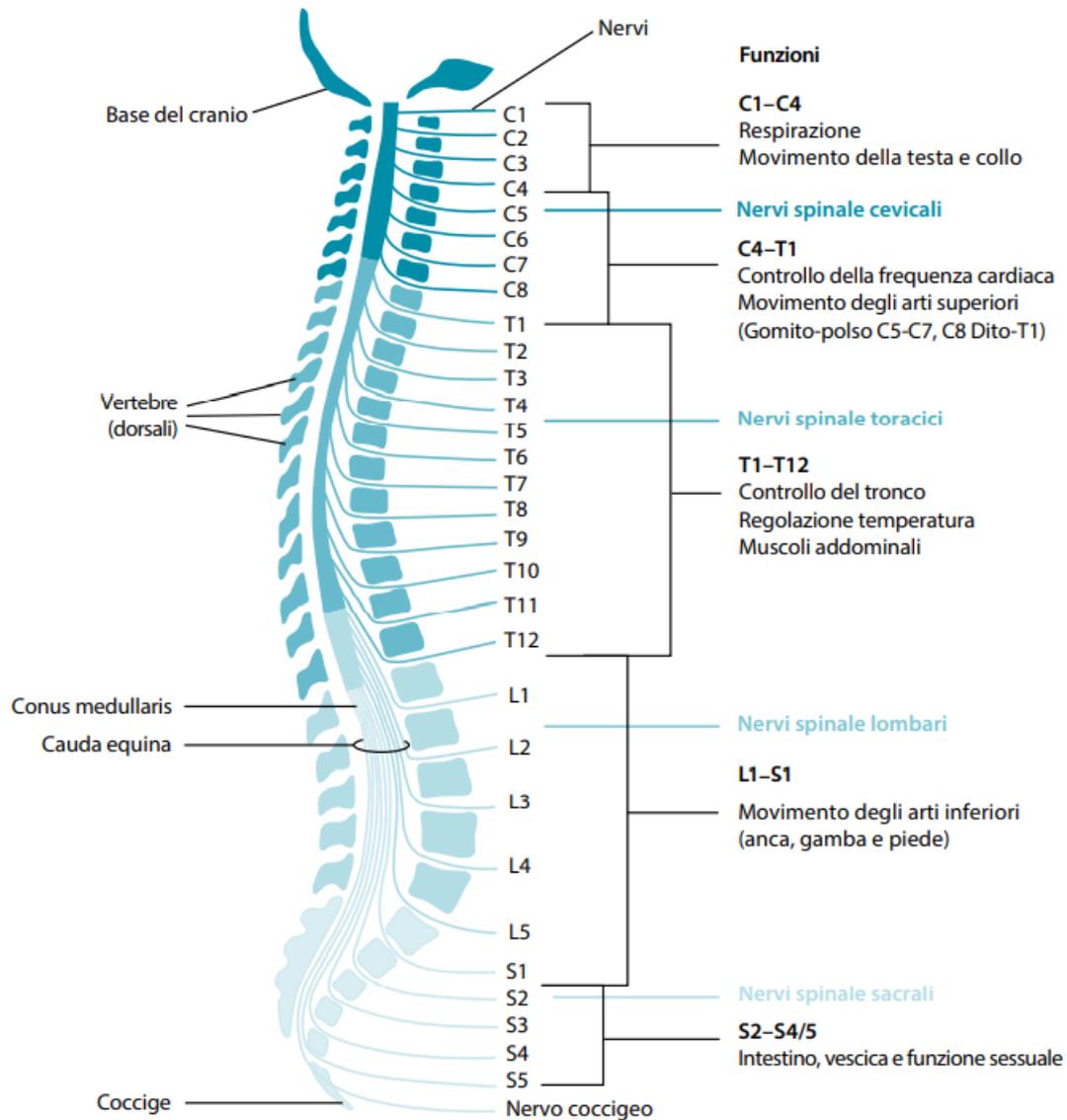


Fig. 1.1 – Organizzazione verticale del midollo spinale (con segmenti cervicale, toracico, lombare e sacrale con diverse colorazioni), delle vertebre e dei nervi spinali ed una rappresentazione semplificata delle funzioni principali del midollo spinale.

Le radici spinali sono l'inizio del sistema nervoso periferico, che controlla l'apparato locomotore e tutto l'apparato sensitivo somatico: possiamo quindi suddividere il corpo intero in zone di competenza dei diversi metameri, come possiamo vedere nella Fig. 1.2.

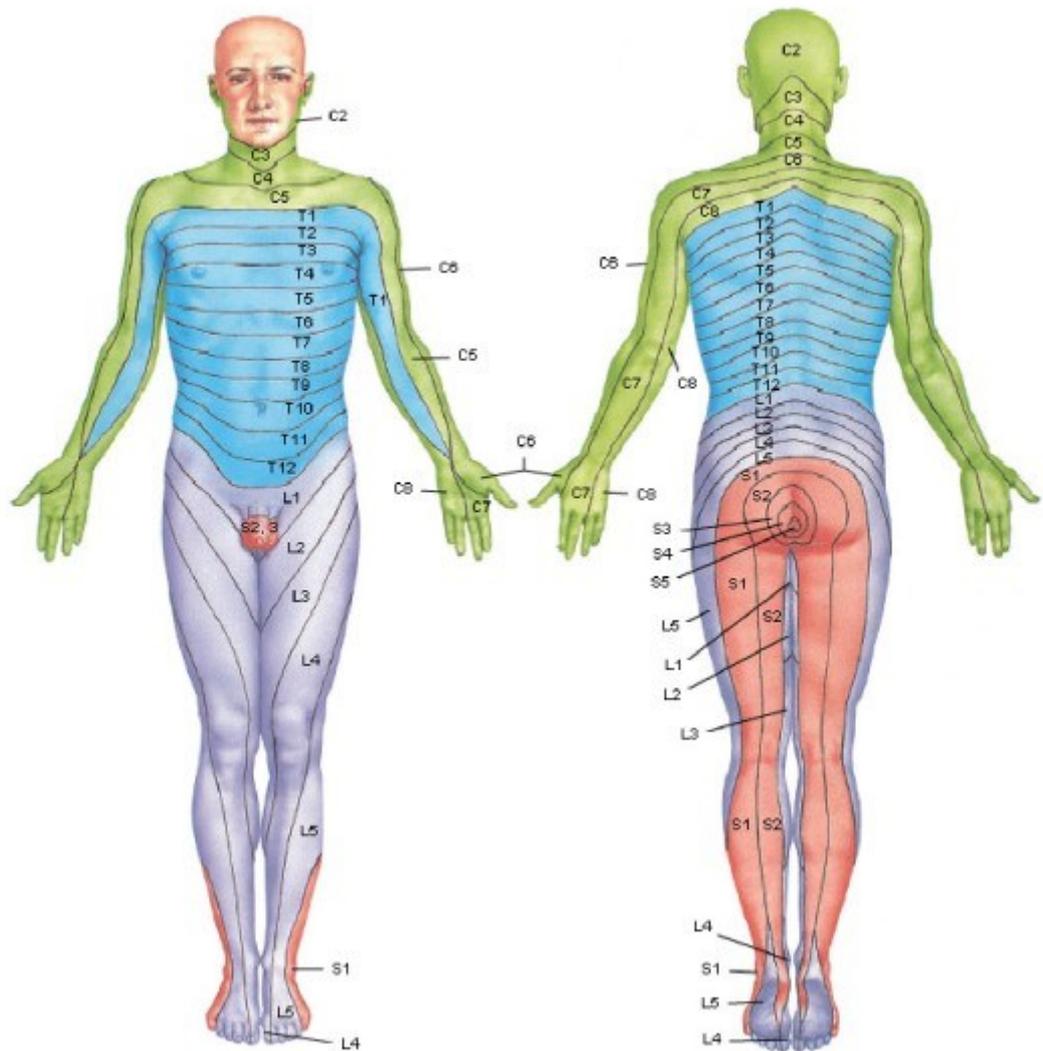


Fig. 1.2 – Suddivisione del corpo nei diversi metameri midollari. Verde, cervicale; azzurro, toracico; grigio, lombare; rosa, sacrale.

Questa suddivisione a livello clinico è particolarmente utile in quanto ci permette di differenziare un danno del midollo o della radice dal deficit motorio o sensitivo a patto che si conosca la suddivisione metamERICA dato che il livello di lesione va sempre riferito al metamero e non alla vertebra lesa.

²I nervi spinali sono fasci di fibre nervose che collegano il SNC con la periferia. Dal midollo spinale partono 31 paia di nervi: tranne per il tratto cervicale, dove il primo nervo esce sopra la prima vertebra e così si hanno 8 nervi cervicali, ogni nervo spinale ha lo stesso nome della vertebra sottostante e per questo avremo 12 nervi toracici, 5 lombari, 5 sacrali e 1 coccigeo. Il nervo spinale è formato da fibre sensitive, motorie, simpatiche e parasimpatiche (sistema nervoso autonomo) e i nervi spinali insieme formano dei plessi che sono all'origine dei più grandi tronchi nervosi:

- Plesso cervicale (C1- C4);
- Plesso brachiale (C5- D1);
- Nervi intercostali (D1- D12);
- Plesso lombare (L1- L4);
- Plesso sacrale (L4- S3);
- Plesso pudendo (S2- S4).

I mielomeri controllano la sensibilità di specifici distretti cutanei (dermatomero) e la funzionalità di fasci muscolari (miomero): l'alterata sensibilità di un dermatomero o di un miomero indica una lesione incompleta o completa di una radice nervosa. Questo avviene perché l'impulso nervoso viene trasmesso alla placca neuromuscolare attraverso il nervo periferico, che ha il corpo cellulare all'interno del midollo spinale: se il nervo periferico viene lesionato, la placca neuromuscolare non riceverà l'impulso necessario alla contrazione della cellula. Il risultato sarà un muscolo denervato che si presenta flaccido, iporefflessico e sempre più ipotrofico. Molte cellule che si trovano dentro al midollo spinale non hanno un ruolo direttamente collegato al movimento ma trasmettono informazioni alle cellule sottostanti entrando nella sostanza grigia e facendo sinapsi con un altro neurone. Perciò un trauma che comporta la morte di molte cellule nervose porta anche all'interruzione di questi collegamenti causando una perdita di controllo del neurone integro sotto lesionale che continua a scaricare i suoi impulsi penalizzando il movimento.

² Marquez M., Nobile A., Santandrea D., Valsecchi L. (2020) La persona con lesione midollare. L'intervento assistenziale globale. Roma. Carocci Editore. Pag. 91-92. Capitolo 9.

1.2 EPIDEMIOLOGIA DELLE LESIONI MIDOLLARI

³Avere dati validi e affidabili riguardo le lesioni midollari è essenziale per prendere decisioni corrette riguardo i programmi e le politiche di prevenzione delle lesioni midollari, per migliorare la qualità della vita dei soggetti mielolesi e per identificare la necessità dei futuri servizi. Per stimare l'impatto socioeconomico è quindi necessario avere un quadro epidemiologico completo delle lesioni midollari, in termini di prevalenza (persone che vivono con lesione midollare), incidenza (numero di nuovi casi) e di cause delle lesioni. La politica e la programmazione richiedono inoltre dati sui fattori ambientali che influenzano la vita con una lesione midollare, le condizioni socioeconomiche dei mielolesi, i loro bisogni soddisfatti o meno e i costi associati ad una lesione midollare. È importante raccogliere questi dati regolarmente per fare previsioni sulle future necessità.

In Italia non esistono sistemi informatizzati di sorveglianza epidemiologica del fenomeno, né fonti ufficiali o statistiche.

La lesione midollare è una condizione relativamente rara, ma che cambia la vita ed ha un costo notevole, con un rischio di mortalità che varia molto in base al livello di reddito del Paese e dipende molto dalla disponibilità di una assistenza sanitaria di qualità e di servizi di riabilitazione. Non è noto quante persone al mondo vivano con una lesione midollare, ma i dati di incidenza internazionale indicano che ogni anno da 250.000 a 500.000 persone subiscono una lesione midollare. La maggior parte di questi casi sono traumatiche, causate in primo luogo da incidenti stradali, cadute e violenza. Recenti studi evidenziano un aumento dell'età di insorgenza della lesione midollare ed un graduale incremento della percentuale dei casi di lesione non traumatica. I dati mostrano che la lesione midollare è associata ad un elevato rischio di mortalità. Le persone con lesione al midollo spinale sono a maggior rischio di morte, soprattutto nel primo anno dall'insorgenza della lesione.

Dai dati esistenti, è chiaro che la lesione midollare comporta considerevoli costi diretti ed indiretti e che molti di questi costi sono a carico dei malati. Il livello e la gravità di una lesione hanno un'influenza significativa sui costi. I costi diretti sembrano essere più

³ Yi Kang, Han Ding, Hengxing Zhou et al. Epidemiology of worldwide spinal cord injury: a literature review. *Journal of Neurorestoratology* 2018, 6(1): 1-9.

alti nel primo anno dopo l'insorgenza di una lesione ma, nel corso della vita, i costi indiretti superano spesso quelli diretti.

Study	Country (region)	Period	Incidence	Prevalence	Leading causes	Second causes	Mean age	Sex ratio
Montoto-Marqués et al ¹²	Galicia, Spain	1995–2014	2.17	N	Falls	MVCs	50.2	3.24:1
Taşoğlu et al ¹⁴	Turkey	2013–2014	8.1–21.3	N	Falls	MVCs	38.3	2.31:1
Oteir et al ²⁸	Victoria, Australia	2007–2012	N	N	Falls	MVCs	51.0	1.10:1
Ning et al ⁴⁵	Chongqing, People's Republic of China	2009–2013	N	N	Falls	MVCs	45.6	4.33:1
McCaughey et al ^{20b}	Scotland	1994–2013	0.4	N	One stab wound	Multiple wounds	30.0	33.48:1
Majdan et al ²¹	Austria	2002–2012	17.0	N	Falls	Injuries at home	N	1.86:1
Chen et al ⁵²	USA	2010–2014	N	N	Falls	MVCs	42.2	3.95:1
Thompson et al ³⁴	Canada	2000–2011	16.9	N	MVCs	Falls	46.2	3.95:1
Sothmann et al ³⁵	Cape Town, South Africa	2003–2014	N	N	MVCs	Violence	34.0	5.25:1
Selassie et al ⁵³	South Carolina	1998–2012	70.8	N	MVCs	Falls	51.5	2.88:1
Saunders et al ^{54a}	USA	1998–2012	26.9	N	MVCs	Violence	16.2	2.86:1
Sabre et al ²²	Estonia	2005–2007	97.0	N	MVCs	Falls	44.4	4.00:1
New et al ²⁴	Australia	1921–2011	21.0–32.3	490.0	N	N	N	2.57–4.00:1
Mathur et al ⁵⁵	India	2000–2008	N	N	Falls	MVCs	N	4.20:1
Löfvenmark et al ¹⁹	Botswana	2011–2013	13.0	N	MVCs	Violence	N	2.45:1
Lehre et al ²⁹	Ethiopia	2008–2012	N	N	MVCs	Falls	31.7	7.59:1
Jain et al ⁴⁰	USA	1993–2012	54.0	N	Falls	MVCs	50.5	2.41:1
Chamberlain et al ¹⁵	Switzerland	2005–2012	18.0	N	Falls	Sports	48.0	2.90:1
Bellucci et al ³⁶	Sao Paulo, Brazil	2012	N	N	MVCs	Falls	35.2	5.54:1
Nijendijk et al ¹¹	Netherlands	2010	14.0	N	Falls	MVCs	62.0	2.85:1
Katoh et al ³¹	Japan	2011–2012	121.4–117.1	N	Falls	MVCs	67.6–64.3	2.65–2.75:1
Javadi et al ^{33a}	Iran	1980–1988	N	N	Bullets	MVCs	46.0	84.0:1
Shin et al ³⁸	Korea	2004–2008	N	N	MVCs	Falls	43.6	2.86:1
Shrestha et al ¹⁴	Banepa, Nepal	2008–2011	N	N	Falls	MVCs	N	2.77:1
Nwankwo and Uche ⁵⁴	Southeast Nigeria	2009–2012	N	N	MVCs	Falls	36.1	4.31:1
Ibrahim et al ³⁷	Kuala Lumpur	2006–2009	N	N	MVCs	Falls	39.0	3.35:1
Chen et al ²⁸	USA	2005–2011	N	N	MVCs	Falls	N	3.61:1
Wu et al ^{39a}	Tianjin, People's Republic of China	2008–2011	N	N	Falls	MVCs	54.6	4.96:1
Sabre et al ¹⁷	Estonia	1997–2007	39.7	N	Falls	MVCs	39.0	5.45:1
Lenahan et al ⁷	British Columbia, Canada	1995–2004	35.7	N	MVCs	Falls	35.0	4.00:1
Knútsdóttir et al ²⁵	Iceland	1975–2009	33.5	526.0	MVCs	Falls	38.0	2.57:1
Alshahri et al ³²	Saudi Arabia	2003–2008	N	N	MVCs	Falls	29.5	7.53:1
Ning et al ¹⁸	Tianjin, People's Republic of China	2004–2008	23.7	N	Falls	MVCs	46.0	5.63:1
Li et al ⁹	Beijing, People's Republic of China	2002	60.6	N	Falls	MVCs	41.0	3.13:1
Hasler et al ⁶⁰	Europe	1988–2009	N	N	MVCs	Falls	44.5	1.85:1
Yousefzadeh et al ⁴¹	Iran	2005–2006	N	N	MVCs	Falls	38.2	2.55:1
Qureshi et al ⁴²	Rawalpindi, Pakistan	2001–2008	N	N	Falls	MVCs	39.1	3.38:1
Rahimi-Movaghar et al ³⁴	Tehran, Iran	2003–2008	220.0	440.0	MVCs	Falls	31.0	1.00:1
Vitale et al ^{30a}	USA	1997–2000	19.9	N	MVCs	Falls	14.6	1.08:1
Pickett et al ²⁰	Canada	1997–2001	163.4	N	MVCs	Falls	42.2	2.87:1
O'Connor and Murray ²¹	Ireland	2000	13.1	N	MVCs	Falls	37.0	6.69:1
Dryden et al ³⁷	Canada	1994–1996	N	N	MVCs	Falls	33.0	3.37:1
Dryden et al ³⁹	Alberta, Canada	1997–2000	52.5	N	MVCs	Falls	35.0	2.52:1
Wang et al ⁴⁷	Taiwan, People's Republic of China	1986–1995	N	N	MVCs	Violence	33.0	4.56:1
O'Connor ⁴³	Australia	1998–1999	14.5	N	MVCs	Falls	N	3.17:1

Tab. 1 – Incidenza, prevalenza, eziologia e demografia dei pazienti con lesione midollare.

In questa tabella presa da una revisione della letteratura del 2018 vengono riportati i dati su incidenza, prevalenza, eziologia e demografia di studi realizzati da gennaio 1973 a giugno 2017.

L'indice di incidenza rappresenta il rapporto tra una certa malattia in una particolare popolazione durante un certo periodo di tempo. Con l'espansione dell'attività umana, l'incidenza delle lesioni midollari è cresciuta gradualmente. L'incidenza, come si può notare, varia da 13 a 163.4 malati per milione di persone. Oltre a questo, l'indice di incidenza nei paesi sviluppati varia da 13.1 a 163.4 mentre nei paesi non sviluppati varia da 13 a 220 per milione di persone, il che ci fa capire come i fattori ambientali influiscono sullo sviluppo di lesioni midollari.

La prevalenza, da una parte riflette il livello di controllo della lesione midollare e il possibile bisogno di migliorare la prevenzione, dall'altra pone una sfida alla cura della salute e anche a risorse personali e sociali. Solo tre articoli riportano la prevalenza di lesione midollare e due articoli riportano la prevalenza tra 490 e 526 per milione di persone nei paesi sviluppati. Per i paesi non sviluppati solo un articolo riporta la prevalenza intorno a 440 per milione di persone. Un articolo definisce l'indice di prevalenza delle lesioni non traumatiche intorno a 367.2 in Australia.

Come mostrato poi nella tabella il numero di pazienti uomini affetti da lesione midollare risulta sempre maggiore delle donne: il rapporto uomo: donna varia da 1.10:1 a 6.69:1 nei paesi sviluppati. Per i paesi non sviluppati il rapporto varia da 1:1 a 7.59:1. L'età delle persone colpite varia da 14.6 a 67.6 anni nei paesi sviluppati, mentre in quelli non sviluppati varia da 29.5 a 46 anni.

Nella Tab 2 invece vengono rappresentati il livello di lesione prevalente e la severità della lesione. Una lesione a livello cervicale risulta la più comune sia nei paesi sviluppati che in quelli non sviluppati. Molti articoli riportano una più bassa percentuale di lesioni complete rispetto a quelle incomplete e in conseguenza di questo la tetraplegia risulta più frequente rispetto alla paraplegia sia nei paesi sviluppati che in quelli non sviluppati tranne che per Turchia e Canada. Lesioni motorie complete, classificate con scala ASIA A o B sono più comuni per pazienti che hanno subito una lesione traumatica, mentre lesioni motorie incomplete (ASIA C o D) sono più comuni a seguito di lesioni non traumatiche. Viene riportato che lesioni traumatiche causano sempre lesioni concomitanti, come lesioni alla testa, fratture costali, di arti e pelviche e anche lesioni nel resto del corpo. Le fratture che si sviluppano variano in base all'eziologia della lesione, al sesso, a livello di lesione e anche in base alla razza. Iposodiemia, infezioni polmonari, infezioni del tratto urinario, piaghe da decubito e TVP degli arti inferiori

sono complicazioni comuni in pazienti mielolesi. L'identificazione di questi fattori associati potrà contribuire al riconoscimento delle fratture, alla prevenzione delle complicanze, alla rapida mobilizzazione e alla promozione di outcomes riabilitativi.

Study	Country (region)	Leading level	T (%)	C (%)	AIS-A (%)	AIS-B (%)	AIS-C (%)	AIS-D (%)	AIS-E (%)
Montoto-Marqués et al ¹²	Galicia, Spain	C4–C5	54.7	43.5	44.3	12.6	23.5	19.6	0
Taşoğlu et al ¹⁴	Turkey	T12–L2	26.3	35.1	35.5	16.4	21.4	26.3	0.4
Ning et al ⁴⁵	Chongqing, People's Republic of China	C4–C6	54.9	39.3	39.4	8.7	21.1	30.8	0
McCaughey et al ^{50*}	Scotland	Cervical	N	42.9	22.9	20.0	34.3	20.0	2.8
Majdan et al ⁵¹	Austria	Cervical	N	N	N	N	N	N	N
Chen et al ⁵²	USA	C1–C4	N	46.8	33.7	13.2	16.2	36.6	0.4
Thompson et al ³⁴	Canada	C1–C7	63.9	44.9	33.1	13.0	18.3	35.3	0.3
Sothmann et al ³⁵	Cape Town, South Africa	Cervical	N	31.7	N	N	N	N	N
Selassie et al ⁵³	South Carolina	Cervical	62.3	10.4	N	N	N	N	N
Saunders et al ^{54**}	USA	N	41.7	17.4	N	N	N	N	N
Sabre et al ²²	Estonia	C1–C4	N	N	N	N	N	N	N
Mathur et al ⁵⁵	India	Cervical	N	N	43.9	6.4	8.0	16.4	13.0
Löfvenmark et al ¹⁹	Botswana	C1–C4	59.0	61.0	N	N	N	N	N
Lehre et al ²⁹	Ethiopia	Lumbar	N	32.2	35.1	21.6	24.3	19.0	0
Chamberlain et al ¹⁵	Switzerland	N	N	28.3	28.3	10.5	17.9	39.7	1.3
Bellucci et al ³⁶	Sao Paulo, Brazil	Cervical	N	66.9	66.9	10.9	8.7	10.9	2.6
Nijendijk et al ¹¹	Netherlands	N	69.2	33.5	N	N	N	N	N
Kato et al ²¹	Japan	Cervical	N	N	N	N	N	N	N
Javadi et al ^{33***}	Iran	Thoracic	N	91.2	N	N	N	N	N
Shin et al ³⁸	Korea	N	60.3	41.2	42.1	13.2	21.0	23.7	0
Shrestha et al ¹⁶	Banepa, Nepal	Thoracic	N	55.9	55.9	9.7	10.8	9.2	4.5
Nwankwo and Uche ⁵⁶	Southeast Nigeria	Cervical	N	N	47.1	11.8	22.4	17.7	1.18
Ibrahim et al ⁵⁷	Kuala Lumpur	N	37.0	36.0	36.0	15.0	21.0	20.0	N
Chen et al ⁵⁸	USA	C1–C4	N	N	N	N	N	N	N
Wu et al ^{59****}	Tianjin, People's Republic of China	C5	N	5.6	5.6	16.8	18.9	58.7	0
Sabre et al ¹⁷	Estonia	Cervical	N	53.0	65.5			23.9	N
Lenehan et al ⁷	British Columbia, Canada	Cervical	46.2	45.3	45.3	9.6	13.3	25.7	N
Knútsdóttir et al ²⁵	Iceland	Cervical	57.0	39.0	N	N	N	N	N
Alshahri et al ³²	Saudi Arabia	N	53.0	51.0	N	N	N	N	N
Ning et al ¹⁸	Tianjin, People's Republic of China	Cervical	71.6	25.2	25.2	18.2	14.7	41.9	0
Li et al ⁹	Beijing, People's Republic of China	Lumbar	N	N	N	N	N	N	N
Hasler et al ⁶⁰	Europe	Lumbar	N	N	N	N	N	N	N
Yousefzadeh et al ⁶¹	Iran	T10–L2	N	34.1	34.1	65.9			0
Qureshi et al ⁶²	Rawalpindi, Pakistan	T11–L1	N	43.0	43.0	4.0	15.0	14.0	24.0
Rahimi-Movaghar et al ²⁶	Tehran, Iran	Lumbar	N	25.0	25.0	0	50.0	25.0	0
Pickett et al ²⁰	Canada	Cervical	N	35.1	35.1	11.3	33.1	28.5	0
O'Connor and Murray ²¹	Ireland	C4–C5	N	39.1	39.1	17.3	10.9	32.7	0
Dryden et al ³⁷	Canada	Cervical	27.9	19.4	N	N	N	N	N
Dryden et al ³⁹	Alberta, Canada	C5–C7	N	18.2	N	N	N	N	N
Wang et al ⁴⁷	Taiwan, People's Republic of China	Thoracic	46.0	47.2	47.2	10.3	13.2	28.6	0.3
O'Connor ⁶³	Australia	C4–C6	57.0	37.0	N	N	N	N	N

Tab. 2 – Livello e severità della lesione midollare.

Comparando la tendenza epidemiologica delle lesioni midollari nel corso del tempo in differenti stati, per esempio, l'incremento visibile in America o il decremento della

Spagna, possiamo raccogliere informazioni per capire se le misure preventive hanno funzionato oppure no. In questa revisione si è visto che sono presenti differenze riguardanti incidenza, prevalenza, livello di severità, eziologia tra paesi sviluppati e non sviluppati che possono essere causate da condizioni sociali, economiche, tecnologiche, mediche e geografiche.

1.3 EZIOLOGIA DELLE LESIONI MIDOLLARI

⁴Le lesioni midollari possono essere suddivise in due gruppi: traumatiche e non traumatiche. Le lesioni traumatiche sono dovute al danno del canale vertebrale causato da una forza estrinseca, generalmente improvvisa e accidentale. I livelli che più frequentemente vengono lesi sono:

- Il rachide cervicale nel 20% dei casi: in particolare C₅-C₆ e C₆-C₇;
- Il rachide dorsale nel 50% dei casi: in particolare D₂-D₃-D₁₂;
- Il rachide lombare nel 30% dei casi.

In seguito ad un trauma si possono verificare tre tipologie di danno:

1. Il danno primario è causato direttamente dal trauma: è causato dallo spostamento dallo spostamento delle ossa vertebrali oppure da corpi estranei che penetrano della colonna vertebrale;
2. Il danno secondario si può sviluppare da subito dopo il trauma fino a qualche mese dopo. È dato da emorragia lesionale, alterazioni elettrolitiche, fenomeni infiammatori e attivazione astrocitaria con formazione cicatriziale. Tutti questi fenomeni causano alterazione della motilità, della sensibilità, del metabolismo, delle funzione ventilatoria, della termoregolazione e disfunzioni gastro-intestinali, vescicali.
3. Il danno terziario è causato da complicanze che possono essere dovute da un inadeguato approccio medico, assistenziale e riabilitativo oppure da un deperimento fisico in una situazione di grave instabilità dei parametri clinici.

Le cause principali delle lesioni non traumatiche sono:

- Infettive, virali, parassitarie;
- Tumoriali;
- Vascolari;
- Tossiche;
- Degenerative.

⁴ Marquez M., Nobile A., Santandrea D., Valsecchi L. (2020) La persona con lesione midollare. L'intervento assistenziale globale. Roma. Carocci Editore. Pag. 94-96. Capitolo 10.

⁵Nella revisione della letteratura precedentemente analizzata, per quanto riguarda l'eziologia possiamo notare che, a causa della aumentata età della popolazione sia nei paesi sviluppati che no, le cadute stanno gradualmente diventando la causa principale delle lesioni midollari. Comunque, gli incidenti stradali sono ancora la causa principale nei paesi sviluppati, specialmente dopo aver bevuto o aver assunto sostanze stupefacenti e guidando senza allacciare le cinture di sicurezza: i più colpiti sono gruppi giovani o di mezza età. Anche gli incidenti sportivi che sfociano in lesioni midollari riguardano i pazienti più giovani. Allo stesso tempo le lesioni midollari iatrogene non possono essere ignorate. L'eziologia delle gravi cadute è probabilmente collegata al lavoro e da queste risultano lesioni toraciche e lesioni complete, mentre le basse cadute sviluppano maggiormente lesioni cervicali e disfunzioni motorie incomplete. Questo ci fa capire che dovremmo porre più attenzione a soggetti a rischio come contadini, operai e anziani nella prevenzione, ospedalizzazione e riabilitazione delle lesioni midollari.

⁵ Yi Kang, Han Ding, Hengxing Zhou et al. Epidemiology of worldwide spinal cord injury: a literature review. *Journal of Neurorestoratology* 2018, 6(1): 1-9.

1.4 LESIONI MIDOLLARI COMPLETE E INCOMPLETE

⁶Immediatamente dopo il trauma midollare il quadro clinico presenta una abolizione totale della motricità volontaria e automatica sono il livello della lesione, con flaccidità muscolare e aumento dell'escursione articolare passiva. Sono anche aboliti i riflessi profondi, i riflessi cutanei e la sensibilità sotto la lesione. Questo evento prende il nome di shock midollare e dura da 3-4 giorni fino a 6-8 settimane dal trauma con la ricomparsa dei riflessi osteotendinei.

La lesione al midollo spinale, in base al livello lesionale, porta a:

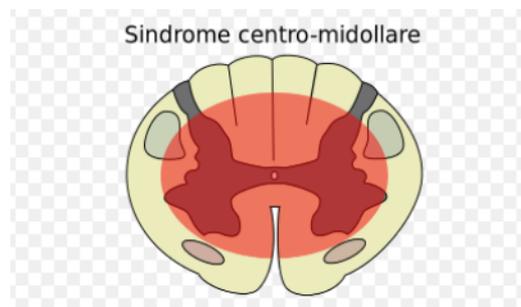
- Paraplegia: paralisi di entrambi gli arti inferiori e di una parte o di tutto il tronco in conseguenza a un danno al midollo spinale toracico o lombare o alle radici sacrali;
- Tetraplegia: paralisi che interessa gli arti superiori e inferiori e il tronco, compresi i muscoli respiratori in conseguenza a un danno spinale cervicale.

In base poi all'estensione del danno midollare la lesione può essere:

- Completa: totale assenza di sensibilità e paralisi motoria al di sotto della lesione (compresi i livelli sacrali S3-S5);
- Incompleta: parziale risparmio delle funzioni sensitive e/o motorie sotto il livello lesionale.

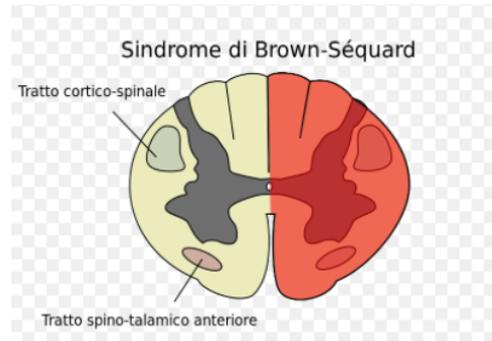
Le lesioni cervicali e lombosacrali sono spesso incomplete dato lo spazio più ampio del canale vertebrale e della migliore vascolarizzazione. L'International Standards for Neurological and Functional Classification of Spinal Cord Injury definisce cinque diverse sindromi midollari incomplete:

- **Sindrome centromidollare:** è applicabile quasi esclusivamente alle lesioni cervicali ed è caratterizzata da un deficit motorio prevalente agli arti superiori rispetto a quelli inferiori ed a un risparmio sacrale. Presenta la vescica neurologica.



⁶ Marquez M., Nobile A., Santandrea D., Valsecchi L. (2020) La persona con lesione midollare. L'intervento assistenziale globale. Roma. Carocci Editore. Pag. 97-99. Capitolo 10.

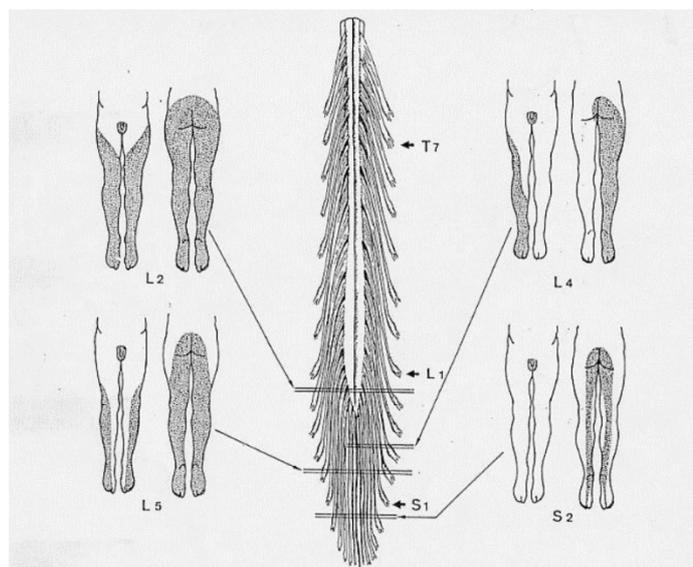
- **Sindrome di Brown-Séquard:** deficit motorio asimmetrico con uno score motorio più basso per i segmenti sotto il livello di lesione sul lato più compromesso (omolaterale) rispetto a quello meno compromesso, deficit della sensibilità termodolorifica controlaterale in termini di score sensitivo, più basso rispetto a quello omolaterale, deficit asimmetrico della sensibilità propriocettiva in termini di score per la sensibilità tattile omolaterale alla parte più compromessa rispetto alla controlaterale.



- **Sindrome anteriore:** deficit motorio variabile evidenziato da uno score motorio più basso del normale in almeno un miotomo sotto il livello di lesione, perdita della sensibilità termodolorifica mentre viene conservata la propriocettiva ovvero uno score per la dolorifica sia a destra che a sinistra sotto lesionale più basso del normale, score normale per la tattile sotto il livello di lesione.



- **Sindrome della Cauda equina:** si caratterizza per areflessia vescicale, intestinale e paralisi flaccida degli arti inferiori. Livello lesionale caudale a D12 e score motorio e sensitivo inferiore alla norma per i segmenti lombosacrali.



- **Sindrome del cono midollare:** generalmente implica una areflessia vescicale, una ipotonia

intestinale, una paralisi flaccida degli arti inferiori; i segmenti sacrali possono saltuariamente mostrare una preservazione del riflesso bulbocavernoso e dei riflessi minzionali.

Oltre all'estensione in senso trasversale, sarà fondamentale il livello lesionale che determina quali segmenti corporei restano deafferentati dall'inattivazione funzionale:

- una lesione cervicale alta determinerà tetraplegia spastica con deficit del diaframma;
- una lesione cervicale bassa darà un deficit a tipo periferico agli arti superiori con paraplegia spastica agli inferiori;
- una lesione dorsale determinerà una paraplegia spastica;
- una lesione lombare alta darà un deficit “periferico” a livello anteromediale della coscia, con paresi spastica a livello della muscolatura posteriore della coscia e della muscolatura della gamba.

⁷Con lesione incompleta intendiamo quindi un danno del midollo che non lede completamente la sezione compromessa e consente quindi una residua quota di passaggio di informazioni in entrata e in uscita. L'interruzione può riguardare sia la sostanza bianca che la sostanza grigia e la capacità dell'individuo di controllare autonomamente una parte del movimento volontario attivo sarà proporzionale alle dimensioni della parte integra. Una lesione incompleta però non sempre si presenta con una sindrome precisa o con un quadro ben definito perché nel caso dei traumi la variabilità è molto elevata. ⁸La traumatologia della colonna vertebrale ha delle caratteristiche peculiari in quanto interessa una struttura complessa le cui funzioni sono rappresentate dal sostegno, dal movimento e dalla protezione del midollo e delle radici: a causa di un evento traumatico una o più funzioni possono venire alterate. Le lesioni alla struttura ossea sono rappresentate generalmente da fratture mentre quelle che riguardano le articolazioni sono distorsioni e lussazioni. Le lesioni che si verificano all'interno dello speco vertebrale sono fratture mieliche, mentre se avvengono fuori dal canale sono amieliche. La lesione nervosa è la complicanza più frequente e più grave dei traumi vertebrali e il danno neurologico riportato può essere di vario tipo. Le

⁷ Pillastrini P., Marchetti M., Abbruzzese G. (2021) Neurofisiologia del movimento. Padova. Piccin. Pag. 253-255. Capitolo 13.

⁸ Marquez M., Nobile A., Santandrea D., Valsecchi L. (2020) La persona con lesione midollare. L'intervento assistenziale globale. Roma. Carocci Editore. Pag. 115-117, Capitolo 11.

principali azioni lesive a cui è soggetto il midollo sono quelle di compressione, di distrazione e di taglio. Le lesioni della colonna e del midollo spinale variano a seconda del tipo di forza applicata, dalla sua intensità e dalla sua direzione. La severità dipende:

- Dalla natura e della dinamica dell'evento traumatico;
- Dalla sede vertebrale in cui viene assorbita l'energia cinetica trasferita dall'impatto;
- Dalla durata della compressione e dall'entità della deformazione della struttura nervosa.

Le lesioni midollari incomplete sono lesioni per le quali non è possibile stabilire, all'inizio del percorso riabilitativo, se e quale sarà la percentuale di recupero. Nella review presentata alla Conferenza Nazionale di Consenso della SOMIPAR del 2009 è emerso che una parte significativa (circa 50%) dei pazienti con AIS impairment iniziale B e C migliora di almeno un livello AIS nei primi mesi dopo la lesione con un livello di evidenza 4. Per i pazienti con AIS impairment iniziale A e D il miglioramento è molto minore (circa 10%) sempre con un livello di evidenza 4. Durante la riabilitazione i pazienti con lesione midollare ottengono anche significativi miglioramenti dello stato funzionale, soprattutto quelli con paraplegia incompleta e completa e con tetraplegia incompleta (Livello di evidenza 4).

1.5 EPIDEMIOLOGIA E PROGNOSI DELLE LESIONI MIDOLLARI INCOMPLETE

La ricerca di dati epidemiologici sulla lesione midollare incompleta è stata condotta con l'obiettivo di identificare la disponibilità in letteratura di informazioni riguardanti l'incidenza e la prevalenza di questo tipo di lesioni ed il loro andamento nel tempo, la sopravvivenza e le caratteristiche demografiche, eziologiche e cliniche della popolazione da esse interessata. La conoscenza dei dati epidemiologici può consentire di definire obiettivi di prevenzione in generale e in particolare definire le circostanze che favoriscono una limitazione dell'estensione del danno midollare, individuare e quantificare le necessità assistenziali espresse dai soggetti con lesione midollare incompleta al fine di ottimizzare la ripartizione delle risorse e organizzare adeguate risposte assistenziali-riabilitative indirizzandole verso obiettivi specifici. Tutto ciò appare estremamente rilevante se si considera che i pazienti incompleti che presentano una maggiore probabilità di sopravvivenza e generalmente migliore outcome funzionale spesso con minima disabilità, a lungo termine sviluppano problemi che richiederebbero interventi specifici da parte di strutture idonee e personale con esperienza specifica, e che esiste una correlazione forte tra corretto approccio a queste problematiche e qualità della vita nel lungo periodo (Gerhart 1992)⁹. Le problematiche di questi pazienti "meno gravi" possono essere ampiamente sottostimate, in quanto essi hanno grande probabilità di sfuggire alla valutazione nella maggior parte degli studi su popolazioni di mielolesi. Con una certa omogeneità nelle varie casistiche la incompletezza della lesione correla con:

- Livello lesionale: nelle lesioni cervicali maggiore probabilità di lesione incompleta;
- Età: maggiore l'età, maggiore probabilità di lesione incompleta (>età, > prob. lesione cervicale);
- Sesso: sesso femminile maggiore probabilità di lesione incompleta;
- Eziologia: eziologia non traumatica maggiore probabilità di incompletezza.

⁹ Gerhart KA, Johnson RL, Whiteneck GG "Health and psychosocial issues of individuals with incomplete and resolving spinal cord injuries" *Paraplegia* 1992;30(4):282-7

E' stata anche riscontrata una correlazione tra diverse eziologie della lesione traumatica e il tipo di lesione (livello e completezza) ^{10,11}: negli incidenti di auto il tipo di lesione più frequente è la tetraplegia incompleta, negli incidenti sportivi la tetraplegia è più frequente con uguale distribuzione tra completezza ed incompletezza, nelle cadute dall'alto oltre un terzo dei soggetti presenta tetraplegia incompleta, e anche quelli che presentano un livello che comporta paraplegia sono per metà dei casi incompleti, a differenza delle lesioni derivanti da violenza (più spesso rappresentati da colpi di arma da fuoco) che in oltre 2/3 determinano paraplegia e nella quasi totalità lesioni complete. La domanda più pressante che viene costantemente posta all'equipe curante da parte della persona con lesione midollare e dei familiari è quella relativa alla cosiddetta prognosi funzionale. La persona con lesione midollare ha diritto di conoscere la propria situazione e le caratteristiche relative alla potenziale evolutività del quadro clinico per poter organizzare il proprio futuro, gli operatori non possono mettere a punto il progetto riabilitativo se non sono in grado di identificare gli obiettivi funzionali da raggiungere, né è possibile instaurare il programma terapeutico se non si conoscono i criteri guida per le diversificate strategie ad esso sottese.

Di qui la necessità di identificare il più precocemente possibile i fattori che assumano un carattere predittivo relativamente alle eventuali possibilità di recupero sul piano sia neurologico che funzionale.

Tale compito presuppone una accurata valutazione neurologica, la più precoce possibile ed una valutazione funzionale con scale riproducibili e validate in grado di identificare e quantizzare correttamente l'evolutività del quadro clinico.

Ovviamente questo significa affidarsi ai dati della Evidence Based Medicine che purtroppo ad oggi la letteratura scientifica ci offre non troppo generosamente.

Fa parte della osservazione quotidiana di chi si occupa di soggetti affetti da mielolesione il constatare che alcuni di essi nel tempo recuperano qualche abilità funzionale, mentre

¹⁰ Nobunaga AI et al "Recent demographic and injury trends in people served by the Model Spinal Cord Injury Care System" Arch Phys Med Rehabil 1999; 80(11): 1372-82

¹¹ Marino Rj, DiTunno JF Jr, Donovan WH, Maynard F Jr "Neurologic recovery after traumatic spinal cord injury: data from the Model Spinal Cord Injury Systems" Arch Phys Med Rehabil 1999; 80(11): 1391-6

altri recuperano pochi movimenti afinalistici o addirittura non presentano recupero alcuno.

Spesso ci si domanda se risultati così diversi siano solo imputabili alla situazione anatomica o forse non dipendano anche dalle strategie utilizzate per la loro gestione. Sicuramente nell'ottica di ottimizzare il recupero dovremmo anche conoscere adeguatamente i meccanismi che sottendono al danno neurologico ed alla sua potenziale evolutività sia in senso positivo che negativo.

1.6 LA SCALA ASIA

¹²È importante che la valutazione clinica delle lesioni midollari sia esatta, chiara, trasmissibile da un operatore ad un altro e che possa dare un inquadramento diagnostico il più possibile accurato. La scala di valutazione attualmente gold standard¹³ è la Classificazione neurologica standard dei traumi midollari proposta dall'ASIA: tale scala è basata sulla valutazione della funzione motoria e della sensibilità (Tab. 3). La funzione motoria viene valutata bilateralmente tramite l'esame di 10 gruppi muscolari e dando loro un punteggio che va da 0 a 5. La sensibilità tattile superficiale e dolorifica viene valutata sempre bilateralmente su 28 dermatomeri e viene classificata come assente, alterata o normale con un punteggio da 0 a 2. Nella scala di valutazione il livello di lesione è definito come il segmento più caudale neurologicamente integro da entrambi i lati del corpo. Questa classificazione non prende in esame la sensibilità pallestesica. L'esame motorio e della sensibilità viene sintetizzato basandosi sulla classificazione Frankel a cinque livelli così definiti:

- A= completa: la funzione sensitiva e motoria non è conservata nei segmenti sacrali S4-S5 (definizione della completezza della lesione);
- B= incompleta: la funzione sensitiva è conservata sotto il livello neurologico e arriva fino ai segmenti sacrali S4-S5. La funzione motoria non è conservata;
- C= incompleta: la funzione motoria è conservata (almeno per 3 segmenti) sotto il livello neurologico e la maggior parte dei muscoli più importanti sotto il livello neurologico ha un grado di forza muscolare minore di 3;
- D= incompleta: la funzione motoria è conservata (almeno per 3 segmenti) sotto il livello neurologico e la maggior parte dei muscoli più importanti sotto il livello neurologico ha un grado di forza muscolare uguale o superiore a 3;
- E= normale: le funzioni sensitive e motorie sono normali.

¹² Marquez M., Nobile A., Santandrea D., Valsecchi L. (2020) La persona con lesione midollare. L'intervento assistenziale globale. Roma. Carocci Editore. Pag. 111-114. Capitolo 10.

¹³ Roberts T. T., Leonard G. R., Cepela D. J. (2016). Classifications In Brief: American Spinal Injury Association (ASIA) Impairment Scale. *Clinical Orthopaedics and Related Research*; 475: 1499-1504

La valutazione con la scala ASIA deve essere fatta il prima possibile e ripetuta per verificare eventuali modificazioni. Questo è importante soprattutto nei casi di lesione incompleta per valutare il grado di recupero in termini di numero di nuovi muscoli funzionanti e di intensità di contrazione volontaria. Una definizione precoce dell'entità della lesione midollare acuta è essenziale ai fini prognostici, terapeutici, chirurgici e riabilitativi.



FONDAZIONE SANTA LUCIA
ISTITUTO DI RIABILITAZIONE E CURA ALCAMARITARE SCIENTIFICO
 00179 Roma, Via Ardeatina, 506 - Tel. 06/50131001 - Fax 06/50132097 - www.santalucia.it

STANDARD NEUROLOGICAL CLASSIFICATION OF SPINAL CORD INJURY

Nome paziente _____ Data/Tempo di esame _____

Nome esaminatore _____

MOTORIO

Muscoli chiave

C5	R	L	Fllessori del gomito
C6			Estensori del polso
C7			Estensori del gomito
C8			Fllessori delle dita (alargare distale del medio)
T1			Abduttori delle dita (mignolo)

+ = _____ (50) (50)
 + = _____ (25) (25)

SENSITIVO

Punti chiave sensitivi

0 = assente
 1 = alterato
 2 = normale
 NT = non testabile

0 = paralisi totale
 1 = contrazione palpabile o visibile
 2 = movimento attivo in assenza di gravità
 3 = movimento attivo contro gravità
 4 = movimento attivo contro resistenza
 5 = movimento attivo contro piena resistenza
 NT = non testabile

L2 Fllessori dell'anca
 L3 Estensori del ginocchio
 L4 Dorsiflessori della
 L5 Estensore lungo del pollice
 S1 Fllessori plantari della caviglia

Contrazione anale volontaria (S/VOL)

Sensibilità anale Presente Assente

SCORE MOTORIO + = _____ (50) (50)

SCORE DOLORIFICA + = _____ (max: 12)

SCORE TATTILE SUPERFICIALE + = _____ (max: 12)

TOTALE (Massimo: 65) (65) + _____ (50) (50) = _____ (115)

LIVELLO NEUROLOGICO Segmento più caudale con normale funzionalità

LESIONE COMPLETA R L

LESIONE INCOMPLETA R L

ASIA IMPAIRMENT SCALE R L

AREE SOTTOLEZIONALI CON FUNZIONALITÀ RESIDUA Estensione caudale di segmenti parzialmente innervati

Tab. 3 – Scala ASIA

CAPITOLO 2 PROBLEMATICHE RESPIRATORIE NEL PAZIENTE CON LESIONE MIDOLLARE

2.1 FISIOPATOLOGIA DELL'INSUFFICIENZA RESPIRATORIA NEL PAZIENTE CON LESIONE MIDOLLARE

La respirazione consente all'organismo lo scambio di sostanze gassose tra il sangue e l'atmosfera, la regolazione del pH ematico, nonché permette l'attività fonatoria. È una funzione che, per la maggior parte del tempo, è involontaria, ma che in qualsiasi momento può divenire volontaria, controllata e regolata coscientemente. La parte involontaria è regolata da centri presenti nel tronco encefalico, in particolare nel ponte e nel bulbo, che ne controllano i vari parametri come frequenza e profondità della ventilazione.

¹⁴La funzione respiratoria viene compromessa in modo variabile a seconda del livello e della completezza della lesione midollare, per questo è possibile suddividere le lesioni midollari e le conseguenti problematiche connesse alla funzionalità respiratoria in:

- Lesione cervicale alta (C0- C2): paralisi completa dei muscoli inspiratori ed espiratori e quindi dipendenza completa dalla ventilazione meccanica invasiva o dalla stimolazione elettrica diaframmatica;
- Lesione cervicale media (C3-C5): il diaframma potrebbe essere parzialmente funzionante (viene innervato dal nervo frenico) così come gli scaleni e sono integri gli sternocleidomastoidei. In assenza di complicanze la ventilazione meccanica invasiva potrebbe non essere continua oppure si potrebbe considerare la ventilazione meccanica non invasiva e la rimozione della cannula tracheostomica, se presente;
- Lesione cervicale bassa (C6-C8): il diaframma, gli sternocleidomastoidei e gli scaleni sono integri. In assenza di complicanze la respirazione spontanea è garantita;

¹⁴ Marquez M., Nobile A., Santandrea D., Valsecchi L. (2020) La persona con lesione midollare. L'intervento assistenziale globale. Roma. Carocci Editore. Pag. 151- 154. Capitolo 14.

- Livelli di lesione dorsali: più è basso il livello lesionale più è assicurata la ventilazione spontanea. Nelle lesioni più basse sono deficitari i muscoli addominali con compromissione della fase espiratoria e della tosse.

Nel soggetto normale la respirazione a riposo è svolta dai muscoli inspiratori principali (diaframma, parasternali e scaleni): tuttavia a ogni atto respiratorio lo sforzo svolto da questi muscoli rappresenta solo una piccola parte rispetto alla forza che può essere sviluppata quando vengono attivati insieme alla muscolatura accessoria (sternocleidomastoidei e intercostali esterni). Nel soggetto con lesione midollare, il deficit respiratorio insieme alla distorsione della gabbia toracica contribuiscono all'alterazione del rapporto tra forza muscolare disponibile e carico respiratorio.

Un fattore importante nel generare l'insufficienza respiratoria nei pazienti tetraplegici è dato dal fatto che durante il respiro spontaneo essi mostrano movimenti caratterizzati dalla presenza del paradosso toracico: in pazienti con deficit della muscolatura inspiratoria extra diaframmatica il diaframma quando si contrae si abbassa ed espande l'addome ma, non essendoci l'attività dei muscoli parasternali e scaleni, provoca un rientramento della gabbia costale. Spesso questo paradosso si riduce e scompare dopo la fase acuta a causa dell'insorgenza di rigidità della gabbia toracica, aumento del tono muscolare della muscolatura toracica e incremento della forza dei muscoli del collo.

Tra i danni più importanti agli altri apparati, causati da una lesione cervicale del midollo spinale, c'è sicuramente la compromissione respiratoria.

Le problematiche respiratorie rappresentano, per il paziente con lesione midollare, la prima causa di morbidità, mortalità e aumento della spesa sanitaria. L'impairment della respirazione è il risultato di una serie di fattori, alcuni ad esordio immediato ed altri più tardivo, che nel complesso vanno a limitare l'espansione della gabbia toracica, nonché ad inficiare la normale meccanica respiratoria e la funzionalità del sistema di rimozione delle secrezioni e della tosse. Quasi tutti i volumi polmonari subiscono una drastica riduzione.

È durante la fase di shock midollare, in particolare nei primi giorni o settimane postoperatori, che il paziente è particolarmente a rischio di eventi cardiovascolari, disturbi metabolici, stati infiammatori persistenti, sviluppo di condizioni dolorose, nonché ovviamente compromissioni respiratorie. Infatti, qui si riscontra che quasi il 70% dei pazienti con mielolesione cervicale sviluppa una severa complicanza

respiratoria e può necessitare di ventilazione meccanica invasiva¹⁵. La Capacità Vitale (VC) risulta molto ridotta e si considera che valori di Capacità Vitale Forzata (FVC) inferiori al 25% di quello predittivo siano correlati allo sviluppo di insufficienza respiratoria ed alla necessità di intubazione¹⁶.

Durante questo stato acuto, a livello dei segmenti della colonna interessati dal danno è frequente osservare uno stato infiammatorio con presenza più o meno importante di edema. Non è raro che il livello di lesione appaia quindi più alto di quello reale, in quanto questo stato influenza l'attività di alcuni dei metameri superiori alla sede del danno. Questa è una condizione transitoria, ma che è importante considerare in quanto ne risulta che nei primi giorni la compromissione delle funzioni corporee sarà più estesa ed il paziente maggiormente a rischio di complicanze.

Le complicanze dovute a disfunzioni respiratorie possono essere ricondotte a tre specifici fattori: la diminuzione della Capacità Vitale, indotta dalla riduzione della forza della muscolatura respiratoria e dalla fatica, oltre che dalla perdita nella capacità inspiratoria e dalla possibile formazione di atelettasie; la ritenzione delle secrezioni data da un aumento della produzione di secreto e da una tosse inefficace; le disfunzioni autonome, che possono tra le altre cose provocare proprio un aumento del secreto e indurre più facilmente broncospasmo, oppure favorire la formazione di un edema polmonare¹⁷.

Tutti questi fattori possono portare il paziente a sviluppare infezioni polmonari che lo condurranno poi a stati di insufficienza respiratoria.

Tutte le manovre di compressione esterna dell'addome e gli ausili (ad es. fasce addominali) che vicariano la funzione della muscolatura addominale migliorano la ventilazione polmonare, l'efficacia della tosse e sono utilizzate per favorire l'espettorazione nel tetraplegico. Il trattamento riabilitativo generale di base ha una

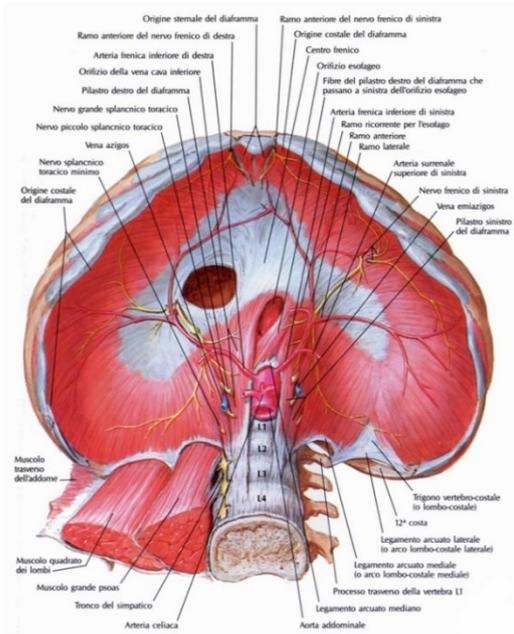
¹⁵ Hagen E. M. (2015), Acute complications of spinal cord injuries. *World Journal of Orthopaedics*, 6(1): 17-23

¹⁶ Schilero J. S., Spungen A. M., Bauman W. A., Radulovic M., Lesser M. (2009): Pulmonary function and Spinal Cord Injury. *Respiratory Physiology & Neurobiology* 166, 129 - 141.

¹⁷ Galeiras Vazquez R., Sedes P. R., Farina M. M., Marqués A. M., Velasco M. E. F. (2013). Respiratory Management in the Patient with Spinal Cord Injury. *Hindawi Publishing Corporation, BioMed Research International*

ricaduta positiva sulla funzione respiratoria determinando incremento alla resistenza allo sforzo, rinforzo della muscolatura generale residua, posture corrette ed evolute. Il trattamento riabilitativo specifico per la funzione respiratoria è dato dalla mobilizzazione della gabbia toracica per impedire la rigidità attraverso un trattamento manuale eventualmente associato alla pressione positiva intermittente, rinforzo manuale e con incentivatori del diaframma e degli altri muscoli respiratori per incremento della forza e dell'endurance (attraverso carichi inspiratori), igiene bronchiale mediante drenaggio posturale, manovre di tosse assistita e strumenti che sviluppano una pressione espiratoria positiva, supporto addominale.

2.2 IL DIAFRAMMA



¹⁸Il diaframma è un muscolo a forma di cupola che separa la cavità toracica da quella addominale. I suoi punti di inserzione sono nella parte alta il centro frenico (si trova nei pressi dell'imbocco esofageo e tracheale) mentre nella parte bassa tutta la circonferenza costale su cui invia le proprie terminazioni tendinee. Il diaframma è il principale muscolo dell'inspirazione ma partecipano ad essa anche numerosi muscoli accessori. Il diaframma, da solo, è in grado di sollevare le coste in modo sufficiente a garantire una

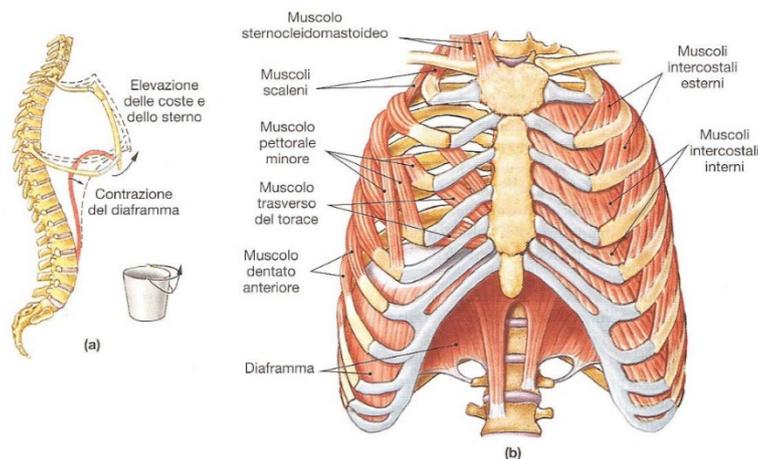
buona inspirazione ma, nella norma, partecipano anche altri muscoli tramite un'azione sinergica. Il diaframma è innervato dalle primissime radici cervicali, che hanno i loro motoneuroni nei pressi dei centri in cui si trovano i regolatori di alcune funzioni vitali come il cuore, i polmoni e l'intestino: una lesione a questo livello risulta pertanto incompatibile con la conservazione di queste funzioni vitali. I pazienti con lesione midollare che riescono a superare la fase acuta presentano un'interruzione che si trova sempre qualche metamero al di sotto di tale lesione. I muscoli accessori hanno diversi livelli di innervazione: una lesione midollare dorsale alta impedirà a questi muscoli di concorrere a sollevare la gabbia toracica in sinergia col diaframma. Questo comporta una precoce stancabilità del paziente che, più è alto il livello della lesione, più potrà contare solo sul diaframma per inspirare. Questo provoca un'iperattività diaframmatica da un lato perché deve sollevare da solo le coste ad ogni atto inspiratorio, dall'altro perché non può alternarsi con nessuno dovendo svolgere un'azione ventiquattro ore su ventiquattro.

Anche l'espiazione può avvalersi di muscoli accessori che sommano la loro azione a quella della gravità. La contrazione di questi muscoli abbassa la gabbia toracica che

¹⁸ Pillastrini P., Marchetti M., Abbruzzese G. (2021) Neurofisiologia del movimento. Padova. Piccin. Pag. 272-274. Capitolo 13.

provoca un'espansione forzata in cui si abbassano le coste, ma favorisce anche l'inspirazione attraverso un'azione di schiacciamento dei visceri che mette il diaframma in condizioni favorevoli per anticipare l'inizio del sollevamento delle coste.

Nel momento in cui inizia la risoluzione dello shock spinale, parte di questi muscoli può andare incontro a fenomeni di spasticità; in alcuni casi, come quello della muscolatura intercostale ed addominale, questo può rappresentare un aiuto, in quanto ne consegue che la gabbia toracica risulti maggiormente stabilizzata e la meccanica respiratoria più efficiente, con una riduzione dei movimenti paradossi ed un aumento dei volumi. Anche la stessa meccanica di funzionamento del diaframma, poi, è minata dalla parziale assenza della muscolatura addominale. Questo risulta particolarmente evidente in posizione verticale del tronco: la riduzione del tono addominale fa sì che i visceri si riversino anteriormente durante la posizione ortostatica, facendo crollare in avanti la parete addominale. Il diaframma risulta così maggiormente appiattito e la sua curva tensione-lunghezza diminuita¹⁹, di modo che, se anche la sua innervazione è integra e la sua capacità contrattile è preservata, la sua escursione risulta ridotta e quindi meno efficace. Come si può intuire, questa condizione viene limitata dal posizionamento del paziente in posizione supina. Qui, infatti, i visceri occupano la loro sede usuale, riportando il muscolo diaframmatico in una posizione più fisiologica e consentendogli un movimento pressoché normale. In posizione seduta viene utilizzata la pancera addominale come supporto ai visceri e aiuto alla respirazione.



¹⁹ Kang SW, Shin JC, Park CI, Moon JH, Rha DW, Cho DH. Relationship between inspiratory muscle strength and cough capacity in cervical spinal cord injured patients. *Spinal Cord*. 2006 Apr;44(4):242-8. doi: 10.1038/sj.sc.3101835. PMID: 16151446.

2.3 VALUTAZIONE DEI PARAMETRI RESPIRATORI

²⁰Per ottenere un bilancio della funzione respiratoria si prendono in considerazione i seguenti parametri:

- Forza dei muscoli respiratori principali ed accessori: essa è valutata in modo diretto (per mano dell'operatore) o in modo indiretto (presenza di segni clinici).
- Frequenza respiratoria a riposo: un incremento della frequenza a riposo è segno di un diaframma debole.
- Pattern respiratorio: esso deve essere valutato sia in posizione eretta che da seduto e da supino in quanto in posizione supina può evidenziarsi un deficit di forza del diaframma altrimenti compensato. Altri segni di ridotta forza del diaframma sono rappresentati dal coinvolgimento, a riposo, dei muscoli accessori del collo e dai rientramenti inspiratori degli ultimi spazi intercostali. Nelle lesioni che lasciano indenne il solo diaframma sono evidenziabili specie in posizione seduta i movimenti paradossi con riduzione del diametro antero-posteriore della parte superiore della gabbia toracica e riduzione del diametro laterale nella parte inferiore della gabbia toracica.
- Mobilità della gabbia toracica: nel caso di compromissione del tratto cervicale e toracico alto, sin dai primi mesi dopo il trauma si instaura una riduzione della compliance spiegabile in gran parte con la paralisi spastica degli intercostali e con la rigidità acquisita delle articolazioni costo-vertebrali.
- Tosse: l'insufficienza della muscolatura addominale, la riduzione dei volumi inspiratori e il minore ritorno elastico polmonare riducono l'efficacia della tosse e la possibilità dell'igiene bronchiale con maggiore tendenza a sviluppare infezioni delle vie aeree. È necessario insegnare al paziente con lesione midollare e al caregiver la tecnica della tosse assistita, una manovra in grado di favorire la risalita del diaframma e quindi di mobilizzare una quantità d'aria sufficiente all'igiene bronchiale.
- Valutazione dei volumi polmonari statici e dinamici. È utile valutare tali parametri nelle diverse posture.
- Saturimetria dell'O₂ ed EGA sia a riposo che dopo sforzo anche per la valutazione della resistenza allo sforzo e per la definizione del carico di lavoro cui i pazienti con lesione midollare possono essere sottoposti. È da considerare che di base il lavoro

²⁰ La riabilitazione del soggetto mieloleso, Sergio Lotta.

respiratorio aumenta in presenza della riduzione della compliance della gabbia toracica e dei movimenti paradossi. Sono inoltre da tenere in considerazione le possibili variazioni notturne della PO₂ e della PCO₂ nei soggetti con livello neurologico alto; in questo senso sono da interpretare alcuni sintomi come difficoltà al risveglio o insonnia, irritabilità o sonno rumoroso o sleep apnea nell'anziano.

CAPITOLO 3 LO STUDIO

3.1 OBIETTIVO

Il trattamento delle problematiche respiratorie è parte integrante e fondamentale del programma riabilitativo in pazienti che hanno subito una lesione midollare cervicale incompleta: sono presenti nel 70% dei casi e rappresentano una delle principali cause di mortalità e morbilità. L'obiettivo è stato quello di valutare sperimentalmente se un trattamento manuale potesse migliorare i parametri respiratori raccolti durante sessioni di cammino sul Walker View. La letteratura presenta diverse evidenze sull'importanza della riabilitazione respiratoria in pazienti con lesione midollare (9) (10) (11) (12) (13) e anche sul training del cammino tramite un treadmill che permette un supporto del peso del paziente (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20). Tuttavia, la riabilitazione respiratoria si basa soprattutto su esercizi attivi che il paziente esegue oppure l'utilizzo di stimolatori diaframmatici, apparecchi di insufflazione/essuflazione meccanica: per questo motivo la proposta di un trattamento di terapia manuale per valutarne l'efficacia e l'eventuale alternativa agli esercizi.

3.2 MATERIALI E METODI

Criteria di inclusione ed esclusione

Lo studio è stato svolto su due pazienti con lesione midollare incompleta cervicale (C3-C8) che avessero un MMSE maggiore o uguale a 20, stabili clinicamente, capaci di utilizzare la strumentazione robotica per il cammino e che non presentassero concomitanti malattie neurologiche o sistemiche. Lo studio si è svolto tra febbraio e maggio 2021 nell'SOSD Unità Spinale degli Ospedali Riuniti di Ancona.

Indicatori

Gli indicatori misurati sono stati il miglioramento dei parametri vitali, sia respiratori che cardiaci, la diminuzione della fatica e il miglioramento della qualità di vita. Inoltre, sono stati misurati anche l'indipendenza a seguito della lesione midollare e i miglioramenti nel cammino.

Gli indicatori sono stati così misurati:

Indicatori	Misure di outcome
Volumi respiratori	Spiro tiger e incentivatore di volume
Indipendenza funzionale	SCIM III
Fatica e sforzo	Scala di Borg
Resistenza	6 minuti walking test
Qualità della vita	SF-36 health survey
Modifiche cammino	WISCI II
Parametri cardiaci e respiratori	Frequenza cardiaca, frequenza respiratoria e saturimetria
Stanchezza	Scala di FAS

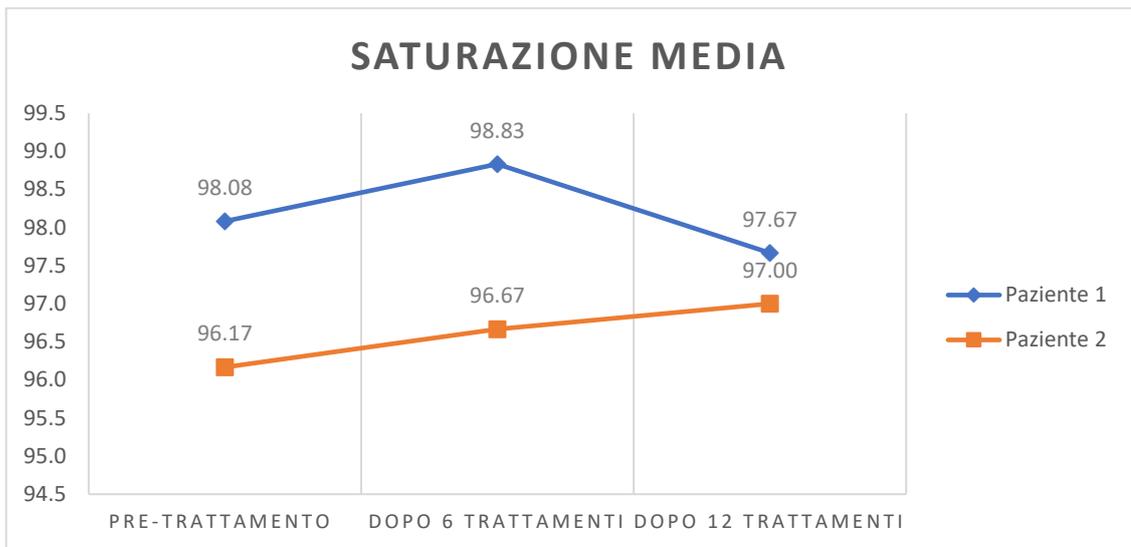
I dati sono stati raccolti prima dell'inizio del trattamento (T0) e alla fine del trattamento (T2). I parametri respiratori e cardiaci e l'incentivatore di volume sono stati raccolti anche in una sessione dopo 6 sedute di trattamento (T1). Dopo un mese dalla fine del trattamento sono stati raccolti dati tramite l'incentivatore di volume, la qualità della vita, il miglioramento del cammino e lo sforzo e la fatica (T3): non è stato possibile raccogliere dati riguardanti i parametri cardiaci e respiratori perché i pazienti non utilizzavano più la strumentazione robotica per effettuare il training alla deambulazione.

Modalità raccolta dati

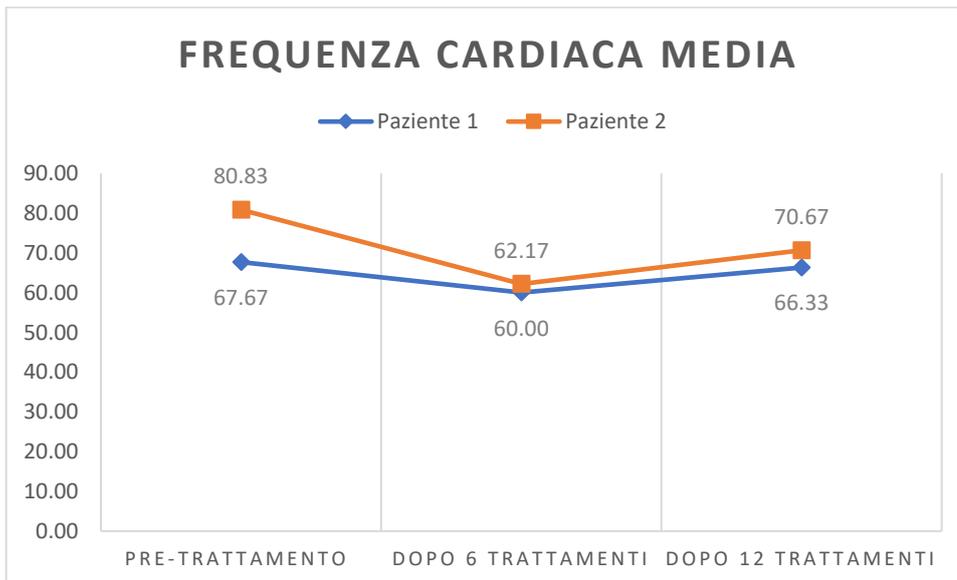
Entrambi i pazienti hanno effettuato il trattamento sperimentale associato a deambulazione sul Walker View: il trattamento consisteva in una prima fase di respirazione, presa di coscienza e rilassamento, poi veniva effettuato il pompaggio dei muscoli piccolo e grande pettorale, a seguire massaggio diaframmatico e alla fine resistenza manuale alla espirazione diaframmatica. A seguito di questa prima parte i pazienti venivano sottoposti a training del cammino tramite il Walker View. I parametri cardiaci e respiratori sono stati valutati prima di iniziare, al termine di ogni sessione della durata media di 10 minuti e alla fine dopo un tempo complessivo di 50 minuti. I pazienti sul Walker View sono stati dapprima sgravati del loro peso tramite il sistema Smart Gravity: il sistema di supporto dinamico che nasce dalla ricerca TecnoBody a servizio della fisioterapia e della riabilitazione neuromotoria. In seguito ai miglioramenti nel cammino sono stati sottoposti a training sul Walker View senza supporto.

3.3 RISULTATI

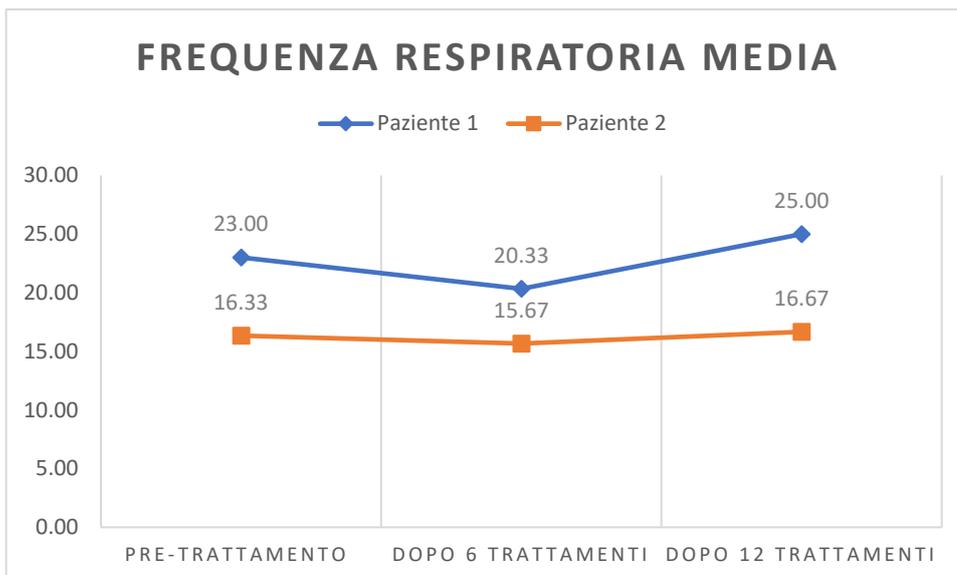
Per quanto riguarda la valutazione della saturazione, della frequenza cardiaca e della frequenza respiratoria è emerso che il paziente uno, di maggiore età, presenta una saturazione calante ma comunque nella norma, una frequenza cardiaca di poco al di sotto della norma e una frequenza respiratoria di poco al di sopra della norma. Mentre per il paziente due la saturazione è migliorata, la frequenza cardiaca è diminuita rientrando in valori nella norma e la frequenza respiratoria risulta anch'essa nella norma.



Tab. 4



Tab. 5



Tab. 6

Analizzando i dati relativi agli altri parametri valutati possiamo notare che il questionario che valuta la qualità di vita, SF-36, ha un punteggio maggiore in entrambi i pazienti, il walking index for spinal cord injury (WISCI II) che valuta il cammino in pazienti con lesione midollare risulta migliorato, il 6 minuti walking test presenta valori maggiori sia sulla velocità che sullo spazio percorso, e anche tramite l'utilizzo dell'incentivatore di flusso possiamo notare un miglioramento.

	SF-36	WISCI II	6 minuti walking test	Incentivatore di flusso
	T0	T0	T0	T0
Paziente 1	85	2	40 metri	900 cc/sec in espirazione ed inspirazione
Paziente 2	91	0	40 metri	900 cc/sec inspirazione 750 cc/sec espirazione

Tab. 7

	SF-36	WISCI II	6 minuti walking test	Incentivatore di flusso
	T2	T2	T2	T2
Paziente 1	92	8	60 metri	1200 cc/sec inspirazione e 900 cc/sec espirazione
Paziente 2	93	6	60 metri	1200 cc/sec inspirazione e 900 cc/sec espirazione

Tab. 8

WALKING INDEX FOR SPINAL CORD INJURY (WISCI II)

Come gestire il test:

- Somministrato dal clinico.
- Il partecipante cammina 10 metri (distanza che rappresenta l' abituale deambulazione).
- La determinazione del livello WISCI II richiede che i partecipanti eseguano sistematicamente in progressione ogni livello, il livello poi identificato come corretto può essere di parecchi livelli inferiore al livello massimo.

Strumenti necessari:

- parallele lunghe 5 metri
- ausili per la mobilità (ad esempio parallele, canadese, Walker).

Punteggio:

- Il medico osserva camminare e valuta il livello nel quale la persona è considerata sicura e confortevole.

WISCI II

Le seguenti definizioni uniformano i termini usati per l'identificazione dei livelli:

Assistenza (fisica): - di due o più persone - assistenza moderata/massima
- di una persona - assistenza minima

Tutori: - Con tutore/i - si intendono uno o due tutori sia lunghi che corti.
- Senza tutori - si intende su nessun arto inferiore

Deambulatore: convenzionalmente si intende rigido e a quattro punte

Stampelle: sia i bastoni canadesi che le stampelle ascellari

Bastone: si intende un semplice bastone da passeggio

Livello	Descrizione
0	Il paziente non è in grado di stare in piedi e/o partecipare nel cammino con assistenza
1	Cammina tra le parallele, con tutori e assistenza di due o più persone, meno di 10 metri
2	Cammina tra le parallele, con tutori e assistenza di due o più persone, 10 metri
3	Cammina tra le parallele, con tutori e assistenza di una persona, 10 metri
4	Cammina tra le parallele, senza tutori, con l'assistenza di una persona, 10 metri
5	Cammina tra le parallele, con tutori, senza assistenza, 10 metri
6	Cammina con deambulatore, tutori e assistenza di una persona, 10 metri
7	Cammina con due stampelle, tutori e assistenza di una persona, 10 metri
8	Cammina con deambulatore, senza tutori e con assistenza di una persona, 10 metri
9	Cammina con deambulatore, tutori, senza assistenza, 10 metri
10	Cammina con una stampella/bastone, tutori e l'assistenza di una persona, 10 metri
11	Cammina con due stampelle, senza tutori e con l'assistenza di una persona, 10 metri
12	Cammina con due stampelle, tutori, senza l'assistenza di una persona, 10 metri
13	Cammina con deambulatore senza tutori e senza assistenza, 10 metri
14	Cammina con una stampella/bastone, senza tutori, con assistenza di una persona, 10 metri
15	Cammina con una stampella/bastone, tutori e senza assistenza, 10 metri
16	Cammina con due stampelle, senza tutori e senza assistenza, 10 metri
17	Cammina senza ausili, senza tutori, con l'assistenza di una persona, 10 metri
18	Cammina senza ausili, con tutori, senza assistenza, 10 metri
19	Cammina con una stampella/bastone, senza tutori, senza assistenza, 10 metri
20	Cammina senza ausili, senza tutori e senza assistenza, 10 metri

Scala di valutazione della stanchezza persistente: Fatigue Assessment Scale (FAS)

Le seguenti dieci affermazioni si riferiscono a come lei si sente abitualmente. Per ogni affermazione scelga una delle cinque risposte proposte, che variano da Mai a Sempre. La preghiamo di segnare con una crocetta sul cerchietto la risposta che le corrisponde maggiormente. La preghiamo inoltre di rispondere a tutte le domande, anche se in questo momento non avverte alcun disturbo.

1. mai
2. a volte (månedligt eller mindre)
3. regolarmente (et par gange om måneden)
4. spesso (ugentligt)
5. Sempre (dagligt)

	mai	a volte	regolarmente	spesso	sempre
1. Sono afflitto da stanchezza persistente.	<input type="radio"/>				
2. Mi stanco facilmente.	<input type="radio"/>				
3. Faccio poco durante il giorno.	<input type="radio"/>				
4. Ho abbastanza energia per le mie attività quotidiane.	<input type="radio"/>				
5. Mi sento sfinito fisicamente.	<input type="radio"/>				
6. Ho problemi nell'iniziare le mie attività.	<input type="radio"/>				
7. Ho problemi di concentrazione.	<input type="radio"/>				
8. Ho voglia di fare poco.	<input type="radio"/>				
9. Mi sento sfinito mentalmente.	<input type="radio"/>				
10. Quando faccio qualcosa riesco a concentrarmi abbastanza bene.	<input type="radio"/>				

La scala FAS che valuta la stanchezza persistente risulta migliorata nella valutazione dei pazienti.

	T0	T2
Paziente 1	mai, a volte, mai, sempre, a volte, a volte, mai, a volte, a volte, sempre	mai, mai, mai, sempre, mai, mai, mai, mai, mai, sempre
Paziente 2	regolarmente, mai, mai, sempre, mai, a volte, a volte, a volte, a volte, a volte, regolarmente	mai, mai, a volte, spesso, a volte, a volte, a volte, a volte, mai, regolarmente

È stato anche utilizzato per la valutazione lo spirotiger, un sistema per la ginnastica del respiro che in questo caso non è stato usato come allenamento ma solo per valutare il

volume respiratorio al minuto e il volume respiratorio totale. Lo spirotiger è un apparecchio che viene utilizzato dagli sportivi per migliorare la loro prestazione grazie all'allenamento specifico della muscolatura respiratoria. In ambito medico procura sollievo ai pazienti affetti da malattie dell'apparato respiratorio, migliorando la loro qualità di vita. È stato impostato un tempo di 2 minuti nei quali il paziente doveva respirare attraverso questo sistema.

	Volume respiratorio al minuto		Volume respiratorio totale	
	T0	T2	T0	T2
Paziente 1	35 L	35 L	63 L	76 L
Paziente 2	36 L	36 L	54 L	73 L

Tab. 9

I valori rappresentati nelle tabelle si riferiscono a tempi T0 e T2 ovvero dati raccolti prima dell'inizio del ciclo di trattamenti e alla fine delle 12 sedute. Al tempo T1, ovvero dopo 6 sedute di trattamento, sono stati raccolti solo dati riferiti alla saturazione, frequenza cardiaca e frequenza respiratoria come rappresentato nelle tabelle precedenti. Entrambi i pazienti sono stati sottoposti alla scala SCIM III, che serve a misurare l'indipendenza in pazienti con lesione midollare, prima dell'inizio del ciclo di trattamenti e presentavano il paziente uno una SCIM III di 32/100 mentre il paziente due 31/100.

3.4 DISCUSSIONE

Lo studio è stato svolto da febbraio 2021 a maggio 2021 e ha osservato due pazienti con lesione midollare cervicale incompleta valutando l'efficacia di un trattamento di terapia manuale della muscolatura respiratoria nel migliorare la funzionalità respiratoria, la resistenza allo sforzo durante la deambulazione e la qualità di vita. Il trattamento comprendeva una seduta di terapia manuale associata ad una sessione di training della deambulazione con l'utilizzo del Walker View. Per valutare gli outcomes sono state utilizzate diverse scale a causa dei diversi parametri da misurare.

Dall'analisi dei dati si evince che i due pazienti sono partiti da dati abbastanza diversificati, probabilmente a causa dell'età, del livello lesionale, delle comorbidità sviluppate e del tempo trascorso dall'evento. Per quanto riguarda la scala ASIA erano entrambi classificati con un livello ASIA C e la scala SCIM dava un punteggio quasi uguale (32 e 31 su 100). Entrambi hanno riportato miglioramenti nella valutazione alla fine del trattamento rispetto al cammino (WISCI II), alla resistenza (6 minuti walking test), ai volumi respiratori (spiro tiger e incentivatore di volume), alla qualità di vita (SF-36) e alla stanchezza (scala FAS). Per quanto riguarda i parametri cardiaci e respiratori sono rimasti pressoché stabili. Invece sono peggiorati i parametri relativi alla fatica e allo sforzo probabilmente perché in precedenza i pazienti non effettuavano allenamenti cadenzati e così prolungati come quando è iniziato lo studio.

3.5 CONCLUSIONI

In conclusione, possiamo evincere che è probabile una relazione causa effetto tra il trattamento manuale associato al training della deambulazione nel migliorare i parametri respiratori, quelli relativi al cammino, la qualità di vita e la resistenza. I miglioramenti osservati potrebbero avere un ruolo importante nell'associare questo tipo di riabilitazione a livello respiratorio ad una riabilitazione del cammino su treadmill in pazienti mielolesi. Non è possibile stabilire con certezza che i risultati positivi ottenuti siano dovuti al solo trattamento o alla sola associazione tra il trattamento e le sedute di training del cammino in quanto non è stato possibile creare un gruppo di controllo ma anche perché la lesione midollare incompleta è incerta nell'evoluzione. Tuttavia, la qualità della vita è migliorata in entrambi i pazienti e durante le sedute, attraverso interviste informali ai pazienti, è emerso un notevole apprezzamento del trattamento manuale e anche dell'associazione del trattamento al training della deambulazione.

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

- 1- Marquez M., Nobile A., Santandrea D., Valsecchi L. (2020) La persona con lesione midollare. L'intervento assistenziale globale. Roma. Carocci Editore.
- 2- Pillastrini P., Marchetti M., Abbruzzese G. (2021) Neurofisiologia del movimento. Padova. Piccin.
- 3- Yi Kang, Han Ding, Hengxing Zhou et al. Epidemiology of worldwide spinal cord injury: a literature review. *Journal of Neurorestoratology* 2018, 6(1): 1-9.
- 4- Kang S. W., Shin J. C., Park C. I., Moon J. H., Rha D. W. & Cho D-h (2006). Relationship between inspiratory muscle strength and cough capacity in cervical spinal cord injured patients. *Spinal Cord*, 44, 242–248.
- 5- Galeiras Vazquez R., Sedes P. R., Farina M. M., Marqués A. M., Velasco M. E. F. (2013). Respiratory Management in the Patient with Spinal Cord Injury. *Hindawi Publishing Corporation, BioMed Research International*
- 6- Roberts T. T., Leonard G. R., Cepela D. J. (2016). Classifications In Brief: American Spinal Injury Association (ASIA) Impairment Scale. *Clinical Orthopaedics and Related Research*; 475: 1499–1504
- 7- Hagen E. M. (2015), Acute complications of spinal cord injuries. *World Journal of Orthopaedics*, 6(1): 17-23
- 8- Schilero J. S., Spungen A. M., Bauman W. A., Radulovic M., Lesser M. (2009): Pulmonary function and Spinal Cord Injury. *Respiratory Physiology & Neurobiology* 166, 129 – 141.
- 9- Stiller K and Huff N (1999): Respiratory muscle training for tetraplegic patients. A literature review. *Australian Journal of Physiotherapy* 45: 291-299
- 10- Shin JC, Han EY, Cho KH, Im SH. Improvement in Pulmonary Function with Short-term Rehabilitation Treatment in Spinal Cord Injury Patients. *Sci Rep*. 2019 Nov 19;9(1):17091. doi: 10.1038/s41598-019-52526-6. PMID: 31745108; PMCID: PMC6863911.
- 11- Dahm KT, Dalsbø TK, Kirkehei I, Reinart LM. Effect of respiratory muscle training for acute traumatic high spinal cord injury: a systematic review, *Folkehelseinstituttet. Research overview* 03.2017.

- 12- Van Houtte S, Vanlandewijck Y, Gosselink R. Respiratory muscle training in persons with spinal cord injury: a systematic review. *Respir Med.* 2006 Nov;100(11):1886-95. doi: 10.1016/j.rmed.2006.02.029. Epub 2006 Apr 12. PMID: 16626951.
- 13- Wyndaele JJ. Respiratory muscle training increases respiratory strength, function and endurance during the period of training in tetraplegic individuals. *Spinal Cord.* 2014 Mar;52(3):173. doi: 10.1038/sc.2014.17. PMID: 24603344.
- 14- Behrman AL, Harkema SJ. Locomotor training after human spinal cord injury: a series of case studies. *Phys Ther.* 2000 Jul;80(7):688-700. PMID: 10869131.
- 15- Gardner MB, Holden MK, Leikaukas JM, Richard RL. Partial body weight support with treadmill locomotion to improve gait after incomplete spinal cord injury: a single-subject experimental design. *Phys Ther.* 1998 Apr;78(4):361-74. doi: 10.1093/ptj/78.4.361. PMID: 9555919.
- 16- Hornby TG, Zemon DH, Campbell D. Robotic-assisted, body-weight-supported treadmill training in individuals following motor incomplete spinal cord injury. *Phys Ther.* 2005 Jan;85(1):52-66. PMID: 15623362.
- 17- Wu M, Kim J, Wei F. Facilitating Weight Shifting During Treadmill Training Improves Walking Function in Humans With Spinal Cord Injury: A Randomized Controlled Pilot Study. *Am J Phys Med Rehabil.* 2018 Aug;97(8):585-592. doi: 10.1097/PHM.0000000000000927. PMID: 29547448; PMCID: PMC6051897.
- 18- Hicks AL, Adams MM, Martin Ginis K, Giangregorio L, Latimer A, Phillips SM, McCartney N. Long-term body-weight-supported treadmill training and subsequent follow-up in persons with chronic SCI: effects on functional walking ability and measures of subjective well-being. *Spinal Cord.* 2005 May;43(5):291-8. doi: 10.1038/sj.sc.3101710. PMID: 15685260.
- 19- Wessels M, Lucas C, Eriks I, de Groot S. Body weight-supported gait training for restoration of walking in people with an incomplete spinal cord injury: a systematic review. *J Rehabil Med.* 2010 Jun;42(6):513-9. doi: 10.2340/16501977-0525. PMID: 20549154.
- 20- Wirz M, Colombo G, Dietz V. Long term effects of locomotor training in spinal humans. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2001 Jul;71(1):93-6. doi: 10.1136/jnnp.71.1.93. PMID: 11413270; PMCID: PMC1737473.

- 21- Società Italiana di Medicina Fisica e Riabilitativa (SIMFER) in collaborazione con la Federazione Associazioni Italiane Para-Tetraplegici (2015) Prospettive Internazionali sulla Lesione Midollare
- 22- La riabilitazione del soggetto mieloleso, Sergio Lotta.

RINGRAZIAMENTI

Ogni mattina ci alziamo, facciamo colazione, ci laviamo i denti, ci vestiamo e iniziamo la giornata in quella che definiamo la nostra normalità. La mattina del 15 febbraio 2021 ho capito che per qualcuno questa normalità non esiste più: la vita diventa una conquista continua anche delle piccole cose, una sfida da vincere ogni giorno, un percorso lungo e faticoso. Dedico questo lavoro alle due persone che più di ogni altro mi hanno reso consapevole di come la vita può cambiare facendo un normale giro in bici o un tuffo nel mare in una giornata estiva e mi sento di dover ringraziare il destino che ci ha fatto incontrare proprio nel momento del più grande cambiamento delle NOSTRE vite. Mi avete reso una persona migliore e spero di aver ricambiato, seppure in piccola parte, l'affetto che mi avete trasmesso. Vi ringrazio per la fiducia incondizionata che avete riposto in me e in questo progetto, per aver condiviso con me una parte del capitolo più duro delle vostre vite e per avermi permesso di conoscere al meglio il vero significato della mia professione. Santiago e Massimo vi auguro che, dopo aver scalato la montagna più alta, da adesso la vostra vita sia tutta in discesa.

Dopo questo pensiero desidero fortemente ringraziare la mia tutor e insegnante Paola Casoli per avere accettato di essere la mia relattrice consapevole delle tante domande e richieste che le avrei fatto per ogni singolo aspetto e dopo di lei vorrei ringraziare anche Giovanna Censi e Cristina Brunelli per essere state delle tutor sempre presenti, aperte ad ogni richiesta e per aver sempre avuto un momento per ascoltarci, consigliarci e aiutarci ogni volta che avevamo bisogno.

Un sincero grazie va alla dottoressa Maria Antonietta Recchioni, responsabile della SOSD Unità Spinale degli ospedali riuniti di Ancona che mi ha permesso di svolgere la tesi nel reparto nonostante tutte le difficoltà legate alla pandemia. Dopo di lei vorrei ringraziare anche la dottoressa Cicconi e il dottor Capeci per la disponibilità e la fiducia riposta in me.

Un enorme grazie a Micaela per essere stata la mia correlatrice ma soprattutto per avermi insegnato e trasmesso l'amore incondizionato per questo lavoro, sempre e comunque. Grazie a Chiara perché con la sua dolcezza e il suo affetto mi ha fatto sentire sempre come fossi a casa, come fossimo già colleghe, grazie a Savino per aver risposto sempre alle mie richieste di aiuto quando avevo bisogno di un uomo, per le risate in palestra e

per la buona musica che per me così tanto buona non era e per ultimo, ma allo stesso modo importante, grazie a Cristian per il buonissimo cibo ma soprattutto per i preziosissimi consigli per la tesi senza i quali non so se sarebbe mai partita. Grazie a Giorgia, Vincenzo e a tutti gli infermieri per l'enorme lavoro che fate ogni giorno.

Vorrei poi ringraziare dal profondo del cuore Paola Spadoni per essere stata la mia seconda correlatrice, per avermi trasmesso le sue conoscenze, il suo entusiasmo per questo lavoro, per avermi guidato in questi ultimi mesi e soprattutto per avermi capito come persona e come professionista che da oggi diventerò. Grazie alla dottoressa Panarelli, al dottor De Martino e alla dottoressa Ghetti perché in questi tre anni ho fatto tesoro della vostra umanità e della vostra professionalità e spero di poter avere l'occasione di ricambiare un giorno. Grazie a Massimo per i tantissimi consigli che mi ha dato in ogni tirocinio e che terrò gelosamente nell'attesa di poterli utilizzare, grazie a Barbara, responsabile di sede e compilatrice di fogli senza la quale il reparto non potrebbe funzionare, grazie a Claudia per essere stata la mia prima guida di tirocinio in assoluto e per avermi fatto capire, fin dal primo giorno, cosa significa essere fisioterapisti, grazie a Silvia per il suo modo di essere un po' pazzoletto dal quale certamente prenderò ispirazione, grazie ad Annamaria e a Fabio per essere stati guide non ufficiali ma per avermi comunque insegnato tanto.

Vorrei ringraziare anche i miei compagni di università per aver condiviso insieme questi tre anni pieni di alti e bassi, dalle lotte al momento di scegliere le sedi di tirocinio passando per le lezioni online dove ci buttavamo fuori a vicenda fino ad arrivare al sostegno durante gli esami: ricorderò sempre l'applauso di gioia alla fine degli ultimi tre esami quel lontano 23 giugno 2021. Un grazie speciale va a Sara C, Sarah, Sheila, Manola, Giovanni, Valerio, Andrea, Giulio e Mariachiara: non ce l'avrei mai fatta senza di voi.

Grazie a Connie, Ari, Eri, Fede, Michi, Simo, Sara, Ele, Auri, Michi, Ste, Giacomo, Ari e Marco per essermi stati sempre vicini in questi ultimi anni. Ognuno di voi ha contribuito a farmi arrivare qui oggi e per questo ve ne sarò eternamente grata. Non mi basterebbe un libro per ringraziarvi ad uno ad uno per tutto quello che avete fatto per me, perciò, amici, vi dico solo grazie, dal profondo del cuore. Vi voglio bene.

Un grazie enorme alla mia famiglia a partire da mia zia Antonella per essere stata determinante nella scelta tra medicina e fisioterapia, per avermi aiutato con le domande

di logica e matematica per il test d'ingresso, per aver festeggiato con me ogni singolo progresso e per essersi sempre offerta come cavia per farmi migliorare. Grazie a mio papà che mi porterebbe in capo al mondo pur di rendermi felice e che non ha mai neanche per un secondo degli ultimi 23 anni smesso di sostenermi in ogni scelta della mia vita. Ma soprattutto un immenso grazie a mia mamma, la migliore che si possa desiderare, per tutto quello che ha fatto per me in questi anni che è davvero davvero tantissimo: grazie per aver sacrificato le sue due uniche settimane di ferie estive per aiutarmi a studiare, grazie per avermi accompagnato al test e per aver tenuto i nervi saldi quando mi sono dimenticata la firma, grazie per aver pianto e gioito forse più di me quando ho scoperto di essere entrata, grazie per avermi ascoltato ripetere esami su esami, grazie per essermi stata sempre vicina, per aver sopportato tutte le mie giornate storte e per avermi fatto sentire sempre e costantemente amata.

Per ultima vorrei ringraziare la me stessa di tre anni fa per aver seguito il suo istinto senza lasciarsi condizionare dagli altri e aver avuto il coraggio di lasciarsi alle spalle sogni e progetti che aveva fin da bambina per buttarsi in un'esperienza completamente nuova. Sono orgogliosa di me e di quella che sono oggi e sono certa che quello che ho scelto è il mestiere più bello del mondo.