

Università degli Studi di Padova

CORSO DI LAUREA IN FISIOTERAPIA
PRESIDENTE: *Ch.ma Prof.ssa Veronica Macchi*

TESI DI LAUREA

Studio qualitativo sulla percezione dell'affidabilità della misurazione centimetrica nei pazienti con linfedema da parte dei fisioterapisti dell'Azienda ULSS7 Pedemontana

Qualitative study on the perception of the reliability of centimeter measurement in patients with lymphedema by physiotherapists of the ULSS7 Pedemontana Company

RELATORE: Prof. Lazzaretti Eleonora
Correlatore: Dott., Prof. Alecci Alberto

LAUREANDO: Trani Andrea

Anno Accademico 2023/2024

Indice

Indice.....	2
Riassunto.....	4
Abstract.....	6
Introduzione.....	7
Capitolo 1 - Anatomia del sistema linfatico.....	9
Il sistema linfatico:.....	9
I capillari linfatici:.....	9
I precollettori linfatici:.....	10
I collettori linfatici:.....	11
Il linfangione:.....	11
Gli organi linfoidi:.....	13
I linfonodi:.....	13
La linfa:.....	14
Capitolo 2 - Il linfedema.....	16
Definizione:.....	16
Epidemiologia:.....	16
Eziologia:.....	16
Fisiopatologia:.....	17
Classificazione:.....	17
Diagnostica di base:.....	18
Diagnosi differenziale:.....	18
Diagnosi:.....	19
Radiologia:.....	20
Capitolo 3 - La misurazione.....	23
Misure della circonferenza:.....	23

Misure del volume dell'arto intero:	24
La spettroscopia a bioimpedenza (BIS):.....	24
La costante dielettrica tissutale (TDC):	25
Misurazione con nastro:	26
posizione del paziente:.....	26
Misurazione delle circonferenze:.....	26
Materiali e metodi	28
Setting:.....	28
Popolazione:	28
Tipo di studio:.....	28
Problemi:	30
Risultati	34
Discussione	42
Conclusione.....	44
Bibliografia	45

Riassunto

Introduzione: la fisioterapia svolge un ruolo centrale nella riabilitazione dei pazienti affetti da linfedema, e la misurazione degli arti risulta essenziale per valutare il decorso del trattamento. Il metodo comunemente usato è la misurazione con nastro, che fornisce dati sul volume perso e sulla distribuzione del liquido drenato, permettendo di ottimizzare il trattamento. Tuttavia, questo metodo presenta problematiche che possono comprometterne l'affidabilità, le quali non sempre vengono individuate o emergono solo in situazioni cliniche complesse.

Un'esperienza clinica presso l'Ospedale di Asiago (ULSS 7 Pedemontana) ha evidenziato una criticità legata alla variazione della posizione dei marker dopo la riduzione dell'edema in una paziente. Questo studio indaga come i fisioterapisti percepiscono il metodo di misurazione con nastro e come gestiscono le sue problematiche. La ricerca, rivolta ai fisioterapisti della ULSS 7 Pedemontana, mira a comprendere le difficoltà operative ed a sensibilizzare i professionisti rispetto ai limiti di questo metodo.

Materiali e metodi: questo studio di tipo qualitativo ed esplorativo, indaga la percezione dei fisioterapisti dell'ULSS 7 Pedemontana riguardo alla misurazione con nastro nei pazienti con linfedema. I dati sono stati raccolti tramite interviste semi-strutturate di 8-10 minuti poste a 18 fisioterapisti, svolte in ambienti riservati per garantire privacy. Le interviste, registrate con consenso informato, sono state trascritte e analizzate con l'approccio dell'analisi tematica per identificarne i temi più importanti per lo studio.

Risultati: dall'analisi dei risultati emerge come il metodo di misurazione con nastro sia percepito dai fisioterapisti come mediamente affidabile, ma influenzato da variabili quali l'esperienza dell'operatore e la dimensione dell'arto. Oltre il 75% ritiene che la misurazione perda affidabilità in casi di linfedema grave.

Le problematiche principali individuate includono la posizione del paziente, l'affidabilità intra- e inter-operatore, la riproducibilità dei punti di riferimento e l'uso del nastro. Problemi specifici, come la variazione della geometria dell'arto e lo spostamento dei marker durante il trattamento, sono stati percepiti soprattutto da chi tratta casi complessi. L'affidabilità inter- e intra-operatore è la critica più riconosciuta (83%) nonostante questo risultato sia in disaccordo con la letteratura.

Conclusione: la misurazione delle circonferenze con nastro nei pazienti con linfedema è considerata dalla letteratura un metodo rapido, economico e affidabile. Tuttavia, questo studio evidenzia una discordanza tra quanto riportato in letteratura e la percezione dei fisioterapisti dell'ULSS7 Pedemontana, che individuano diverse problematiche, alcune comuni ad altri sistemi di misura e altre specifiche per il linfedema. Questo studio rappresenta un punto di partenza per future ricerche su

campioni più ampi e per lo sviluppo di una standardizzazione che migliori la precisione, l'affidabilità e la comparabilità del metodo.

Abstract

Introduction: Physiotherapy plays a central role in the rehabilitation of patients with lymphoedema, and limb measurement is essential to assess the course of treatment. The commonly used method is tape measurement, which provides data on the volume lost and the distribution of drained fluid, allowing treatment to be optimised. However, this method presents problems that can compromise its reliability, which are not always detected or only emerge in complex clinical situations.

A clinical experience at the Asiago Hospital (ULSS 7 Pedemontana) highlighted a critical issue related to the variation of marker position after oedema reduction in a patient. This study investigates how physiotherapists perceive the tape measure method and how they manage its problems. The research, addressed to the physiotherapists of ULSS 7 Pedemontana, aims to understand the operational difficulties and to make professionals aware of the limitations of this method.

Materials and methods: This qualitative, exploratory study investigates the perceptions of physiotherapists at ULSS 7 Pedemontana regarding tape measurement in patients with lymphoedema. Data were collected by means of semi-structured 8-10 minute interviews with 18 physiotherapists, conducted in confidential settings to ensure privacy. The interviews, recorded with informed consent, were transcribed and analysed using the thematic analysis approach to identify the most important themes for the study.

Results: Analysis of the results shows that the tape measurement method is perceived by physiotherapists as on average reliable, but influenced by variables such as operator experience and limb size. More than 75% felt that the measurement loses reliability in cases of severe lymphoedema. The main problems identified include patient position, intra- and inter-operator reliability, reproducibility of landmarks and tape use. Specific problems, such as variation in limb geometry and marker displacement during treatment, were perceived mainly by those treating complex cases. Inter- and intra-operator reliability is the most recognised criticism (83%) despite this result being in disagreement with the literature.

Conclusion: Tape circumference measurement in patients with lymphoedema is considered in the literature to be a rapid, inexpensive and reliable method. However, this study highlights a discordance between what is reported in the literature and the perception of physiotherapists of ULSS 7 Pedemontana, who identify several problems, some common to other measurement systems and some specific to lymphoedema. This study represents a starting point for future research on larger samples and the development of standardisation to improve the accuracy, reliability and comparability of the method.

Introduzione

La fisioterapia gioca un ruolo fondamentale nella riabilitazione dei pazienti affetti da linfedema. Per aiutare in questo processo i professionisti sanitari coinvolti, soprattutto medici e fisioterapisti, la misurazione degli arti risulta molto importante durante la valutazione iniziale, il trattamento e al momento delle dimissioni, in quanto fornisce un dato oggettivo sul decorso del trattamento. La misurazione delle circonferenze con nastro permette di ottenere dati riguardanti il volume totale perso dal paziente e anche la sua localizzazione. La conoscenza, da parte dei fisioterapisti, delle zone in cui è stato drenato più liquido permette di aggiustare il trattamento per colpire le zone in cui è risultata una minor perdita precedentemente. La misurazione con nastro però, presenta alcuni problemi che influiscono sull'affidabilità e sulla possibilità di confronto delle sue misurazioni ma spesso questi vengono reputati poco importanti o non vengono individuati se non in particolari situazioni di pratica clinica.

Alla base di questo studio vi è l'analisi della percezione del metodo di misurazione con nastro, usato per la misurazione degli arti in pazienti con linfedema, da parte dei fisioterapisti. La ricerca è volta ad indagare come, le problematiche riferite a questo metodo, vengono gestite e percepite dai fisioterapisti. In particolare, si pone l'attenzione su alcuni problemi procedurali in cui si può incorrere e che, nella pratica clinica, possono influenzare l'affidabilità dei dati ottenuti.

Le motivazioni della scelta di approfondire questo argomento derivano dall'esperienza di tirocinio universitario presso il centro di riferimento per il linfedema della regione Veneto, l'ospedale di Asiago ULSS 7 Pedemontana nel quale è stato possibile sperimentare in prima persona uno dei problemi meno considerati di questo metodo insieme anche ad altri. Infatti, misurando l'arto inferiore di un paziente con linfedema primario al 4° stadio, alla prima valutazione avevamo segnato i marker/punti di riferimento fino all'altezza dell'inguine, in modo tale da non dover prendere una circonferenza che non fosse in asse con l'arto, tuttavia, alla dimissione, mantenendo la stessa distanza e lo stesso numero di marker, l'ultimo ci risultava posizionato qualche centimetro sopra il gran trocantere. Ciò è successo a causa dell'elevata riduzione dell'edema grazie al trattamento con bendaggio multicomponente che ha comportato una diminuzione del volume e della superficie dell'arto e, segnando i marker appoggiando il metro direttamente sulla cute, questo ha implicato uno spostamento di tipo esponenziale dei punti di riferimento. Questa esperienza ha portato alla creazione di dubbi riguardo all'affidabilità di questo metodo. Ciò ha comportato un confronto costruttivo tra studente e guida di tirocinio in cui sono stati individuati altri possibili problemi legati a questo tipo di misurazione. Il passaggio successivo è stato rendersi conto che sono stati individuati determinati problemi nel

momento in cui essi si sono verificati, da qui è nata l'idea di indagare cosa ne pensano gli altri fisioterapisti e come viene percepito questo metodo, se affidabile o meno.

Quesito di ricerca: come viene percepito il metodo di misurazione con nastro, usato in pazienti con linfedema, da parte dei fisioterapisti dell'ULSS7 Pedemontana?

Obiettivo: comprendere le sfide e le strategie adottate dai fisioterapisti e sensibilizzarli rispetto alla presenza di alcune problematiche presentate dalla misurazione con nastro.

Dalle interviste con i fisioterapisti mi immagino un procedimento di misurazione abbastanza simile per tutti con delle piccole differenze che possono essere legate alla distanza dei marker o i punti di reperi da utilizzare. Mi posso aspettare una discreta differenza nelle risposte riguardanti l'affidabilità e la percezione del metodo dettate soprattutto dall'esperienza in questo ambito. Da chi tratta pazienti con regolarità mi aspetto un giudizio leggermente meno positivo rispetto a chi ha partecipato ad un corso o tratta molto di rado pazienti con edemi spesso lievi. Per quanto riguarda i problemi legati alla misurazione con nastro posso immaginare che i primi problemi, posizione del paziente, affidabilità intra e inter operatore, riproducibilità dei punti di riferimento e la tensione del nastro, vengano individuati maggiormente senza evidenziare grandi differenze tra chi tratta e chi no. I problemi dell'inclinazione del nastro e delle geometrie particolari mi aspetto che vengano individuati da meno fisioterapisti e prevalentemente da chi tratta e che magari ha già avuto esperienza con linfedemi di terzo o quarto grado. La modifica delle geometrie penso sia il problema più difficilmente individuabile in quanto, finché non ti capita durante la pratica clinica, difficilmente si pensa alla possibilità di spostamento dei marker a causa della perdita di volume.

La misurazione del linfedema è un argomento ancora povero di letteratura a suo sostegno e la poca presente non riesce a stabilire un metodo migliore di altri, infatti, come riportato in questo articolo (1) in cui vengono messi a confronto 4 metodi di misurazione diversi, ognuno ha determinati punti di forza e punti deboli tali per cui è difficile trovare un accordo su quale sia migliore da utilizzare.

Capitolo 1 - Anatomia del sistema linfatico

Il sistema linfatico costituisce un sistema di drenaggio parallelo a quello venoso che permette il riassorbimento e il ritorno in circolo delle particelle che il sistema cardiocircolatorio non riesce a riassorbire. Infatti, durante gli scambi a livello della rete capillare, il 90% del liquido filtrato dal vaso arterioso viene riassorbito a livello venoso, mentre il restante 10%, prodotto principalmente da grandi particelle, viene riassorbito dal sistema linfatico. I vasi linfatici decorrono parallelamente a quelli sanguigni e pur essendo simili anche come struttura delle pareti, presentano alcune fondamentali differenze.

Il sistema linfatico:

- non è un sistema chiuso ma aperto, a senso unico, unidirezionale e centripeto, infatti, inizia a livello dei capillari linfatici e termina riversandosi all'interno dei grandi vasi sanguigni della circolazione venosa, vicino al cuore;
- non possiede una “pompa centrale”: i vasi linfatici trasportano la linfa tramite una motricità spontanea delle proprie pareti;
- presenta delle interruzioni lungo il suo decorso: numerose stazioni linfonodali sono infatti intercalate lungo i principali vasi linfatici.

I due sistemi sono simili nelle seguenti caratteristiche:

- I vasi linfatici principali possiedono delle valvole che garantiscono una monodirezionalità del flusso;
- Il flusso linfatico viene stimolato, come il ritorno venoso, dall'attività respiratoria, la pulsatilità arteriosa e la pompa muscolare/articolare

Il sistema linfatico è costituito da una rete di vasi, organi e tessuti che lavorano in sinergia con l'apparato cardiovascolare e con il sistema immunitario (44).

I capillari linfatici:

I capillari linfatici presentano una forma a “dito di guanto”, a fondo cieco, con un diametro che varia da 10-30 nanometri fino ad un massimo di 50-70 nanometri. Essi sono formati da un unico strato di cellule endoteliali praticamente prive di membrana basale. Le cellule endoteliali presentano al loro interno filamenti di actina; non è chiaro se questi garantiscano proprietà contrattili.

Un elemento caratteristico delle pareti dei capillari linfatici sono i punti di contatto tra le varie cellule endoteliali, definiti “giunzioni interendoteliali”, che possono semplicemente toccarsi, oppure presentare i margini sovrapposti in maniera semplice o complessa, formando una sorta di meccanismo valvolare unidirezionale. Le giunzioni tra le cellule endoteliali possono essere:

- Molto serrate: non consentono il passaggio di alcuna sostanza

- Poco serrate: consentono il passaggio di solo acqua e micro-molecole
- Lasse: consentono il passaggio anche di macro-molecole e cellule

Un altro elemento caratteristico è rappresentato dai filamenti sub endoteliali: alcuni di questi, definiti basali, decorrono paralleli alla superficie endoteliale mentre altri, definiti filamenti di ancoraggio, ancorano la superficie esterna della cellula endoteliale alle fibre elastiche e al collagene dell'interstizio.

Questi filamenti di ancoraggio giocano un ruolo fondamentale nella formazione della linfa: dal loro stato di contrazione o rilasciamento dipende l'apertura o la chiusura delle giunzioni intercellulari delle cellule endoteliali e, quindi, il tipo e la quantità di fluidi e molecole che entrano nel capillare linfatico. Questi filamenti, chiamati anche filamenti di Leak, sono numerosi ma molto fragili (le manovre di massaggio classico li rompono), ma hanno la capacità di rigenerarsi rapidamente (circa 48 ore).

I capillari linfatici a livello della cute formano una rete bidimensionale poligonale e priva di valvole posta all'interno della rete cutanea superficiale. Ciascun capillare è in grado di drenare un'area cutanea di circa 0,25 mm quadrati.

I vasi linfatici più profondi formano una rete tridimensionale a livello della rete cutanea profonda, all'interno del quale il calibro dei vasi aumenta fino a 100 nanometri.

Il capillare linfatico è completamente privo di valvole per cui, al suo interno, il flusso di linfa può dirigersi in tutte le direzioni. La velocità di scorrimento della linfa all'interno dei capillari linfatici è di circa 6,2 nanometri al secondo. La rete cutanea profonda è connessa ai collettori sottocutanei per mezzo di pre-collettori a decorso verticale(2).

I precollettori linfatici:

Dalla rete cutanea profonda originano i precollettori linfatici che presentano un diametro di circa 150 nanometri, questi hanno un ruolo sia di riassorbimento che di trasporto della linfa e ciascuno drena la linfa da una zona circoscritta di capillari linfatici verso vasi di calibro maggiore: i collettori. I precollettori verticali drenano un'area cutanea, definita area linfatica, la quale si estende per circa 1,5 cm quadrati nella regione del palmo della mano e della pianta del piede e di circa 3-4 cm quadrati nelle altre regioni corporee. In alcune aree corporee questi vasi possono unirsi e formare un tronco unico che sfocia in un collettore superficiale.

Il precollettore presenta una struttura parietale diversa nei vari punti dello stesso vaso in relazione alla funzione che viene svolta. In certi segmenti è possibile visualizzare una membrana basale, delle cellule muscolari lisce e delle valvole unidirezionali mentre in altri segmenti dello stesso vaso la parete può presentare una struttura simile a quella dei capillari linfatici ed è priva di valvole.

I collettori linfatici:

Sono i vasi che trasportano la linfa raccolta dai precollettori e hanno un calibro che va da 0,1 a 2 mm.

Istologicamente la parete è costituita da 3 strati simili a quelli della parete venosa:

- La tunica intima è formata da endotelio e membrana basale. Alcuni collettori più grandi possono avere una membrana elastica interna, incompleta e addizionale;
- La tunica media è la parte più spessa ed è formata da 2-3 strati di cellule muscolari lisce circondate da fibre muscolari elastiche e collagene. Le cellule muscolari sono orientate longitudinalmente nello strato più profondo e con disposizione anulare nello strato esterno. Generalmente i collettori superficiali hanno uno strato muscolare più spesso rispetto a quelli più profondi e il segmento periferico del collettore ha più muscolatura rispetto al segmento prossimale. Le cellule muscolari sono innervate da nervi autonomi;
- La tunica avventizia è formata da tessuto connettivo fibro-elastico.

I collettori linfatici, come le vene, presentano al loro interno delle strutture valvolari (valvole semilunari appaiate) costituite da uno strato endoteliale, il quale è rinforzato da uno strato di fibre collagene reticolari. Esse garantiscono il flusso diretto in senso centripeto ed impediscono il reflusso della linfa.

Indicativamente la distanza tra due valvole è da 3 a 10 volte il diametro del vaso quindi ogni 2-3 mm nei precollettori, ogni 0,6 – 2 cm nei collettori e ogni 6 – 10 cm nel dotto toracico. Nei collettori profondi, invece, la distanza tra 2 valvole è più elevata rispetto ai collettori superficiali. Complessivamente si trovano 60 – 80 valvole nei collettori profondi dell'arto superiore e 80 – 100 nell'arto inferiore. In questo caso la funzione delle valvole è puramente passiva(3).

Il linfangione:

Il tratto di collettore compreso tra due valvole viene chiamato linfangione e possiede la capacità di contrarsi in maniera autonoma. Esso rappresenta pertanto la più piccola unità motoria di drenaggio linfatico, originariamente chiamata cuore microlinfatico.

La contrazione del linfangione dà origine a un treno di impulsi, simili alla peristalsi intestinale, che si susseguono automaticamente con una frequenza lenta. I linfangioni contigui si contraggono alternativamente. La frequenza e la forza con cui la parete muscolare si contrae dipendono dallo stato del suo riempimento, infatti, quando viene raggiunta una pressione interna di 3-4 cm H₂O (2,3-3,1 mmHg), lo stiramento delle pareti determina la contrazione muscolare che induce lo svuotamento della linfa in entrambe le direzioni e grazie alla presenza delle valvole viene impedito il reflusso nel linfangione precedente, ottenendo così un flusso centripeto. Tale attività spontanea, in condizioni di riposo, è caratterizzata da circa 10 – 12 contrazioni al minuto con pause di 5 – 6 secondi (fase di contrazione muscolare rapida, fase di distensione lenta). Quando però il carico linfatico aumenta,

l'attività dei linfangioni accelera. L'aumento della pressione interna determina sia un fenomeno riflesso dei recettori di distensione presenti nella parete, sia una stimolazione diretta delle fibre muscolari con un conseguente aumento della frequenza e dell'ampiezza delle contrazioni (effetto cronotropo e inotropo positivo).

Altri stimoli possono influenzare l'attività contrattile del linfangione:

- L'aumento della pressione esterna: ogni volta che un vaso linfatico subisce una compressione dall'esterno la linfa riceve una spinta che favorisce il drenaggio. Questa stimolazione non avviene solo per un aumento della pressione diretta, ma anche per distensioni longitudinali mentre l'azione di forze tangenziali determina uno spasmo del vaso linfatico. I fattori che esercitano tali compressioni sono, in ordine di importanza: la contrazione muscolare, i movimenti passivi delle parti corporee e la pulsazione di arterie contigue (quest'ultima è particolarmente utile per i collettori profondi);
- Stimolazione nervosa: i vasi linfatici sono innervati dal sistema nervoso simpatico (l'innervazione della parete è concentrata nella porzione mediale del linfangione) ed è dimostrata una risposta alla stimolazione simpatica;
- Stimoli farmacologici: molti agenti farmacologici agiscono direttamente a livello della muscolatura parietale linfatica, influenzandone l'attività; tra i principali si ricordano i benzopironi (in particolare la cumarina) e la L-arginina;
- La temperatura: un rialzo termico determina un aumento della frequenza di contrazione dei linfangioni; questo accade però soltanto fino ai 41°C, oltre ai quali si assiste a una caduta del flusso per linfangioparalisi. Le basse temperature, sotto i 22°C, determinano invece un arresto del flusso linfatico per linfangiospasma.
- Correnti elettriche: l'effetto di correnti soglia è stimolante, mentre quello di correnti faradiche è spasmizzante;
- Il tono vasale gioca un ruolo significativo nel determinare la contrazione iniziale.

Quando il linfangione si contrae, il bolo di linfa riceve una spinta per proseguire in quelli successivi e allo stesso tempo, la porosità delle pareti, fa sì che le molecole d'acqua e gli elettroliti filtrino all'esterno in modo da ottenere una linfa sempre più concentrata.

Successivamente, grazie all'unione delle vene linfatiche più grosse, nascono i tronchi linfatici che drenano ampie aree del corpo e tutta la linfa converge in 2 larghi dotti nel torace:

- il dotto linfatico di destra drena la linfa dall'arto superiore destro, dalla parte destra del tronco e dalla testa,
- il dotto toracico drena la linfa da tutto il resto del corpo.

Ognuno di questi dotti, versa la linfa in corrispondenza della giunzione tra giugulare interna e succlavia omolaterale per poi finire nell'atrio destro(2).

Gli organi linfoidi:

Gli organi linfatici sono formati da un insieme di tessuto linfatico specializzato e sono suddivisi in due categorie:

- Organi linfatici primari o centrali, all'interno di questi i linfociti vengono programmati per diventare linfociti T (all'interno del timo) o linfociti B (all'interno del midollo osseo).
- Organi linfatici secondari, comprendono i linfonodi, la milza, le tonsille e i follicoli linfatici dei diversi organi, questi giocano un ruolo fondamentale nella risposta immunitaria.

I linfonodi:

I linfonodi sono organi linfatici di diverse dimensioni (da 0,2 a 3 cm) intercalati lungo il decorso dei collettori linfatici. La funzione principale dei linfonodi è quella immunitaria, ossia di contribuire alla difesa dell'organismo contro l'aggressione di qualunque agente estraneo; tale compito viene svolto grazie alla funzione immunopoietica (ossia di produzione e differenziazione di cellule immunitarie, linfociti), alla produzione di anticorpi e alla funzione di filtro operata dalla fagocitosi dei macrofagi. I linfonodi possiedono tuttavia anche altre due importanti funzioni: quella di contribuire al riassorbimento linfatico e quella di impedire il reflusso linfatico gravitazionale. I linfonodi si trovano isolati o riuniti in gruppi più o meno numerosi (stazioni linfonodali o linfocentri). Il numero complessivo dei linfonodi varia da 600 a 700, di cui 100 – 200 sono localizzati a livello mesenterico. Si suddividono topograficamente in linfonodi superficiali, situati al di sopra della fascia muscolare, e in linfonodi profondi, situati al di sotto di tale fascia. Essi presentano una forma ovalare con un'intaccatura più o meno pronunciata chiamata ilo dalla quale entrano i vasi arteriosi ed escono i vasi venosi e i collettori linfatici efferenti. Questi ultimi sono solitamente 1 o 2 per ciascun linfonodo ma possiedono un calibro maggiore rispetto ai collettori linfatici afferenti che penetrano nel linfonodo in diversi punti della sua superficie.

Da un punto di vista strutturale, si distinguono nel linfonodo: una capsula e uno stroma, un sistema vascolare e linfatico e un parenchima.

Il linfonodo è avvolto da una capsula che presenta una struttura fibrosa di discreta consistenza, formata da un intreccio di fasci di fibre collagene, fibre elastiche e fibrocellule muscolari lisce disposte soprattutto intorno allo sbocco dei collettori linfatici afferenti e all'origine di quelli efferenti. Dalla capsula si distaccano verso l'interno o si addentrano attraverso l'ilo (seguendo il decorso dei vasi ematici) delle trabecole fibrose che intrecciandosi vanno a costituire lo stroma, ossia il supporto dell'organo.

I vasi arteriosi penetrano il linfonodo in corrispondenza dell'ilo, seguendo le trabecole ilari fino ad addentrarsi nel parenchima formando una rete capillare nella parte periferica del linfonodo. Dalla rete capillare originano le venule post-capillari, che confluiscono nelle vene trabecolari ed escono dal linfonodo sempre in corrispondenza dell'ilo.

La linfa giunge al linfonodo attraverso i vasi linfatici afferenti che, come detto, raggiungono il linfonodo in vari punti della sua superficie. I collettori si versano nel seno linfatico marginale, che è costituito da una lacuna linfatica posta subito al di sotto della capsula. Da qui la linfa passa ai seni linfatici del parenchima, ossia canali linfatici riccamente anastomizzati tra loro, dove essa viene a contatto con il tessuto linfoide. Dai seni linfatici la linfa si raccoglie nel seno terminale in corrispondenza dell'ilo, dal quale si origina il collettore linfatico efferente. Il flusso linfatico all'interno dei seni linfatici è estremamente rallentato e avviene anche grazie alla spremitura dall'esterno da parte dei movimenti del corpo che risulta favorita dalla loro disposizione anatomica in corrispondenza delle regioni flessorie.

Il parenchima del linfonodo è rappresentato dal tessuto linfoide, differentemente organizzato nella parte periferica, detta corticale, e in quella centrale, detta midollare, dell'organo.

La zona corticale è posta al di sotto del seno marginale fatta eccezione per la zona dell'ilo. In essa il tessuto linfoide si organizza in aggregati rotondeggianti detti noduli o follicoli linfatici, disposti solitamente in uno o massimo due strati, nei quali sono presenti dei centri germinativi in cui avviene la genesi dei linfociti.

La zona midollare è formata da tessuto linfoide organizzato in cordoni che si ramificano e si anastomizzano assumendo una disposizione retiforme che giunge fino all'ilo del linfonodo. Tra i cordoni midollari decorrono i seni linfatici e le trabecole ilari con i vasi sanguigni.

I linfonodi, in corrispondenza dei linfocentri, sono disposti anatomicamente in serie e i collettori efferenti di un linfonodo diventano i collettori afferenti del successivo. Anatomicamente sono presenti dei raggruppamenti di linfonodi in determinate regioni del corpo, le principali sono: regione mandibolare, regione retroclaveare, cavo ascellare, regione inguinale, cavo popliteo e piega cubitale(3).

La linfa:

La linfa appare molto simile al plasma sanguigno, dal quale differisce per il contenuto proteico (meno del 50% di quello del plasma), per la scarsità di elementi cellulari e per l'assenza di globuli rossi. La linfa deriva dal liquido interstiziale, un fluido contenuto in tutti i tessuti connettivi all'interno di ciascuno spazio non occupato da cellule o strutture. Questo fluido permette gli scambi tra sangue e cellule, e viceversa. Il liquido interstiziale, si arricchisce in continuazione di materiale proveniente dai capillari sanguigni ma viene anche drenato da questi ultimi. Solo il 10% di questo liquido viene

drenato dai capillari linfatici sotto forma di linfa mentre il restante 90% dal sistema venoso. In condizioni fisiologiche il volume di liquido interstiziale riassorbito dal sistema linfatico è di circa 1,5/2 L al giorno.

Il movimento di un liquido attraverso un capillare è descritto dall'equazione di Starling:

$$J_v = K_f [(P_c - P_i) - (p_c - p_i)]$$

In cui:

J_v = movimento del liquido (ml/min)

K_f = conduttanza idraulica (ml/min mmHg)

P_c = pressione idraulica del capillare (mmHg)

P_i = pressione idraulica interstiziale (mmHg)

p_c = pressione oncotica del capillare (mmHg)

p_i = pressione oncotica interstiziale (mmHg)

La linfa è costituita per il 90% da acqua, con una parte plasmatica formata da proteine, elettroliti, glucosio, grassi, e da una parte corpuscolare, rappresentata soprattutto da globuli bianchi. Insieme al sangue circolante, dunque, la linfa rappresenta il mezzo attraverso il quale il liquido interstiziale scambia le sostanze nutritive, di rifiuto e di regolazione (ormoni), necessarie per il mantenimento dell'integrità e della funzione cellulare. Costituisce inoltre lo strumento grazie al quale l'organismo controlla il bilancio idrico generale, mantenendo il volume ematico normale ed eliminando l'acqua in eccesso che si accumula a livello dei tessuti. La linfa ha un importante ruolo di protezione delle cellule e di rafforzamento delle difese immunitarie dell'organismo, infatti, cattura e distrugge i patogeni producendo e trasformando le cellule capaci di neutralizzarli. I linfociti svolgono, appunto, un ruolo cruciale nella produzione di anticorpi che difendono l'organismo da virus e infezioni.

Capitolo 2 - Il linfedema

Il linfedema è una malattia cronica caratterizzata dall'aumento della raccolta di fluido linfatico nel corpo causando gonfiore e può portare a delle modifiche tissutali soprattutto a livello della pelle. Ciò si verifica quando l'accumulo cronico e progressivo di fluido ricco di proteine nell'interstizio e nel tessuto fibro-adiposo supera la capacità di riassorbimento dei fluidi del sistema linfatico. Il gonfiore associato al linfedema può verificarsi in qualsiasi parte del corpo, comprese braccia, gambe, genitali, viso, collo, parete toracica e cavità orale. Ci sono molte conseguenze psicologiche, fisiche e sociali correlate a una diagnosi di linfedema. Il linfedema è classificato come linfedema primario (genetico) o linfedema secondario (acquisito) (4).

Definizione:

- L'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) individua il linfedema come una patologia cronica, progressiva e invalidante che si instaura nell'organismo a causa di un deficit di trasporto linfatico.
- La Società Internazionale di linfologia definisce il linfedema come una malattia cronico ingravescente che non coinvolge solo i tessuti cutanei e sottocutanei ma anche i muscoli, le ossa, i nervi, le articolazioni e gli organi interni, determinando quadri più o meno severi di disabilità.

Epidemiologia:

L'OMS ha stimato la prevalenza del linfedema nel mondo in circa 300 milioni di casi (settembre 2023). In Italia si stimano circa 350.000 casi di cui il 58% linfedemi secondari correlati a patologie oncologiche come il carcinoma alla mammella o melanomi mentre il 42% sono forme primarie con interessamento maggiore agli arti inferiori. Esso colpisce maggiormente il sesso femminile e l'età più colpita è tra i 30 e i 40 anni (45).

Eziologia:

Il linfedema primario è una condizione ereditaria o congenita che causa una malformazione del sistema linfatico, il più delle volte a causa di una mutazione genetica. Esso può essere suddiviso in 3 categorie:

1. linfedema congenito, presente alla nascita o riconosciuto entro due anni dalla nascita;
2. linfedema precoce, che si verifica nella pubertà o all'inizio del terzo decennio;
3. linfedema tardivo, che inizia dopo i 35 anni di età.

Nei paesi più sviluppati le cause più comuni di linfedema secondario (che deriva da insulto, lesione o ostruzione del sistema linfatico) sono i trattamenti oncologici, come l'escissione dei linfonodi durante la chirurgia per il tumore al seno e la radioterapia. A livello mondiale, la filariosi è la

principale causa, la quale è provocata dall'infezione dei linfonodi da parte del parassita *Wuchereria bancrofti*, trasmesso dalle zanzare, che affligge milioni di persone nelle regioni tropicali e subtropicali di Asia, Africa, Pacifico occidentale e Americhe (5). Il cancro al seno è la malattia oncologica più comunemente associata al linfedema secondario nei paesi sviluppati. (4)

Fisiopatologia:

Il linfedema primario è legato a una displasia del sistema linfatico, che può coesistere con altre anomalie vascolari, come la sindrome di Klippel-Trenaunay-Weber (6) e la sindrome di Turner (7). Questa condizione si distingue per la presenza di iperplasia, ipoplasia o assenza dei vasi linfatici.

Il linfedema secondario, invece, si sviluppa in seguito a danni o disfunzioni di un sistema linfatico precedentemente normale. Interventi chirurgici come la biopsia del linfonodo sentinella o la dissezione radicale, che comportano la rimozione di linfonodi regionali o vasi linfatici, possono determinare l'insorgenza di linfedema secondario. Altre procedure che possono portare allo sviluppo del linfedema secondario sono: interventi di chirurgia vascolare periferica, la rimozione di cicatrici da ustioni, lo stripping venoso e la lipectomia.

Oltre agli interventi chirurgici, esistono anche cause non chirurgiche, tra cui tumori ricorrenti o metastasi nei linfonodi, lesioni che ostruiscono il sistema linfatico, vasi linfatici danneggiati o infettati e la presenza di tessuto cicatriziale che blocca i vasi linfatici. Anche l'edema provocato dalla trombosi venosa profonda o altre forme di insufficienza venosa cronica possono condurre a linfedema secondario.

Sebbene non esista una cura definitiva per il linfedema, una diagnosi tempestiva e una gestione appropriata possono rallentare la progressione e prevenire complicazioni. (8)

Classificazione:

È possibile dividere il linfedema secondo 4 tipi diversi di classificazione:

1. Fisiopatologia, si possono avere tre quadri clinici principali tra cui insufficienza a bassa portata con riduzione del trasporto linfatico, insufficienza ad alta portata con eccesso di filtrato capillare e insufficienza valvolare con reflusso linfatico-chiloso gravitazionale.
2. Localizzazione, si può manifestare all'arto superiore, arto inferiore, linea mediana e nel distretto testa-collo.
3. Eziologia, si definiscono primari i linfedemi non secondari ad interventi iatrogeni sul sistema linfatico e sono causati da difetti di costituzione dei vasi linfatici: aplasia o ipoaplasia dei vasi linfatici o ridotto assorbimento del liquido interstiziale, si definiscono secondari i linfedemi dovuti a lesioni o ostruzioni dei vasi linfatici precedentemente normali.
4. Stadiazione, l'International society of lymphology ha elaborato una stadiazione su 4 possibili stadi:

- stadio 0 con assenza di edema, in presenza di alterazioni note o accertate delle vie linfatiche (primitive o secondarie)
- Stadio 1 con edema che scompare spontaneamente con l'elevazione dell'arto (edema con regressione completa durante il riposo notturno, consistenza morbida e comprimibilità assente)
- Stadio 2 con edema che non scompare spontaneamente con l'elevazione dell'arto e con presenza del segno della fovea (edema con regressione parziale durante il riposo notturno, consistenza media e comprimibilità presente)
- Stadio 3 con elefantiasi, fovea assente, pachidermite, verrucosi linfostatica (edema senza alcuna regressione durante il riposo notturno, consistenza dura, comprimibilità assente. L'arto può avere normale morfologia oppure presentare dismorfia e la cute sana o con lesioni) (9) (8 ma nn è vero)

Diagnostica di base:

La diagnosi deve essere fatta clinicamente da un medico esperto in linfologia utilizzando la diagnostica di base (anamnesi, ispezione e palpazione) mentre ulteriori esami diagnostici sono necessari solo se la classificazione non è chiara o se esistono comorbidità rilevanti per il linfedema. In questo modo non solo si può confermare la diagnosi di linfedema, ma è anche possibile determinarne la causa, la gravità e quindi classificarlo in modo da impostare un trattamento adeguato e mirato. Un esame generale è necessario per escludere cause mediche come la TVP (potenzialmente letale) o l'insufficienza cardiaca. Una semplice analisi biochimica del siero dovrebbe escludere un'insufficienza epatica o renale, e l'analisi delle urine dovrebbe escludere qualsiasi nefropatia proteino-disperdente. Nelle sue fasi iniziali, il linfedema spesso assomiglia a un edema generale e viene spesso liquidato come un semplice gonfiore o edema. Nel linfedema, l'elevazione dell'estremità o la terapia diuretica sono inadeguate e non risolvono il gonfiore. Durante le fasi iniziali, la formazione di fossette è evidente, la pelle è morbida e l'elevazione dell'arto aiuta a risolvere l'edema. Con il progredire della malattia, la formazione di fossette cessa di essere visibile, la pelle si indurisce e l'elevazione non allevia il gonfiore. Il linfedema può essere stigmatizzante e causare al paziente un notevole disagio emotivo. (10)

Diagnosi differenziale:

Una gamba gonfia può essere dovuta a cause locali o sistemiche. Le cause sistemiche includono insufficienza cardiaca congestizia, insufficienza renale, ipoalbuminemia e nefropatia proteino-disperdente. Le cause locali includono linfedema primario e secondario (11), lipedema (12), trombosi venosa profonda (TVP), malattia venosa cronica (13), complicazioni postoperatorie a seguito di intervento chirurgico ipsilaterale (14), cellulite, cisti di Baker ed edema ciclico ed idiopatico. Nei

bambini, il gonfiore degli arti inferiori è osservato in associazione con l'artrite, ma il meccanismo sottostante a questa associazione è sconosciuto (15).

Diagnosi:

La diagnosi del linfedema, come detto precedentemente, viene effettuata da un medico esperto in linfologia, il quale può essere affiancato in alcuni casi anche dal fisioterapista. Essa si compone di:

Fase di anamnesi generale, si indaga la storia familiare, malattie pregresse, interventi chirurgici, storia oncologica, precedenti processi infiammatori (erisipela), incidenti, malattie delle vene e delle arterie, soggiorni all'estero, immobilizzazione per malattie ortopediche o neurologiche, storia vegetativa o assunzione di farmaci. Inoltre, è molto importante indagare anche il decorso temporale dello sviluppo dell'edema: inizio dell'edema, durata della fase reversibile, progressione, fattori scatenanti (calore, ortostasi), edema generalizzato o periferico, sede iniziale dell'edema (distale o centrale), dolore, gonfiore, tendenza all'ematoma, frequenza di infezioni da erisipela, storia di linforrea o cisti linfatiche e precedenti trattamenti linfologici.

Fase di ispezione, viene esaminata:

- Distribuzione del gonfiore: unilaterale o bilaterale, simmetrico o asimmetrico, localizzazione (distale, prossimale, generalizzato, simmetrico, correlato al tronco) e differenza nella lunghezza delle estremità.
- Ispezione venosa: CVI (varicosi del tronco, vene varicose, Corona phlebectatica paraplantaris ecc.).
- Reperti cutanei: colore, disturbi trofici, ulcerazioni, pigmentazione, cicatrici, lacerazioni, papillomatosi cutanea linfostatica, eritema (erisipela, eritroderma), ipercheratosi, linfangiomi (vesciche contenenti liquido linfatico), cisti linfatiche, fistole linfatiche, infestazione fungina, retrazioni delle pieghe cutanee (pieghe cutanee approfondite), dita dei piedi scatolate.
- Presenza, a livello oculare, di un doppio strato di ciglia

Fase di palpazione, si valuta:

- Consistenza dell'edema: pastoso molle, carnoso elastico, consistente fibrotico o duro e compatto
- Formazione di ammaccature (segno della fovea) impressionabile, permanente
- Temperatura cutanea: normale, fresca, elevata
- Segno di Stemmer: distacco della plica cutanea sulla falange prossimale del secondo dito, indurimento-fibrosi dei tessuti
- Linfonodi (ingrossati, molli, sporgenti, grossolani, mobili, sensibili alla pressione)
- Stato vascolare (polso periferico, riempimento venoso, segni di flebite)
- stato ortopedico-neurologico: limitazioni funzionali, deficit neurologici (16)

Un altro dato importante, raccolto durante la valutazione e che aiuta ad effettuare la diagnosi, è la differenza di volume tra l'arto affetto e il controlaterale. Infatti, una differenza inferiore al 20% nell'estremità interessata è considerata lieve o moderata, mentre una differenza superiore al 20% è considerata grave. Tuttavia, la malattia può colpire entrambi i lati oppure l'arto non interessato potrebbe essere stata precedentemente più grande dell'arto malato, di conseguenza la presenza o l'assenza di questa differenza tra gli arti non equivale sempre a diagnosi certa di linfedema.

Radiologia:

Nel caso in cui la classificazione non è chiara o se esistono comorbidità rilevanti è possibile confermare la diagnosi, determinarne la causa, la gravità e la classificazione attraverso la diagnostica per immagini ed attualmente la linfoscintigrafia è individuata come il gold standard.

Le tecniche di imaging più conosciute sono:

Linfoscintigrafia:

Questa tecnica è stata introdotta per la prima volta nel 1953 ed è ora il gold standard per la valutazione dei vasi linfatici. La proteina radiomarcata utilizzata è solitamente il colloide marcato con tecnezio Tc 99m, che include antimonio zolfo e albumina (17). Consente la misurazione della funzione linfatica, del movimento linfatico, del drenaggio linfatico e della risposta al trattamento.

Per facilitare la misurazione del flusso linfatico, il paziente deve assumere una dose orale di eptaminol adenosina fosfato per aumentare il flusso linfatico. La sensibilità del linfoscintigramma è del 73% al 97% e la specificità è del 100% (18). Un linfoscintigramma può essere sufficiente se è prevista una procedura di bypass, ma alcuni pazienti possono anche richiedere un linfoangiogramma con contrasto per chiarire completamente l'anatomia linfatica.

La sola linfoscintigrafia può escludere il linfedema come causa di gonfiore e distinguere anche tra origine venosa o linfatica. Nei pazienti con ulcere venose alle gambe, la linfoscintigrafia rivela un drenaggio linfatico significativamente ridotto, ciò si è maggiormente notato nei pazienti con vene varicose, soprattutto se è presente incompetenza venosa profonda. Ciò suggerisce che l'insufficienza venosa cronica è anche associata a insufficienza linfatica.

Nella malattia post-trombotica, si verifica una riduzione del flusso linfatico sottofasciale, mentre il flusso epifasciale rimane normale. Nel linfedema, sia i vasi linfatici epifasciali che quelli sottofasciali sono anormali. Pertanto, entrambi i compartimenti epifasciali e sottofasciali devono essere valutati per differenziare tra malattia post-trombotica e linfedema (19).

Nei pazienti con lipedema, la linfoscintigrafia confermerà che i vasi linfatici periferici sono essenzialmente normali, sebbene possa esserci lentezza dei vasi linfatici in questi pazienti rispetto ai soggetti normali. Le immagini del linfoscintigramma sono spesso asimmetriche nel lipedema anche

se la malattia è bilaterale. Ciò potrebbe essere spiegato dalla natura dinamica del linfoscintigramma o dalla necessità di far camminare il paziente (20).

Linfangiogramma:

Prima che la linfoscintigrafia diventasse il gold standard, questa era la tecnica principale utilizzata per visualizzare i vasi linfatici. Comporta la cannulazione diretta dei vasi linfatici attraverso un'incisione cutanea che però, può portare a infezione, infiammazione locale e fibrosi. È tecnicamente impegnativa, dolorosa e richiede molto tempo, con un rischio aumentato di reazioni di ipersensibilità ed emboli. Come strumento diagnostico, la tecnica è stata ampiamente abbandonata. Tuttavia, è ancora utile se si deve intraprendere un intervento chirurgico (ad esempio, una procedura di bypass) (21).

Ultrasuoni:

Le caratteristiche ecografiche del linfedema sono cambiamenti volumetrici (un aumento minimo dello spessore del derma, un aumento dello strato sottocutaneo, e un aumento, una diminuzione o nessun cambiamento nella massa muscolare) e cambiamenti strutturali (derma iperecogeno e strato sottocutaneo ipoecogeno). Consente una valutazione dei cambiamenti dei tessuti molli ma non fornisce informazioni sull'anatomia del tronco dei vasi linfatici (22).

Ecografia duplex:

Nei pazienti con linfedema, si verifica una graduale impedenza del ritorno venoso, che poi aggrava l'edema. L'ecografia duplex può essere un'indagine utile nei pazienti con gonfiore degli arti inferiori. In una serie, una combinazione di scansione duplex e linfoscintigrafia è stata in grado di diagnosticare la causa dell'edema inspiegabile degli arti nell'82% dei pazienti. Alcuni autori, tuttavia, non hanno trovato alcuna associazione tra edema cronico e aumento del reflusso venoso (23).

Tomografia computerizzata:

La tomografia computerizzata (TC) può essere utilizzata non solo per confermare la diagnosi, ma anche per monitorare l'effetto del trattamento. I reperti TC comuni nel linfedema includono ispessimento della pelle del polpaccio, ispessimento del compartimento sottocutaneo, aumento della densità del grasso e ispessimento dell'aponeurosi perimuscolare. Nella maggior parte dei pazienti si osserva un tipico aspetto a nido d'ape (24).

Nei pazienti con malattia venosa cronica, si riscontra un ingrossamento del compartimento sottocutaneo e un ispessimento della pelle, ma nessun aspetto a nido d'ape. Nel lipedema, si riscontra un ingrossamento del compartimento sottocutaneo, uno spessore della pelle normale e un compartimento sottofasciale normale. Le scansioni tomografiche computerizzate dei pazienti con TVP mostrano un aumento dello strato sottocutaneo, con segni di linfedema, nonché un aumento dell'area muscolare trasversale e vene superficiali dilatate. Tuttavia, se non è presente gonfiore del

polpaccio dopo TVP, non ci saranno cambiamenti nel muscolo e quindi la TC diventa un'indagine inaffidabile (25).

Risonanza magnetica per immagini (RMI):

La risonanza magnetica può distinguere tra linfedema, lipedema e flebedema. Le caratteristiche del linfedema sulla risonanza magnetica includono edema circonferenziale, aumento del volume del tessuto sottocutaneo e un motivo a nido d'ape sopra la fascia tra il muscolo e il sottocute, con marcato ispessimento del derma (26). Tuttavia, è generalmente difficile distinguere il linfedema primario da quello secondario utilizzando la risonanza magnetica. La risonanza magnetica mostrerà anche le caratteristiche tipiche dell'angiosarcoma durante la valutazione dell'arto gonfio.

Dopo un intervento di chirurgia ricostruttiva, la risonanza magnetica mostra che l'edema è localizzato attorno all'intera circonferenza dell'arto ma limitato al tessuto sottocutaneo, aumentando il volume della gamba in media del 26% (intervallo, 8%-45%). Nella TVP, c'è un edema dei muscoli della gamba, in particolare nei compartimenti posteriori, con un aumento del volume della gamba del 23% (intervallo, 15%-90%). Nel linfedema cronico, c'è un aumento del volume della gamba del 40% (intervallo, 27%-120%). La risonanza magnetica per immagini nel lipedema confermerà che i linfatici periferici sono normali, il gonfiore dei tessuti molli è costituito esclusivamente da grasso e l'edema sottocutaneo è assente (23,27).

Capitolo 3 - La misurazione

La misurazione degli arti in situazioni di linfedema conclamato o in cui non si è ancora arrivati ad una diagnosi, è molto importante; infatti, durante la valutazione se sono presenti delle differenze di circonferenze con l'arto controlaterale maggiori di 2cm o differenze di volume intorno a 100/200ml (in assenza di eventi pregressi che spiegano questa differenza) è bene indirizzare il paziente verso un esperto che procederà alla valutazione anche per mezzo di esami strumentali specifici. La misurazione rimane importante anche dopo la conferma della diagnosi di linfedema. Essa viene usata dai fisioterapisti e dall'équipe per adattare le terapie farmacologiche, la dieta e monitorare l'andamento del trattamento il quale, come Gold standard, prevede la terapia decongestiva complessa (ISL, 2020), ovvero cura della cute, linfodrenaggio manuale, bendaggio multicomponente, contenzione elastica ed esercizio fisico.

Per misurare il linfedema esistono vari metodi, ognuno dei quali presenta punti di forza e punti deboli ed attualmente il Gold standard sarebbe la misurazione volumetrica per immersione grazie al volumetro ad acqua.

In questo studio sono stati messi confronto i metodi di misurazione più comunemente utilizzati nella clinica indagando i protocolli utilizzati per ciascun metodo, le proprietà clinimetriche note e i vantaggi e gli svantaggi di ciascuno. Il linfedema correlato al cancro al seno solitamente è monolaterale; infatti, si sviluppa nel lato operato in cui è stata eseguita l'asportazione dei linfonodi. Nonostante ciò, spesso si esegue la misurazione in entrambi gli arti usando quello "sano" come riferimento e comparazione. Nello studio sono stati messi a confronto i seguenti metodi: misure della circonferenza, volume dell'intero arto, bioimpedenza e costante dielettrica del tessuto. Le principali caratteristiche indagate sono state: attrezzatura, costi dell'attrezzatura, tempo, clinimetria, vantaggi e svantaggi e la sorgente di soglia (1).

Misure della circonferenza:

per questa misurazione è necessario un metro a nastro a bassa elasticità, di conseguenza i costi sono molto contenuti. Il tempo per la misurazione è una variabile dipendente dal numero di misurazioni che si vanno ad effettuare (minore è la distanza tra i marker, maggiore è il numero di misurazioni da effettuare). Clinimetricamente presenta un'eccellente affidabilità inter e intra operatore ed infatti la correlazione delle misurazioni della circonferenza confrontata con le misurazioni volumetriche grazie allo spostamento dell'acqua se confrontata con le misurazioni dello spostamento dell'acqua è compresa tra 0,80 e 0,99, in nove studi (28). I principali vantaggi delle misurazioni della circonferenza sono la semplicità, il basso costo di esecuzione, la rapidità a seconda del numero di misurazioni e permette di individuare la localizzazione del gonfiore in modo più specifico. Inoltre, alcuni studi

hanno dimostrato che è possibile addestrare i pazienti all'auto misurazione e che essi, spesso grazie ad un aiuto, sono in grado di effettuare con precisione le misurazioni della propria circonferenza (29). I principali svantaggi sono l'affidabilità che, nonostante sia elevata secondo numerosi studi, questa potrebbe ridursi se non si seguono i protocolli (ad esempio, le differenze nella quantità di tensione applicata al metro a nastro possono, specialmente in un braccio con gonfiore morbido, modificare notevolmente la circonferenza misurata di un arto). Questo svantaggio si riduce grazie alla formazione e l'esperienza del medico. La registrazione della misurazione della circonferenza e la conversione in volume di quest'ultima, può richiedere un po' di tempo ai medici molto impegnati. Il numero di protocolli di misurazione rende complicata la comparazione dei risultati di studi e anche di clinici. Infine, la differenza tra gli arti tale per cui è lecito pensare ad una probabilità elevata di presenza di linfedema (la soglia inter arto è di 2cm) è stata originariamente scelta arbitrariamente (30); tuttavia, sono state individuate differenze tra gli arti determinate in modo normativo per aiutare a rilevare differenze anomale tra gli arti.

Misure del volume dell'arto intero:

questo metodo comprende due tipologie di approccio alla misurazione del volume dell'arto intero (spostamento dell'acqua e volumetria ottica), ognuno dei quali presenta vantaggi e svantaggi. I vantaggi dello spostamento dell'acqua sono la sua elevata affidabilità e la capacità di misurare in modo preciso il volume di oggetti di forma irregolare, come il braccio (31). Gli svantaggi includono rischi di infezioni, rischi per la salute e la sicurezza derivanti dal trasporto di grandi contenitori d'acqua, il tempo necessario per effettuare la misurazione e le attrezzature richieste che devono essere specializzate (32,33). La volumetria ottica ha il vantaggio di essere molto rapida e altamente affidabile se il posizionamento del braccio viene effettuato con attenzione. Gli svantaggi sono il costo e lo spazio delle attrezzature necessarie. Come per le misurazioni della circonferenza, uno svantaggio generale delle valutazioni del volume dell'arto intero includono i diversi protocolli di misurazione e soglie diagnostiche utilizzate nella letteratura, limitando la possibilità di confronto tra gli studi. Strumenti alternativi di valutazione del volume dell'arto intero, come la scansione laser tridimensionale, potrebbero diventare più importanti in futuro, poiché gli studi iniziali suggeriscono una buona affidabilità e validità.

La spettroscopia a bioimpedenza (BIS):

viene usata soprattutto nel campo dello screening e della diagnosi precoce del BCRL. Il BIS misura il volume del liquido extracellulare (ECF) in una regione del corpo misurando l'impedenza a cui è sottoposta, grazie ad una corrente innocua di basso livello che attraversa i tessuti. Per effettuare la misurazione, gli elettrodi vengono posizionati in entrambe le estremità del segmento, oppure le mani e i piedi vengono posizionati su piastre per elettrodi. Il rapporto inter-arto del volume di liquido

extracellulare viene riportato così com'è o convertito in un punteggio L-Dex, a seconda dell'attrezzatura utilizzata. La misurazione L-Dex semplifica il rapporto inter-arto in un modello in scala e linearizzato, che può essere più facile da interpretare (34). Il BIS ha un'affidabilità buona/eccellente ed essa è maggiore quando viene utilizzato per arti affetti da linfedema. Questo strumento ha diversi vantaggi, fornisce una misurazione diretta del volume ECF, può rilevare piccole variazioni nel volume ECF durante lo sviluppo di BCRL, la misurazione è rapida e possiede delle soglie di screening e rilevamento, determinate e ampiamente utilizzate, basate sui volumi normativi del fluido extracellulare degli arti (35). Tuttavia, analogamente alle valutazioni del volume dell'arto intero, le misurazioni effettuate dai diversi strumenti di spettroscopia bioimpedenziometrica non sono intercambiabili. Gli svantaggi sono il costo dell'attrezzatura, la poco chiara utilità in casi di presenza di tessuto adiposo e fibroso in loco o accanto al fluido, non può essere utilizzato nei portatori di pacemaker e nonostante abbia dimostrato un'elevata specificità in tutti gli studi, la sensibilità è risultata più variabile (36).

La costante dielettrica tissutale (TDC):

è una misura della quantità di acqua presente nei tessuti subito sottostanti. Viene valutata utilizzando un dispositivo simile a una sonda che trasmette un'onda elettromagnetica ad altissima frequenza perpendicolarmente ai tessuti (37). Quando si valuta il TDC, solitamente si misurano più punti lungo il braccio, con variabilità nel numero e nella posizione delle misurazioni effettuate. Dai dati degli studi clinimetrici emerge che questo metodo ha un'affidabilità molto variabile, da moderata a eccellente. I vantaggi dell'utilizzo di TDC sono le valutazioni localizzate possibili in qualsiasi posizione di interesse, i dispositivi sono piccoli, portatili, rapidi e facili da usare, i risultati sono visibili immediatamente e i valori possono essere confrontati con i valori normativi (38). Uno svantaggio di questa tecnica è l'affidabilità variabile trovata tra gli studi. Per superare questo problema, si raccomanda di effettuare le misure almeno due volte. Infine, questa valutazione è in grado di misurare solo una breve distanza nei tessuti (da 0,5 a 5 mm) per questo potrebbe non essere possibile valutare l'entità dell'acqua nei tessuti in caso di un arto con un ispessimento cutaneo significativo (39).

Questo studio sostiene che, nonostante la presenza di più metodi tutti affidabili, è presente una mancanza di standardizzazione dell'approccio alla valutazione e sono poche le indicazioni su come incorporare i risultati clinici in screening, diagnosi e monitoraggio della condizione. Ciò comporta una gestione dei pazienti differente nelle varie strutture e risultati eterogenei nella letteratura. Poiché non tutti gli strumenti rilevano gli stessi/tutti gli aspetti della presentazione del linfedema, o non sono disponibili in tutte le sedi, è probabile che sia poco pratico determinare un singolo approccio concordato alla valutazione del linfedema(40).

Misurazione con nastro:

posizione del paziente:

Arto superiore: si posiziona seduto o supino con l'arto abdotto a 90 gradi. Il paziente potrà appoggiare il braccio ad un sostegno, esempio il bordo superiore dello schienale di una sedia, durante la misurazione ma è importante mantenere il più libero possibile l'arto in quanto la compressione esercitata da un sostegno andrebbe a modificare le geometrie e la misurazione in sé. Se c'è bisogno, tra una misura e l'altra, mentre l'operatore annota il valore, è possibile far riposare il braccio abbassandolo.

Arto inferiore: si posiziona in piedi o supino, considerando che per effettuare le misure ci vuole tempo e il paziente difficilmente riuscirà a stare in piedi per l'intera misurazione, di conseguenza la posizione supina è quella più usata e consigliata. In questo caso si può usare un rialzo, ad esempio un rullo, per liberare l'arto dal contatto con il lettino.

presa dei marker:

Arto superiore: per segnare i marker a livello dell'arto superiore si usa come riferimento e come primo marker la piega del polso in quanto risulta facilmente individuabile anche in caso di edemi importanti. Per i successivi si tiene il metro aderente alla cute e il più allineato possibile con l'asse dell'arto, posizionando lo zero sulla piega del polso e andando a segnare ogni x cm i punti di riferimento fino all'epicondilo laterale. Si ripetono gli stessi passaggi dall'epicondilo laterale fino all'acromion.

Arto inferiore: per misurare l'arto inferiore, dopo aver posizionato il paziente, bisogna inizialmente segnare i marker lungo la superficie esterna dell'arto. Il primo da segnare è sul bordo inferiore del malleolo laterale o, nel caso in cui sia di difficile individuazione, a circa 8/10 cm dalla pianta del piede e quindi dalla tavoletta che mantiene la caviglia a 90°. Dopo aver segnato il primo marker, lo si utilizza per segnare anche gli altri posizionando il metro su quest'ultimo fino ad arrivare al condilo femorale segnando ogni x cm (in base alla scelta dell'operatore incaricato della misura) i vari marker. Per la coscia si fa passare il metro per il condilo femorale e si prendono come riferimenti l'ultimo marker segnato e il gran trocantere procedendo nello stesso modo fino alla radice dell'arto.

Misurazione delle circonferenze:

Arti superiori e inferiori: una volta segnati i marker si procede con la misurazione effettiva delle circonferenze dell'arto in esame. Per eseguirla si posiziona lo 0 del metro a nastro caudalmente al segno del marker e si avvolge il nastro intorno all'arto fino ad arrivare al punto di partenza facendo combaciare il bordo superiore del metro con quello inferiore a cavallo del segno di riferimento in modo da poter leggere la misura. Questa procedura va ripetuta per ogni marker in senso disto-proximale e si andranno ad annotare le misure in una tabella, la quale verrà utilizzata per riportare anche le successive misurazioni in modo da poter confrontarle più facilmente. Grazie all'utilizzo di

questa tabella è possibile monitorare la perdita di volume in termini di kg e ottenere informazioni anche sulla localizzazione della maggior perdita di volume.

Piede: per misurare il piede si usa la tecnica ad 8, infatti a causa della sua geometria complessa non è affidabile usare delle semplici circonferenze. La misura si ottiene facendo partire il metro dalla base del primo dito, si passa prima dietro al malleolo laterale e poi dietro al malleolo mediale, dopodiché si scende verso la base del quinto metatarso e si torna al primo dito passando per la pianta del piede. Questo metodo è stato proposto da Jean Paul Belgrado per valutare la circonferenza del piede. Nonostante ciò, anche la misurazione ad 8 non è precisa e rimane un'approssimazione.

Mano: per misurare la mano si usa la misurazione ad 8 come per il piede. Si avvolge la mano con il metro facendolo passare per la testa del quinto e del secondo metacarpo, sulla superficie dorsale della mano fino al processo stiloideo dell'ulna, si continua poi verso il processo stiloideo del radio per poi tornare al punto di partenza (la testa del quinto metacarpo) incrociando il metro sulla superficie dorsale della mano.

Materiali e metodi

Setting:

Lo studio seguente è stato effettuato all'interno dell'ULSS 7 Pedemontana, nel Distretto 1, che comprende gli ospedali di Bassano, Asiago e l'RSA di Marostica e nel Distretto 2, che comprende l'Ospedale Alto Vicentino, la Casa della salute di Schio e il Centro Polifunzionale Boldrini di Thiene. La raccolta dati è stata svolta durante il periodo che va dal 31 luglio 2024 al 3 settembre 2024 recandosi presso le strutture sopra elencate in accordo con i fisioterapisti partecipanti. Per individuare i fisioterapisti è stata mandata una mail ai coordinatori delle strutture chiedendo i contatti dei fisioterapisti presenti in struttura che trattano o hanno frequentato un corso sul linfedema. Successivamente sono stati contattati ed è stata richiesta la loro libera partecipazione allo studio.

Popolazione:

In questo studio è stata richiesta la partecipazione volontaria dei fisioterapisti dell'ULSS 7 Pedemontana.

Criteri di inclusione:

- chi possiede una laurea in fisioterapia
- tutti i fisioterapisti che hanno frequentato un corso sul linfedema e/o trattano pazienti
- fisioterapisti che lavorano presso una struttura dell'ULSS 7 pedemontana.

Criteri di esclusione:

- tutti i fisioterapisti che non hanno frequentato nessun corso sul linfedema e/o trattato pazienti.

Tipo di studio:

Il seguente studio è una ricerca di tipo qualitativo esplorativo, finalizzata a comprendere l'opinione e la percezione dei fisioterapisti dell'ULSS 7 Pedemontana rispetto alla misurazione con nastro, in pazienti con linfedema. La metodologia qualitativa è stata scelta per indagare la percezione e la considerazione dei fisioterapisti riguardo al metodo di misurazione sopra citato, ponendo una maggior attenzione sulla sua affidabilità e sulle sue problematiche. I dati sono stati raccolti attraverso interviste semi-strutturate della durata di circa 8/10 minuti, poste a 18 fisioterapisti. Le interviste sono state condotte in ambienti riservati all'interno delle strutture per garantire la privacy e favorire un dialogo aperto. Esse sono state registrate attraverso l'utilizzo di uno smartphone, dopo aver fatto firmare il consenso informato del trattamento dei dati, trascritte integralmente e analizzate attraverso l'analisi tematica, un approccio che permette di identificare, analizzare e riportare i temi ricorrenti all'interno dei dati. L'analisi ha permesso di far emergere le principali problematiche individuate dai fisioterapisti rispetto al metodo di misurazione con nastro insieme alla percezione della sua affidabilità.

Lo studio seguente è stato effettuato all'interno degli ospedali dell'ULSS 7 Pedemontana sottoforma di intervista da sottoporre in presenza ai fisioterapisti per indagare la percezione che essi hanno rispetto al metodo di misurazione centimetrico con il nastro per calcolare il volume del linfedema.

L'intervista è stata composta di 8 domande a risposta aperta breve ed indaga vari aspetti della misurazione con il nastro con un focus su come essa viene percepita dai fisioterapisti e, soprattutto, sui problemi ad essa associati. Le domande presenti sono state formulate insieme al correlatore Alecci Alberto. La scelta di tali domande mira a comprendere il percorso e l'esperienza dei fisioterapisti in quest'ambito, le loro impressioni, la loro percezione e le eventuali strade di miglioramento o risoluzione dei problemi che possono diventare oggetto di ricerca futura. Le prime domande hanno come obiettivo la conoscenza del fisioterapista, quindi, la sua esperienza in questo ambito, la prassi che utilizza o che utilizzerebbe con i pazienti, una breve descrizione di come esegue o eseguirebbe la misurazione di un arto con linfedema e un'opinione dell'affidabilità delle misure restituite dalla misurazione con nastro. La domanda 5 va ad indagare se la percezione dei fisioterapisti riguardo l'affidabilità del metodo, varia all'aumentare del volume o se, secondo loro, la misura resta precisa e attendibile sia in casi di edema lieve che in casi di, ad esempio, elefantiasi. La domanda successiva cerca di esplorare quali possono essere, secondo i fisioterapisti, i problemi legati e/o riscontrati durante la pratica clinica in questo tipo di approccio alla misurazione degli arti. Al termine di questa risposta, viene introdotto un intervento dell'intervistatore, il quale espone una breve lista dei problemi individuati insieme al correlatore con l'obiettivo di sensibilizzare ed informare i fisioterapisti dell'eventuale presenza di problemi non identificati precedentemente. Successivamente, nella domanda 7, è stata richiesta un'opinione rispetto ai problemi non individuati, se essi sono importanti, se e quanto possono influire sull'affidabilità del metodo e se effettivamente sono problemi da considerare o sono trascurabili. Nell'ultima domanda, come conclusione dell'intervista, si è chiesto ai fisioterapisti se avevano delle idee o dei metodi utilizzabili per ridurre o eliminare questi problemi, cercando di capire se ci sono strategie volte ad aumentare l'affidabilità del metodo che potrebbero diventare oggetto di una futura ricerca.

L'intervista è stata fatta sulla base delle 8 domande formulate insieme al correlatore Alecci Alberto riportate di seguito:

1. Tratta pazienti con linfedema oppure ha seguito un corso a riguardo?
2. Durante la prima valutazione, misura le circonferenze degli arti affetti da linfedema?
3. Come esegue la misurazione delle circonferenze? Breve descrizione (come individua i punti di riferimento per le misurazioni, a che distanza sono uno dall'altro questi punti, come usa il metrino, in che posizione è il paziente, ogni quanto prende le misure...)
4. Secondo Lei è affidabile come metodo a livello di specificità e sensibilità?

5. Secondo Lei è affidabile per tutti i tipi di linfedema anche in caso di volumi importanti?
6. Perché lo reputa un metodo affidabile o non affidabile? Quali sono le problematiche ad esso associate?
7. Che importanza darebbe ai problemi non individuati precedentemente?
8. In base ai problemi riscontrati, che soluzioni proporrebbe per risolvere i problemi e diminuire gli errori?

Nel momento in cui veniva somministrata l'intervista ai fisioterapisti, essa veniva intervallata da un intervento dell'intervistatore tra le domande 6 e 7 in cui esplicava i problemi della misurazione rilevati durante il tirocinio grazie al correlatore che è stato anche la guida di tirocinio.

Problemi:

Questo metodo presenta una serie di problematiche che possono impattare sul risultato finale, alcune delle quali non vengono affrontate nemmeno durante i corsi specifici. Queste problematiche, riportate in seguito, sono state individuate durante la pratica clinica del tirocinio svolto all'ospedale di Asiago grazie anche all'esperienza del correlatore Alecci Alberto, alcune di esse sono comuni ad altre tipologie di misurazioni come ROM e forza muscolare:

- posizione del paziente (deve essere standardizzata)
- affidabilità intra e inter-operatore
- riproducibilità (punti di riferimento standardizzati)
- utilizzo del nastro (tensione applicata, inclinazione del nastro non perpendicolare all'asse dell'arto durante la misurazione)
- geometrie delle diverse parti dell'arto
- modifica delle geometrie durante il trattamento

La posizione del paziente deve essere standardizzata. Essa viene scelta dall'operatore durante la prima valutazione anche in base alle caratteristiche del paziente ed una volta individuata va mantenuta per tutte le successive misurazioni. Ciò è importante in quanto mantenere, ad esempio, l'arto inferiore orizzontale al terreno permette una distribuzione più omogenea dei liquidi rispetto alla posizione verticale, per contro è più complicato eseguire la misurazione con il paziente supino nel momento in cui bisogna avvolgere il nastro intorno all'arto. Misurando con il paziente in posizione eretta non si hanno impedimenti come può essere il lettino, però bisogna valutare che non tutti i pazienti, specialmente quelli con edemi importanti, non riescono a mantenere questa posizione per il tempo necessario.

L'affidabilità intra e inter-operatore di diverse tecniche per stimare il volume degli arti superiori in pazienti con linfedema post-operatorio (dissezione dei linfonodi ascellari per cancro al seno) è stata

studiata all'interno di questo studio (41). Trenta pazienti sono stati valutati utilizzando misurazioni della circonferenza, spostamento dell'acqua e volumetria optoelettronica. I risultati indicano che l'affidabilità intra-valutatore era generalmente superiore a quella inter-valutatore, con ICC compresi tra 0,94 e 1. Il metodo di misurazione della circonferenza con modello a disco e la volumetria optoelettronica hanno maggiore affidabilità rispetto agli altri metodi. Lo studio suggerisce il modello a disco per la pratica clinica per il suo basso costo e semplicità.

La riproducibilità della posizione dei marker può essere un problema, infatti, le misurazioni vengono solitamente effettuate a inizio e fine ricovero se esso dura due settimane, se dura tre settimane invece si procede con una misurazione intermedia ad una settimana e mezza, di conseguenza sarà complicato mantenere i segni di riferimento iniziali sull'arto indagato. Dovendo quindi ripetere la procedura di individuazione dei marker, questa può essere soggetta ad errori intra e inter-operatore proprio come la misurazione della circonferenza.

La tensione che viene applicata sul nastro durante la misurazione della circonferenza può risultare un problema e falsificare la misurazione finale. Se nell'azione di avvolgere il nastro intorno all'arto, questo viene tirato andando così a comprimere la cute e facendo un effetto laccio, anche di pochi millimetri, la misurazione che otterremo sarà differente dalla reale circonferenza e si tramuterà in un errore più o meno impattante nel calcolo finale del volume. Basti pensare che: una trazione del metro che va a comprimere di soli 2mm la cute (riducendo il raggio di 2mm e il diametro di 4mm) in un arto inferiore con un'ipotetica circonferenza reale di 50cm e con i marker a 10cm di distanza, l'errore di volume calcolato sarà di 98,9cm³ corrispondenti a quasi un litro di liquidi (0,989L).

$$\text{Diametro } (\varnothing 1) \text{ di C1: } \frac{C1}{\pi} = \frac{50}{\pi} = 15,92\text{cm}$$

$$(\varnothing 2) \text{ di C2: } \varnothing 1 - (2 * 0,2) = 15,92 - (0,2 * 2) = 15,52\text{cm}$$

$$\text{Circonferenza 2 (C2): } \varnothing 2 * \pi = 15,52 * \pi = 48,76\text{cm}$$

$$\text{Area 1 (A1): } (\varnothing 1/2)^2 * \pi = \left(\frac{15,92}{2}\right)^2 * \pi = 199,06\text{cm}^2$$

$$\text{Area 2 (A2): } (\varnothing 2/2)^2 * \pi = \left(\frac{15,52}{2}\right)^2 * \pi = 189,17\text{cm}^2$$

$$\text{Volume 1 (V1): } A1 * h = 199,06 * 10 = 1990,6\text{cm}^3$$

$$\text{Volume 2 (V2): } A2 * h = 189,17 * 10 = 1891,7\text{cm}^3$$

$$\text{Differenza di volumi: } V1 - V2 = 1990,6 - 1891,7 = 98,9\text{cm}^3$$

L'inclinazione del nastro rispetto all'asse dell'arto durante la misurazione può portare ad un errore di quest'ultima, infatti, ipotizzando di avere una geometria cilindrica da misurare, inclinando il nastro non si misurerà più una circonferenza ma questa si trasformerà in un'elisse sfalsando così i valori

ottenuti. Ipotizziamo di avere lo stesso arto usato in precedenza per l'esempio della tensione del nastro, quindi un cilindro di circonferenza 50cm con un diametro di 15,92cm e un'altezza di 10cm.

$$r1: \varnothing 1/2 = \frac{15,92}{2} = 7,96$$

$$r2: r1/\cos 5^\circ = 7,96/\cos 5^\circ = 7,99cm$$

$$P:\pi \left[3(r1 + r2) - \sqrt{(3r1 + r2)(r1 + 3r2)} \right] = \pi \left[3(7,96 + 7,99) - \sqrt{(3 * 7,96 + 7,99)(7,96 + 3 * 7,99)} \right] = 50,11cm$$

Con le stesse formule usate precedentemente per il calcolo del volume la differenza in questo caso è di 7,5cm³ quindi 0,075L. Ipotizzando di avere un arto di 70cm di circonferenza, ripetendo gli stessi calcoli, l'errore risulterebbe di 14,0cm³ ovvero 0,14L.

La geometria dell'arto da misurare può rappresentare un problema per questo tipo di misurazione; infatti, la formula geometrica per il calcolo del volume fa riferimento a vari tronchi di cono in sequenza per coprire l'intera lunghezza dell'arto. Nella realtà però, difficilmente troveremo un arto che abbia effettivamente la forma di un tronco di cono e di conseguenza si avrà un piccolo errore anche legato alla formula geometrica (nonostante sia il solido geometrico che meglio si presta a questo tipo di misurazione/calcolo). Un altro problema legato alla geometria è rappresentato, nel caso di edemi complessi, dall'irregolarità della superficie dell'arto che può presentare forme particolari, ad esempio, per la presenza di sacche di liquido. Durante l'individuazione dei marker, se vengono presi poggiando il metro sulla cute del paziente, si può essere precisissimi nel segnare ogni x cm il punto di riferimento ma se si segue una superficie in cui è presente una sacca la distanza misurata sulla superficie della cute può essere giusta, ma se si guarda la distanza tra i marker si noterà che quest'ultimo è più vicino al precedente marker rispetto a quelli presi in segmenti con assenza di irregolarità.

La variazione delle geometrie durante il trattamento è un fattore molto importante nel caso di edemi complessi che può alterare l'affidabilità della misurazione. I pazienti con edemi importanti, grazie al trattamento Gold standard rappresentato dalla terapia decongestiva complessa, arrivano a perdere diversi kg di liquido che si traducono in una perdita più o meno notevole di volume. Ciò comporta, che alla misurazione l'arto può apparire più corto rispetto alla prima valutazione. In realtà, la lunghezza effettiva dell'arto resta ovviamente invariata, però prendendo questa misura appoggiando il metro sulla superficie della cute, la perdita di volume fa sì che questa superficie si riduca e di conseguenza anche la distanza tra, ad esempio, il malleolo laterale e il gran trocantere sarà inferiore rispetto alla prima misurazione. Questo fenomeno oltre a modificare l'apparente lunghezza dell'arto, nel momento in cui alla dimissione o alla valutazione intermedia bisogna segnare i marker,

questi ultimi via via che ci si allontana dal punto iniziale si andranno a spostare sempre di più. In alcuni casi è possibile che l'ultimo marker si sposti cranialmente di diversi cm rendendo impossibile misurare la circonferenza restando perpendicolari all'asse dell'arto e di conseguenza tra la prima e ultima valutazione si perde una circonferenza rendendo inaffidabili e non comparabili i dati presi.

Risultati

Domanda 1

Allo studio hanno partecipato 18 fisioterapisti, i quali hanno tutti seguito almeno un corso riguardante il linfedema. Tra di essi, 10 trattano normalmente i linfedemi, 3 trattano saltuariamente persone con edemi molto lievi presenti, la maggior parte delle volte, post-intervento ortopedico quindi non di carattere prettamente linfatico e 5 non trattano linfedemi.



Domanda 2

Tutti i fisioterapisti eseguono le misurazioni degli arti durante la valutazione iniziale e anche chi non tratta sostiene l'importanza di misurare in prima seduta. Un fisioterapista ha riportato che in caso di linfedemi di lievissima entità non esegue le misurazioni mentre un altro ha risposto che partecipa alla misurazione fatta dal medico.

Domanda 3

La misurazione degli arti, a livello di procedimento, è molto simile tra i fisioterapisti e, soprattutto all'interno delle stesse strutture, la procedura e i punti di repere sono praticamente uguali.

	ARTO SUPERIORE	ARTO INFERIORE
POSIZIONE	4 fisioterapisti eseguono la misurazione ponendo il paziente in posizione supina, 5 in posizione seduta, 2 in posizione supina o seduta e in 7 non l'hanno specificato	11 fisioterapisti eseguono la misurazione ponendo il paziente in posizione supina, 1 in posizione seduta, 1 in posizione supina o seduta, 1 in posizione semiseduta e in 4 non l'hanno specificato
REPERE DI PARTENZA	5 fisioterapisti segnano il primo marker a livello dei processi stiloidei, 1 sulla piega del polso, 1 sul pisiforme, 1 su pisiforme o stiloide ulnare, 1 sullo stiloide o piega del polso, 1 piega del polso o pisiforme, 1 sull'olecrano (usa una barra sottile di metallo centimetrata che appoggia sull'arto del paziente per segnare i vari marker) e 7 non hanno specificato	2 fisioterapisti segnano il primo marker a livello dei malleoli, 5 a 8cm dalla tavoletta/superficie in cui poggia la pianta del piede per mantenere la caviglia in posizione neutra, 2 dal margine inferiore e poi superiore della rotula, 1 a 4cm dalla pianta del piede, 3 a 4cm dalla tavoletta in cui poggia il piede, 1 dal piede, 1 dalla base rotulea

		andando ad utilizzare un righello e 5 non hanno specificato
--	--	---

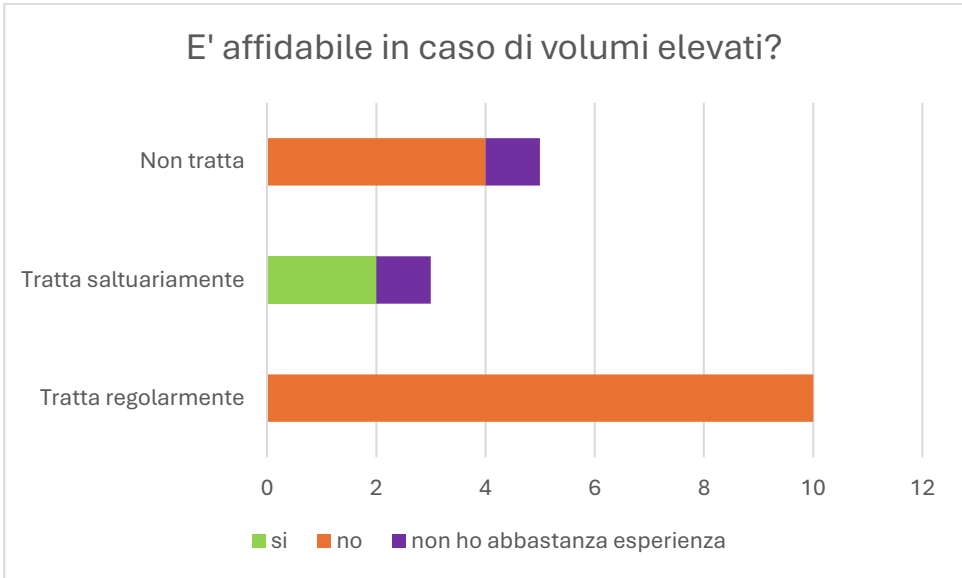
Segnati i punti di partenza, 17 fisioterapisti segnano un marker ogni 4cm mentre 1 ogni 5cm e tutti arrivano a segnare l'ultimo marker il più vicino possibile alla radice dell'arto in esame. Per eseguire la misurazione viene avvolto il nastro intorno all'arto e 4 fisioterapisti specificano che esso deve essere a cavallo dei marker con il bordo superiore del nastro nel punto di partenza che tocca il bordo inferiore dello stesso una volta avvolto. 14 fisioterapisti concordano sul far cadere il corpo del metro per utilizzarlo come contrappeso senza applicare tensione, 1 sostiene che applica una leggera tensione e 3 non l'hanno specificato.

Domanda 4

Rispetto all'affidabilità del metodo, 1 fisioterapista ha risposto che è affidabile, per 6 di loro non è affidabile, 4 sostengono sia affidabile ma operatore dipendente, per 4 è abbastanza affidabile ma presenta molte variabili, 1 sostiene la presenza di possibili errori legati ai punti di reperi e all'operatore ma resta un buon metodo per la sua velocità e fruibilità, 1 sostiene che dipende molto dall'operatore e l'esperienza e per 1 è affidabile se le misure vengono fatte ogni 4 cm e non ad intervalli maggiori.

Domanda 5

In caso di volumi elevati, per 14 fisioterapisti questo metodo non è affidabile, per 2 resta comunque affidabile e 2 hanno sostenuto di non avere abbastanza esperienza per rispondere. Dividendo i fisioterapisti nelle 3 categorie evidenziate grazie alla prima domanda (tratto, tratto saltuariamente e non tratto) i dati mostrano come la totalità di chi tratta sostiene che in questi casi il metodo sia inaffidabile, chi tratta saltuariamente in 2 hanno risposto che è affidabile e 1 che non ha abbastanza esperienza mentre chi non tratta in 4 sostengono che non sia affidabile e 1 che non ha abbastanza esperienza. Tra i 14 fisioterapisti che sostengono l'inaffidabilità in queste situazioni sono presenti tutti i 10 che trattano regolarmente e 4 che non trattano e che si basano sul corso.

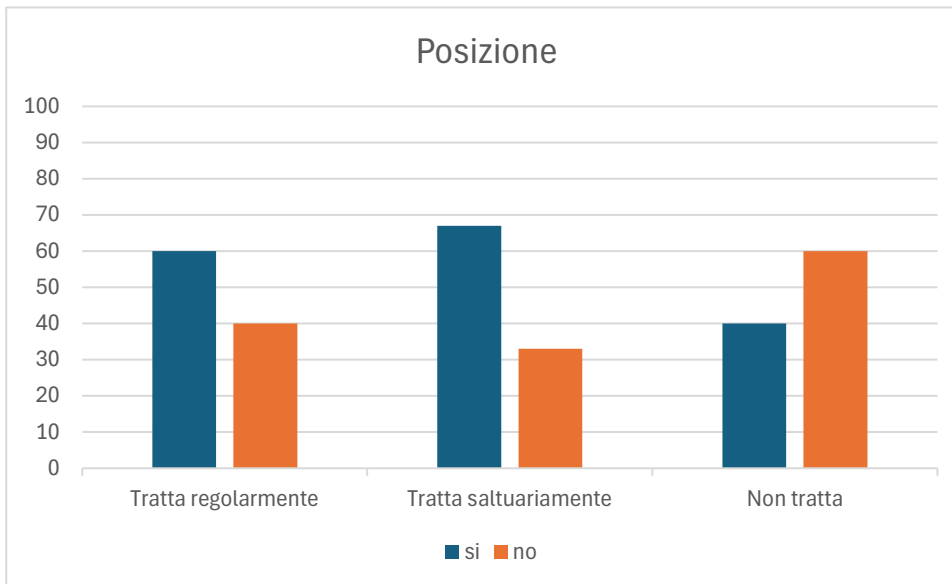


Domanda 6

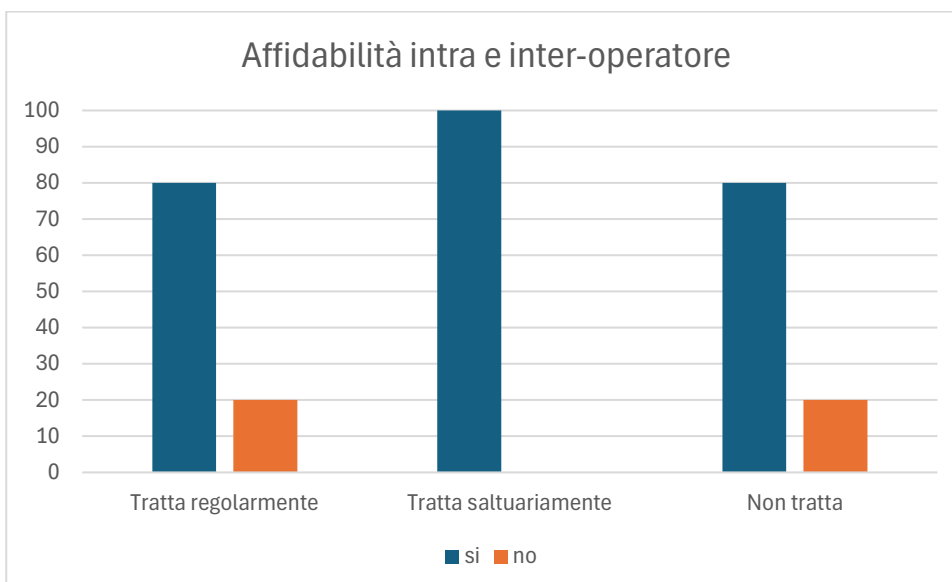
È stato chiesto ai fisioterapisti di individuare quelli che, secondo loro, sono i principali problemi della misurazione con nastro. Le loro risposte sono state confrontate, durante l'elaborazione dei dati, con

la lista di problemi riportata precedentemente. Analizzando una voce alla volta si sono ottenuti i seguenti risultati:

Il problema della posizione del paziente, che deve essere standardizzata e costante durante le misurazioni, è stato individuato da 10 fisioterapisti su 18 (56%). Tra chi tratta 6 su 10 lo hanno individuato (60%), chi tratta saltuariamente 2 su 3 (67%) e chi non tratta 2 su 5 (40%).

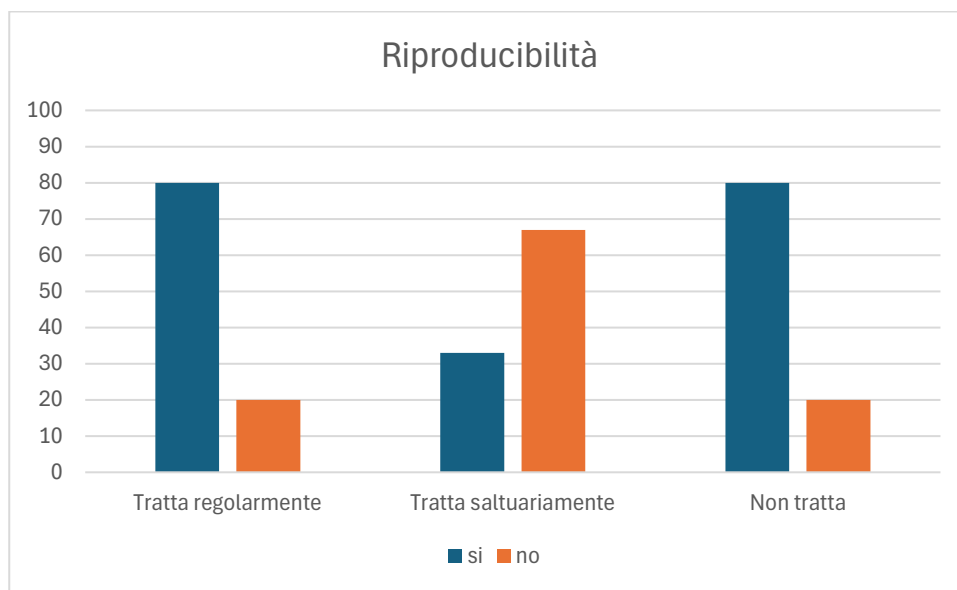


Il problema dell'affidabilità intra e inter-operatore, limitabile mantenendo sempre lo stesso fisioterapista ad eseguire le misure il quale deve essere rigoroso nell'eseguire la misurazione sempre nello stesso modo, è stato individuato da 15 fisioterapisti su 18 (83%). Tra chi tratta 8 su 10 lo hanno individuato (80%), chi tratta saltuariamente 3 su 3 (100%) e chi non tratta 4 su 5 (80%)



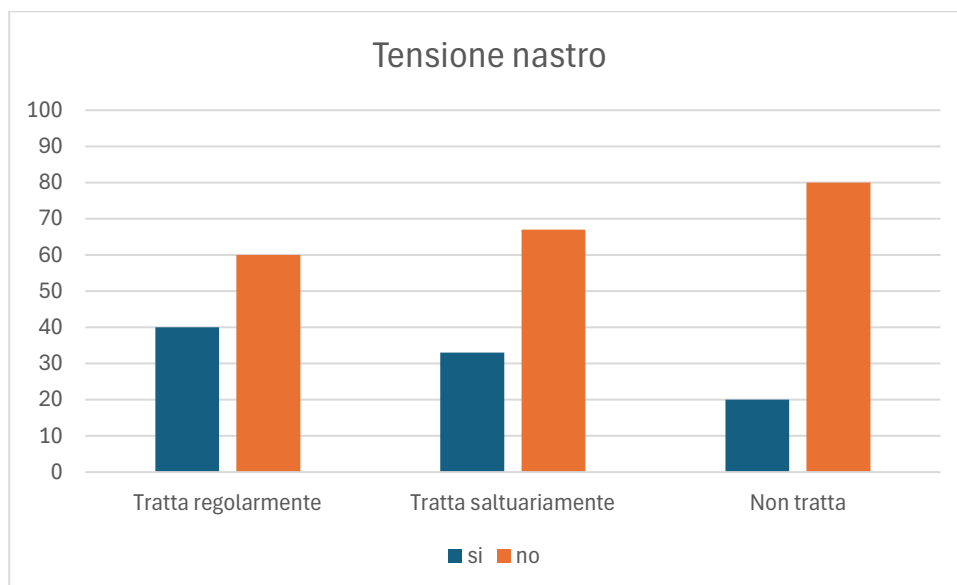
Il problema della riproducibilità dei punti di riferimento/marker, i quali sono soggetti ad errore dovendo segnarli ogni misurazione e difficilmente è possibile far mantenere i marker segnati sul paziente dalla prima valutazione alla dimissione per evitare di doverli risegnare, è stato individuato

da 13 fisioterapisti su 18 (72%). Tra chi tratta 8 su 10 lo hanno individuato (80%), chi tratta saltuariamente 1 su 3 (33%) e chi non tratta 4 su 5 (80%)

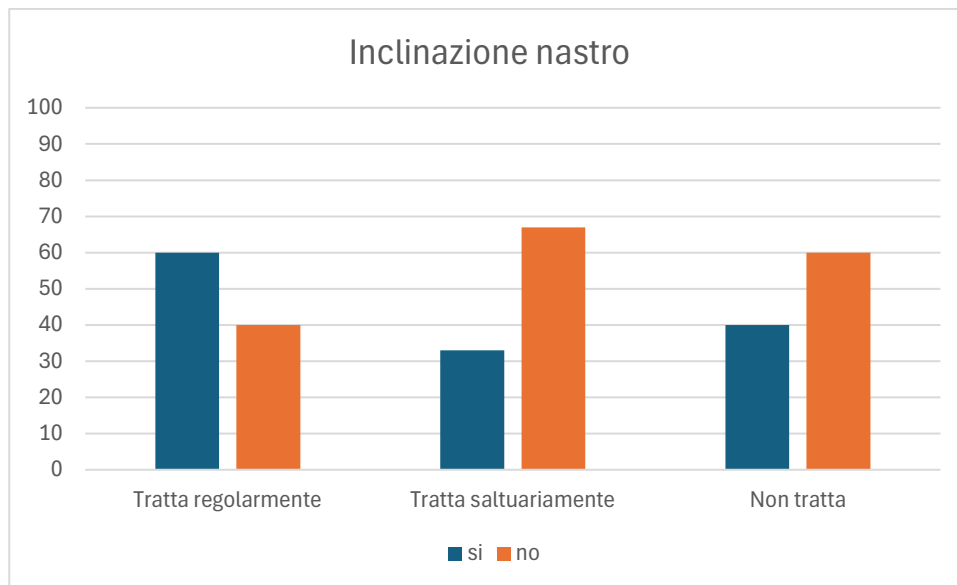


Il problema dell'utilizzo del nastro è stato diviso in 2 sottocategorie: tensione del nastro e inclinazione del nastro.

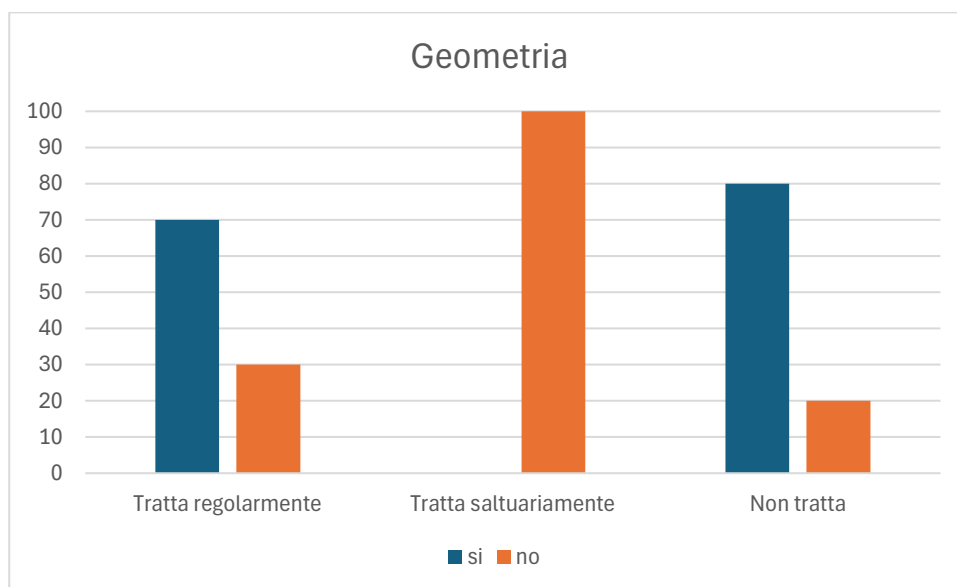
La tensione del nastro può influire sulla misura della circonferenza andando a comprimere la superficie nel quale è appoggiato facendo risultare una circonferenza minore di quella reale, questo problema è stato individuato da 6 fisioterapisti su 18 (33%). Tra chi tratta 4 su 10 lo hanno individuato (40%), chi tratta saltuariamente 1 su 3 (33%) e chi non tratta 1 su 5 (20%). Bisogna ricordare però, che 14 fisioterapisti durante la descrizione del procedimento di misurazione hanno specificato l'importanza di far cadere il metro per mantenere il più costante possibile la tensione durante le misurazioni. 4 dei 6 fisioterapisti che hanno individuato il problema fanno parte di questo gruppo che lo ha specificato durante la descrizione del metodo.



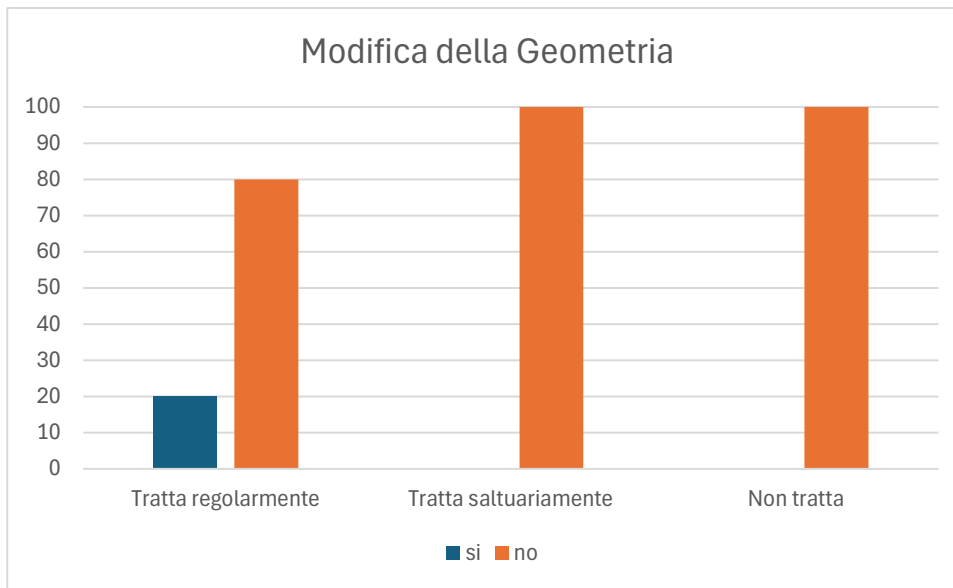
Il problema dell'inclinazione del nastro, che deve essere perpendicolare all'asse dell'arto per poter misurare una circonferenza e non un'elisse che falserebbe la misurazione, è stato individuato da 9 fisioterapisti su 18 (50%). Tra chi tratta 6 su 10 lo hanno individuato (60%), chi tratta saltuariamente 1 su 3 (33%) e chi non tratta 2 su 5 (40%).



Il problema della geometria dell'arto, a causa del quale in determinati casi è complicato mantenere una reale distanza di 4 cm tra un marker e il successivo e che rende più complicata la misurazione della circonferenza, è stato individuato da 11 fisioterapisti su 18 (61%). Tra chi tratta 7 su 10 lo hanno individuato (70%), chi tratta saltuariamente 0 su 3 (0%) e chi non tratta 4 su 5 (80%)



Il problema della variazione della geometria dell'arto durante il trattamento, che può comportare lo spostamento dei marker anche nel momento in cui il fisioterapista segna i punti di riferimento in modo preciso ogni 4 cm, è stato individuato da 2 fisioterapisti su 18 (11%). Tra chi tratta 2 su 10 lo hanno individuato (20%), chi tratta saltuariamente 0 su 3 (0%) e chi non tratta 0 su 5 (0%)



In seguito, sono riportate le tabelle che riassumono e raccolgono questi dati.

	Tratta		Tratta saltuariamente		Non tratta		Totali	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Posizione	6	4	2	1	2	3	10	8
Affidabilità	8	2	3	0	4	1	15	3
Riproducibilità	8	2	1	2	4	1	13	5
Tensione nastro	4	6	1	2	1	4	6	12
Inclinazione nastro	6	4	1	2	2	3	9	9
Geometria arto	7	3	0	3	4	1	11	7
Modifica della geometria	2	8	0	3	0	3	2	16

%	Tratta		Tratta saltuariamente		Non tratta		Totali	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Posizione	60%	40%	67%	33%	40%	60%	56%	44%

Affidabilità	80%	20%	100%	0%	80%	20%	83%	17%
Riproducibilità	80%	20%	33%	67%	80%	20%	72%	28%
Tensione nastro	40%	60%	33%	67%	20%	80%	33%	67%
Inclinazione nastro	60%	40%	33%	67%	40%	60%	50%	50%
Geometria arto	70%	30%	0%	100%	80%	20%	61%	39%
Modifica della geometria	20%	80%	0%	100%	0%	100%	11%	89%

Al termine di questa domanda, c'è stato l'intervento dell'intervistatore in cui veniva esplicitata la lista dei problemi riportata precedentemente ed in seguito a questa esposizione, è iniziata l'ultima parte dell'intervista.

Domanda 7

Alla domanda, che importanza darebbe ai problemi non individualizzati precedentemente, 14 fisioterapisti sostengono che tutti questi problemi, anche quelli da loro non individuati, risultano importanti da considerare durante la misurazione. Di questi 14, 3 sostengono che l'esperienza giochi un ruolo importante nella gestione di queste problematiche, 2 che in caso di edemi importanti questi problemi siano ancora più impattanti e 1 sostiene che incidono maggiormente in edemi lievi in quanto per ottenere una differenza in caso di circonferenze piccole la precisione e la limitazione di errori deve essere maggiore. 2 fisioterapisti sostengono che possono essere importanti per chi lavora con casi medio-gravi ma nella loro esperienza, con casi molto lievi, sono del tutto irrilevanti. Un fisioterapista sostiene che facendo delle foto al paziente in determinate e standardizzate posizioni durante la valutazione, questi problemi incidono meno in quanto si avranno dei riscontri numerici e visivi del cambiamento del paziente. Infine, un fisioterapista lo reputa comunque un metodo valido in quanto è l'unico attualmente a disposizione.

Domanda 8

Per concludere l'intervista, è stato chiesto in che modo si potrebbe migliorare o risolvere i problemi della misurazione del linfedema. 3 fisioterapisti concordano sulla maggiore affidabilità della volumetria con spostamento d'acqua e uno di loro dà come alternativa la presa di immagini fotografiche da comparare tra inizio e fine riabilitazione. 2 sostengono che a migliorare l'affidabilità è l'esperienza, 2 propongono di individuare dei nuovi strumenti e metodi utilizzabili in contesti clinici

e che abbiano dei costi sostenibili e un terapeuta sostiene di non aver abbastanza esperienza per trovare una soluzione. 10 fisioterapisti sostengono il bisogno di standardizzare il più possibile la procedura di misurazione, tra di essi 5 propongono un sistema di riferimento esterno al paziente da usare per segnare i punti di repere, 2 ribadiscono l'importanza di standardizzare un metodo che possa essere usato in tutte le strutture così da poter anche comparare i dati ottenuti, uno propone di integrare alla misurazione con nastro anche la valutazione fotografica o volumetrica e uno la scansione 3D dell'arto.

proposte dei fisioterapisti	n° di risposte	precisazioni	n°
bisognerebbe usare la volumetria con spostamento d'acqua che è più affidabile	3	in alternativa scattare foto in posizioni standardizzate da confrontare	1
l'affidabilità del metodo migliora con l'esperienza	2		0
bisognerebbe individuare nuovi strumenti e metodi	2		0
non possiedo abbastanza esperienza per trovare una soluzione	1		0
bisognerebbe standardizzare e rendere univoca la procedura di misurazione	10	proposta di un sistema di riferimento esterno per segnare i marker	5
		proposta di uniformare e standardizzare un metodo che venga riconosciuto ed usato in tutte le strutture	2
		integrare alla misurazione con nastro la presa di foto o la volumetria	1
		proposta di utilizzare la scansione 3D dell'arto	1

Discussione

Questo studio ha lo scopo di indagare la percezione dei fisioterapisti all'interno dell'ULSS 7 Pedemontana rispetto al metodo di misurazione con nastro utilizzato per determinare le circonferenze degli arti dei pazienti affetti da linfedema.

Dall'analisi dei risultati, si evince come la percezione dell'affidabilità di tale metodo da parte dei fisioterapisti è in generale media: la maggior parte di loro, sostiene che esso sia abbastanza affidabile ma gravato da possibili errori e soggetto a diverse variabili, come l'operatore e la sua esperienza.

L'affidabilità di questo metodo dipende delle dimensioni dell'arto in esame: in casi di linfedemi importanti, più del 75% dei fisioterapisti intervistati sostiene che la misurazione non sia più attendibile. In particolare, vi è concordanza di opinione tra professionisti che trattano frequentemente casi di linfedema e coloro i quali hanno partecipato esclusivamente a corsi specifici; mentre, all'interno del campione di fisioterapisti che trattano saltuariamente tale condizione, probabilmente a causa della casistica di pazienti caratterizzati spesso da edemi lievi, la misurazione tramite nastro è ritenuta affidabile.

La percezione dell'affidabilità di questo metodo è influenzata soprattutto dalla presenza dei problemi da noi individuati, conseguenti alla mancata standardizzazione della misurazione. Dalle interviste effettuate si evince come, indipendentemente dall'esperienza o dalla struttura di appartenenza, le problematiche individuate dai fisioterapisti non si discostavano da quelle da noi identificate: posizione del paziente, affidabilità inter e intra-operatore, riproducibilità dei punti di repere/riferimento e l'utilizzo dello strumento (in questo caso il nastro) sono tra le più frequenti, in quanto esse sono comuni e caratterizzanti diverse misurazioni come, ad esempio, quella del ROM articolare o i test di forza (42,43).

Problemi specifici quali la geometria dell'arto e la sua variazione durante il trattamento, sono stati maggiormente percepiti da chi tratta. Il problema della geometria è stato individuato anche dall'80% dei fisioterapisti che non trattano; mentre, nessuno tra coloro che tratta saltuariamente lo ha percepito come problema, probabilmente a causa della tipologia di pazienti che non presentano geometrie estreme o irregolari. La variazione delle geometrie durante il trattamento è stata percepita come problema soltanto da due fisioterapisti che trattano in quanto, nonostante essa si verifichi sempre, solo nei casi in cui la perdita di liquido è molto elevata si assiste ad uno spostamento dei punti di repere che rendono non riproducibile la misurazione al termine della degenza.

La scarsa affidabilità intra e inter-operatore, rappresenta la problematica più frequentemente percepita come tale dal campione intervistato (83%); è interessante notare come essa sia l'unica, tra quelle da

noi individuate, ad essere riportata in letteratura pur non essendovi concorde: diversi studi sostengono infatti come il metodo di misurazione della circonferenza abbia una buona affidabilità (41).

Il processo di sensibilizzazione dei fisioterapisti è stato accolto in modo positivo: infatti, la maggior parte di loro è stata d'accordo rispetto al fatto che anche le problematiche non precedentemente percepite siano importanti e che esse debbano essere considerate durante la pratica clinica.

A causa della scarsa presenza di letteratura riguardante la misurazione con nastro usata in pazienti con linfedema e all'apparente assenza di studi sulla sua percezione, non è possibile confrontare questi dati con altri studi.

La consapevolezza delle problematiche, legate alla misurazione con nastro, da parte dei fisioterapisti, può rappresentare uno step importante verso una raccolta dati sempre più affidabile e ripetibile anche tra diverse strutture; questo, finché non saranno presenti delle linee guida con una procedura standardizzata da adottare. Conoscere questi problemi è importante per i fisioterapisti anche nei casi in cui i dati raccolti dalla misurazione delle circonferenze non coincidano con ciò che si osserva nel paziente e con il valore di kg di liquido persi dal paziente; infatti, può succedere che nonostante la differenza di volume sia visibile tra inizio e fine trattamento, il valore della circonferenza in alcuni punti resti lo stesso o addirittura aumenti: ciò non rappresenta la realtà, ma è un dato fallace causato magari dallo spostamento del marker a causa della modifica della geometria dell'arto.

Grazie a questo studio, si è potuto osservare come la misurazione con nastro sia fallace, soprattutto in casi di edemi elevati, e venga percepita come tale dalla maggior parte dei fisioterapisti appartenenti all'ULSS7 Pedemontana.

Un limite importante di questo studio è rappresentato dal campione ristretto, composto da 18 partecipanti in un unico contesto geografico e non uniformemente diviso tra le categorie tratto, non tratto e tratto saltuariamente.

In sintesi, i fisioterapisti percepiscono la misurazione con nastro come abbastanza affidabile in casi di geometrie normali e volumi non troppo elevati mentre viene percepita come meno attendibile con geometrie complesse e volumi elevati. A fronte dei problemi legati al metodo oggetto di studio, molti fisioterapisti hanno avanzato la proposta di cercare una standardizzazione del metodo così che le misure e i dati vengano presi nello stesso modo anche in strutture differenti rendendo così i dati comparabili anche tra ospedali o cliniche diverse e suggeriscono di introdurre uno strumento che permetta di segnare i marker basandosi su un sistema di riferimento esterno al paziente. Questo può diventare il punto di partenza per lo sviluppo di un progetto di standardizzazione del metodo di misurazione.

Conclusione

La misurazione delle circonferenze con nastro nei pazienti con linfedema è un metodo veloce, economico e affidabile secondo la letteratura. In questo studio però, si evince come la percezione dell'affidabilità di tale metodo da parte dei fisioterapisti dell'ULSS7 Pedemontana non sia in linea con ciò riportato in letteratura, infatti, vengono percepite diverse problematiche, alcune comuni anche ad altri sistemi di misura e altre specifiche per i casi di arti con linfedema. Questo studio vuole essere una foto della discordanza tra ciò che sostiene la letteratura e ciò che viene riportato dai fisioterapisti intervistati. Esso può rappresentare il punto di partenza per futuri studi come questo con dei campioni maggiori e degli studi per standardizzare questa metodologia di misurazione al fine di ottenere dati sempre più precisi, affidabili e che siano comparabili anche tra diversi operatori e strutture.

Bibliografia

1. Dylke E. Measurement of breast cancer-related lymphoedema. *J Physiother.* ottobre 2022;68(4):238–43.
2. Hsu MC, Itkin M. Lymphatic Anatomy. *Tech Vasc Interv Radiol.* dicembre 2016;19(4):247–54.
3. Swartz MA. The physiology of the lymphatic system. *Adv Drug Deliv Rev.* 23 agosto 2001;50(1–2):3–20.
4. Sleight BC, Manna B. Lymphedema. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 [citato 13 novembre 2024]. Disponibile su: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537239/>
5. Slater HC, Gambhir M, Parham PE, Michael E. Modelling co-infection with malaria and lymphatic filariasis. *PLoS Comput Biol.* 2013;9(6):e1003096.
6. Andraska EA, Horne DC, Campbell DN, Eliason JL, Wakefield TW, Coleman DM. Patterns of pediatric venous disease. *J Vasc Surg Venous Lymphat Disord.* ottobre 2016;4(4):422–5.
7. Cazzolla AP, Lo Muzio L, Di Fede O, Lacarbonara V, Colaprico A, Testa NF, et al. Orthopedic-orthodontic treatment of the patient with Turner’s syndrome: Review of the literature and case report. *Spec Care Dent Off Publ Am Assoc Hosp Dent Acad Dent Handicap Am Soc Geriatr Dent.* luglio 2018;38(4):239–48.
8. Grada AA, Phillips TJ. Lymphedema: Pathophysiology and clinical manifestations. *J Am Acad Dermatol.* dicembre 2017;77(6):1009–20.
9. Döller W. [Lymphedema: anatomy, physiology and pathophysiology of lymphedema, definition and classification of lymphedema and lymphatic vascular malformations]. *Wien Med Wochenschr* 1946. aprile 2013;163(7–8):155–61.
10. Ure C. [Diagnosis of lymphedema]. *Wien Med Wochenschr* 1946. aprile 2013;163(7–8):162–8.
11. Hadjis NS, Carr DH, Banks L, Pflug JJ. The role of CT in the diagnosis of primary lymphedema of the lower limb. *AJR Am J Roentgenol.* febbraio 1985;144(2):361–4.
12. Harwood CA, Bull RH, Evans J, Mortimer PS. Lymphatic and venous function in lipoedema. *Br J Dermatol.* gennaio 1996;134(1):1–6.
13. Proby CM, Gane JN, Joseph AE, Mortimer PS. Investigation of the swollen limb with isotope lymphography. *Br J Dermatol.* luglio 1990;123(1):29–37.
14. Esato K, Ohara M, Seyama A, Akimoto F, Kuga T, Takenaka H, et al. ^{99m}Tc-HSA lymphoscintigraphy and leg edema following arterial reconstruction. *J Cardiovasc Surg (Torino).* 1991;32(6):741–6.
15. Bardare M, Falcini F, Hertzberger-ten Cate R, Savolainen A, Cimaz R. Idiopathic limb edema in children with chronic arthritis: a multicenter report of 12 cases. *J Rheumatol.* febbraio 1997;24(2):384–8.

16. Flores T, Bergmeister KD, Staudenherz A, Pieber K, Schrögendorfer KF. [Diagnosis, prevention and therapy of lymphedema]. *Wien Klin Wochenschr.* agosto 2021;133(15–16):855–68.
17. Thibaut G, Durand A, Follignoni P, Bertrand A. Measurement of lymphatic flow variation by noninvasive method cases of lymphedema. *Angiology.* luglio 1992;43(7):567–71.
18. Ter SE, Alavi A, Kim CK, Merli G. Lymphoscintigraphy. A reliable test for the diagnosis of lymphedema. *Clin Nucl Med.* agosto 1993;18(8):646–54.
19. Bräutigam P, Vanscheidt W, Földi E, Krause T, Moser E. The importance of the subfascial lymphatics in the diagnosis of lower limb edema: investigations with semiquantitative lymphoscintigraphy. *Angiology.* giugno 1993;44(6):464–70.
20. Bilancini S, Lucchi M, Tucci S, Eleuteri P. Functional lymphatic alterations in patients suffering from lipedema. *Angiology.* aprile 1995;46(4):333–9.
21. Burnand KG, McGuinness CL, Lagattolla NRF, Browse NL, El-Aradi A, Nunan T. Value of isotope lymphography in the diagnosis of lymphoedema of the leg. *Br J Surg.* gennaio 2002;89(1):74–8.
22. Doldi SB, Lattuada E, Zappa MA, Pieri G, Favara A, Micheletto G. Ultrasonography of extremity lymphedema. *Lymphology.* settembre 1992;25(3):129–33.
23. Tiwari A, Cheng KS, Button M, Myint F, Hamilton G. Differential diagnosis, investigation, and current treatment of lower limb lymphedema. *Arch Surg Chic Ill* 1960. febbraio 2003;138(2):152–61.
24. Marotel M, Cluzan R, Ghabboun S, Pascot M, Alliot F, Lasry JL. Transaxial computer tomography of lower extremity lymphedema. *Lymphology.* dicembre 1998;31(4):180–5.
25. Vaughan BF. CT of swollen legs. *Clin Radiol.* gennaio 1990;41(1):24–30.
26. Werner GT, Scheck R, Kaiserling E. Magnetic resonance imaging of peripheral lymphedema. *Lymphology.* marzo 1998;31(1):34–6.
27. DUEWELL S, HAGSPIEL KD, ZUBER J, VON SCHULTHESS GK, BOLLINGER A, FUCHS WA. Swollen lower extremity: role of MR imaging. *Radiology.* luglio 1992;184(1):227–31.
28. Hidding JT, Viehoff PB, Beurskens CHG, van Laarhoven HWM, Nijhuis-van der Sanden MWG, van der Wees PJ. Measurement Properties of Instruments for Measuring of Lymphedema: Systematic Review. *Phys Ther.* dicembre 2016;96(12):1965–81.
29. Rafn BS, McNeely ML, Camp PG, Midtgaard J, Campbell KL. Self-Measured Arm Circumference in Women With Breast Cancer Is Reliable and Valid. *Phys Ther.* 1 febbraio 2019;99(2):240–53.
30. Kissin MW, Querci della Rovere G, Easton D, Westbury G. Risk of lymphoedema following the treatment of breast cancer. *Br J Surg.* luglio 1986;73(7):580–4.
31. Beek MA, te Slaa A, van der Laan L, Mulder PGH, Rutten HJT, Voogd AC, et al. Reliability of the Inverse Water Volumetry Method to Measure the Volume of the Upper Limb. *Lymphat Res Biol.* giugno 2015;13(2):126–30.

32. De Vrieze T, Gebruers N, Tjalma WA, Nevelsteen I, Thomis S, De Groef A, et al. What is the best method to determine excessive arm volume in patients with breast cancer-related lymphoedema in clinical practice? Reliability, time efficiency and clinical feasibility of five different methods. *Clin Rehabil.* luglio 2019;33(7):1221–32.
33. Levenhagen K, Davies C, Perdomo M, Ryans K, Gilchrist L. Diagnosis of Upper Quadrant Lymphedema Secondary to Cancer: Clinical Practice Guideline From the Oncology Section of the American Physical Therapy Association. *Phys Ther.* 1 luglio 2017;97(7):729–45.
34. Dylke ES, Ward LC. Three Decades of Bioelectrical Impedance Spectroscopy in Lymphedema Assessment: An Historical Perspective. *Lymphat Res Biol.* giugno 2021;19(3):206–14.
35. Ridner SH, Dietrich MS, Boyages J, Koelmeyer L, Elder E, Hughes TM, et al. A Comparison of Bioimpedance Spectroscopy or Tape Measure Triggered Compression Intervention in Chronic Breast Cancer Lymphedema Prevention. *Lymphat Res Biol.* dicembre 2022;20(6):618–28.
36. Ward LC, Koelmeyer LA, Moloney E. Staging Breast Cancer-Related Lymphedema with Bioimpedance Spectroscopy. *Lymphat Res Biol.* agosto 2022;20(4):398–408.
37. Mayrovitz HN. Assessing lymphedema by tissue indentation force and local tissue water. *Lymphology.* giugno 2009;42(2):88–98.
38. Mazor M, Smoot BJ, Mastick J, Mausisa G, Paul SM, Kober KM, et al. Assessment of local tissue water in the arms and trunk of breast cancer survivors with and without upper extremity lymphoedema. *Clin Physiol Funct Imaging.* gennaio 2019;39(1):57–64.
39. Mayrovitz HN. Assessing Upper and Lower Extremities Via Tissue Dielectric Constant: Suitability of Single Versus Multiple Measurements Averaged. *Lymphat Res Biol.* giugno 2019;17(3):316–21.
40. Rincon K, Shah P, Ramella-Roman J, Bhansali S. A Review of Engineering Approaches for Lymphedema Detection. *IEEE Rev Biomed Eng.* 2016;9:79–90.
41. Deltombe T, Jamart J, Recloux S, Legrand C, Vandebroek N, Theys S, et al. Reliability and limits of agreement of circumferential, water displacement, and optoelectronic volumetry in the measurement of upper limb lymphedema. *Lymphology.* marzo 2007;40(1):26–34.
42. Mohsin F, McGarry A, Bowers RJ. Factors Influencing the Reliability of the Universal Goniometer in Measurement of Lower-Limb Range of Motion: A Literature Review. *JPO J Prosthet Orthot.* ottobre 2015;27(4):140.
43. Poulsen E, Christensen HW, Penny JØ, Overgaard S, Vach W, Hartvigsen J. Reproducibility of range of motion and muscle strength measurements in patients with hip osteoarthritis - an inter-rater study. *BMC Musculoskelet Disord.* 6 dicembre 2012;13:242.
44. Netter F. *Atlante di Anatomia Umana.* Masson, Milano; 2003, - Bergamini L. Bergamasco B.
45. INPS. (2018). *Rapporto annuale 2018.* Recuperato da: 1458KEY-il_linfedema.pdf