



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI “G. D’ANNUNZIO”

CHIETI

FACOLTÀ DI MEDICINA E CHIRURGIA

CATTEDRA DI NEUROLOGIA

Prof. Marco Onofri

TESI DI SPECIALIZZAZIONE (*sperimentale*)

**PARALISI CEREBRALI INFANTILI
NUOVO APPROCCIO TERAPEUTICO RIABILITATIVO
CON TOSSINA BOTULINICA
ED INDUMENTO ORTESICO A FASCE E STRAPPO**

Specializzanda:

Anna DeAntoni

Relatore:

Chiar.mo Prof. M. Onofri

Controrelatore:

Chiar.mo Prof. Gambi

ANNO ACCADEMICO 2008/2009

INDICE

Cap.1 La paralisi cerebrale infantile(PCI)

1.1 Definizione	pag. 5
1.2 Epidemiologia	“ 5
1.3 Eziopatogenesi	“ 6
1.4 Classificazione	“ 6
1.5 Anatomia patologica	“ 7
1.6 Quadri clinici:	
- forme emiplegiche	“ 8
- forme diplegiche	“ 9
- forme tetraplegica	“ 10
- forme discinetiche	“ 11
- forma atassica	“ 11
1.7 Disturbi associati alla PCI	“ 12
1.8 Diagnosi:	
- esame obiettivo neurologico	“ 14
- esame obiettivo fisiatrico	“ 16

Cap.2 Lo sviluppo motorio

2.1 L’evoluzione della postura	pag. 25
2.2 Teoria di sviluppo maturazionistica di Gesel	“ 26
2.3 I riflessi posturali	“ 26
2.4 Teoria dinamica del controllo motorio	“ 26
2.5 L’evoluzione del cammino	“ 27

Cap.3 Terapia. Tecniche riabilitative

3.1 Bobath	pag. 30
3.2 Doman	“ 31

3.3 Vojta	“ 31
3.4 Perfetti	“ 32
3.5 Psicomotricità	“ 33
3.6 Terapia chirurgica	“ 34
3.7 Ausili e Ortesi	“ 34

Cap.4 Ortesi a fasce e strappo Theratogs

4.1 Premessa	pag 35
4.2 Bendaggio funzionale	“ 35
4.3 Theratogs	“ 36

Cap.5 Terapia farmacologica con Tossina Botulinica

5.1 Definizione	pag. 39
5.2 Dosaggio	“ 44

Cap.6 Viss

6.1 Definizione	pag. 46
-----------------	---------

Cap.7 SPAD sistema posturale antigravitario

7.1 Definizione	pag. 48
-----------------	---------

Cap.8 L'idrokinesiterapia

8.1 Leggi fisiche del movimento in acqua	pag. 50
8.2 Leggi fisiche del movimento sulla terra	“ 51
8.3 Fisiologia del movimento in acqua	“ 52
- la spinta idrostatica	“ 52
- la resistenza idrodinamica	“ 54
- il galleggiamento	“ 54
- la forza ascensionale	“ 55
- la temperatura dell'acqua	“ 55
8.7 Indicazioni all'idrokinesiterapia	“ 56
8.8 controindicazioni all'idrokinesiterapia	“ 57

Cap.9 Registrazione miometrica con Myoton

9.1 Definizione	pag. 59
------------------------	----------------

Cap. 10 Parte Sperimentale

10.1 Premessa	pag. 62
10.2 Il trattamento della spasticità prevede tre fasi	“ 63
- 1°: identificazione del problema	“ 63
- 2°: scelta di strumenti clinici	“ 64
- 3°: scelta dell'approccio terapeutico	“ 66
10.3 Utilizzo della tossina botulinica nella pratica clinica	“ 66
10.4 Materiali e Metodi	“ 67
Campionamento	“ 68
- Moduli Consenso Informato	“ 69
- Scala Ashworth modificata	“ 74
- Registrazione mediante Myoton	“ 75
- Valutazione del ROM	“ 77
- Frequenza e dosaggio della tossina botulinica	“ 79
- Tabelle dei risultati	“ 80
- Grafici	“ 90
- Valutazione statistica	“ 91
- Theratogs	“ 92
- VISS	“ 99
- SPAD	“ 100
- Riabilitazione in acqua	“ 101
10.5 Risultati	“ 103
10.6 Discussione	“ 105
 Bibliografia	 pag. 111

CAPITOLO 1

LA PARALISI CEREBRALE INFANTILE

1.1) Definizione

La paralisi cerebrale infantile (PCI) è una turba persistente ma non immutabile della postura e/o del movimento, dovuta ad una alterazione organica e non progressiva della funzione cerebrale, per cause pre-peri-post natali, prima che se ne completi la crescita e lo sviluppo. ⁽¹⁾

1.2) Epidemiologia

Tutte le analisi epidemiologiche sono concordi nel ritenere che quanto più bassi sono l'età gestazionale e il peso alla nascita tanto più aumenta il rischio di PCI: l'incidenza sale dal 2-3 per mille nati vivi con peso appropriato al 20-90 per mille nei bambini con peso inferiore ai 1500 grammi. ^{(2) (3)}

Tabella N°1.1

PESO ALLA NASCITA ED ETA' GESTAZIONALE	INCIDENZA DELLE PCI A 7 ANNI
> 2500 G	3.3/1000
1500-2500 G AGA*	6.7/1000
1500-2500 G SGA**	22.9/1000

< 1500 G	90.4/1000
----------	-----------

*Adeguate per l'età gestazionale

**Piccolo per l'età gestazionale

1.3) Eziopatogenesi^{(3) (4)}

FATTORI PRENATALI: Alterazioni materne: cardiopatie, nefropatie, epatopatie, diabete, ipertensione, gestosi; alterazioni placentari; alterazioni cromosomiche; malformazioni congenite; infezioni (TORCH); esposizione a sostanze tossiche.

FATTORI PERINATALI: Distress fetale acuto con sindrome anossico-ischemica; parto distocico; meningite neonatale.

FATTORI POST NATALI: Infezioni batteriche e virali; alterazioni metaboliche (ipocalcemia, ipo- e ipernatremia, iperbilirubinemia, ipoglicemia); trauma cranico; idrocefalo.

1.4) Classificazione

La prima classificazione fu quella proposta da Freud nel 1897, ma attualmente la classificazione di Hagberg è la più utilizzata. Essa si basa sull'identificazione di sottogruppi in base al riconoscimento di segni clinici raggruppati in sindromi:

- **FORMA SPASTICA:** è determinata da un interessamento delle vie piramidali, deputate alla motricità volontaria. La forma spastica si caratterizza per un aumento del tono muscolare, con pattern flessorio agli arti superiori e pattern estensorio agli arti inferiori, ed interessamento prossimo-distale.

La forma spastica si manifesta con un quadro di:

- *Emiplegia*

- *Diplegia*
- *Tetraplegia*
- *Doppia emiplegia*

Nell' *emiplegia* il danno motorio interessa un solo emisoma. Nella *diplegia* gli arti inferiori sono più interessati rispetto ai superiori. Nella *tetraplegia* il danno motorio è a carico di tutti e quattro gli arti. Nella *doppia emiplegia* c'è una maggiore compromissione degli arti superiori, quest'ultima è spesso asimmetrica.

- **FORMA DISCINETICA:** il danno anatomico è localizzato soprattutto a livello extrapiramidale. Distinguiamo in quest'ambito una sindrome:

- *Coreoatetosica*
- *Distonica*

- **FORMA ATASSICA :** il danno anatomico è localizzato soprattutto al livello cerebellare. Distinguiamo in questo ambito:

- *Diplegia atassica caratterizzata dalla associazione di spasticità e atassia*
- *Atassia congenita nella quale la componente spastica non è presente*

- **FORMA MISTA:** costituita dalla combinazione delle forme precedenti che determinano quadri clinici poliedrici che possono essere classificate in base al sintomo prevalente.

1.5) Anatomia patologica

La sofferenza anossica-ischemica cerebrale rappresenta nella maggior parte dei casi l'eziopatogenesi delle PCI.

Le principali varietà neuropatologiche:

A) nel neonato a termine:

- *necrosi neuronale selettiva della corteccia cerebrale;*
- *status marmoratus*, dei gangli della base (soprattutto putamen e caudato) e del talamo;
- *lesioni cerebrali parasaggittali*, con lesioni necrotiche bilaterali della corteccia e della sostanza bianca;
- *lesioni ischemiche cerebrali focali e multifocali*, che possono tramutarsi in cavità con un quadro di poroencefalia, idranencefalia o encefalopatia multicistica.

B) nel neonato pretermine:

- *Leucomalacia periventricolare* con lesioni ischemiche nella sostanza bianca sottocorticale.

1.6) Quadri clinici

Quadro clinico dell'emiplegia ^(5, 6, 7,8)

Il soggetto emiplegico presenta:

alla nascita:

- *Asimmetria del tono muscolare, postura, riflessi osteo-tendinei (ROT) e motilità.* Peculiare è inoltre la presenza della mano chiusa a pugno con il pollice flesso e addotto all'interno del pugno.

nei mesi successivi:

- *riduzione della motilità spontanea nell'emisoma leso*
- *anomalie del tono muscolare:* l'emiplegia può manifestarsi inizialmente con un quadro di ipotonia dell'emisoma leso, che dal secondo anno di vita

evolve in ipertono e spasticità. La spasticità evolve in contratture e deformità

- *aumento dei ROT*
- *anomalie della postura*: il bambino emiplegico presenta abitualmente l'arto superiore addotto e intraruotato, flesso al gomito, con l'avambraccio semipronato, dita flesse e pollice addotto; l'arto inferiore risulta semiflesso a livello dell'anca e del ginocchio, con appoggio al suolo sull'avampiede e sul mediopiede.
- *modificazioni biomeccaniche del muscolo*, dovute alla spasticità che impedisce il normale gioco di allungamento e accorciamento muscolare; in tal modo il muscolo va incontro ad alterazioni delle proprietà elastiche, con riduzione dell'estensibilità e aumento della resistenza al movimento;
- *movimenti speculari*: la presenza di movimenti speculari sia nella mano paretica durante l'attività della mano sana, sia di movimenti della mano sana durante i tentativi di utilizzo della mano paretica è stato rilevato in un notevole numero di casi e può interferire con il funzionamento delle attività bimanuali fini;
- *ritardo di acquisizione della posizione eretta*, della deambulazione autonoma;
- *ritardo dello sviluppo del linguaggio*, se all'emisoma interessato corrisponde l'emisfero dominante;
- *clono del piede e riflesso di Babinski* dal lato interessato;
- *alterazioni del rachide*;
- *epilessia*: solitamente sottoforma di crisi parziali.

Quadro clinico della diplegia ^(10,11)

Il soggetto diplegico presenta:

- **alla nascita e nelle prime settimane di vita:**
- *riduzione della forza e della motilità a carico degli arti inferiori;*

- *alterazioni del tono muscolare* rappresentate principalmente dalla spasticità agli arti inferiori e in misura minore al tronco e agli arti superiori;
- **dal 6°-8° mese:**
 - *spasticità agli arti inferiori*, con posizione “a forbice” degli stessi, che appaiono addotti e incrociati. Le ginocchia sono addotte e semiflesse; la fase d'appoggio, nel cammino, è a carico dell'avampiede;
 - *alterazione biomeccaniche dei muscoli* dovute alla perdita della normale elasticità ed estensibilità che porta gradualmente all'instaurarsi di retrazioni muscolari e successive deformazioni articolari e scheletriche. La non ottimale funzionalità muscolare si ripercuote sul normale sviluppo anatomico e funzionale dell'anca. Dai difetti di atteggiamento, quali quadri di adduzione, flessione, intra o extra-rotazione, si passa, nel corso del tempo, a veri e propri difetti anatomici con quadri di valgismo, antiversione del collo del femore, acetabolo ovalare e tetto sfuggente, con il manifestarsi della displasia dell'anca;
 - *ritardo d'acquisizione* della stazione eretta e della deambulazione
 - *alterazioni del rachide*.

Quadro clinico della tetraplegia spastica⁽¹²⁾

Il soggetto tetraplegico presenta:

- *anomalie del tono muscolare*, che si manifestano con un quadro di ipertono spastico diffuso ai quattro arti, con prevalenza del tono flessorio agli arti superiori ed estensorio agli arti inferiori;
- *anomalie della motilità spontanea* tetrartuale
- *ritardata acquisizione del controllo del capo e della posizione seduta*
- *segni piramidali*: ROT aumentati, Babinski positivo
- *alterazioni biomeccaniche* muscolari.

Agli arti inferiori è presente un'ipertono spastico di A) adduttori e Hamstring con adduzione e flessione delle ginocchia

B) gastrocnemi, con piede equino-varo

C) tibiale anteriore con supinazione dell'avampiede

Agli arti superiori è presente un'ipertono spastico dei seguenti muscoli:

A) bicipite brachiale con flessione del gomito

B) muscoli flessori, pronatori del polso e dei muscoli della mano con flessione pronazione del polso e chiusura a pugno della mano.

- *alterazioni del rachide.*
- *epilessia* farmaco resistente.

Quadro clinico delle forme discinetiche ⁽¹³⁾

Il soggetto con discinesia, coreo-atetosi e distonia presenta:

- *posture e movimenti abnormi*
 - *fluttuazioni del tono muscolare e persistenza di reazioni motorie primitive*
- determinanti incapacità ad organizzare ed eseguire movimenti volontari e a mantenere la postura
- *disturbi neurovegetativi*, con frequenti passaggi dal sopore all'irritabilità
 - *alterazioni del ritmo sonno-veglia*
 - *crisi epilettiche*
 - *turbe dispeptiche* che s'innestano sui disordini della deglutizione e che possono causare l'insorgenza di esofagiti, ernia jatale.

Nell'ambito delle forme discinetiche si distingue:

A) *forma ipercinetica*, caratterizzata da patterns motori involontari e apparentemente afinalistici, caratterizzati da movimenti lenti torsionali ed estensori distali degli arti (movimenti atetosici); movimenti rapidi e bruschi prossimali (movimenti coreici), a volte associati a tremore e mioclonie. Questi movimenti abnormi sono evocati nel tentativo di mantenere la postura o eseguire un movimento volontario. La postura seduta è acquisita entro i 2-3 anni e spesso il cammino carponi perdura a lungo perché garantisce un miglior controllo delle ipercinesie e maggior stabilità rispetto al cammino verticale. Il linguaggio è disartrico, con variazioni della fluenza, del tono e della sequenza dei suoni.

B) *forma distonica* caratterizzata nel pattern di movimento da contrazioni, spesso dolorose, dei muscoli agonisti ed antagonisti, determinanti la comparsa di movimenti e posture anomale. Sono interessati bocca, faringe e laringe con difficoltà alla suzione, deglutizione e fonazione, ed in misura meno marcata il tronco e gli arti.

Quadro clinico delle forme atassiche⁽¹⁴⁾

Il soggetto atassico presenta:

- *ipotonìa*
- *ROT ipoevocabili*
- *bocca beante, scialorrea, deficit della suzione*
- *atassia*
- *disturbi dell'equilibrio*
- *ipermetria o dismetria*

Il quadro clinico delle forme atassiche non è solitamente evidenziabile nella prima infanzia; ciò è dovuto al fatto che il sistema cerebellare è incompleto alla nascita. Con l'inizio della stazione eretta il quadro atassico diviene facilmente diagnosticabile: deambulazione a base allargata, arti inferiori extraruotati, ampie oscillazioni del tronco, retro e lateropulsione.

1.7) Disturbi associati alla PCI

- *Epilessia*
- *Ritardo mentale*
- *Disturbi cognitivi-comportamentali;*
- *Disturbi del linguaggio:* disartria, dislalia, disfonia
- *Disturbi visivi:* strabismo, nistagmo, ambliopia, vizi di rifrazione
- *Disturbi uditivi:* ipoacusia, sordità
- *Disturbi della deglutizione e della masticazione* con disfagia e scialorrea apparente

- *Disturbi respiratori*: ventilazione insufficiente e infezioni frequenti
- *Disturbi osteoarticolari*: scoliosi, cifoscoliosi, osteoporosi da mancato carico e deformità articolari.

1.8) Diagnosi

ESAME OBIETTIVO NEUROLOGICO

L'esame obiettivo neurologico è specifico a seconda della fascia d'età presa in esame:

❖ Nei primi dodici mesi di vita: valutazione di:

- Persistenza dei riflessi arcaici e dei riflessi di equilibrio oltre la loro epoca di scomparsa
- Funzione visiva, uditiva e dello sviluppo del linguaggio
- Tono muscolare attivo: postura, locomozione e movimento
- Tono muscolare passivo, saggiando l'estensibilità dei vari gruppi muscolari
- ROT: si valuta sia la soglia sia il tipo di risposta evocata. Il riflesso di Babinsky è considerato positivo solo se di facile provocazione o spontaneo.

❖ Dal secondo anno al sesto anno di vita: valutazione di:

- Prova di Romberg
- Deambulazione:
 - Andatura spastica: AASS flessi e AAIL estesi, addotti, intraruotati
 - Andatura cerebellare: atassia con allargamento della base d'appoggio
 - Andatura festinante: a piccoli passi
 - Andatura steppante: con esagerata flessione di anca e ginocchio, nella fase di lancio, al fine di contrastare la caduta dell'avampiede.
- Forza, Tono-trofismo muscolare e ROM degli arti:

Forza muscolare: si testa manualmente con punteggio F= 0-5 in base alla scala MCR

Tono muscolare: a riposo e nel ROM passivo: con la palpazione della consistenza muscolare e con l'estensibilità lenta nel ROM. Si può

apprezzare: *ipotonia, ipertonia spastica*, di tipo piramidale, *ipertonia plastica, di tipo* extrapiramidale.

- Esame dei ROT
Coordinazione motoria.
- Sensibilità: superficiale, profonda e discriminatoria.

ESAME OBIETTIVO FISIATRICO

- ***Esame della postura in statica e dinamica;***
- ***Valutazione del tono-trofismo muscolare*** con la scala MCR, attribuendo un valore da 0 a 5, in base al seguente schema:

MCR= 0 Non si percepisce alcuna contrazione muscolare

MCR= 1 Si percepisce la contrazione muscolare, ma senza movimento

MCR= 2 Movimento a favore della gravità possibile

MCR= 3 Movimento contro gravità e con sviluppo di una minima resistenza

MCR= 4 Lieve deficit

MCR= 5 Contrazione muscolare normale per età e sesso

- ***Valutazione del ROM*** mediante l'utilizzo del goniometro muscolare. A questo scopo viene utilizzato il "neutral-null method": il ROM viene misurato con un movimento articolare lento in modo da evitare un incremento del tono muscolare velocità-dipendente. Utilizzando il Tardieu test è possibile effettuare la misurazione del ROM durante i movimenti passivi rapidi dell'articolazione interessata. Al contrario del "neutral-null method", nell'esecuzione del Tardieu test, il muscolo deve essere stirato velocemente in modo da provocare l'incremento del tono muscolare velocità-dipendente, caratteristico di iperattività spastica. Durante la fase iniziale dei movimenti passivi rapidi, il muscolo non dovrebbe mostrare alcun incremento del tono muscolare; la fase successiva è caratterizzata da un improvviso blocco, un'improvvisa resistenza agli stiramenti passivi rapidi, tipico dell'iperattività del muscolo spastico. Più precocemente si

verifica il blocco, maggiore è l'iperattività muscolare. Dal raffronto tra i due precedenti Tests ne consegue che il ROM va analizzato mediante la valutazione del movimento passivo lento e rapido in modo da poter eseguire una corretta diagnosi differenziale tra contrattura e spasticità muscolare.



- **Valutazione dell'assetto scheletrico:**

Valutazione dell'assetto rachideo:

Test di Adams o Bending Test: flessione anteriormente il tronco in posizione eretta, per diagnosi di gibbo costale.

Valutazione dei triangoli della taglia, spazi delimitati dal profilo mediale dell'arto superiore e dal profilo laterale del torace e del fianco per diagnosi di asimmetria



Segno dello strapiombo. Tendendo il filo a piombo dal rilievo cutaneo della prima vertebra cervicale, in condizioni naturali questo deve passare nel solco intergluteo;

Valutazione delle linee basi-omerali e basi-iliache





Valutazione dell'antiversione del collo femorale: misurazione dell'angolo che l'asse del collo del femore forma con un piano passante per i due condili femorali (in condizioni normali nel bambino è di circa 35°, mentre nell'adulto è di 15°-20°).



Valutazione del centraggio della testa femorale:

Esecuzione del test di Ortolani: si esegue con il paziente in decubito supino, con ginocchia flesse e anche flesse e abdotte, esercitando prima

una pressione con il pollice sulla faccia mediale della coscia e poi con le altre dita sulla faccia esterna; nel momento in cui la testa femorale supera il “neo-limbus”, una salienza semicircolare situata sulla porzione postero-superiore del bordo dell’acetabolo, si avverte la sensazione palpatoria dello “scatto”;

Atteggiamento in lieve rotazione esterna dell’arto e accorciamento dello stesso;

Limitazione dell’abduzione ad anche flesse;

Palpazione della testa femorale in sede anomala.

Valutazione dell’assetto dell’articolazione sotto-astraglica, con verifica dei movimenti di flessione-estensione attorno all’asse sagittale, adduzione e abduzione lungo l’asse orizzontale, e pronazione e supinazione lungo l’asse trasversale





- **Valutazione della spasticità: Scala di Ashworth, modificata da Bohannon** nel 1987, che prende in considerazione le variazioni del tono muscolare, attribuendogli un valore:

Ashworth = 0 spasticità assente

Ashworth = 1 lieve spasticità, solo alla fine del movimento

Ashworth = 1+ lieve spasticità continua, dura meno metà del movimento

Ashworth = 2 Moderata spasticità durante l'intero movimento

Ashworth = 3 Grave spasticità che limita il movimento

Ashworth = 4 Spasticità non riducibile

[Bohannon, Smith: Interrate reliability of a modified Ashworth Scale of muscle spasticity]

Valutazione della spasticità dei muscoli adduttori:

- **Knee-distance test:** consiste nel misurare la distanza tra i condili femorali mediali durante l'atteggiamento di massima abduzione delle gambe. Il test dovrebbe essere eseguito compiendo movimenti passivi lenti e rapidi a carico degli arti inferiori. Se è presente spasticità muscolare, ci sarà una grande differenza del ROM durante l'esecuzione di movimenti lenti e rapidi: la distanza tra le ginocchia risulterà minore

durante l'esecuzione dei movimenti rapidi di abduzione, sottolineando l'incremento spastico del tono muscolare;



- **Gracilis test:** permette di evidenziare l'accorciamento o l'incremento del tono muscolare dei muscoli adduttori. Il paziente viene esaminato in decubito supino con le gambe posizionate fuori dal lettino esaminatore. Il test va eseguito sia a ginocchia flesse, sia estese. Nel primo caso si procede all'abduzione della gamba sino a quando il tendine del muscolo lungo adduttore non diviene palpabile, quindi si ritorna nella posizione di partenza. Nel secondo caso, esteso il ginocchio e abdotta la gamba, si può apprezzare alla palpazione il tendine del muscolo gracile, sito in posizione dorso-mediale rispetto al tendine del muscolo lungo adduttore. Se è presente contrattura o spasticità a carico del muscolo gracile l'abduzione della gamba estesa risulterà minore rispetto all'abduzione della gamba a ginocchio flesso;

Valutazione dell'angolo popliteo. Si attua attraverso il **Tardieu Test**. Tale test permette di saggiare la possibile retazione degli Hamstring. Il test viene effettuato ponendo il paziente in posizione supina. L'arto in esame deve essere flesso a 90° , il controlaterale esteso. Si estende il ginocchio sino a quando il range articolare lo permette e si

procede quindi alla misurazione dall'angolo popliteo. Per differenziare tra contrattura e spasticità muscolare è opportuno eseguire l'estensione del ginocchio con movimenti sia lenti, sia rapidi. Compiendo movimenti veloci il valore dell'angolo popliteo risulterà minore per l'insorgenza improvvisa del blocco degli Hamstring, dovuto all'incremento del tono muscolare velocità-dipendente, caratteristico dell'iperattività spastica.



Valutazione funzionale dell'equinismo. Si attua attraverso:

- **Silfverskiold test;** tale test permette di differenziare se l'equinismo è dovuto ad alterazioni a carico del muscolo soleo o del muscolo gastrocnemio. Viene eseguito con il paziente in posizione supina, a ginocchio flesso a 90° e successivamente a ginocchio esteso; la gamba controlaterale sarà distesa. Si procede quindi alla dorsiflessione del piede e si misura la differenza del ROM nelle due posizioni. Una notevole differenza dovrebbe suggerire che è il muscolo gastrocnemio a contribuire all'equinismo. Una differenza minima o del tutto assente sta

ad indicare che il principale responsabile dell'equinismo è il muscolo soleo (evidenza, peraltro comune nei pazienti emiplegici).

- **Pendulum test:** permette di valutare il tono muscolare delle gambe, mentre il bambino è sollevato dal piano d'appoggio. Il riscontro patologico consiste nell'evidenziare l'incrociarsi delle gambe, condizione legata alla spasticità dei muscoli adduttori.



CAPITOLO 2

LO SVILUPPO MOTORIO

2.1) L'evoluzione della postura

Alla nascita la postura è condizionata dalla forza di gravità. Pertanto si passerà dalla postura orizzontale, supina e posizione prona, con base d'appoggio estesa a tutto il tronco, alla successiva fase di raddrizzamento antigravitario.

2.2) Teoria di sviluppo maturazionista di Gesell

Lo sviluppo della postura e della stabilità posturale sono riconducibile ad una progressiva maturazione delle strutture corticali, deputate al controllo e alla integrazione dei riflessi posturali e delle reazioni di raddrizzamento spinali o sottocorticali.

2.3) I riflessi posturali

Riflessi tonici del collo: modificano la postura del corpo in relazione alla posizione assunta dal capo, sono rappresentati dal:

- *riflesso tonico simmetrico del collo (RTSC)*
- *riflesso tonico asimmetrico del collo (RTAC)*
- *riflesso tonico labirintico (RTL)*

Riflessi di raddrizzamento del capo e del corpo in relazione alla posizione del capo, sono rappresentati dalla reazione di Landau, cos' suddivisa:

- *reazione di raddrizzamento ottico del capo* (utilizzo dell'imput visivo)
- *reazione di raddrizzamento labirintica* (utilizzo dell'imput vestibolare)
- *reazione di raddrizzamento del capo sul tronco* che utilizza le informazioni tattili e propriocettive

Reazioni di equilibrio, di difesa, di paracadute: sono costituite dalle *reazioni alle perturbazioni* laterali sia da spostamenti della superficie di appoggio sia da spinte esterne

RIFLESSI	EPOCA di INSORGENZA	EPOCA di SCOMPARSA
RTAC	0 mesi	2 mesi
RTSC	5 mesi	9 mesi
RTL	0 mesi	6 mesi
Reazione di Landau	6 mesi	12 mesi
Reaz. di raddrizzamento del collo sul corpo	6 mesi	
Reaz. di raddrizzamento del corpo sul corpo	6 mesi	
Reazioni paracadute	6-9 mesi	

2.4) Teoria dinamica del controllo motorio

A differenza della precedente teoria, l'evoluzione dei riflessi e le reazioni posturali costituirebbero solo una delle componenti che influenzano il progressivo controllo della postura nei primi mesi e anni di vita. Secondo questa teoria l'acquisizione del *controllo posturale* deriva dallo sviluppo e dalla interazione di:

- *schema corporeo*
- *sistema muscolo-scheletrico*
- *sistema sensoriale, sensitivo, somatosensoriale e vestibolare*
- *meccanismi di adattamento e di anticipazione*

- *controllo posturale*. [Thelen, Kelso, Fogel (1987) Self-organizing systems and infant motor development]

Di seguito sono riportate le diverse epoche di acquisizione del controllo posturale nel bambino normale:

- controllo del capo: 3° mese
- controllo della postura seduta: 8°-13° mese
- acquisizione posizione quadrupedica: 10° mese
- controllo postura eretta autonoma: 12°-18° mese

2.5) L'evoluzione del cammino

Lo sviluppo del cammino autonomo avviene attraverso il coordinamento di diversi sistemi.

Requisiti fondamentali:

- *forza muscolare*
- *equilibrio e coordinazione motoria*
- *adattamento ambientale*

Fasi di sviluppo del cammino:

- 1° Fase *cammino digitigrado*: deambulazione a base allargata, assenza del movimento oscillatorio degli AASS, appoggio totale del piede al suolo. Da un punto di vista neurofisiologico si ha co-attivazione dei muscoli flessori ed estensori degli AAI, ciò comporta movimenti sincroni di flesso-estensione. Questa fase inizia al termine del primo anno, termina alla fine del secondo anno di vita.
- 2° Fase *cammino plantigrado*: riduzione della base d'appoggio, riduzione della abduzione e rotazione dell'anca, comparsa dei movimenti pendolari degli AASS, comparsa della flessione dorsale del piede al contatto con il suolo. Questa fase inizia al termine del secondo anno di vita, termina all'età di sei- sette anni.

Il lungo percorso evolutivo del cammino dalla fase di stepping fetale sino al cammino maturo plantigrado suggerisce che il suo sviluppo sia il risultato della graduale interazione tra processi diversi, che coinvolgono i sistemi sensoriali, motori, percettivi, osteomuscolari e di integrazione. E' importante sottolineare come il cammino plantigrado si palesa parallelamente alla maturazione dei sistemi cerebellari e vestibolari, che regolano l'evoluzione del controllo posturale indispensabile per garantire la stabilità durante le fasi della sequenza del passo. [Cioni, Ferrari, Prechtl (1989) Posture and spontaneous motilità in fullterm infants]

Sequenza del cammino plantigrado

Nel cammino plantigrado è possibile differenziare due fasi susseguenti: la fase di appoggio e la fase di sospensione.

Nella fase di appoggio:

- a livello del piede, si osserva una fase di transizione che va dal contatto iniziale del tallone al suolo, ad una fase di flessione del piede, dapprima dorsale, quindi plantare durante la fase di appoggio pieno .
- a livello del ginocchio, si osserva una fase di estensione nel contatto iniziale del piede al suolo, quindi un atteggiamento di lieve flessione e di successiva estensione nella fase di appoggio pieno.
- a livello dell'anca, si osserva un atteggiamento di lieve flessione al momento del contatto iniziale, e una successiva graduale estensione nella fase di appoggio intermedia e terminale.
- il bacino subirà una rotazione anteriore al momento del contatto e una lieve rotazione posteriore durante la fase di appoggio terminale.

Nella fase di sospensione:

- a livello del piede, si osserva il passaggio da una flessione plantare, al momento del distacco della punta dal suolo, ad una flessione dorsale, che viene mantenuta fino alla fase finale di contatto.
- a livello del ginocchio, si osserva il passaggio da uno stato di graduale flessione nell'avanzamento dell'arto, ad uno stato di estensione nella fase finale precedente il contatto del piede col suolo.
- a livello dell'anca, si osserva il passaggio da una fase di estensione, al momento del distacco della punta dal suolo, ad una fase di flessione al termine dell'avanzamento dell'arto, prima del contatto.
- il bacino subirà una rotazione dal dietro all'avanti e tenderà ad abbassarsi lievemente sul piano frontale.

CAPITOLO 3

TERAPIA

Il trattamento delle PCI prevede un approccio multidisciplinare, con la stretta collaborazione di più specialisti. Nello specifico sarà necessario ricorrere ad un trattamento farmacologico, chirurgico e ad un trattamento riabilitativo secondo le diverse scuole. E' importante, inoltre, ricordare l'utilità del ricorso all'utilizzo di ausili e ortesi.

TECNICHE RIABILITATIVE

Le teorie riabilitative più efficaci sono state proposte da: Bobath, a Doman, Vojta e Perfetti.

3.1) BOBATH

La metodica riabilitativa dei coniugi Bobath si basa sul presupposto che lo sviluppo del SNC si svolga nei primi cinque anni di vita, periodo nel quale si passa progressivamente da una motricità globale e grossolana ad una più evoluta, più ricca e meglio adattata ai rapporti con l'ambiente. Alla base di questa metodica c'è il concetto secondo cui il movimento volontario si inserisce in un sottofondo posturale che è dato dalla combinazione di riflessi sia eccitatori sia inibitori; quindi Bobath affronta il problema della postura ricorrendo a stimoli semplici in grado di provocare un'attività riflessa. Lo scopo del trattamento consiste nell'aiutare il bambino ad acquistare il controllo dello schema motorio, attraverso la stimolazione di schemi di movimento reteirati e

ripetuti nel tempo secondo il principio della metodica PNF (facilitazioni neuronali propriocettive) e attraverso l'adozione delle posture e dei patterns di movimento globali e segmentari in grado di inibire la spasticità. Tali movimenti devono servire al bambino per inibire e controllare le reazioni toniche responsabili degli schemi stereotipati del movimento e il fenomeno della spasticità, provocando un allungamento dei gruppi muscolari in cui domina la spasticità, e nello stesso tempo, facilitare alcuni movimenti attivi automatici e volontari, sia per la locomozione che per la motricità globale.

3.2) DOMAN

La Metodica riabilitativa proposta da Doman dà grande enfasi ai fattori ambientali (patrimonio genetico, fattori fisiologici e chimici della vita pre e post-natale, stimoli sensoriali dell'ambiente circostante, etc.). I fattori ambientali possono risultare favorevoli o sfavorevoli nell'influenzare la maturazione del SNC, mediatore fra l'organismo e l'ambiente. L'ambientale deve essere stimolante e adeguato al rallentamento maturativo cerebrale. Il bambino che non ha i mezzi per effettuare una sperimentazione spontanea dell'ambiente avrà bisogno di esercizi guidati, con un impegno globale e costante nel migliorare la comunicazione reciproca fra il bambino e l'ambiente. Fondamentale è la partecipazione attiva e continuativa dei familiari. Questo metodo che ha avuto un discreto successo in passato, oggi trova meno sostenitori, sia per l'eccessivo impegno qualitativo e quantitativo richiesto ai genitori, sia perchè non ha fornito i risultati sperati.

3.3) VOJTA

Il trattamento riabilitativo Vojta è indirizzato prevalentemente ai neonati. Esso si basa sull'utilizzo di schemi di coordinazione locomotoria.

La terapia prende in considerazione le seguenti aree:

Attivazione globale del Sistema Nervoso Centrale.

Sviluppo della coordinazione motoria.

Attivazione di schemi congeniti o innati.

Memorizzazione nel Sistema Nervoso Centrale degli schemi di movimento proposti.

Tutti gli schemi terapeutici rispetteranno le tappe motorie proprie di un bambino normale mediante stimoli adatti in posture adeguate.

3.4) PERFETTI

Tale metodica fa costantemente riferimento ai processi cognitivi del paziente, il quale deve affrontare, durante l'iter riabilitativo, una procedura di riapprendimento. Alla base di questo metodo di lavoro c'è "l'esercizio" che richiede anzitutto l'attivazione dei processi cognitivi e, attraverso questi, la regolazione dei parametri fisici del movimento (intensità, spazialità, temporalità). L'E.T.C. (esercizio terapeutico conoscitivo) in ambito riabilitativo intende la postura come organizzazione delle relazioni tra base d'appoggio e superficie esplorante, quindi variabile in rapporto sia alla posizione che assume il paziente, influenzata dai vari punti d'appoggio, (gomito, dorso, arti inferiori...), che al variare della superficie esplorante (mano, piede...). Il tronco viene visto dall'E.T.C. come elemento basilare partecipante al frazionamento del corpo, frammentabile esso stesso; il tronco si muove in rapporto alla percezione dei diversi segmenti corporei attraverso un'analisi polimodale; ad esempio, nel raggiungimento di un oggetto, il tronco utilizza delle strategie di movimento in rapporto a:

- raddrizzamento;
- inclinazione e flessione;
- rotazione.

Il primo obiettivo da raggiungere nel programma riabilitativo, per pazienti con problemi di "controllo" del tronco, è riacquisire la posizione seduta, cioè riuscire

a dare un significato alle informazioni somestesiche che arrivano dai vari distretti corporei, compreso il tronco. Il terapeuta deve cercare di ripristinare la capacità di mantenere dinamicamente la posizione seduta, tenendo conto della “simmetria del corpo”, il tipo, la qualità e la quantità degli appoggi e l’uso degli arti sani, che non possono essere utilizzati in maniera generica e come mezzi di compenso in sostituzione dell’arto lesa. Gli esercizi possono essere divisi in tre fasi caratterizzate da obiettivi e contenuti diversi e specifici per ogni fase:

- La prima fase è diretta all’acquisizione dei prerequisiti per il controllo del tronco e fa ricorso ad. esercizi a base d’appoggio ampia.
- La seconda fase ha come obiettivo l’apprendimento della capacità di variare la distribuzione del carico tra bacino e piedi; comprende esercizi che richiedono un’attivazione del tronco per mantenere la posizione e utilizzano sussidi specifici per la base d’appoggio.
- La terza fase è diretta all’acquisizione della capacità di utilizzare strategie di movimento complesse in funzione dell’ampliamento dello spazio dell’azione con la possibilità di variare dinamicamente la base d’appoggio, in cui sono impegnati sia l’arto superiore sia inferiore.

3.5) PSICOMOTRICITÀ

La psicomotricità si pone come obiettivo il recupero del significato funzionale dell’atto motorio sfruttando il significato psicologico ad esso connesso. Questo metodo ha lo scopo di sviluppare ed integrare quelle attitudini motorie, sensoriali, prassiche e percettive che, nonostante la lesione del SNC, risultano soltanto parzialmente compromesse.

Con questo approccio si cerca di attribuire al movimento una determinazione intenzionale e cosciente. L’intenzionalità non vuol dire volontà o volontarietà, ma definisce l’intenzione che noi gli assegniamo e che la persona, cui si indirizza il gesto, può intendere. Il gesto dunque si definisce in funzione del significato che ha, assumendo valore di *comunicazione*.

In questo grande scenario riabilitativo la psicomotricità si colloca con un significato ludico-ricreativo, non presente nelle altre metodiche.

Si ricerca il significato del gesto motorio attraverso il gioco, sia esso individuale che di gruppo. Il bambino viene stimolato a lavorare mediante il gioco, confrontandosi con il gruppo di lavoro, affidando all'esercizio stesso un significato affettivo ed emozionale che la mera riabilitazione non possiede. Il gesto motorio viene così inserito in un contesto spazio-temporale-affettivo.

3.6) TERAPIA CHIRURGIA

L'intervento chirurgico si ritiene fondamentale quando lo squilibrio tra muscoli agonisti ed antagonisti si traduce in alterazioni del tessuto muscolare, delle strutture capsulo-legamentose e delle articolazioni con l'insorgenza di retrazioni muscolo-tendinee e deformità scheletriche, da cui conseguono limitazioni funzionali e la comparsa di una sintomatologia dolorosa. Gli interventi maggiormente effettuati sono rappresentati dalla tenotomia dei tendini adduttori dell'anca, estensione del muscolo gastrocnemio e del tendine d'Achille in caso di piede equino secondario.

3.7) AUSILII E ORTESI

L'*ausilio* è un presidio esterno che aumenta o migliora una funzione alterata del soggetto.

L'*ortesi* è un presidio ortopedico che viene applicato direttamente al corpo del paziente in presenza dell'organo, dell'apparato, della struttura o del sistema deficitario, insufficiente o inadeguato che si intende assistere, vicariare o correggere. Le ortesi possono essere utilizzate con finalità di carattere correttivo o di mantenimento di una deformità oppure per facilitarne una funzione.

CAPITOLO 4

ORTESI A FASCE E STRAPPO THERATOGS

4)1 Premessa

Il significato riabilitativo del Theratogs si basa sul principio del bendaggio funzionale

4.2) BENDAGGI FUNZIONALI

Il bendaggio funzionale consiste nella realizzazione, a carico di una data articolazione, di un bendaggio composto da ancoraggi e tiranti di cerotto applicati sulla pelle, appositamente progettato con l'obiettivo di impedire o limitare un movimento che è necessario interdire, lasciando però liberi tutti gli altri movimenti di quella articolazione. La tecnica del Bendaggio Funzionale può essere utile in neonati, lattanti e bambini nei primi anni di vita che abbiano uno squilibrio muscolare, che comporti l'esecuzione di schemi di movimento scorretti, con il risultato di un riequilibrio funzionale muscolare nella riprogrammazione motoria, in modo da inibire o prevenire schemi patologici di movimento

4.3) THERATOGS

Il Theratogs (fig.) è un sistema di facilitazione posturale e del movimento rappresentato da un insieme di fasce con differenti gradi di elasticità che, attraversando uno o più segmenti corporei, ne condiziona la stabilità e ne favorisce la gestione delle traiettorie di movimento.

Gli indumenti e le fasce a strappo Theratogs rappresentano un kit ortesico che offre ai pazienti affetti da patologie motorie e sensoriali, di migliorare una

serie di condizioni funzionali o posturali: la percezione del proprio corpo, l'allineamento posturale, l'equilibrio, l'abilità e la precisione del movimento, la stabilità di una specifica articolazione.

Il kit Thetatogs, come evidenziato in Fig. 1 consiste in:

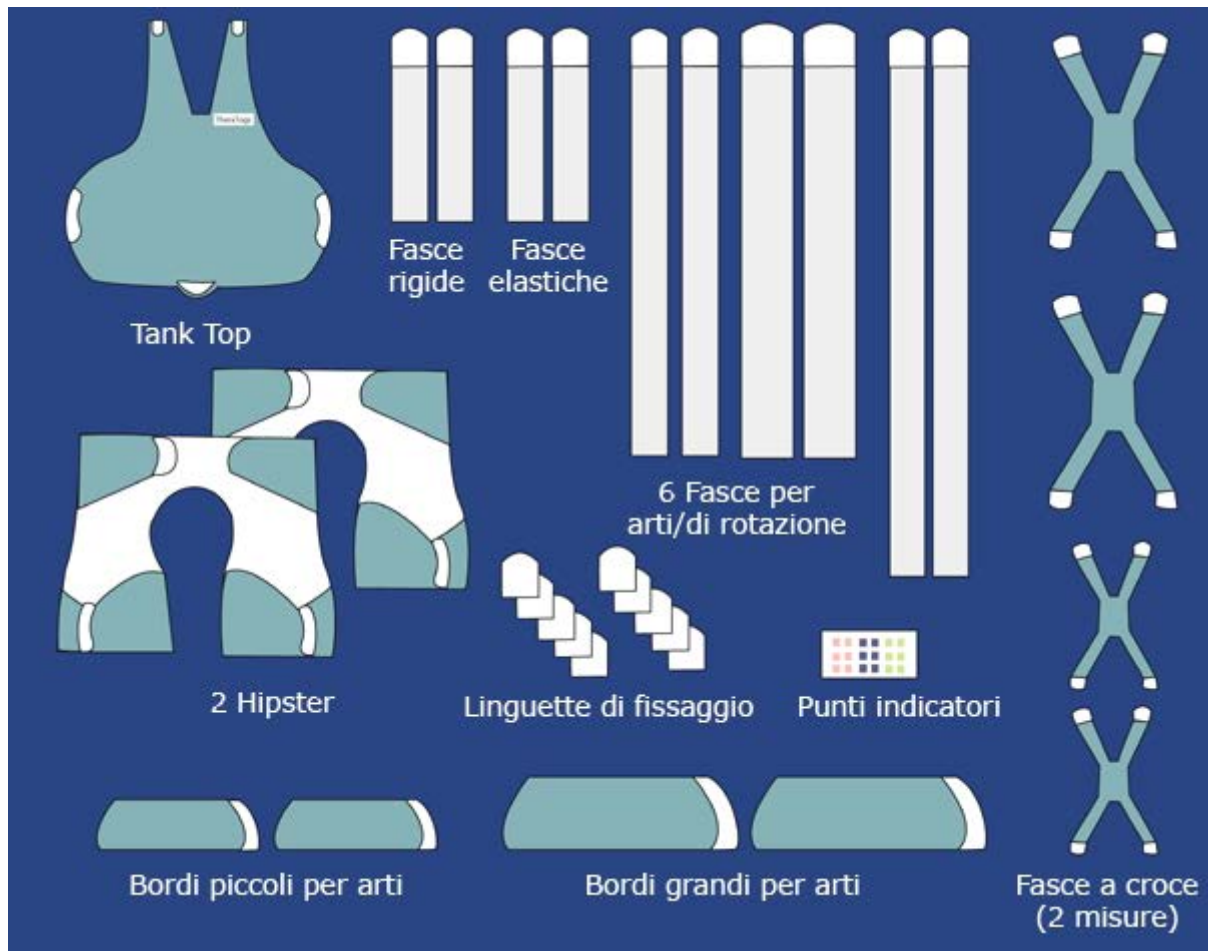


Fig. N°3.1 Manuale Theratogs

- Un Tank Top senza maniche e due Hipster dotati di linee tratteggiate per una perfetta vestibilità;
- Due set di bordi per arti, in due misure diverse
- Un assortimento di fasce elasticizzate di forme e rigidità diverse
- Un set di punti applicatori per garantire la corretta applicazione delle fasce e degli indumenti.

L'utilizzo del Theratogs consente di:

- Migliorare la postura, l'equilibrio, l'andatura e il movimento;
- Garantire stabilità articolare e una maggiore propriocezione;
- Ridurre il carico posturale derivante dall'applicazione di tutori gamba-piede;
- Aumentare la prestazione motoria durante le sedute terapeutiche;
- Supportare ed intensificare gli obiettivi del percorso terapeutico tra una seduta e l'altra;
- Favorire lo sviluppo osseo e articolare.

A seconda delle diverse modalità di applicazione, il Theratogs è in grado di fornire risultati specifici per ogni segmento corporeo e per le diverse alterazioni posturali.

Mediante l'utilizzo del Theratogs è possibile infatti:

- favorire l'estensione del tronco e dell'anca;
- favorire una maggiore lordosi lombare e flessione dell'anca;
- ridurre l'eccessiva antiversione pelvica anteriore;
- ridurre la rotazione del tronco superiore;
- favorire la flessione del tronco;
- applicare una compressione laterale nell'atassia;
- ridurre il cedimento laterale del tronco;
- ridurre la dominanza dell'adduttore dell'anca;
- favorire l'abduzione e la stabilità dell'anca;
- favorire l'estensione e la rotazione, mediale e laterale, dell'anca;
- ridurre l'iperestensione del ginocchio e favorirne la flessione;
- favorire l'estensione del ginocchio;
- ridurre l'iperestensione del ginocchio e favorirne la flessione;
- ridurre il valgismo e il varismo, legato a lassità legamentosa;
- ridurre l'eccessiva rotazione mediale e laterale della gamba;
- ridurre l'estensione o la flessione del gomito a riposo.

L'utilizzo del Theratogs dev'essere limitato in caso di deformità ossee, di rigidità e contratture delle parti molli periarticolari, di grave e generalizzata spasticità e di obesità. Inoltre la compressione degli indumenti e delle fasce a strappo Theratogs deve essere esercitata con cautela, prestando particolare attenzione a non creare costrizione a livello circolatorio o respiratorio.

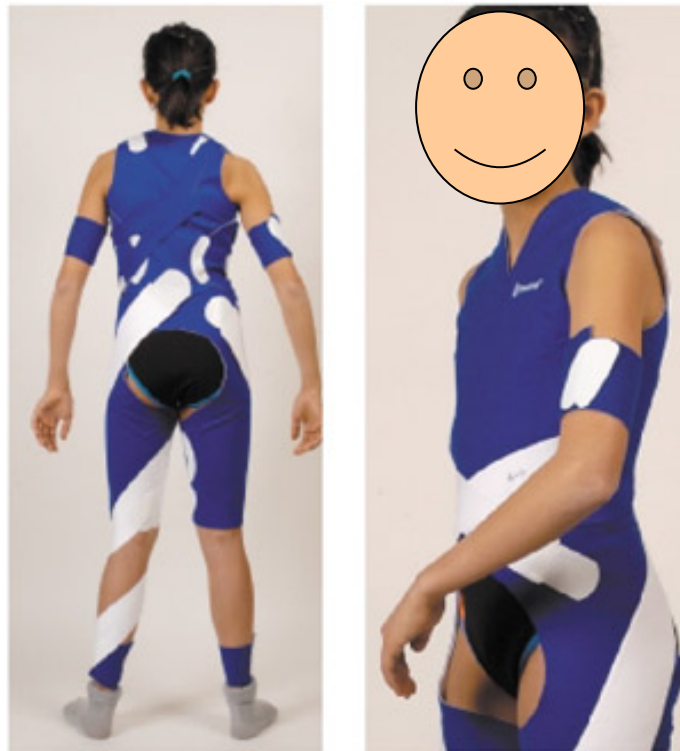


Fig. N°3.2 Manuale Theratogs

CAPITOLO 5

TERAPIA FARMACOLOGICA CON TOSSINA BOTULINICA

5)1 Biochimica e Farmacologia

Le neurotossine botuliniche (BoNT) sono gli agenti causali del botulismo: una patologia

neuromuscolare grave caratterizzata da una paralisi flaccida e da alterazioni dovute a blocco del sistema autonomo. Esistono 7 diversi sierotipi di BoNT denominati con le lettere da A a G. I sierotipi A, B E e più raramente F sono responsabili del botulismo umano mentre i sierotipi C e D causano il botulismo negli animali. Queste tossine sono prodotte da un batterio anaerobio del genere *Clostridium*. In condizioni sfavorevoli il batterio forma delle spore, che sono diffuse nell'ambiente e che germinano in condizioni di anaerobiosi come quelle che si possono verificare in cibi mal conservati. Un'altra neuropatologia causata da una neurotossina prodotta da batteri del genere *Clostridium* è il tetano. A causa dei suoi sintomi così eclatanti fu descritto già 24 secoli fa da Ippocrate ed è caratterizzato da una paralisi spastica generalizzata che inizia con i muscoli facciali e del collo per estendersi poi ai muscoli della colonna vertebrale dell'addome e degli arti. Al contrario del botulismo, il tetano è quasi sempre letale per insufficienza respiratoria e/o collasso cardiaco. Tutti i sintomi clinici di questa malattia sono riconducibili all'azione della tossina tetanica la cui azione si esplica a livello del midollo spinale con il blocco del rilascio dei neurotrasmettitori a livello degli interneuroni inibitori con conseguente blocco del circuito di coordinazione motoria e quindi paralisi spastica. A causa della minor evidenza dei sintomi il botulismo è passato per lungo tempo inosservato ed è apparso per la prima volta nella letteratura medica alla fine del XVIII secolo. Al contrario del tetano, il botulismo è caratterizzato da una paralisi

flaccida con debolezza muscolare, difficoltà del movimento e della deglutizione, perdita del controllo degli sfinteri e dei muscoli volontari. Anche in questo caso la comparsa dei sintomi è riconducibile all'azione della tossina proteica che diversamente dalla tossina tetanica però agisce sul Sistema Nervoso Periferico a livello dei terminali nervosi colinergici (giunzione neuromuscolare e terminali autonomici).

I casi di botulismo sono molto rari nel mondo occidentale per le migliorate norme di preparazione e di conservazione dei cibi. Il *Cl. botulinum*, infatti, prolifera bene su carni o vegetali tenuti in anaerobiosi anche a basse temperature. Il botulismo permane come problema sanitario nelle zone più povere ma soprattutto è una relevantissima causa di morte negli animali tanto da assumere a volte la forma di un'epidemia. Il fenomeno è molto vistoso negli uccelli. L'animale che muore di botulismo costituisce un fertile terreno di crescita sia per il batterio che produce la tossina botulinica sia per le larve di insetti insensibili alla neurotossina i cui tessuti ne vengono imbevuti. Di larve sono ghiotte diverse specie di uccelli che, cibandosene, si intossicano e muoiono di botulismo. Si crea così un nuovo terreno anaerobio ideale per la crescita di altri clostridi che a loro volta produrranno altra tossina, generando un circolo vizioso mortale in cui perdono la vita decine, centinaia di migliaia di animali per singolo episodio con gravissimi danni economici agli allevamenti.

Le BoNT sono rilasciate per autolisi del batterio sotto forma di complesso progenitore composto dalla tossina e da proteine accessorie (emoagglutinina e proteine non-emoagglutinine che sono non tossiche) formando dei complessi che aumentano la resistenza della tossina all'ambiente acido dello stomaco o all'azione delle proteasi. La BoNT/A usata in terapia umana è venduta in forma di complesso in quanto, in questa forma, non viene danneggiata dal processo di liofilizzazione. In ambiente leggermente alcalino come i fluidi extracellulari, l'intestino o le soluzioni fisiologiche sterili utilizzate per sciogliere la tossina

liofilizzata, la BoNT si dissocia e entra in circolo andando a fissarsi selettivamente ai terminali presinaptici colinergici.

La recente definizione della struttura cristallografica della BoNT/A e della BoNT/B ha mostrato una struttura della tossina divisa in tre domini funzionali: si distinguono infatti una catena leggera L con un sito di coordinazione dello zinco fondamentale per esplicare la sua attività metalloproteasica, un dominio detto di traslocazione (HN) e un dominio di legame neurospecifico (Hc) ai recettori posti sulla membrana plasmatica delle cellule neuronali. Il meccanismo di intossicazione intracellulare può essere quindi suddiviso in diversi stadi: attraverso la porzione C-terminale della catena H la BoNT si lega a recettori non ancora identificati posti sulla membrana presinaptica del motoneurone della giunzione neuromuscolare. Questi recettori legano la tossina con altissima affinità dato che i valori di MLD50 corrispondono a bassissime concentrazioni molari. Queste tossine sono potentissime (la dose letale minima nel topo è inferiore ai 100 picogrammi per kg e valori simili si stimano anche per l'uomo) e la loro potenza deriva sia dalla loro estrema specificità di legame ma anche dalla loro attività enzimatica. Una volta legati i recettori la tossina viene internalizzata all'interno di vescicole di endocitosi il cui lume è reso acido da una pompa protonica vacuolare. Il pH acido della vescicola induce un cambiamento conformazionale della tossina che si inserisce con il suo dominio di traslocazione nel doppio strato fosfolipidico e trasloca la subunità catalitica L nel citoplasma del motoneurone. Una volta nel citoplasma, la catena L esplica la sua attività proteolitica nei confronti di tre proteine dell'apparato che media il rilascio dei neurotrasmettitori a livello dei terminali sinaptici. Il cuore di questo apparato è costituito da una proteina associata alla membrana delle vescicole contenenti il neurotrasmettitore detta VAMP o sinaptobrevina e da due proteine associate alla membrana presinaptica: SNAP-25 e syntaxina. Queste tre proteine dette SNARE (acronimo che sta per recettori di fattori citosolici SNAP) formano un complesso eterotrimerico che in seguito all'entrata di Ca^{2+} indotta dal

potenziale d'azione media la fusione della membrana delle vescicole sinaptiche con la membrana presinaptica con conseguente rilascio del neurotrasmettitore nello spazio intersinaptico.

Le diverse BoNT hanno diversa specificità di azione nei confronti delle tre proteine SNARE. Nel citoplasma infatti le catene L della BoNT/A e della BoNT/E tagliano la SNAP-25 a livello del C-terminale della proteina staccando 9 e 23 aminoacidi rispettivamente. La BoNT/B, /D, /F e /G così come anche la tossina tetanica proteolizzano invece VAMP ciascuna a livello di un legame peptidico diverso, mentre BoNT/C è in grado di tagliare sia syntaxina che SNAP-25. Il taglio proteolitico di una di queste tre proteine operato dalle tossine botuliniche impedisce quindi la formazione del complesso trimerico di fusione con conseguente blocco del rilascio del neurotrasmettitore. In un terminale sinaptico intossicato con tossina botulinica vi è quindi un accumulo di vescicole contenenti il neurotrasmettitore addossate alla membrana presinaptica e incapaci di fondere e di liberare il contenuto. E' importante quindi sottolineare che queste neurotossine, a differenza di altre tossine batteriche come la tossina difterica, non uccidono la cellula ma bloccano la sinapsi interrompendo quindi l'informazione che va dal neurone presinaptico alla cellula postsinaptica. A livello della giunzione neuromuscolare questo significa un blocco del rilascio di acetilcolina e quindi una paralisi flaccida. Questo fatto ha una rilevanza fondamentale nel trattamento terapeutico in quanto è alla base della reversibilità del trattamento. Contrariamente a quanto avviene nella denervazione ottenuta con altri mezzi, in seguito all'iniezione di tossina botulinica a livello dei muscoli striati, i contatti anatomici tra il nervo e il muscolo sono mantenuti e non c'è perdita apparente dell'assone motorio. La placca si ingrossa e, sotto l'effetto di fattori di crescita rilasciati dal muscolo sfiora a partire dalla parte terminale e dai nodi di Ranvier e si ha il cosiddetto fenomeno dello sprouting. Dal fascio intramuscolare del nervo escono tante fibre nervose quante sono le placche. Nelle prime fasi del processo di reinnervazione ogni assone rigenerato, molto

sottile e amielinizzato, forma una serie di contatti con parecchie placche muscolari. Questo fenomeno definito sprouting collaterale è la risposta del nervo al danno per cui è possibile l'innervazione di più placche da parte di un singolo assone mentre nel muscolo normale non trattato ogni fibra muscolare ha una sola placca e ogni placca riceve un solo assone. Un'altra conseguenza del processo di sprouting è l'innervazione polineurale, fenomeno per cui la placca muscolare viene ad essere innervata da due o più assoni. Col tempo gli sprouts degenerano e si ristabilisce la funzionalità della placca neuromuscolare originaria. Questo recupero completo di funzionalità è alla base del fatto che il paziente deve essere ritrattato dopo un tempo variabile a causa della ricomparsa dell'originaria ipercontrattilità muscolare. Una complicanza non infrequente del trattamento ripetuto è la produzione di anticorpi antitossina soprattutto quando vengono trattati muscoli grandi e vicini a linfonodi. Inoltre nella pratica clinica è stato riscontrato un certo numero di pazienti che risultano non responsivi al trattamento con BoNT/A. Entrambe questi problemi possono essere potenzialmente superati mediante l'utilizzo di sierotipi diversi dalla A. Negli ultimi presso il Centro delle Scienze Biochimiche sperimentali dell'Università di Padova sono stati messi a punto nuovi protocolli che prevedano l'utilizzo di sierotipi alternativi alla A. Dagli studi condotti risulta che la BoNT/E e la BoNT/F sono ugualmente efficaci nel bloccare l'ipercontrattilità del muscolo trattato ma il loro effetto benefico dura meno a lungo rispetto a quello che si ottiene mediante trattamento con BoNT/A. Al contrario invece il trattamento con BoNT/C mostra un'efficacia e una durata del beneficio terapeutico pari a quello della BoNT/A. La BoNT/C risulterebbe quindi una valida alternativa alla BoNT/A in tutti quei pazienti che non rispondono primariamente o secondariamente a tale sierotipo. ⁽¹⁵⁾

La tossina botulinica, viene iniettata nel ventre muscolare, in base all'età del paziente, al sesso, al peso e al valore numerico delle scale MCV e Ashworth, con il fine di ridurre temporaneamente la spasticità, migliorare il controllo

motorio, prevenire l'instaurarsi di retrazioni muscolari, di deformità ossee e garantire una migliore stabilità posturale. L'efficacia del trattamento con tossina è efficace nei primi anni di vita, sia perché le risposte sono migliori, sia perché fino ai 5-6 anni le contratture dovute a spasticità sono dinamiche e in genere non si sono instaurate contratture fisse. ⁽¹⁶⁾ Tra gli effetti terapeutici della tossina, occorre annoverare anche la possibilità che durante la fase di rilassamento del muscolo, il SNC del soggetto possa imparare ad organizzare, attraverso l'intervento terapeutico riabilitativo, il movimento in modo diverso. (Ferrari A. et al. 1997)

5)2 Dosaggio

Un dosaggio “range” è stato definito per la maggior parte dei muscoli per le iniezioni di Tossina A (Botox e Dysport) o Tossina B (Neurobloc).

Variabili che condizionano la risposta sono:

- suscettibilità a quel sierotipo di tossina da parte del soggetto (capacità di legarla e fattore di sicurezza della trasmissione neuromuscolare)
- attività dei muscoli che devono essere inibiti
- dimensioni del muscolo
- dosaggio in funzione degli effetti collaterali

CAPITOLO 6

VISS



Fig. Applicazione delle coppette e fasce



Fig. Apparecchiatura VISS

6.1) Definizione

La VISS (Fig.) è una apparecchiatura di terapia fisica in grado di generare oscillazioni meccaniche, mediante onde sonore, che vengono trasmesse ai gruppi muscolari da trattare. Le vibrazioni meccaniche applicate su: muscolo, tendini o su tutto il corpo inducono, attraverso la “tonic glare vibration” determinano l’incremento della forza contrattile muscolare. L’adattamento interessa il sistema neuromuscolare a livello del punto motore muscolare, mediante l’ *alpha-conditioning* dei fusi neuromuscolari, migliorando in tal modo il reclutamento muscolare, in termini di ottimizzazione del tono muscolare, incremento di forza e resistenza. In sintesi la VISS aumenta il metabolismo muscolare aerobico, incrementa la fosforilazione ossidativa a livello mitocondriale, diminuisce la concentrazione di metaboliti acidi, ripristina un pH fisiologico, stimola le fibre toniche. ^(17,18,19)

Caratteristiche tecniche:

- Frequenza fino a 400 Hz
- Ampiezza sonora fino a 500 m Bar
- Una turbina genera una P. di flusso di 250 mBar con una P. di picco di 500 mBar
- Un modulatore rotante genera onde sonore da 50 a 400 Hertz
- Un trasduttore trasmette il suono sul muscolo

CAPITOLO 7

SPAD: SISTEMA POSTURALE ANTIGRAVITARIO DINAMICO



Fig. SPAD

7.1) Definizione

La SPAD (sistema posturale antigravitario dinamico) permette la modificazione della reazione vincolare e degli andamenti spazio - temporali del cammino, mediante la modificazione degli allineamenti dei sottosistemi spaziali del sistema corporeo ⁽³⁰⁾ . La SPAD non è inquadrabile nei sistemi classici di trazioni meccaniche, in quanto si inquadra come un sistema di retraining neuromotorio con forme di apprendimento cortico – sottocorticale. Il lavoro in ambito microgravitativo e gravitativo permette l'armonizzazione e la sincronizzazione del lavoro della muscolatura estensoria e flessoria, e il recupero della flessibilità. ^(31, 32, 33, 34)

Caratteristiche tecniche:

- nastro trasportatore per facilitazione del cammino
- imbracatura di sollevamento a trattenimento pneumatico
- dinamometria in tempo reale delle tensioni e dell'allevio applicato
- pannello di controllo dell'allevio e stabilizzazioni corporee
- sistema di sollevamento e controllo
- blocchi del cingolo scapolo - omerale
- blocchi posteriori ad informazione propriocettiva e spaziale
- cinture di stabilizzazione del sottosistema pelvico

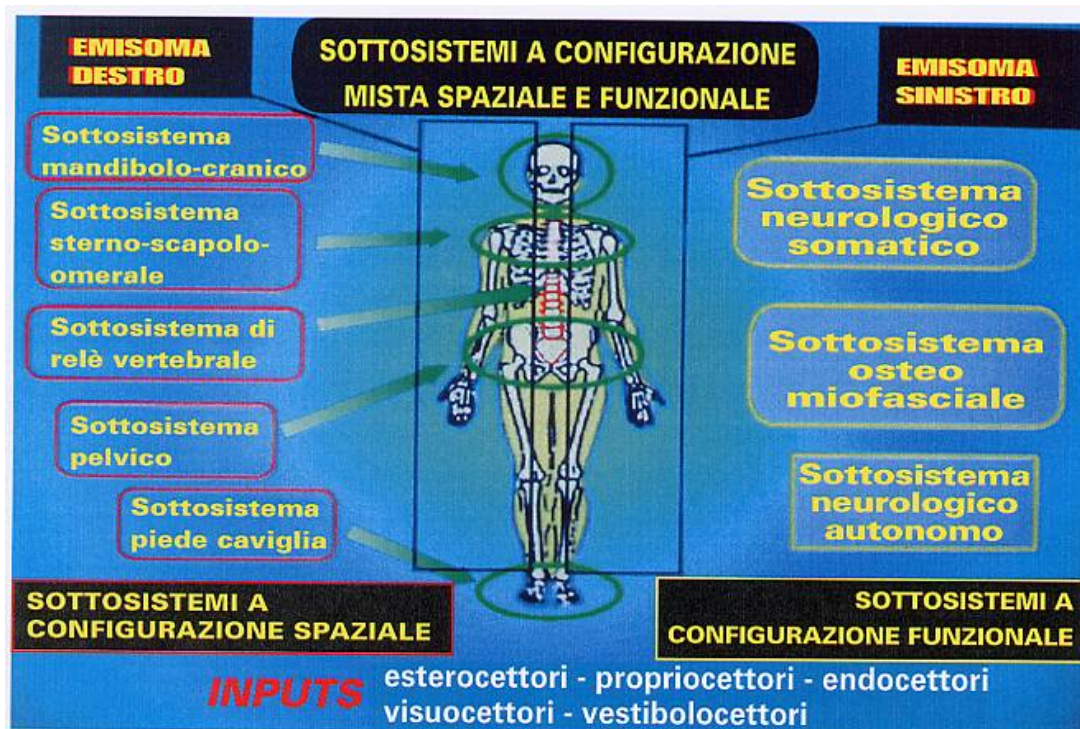


Fig. Schema organizzativo corporeo in sottosistemi .⁽³⁰⁾

CAPITOLO 8

L'IDROKINESITERAPIA

L'idrokinesiterapia sfrutta le caratteristiche chimico-fisiche dell'H₂O alle quali vanno aggiunte le tecniche di rieducazione motoria, mobilizzazione, tonificazione muscolare, facilitazioni attive e passive in ambiente acquatico.

8.1) LEGGI FISICHE DEL MOVIMENTO IN ACQUA

- Spinta idrostatica o di galleggiamento
- R. Idrodinamica
- Galleggiamento
- F. Ascensionale
- Temperatura

L'ambiente idrico permette la iprogrammazione dell'engramma motorio, mediante la riprogrammazione delle coordinate posturali e delle reazioni di equilibrio.

Il mezzo idrico, più denso rispetto all'aria, permette inoltre movimenti controllati ed eseguiti contro una leggera resistenza.

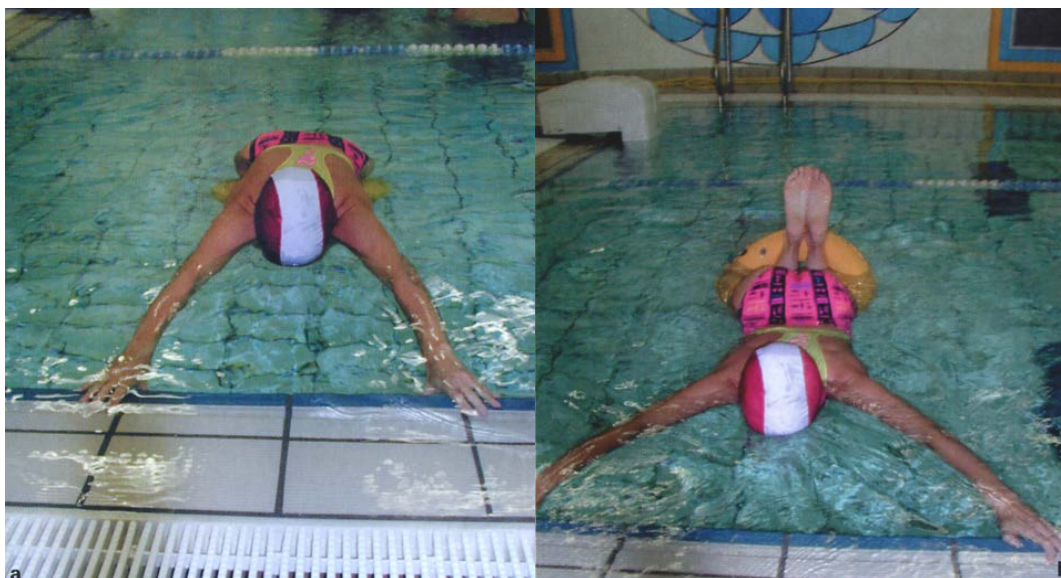


Fig. IKT

L'acqua sostiene gran parte del peso del corpo favorendo l'esecuzione di movimenti con un corretto lavoro muscolare anche in condizioni di ridotto tonotrofismo e di difficoltà di carico.

Per questo motivo un muscolo che ha forza ridotta e non consente un corretto lavoro può realizzare in acqua diversi movimenti.

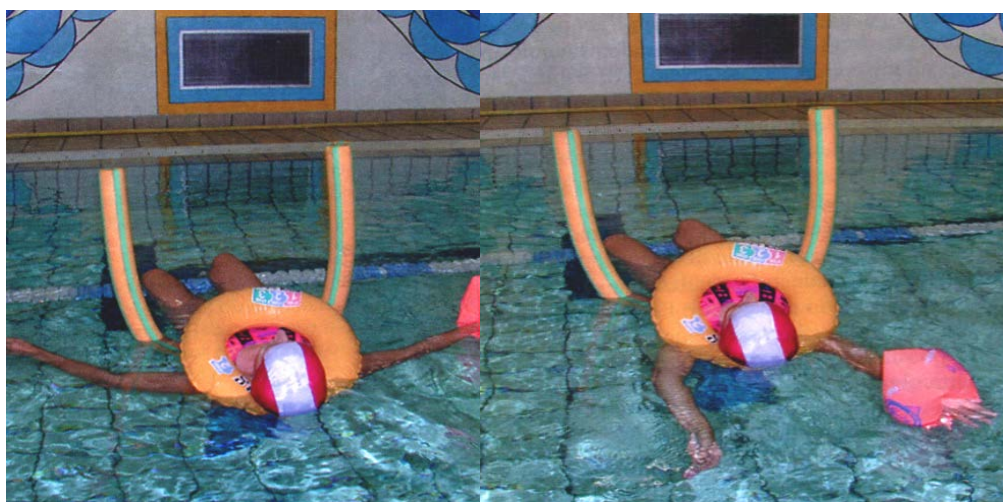


Fig. IKT

8.2) FISIOLOGIA DEL MOVIMENTO SULLA TERRA

Nel movimento sulla terra ferma il corpo deve vincere resistenze intrinseche e resistenze estrinseche. Le resistenze intrinseche sono quelle determinate dal Sistema OMTL(Ossa-Muscoli-Tendini-Legamenti), sistema costituito dalle Ossa, Muscoli, Tendini e Legamenti. Le resistenze estrinseche sono invece determinate essenzialmente dalla Forza di gravità e dal vincolo con la terra

8.3) FISIOLOGIA DEL MOVIMENTO IN ACQUA

Nel movimento in acqua, rispetto al movimento sulla terra, il Sistema OMTL genera una resistenza diversa, generalmente ridotta in corrispondenza del distretto immerso in acqua, aumentata in corrispondenza del distretto localizzato a livello del passaggio acqua-aria, in quanto l'acqua acquisisce il peso di una massa da spostare e non di un ambiente nel quale ci si muove, ed una resistenza uguale per il distretto fuori dall'acqua.

Sempre nel movimento in acqua il Sistema OMTL vede un aumentato lavoro muscolare ed un ridotto lavoro articolare, in funzione del galleggiamento.

Ma, al di là di valutazioni prettamente tecniche, il lavoro in acqua risulta essere un lavoro di tipo facilitato e protetto, questo grazie alla spinta idrostatica, al galleggiamento, alla resistenza idrodinamica: ecco perché l'acqua si presenta come un ambiente ideale.⁽²¹⁾

La Spinta Idrostatica o di galleggiamento

La Spinta Idrostatica o di galleggiamento è la risultante vettoriale del Principio di Archimede. Essa ha una traiettoria verticale ed un verso diretto dal basso verso l'alto. La spinta idrostatica si caratterizza per l'aver un verso contrario rispetto alla Forza di gravità, forza che attrae il corpo verso il centro della terra, e quindi in basso.

La spinta idrostatica è il vero vantaggio dell'idrokinesiterapia: essa permette una riduzione del carico, una riduzione della fatica muscolare, un movimento facilitato, funzione del galleggiamento e di una resistenza dolce e uniforme, resistenza che potrà essere aumentata usando galleggianti, ridotta utilizzando zavorre

A seconda del livello di immersione il corpo riceverà contemporaneamente una spinta idrostatica di galleggiamento ed una forza di gravità di affondamento. La risultante è funzione del livello di immersione. Sul fondo della vasca prevale la forza di gravità, alla quale si dovrà aggiungere anche l'effetto della pressione idrostatica e del peso dell'acqua. In superficie prevale la spinta idrostatica per la parte del corpo immersa in acqua e la forza di gravità per quella parte del corpo fuori dall'acqua, ma, anche in questo caso dovremmo specificare se il paziente è in fase di galleggiamento o se poggia i piedi per terra, infatti se galleggia la forza di gravità definitiva sarà minore perché a questa si oppone la forza dell'acqua, e il lavoro con gli arti superiori, se effettuato sopra il livello dell'acqua, con il corpo in galleggiamento, comporterà il reclutamento della muscolatura del tronco e degli addominali, al fine di rimanere in galleggiamento. Se, invece, il paziente è in appoggio bipodalico si può a grandi linee affermare che il lavoro delle braccia fuori dall'acqua è soggetto alla sola forza di gravità e che il lavoro delle stesse comporterà un lavoro propriocettivo-posturale a livello dell'unità tronco-bacino per mantenere la posizione del corpo in acqua. La situazione si complica ulteriormente se il paziente lavora con tavolette, con cavigliere, con zavorre, in quanto a seconda del tipo di lavoro che il paziente andrà ad eseguire, tali ausili serviranno per facilitare o contrastare il movimento, in generale, e il lavoro muscolare, nello specifico. Un'altra situazione da tenere in considerazione è quando, mediante tali ausili, il corpo viene tenuto in posizione obliqua, posizione generante un importante momento angolare nel punto di passaggio dall'ambiente acquatico a quello aereo. Basta una leggera presa sul fulcro di questa leva per cambiare le coordinate spaziali del corpo.

La pressione idrostatica determina compressione dei vasi sanguigni, incremento del ritorno venoso e della pressione arteriosa, con conseguente incremento del lavoro cardiaco. Da un punto di vista circolatorio il ritorno venoso è funzione del tipo di lavoro svolto in acqua: esso sarà maggiore se il soggetto lavora in posizione verticale, minore se in posizione orizzontale. Questo è determinato dal fatto che la spinta idrostatica è idealmente rappresentata da un vettore verticale il cui verso è diretto dall'alto in basso.

La Resistenza Idrodinamica

La Resistenza Idrodinamica è la resistenza offerta dall'acqua, essa è determinata dallo spostamento della massa d'acqua al passaggio di un corpo o semplicemente dal movimento del corpo, assomiglia ad una resistenza isocinetica, a velocità dipendente e resistenza modulabile, in quanto la resistenza offerta dall'acqua è modulata in funzione del lavoro muscolare, della forza, del volume di acqua spostata. Tale resistenza permette un movimento continuo, fluido e sicuro, sia dei muscoli agonisti che antagonisti, nei diversi piani dello spazio. Il lavoro in acqua permette un precoce recupero muscolare, grazie ad un aumentato lavoro del muscolo, un risparmio articolare in termini di stress articolare, un maggior recupero del ROM, in funzione del peso apparente, e che potrà essere di tipo facilitato o contro resistenza.

Il Galleggiamento

Il Galleggiamento aiuta il recupero dell'equilibrio, della coordinazione, dell'equilibrio, della respirazione, della rappresentazione del sé corporeo nello spazio. Con il galleggiamento si può lavorare sul recupero dell'unità tronco-bacino per il mantenimento dell'equilibrio, distogliendo l'attenzione dagli arti inferiori, sulla coordinazione dei quattro arti e sulla coordinazione visuo-spaziale in un contesto fortemente destabilizzante per il paziente, sullo sblocco del diaframma, sul recupero della compliance costo-diaframmatica, sfruttando il

galleggiamento dato dai polmoni stessi, sulla rappresentazione corporea nello spazio, lavorando su coordinate diverse.

La Forza Ascensionale

La Forza Ascensionale fa sì che in acqua si possa lavorare facendo riferimento al peso apparente del corpo, il quale si differenzia dal peso reale in funzione del grado di immersione del corpo. Il vantaggio è che i pazienti che a terra hanno divieto di carico in acqua possono camminare, altresì i pazienti che a terra non riescono a fare determinati movimenti, o per il dolore o per il deficit stenico, in acqua possono lavorare. Il peso apparente è funzione del livello di immersione: a grandi linee si può stimare che il peso apparente è pari al 5-10% con un livello di immersione al collo, è pari al 15-30 % con un livello di immersione al petto, è pari al 50-80% con un livello di immersione all'ombelico. La forza ascensionale oltre che del Principio di Archimede o di galleggiamento, deve tener conto anche dei polmoni che, contenendo aria, favoriscono il galleggiamento stesso e la riduzione del peso apparente in acqua rispetto a quello reale sulla terra.⁽²²⁾

La Temperatura dell'acqua

La temperatura dell'acqua di una piscina o vasca di riabilitazione è generalmente maggiore della temperatura di una piscina per il nuoto. La temperatura ottimale è di 32 gradi per la riabilitazione ortopedica e vascolare e di 36 gradi per la riabilitazione neurologica.

I benefici si esplicano fondamentalmente sulla parte del corpo immersa in acqua, anche se in funzione di un differenziale termico acqua/aria ridotto, indirettamente ne beneficia anche la parte fuori dall'acqua. I benefici sono quelli tipici della termoterapia: effetto miorilassante ed antispastico, effetto antalgico, aumento del metabolismo tissutale, rilassamento mentale.

Per evitare l'insorgenza di effetti collaterali, quali ipotensione, tachipnea e tachicardia, determinati dalla reazione di vasodilatazione dipendente dalla temperatura calda dell'acqua, e dalla reazione ipotensiva fuori dall'acqua dopo il

trattamento, determinata dal venir meno della pressione idrostatica si devono seguire alcuni accorgimenti. Bisogna evitare che il paziente entri ed esca velocemente dall'acqua, a tal proposito è consigliabile far precedere l'immersione in acqua da una fase di riscaldamento di tipo aerobico da effettuarsi nel locale stesso della piscina, dalla doccia e da un adattamento graduale in vasca. Il soggiorno in vasca non dovrà esser superiore a 30-40 minuti, inizierà e terminerà con una fase di rilassamento.⁽²³⁾

8.4) INDICAZIONI ALL'IDROKINESITERAPIA

L'idrokinesiterapia trova indicazione in numerose patologie di pertinenza riabilitativa, inoltre offre la possibilità di un intervento precoce, accelerando la ripresa funzionale.

Le principali indicazioni sono rappresentate da:

- *patologie neurologiche*
- *patologie ortopediche – traumatologiche*
- *patologie reumatologiche*
- *patologie vascolari*

Nelle patologie neurologiche l'uso del mezzo acquatico ben si integra in un progetto riabilitativo, con la il trattamento a terra, per le alterazioni del tono muscolare, della debolezza muscolare, delle turbe dell'equilibrio e della coordinazione. Potenziando il controllo esterocettivo del movimento e rompendo uno schema prprio-cettivo alterato, grazie alla continua stabilità dell'ambiente acquatico e al cambiamento delle coordinate gravitazionali. Uno degli effetti benefici è quello sul tono muscolare. Inoltre, in ragione del fatto che in acqua il movimento risulta essere estremamente rallentato (fino a 700 volte rispetto all'ambiente a secco), si genera un movimento più sicuro, più controllato, come se fosse veramente svolto al rallentatore. Il lavoro svolto si giova del rilassamento generale indotto dall'ambiente idrico, della riduzione del

dolore, della ridotta resistenza alla mobilizzazione, della maggiore tranquillità del paziente.

Nelle patologie ortopediche la riabilitazione in acqua trova ampio campo di azione per il trattamento delle lesioni traumatiche dopo immobilizzazione o nel post operatorio di fratture e protesi; per il trattamento di patologie degenerative, per le problematiche posturali.

Nelle prime fasi della riabilitazione la terapia acquatica è utile per ripristinare l'escursione articolare e la flessibilità. Una volta recuperata la normale funzionalità, il programma potrà essere intensificato con esercizi contro resistenza, l'aumento del carico, l'effettuazione di esercizi specifici atti al rinforzo muscolare. L'intensità dell'esercizio può essere controllata variando la posizione del corpo, oppure utilizzando galleggianti. Il carico degli esercizi a resistenza progressiva può essere incrementato combinando le differenti forze.

Inoltre la possibilità di lavorare in un ambiente protetto , riducendo il rischio di cadere, ha sicuramente un risvolto positivo da un punto di vista psicologico. Questo aiuta a mantenere alta la motivazione ed abbrevia i tempi della ripresa funzionale.

8.5) CONTROINDICAZIONI ALL'IDROKINESITERAPIA

Le controindicazioni al trattamento riabilitativo in acqua sono a tutela dello stato di salute del paziente portatore di una delle principali controindicazioni e a tutela dei pazienti che accedono in vasca, sia per la tutela delle norme igienico-sanitarie, sia per evitare situazioni di difficile gestione che potrebbero mettere a rischio lo stato di benessere individuale e collettivo.

Le principali controindicazioni sono rappresentate da:

- *cardiopatie instabili o in fase acuta*
- *insufficienza respiratoria grave e/o insufficienza cardiaca grave*

- *epilessia*
- *infezioni vescicale*
- *incontinenza urinaria e/o fecale*
- *stati settici o febbrili*
- *malattie infettive*
- *ipertensione o ipotensione non controllata*
- *allergia al cloro*
- *affezioni cutanee*
- *PDD importanti*
- *Flebiti*
- *Perforazione del timpano*
- *Paura dell'acqua*

Alcune di esse sono assolute, come le patologie infettive, le malattie cardiovascolari e respiratorie, altre, come l'incontinenza sfinterica ed i problemi psicologici, possono essere superati con eventuali accorgimenti messi in atto dal riabilitatore.^(20-,24)

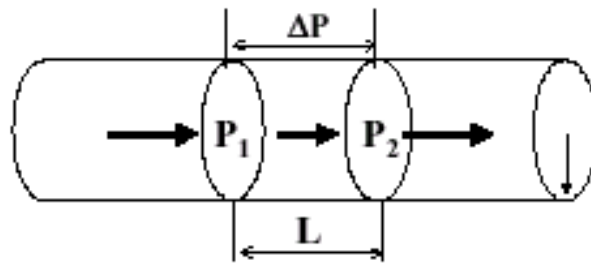
CAPITOLO 9

REGISTRAZIONE MIOMETRICO CON MYOTON

9.1) Definizione

Il Myoton permette di effettuare una valutazione miometrica del tono, tensione (stiffness) ed elasticità muscolare.

- A) Tono: il tono è la tensione meccanica del muscolo, non diminuibile volontariamente. Se nella registrazione si riscontra un tono muscolare alto questo è indice di ipertono muscolare o spasticità, d'altro canto la registrazione di un tono muscolare basso è indice di ipotonìa o atrofia muscolare.
- B) Tensione (Stiffness): la tensione è la capacità del muscolo di resistere a cambiamenti di forma causati da forze esterne. La tensione è legata alla resistenza provocata dai muscoli antagonisti. È un valore intrinseco per ogni muscolo. Tensione e tono sono parametri altamente correlati. Un aumento della tensione muscolare determina una riduzione della sezione trasversa dei vasi sanguigni, quindi indirettamente comporta una minore vascolarizzazione ed ossigenazione tissutale, con ripercussione sui processi metabolici in genere.
- C) Elasticità: l'elasticità è la capacità del muscolo di ripristinare la sua forma iniziale. Una minore elasticità rende più difficile il movimento e determina un minor apporto di sangue. D'altro canto una maggior elasticità è correlata ad una migliore condizione fisiologica del muscolo.



$$Q = \frac{\pi \Delta P r^4}{8 \eta L}$$

Q - flow

r - radius of the vessel

ΔP - pressure gradient

η - viscosity

L - vessel length

Fig. Legge di Poiseville

PARTE SPERIMENTALE

PARALISI CEREBRALI INFANTILI NUOVO APPROCCIO TERAPEUTICO RIABILITATIVO CON TOSSINA BOTULINICA ED INDUMENTO ORTESICO A FASCE E STRAPPO

10)1 Premessa

La perdita di destrezza nell'esecuzione dei movimenti distali rappresenta il vero sintomo da danno piramidale in senso stretto; non si tratta solo di un deficit motorio di tipo paretico, ma di una combinazione fra lentezza di esecuzione del movimento ed autentica perdita di destrezza motoria, fino all'aprassia.⁽²⁵⁾

Il tratto piramidale è una via filogeneticamente recente⁽²⁶⁾. Esso conferisce al movimento volontario, attraverso la componente ad elevata velocità di conduzione e la connessione monosinaptica con l' α -motoneurone, quella rapidità di risposta e quella possibilità di innervazione altamente differenziata ed indipendente dalla muscolatura distale degli arti che caratterizza la destrezza manuale dei primati superiori e, soprattutto, dell'uomo (Troni e Bergamini, 1992).

Nelle lesioni del neurone motore superiore la mancanza di destrezza è causata dall'impossibilità di attivare volontariamente i neuroni fusimotori e/o dalla incapacità di controllare le vie che operano sui riflessi fusimotori.

Le strutture sottocorticali liberate dalle inibizioni corticali o direttamente lese perdono la capacità di regolazione del tono di base, degli adattamenti posturali, della coordinazione di modelli di movimento automatizzato da cui dipendono i centri superiori.

L'instabilità posturale può provocare marcate modificazioni a carico dell'apparato mio-artro-cinetico riducendo in modo significativo le performances motorie.

Giova qui ricordare che gli adattamenti posturali sono regolati da:

Meccanismi nervosi (postura intesa come fenomeno attivo): con riferimento ad attività di tipo integrativo a vari livelli (aree cortico-sottocorticali sistema limbico, aree associative gangli della base, cervelletto, afferenze sensitivo-sensoriali).

Meccanismi non nervosi (postura intesa come fenomeno passivo): con riferimento alle proprietà meccaniche intrinseche delle unità funzionali capsulo-legamentose (UFCL).⁽²⁷⁾

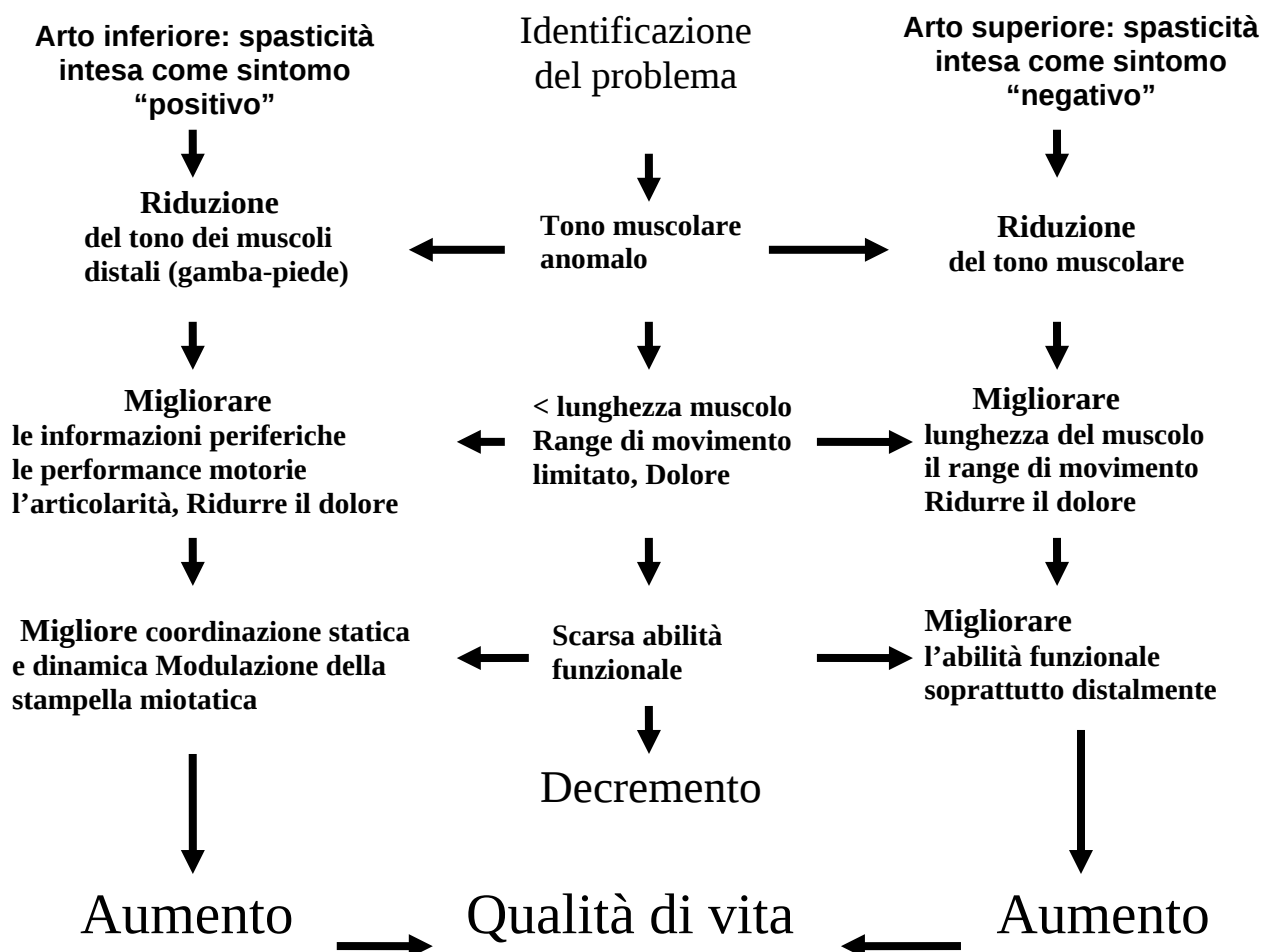
Entrambi i meccanismi risultano danneggiati nella spasticità.

Un esempio tipico è la alterata reazione vincolare al suolo: il piede è incapace ad adattarsi ed adeguarsi alla base di appoggio. Il soggetto è incapace di modulare la fase di impatto e di stato al suolo, in quanto la caviglia resta in flessione plantare. Da un punto di vista bio-meccanico la risposta compensativa ascendente è data dalla flessione del ginocchio e dell'anca.. I movimenti sono di conseguenza più lenti e il tono posturale di fondo aumentato, con accentuazione nella stazione eretta e nel cammino, onde prevenire potenziali cadute.^(28,29)

10) 2 Il trattamento della spasticità prevede tre differenti momenti:

I Fase: identificazione del problema clinico. Il trattamento della spasticità deve essere considerato attentamente: una riduzione dell'ipertono non sempre può migliorare la funzione, anzi, in alcuni casi può ridurla ulteriormente. (Tab.1)

Tab.1



II Fase: Scelta di strumenti clinici affidabili e ripetibili sia per la valutazione obiettiva sia per lo studio dell'efficacia degli interventi terapeutici, mediante Scale cliniche e Valutazioni Strumentali:

Scale Cliniche: gli strumenti di valutazione (O.M.S.) sono classificabili come misure di:

- Compromissione funzionale: Scale del tono e frequenza spasmi, ROM, Joint resting angles, Controllo Motorio
- Disabilità: Scale per la valutazione globale, Scale per la valutazione delle attività della vita quotidiana

- Handicap: Probabilmente la misura di esito più completa, perché comprende la disabilità, l' ambiente, lo svantaggio per la persona e le norme sociali. Comprende sei domini di funzione di ruolo: Orientamento, Mobilità, Integrazione sociale, Dipendenza fisica, Occupazione, Autosufficienza economica

Una scale clinica deve essere:

- *appropriata e specifica per il compito*
- *valida a misurare il parametro oggetto della valutazione*
- *sensibile nel rilevare piccole variazioni*
- *affidabile*
- *ripetibile*
- *comunicabile*
- *efficiente e facile da usare*
- *economica.*

Valutazioni Strumentali:

- Valutazione Ecografia: per valutare la percentuale di tessuto fibroso nel muscolo. L'ottenimento di buoni risultati, infatti, è strettamente legato alla percentuale di tessuto fibroso presente. La valutazione ecografica va effettuata prima del trattamento per decidere l'approccio terapeutico e successivamente per il follow-up riabilitativo.
- Tracciato EMG dei muscoli colpiti: di superficie, ad ago.
- Gait Analysis
- Baropodometria elettronica: per rilevare alterazioni statiche e dinamiche posturali.

III Fase: scelta dell'approccio terapeutico:

- Approccio neurochirurgico: cordotomie, rizotomie, somministrazione intra-tecale di farmaci, nefrotomie, neurolesioni chimiche con fenolo o alcool.
- Approccio chirurgico ortopedico: artrodesi, tenotomie, trasposizione tendinee, capsulotomie
- Terapia fisica: VISS, S.E.F.
- Rieducazione neuro-motoria: tecniche sincroniche e diacroniche
- Approccio farmacologico: tossina botulinica per via i.m. nella spasticità selettiva, Baclofen per os o per via intratecale nella spasticità diffusa. Il team riabilitativo deve determinare se una riduzione farmacologica controllata del tono muscolare è vantaggiosa, considerando i seguenti fattori: cronicità, distribuzione, gravità, sede della lesione, co-morbidità, disponibilità di assistenza.

10) 3 Utilizzo della Tossina Botulinica tipo A nella pratica clinica

La chemodenervazione mediante inoculazione di tossina botulinica tipo A ha un ruolo importante nella gestione sia breve che a lungo termine della spasticità. La tossina botulinica produce un blocco dell'emissione presinaptica di Ach a livello della giunzione neuromuscolare, mediante denervazione chimica reversibile della fibra muscolare. La tossina botulinica agisce selettivamente a livello molecolare interagendo con proteine presenti sulla membrana plasmatica (SNAP25) delle terminazioni nervose essenziali nel meccanismo di rilascio delle vescicole sinaptiche. L'effetto è una esocitosi "regolata" in risposta ad una depolarizzazione elettrica. Poiché la denervazione chimica è reversibile, essendo il muscolo progressivamente reinnervato dal "*nerve sproutings*", la tossina botulinica ha effetti temporanei.

L'efficacia e la sicurezza a lungo termine della terapia con tossina botulinica rappresenta un tema di crescente rilievo.

La valutazione pre e post infiltrazione sarà di tipo comparativo. Poiché le misurazioni potrebbero essere inficiate dalle variazioni del tono muscolare, nel corso della visita clinica, è opportuno utilizzare una serie di test da eseguire sempre nello stesso ordine.

10)4 MATERIALI E METODI

E' stata valutata l'efficacia del trattamento della spasticità degli arti inferiori con tossina botulinica (BT) e tutore a fasce e strappo Theratogs in 20 pazienti affetti da Paralisi Cerebrale Infantile (P.C.I.), con quadro clinico di paraplegia spastica. L'ipertonia spastica interessante i muscoli degli arti inferiori, determinava atteggiamenti articolari viziati e/o fissità articolari irriducibili oltre un certo ROM.

I pazienti presentavano, infatti, un atteggiamento posturale caratterizzato da:

- Ginocchia flesse
- Anche addotte e intraruotate
- Deambulazione a forbice
- Piede equino e/o varo.

I pazienti sono stati sottoposti a criteri di inclusione miranti ad escludere la presenza di patologie infettive in atto, malattie muscolari, patologie dell'apparato respiratorio e crisi convulsive.

I pazienti sono stati sottoposti ad intervento riabilitativo presso la Cattedra di Medicina Fisica e Riabilitazione dell' Università G. d'Annunzio di Chieti, nel periodo compreso tra Settembre 2006 e Giugno 2007.

I pazienti sono stati suddivisi in 3 gruppi:

2 gruppi di studio: Gruppo A e Gruppo B

1 gruppo di controllo: Gruppo C.

i gruppi sono così suddivisi:

- Gruppo A comprendente 7 pazienti (range di età 18-6 aa, età media 11 aa. F= 3, M= 4)
- Gruppo B comprendente 8 pazienti (range di età 17-6 aa, età media 12 aa. F= 5, M=3)
- Gruppo C comprendente 5 pazienti (range di età 16-7 aa, età media 10 F= 2 , M= 3)

CAMPIONAMENTO

In base alla suddivisione in gruppi i pazienti hanno effettuato il seguente trattamento:

Gruppo A:

1. trattamento infiltrativo con BT
2. utilizzo del tutore a fasce e strappo Theratogs
3. trattamento riabilitativo.

Gruppo B:

1. trattamento infiltrativo con BT
2. trattamento riabilitativo.

Gruppo C:

1. trattamento riabilitativo.

La scelta di appartenenza al gruppo A, B o C è stata effettuata liberamente dai genitori. Essi, dopo esser stati informati delle indicazioni e controindicazioni all'utilizzo del Theratogs e della Tossina Botulinica, hanno aderito al progetto,

firmando il consenso informato, oppure hanno scelto di effettuare solo il trattamento riabilitativo proposto.

Di seguito vengono riportati i moduli utilizzati:

MODULI CONSENSO INFORMATO

“CONSENSO AL TRATTAMENTO DEI DATI PERSONALI

Espressione del consenso al trattamento dei dati sensibili da parte dell'interessato ai fini della legge 31/12/96 n. 675.

Io sottoscritto/a _____ genitore
di _____

Autorizzo la Dr.ssa Anna De Antoni a raccogliere, registrare e utilizzare i dati personali ai fini della diagnosi e cura. Inoltre autorizzo l'utilizzazione degli stessi a scopo di ricerca scientifica, purchè sia conservata la riserva degli stessi.”

(segue firma del paziente, o di chi ne fa le veci e del medico e del testimone)”.

“CONSENSO ALL' UTILIZZO DEL THERATOGS

Io sottoscritto/a _____ genitore
di _____

Dichiaro di esser stato/a informato/a sul significato terapeutico/riabilitativo del theratogs, sulla modalità di applicazione, utilizzo e conservazione dell'ortesi. Dichiaro, altresì che mio/a figlio/a non è allergico al lattce, quale unica controindicazione al trattamento con il Theratogs. ”

(segue firma del paziente, o di chi ne fa le veci e del medico e del testimone)”.

“CONSENSO AL TRATTAMENTO CON TOSSINA BOTULINICA

Io sottoscritto/a _____ genitore

di _____

Dichiaro di esser stato/a informato/a dalla Dr.ssa Anna De Antoni sulle indicazioni terapeutiche del trattamento con Tossina Botulinica.

Dichiaro, altresì, di esser stato/a informato/a sul suo meccanismo d'azione, sulle modalità, i rischi e gli eventuali effetti collaterali o indesiderati che la metodica comporta.

Ho avuto la possibilità di chiedere chiarimenti circa il procedimento, i suoi limiti e le possibili complicanze e di valutare la possibilità di trattamenti alternativi.

Nello specifico ho preso atto ed accetto quanto di seguito indicato:

1. Il trattamento iniettivo con Tossina Botulinica determina una paralisi muscolare transitoria e reversibile dei muscoli trattati, per blocco selettivo dei recettori dell'Acetil Colina, ciò determina, a livello del viso, uno spianamento delle rughe e una correzione delle asimmetrie facciali.
2. Il risultato di ogni trattamento si rende visibile dopo circa due settimane dallo stesso.
3. L'effetto è temporaneo (3-8 mesi), ogni trattamento verrà effettuato non prima di 5-6 mesi.
4. Ogni applicazione ha un suo costo specifico.
5. In casi estremamente rari non si ha alcun miglioramento.
6. In letteratura sono segnalati effetti collaterali e/o indesiderati:
reazioni allergiche al farmaco, temporanea ptosi palpebrale e/o del sopracciglio;
ecchimosi, cefalea, senso di pesantezza nella zona trattata, bruciore e secchezza
degli occhi, nel post trattamento.
7. Nel post trattamento devo attenermi alle seguenti regole:

- *Effettuare esercizi di contrazione muscolare specifici per i muscoli trattati per circa 1 ora.*
- *Per le successive 6 ore mantenere la posizione eretta*
- *Per le successive 48 ore non assumere FANS e alcolici, evitare l'esposizione al sole, fonti di calore, lampade abbronzanti, evitare il massaggio dalle zone trattate, al fine di migliorare il risultato e limitare l'insorgenza degli effetti collaterali.*

Dichiaro di non avere allergie a farmaci e/o alimenti.

Dichiaro di non essere in trattamento con anticoagulanti orali.

Dichiaro di non esser affetto da Miastenia o altre malattie muscolari.

Sottoscrivendo tale documento dichiaro di comprendere le finalità, i limiti e le possibili complicazioni del trattamento con Tossina Botulinica, pertanto acconsento al trattamento.

Acconsento che la Dr.ssa De Antoni o il personale da lei incaricato scatti delle fotografie durante il trattamento e che utilizzi tale materiale per uso didattico, a condizione che venga rispettata la legge sulla privacy e che quindi la mia identità non venga svelata.”

(segue firma del paziente, o di chi ne fa le veci e del medico e del testimone)”.

“CONSENSO AL TRATTAMENTO RIABILITATIVO

La legge italiana (DPR 04/94) obbliga il Medico ad informare il Paziente su ogni trattamento o terapia necessaria durante l'iter riabilitativo, portandolo a conoscenza del programma riabilitativo, del progetto riabilitativo e delle modalità di esecuzione, informando il Paziente e/o i familiari anche di eventuali rischi ed effetti indesiderati legati al trattamento stesso. La legge vuole che il Paziente sia informato dal Medico sulle diverse possibilità terapeutiche esistenti

per risolvere i propri problemi fisici. In linea con lo spirito della legge si richiede tale consenso ad ogni Paziente che chieda e riceva una terapia riabilitativa. I dati personali del Paziente sono strettamente riservati e trattenuto come informazione a carattere esclusivamente medico, accessibili solo al paziente che ne faccia esclusivamente richiesta scritta in ottemperanza alle norme vigenti in materia regolate dalla legge 6751/96.

Io sottoscritto/a _____ genitore di

Dichiaro di esser stato/a informato/a verbalmente dalla Dr.ssa Anna De Antoni in merito al programma riabilitativo che mio figlio/a effettuerà. Dichiaro di aver appreso lo scopo e la natura delle terapia riabilitativa proposta.

Dichiaro di avere la consapevolezza dei rischi e delle complicazioni che si potrebbero verificare.

Mi assumo la piena responsabilità qualora decidessi, di mia iniziativa, di effettuare movimenti e/o esercizi non presenti nel programma riabilitativo. Per qualsiasi dubbio o chiarimento in merito al programma di riabilitazione mi è stato detto di chiedere spiegazione alla Dr.ssa De Antoni.

(segue firma del paziente, o di chi ne fa le veci e del medico e del testimone)".

Per migliorare l'informazione terapeutica è stato dato ai familiari:

1) Brochure informativa sul trattamento con Tossina Botulinica nella spasticità, realizzata nell'ambito del progetto Alice, con la collaborazione del Dott. Giancarlo Ianieri.

2) Depliant illustrativo ed esplicativo sul Theratogs, dato dalla Ditta fornitrice.

I muscoli presi in considerazione sono stati:

- Bicipite Femorale (BF)
- Adduttori (AD)
- Gastrocnemi (GC)
- Soleo (SO)
- Tibiale Anteriore (TA).

L'identificazione anatomica dei muscoli da infiltrare è stata possibile usando manovre kinesiologiche.

La valutazione, iniziale e per i controlli successiva, è stata effettuata mediante:

- Valutazione fisiatrica
- Scala Ashworth modificata per la spasticità
- Registrazione muscolare mediante Myoton
- Valutazione del ROM
- Frequenza e dosaggio terapeutico della tossina botulinica.

Tutti i gruppi hanno effettuato un training riabilitativo comprendente:

- VISS
- SPAD
- Idrokinesiterapia
- Terapia neuro-motoria.

Il trattamento riabilitativo è iniziato dopo circa 2 settimane dalla prima seduta infiltrativa di tossina botulinica, in modo da ottimizzare i risultati, legati all'effetto del farmaco.

I controlli sono stati effettuati con il seguente calendario:

- All'inizio della presa in carico. Settembre 2006. Tempo t0.
- Al quinto mese. Gennaio 2007. tempo t1.
- Al nono mese. Maggio 2007. tempo t2.

I controlli sono stati effettuati ogni 4 mesi, tempo medio di durata dell'effetto della tossina botulinica, per rilevare l'eventuale riduzione della spasticità e per evidenziare possibili effetti collaterali.

SCALA ASHWORTH MODIFICATA PER LA SPASTICITA'

Ashworth = 0 spasticità assente

Ashworth = 1 lieve spasticità, solo alla fine del movimento

Ashworth = 1+ lieve spasticità continua, dura meno metà del movimento*

Ashworth = 2 Moderata spasticità durante l'intero movimento

Ashworth = 3 Grave spasticità che limita il movimento

Ashworth = 4 Spasticità non riducibile

* Nello studio il punteggio Ashword 1 + è stato calcolato come valore di 1,5.

REGISTRAZIONE MEDIANTE MYOTON



Fig. Registrazione Myoton mm. adduttori



Fig. Registrazione Myoton mm. adduttori

La registrazione è stata effettuata con la seguente modalità:

- sempre dallo stesso operatore, con il manipolo perpendicolare al ventre muscolare.

- sui muscoli spastici, a riposo, dell'arto inferiore infiltrati con BT: Bicipite Femorale, Adduttori, Gastrocnemi, Soleo, Tibiale Anteriore.

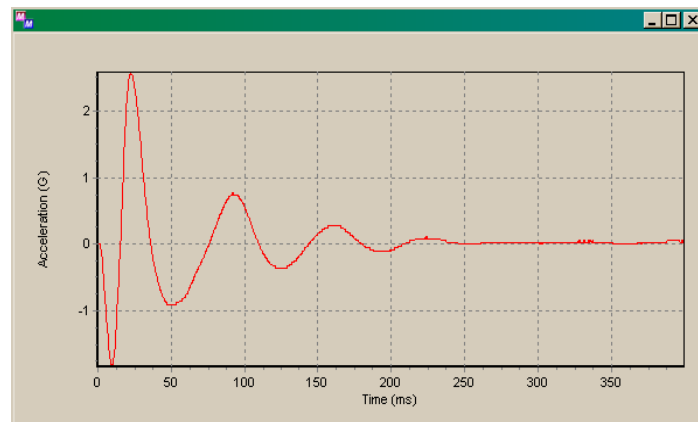


Fig. onda di registrazione

VALUTAZIONE DEL ROM



Fig. Registrazione goniometrica del ROM

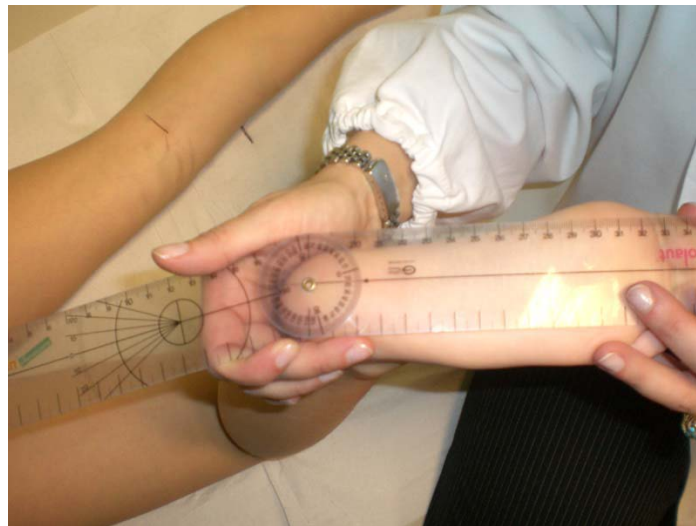


Fig. Registrazione goniometrica del ROM

La valutazione del ROM è stata effettuata mediante goniometro manuale.

FREQUENZA E DOSAGGIO TERAPEUTICO DELLA TOSSINA BOTULINICA.

Per valutare l'efficacia e la sicurezza della tossina botulinica a lungo termine, abbiamo raccolto i seguenti parametri:

- Data di infiltrazione
- Dose totale media
- Numero e localizzazione dei siti infiltrati
- Durata del miglioramento (inteso come l'intervallo tra il trattamento e la ricomparsa dei sintomi tali da richiedere una nuova infiltrazione) e qualità dell'effetto (valutazione oggettiva mediante l'utilizzo della scala di Ashworth e registrazione con Myoton).

Abbiamo somministrato tossina botulinica tipo A (Botox) con diluizione di 1.

Pertanto: $1 \text{ cc} / 100 \text{ U} = 10 \text{ U} / 0.1 \text{ cc}$ 1 cc di soluzione salina: in bicipite femorale (BF), soleo (S), gastrocnemii (GC), adduttori (AD).

Nel caso di trattamento bilaterale dello stesso muscolo si fa riferimento al valore medio.

TABELLE DEI RISULTATI

Legenda:

Scala Ashworth

- B.F. = bicipite femorale
- ADD. = adduttori
- G.C. = gastrocnemi
- S. = soleo
- T.A. = tibiale anteriore

Registrazione Myoton a riposo

- F = frequenza (Hz)
- D = decremento
- S = stiffness (N/m)

Th = Theratogs

GRUPPO A: TOSSINA BOTULINICA + THERATOOGS

Tempo T0

	Scala Ashworth					Registrazione Myoton					BT	Th
Pz	B.F.	ADD	G.C	S	T.A	B.F.	ADD	G.C	S	T.A		
1 aa16	2	2	2			F=10.00 D=0.97 S=228	F=9.50 D=0.65 S=219	F=12.20 D=0.99 S=248			100 100 75	Si
2 aa 6			1+					F=11.10 D=0.88 S=235			50	Si
3 aa 8			1+	2	1+			F=9.60 D=0.80 S=231	F=11.20 D=0.97 S=245	F=10.90 D=0.77 S=229	75 50 50	Si
4 aa 7		2	2				F=9.61 D=0.72 S=221	F=12.21 D=0.92 S=237			75 50	Si

5 aa17	3		2			F=18.50 D=1.18 S=348		F=15.30 D=1.09 S=305			75 50	Sì
6 aa17	1+	2				F=9.70 D=0.96 S=229	F=12.43 D=1.01 S=234				75 100	Sì
7 aa 6		2	3	2			F=12.13 D=0.65 S=213	F=13.70 D=0.98 S=169	F=12.13 D=0.63 S=213		75 50 50	Sì

GRUPPO A

Tempo T1

	Scala Ashworth					Registrazione Myoton					BT	Th
Pz	B.F.	ADD	G.C	S	T.A	B.F.	ADD	G.C	S	T.A		
1 aa16	1+	1+	1+			F=10.34 D=1.39 S=203	F=9.00 D=0.75 S=182	F=10.90 D=0.97 S=199			75 75 50	Sì
2 aa 6			1					F=11.00 D=0.74 S=225			30	Sì
3 aa 8			1	1+	1			F=9.10 D=0.77 S=220	F=11.20 D=1.20 S=213	F=11.00 D=0.75 S=215	50 30 50	Sì
4 aa 7		1+	1+				F=8.58 D=0.60 S=205	F=12.28 D=1.03 S=226			50 50	Sì
5 aa17	2		2			F=18.00 D=1.03 S=302		F=15.35 D=1.19 S=300			50 50	Sì
6 aa17	1+	2				F=8.65 D=0.97 S=233	F=12.50 D=1.5 S=228				75 100	Sì
7		1+	2	1+			F=12.16	F=11.90	F=12.40		50	Sì

aa 6							D=1.00	D=0.95	D=0.77		30	
							S=107	S=115	S=197		30	

GRUPPO A

Tempo T2

	Scala Ashworth					Registrazione Myoton					BT	Th
Pz	B.F.	ADD	G.C	S	T.A	B.F.	ADD	G.C	S	T.A		
1 aa16	1	1	1			F=10.21 D=1.08 S=190	F=9.10 D=0.81 S=173	F=10.81 D=0.73 S=185			50 50 50	Si
2 aa 6			1					F=10.90 D=0.75 S=218			30	Si
3 aa 8			1	1	1			F=9.00 D=0.85 S=219	F=10.96 D=1.15 S=205	F=10.89 D=0.65 S=203	50 30 50	Si
4 aa 7			1					F=12.30 D=1.02 S=215			50	Si
5 aa17	1		1			F=17.95 D=1.00 S=295		F=14.77 D=1.08 S=287			50 50	Si
6 aa17	1+	1+				F=8.99 D=1.05 S=241	F=11.45 D=0.95 S=218				75 75	Si
7 aa 6		1+	1+	1+			F=11.79 D=0.81 S=205	F=12.15 D=1.07 S=109	F=11.79 D=0.81 S=205		30 30	Si

GRUPPO B**Tempo T0**

	Scala Ashworth					Registrazione Myoton					BT	Th
Pz	B.F.	ADD	G.C	S	T.A	B.F.	ADD	G.C	S	T.A		
1 aa17	1				2	F=11.28 D=1.33 S=215				F=10.81 D=0.93 S=187	50 100	----
2 aa17	1+	2				F=13.94 D=1.47 S=217	F=11.10 D=1.12 S=211				75 75	----
3 aa18	2		1+			F=15.30 D=1.20 S=231		F=13.60 D=0.89 S=245			100 75	----
4 aa14	3		2			F=16.10 D=0.84 S=272		F=14.29 D=0.98 S=297			75 50	----
5 aa 6			2					F=12.98 D=1.02 S=111			50	----
6 aa 6		2					F=9.80 D=0.87 S=215				50	----
7 aa 8	2	2			2	F=10.63 D=0.98 S=229	F=9.50 D=0.61 S=139			F=15.80 D=1.39 S=232	50 75 50	----
8 aa10	3	3	2			F=12.60 D=1.14 S=165	F=11.20 D=0.96 S=168	F=9.90 D=0.65 S=187			75 75 50	----

GRUPPO B**Tempo T1**

	Scala Ashworth					Registrazione Myoton					BT	Th
Pz	B.F.	ADD	G.C	S	T.A	B.F.	ADD	G.C	S	T.A		
1 aa17	1				1+	F=11.33 D=1.37 S=210				F=10.63 D=0.90 S=179	50 75	----
2 aa17	1	1+				F=13.74 D=1.34 S=210	F=11.17 D=1.07 S=203				75 50	----
3 aa18	1+		1+			F=16.26 D=1.61 S=199		F=17.70 D=1.34 S=225			75 75	----
4 aa14	2		2			F=17.90 D=0.92 S=341		F=15.03 D=1.05 S=285			50 50	----
5 aa 6			2					F=13.07 D=1.05 S=199			50	----
6 aa 6		2					F=10.3 D=0.98 S=210				50	----
7 aa 8	2	2			1+	F=11.70 D=1.38 S=198	F=10.32 D=0.75 S=198			F=16.20 D=1.25 S=228	50 70 30	----
8 aa10	2	2	1+			F=12.21 D=1.00 S=177	F=12.20 D=0.74 S=254	F=12.90 D=0.77 S=198			50 50 30	----

GRUPPO B**Tempo T2**

	Scala Ashworth					Registrazione Myoton					BT	Th
Pz	B.F.	ADD	G.C	S	T.A	B.F.	ADD	G.C	S	T.A		
1 aa17					1					F=10.60 D=0.88 S=168	50	----
2 aa17	1	1				F=13.51 D=1.29 S=208	F=11.09 D=1.10 S=179				50 50	----
3 aa18	1		1+			F=16.24 D=1.57 S=191		F=17.53 D=1.39 S=229			50 75	----
4 aa14	2		1+			F=17.90 D=1.03 S=395		F=14.80 D=0.98 S=273			50 30	----
5 aa 6			1+					F=12.20 D=1.02 S=183			30	----
6 aa 6		2					F=10.7 D=10.9 S=215				50	----
7 aa 8	2	2			1+	F=10.25 D=1.37 S=210	F=10.15 D=1.55 S=204			F=16.16 D=1.33 S=239	50 50 50	----
8 aa10	2	1+	1			F=12.30 D=1.03 S=179	F=11.92 D=0.81 S=263	F=11.79 D=0.63 S=201			50 30 30	----

GRUPPO C**Tempo T0**

	Scala Ashworth					Registrazione Myoton					BT	Th
Pz	B.F.	ADD	G.C	S	T.A	B.F.	ADD	G.C	S	T.A		
1 aa16	2	2				F=13.55 D=1.59 S=234	F=11.21 D=1.15 S=209				----	----
2 aa10	2	2	2			F=10.54 D=1.12 S=228	F=9.32 D=0.56 S=162	F=13.88 D=132 S=227			----	----
3 aa7				2	2				F=12.87 D=1.13 S=169	F=12.13 D=0.98 S=217	----	----
4 aa6		1+				F=11.14 D=1.15 S=153					----	----
5 aa8		3	2			F=15.13 D=1.44 S=237	F=12.15 D=1.36 S=213				----	----

GRUPPO C**Tempo T1**

	Scala Ashworth					Registrazione Myoton					BT	Th
Pz	B.F.	ADD	G.C	S	T.A	B.F.	ADD	G.C	S	T.A		
1 aa16	2	2				F=13.45 D=1.48 S=233	F=11.24 D=1.09 S=211				----	----
2 aa10	2	1+	2			F=10.59 D=1.18 S=213	F=9.00 D=0.45 S=135	F=13.91 D=127 S=213			----	----
3 aa7				1	1				F=11.89 D=1.16 S=112	F=12.13 D=1.02 S=215	----	----
4 aa6		1+				F=11.07 D=1.18 S=126					----	----
5 aa8		2	2			F=14.19 D=1.41 S=237	F=12.03 D=1.22 S=213				----	----

GRUPPO C**Tempo T2**

	Scala Ashworth					Registrazione Myoton					BT	Th
Pz	B.F.	ADD	G.C	S	T.A	B.F.	ADD	G.C	S	T.A		
1 aa16	2	2				F=13.51 D=1.45 S=249	F=11.14 D=1.00 S=219				----	----
2 aa10	2	1	2			F=10.78 D=1.58 S=231	F=10.14 D=0.56 S=129	F=13.82 D=1.47 S=205			----	----
3 aa7				1+	1				F=11.79 D=1.36 S=110	F=12.23 D=1.22 S=225	----	----
4 aa6		1+				F=11.13 D=1.23 S=124					----	----
5 aa8		2	2			F=14.21 D=1.52 S=251	F=12.00 D=1.21 S=209				----	----

TABELLA DEI RISULTATI MEDI

LEGENDA:

- G= Gruppo
- Ash= Scala Ashworth

	Settembre T0			Gennaio T1			Maggio T2		
G	Ash	BT	Myoton	Ash	BT	Myoton	Ash	BT	Myoton
A	1.87	68.75	F=11.89 D=0.88 S=237.75 Media 83.5	1.53	49.69	F=11.52 D=0.97 S=210.69 Media 74.39	1.13	44.67	F=10.82 D=0.86 S=198 Media 69.89
B	1.94	60.29	F=12.42 D=1.02 S=207 Media 73.67	1.62	55	F=13.28 D=1.09 S=219.62 Media 77.99	1.50	46.33	F=13.14 D=1.13 S=222.46 Media 78.91
C	2.05	-----	F= 12.19 D=1.18 S=206.7 Media 73.36	1.70	----	F= 11.95 D=1.15 S=190 Media 67.96	1.80	-----	F= 12.07 D=1.26 S=195.2 Media 69.51

GRAFICI

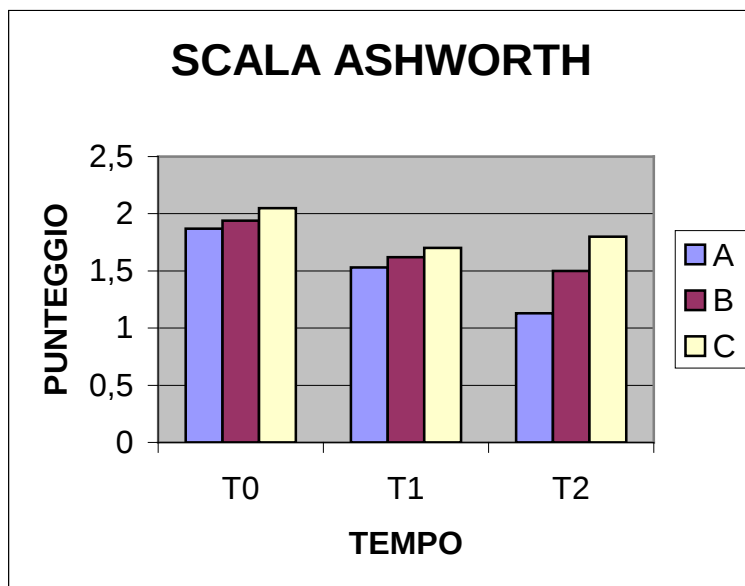


GRAFICO SCALA ASHWORTH: GRUPPO A-B-C

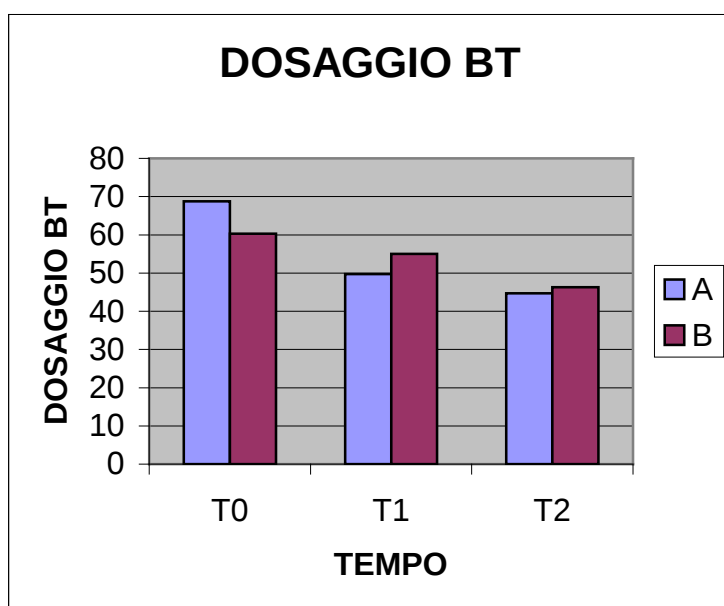


GRAFICO DOSAGGIO BT: GRUPPO A-B

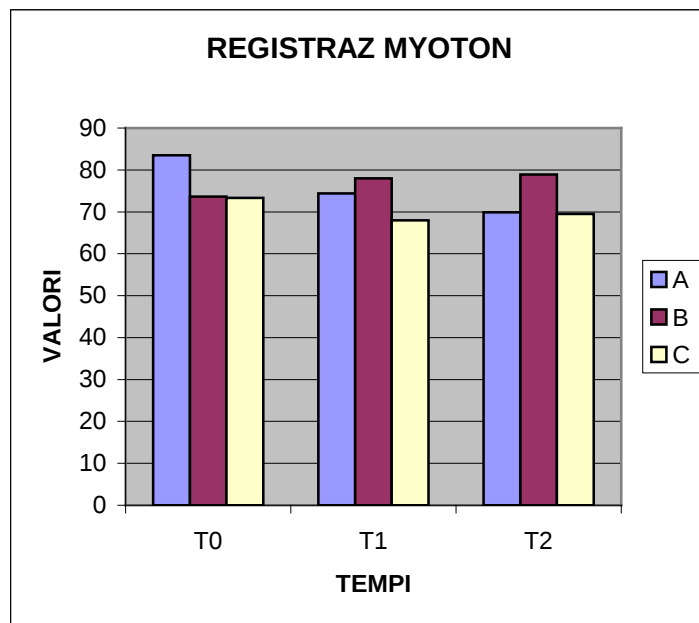


GRAFICO REGISTRAZIONI MYOTON: GRUPPO A-B-C

VALUTAZIONE STATISTICA

I dati sono in fase di valutazione.

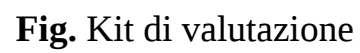


Fig. Kit completo

Sequenza, timer e modalità di applicazione



Fig. Montaggio Tank Top



Fig. Montaggio HIpster

1° Fase: Durata: 1 settimana. Con la finalità di:

- *Adattamento e presa di confidenza con l'indumento.*
- *Il bimbo indossa il Theratogs solo alcune or/die.*

2° Fase Durata 1 mese. Prima applicazione delle fasce. Con la finalità di:

- *Stabilizzare l'unità tronco-bacino*
- *Rinforzare la muscolatura degli addominali e del rachide*
- *Rinforzare la muscolatura dei glutei*
- *Facilitare la seduta ischiatica.*



Fig. Rinforzo paravertebrale



Fig. Rinforzo dei glutei



Fig. Applicazione bretella dorsale

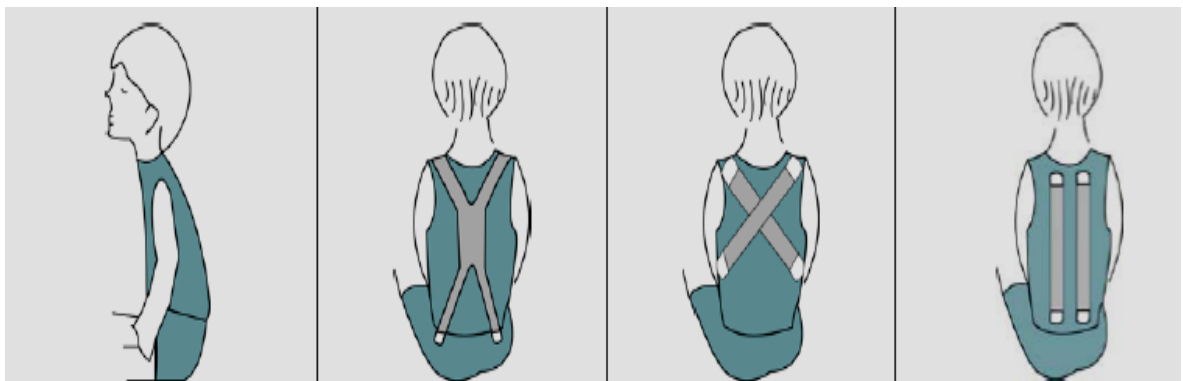


Fig. Esempi di applicazione fasce dorsali

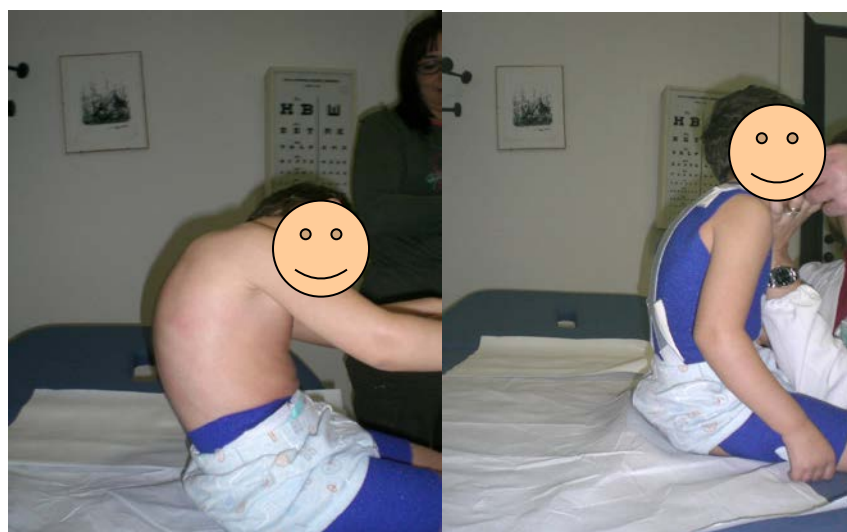


Fig. Applicazione fasce di rinforzo dorsale, glutei e addominali

3° Fase: Durata 1 mese. Con la finalità di:

- *Modificazione dei punti di tensione delle fasce applicate in Fase 2.*

- *Eliminazione o modificazione delle fasce applicate in Fase 2.*
- *Applicazione di fasce agli AAI, con interessamento dei muscoli della coscia.*



Fig. Rinforzo del quadricipite



Fig. Stabilizzazione anca e riduzione dell'abduzione

4° Fase: Durata 1 mese. Con la finalità di:

- *Applicazione di fasce agli AAI, con interessamento dei muscoli di gamba e piede.*



Fig. Ancoraggio fascia coscia-gamba

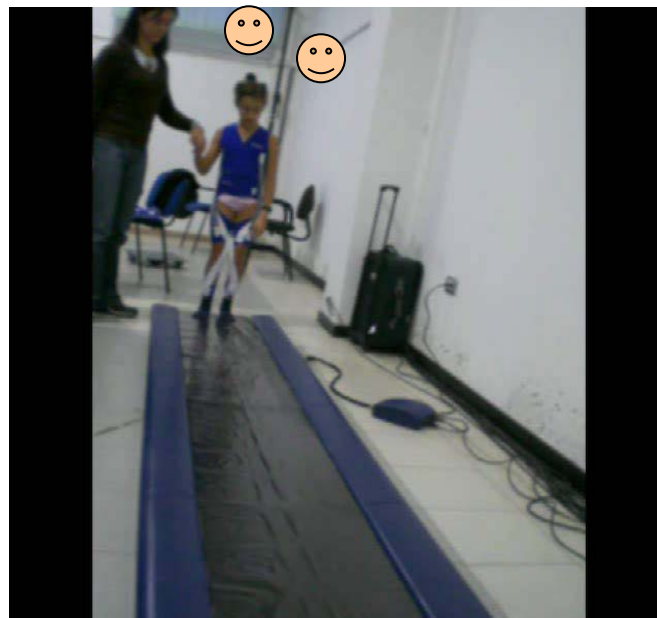


Fig. Gait Analysys

VISS



Fig. Apparecchio VISS



Fig. Montaggio fasce e coppette VISS

Schema di trattamento

Durata seduta: *15 minuti. Frequenza = 120 Herz*

Frequenza: *3/sett. 10-12 sedute 2 cicli: autunno-primavera*

SPAD

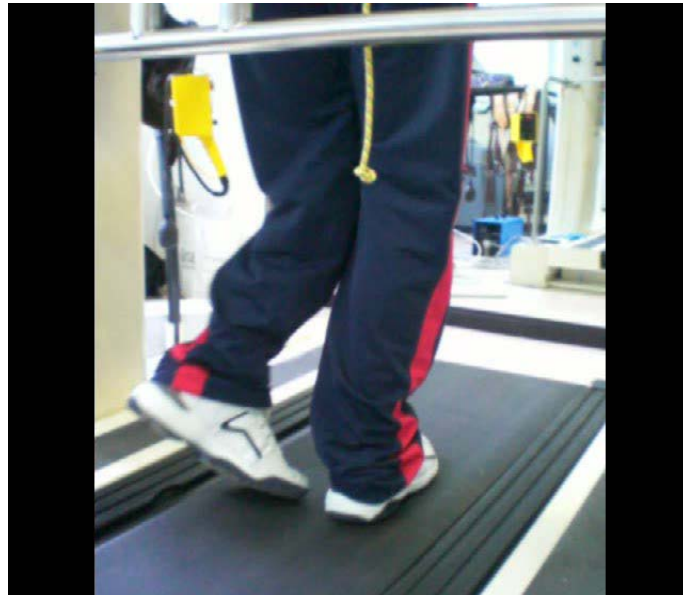


Fig. Deambulazione alla SPAD

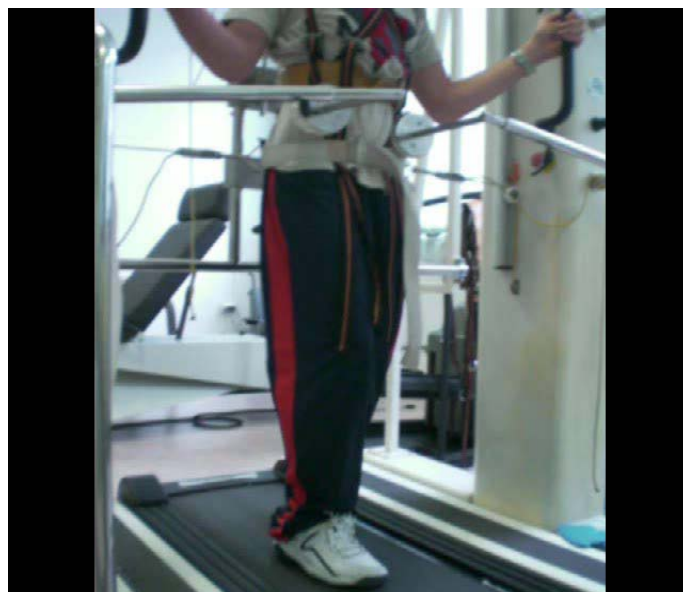


Fig. Deambulazione alla SPAD

Schema di trattamento

Durata seduta: *fino ad un massimo di 20', con incremento graduale a partire da 5'*

Frequenza: *3/sett. 10-12 sedute 2 cicli: autunno-primavera*

RIABILITAZIONE IN ACQUA



Fig. IKT. Utilizzo di galleggianti

Schema di trattamento

Durata seduta: *60' di cui 15' a terra e 45' in vasca*

Frequenza: *3/sett. 10-12 sedute 2 cicli: autunno-primavera*

Temperatura H2O: *32°- 36°C*

Livello d'immersione: *linea mammaria trasversa*

TDR/paziente = *1/1*

Fasi in vasca: I-VI

Fase 1: Durata 5 minuti.

- *Presa di contatto con l'acqua*
- *Seduta a bordo vasca*
- *Trasferimento in H₂O*
- *Immersione del volto e poi del capo in acqua.*

Fase 2: Durata 10 minuti

- *Rilassamento, mediante l'ausilio di braccioli, tubolari, galleggianti.*
- *Esercizi di scivolamento sull'acqua con ampi movimenti sinusoidali indotti dal TDR secondo metodica PNF.*

Fase 3: Durata 5-10 minuti

- *Stretching segmentale, globale, con PNF.*

Fase 4: Durata 5 minuti.

- *Mobilizzazione passiva da supino e prono.*
- *Cambi posturali.*
- *Controllo del diaframma.*

Fase 5: Durata 15 minuti

- *Programma individuale.*

Fase 6: Durata 5 minuti

- *Rilassamento e transfert dalla vasca.*

10)5 RISULTATI

Nell' analisi dei risultati si fa riferimento ai valori medi.

	Settembre T0			Gennaio T1			Maggio T2		
Gruppo	Ashwort	BT	Myoton	Ashwort	BT	Myoton	Ashwort	BT	Myoton
A	1.87	68.75	83.50	1.53	49.69	74.39	1.13	44.67	69.89
B	1.94	60.29	73.67	1.62	55	77.99	1.50	46.33	78.91
C	2.05	-----	70.36	1.70	----	67.96	1.80	-----	69.51

Dall'analisi dei risultati si evidenzia:

A) nel Gruppo A, sottoposto a trattamento infiltrativo con BT, utilizzo del tutore a fasce e strappo Theratogs e trattamento riabilitativo, si evidenzia un miglioramento, rispetto al Gruppo B e C, della spasticità in termini di Scala Ashworth, Registrazioni Myoton e riduzione del dosaggio di BT inoculata, sia al primo che al secondo controllo.

Per quanto concerne l' andamento dei parametri registrati dal Myoton si evidenzia una riduzione della Frequenza al primo e secondo controllo; un aumento del Decremento al primo controllo ed un suo ritorno ai valori di partenza al secondo controllo; un decremento della Stiffness al primo e secondo controllo.

B) nel Gruppo B, sottoposto a trattamento infiltrativo con BT e trattamento riabilitativo, si è registrata una riduzione della spasticità sia al primo che al secondo controllo, anche se minore rispetto al gruppo A, una riduzione del dosaggio medio di BT, anche se minore rispetto al gruppo A ed un aumento del punteggio Myoton.

Per quanto concerne l' andamento dei parametri registrati dal Myoton si evidenzia un aumento della Frequenza al primo controllo ed un suo ritorno ai valori di partenza al secondo controllo; una costanza del Decremento al primo e secondo controllo; un aumento della Stiffness al primo e secondo controllo.

C) nel Gruppo C, avente effettuato solo trattamento riabilitativo, i punteggi della Scala Ashworth e le registrazioni Myoton sono rimaste sostanzialmente invariate, sia al primo che al secondo controllo.

Per quanto concerne l' andamento dei parametri registrati dal Myoton si evidenzia una costanza della Frequenza e del decremento al primo e secondo controllo; un lieve decremento della Stiffness al primo e secondo controllo.

Parallelamente nel Gruppo A e B abbiamo assistito ad una diminuzione del dosaggio medio di BT e della valutazione Ashworth; ma il miglioramento delle caratteristiche intrinseche del muscolo, analizzate con il Myoton si è avuto solo nel Gruppo A.

Durante il trattamento non sono state riportate reazioni avverse.

10) 6 DISCUSSIONE

In letteratura sono presenti numerosi lavori sulla efficacia della BT. Pertanto questo Studio parte dal presupposto che il trattamento infiltrativo con BT per la spasticità muscolare, sia di per sé un approccio valido. Ma un approccio focale alla spasticità non sempre è di per sé efficace, in quanto non tiene conto che in un pattern alterato di movimento accanto ai muscoli spastici ci sono muscoli ipotonici.

In questo contesto ben si colloca infatti l'utilizzo di una ortesi che favorisca il movimento, lavorando, di volta in volta, su specifici gruppi muscolari. L'aggiunta del tutore a fasce e strappo ha ridotto l'ipertono dei muscoli spastici ed aumentato il tono dei muscoli agonisti ipotonici, mediante un lavoro rispettivamente di allungamento ed accorciamento muscolare, ed ha migliorato la mobilità articolare, donando al paziente una maggiore stabilità posturale ed un miglior pattern motorio.

In base alla legge della innervazione reciproca di Sherrington l'infiltrazione di BT nei muscoli sede di spasticità favorisce una più efficace contrazione degli antagonisti, il che comporta, per un meccanismo di down-regulation, una ulteriore riduzione dell'ipertono sul muscolo spastico. Ma ciò è reso possibile anche con l'utilizzo del Theratogs, in questo caso la down-regulation non sarà indotta dalla terapia farmacologica con BT, ma dal lavoro delle fasce e quindi regolata dalle leggi della bio-meccanica.

Scopo di questo studio è stato quello di valutare se il trattamento infiltrativo con BT in associazione all'utilizzo di una ortesi a fasce e strappo, potesse rappresentare una valida scelta riabilitativa nel trattamento della spasticità.

A tal proposito lo studio ha evidenziato un miglior risultato, in termini di punteggio medio Scala Ashworth modificata e punteggio medio delle registrazioni Myoton, nella riduzione della spasticità degli AAI, mediante

l'utilizzo combinato della BT e del tutore a fasce e strappo Theratogs, rispetto al solo utilizzo della BT.

Dalla valutazione Ashworth si evidenzia una riduzione della spasticità in entrambi i gruppi, ma migliore nel Gruppo A, rispetto al Gruppo B e C, sia a breve che a lungo termine.

Dalla valutazione Myoton si evidenzia un andamento migliore nel Gruppo A, con una significativa riduzione della "Frequenza", ossia della capacità del muscolo di espandere l'onda somministrata, e della "Stiffness", ossia della capacità intrinseca del muscolo di resistere allo stimolo pressorio. Essendo la frequenza e la stiffness direttamente proporzionali al tono muscolare, un loro decremento è espressione della riduzione del tono muscolare di base e di un aumento della perfusione capillare. Il "Decremento", espressione della elasticità muscolare, non ha un andamento così significativo.

La diminuzione dell'ipertono muscolare, evidenziata comunque in entrambi i Gruppi, ma maggiore nel Gruppo A, permette al riabilitatore di impostare un miglior trattamento riabilitativo.

Nello specifico, l'utilizzo aggiuntivo dell'ortesi a fasce e strappo permette:

- una migliore modulazione della spasticità
 - una miglior postura in statica e dinamica
 - un incremento della motricità funzionale
 - una miglior rappresentazione del sé corporeo.
- La migliore modulazione della spasticità, rispetto al solo intervento farmacologico, è il risultato di una correzione posturale, funzionale, propriocettiva.
- La miglior postura in statica e dinamica è data dal giusto tensionamento delle fasce, dalla corretta scelta del punto di ancoraggio delle fasce, dal creare leve vantaggiose muscolari, dalla modifica del baricentro corporeo, dall'incremento della compliance respiratoria.
- L'incremento della motricità funzionale è dato da un migliore reclutamento muscolare, determinato questo dal fatto che la tensione delle fasce mira a

riequilibrare la lunghezza dei muscoli (accorciando i muscoli ipotonici, di per sé allungati, ed allungando i muscoli spastici, di per sé contratti).

- La miglior rappresentazione del sé corporeo è in funzione delle efferenze esteroceettive date dal materiale interno (Fabbriofarm) di rivestimento della tuta. Quindi rispetto al solo utilizzo della BT, l'ortesi a fasce e strappo permette un risultato più globale, di armonizzazione muscolare, sia in statica, in termini di postura, che in dinamica, in termini di reclutamento muscolare funzionale e sequenziale nel pattern di movimento.

Poiché tutti i gruppi si sono sottoposti al medesimo programma riabilitativo, costituito da SPAD, Idrokinesiterapia, VISS e riabilitazione neuromotoria, nella discussione non se ne tiene conto. Ma d'altro canto non si può far BT al di fuori di un percorso riabilitativo.

Nello specifico il programma riabilitativo da noi proposto, intrapreso in seguito alla somministrazione di BT, ha la finalità di:

A) A livello del tessuto muscolare:

- aumentare la plasticità muscolare
- ridurre le resistenze intrinseche muscolari
- ridurre l'atrofia muscolare (prevalentemente delle fibre tipo II rispetto alle fibre di tipo I)
- aumentare la vascolarizzazione, e quindi l'ossigenazione, grazie ad un aumento della rete capillare, ad una minore ischemia tissutale causata dall'ipertono spastico
- ridurre la trasformazione del tessuto muscolare in tessuto connettivale.

B) A livello posturale:

- migliorare la postura in statica e dinamica
- migliorare la compliance respiratoria
- migliorare il confort
- migliorare la rappresentazione del sé corporeo.

C) A livello motorio:

- incrementare la motricità funzionale
- diminuire la spesa energetica locomotoria
- preservare le articolazioni, grazie ad un miglior lavoro muscolare.

D) A livello psicologico:

- migliorare la fiducia in sé
- migliorare la socializzazione, l'attenzione e la partecipazione al gioco o nelle attività scolastiche.

Per quanto concerne i risvolti psicologici avuti dal Theratogs, non nascondo che questi hanno sorpreso anche me. Ho visto un grande entusiasmo sia da parte dei genitori che dei bambini, soprattutto.

Mi hanno commosso i sorrisi e le esclamazioni di gioia dei bambini nel dire frasi tipo: *“finalmente qualcosa inventato per me!”*; *“era ora, vero mamma!”*; o di grandi sospiri fatti nell'indossarlo; o dai racconti dei genitori: *“la mia bambina si alza più volentieri la mattina per andare a scuola, anche se è costretta a farlo 15 minuti prima del solito, perché indossa il suo Theratogs”*; o, come ha detto un'altra mamma: *“la mia bimba alla recita scolastica non si è nascosta all'ultima fila, come l'anno scorso, ma era in prima fila ed ha ballato!”*; o di un ragazzino introverso e in lotta contro il mondo, che dopo un anno di terapia è tornato, appositamente da solo, al controllo per ringraziare e per far vedere un articolo comparso sul giornale, dove egli parlava della possibilità di realizzare il suo sogno di fare il poliziotto, perché ora poteva stare ben dritto e camminare da solo. Durante quell'incontro egli ha chiesto scusa del suo passato comportamento indisponente e sfiduciato e ha raccontato che anche il rapporto in famiglia andava meglio.

Ricordo altresì una famiglia splendida della Sicilia che ha affrontato ogni volta un viaggio così lungo, solo perché il loro figlio cresceva meglio.

Un'altra cosa che ha sorpreso sia me che i pediatri di riferimento è stato il constatare un significativo start di accrescimento nei bimbi sottopeso (al di sotto del III percentile), dopo solo un mese dall'utilizzo del Theratogs. La

motivazione che io ho trovato è stata quella di dire che quando un bimbo sta bene nel suo corpo cresce meglio.

Ricordo, in un'altra occasione, che dei genitori sono tornati al controllo dopo 1 mese ed io, nel guardare il bambino, ho pensato: “...*avranno portato il fratello più grande*”, invece era lui, solo vistosamente cresciuto. Tant'è che il passeggiare richiesto pochi mesi prima, risultava essere già piccolo e la madre era preoccupata perchè aveva paura che la ASL non ne avrebbe autorizzato un altro.

La miglior acquisizione del sé corporeo, il continuo stimolo propriocettivo, grazie ad una stimolazione cutanea continua indotta dal rivestimento interno dell'ortesi, indipendentemente dall'utilizzo esterno delle fasce, ha ridotto di molto l'incidenza di diversi problemi, quali: dispepsia post prandiale, insonnia, crisi epilettiche, BPCO ed ab-ingestis. Dei genitori mi hanno raccontato che se il bambino indossava il Theratog la notte (n.b. la ditta fornitrice ne sconsiglia l'utilizzo la notte) dormiva tranquillamente nel suo lettino, altrimenti voleva dormire nel letto con loro; probabilmente il bambino, indossando l'indumento, si sentiva più protetto.

All'inizio del mio lavoro con il Theratogs credevo che le modificazioni posturali e motorie indotte dalla applicazione delle fasce fossero manifeste solo durante l'utilizzo dell'ortesi stessa, e che non indossando il Theratogs il bambino perdesse quanto acquisito. Invece oggi posso affermare l'esatto contrario. Ciò probabilmente è riconducibile al fatto che il lavoro indotto dalle fasce è un lavoro muscolare attivo e non passivo, Agente sia sui gruppi muscolari interessati dalla spasticità, sia sulla muscolatura del bacino e del tronco.⁽²⁹⁾

Ecco perché alcune mamme dicono che i loro bimbi a fine giornata, indossando il Theratogs, sono più stanchi. Un lavoro muscolare attivo, facilitato dall'utilizzo delle fasce, fa sì che il muscolo acquisisca quelle giuste informazioni, grazie alle quali, anche in assenza del supporto delle fasce, sarà in grado di lavorare in maniera funzionale.

Si ricorda a tal proposito che l'unità contrattile del muscolo - il sarcomero - lavora in condizioni ottimali quando raggiunge un accorciamento del 70%. Ed il lavoro muscolare risiede nell'accorciamento dal 100% (lunghezza iniziale del muscolo) al 70%. Quindi la fascia elastica ltrò non fa che riportare il muscolo il più possibile vicino a quel 100% di cui sopra, e ciò è valido sia per i muscoli spastici (il cui 100% tende al 70% già riposo), che per i muscoli ipotonici (la cui lunghezza è maggiore e l'accorciamento del sarcomero se pur presente, risulta insufficiente). Se poi ampliamo il concetto dal singolo muscolo alle catene cinetiche di movimento, le fasce sono in grado di armonizzare e sequenzializzare l'attivazione muscolare nel pattern di movimento.

E' di fondamentale importanza la valutazione pre-trattamento, sia per calcolare il dosaggio di BT, sia per l'applicazione delle fasce del Theratogs.

Dopo il primo trattamento infiltrativo di BT e dopo la prima applicazione del Theratogs le valutazioni successive serviranno alla definizione ed aggiustamento del trattamento.

Nel monitoraggio i pazienti affetti da spasticità cronica vanno considerati sempre come *'nuovi pazienti'*, in quanto, la riduzione della spasticità, la modificazione posturale e la modificazione del pattern di movimento potrà render necessario per quanto riguarda la BT modificare il dosaggio, la diluizione, i muscoli infiltrati; e per quanto riguarda il Theratogs modificare la modalità di applicazione delle fasce in termini di lunghezza, tensionamento, direzione, scelta dei gruppi muscolari sui quali lavorare.

In conclusione, lo studio conferma la validità del trattamento infiltrativo di BT nella spasticità focale, ma dimostra che l'associazione del trattamento infiltrativo di BT con l'applicazione del tutore a fasce e strappo amplifichi i risultati, sia nell'immediato che a lungo termine, e determini un minor uso di BT nel tempo.

BIBLIOGRAFIA

1. Bax et al: Terminology and classification of Cerebral Palsy. Dev. Med. Child. Neurol., 6: 295-7, 1964.
2. Hagberg, Alberman, Mutch: Cerebral Palsy epidemiology: we are we now and where are we going? Dev. Med. Child. Neurol., 34: 547-55, 1992.
3. Barkovich A.J., Truivit C.L. Brain damage from perinatal asphyxia: correlation of MR findings with gestation age. Amer. Journ. Neuroradiology., 11: 1087-1096, 1990.
4. Hagberg B., Hagberg G., Olow I.:the changing panorama of cerebral palsy in Sweden. I. 1954-1970 Acta pediat. Scand., 64: 259-264, 1995.
5. Cioni G., Sales B., Paolicelli P.B. et al.: MRI and clinical charateristic of children with hemiplegic cerebral palsy. Neuropediatrics, 30: 249-55, 1999.
6. Fedrizzi E., Dal Brun A., Stella M.G. et al.: evoluzione neurofunzionale del bambino con emiplegia congenita. Giorn. Neuropsich. Età evolut. Suppl. 4: 62-72, 1989.
7. Yokochi K., Yokochi M., Kodama K. motor function of infants with spastic hemiplegia. Brain and development, 17: 42-48, 1995.
8. Riva D., Dal Brun A., Pantaloni C. et al.: Emiplegia spastica congenita: evoluzione neuropsicologica. Giorn. Neuropsich. Età Evol. Suppl. 4, pp.73-82, 1989.

9. Fedrizzi E., Inverno M., Botteon G. et al: The cognitive development of children born preterm and affected by spastic diplegia. *Pediatric Neurology*, vol.6,4,245-250,1990.
- 10.Yokochi K., Hosoe A. Shimabukuro S. et al: Gross motor patterns in children with cerebral palsy and spastic diplegia. *Pediatric Neurology*, vol. 6,4, 245-250, 1990.
- 11.Yokochi K., Inukai k., Hosoe M et al: Leg Movements in the supine position of infants with spastic diplegia. *Dev Med Child Neurol.*, 33: 903-907,1991.
- 12.Ferrari A: schede illustrative e percettive del bambino con paralisi cerebrali cerebrale infantile.
- 13.Ferrari A: schede illustrative e percettive del bambino con paralisi cerebrali cerebrale infantile (forme spastiche). In proposte riabilitative nelle Paralisi cerebrali infantili. In Ferrari A, Cioni G, Ed Del Cervo, pp16-43, Tirrenia (PI) 1997.
- 14.Steinlin M. et al:Non progressive congenital ataxia. *Brain & Development*, 20: 199-208,1998
- 15.Montecucco C. Atti del Corso “Tossina Botulinica nuove indicazioni terapeutiche Bologna 2004”.
- 16.Boyd , Graham (1997) Botulinum Toxin A in the menagement of child with cerebral palsy

17. Matthews PBC and Stein RB. The Sensitivity of muscle spindle afferents to small sinusoidal changes of length. *J Physiol* 200: 723-743. 1969.
18. Hagbarth KE And Macefield VG. The fusimotor system. Its role in fatigue. *Adv Exp Med Biol* 384: 259-270. 1995.
19. Hagbarth KE et al. Reduced servo-control of fatigued human finger extensor and flexor muscles. *J Physiol* 485: 865-872 1995
20. Saggini R: Aggiornamenti per fisioterapista: riconversione creditizia in fisioterapia Gr Editrice Roma Saggini R, De Antoni A. pp251- 269, 2007.
21. Marenzi R. effetti dell'acqua in riabilitazione. In: Zorzi GA, ed. *Riabilitazione 2000, L Era dell'Acqua*. Pordenone, 2000:21-29
22. Ortolani M. Atzori B., Cardani R. elementi di biomeccanica del gesto terapeutico in idrokinesiterapia. *Giorn Ital med. Riab* 1993; 1 (7):4-13)
23. Mazzaro E, Armani S. Boccardo S. Ruolo dell'acquaticità in idrokinesiterapia.
24. *Giorn Ital Med riab* 1996; 10 (2)
25. Young J.L., Mayer R.F.: Physiological alterations of motor units in hemiplegia. *J. Neurol. Sci.* 54: 401-412, 1982.
26. Troni W., Bergamini L.: Fisipatologia delle vie piramidali. In: *Trattato di Medicina Fisica e Riabilitazione. Trattato di Medicina Fisica e riabilitazione*, 445-452.

- 27.Lance J.W.: The control of muscle tone , reflexes and movement . Neurology (N.Y.) 30: 1303-1313, 1980.
- 28.Nardone A: Controllo sopraspinale del cammino VIII Congresso Nazionale SIAMOC 2007) (Kerrigan DC, Thirunarayan MA, Sheffter LR, Ribaldo TA, Corcoran PJ. A tool to assess biomechanical gait efficiency; a preliminary clinical study. Am J Phhys Med Rehabil 1996; 75:3-8.
- 29.Saggini R., Ridi R. Equilibrio Corporeo. Dinamica Corporea e Benessere. Ed. Martina, Bologna 2002.
- 30.D'Amico M. et al. Riabilitazione della locomozione mediante sistemi di allevio programmato del carico corporeo associato a treadmill: una esperienza pilota. Eur. Med. Phys 2004;40 (suppl.to No.3): 839-43.
- 31.Hesse S, Konrad M, Uhlenbrock D. Treadmill walking with partial body weight support versus floor walking in hemiparetic subjects. Arch. Phys Med Rehabil. 1999 Apr; 80 (4):421-7.
- 32.Kosak MC, Reding MJ. Comparison of partial body weight supported treadmill gait training versus aggressive bracing assisted walking post stroke. Neurorehabil Neural Repair 2000; 14(1):13-9.
- 33.Moseley AM, Stark A, Cameron ID, Polooock A. Treadmill training and body weight support for walking after stroke. Cochrane Database Syst rev 2005; 4: CDoo2840. pub2.

