



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI ROMA  
"TOR VERGATA"**

FACOLTA' DI MEDICINA E CHIRURGIA

DOTTORATO DI RICERCA IN SCIENZE DELLO SPORT

XXII CICLO DEL CORSO DI DOTTORATO

*“Studio sperimentale sull’apprendimento motorio in relazione  
al disturbo di alcune variabili esterne”*

**Docente Guida/Tutor:**  
Prof. Calogero Foti

**Dottoranda:**  
Marialetizia Mollo

**Coordinatore:**  
Prof. Antonio Lombardo

A.A. 2009/2010

# **Indice**

<b>Ringraziamenti</b>	<b>Pag. 1</b>
<b>Introduzione</b>	<b>Pag. 2</b>
Appendice I	<b>Pag. 3</b>
Attuale legislazione della Laurea in Scienze Motorie	
<b>CAPITOLO 1</b>	
<b>Attività Fisica Adattata</b>	
<b>Che cosa'è e a che cosa serve</b>	<b>Pag. 12</b>
1.1) Le evidenze della letteratura scientifica	<b>Pag. 14</b>
<b>CAPITOLO 2</b>	
<b>Prolegomeni alla Medicina Riabilitativa</b>	<b>Pag. 16</b>
2.1) Definizione di menomazione, disabilità e svantaggio sociale	<b>Pag. 17</b>
2.2) Studi sul Processo Riabilitante-Disabilitante	<b>Pag. 19</b>
2.3) Abilità e agilità	<b>Pag. 20</b>
<b>CAPITOLO 3</b>	
<b>Figure professionali in medicina riabilitativa</b>	<b>Pag. 23</b>
<b>APPENDICE II</b>	
<b>People with Multiple Sclerosis and Physical Exercise: Tai Chi Chuan, an ancient innovative proposal</b>	<b>Pag. 27</b>
<b>CAPITOLO 4</b>	
<b>L'apprendimento motorio</b>	<b>Pag. 31</b>
4.1) Apprendimento basato sul problema	<b>Pag. 34</b>
4.2) La capacità e la capacità di prestazione	<b>Pag. 35</b>
4.3) Approccio all'elaborazione dell'informazione	<b>Pag. 37</b>
4.4) Stadi di elaborazione dell'informazione	<b>Pag. 37</b>
4.5) L'anticipazione	<b>Pag. 39</b>
4.6) Tempo di reazione e presa di decisione	<b>Pag. 40</b>

4.7)	Selezione della risposta: elaborazione controllata e automatizzata	Pag. 45
4.8)	Programmazione della risposta	Pag. 45
4.9)	La memoria	Pag. 46
4.10)	Contributo delle afferenze sensoriali e sensitive alla prestazione abile	Pag. 47
4.11)	Modello integrato della prestazione umana	Pag. 50
4.12)	Visione focale e controllo motorio	Pag. 54
4.13)	Controllo motorio a circuito chiuso	Pag. 56
4.14)	Controllo motorio a circuito aperto	Pag. 57
4.15)	Programmi motori e modello concettuale	Pag. 59
4.16)	Definizione degli obiettivi	Pag. 61
4.17)	Transfer di apprendimento	Pag. 61
4.18)	Le fasi dell'apprendimento motorio	Pag. 62

## **CAPITOLO 5**

<b>Il movimento condizionato</b>	Pag. 65
5.1) Analisi procedurale	Pag. 68

## **CAPITOLO 6**

<b>Introduzione allo studio sperimentale</b>	Pag. 73
--	---------

### ***“Studio sperimentale sull'apprendimento motorio in relazione al disturbo di alcune variabili esterne”***

6.1)	Finalità del progetto sperimentale	Pag. 77
6.2)	Materiali e Metodi	Pag. 77
6.3)	Prima della simulazione di trauma in multisensorialità	Pag. 80
6.4)	Simulazione di trauma in multisensorialità	Pag. 80
6.5)	Dopo la simulazione di trauma in multisensorialità	Pag. 81
6.6)	Re-Test	Pag. 81
6.7)	Analisi statistica	Pag. 82
6.8)	Analisi dei dati	Pag. 93
6.9)	Discussione	Pag. 98

<b>Conclusioni</b>	Pag. 100
--------------------	----------



## **Ringraziamenti**

*Giunta al termine di questo lavoro desidero ringraziare ed esprimere la mia riconoscenza nei confronti di tutte le persone che, in modi diversi, mi sono state vicine ed hanno permesso ed incoraggiato sia i miei studi che la stesura di questa tesi.*

*I miei più sentiti ringraziamenti vanno innanzitutto al mio Tutor, il **Prof. Calogero Foti**, colui che ho seguito dai primi anni di studi universitari, per la fiducia dimostratami e per avermi dato modo di riflettere sul mio futuro professionale alimentando in me nuove sfide e nuove motivazioni...credo davvero di non essere in grado di esprimere la mia gratitudine in poche righe, potrei occuparne tantissime ma rischierei di essere noiosa, preferisco così mettere un punto e andare avanti.*

*Un ringraziamento speciale va al **Dott. Alfio Caronti** senza il quale questo studio sperimentale non avrebbe avuto modo di esistere, lo ringrazio per avermi aperto gli occhi verso qualcosa di nuovo e per avermi guidato con il suo entusiasmo nello svolgimento della sperimentazione.*

*Ringrazio tantissimo il **Dott. Giuseppe Annino** per aver preso parte alla sperimentazione e per aver messo a disposizione il suo tempo per le spiegazioni e i chiarimenti che riguardano la parte statistica, ne approfitto per fargli i miei migliori auguri per l'ultimo traguardo raggiunto .*

*Ringrazio il **Dott. Marco Rulli** per aver partecipato alla sperimentazione e per aver dato il suo prezioso contributo alla ricerca bibliografica.*

*Grazie alla **Dott.ssa Manuela Tofanicchio** per la rilettura critica di tutti i capitoli della tesi e per i suoi preziosi suggerimenti...un peccato averla incontrata solo nell'ultimo mese di lavoro!*

***Grazie di cuore a tutti i miei cari con la speranza di poter non citarli facendo nome e cognome ma piuttosto cercando di dimostrarli sempre quanto a me sono realmente cari.***

## Introduzione

Lo studio sperimentale condotto in questi tre anni di dottorato è nato dall'esigenza di personalizzare e adattare l'esercizio allenante al singolo o a ristretti gruppi di persone.

**La sua finalità scientifica è quella di indagare gli effetti prodotti da uno stimolo multisensoriale traumatizzante di bassa entità sulla memoria emozionale e sul sistema motorio.**

L'esigenza di dimostrare scientificamente le conseguenze di un trauma sul movimento e sulla postura nasce dall'esperienza clinica, osservando soggetti realmente traumatizzati e l'augurio migliore per il futuro è quello di riuscire a creare dei protocolli di allenamento adattato per consentire il miglioramento delle strategie posturali e quindi il recupero delle attività motorie progressivamente condizionate da esperienze negative vissute.

Sono ormai noti gli effetti benefici di un'attività motoria regolare, è noto l'effetto positivo dell'attività fisica per il mantenimento di un buono stato di salute e, al contrario, l'effetto negativo della sedentarietà, che costituisce un vero e proprio fattore di rischio per numerose malattie.

Il contributo che può dare l'attività fisica e sportiva, per prevenire alcune malattie, è stato ed è oggetto di numerosi studi scientifici menzionati nel lavoro di ricerca.

Vi è evidenza scientifica, infatti, che l'attività fisica comporta benefici a breve e lungo termine sulla salute psicofisica e sul benessere sociale di persone di ogni età e sesso per tutta la loro vita.

Che cos'è quindi l'attività fisica adattata e a che cosa serve; in che modo il laureato in Scienze Motorie può collaborare all'interno del gruppo di lavoro di Medicina Fisica Riabilitativa per facilitare il raggiungimento di un buono stato di salute psico-fisica della popolazione.

Il passaggio poi ad introdurre il lavoro sperimentale riprendendo i concetti noti dell'apprendimento motorio e descrivendo la metodologia di lavoro di Alfio Caronti che mi ha guidato insieme al Prof. Calogero Foti alla stesura della presente tesi.

## APPENDICE I

### **Attuale legislazione della Laurea in Scienze Motorie**

La Carta europea definisce “sport” qualsiasi forma di attività fisica che, attraverso una partecipazione organizzata e non, abbia per obiettivo l’espressione o il miglioramento della condizione fisica e psichica, lo sviluppo delle relazioni sociali o l’ottenimento di risultati in competizioni di tutti i livelli.

Il settore del “benessere” psicosensoriale e psicofisico è in forte espansione in quanto vi è un forte incentivo da parte di istituti autorevoli come l’OMS e l’Istituto superiore di Sanità Italiano, nel praticare attività motoria e sportiva. Questo perché facilita a mantenere alto il livello di qualità della vita. È necessario pensare all’inserimento del laureato in Scienze motorie anche nell’area sanitaria come quella figura professionale che si occupa del reinserimento della persona ormai riabilitata alla sua attività ludico sportiva. È augurabile che predisponendo aree apposite nelle strutture sanitarie sia naturale una collocazione del laureato in scienze motorie cosicché il suo apporto professionale possa contribuire a completare questo processo di reinserimento non solo di soggetti ormai guariti ma anche di soggetti portatori di malattie croniche e metaboliche. Indispensabile la prescrizione medica per l’attività motoria preventiva soprattutto nel periodo evolutivo, adolescenziale e della terza età.

**La PROPOSTA DI LEGGE** presentata il 12 marzo 2009 su iniziativa dei deputati Cera, Ciocchetti, Pisacane dispone l’istituzione di nuove figure professionali come un esperto in scienze delle attività motorie e sportive (motricista) e di specialista in scienze e tecniche delle attività motorie preventive e adattative (motologo) e regola il funzionamento delle strutture pubbliche e private destinate allo svolgimento di attività fisico-motorie.

I benefici, in termini medici e psicosociali, che derivano dallo svolgimento di un'attività motoria regolare ed equilibrata per la popolazione in generale, e in particolare per anziani, disabili e bambini, sono ormai riconosciuti a livello internazionale (U.S. Department of Health and Human Services, 1999).

Una efficace strategia di prevenzione delle malattie e di promozione della salute consiste nel cercare di allontanare o rimuovere quei fattori che aumentano la probabilità di ammalarsi, i « fattori di rischio », e, al contrario, nell'incrementare la presenza di quei fattori che contribuiscono ad aumentare il livello di benessere fisico, psicologico e sociale di ogni individuo.

Tra i fattori comportamentali è noto l'effetto positivo dell'attività fisica per il mantenimento di un buono stato di salute e, al contrario, l'effetto negativo della sedentarietà, che costituisce un vero e proprio fattore di rischio per numerose malattie.

Il contributo che può dare l'attività fisica e sportiva, per prevenire alcune malattie, è stato ed è oggetto di numerosi studi scientifici. Vi è evidenza scientifica, infatti, che l'attività fisica comporta benefici a breve e lungo termine sulla salute psicofisica e sul benessere sociale di persone di ogni età e sesso per tutta la loro vita.

È particolarmente importante che i bambini svolgano un'attività fisica regolare, essenziale per il loro sviluppo, per l'acquisizione di vigore e abilità motorie, per sviluppare le basi strutturali che permetteranno loro di resistere meglio a malattie croniche e per facilitare il mantenimento anche in futuro di uno stile di vita attivo.

È provato che un'attività fisica regolare riduce il rischio di morte per malattie cardiovascolari e il rischio di sviluppare malattie cardiache. È inoltre provato l'effetto positivo dell'attività fisica sul controllo del peso e della pressione arteriosa.

Evidenze scientifiche vi sono anche sulla riduzione dello stress, dell'ansia e della depressione e sulla riduzione dell'abitudine al fumo.

L'attività fisica è molto importante anche nelle persone anziane, in quanto riduce lo sviluppo dell'osteoporosi, aumenta la capacità di muoversi senza cadute e favorisce la funzionalità e l'autosufficienza.

Secondo l'Organizzazione Mondiale della Sanità, «la sedentarietà fisica è uno degli importanti fattori di rischio per le malattie croniche» (Fifty-Third World Health Assembly, maggio 2000).

Una attività fisica regolare comporta, secondo evidenze scientifiche:

- 1) una minor incidenza di tutte le cause di mortalità, e in particolare della malattia coronarica, dell'ipertensione, del diabete, dell'obesità, della sindrome metabolica, del cancro al colon, del cancro alla mammella e della depressione;
- 2) un più elevato livello di efficienza cardiorespiratoria e muscolare, a una più sana massa e composizione corporea, alla prevenzione primaria e secondaria di malattie cardiovascolari, diabete, osteoporosi, obesità e ipertensione, all'incremento della salute ossea e alla migliore qualità del sonno.

Tali effetti benefici si verificano per bambini, adolescenti, ragazzi, adulti, anziani, disabili (Physical Activity Guidelines for Americans 2008, U.S. Department of Health and Human Services).

Quindi, risulta evidente quanto sia importante che l'educazione motoria, e non uno specifico sport, venga insegnata da personale qualificato sin dalla scuola dell'infanzia, per poi proseguire nella scuola primaria, dove le scienze motorie e sportive acquistano ulteriore rilievo in quanto i bambini di questa fascia d'età si trovano nel pieno delle fasi sensibili per lo sviluppo degli schemi motori di base e delle capacità coordinative, fino ad arrivare all'università.

È importante capire che solo se la disciplina delle scienze motorie e sportive, inserite grazie alla proposta di legge del 2009 come una delle materie da svolgersi nella scuola primaria, verrà insegnata da personale altamente qualificato (cioè laureato in scienze delle attività motorie e sportive e specializzato con la laurea specialistica o magistrale), sarà possibile prevenire l'ormai crescente quantità di vizi posturali riscontrabile

in bambini, ragazzi, adulti e anziani dell'odierna società, determinando una riduzione dei fattori di rischio per le numerose patologie elencate precedentemente e con la conseguente diminuzione della spesa pubblica sanitaria, cosa che in questo periodo di crisi economica può risultare determinante.

## **PROPOSTA DI LEGGE**

---

### **ART. 1.**

#### **(Istituzione delle figure professionali del motologo e del motricista).**

1. Ai fini della tutela del benessere della popolazione, della prevenzione primaria e secondaria delle diverse patologie, della socializzazione nonché del mantenimento della migliore efficienza fisica nelle diverse fasce di età e con riferimento alle diverse abilità, sono istituite le figure professionali del motologo e del motricista.
2. Per l'esercizio dell'attività professionale di motologo è necessario il possesso della laurea in scienze delle attività motorie e sportive e della laurea specialistica o magistrale in scienze e tecniche delle attività motorie preventive e adattative.
3. Per l'esercizio dell'attività di motricista è necessario il possesso della laurea in scienze delle attività motorie e sportive.

### **ART. 2.**

#### **(Oggetto delle attività professionali di motologo e di motricista).**

1. L'esercizio dell'attività professionale del motologo ha per oggetto la progettazione, l'organizzazione, la valutazione e l'attuazione:
  - a) di programmi di attività motorie finalizzati al raggiungimento, al recupero e al mantenimento delle migliori condizioni di benessere psicofisico per i bambini, gli adolescenti, i ragazzi, gli adulti, gli anziani e i disabili, nonché di programmi di psicomotricità;
  - b) di attività per il miglioramento della qualità della vita mediante l'esercizio fisico, nonché di personal training e di preparazione atletica;
  - c) di attività per la prevenzione primaria e secondaria delle malattie e di programmi di rieducazione motoria attiva, per quanto riguarda la prevenzione primaria e secondaria dei vizi posturali e di recupero motorio attivo post-traumatico da effettuarsi in fase post-acuta finalizzato alla stabilizzazione muscolare e articolare e al mantenimento dell'efficienza fisica;

- d) di attività motorie adattate a soggetti disabili o con limitazioni funzionali stabilizzate derivanti da patologie che possono trarre vantaggio dall'esercizio fisico;
  - e) dell'insegnamento dell'educazione motoria e delle scienze motorie e sportive in tutte le scuole pubbliche e private di ogni ordine e grado e nelle università.
2. L'esercizio dell'attività professionale del motricista ha per oggetto l'attuazione dei programmi e delle attività di cui al comma 1, lettere a) e b).

### **ART. 3.**

#### **(Disposizioni concernenti le strutture sanitarie e socio-educative).**

1. Lo svolgimento delle attività di cui all'articolo 2, comma 1, presso strutture sanitarie pubbliche e private è subordinato alla presenza, all'interno del rispettivo organico di personale, della figura professionale del motologo.
2. Lo svolgimento delle attività di cui all'articolo 2, commi 1 e 2, presso case di riposo, centri socio-educativi e comunità di recupero è subordinato alla presenza, all'interno del rispettivo organico di personale, delle figure professionali del motologo e del motricista.

### **ART. 4.**

#### **(Norme concernenti le strutture dedicate alle attività sportive).**

1. Per l'apertura e la gestione di palestre è necessario il possesso della laurea in scienze delle attività motorie e sportive. Le federazioni sportive affiliate al Comitato olimpico nazionale italiano, gli enti pubblici abilitati dalle regioni e le università istituiscono corsi di formazione e perfezionamento per istruttori e preparatori sportivi destinati esclusivamente ai laureati in scienze delle attività motorie e sportive.
2. Presso le società sportive anche non professionistiche, le scuole di formazione alle discipline sportive, i centri destinati alla preparazione fisica degli atleti professionisti e non professionisti, i centri di

formazione militare e le scuole di polizia, le associazioni sportive e le strutture private destinate allo svolgimento di attività fisico-motorie, le funzioni di dirigente e responsabile delle attività fisico-motorie ovvero di operatore delle attività fisicomotorie devono essere esercitate da soggetti in possesso, rispettivamente, della laurea in scienze delle attività motorie e sportive e della laurea specialistica o magistrale, ovvero della sola laurea in scienze delle attività motorie e sportive.

3. Le disposizioni di cui ai comma 1 e 2 si applicano anche alle strutture pubbliche che, a qualunque titolo, intendono svolgere le attività fisico-motorie di cui alla presente legge, per le quali comunque è consentito il ricorso alle figure professionali del motologo e del motricista anche mediante consulenze specifiche.

#### **ART. 5.**

##### **(Disposizioni concernenti le scuole e le università).**

1. Nella scuola dell'infanzia, nella scuola primaria, nella scuola secondaria di primo grado e nella scuola secondaria di secondo grado, al fine di elevare il livello di formazione degli studenti e per la tutela della loro salute, le scienze motorie e sportive devono essere insegnate da soggetti in possesso della laurea in scienze delle attività motorie e sportive e della laurea specialistica o magistrale.
2. Il voto di profitto ottenuto dagli studenti nella disciplina delle scienze motorie e sportive è preso in considerazione ai fini della valutazione complessiva del rendimento dei medesimi studenti.
3. Nelle facoltà universitarie di scienze delle attività motorie e sportive, con riferimento sia ai corsi di laurea triennali sia ai corsi di laurea magistrale, al fine di migliorare la formazione degli studenti e assicurare competitività a livello internazionale:
  - a) gli insegnamenti delle varie materie devono essere assegnati a soggetti in possesso della laurea in scienze delle attività motorie e sportive e della laurea specialistica o magistrale con competenze idonee ad applicare nella pratica le nozioni teoriche delle materie mediche;

- b) i corsi di laurea in scienze delle attività motorie e sportive, compresi i corsi delle lauree magistrali, possono essere attivati presso le facoltà di medicina e chirurgia, ma i presidenti e i presidi dei medesimi corsi devono essere in possesso della laurea in scienze delle attività motorie e sportive e della laurea specialistica o magistrale;
- c) l'accesso ai corsi di laurea in scienze delle attività motorie e sportive, compresi i corsi delle lauree magistrali, è programmato, con test di ammissione comprendenti una prova inerente alle capacità fisico-motorie, determinante ai fini del giudizio finale, una visita medicosportiva e una prova scritta generale inerente ai programmi di studio da affrontare durante il corso di studi, che attribuisce un punteggio massimo non superiore a quello relativo alla prova fisico-motoria;
- d) i piani di studio dei corsi di laurea in scienze delle attività motorie e sportive, compresi i corsi delle lauree magistrali, devono essere uniformi a livello nazionale, in modo da favorire la comunicazione e la collaborazione tra le università;
- e) sono istituiti dipartimenti di ricerca e borse di studio per la ricerca destinate alle scienze delle attività motorie e sportive relative alla salute, da assegnare a soggetti in possesso di laurea specialistica o magistrale in scienze e tecniche delle attività motorie preventive e adattative.

## **ART. 6.**

### **(Studi privati di motologia e di personal training).**

1. L'apertura e la gestione di studi privati di motologia e di personal training è riservato ai soggetti con la qualifica di motologo in possesso di laurea specialistica o magistrale in scienze e tecniche delle attività motorie preventive e adattative.

Presso gli studi di cui al primo periodo sono svolte valutazioni funzionali motorie personalizzate e sono programmati i relativi protocolli personalizzati di attività fisico-motorie per individui di tutte le fasce di età

sani o con una patologia, accertata tramite visita medica, che richieda la necessità di effettuare un'attività fisico-motoria.

#### **ART. 7.**

##### **(Elenchi dei motologi e dei motricisti).**

Le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano istituiscono, entro un mese dalla data di entrata in vigore della presente legge, gli elenchi dei motologi e dei motricisti in possesso dei requisiti di cui all'articolo 1.

#### **ART. 8.**

##### **(Attività di controllo).**

1. Il Ministro della gioventù e il Ministro del lavoro, della salute e delle politiche sociali vigilano sull'applicazione della presente legge.
2. Il controllo sul possesso dei requisiti delle strutture private destinate allo svolgimento di attività fisico-motorie è svolto dal Ministro del lavoro, della salute e delle politiche sociali e dalle aziende sanitarie locali che, in caso di accertata violazione delle disposizioni della presente legge, procedono all'immediata sospensione dell'autorizzazione all'esercizio della struttura interessata, fino alla relativa regolarizzazione.

In caso di recidiva, è disposta la chiusura definitiva della struttura.

## PRIMO CAPITOLO

### **Attività Fisica Adattata (AFA):**

#### **Che cos'è e a che cosa serve**

L'acronimo "APA" (Adapted Physical Activity) in Italia "AFA" (Attività Fisica Adattata) fu introdotto nel 1973, anno di fondazione della Federazione Internazionale Attività Fisica Adattata (IFAPA) (International Federation of Adapted Physical Activity) da parte dei colleghi belgi e canadesi.

Il primo tentativo, a livello internazionale, di definire l'AFA risale al 9° Simposio Internazionale di Berlino del 1989, in occasione del quale Doll-Tepper e colleghi definirono l'AFA secondo una prospettiva multinazionale: L'AFA si riferisce al movimento, all'attività fisica e agli sport nei quali viene data un'enfasi particolare agli interessi e alle capacità degli individui caratterizzati da condizioni fisiche svantaggiate, quali disabili, malati o anziani.

L'obiettivo basilare degli operatori impegnati nell'AFA è quello di favorire ("abilitare") tutti gli individui affinché partecipino ad una regolare attività fisica durante l'intero arco della vita.

Si vuole valorizzare e promuovere l'attività fisica quale mezzo ricreativo, sportivo, terapeutico, espressivo o di benessere.

Lo statuto IFAPA (adottato dal Consiglio di Amministrazione nel maggio 1997 a Quebec City (Canada) riconosce quanto segue:

L'oggetto d'interesse specifico dei programmi e delle attività IFAPA è rappresentato dalle persone affette da malattie, menomazioni, disabilità o deficit tali da limitare le capacità di tali individui di praticare le attività fisiche loro congeniali.

Sulla base di tale dichiarazione, l'ambito d'azione dell'AFA può essere ulteriormente definito come la messa a disposizione di:

- Prassi adattate
- Ambiente fisico e sociale
- Attrezzature

- Regolamenti

Lo stesso modello ICF propone criteri di attività e partecipazione che risentono particolarmente dell'attività fisica: la mobilità, la comunicazione, l'apprendimento e i rapporti interpersonali sono influenzati e possono trarre benefici da programmi di AFA.

La pratica dell'AFA interessa un gran numero di figure professionali:

- Insegnanti
- Professori
- Laureati in scienze motorie
- Fisioterapisti
- Amministratori
- Ricercatori
- Medici

Per tutte queste figure, l'AFA è un mezzo per gestire, in modo professionale e creativo, le attività fisiche in relazione alle componenti personali e ambientali, al fine di promuovere la partecipazione all'attività fisica stessa da parte degli individui caratterizzati da condizioni di salute limitate.

L'AFA prevede le seguenti attività:

- Pianificazione
- Valutazione iniziale
- Prescrizione/Scelta del contesto educativo
- Insegnamento/Consulenza/Allenamento
- Valutazione finale
- Coordinamento delle risorse/Organizzazione delle Comunità
- Sostegno e Consapevolezza

Per Attività Fisica Adattata (AFA) si intendono programmi di esercizio non sanitari, svolti in gruppo, appositamente disegnati per cittadini con malattie croniche finalizzati alla modificazione dello stile di vita per la prevenzione secondaria e terziaria della disabilità. E' stato dimostrato che in molte malattie croniche il processo disabilitante è aggravato dall'effetto additivo della sedentarietà che è causa di nuove menomazioni, limitazioni funzionali e ulteriori disabilità. E' importante che di fronte a molte patologie croniche il soggetto acquisisca consapevolezza che il procedimento terapeutico deve necessariamente prolungarsi nel tempo e che questo porti ad una modifica dello stile di vita. In letteratura troviamo una ampia quantità di dati che dimostrano come questo circolo vizioso possa essere corretto attraverso l'utilizzo di adeguati programmi di attività fisica regolare e continuata nel tempo.

## **1.1 Le evidenze della letteratura scientifica**

Esiste una letteratura consolidata che dimostra che un'attività fisica strutturata, regolare e continuativa nel tempo può correggere il circolo vizioso disabilità-inattività fisica<sup>1</sup>.

Esistono numerosi lavori sull'efficacia dell'attività fisica sul mantenimento di adeguate performance motorie e cardiorespiratorie nell'anziano<sup>2</sup>, nelle

---

<sup>1</sup> Emily B. Kahn, PhD, MPH, Leigh T. Ramsey, PhD, Ross C. Brownson, PhD, Gregory W. Heath, DHSc, MPH, Elizabeth H. Howze, ScD, Kenneth E. Powell, MD, MPH, Elaine J. Stone, PhD, MPH, Mummy W. Rajab, MS, Phaedra Corso, PhD, and the Task Force on Community Preventive Services. The Effectiveness of Interventions to Increase Physical Activity A Systematic Review. Am J Prev Med 2002;22(4S), MMWR report. Increasing Physical Activity. A Report on Recommendations of the Task Force on Community Preventive Services. Task Force on Community Preventive Services. October 1, 2001 (<http://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/rr5018a1.htm>), Paffenbarger RS Jr, Hyde RT, Wing AL, Lee IM, Jung DL, Kampert JB. The association of changes in physical-activity level and other lifestyle characteristics with mortality among men. N Engl J Med 1993;328:538–45.

<sup>2</sup> Lee IM, Hsieh CC, Paffenbarger RS Jr. Exercise intensity and longevity in men. The Harvard Alumni Health Study. JAMA 1995;273:1179–84, Buchman AS, Boyle PA, Wilson RS, Fleischman DA, Leurgans S, Bennett DA. Association between late-life social activity and motor decline in older adults. Arch Intern Med. 2009 Jun 22;169(12):1139-46.

malattie disabilitanti muscoloscheletriche e reumatologiche<sup>3</sup>. Esistono anche molte ricerche che dimostrano l'efficacia del movimento ed in generale di un'attività fisica strutturata nel mantenimento dei livelli di autonomia motoria negli esiti di ictus cerebrale<sup>4</sup>.

---

<sup>3</sup> Busch AJ, Barber KA, Overend TJ, Peloso PM, Schachter CL Exercise for treating fibromyalgia syndrome. *Cochrane Database Syst Rev.* 2007 Oct 17;(4):CD003786. Update of: *Cochrane Database Syst Rev.* 2002;(3):CD003786.

<sup>4</sup> Duncan P, Studenski S, Richards L, Gollub S, Lai SM, Reker D, Perera S, Yates J, Koch V, Rigler S, Johnson D. Randomized clinical trial of therapeutic exercise in subacute stroke. *Stroke.* 2003 Sep;34(9):2173-80, Macko RF, Ivey FM, Forrester LW. Task-oriented aerobic exercise in chronic hemiparetic stroke: training protocols and treatment effects. *Top Stroke Rehabil.* 2005 Winter;12(1):45-57, Gorelick PB, Sacco RL, Smith DB, et al. Prevention of a first stroke: a review of guidelines and a multidisciplinary consensus statement from the National Stroke Association. *JAMA* 1999;281:1112–20, Hu FB, Stampfer MJ, Colditz GA, et al. Physical activity and risk of stroke in women. *JAMA* 2000;283:2961–7, Wannamethee SG, Shaper AG. Physical activity and the prevention of stroke. *J Cardiovasc Risk* 1999;6:213–6.

## **Prolegomeni alla Medicina Riabilitativa**

Calogero Foti-Marialetizia Mollo-Eleonora Magni

La Medicina Fisica Riabilitativa (di seguito Medicina Riabilitativa, MR) è una disciplina medico-specialistica con compiti didattici, di ricerca e assistenziali per la prevenzione, la valutazione ed il trattamento delle disabilità conseguenti a malattie di origine congenita o acquisita.

La caratteristica della disciplina MR non è quella di guarire dalla malattia, compito delle tradizionali discipline d'organo (ortopedica, neurologica, cardiovascolare, urologica, respiratoria, e altre) bensì quello di curare il malato, nella sua unicità e specificità.

Essa consiste nel processo di soluzione dei problemi di educazione nel corso del quale si porta una persona disabile al raggiungimento del miglior livello di vita possibile sul piano fisico, funzionale ed emozionale, con la minor restrizione possibile delle sue scelte operative, pur nell'ambito della limitazione della sua menomazione e delle quantità e qualità di risorse disponibili.

La MR ha il suo corpus quindi nel complesso di interventi valutativi, diagnostici, terapeutici e di altre procedure finalizzate a portare il soggetto disabile a muoversi, camminare, parlare, vestirsi, alimentarsi e comunicare efficacemente, e soprattutto farlo ritornare attivo nel proprio ambito familiare, lavorativo, scolastico e sociale.

In merito va sottolineato come nel mondo occidentale i finanziamenti dedicati alla ricerca scientifica per soluzioni atte ad aumentare la partecipazione e a migliorare la qualità di vita in persone disabili stiano gradatamente aumentando, trainate anche dall'interesse degli organi di informazione su tali argomenti di Salute Pubblica.

La MR è materia d'insegnamento in diversi corsi di laurea triennali in ambito sanitario (Fisioterapisti, Terapisti Occupazionali, Logopedisti, Neuropsicomotricisti) e non sanitario (Scienze Motorie), dei corrispondenti

corsi di Laurea Specialistica, dei corsi di Laurea a ciclo unico (Medicina e Chirurgia), dei corsi delle varie scuole di specializzazione mediche e di diversi dottorati di ricerca.

## **2.1 Definizione di menomazione, disabilità e svantaggio sociale.**

Nell'ambito della salute, la malattia è qualsiasi evento patologico che determini una modificazione della struttura psicologica, fisiologica, anatomica ritenute nella norma.

Ne è un esempio l'ernia del disco vertebrale.

Nello stesso ambito, si definisce menomazione qualsiasi perdita di sostanza o qualsiasi alterazione di una funzione o di una struttura psicologica, fisiologica, anatomica determinata dalla malattia. Procedendo nell'esempio precedente, l'ernia del disco vertebrale può causare dolore al rachide, contrattura muscolare paravertebrale, e susseguente atrofia muscolare da compressione radicolare.

Analogamente, con il termine disabilità definiamo qualsiasi riduzione parziale o totale della capacità di eseguire una funzione secondo le modalità o nei limiti considerati normali per quell'essere umano, determinati dalla menomazione sofferta.

Il dolore lombare e la contrattura paravertebrale non consentono all'individuo di sedersi in maniera confortevole, di dormire come al solito e di allacciarsi le scarpe; l'ipotrofia del muscolo tibiale anteriore causata dalla denervazione sulla radice L5 non permette un'agevole andatura, e impedisce la corsa.

Infine, sempre nell'ambito della salute, lo svantaggio sociale è una limitazione che impedisce parzialmente o totalmente la copertura di un ruolo considerato normale, tenuto conto dell'età, del sesso e dei fattori socioculturali dell'individuo, a causa della disabilità indotta dalla menomazione.

Nel completare l'esempio finora considerato, il paziente con disabilità lombare non potrà partecipare alla partita di calcetto come sua abitudine,

non raggiungerà l'appartamento al quinto piano se non con l'ausilio dell'ascensore, non andrà a lavoro, non si sentirà in grado di incontrare gli amici la sera.

Avendo riportato un esempio su una disabilità minore, se ne ricorda in seguito un altro su una disabilità maggiore.

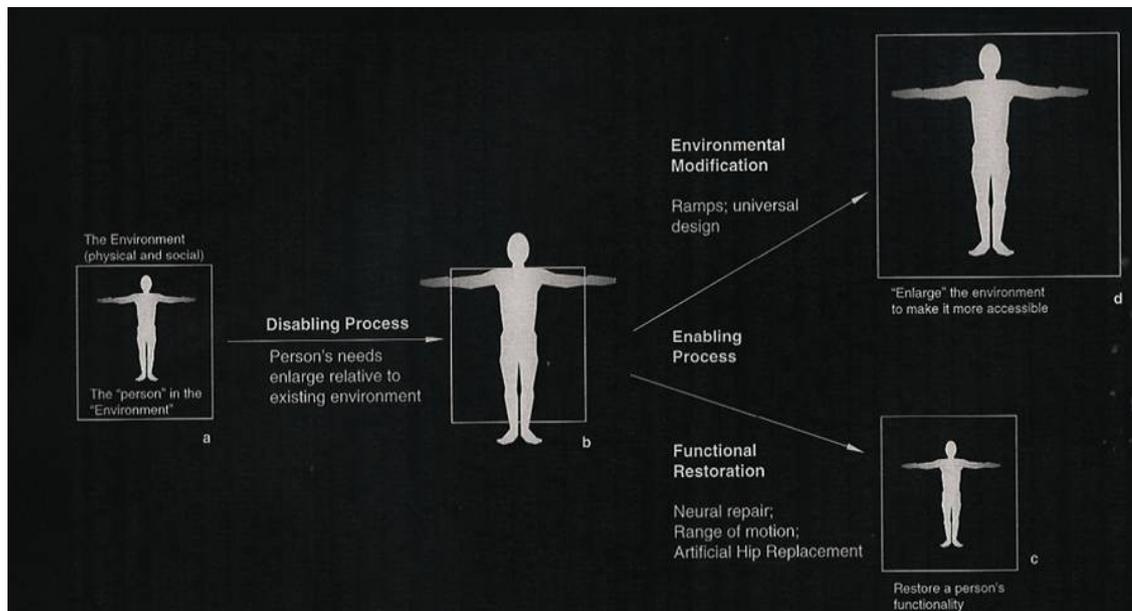
Un uomo di quarant'anni precipita dal terzo piano di un appartamento in seguito al cedimento delle recinzioni contenitive del balcone. La caduta determina un'ematoma in regione fronto-parietale destra (malattia) e conseguente necrosi della rete neuronale cortico-sottocorticale delle circonvoluzioni fronto parietali destre (menomazione). La disabilità conseguente è del tipo cognitivo (il paziente non riesce a compiere compiti semplici come far di conto o accendere un impianto stereofonico), comportamentale (la menomazione determina incontinenza emotiva e scoppi di gioia e di tristezza improvvisi), motorio (non è più in grado di controllare volontariamente i movimenti dell'emilato sinistro) dell'igiene personale (non controlla lo sfintere vescicale, si dimentica di lavarsi al mattino e di farsi la barba).

Lo svantaggio sociale è l'ovvia conseguenza delle disabilità citate: il paziente non accetta e non viene accettato dagli amici che non lo riconoscono più quale loro vecchio amico, perde il lavoro di rappresentante perchè non più adeguato a mantenere relazioni socio-lavorative, si ritrova isolato con attorno i familiari più vicini che si sacrificano nelle loro attività quotidiane per assisterlo.

Negli ultimi anni l'Organizzazione Mondiale della Sanità ha elaborato una nuova classificazione, la International Classification of Functioning (Classificazione Internazionale del Funzionamento);

questa ancora oggetto di studio da parte degli specialisti del settore, tende a valorizzare i compiti che l'individuo può realizzare, evitando di sottolineare le carenti abilità.

## 2.2 Studi sul Processo Riabilitante-Disabilitante



**Fig. 1** *Rappresentazione grafica del processo disabilitante-riabilitante*

In una rappresentazione grafica (Fig. 1) utile a inquadrare il processo disabilitante-riabilitante, la persona può essere rappresentata da un omino stilizzato contenuto in un rettangolo, che rappresenta a sua volta il suo ambiente di vita; una qualsiasi menomazione, causante disabilità e svantaggio sociale, provocherà una inadeguatezza dell'ambiente stesso nei confronti dell'individuo, che viene rappresentata da un omino di maggiore grandezza, non contenuto più nelle dimensioni del rettangolo di partenza.

Da questo momento parte il processo riabilitante: si dovrà cioè fare in modo che il nostro individuo venga ricompreso nel suo "rettangolo" di vita; per ottenere tale obiettivo si potranno percorrere due strade, quella del recupero funzionale o quella della modificazione ambientale.

Il recupero funzionale consiste in una riduzione o scomparsa della limitazione che la funzione aveva subito in precedenza; ciò può essere rappresentato graficamente dal ridimensionamento dell'omino stilizzato alla grandezza precedente.

Una seconda possibilità è invece quella della modificazione ambientale, rappresentabile come un ampliamento delle dimensioni del rettangolo stesso: l'individuo cioè mantiene la limitazione funzionale determinata dalla lesione; la persona sarà in grado di completare le attività quotidiane come precedentemente all'evento patologico, anche se con modifiche ambientali o ausili atti a vicariare la perdita della funzione specifica.

Il rettangolo ambientale è caratterizzato da fattori ambientali socio-psicologici e fattori ambientali fisici.

I fattori ambientali socio-psicologici sono costituiti dalla discriminazione sociale razziale e di qualsiasi altro tipo, dalle possibilità di accesso alle cure mediche, alle cure appropriate, alla tecnologia, dalla cultura, dall'occupazione, dalla famiglia, dall'economia, dall'organizzazione comunitaria, dall'accesso ai servizi sociali, dai tratti e dai fattori di personalità, dalle attitudini e stati emozionali, dall'accesso alle attività fisiche, dall'accesso ad attività a favore della salute, dall'educazione, dalla spiritualità e dall'indipendenza.

I Fattori ambientali fisici sono costituiti dall'accessibilità, dai trasporti, dal clima, dalla tecnologia appropriata, dalla situazione geografica, dall'anagrafe.

### **2.3 Abilità e agilità**

Nell'essere umano e nelle modalità di esecuzione di compiti psico-motori si possono tratteggiare due qualità: l'abilità e l'agilità.

L'**abilità** è la *capacità* di realizzare specifiche funzioni motorie psichiche e sensoriali.

Ad esempio, il saper correre è un'abilità; il riuscire a salire le scale è un'altra abilità; il saper compilare un modulo matematico è un'abilità, a prescindere dai gradi di difficoltà con cui tutti questi compiti vengono realizzati.

Si definisce *ipoabilità* la ridotta capacità di compiere funzioni motorie psichiche e sensoriali nei limiti ritenuti normali nella popolazione di riferimento.

Ad esempio, il ragazzo di 16 anni che non riesce a correre, o la donna di 80 anni che non può sedersi, o ancora le difficoltà dell'uomo di 49 anni che non si rapporta con gli altri.

Si definisce *normoabilità* la normale capacità di effettuare funzioni motorie, psichiche e sensoriali nei limiti ritenuti normali nella popolazione di riferimento.

Esempi ne sono il ragazzo di 16 anni in grado di correre insieme agli altri, la donna di 80 anni che si siede serenamente su una sedia in cucina, o l'uomo di 49 anni che si rapporta regolarmente con gli altri individui.

Si definisce *iperabilità* l'aumentata capacità di effettuare funzioni motorie psichiche e sensoriali nei limiti ritenuti normali nella popolazione di riferimento.

Il ragazzo di 16 anni che traduce 4 lingue straniere correttamente, la donna di 84 anni che corre velocemente dietro l'autobus per salire, l'uomo di 45 anni che scrive sulla tastiera utilizzando correttamente tutte e dieci le dita delle mani.

L'**Agilità** è la modalità di effettuazione di funzioni motorie psichiche e sensoriali.

Il sapere correre in salita rappresenta quindi un grado di agilità superiore al sapere correre su superfici piane o in discesa, ad esempio. Il sapersi sedere per terra costituisce un grado di difficoltà superiore al sedersi su una sedia.

Ne conseguono le seguenti definizioni:

L'*ipoagilità* è la rallentata maldestra modalità di effettuazione di funzioni motorie, psichiche e sensoriali nei limiti ritenuti normali nella popolazione di riferimento.

In esempio si ricorda la rallentata corsa di un bambino di 6 anni, che, pur capace di correre, quindi normoabile alla corsa, la effettua in modalità atipiche per l'età, da ipoagile. O ancora la donna di 80 anni che si siede

con sicurezza su una sedia in cucina, quindi normoabile, ma incapace a sedersi in una poltrona da salotto, quindi ipoagile.

La *normoagilità* è la normale modalità di effettuazione di funzioni motorie, psichiche e sensoriali nei limiti ritenuti normali nella popolazione di riferimento.

Lo svolgersi regolare della corsa di un bambino di 6 anni, o il sedersi senza difficoltà in una donna di 80 anni nelle poltrone e nelle sedie comunemente in uso, o lo scrivere con scioltezza in un uomo di 49 anni.

La *iperagilità* definisce la destrezza nel compimento di modalità di effettuazione di funzioni motorie, psichiche e sensoriali nei limiti ritenuti normali nella popolazione di riferimento.

Un bambino di 6 anni che corra i 60 metri in dieci secondi o la donna di 80 anni che con facilità si siede per terra sul tappeto, o l'uomo di 49 anni che usi la penna con le due mani indistintamente. Tutti questi individui, a prescindere dalle loro abilità, saranno iperagili.

Si potrà quindi definire *iperabile/ipoagile*, ad esempio, un individuo di 50 anni in grado di saltare la staccionata, ma non ha mai coltivato questa sua qualità, anzi la deprime con la sedentarietà; o ancora *ipoabile/iperagile*, ad esempio, un individuo di 30 anni con lesione midollare esitante in paraplegia, che riesce a compiere a nuoto la traversata dello stretto di Messina. O ancora *normoabile/iperagile*, un individuo di 20 anni che ha normali abilità motorie di base, ma che riesce tramite l'allenamento a eseguire un salto alto di 180 cm.

Tutto questo occorre per modificare l'uso delle parole con connotazioni socialmente negative, con definizioni che rendano conto non solo delle ridotte abilità della persona, ma anche dell'impegno e delle modalità con cui questa compie le proprie azioni quotidiane.

## **Figure professionali in medicina riabilitativa**

Gessica Della Bella-Marialetizia Mollo-Giuseppe Annino-Calogero Foti

In MR il gruppo di lavoro è l'associazione di professionisti che ruotano attorno alla persona con disabilità, e che mettono in atto, sinergicamente, i necessari interventi in ambito sanitario, familiare, sociale e lavorativo, con l'obiettivo di migliorarne la qualità della vita mediante la realizzazione di un progetto riabilitativo, mentre i singoli interventi vengono realizzati nell'ambito di specifici programmi terapeutici.

Il gruppo di lavoro è costituito da personale dedicato che può distinguersi in tre componenti: la componente medica, quella con laurea sanitaria, quella socio-sanitaria.

La componente medica è costituita dal Fisiatra (Responsabile), che all'interno di un gruppo di lavoro di MR assume la qualifica di responsabile, e da numerosi altri medici specialisti che vengono coinvolti tramite consulenze mediche nella conduzione clinica del paziente. Questi sono l'Ortopedico, il Neurologo, l'Internista, il Cardiologo, il Chirurgo, l'Otorinolaringoiatra, lo Psichiatra, il Broncopneumologo, il Dermatologo, l'Urologo. Occasionalmente vengono cooptate altre figure mediche non citate precedentemente. Fondamentale è il coinvolgimento del Medico di Medicina Generale.

I componenti facenti parte del Gruppo di Lavoro in possesso di Laurea Sanitaria sono: l'Infermiere Professionista, il Fisioterapista, il Terapista Occupazionale, il Logopedista, il Tecnico Ortopedico. A questi va affiancata a nostro avviso la figura professionale del Laureato in Scienze Motorie, anche se non facente parte delle Lauree Triennali Sanitarie.

Si descriveranno ora le mansioni delle figure professionali del Fisioterapista e quelle del Laureato in Scienze Motorie nel ristretto settore della MR, assimilabili nella tipologia dell'impegno lavorativo sull'ipoabile/ipoagile.

Il **Fisioterapista** assiste il paziente nel recupero funzionale per quanto concerne le menomazioni e le disabilità motorie qualunque ne sia la causa.

Applica quindi, all'interno del programma terapeutico, guidato da un Fisiatra, e sotto la propria responsabilità nell'esecuzione delle stesse, le tecniche di base e speciali di esercizio terapeutico e di rieducazione funzionale, le metodiche massoterapiche; la fisioterapia strumentale.

Il FT quindi in fase clinica di post-acuzie utilizza tecniche terapeutiche basate sull'esercizio fisico miranti al recupero di abilità perdute a causa di un evento morboso recente, applicando il programma riabilitativo unicamente sul singolo paziente, e applicando metodiche di base e tecniche speciali per il raggiungimento dello scopo. L'obiettivo finale è il recupero della funzione osteo-mio-articolare e cardio respiratoria; il suo intervento si completa nella valutazione e quantificazione, anche tramite l'utilizzo di apposite apparecchiature, della mobilità, della forza e della propriocezione del paziente.

Il **Laureato in Scienze Motorie** assiste la persona in fase di stabilità clinico/funzionale nel recupero e nella prevenzione delle abilità motorie finalizzate al benessere fisico e allo sport.

Applica, all'interno del programma allenante, guidato da un Fisiatra, o da altra figura medica competente sull'argomento, e sotto la propria responsabilità nell'esecuzione delle stesse, le tecniche di educazione fisica per le seguenti tipologie di interventi, con l'obiettivo di potenziare le agilità dell'individuo:

- prevenzione del danno da ipomobilità in soggetti a rischio, e partitamente negli ipoabili/ipoagili. Il Laureato in Scienze Motorie provvede così al mantenimento della funzione osteo-mio-articolare e cardio-respiratoria tramite esercizi allenanti; valuta e quantifica, anche tramite l'utilizzo di apposite apparecchiature, la prestazione allenante. Questo ambito si rivolge ad esempio alle persone anziane, o a coloro che vivono in fase di stabilità clinica dopo eventi traumatici gravemente disabilitanti. Da considerare

inoltre che lo stile di vita occidentale restrittivamente sedentario pone a rischio l'intera sua popolazione; la prevenzione è un valido mezzo per ritardare o annullare le malattie eventualmente conseguenti.

- Recupero delle abilità sportive dopo un accidente traumatico di qualsiasi origine e natura; in questo caso il Laureato in Scienze Motorie interverrà inizialmente integrando e successivamente sostituendosi nel progetto riabilitativo alla figura del FT, in modo da dotare la persona di abilità motorie adeguate alla pratica della disciplina sportiva conosciuta o da intraprendere ex novo.
- Prevenzione di alterazioni della postura in adolescenti e adulti, valutata trattabile con esercizio allenante dal Fisiatra o dal medico competente. In questo caso fondamentale risulta la collaborazione con il medico, nella gestione e implementazione dei protocolli allenanti a seconda della variabilità della alterazione posturale stessa nel tempo.

***Punto di verifica e differenziazione tra le due figure è quello della definizione chiara e inequivocabile dei termini "esercizio allenante" ed "esercizio terapeutico".***

**L'esercizio terapeutico** viene definito come modalità di apprendimento utile al raggiungimento di una migliore qualità prestativa (abilità); è uno strumento quindi utile al recupero delle abilità perdute, e viene messo in atto nelle fasi di post-acuzie; necessita di un ambiente a forte caratterizzazione sanitaria.

**L'esercizio allenante** viene definito come modalità di apprendimento utile al raggiungimento di una migliore quantità prestativa (agilità); è uno strumento utile al recupero delle agilità perdute, e al mantenimento dell'abilità recuperata; viene messo in atto su persone che abbiano raggiunto una fase di stabilità clinico/funzionale; non necessita di un ambiente a forte caratterizzazione sanitaria, pur potendo usufruirne in alcuni specifici casi.

Il Laureato in Scienze Motorie può condurre l'attività allenante in ambito di MR in ambienti aperti e in locali preposti alla pratica dell'attività sportiva, leggasi campi, palestre e piscine dedicate allo sport, se dotati di appositi strumenti e attrezzature che adattino gli interventi alla disabilità; essa può inoltre estrinsecarsi in ambienti di lavoro tipici della Medicina Riabilitativa, quali centri sanitari dedicati alla riabilitazione medica, presidi ambulatoriali di recupero e riabilitazione funzionale, dotati di palestre attrezzate e/o piscine riabilitative, ove si possano effettuare esercizi esclusivamente allenanti, utili all'interventi di cui sopra, e applicati nella massima parte dei casi in contemporanea su diversi utenti, divisi per disabilità ed eventualmente per disciplina sportiva di riferimento.

In conclusione, il Laureato in Scienze Motorie quindi pur non facendo parte delle professioni con Laurea Sanitaria, può prestare la propria opera all'interno del gruppo di lavoro di MR, in quanto l'attività allenante è utile complemento e strumento finalizzato alle attività di recupero psico-motorio. Lo sport infatti rappresenta un utile veicolo di stimoli fisici, psichici, e sensoriali.

I vantaggi fisici sono rappresentati dal miglioramento della forza, della mobilità articolare, della coordinazione, della resistenza alla fatica, al mantenimento del peso forma, delle capacità cardiovascolari, del trofismo osseo, della omeostasi endocrina, e non ultimo alla acquisizione del "saper fare".

I benefici psichici sono rappresentati dalla ristrutturazione dell'immagine corporea, e dall'aumento dell'autostima.

I benefici sociali sono un migliore inserimento nel mondo del lavoro e una migliorata abitudine a stare con gli altri. Inoltre la presente nuova collocazione lavorativa del Laureato in Scienze Motorie nell'ambito del gruppo di lavoro di Medicina Riabilitativa potrebbe significare uno sbocco consistente nell'occupazione in un'area che vive una critica e ristagnante prospettiva riguardo il proprio futuro economico e sociale.

## APPENDICE II

### **People with Multiple Sclerosis and Physical Exercise: Tai Chi Chuan, an ancient innovative proposal**

**S.A. Cassarino MD, M. Sallì MD, A. Lucaselli MD, A. Laurini MD, M.L. Mollo MS and F. Foti MD**

**Physical and Rehabilitation Medicine, Tor Vergata University, Rome, Italy**

**Introduction:** Multiple Sclerosis (MS) is a disabling demyelinating inflammatory with functional impairments (gait, poor balance, muscle weakness and fatigue). In patients with MS (PwMS) there is an increased incidence of osteoporosis, depression, cognitive functional impairments, fatigue and cardiovascular diseases. Aerobic capacity (VO<sub>2</sub> -max), maximal muscle strength measured during both isokinetic and isometric muscle contractions has been shown to be reduced among PwMS.

Tai Chi Chuan (TCC)

Tcc is an ancient Chinese martial art, which consists in a continuous series of graceful movements so that the body is constantly shifting from foot to foot with a lower centre of gravity (CG) with knees and hips flexed producing higher extensor strength at all speed gait tested and smaller foot Centre of Pressure (COP) excursions for both open and closed eyes conditions.



**Clinical Evidence:**

TCC practitioners have shown better clinical test scores for functional reach, gait, speed, stride, length and all sway parameters during double and single leg stance and improving muscle strength and reducing fall's risk than non TCC groups.

PwMS rehabilitation remains the major strategy to improve disability and maintain functional status because of its recently proven beneficial effects in these patients. Resistance training (RT) and Endurance Training (ET) constitute the two extremes of basic physical exercise.

RT produces an improvement in muscle strength (quadriceps maximum voluntary, maximal isometric knee extensor strength) and neural activation. ET induces improvements in aerobic capacity and in measures regarding quality of life, mood and depression in PwMS. RT and ET with low to moderate intensity and a mild progression are well tolerated among PwMS having an EDSS below 6.5.

PwMS suffering from major strength deficits may be unable to benefit from ET because ET of sufficient duration and intensity cannot be performed. A period of prior RT can probably make efficient ET possible for some PwMS suffering from these problems

**Conclusions:**

we propose TCC, considered a low intensity and impact aerobic exercise, like a new proposal for the treatment of PwMS including some features of RT and ET training



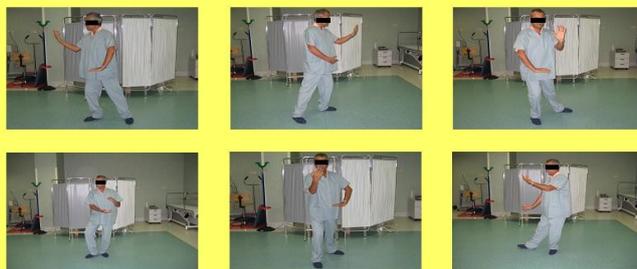
## People with Multiple Sclerosis and Physical Exercise: Tai Chi Chuan, an ancient innovative proposal

Cassarino S.A MD, Sallì M MD, Lucaselli A MD, Laurini A MD, Mollo ML SS and Foti C MD

Physical and Rehabilitation Medicine, Tor Vergata University, Rome, Italy

**Introduction:** Multiple Sclerosis (MS) is a disabling demyelinating inflammatory with functional impairments (gait, poor balance, muscle weakness and fatigue). In patients with MS (PwMS) there is an increased incidence of osteoporosis, depression, cognitive functional impairments, fatigue and cardiovascular diseases. Aerobic capacity ( $VO_2$  –max), maximal muscle strength measured during both isokinetic and isometric muscle contractions has been shown to be reduced among PwMS.

**Tai Chi Chuan (TCC)** is an ancient chinese martial art, wich consists in a continuous series of graceful movements so that the body is constantly shifting from foot to foot with a lower centre of gravity (CG) with knees and hips flexed producing higher extensor strengt at all speed gait tested and smaller foot Centre of Pressure (COP) excursions for both open and close eyes conditions.



**Clinical Evidence:** TCC practitioners have shown better clinical test scores for functional reach, gait, speed, stride, lenght and all sway parameters during double and single leg stance and improving muscle strenght and reducing fall's risk than non TCC groups.

PwMS rehabilitation remains the major strategy to improve disability and maintain functional status because of its recently proven beneficial effects in these patients. Resistance training (RT) and Endurance Trainig (ET) constitute the two extremes of basic physical exercise.



RT produces an improvment in muscle strenght (quadriceps maximun voluntary, maximal isometric knee extensor strength) and neural activation. ET induces improvements in aerobic capacity and in measures regarding quality of life, mood and depression in PwMS. RT and ET with low to moderate intensity and a mild progression are well tolerated among PwMS having an EDSS below 6.5. PwMS suffering from major strength deficits may be unable to benefit from ET because ET of sufficient duration and intensity cannot be performed. A period of prior RT can probably make efficient ET possible for some PwMS suffering from these problems

**Conclusions:** we propose TCC, considered a low intensity and impact aerobic exercise, like a new proposal for the treatment of PwMS including some features of RT and ET training.

[foti@med.uniroma2.it](mailto:foti@med.uniroma2.it)

## QUARTO CAPITOLO

### L'apprendimento motorio

Apprendere un gesto complesso significa controllarlo e cioè poter iniziare, continuare o arrestare un'azione del corpo secondo una certa intenzione. Comunemente si pensa che il controllo si debba esercitare solo quando compiano gesti difficili per cui sono necessarie attenzione e concentrazione.

Ma una persona esercita un controllo sul corpo anche quando "pensa ad altro" come ad esempio quando cammina, corre o guida l'automobile e anche quando reagisce "d'istinto" ad un grosso rumore, sussultando.

In questi gesti non è la coscienza che controlla il movimento ma strutture nervose che sfuggono apparentemente allo stato di vigilanza ma che comunque coordinano i movimenti dei segmenti corporei che nell'insieme costituiscono il gesto motorio. Si parla infatti di coordinazione motoria come la funzione che ordina e collega tutti gli elementi che costituiscono il gesto.

La coordinazione è una funzione dell'organismo, mentre quando si parla di capacità (intesa come abilità generale del soggetto) si parla di "destrezza" o comunemente "agilità".

Una persona si dice che possiede destrezza quando ha in senso generale queste tre capacità:

- controlla finemente il proprio corpo in movimenti complessi (capacità di controllo)
- apprende rapidamente cose nuove (capacità di apprendimento)
- sa modificare o applicare a situazioni nuove gesti già conosciuti (capacità di adattamento).

Possiamo distinguere tre tipi di movimento corrispondenti a tre livelli di controllo.

1) **I movimenti riflessi** che si innescano ad esempio quando qualcosa ci punge, ci scotta o ci urta o quando ci appare qualcosa di improvviso e reagiamo istintivamente senza che ce ne rendiamo conto. I movimenti di

questo tipo, che sono rapidi ma piuttosto semplici e grezzi, sfuggono dunque al controllo della coscienza la quale non fa altro che constatare gli effetti di ciò che è già avvenuto. Il controllo di questo tipo di coordinazione avviene a livello sub encefalico (midollo spinale) e ha il vantaggio di essere estremamente rapido proprio perché ai riflessi è deputata una certa parte della difesa immediata dell'organismo.

La rapidità del riflesso è dovuta al fatto che l'impulso nervoso sensitivo non sale sino al livello corticale ma scatena subito una serie di impulsi nervosi motori (diretti cioè ai muscoli) che determinano, senza elaborazione alcuna, il movimento.

I riflessi non sono movimenti appresi ma sono già iscritti geneticamente nel sistema nervoso della persona. La coscienza può esercitare un certo controllo inibitore sui riflessi ad esempio il pugile che mantiene la guardia nonostante il colpo subito, il pallavolista che cerca comunque di colpire in bagher la palla schiacciatagli contro dall'avversario.

**2) I movimenti automatici**, detti anche automatismi, sono quei movimenti che una volta appresi hanno bisogno di uno scarso controllo da parte della coscienza per continuare ad essere eseguiti. Scrivere, usare le posate, allacciarsi le scarpe, andare in bicicletta sono tutti gesti complessi che richiedono una notevole coordinazione (basta vedere le difficoltà che hanno i bambini nell'apprendimento di questi movimenti) ma che normalmente un adulto compie con una certa facilità svincolandosi dal controllo minuto della coscienza.

Lo sport è fatto principalmente di automatismi: il palleggiare del basket, il salto fosbury dell'atletica, il tiro nel calcio, la schiacciata nella pallavolo, una piroetta nella ginnastica artistica, un passo nella danza o un esercizio dell'aerobica sono tutti automatismi.

Al pari del numero di vocaboli che si conoscono di una lingua straniera, più automatismi possiede una persona, più essa disporrà di un bagaglio motorio vasto che gli permetterà di avere una maggior destrezza.

Infatti con l'acquisizione di tanti gesti avrà certamente imparato a controllare meglio il suo corpo (capacità di controllo), avrà compreso meglio quali sono i meccanismi generali che sottendono al conseguimento dell'abilità motoria (capacità di apprendimento) e certamente cercherà di sfruttare al meglio quello che sa già per imparare cose nuove (capacità di adattamento).

3) **I movimenti volontari** sono quei movimenti che necessitano di un controllo stretto dell'esecuzione del gesto, controllo necessario o perché occorre una precisione fine elevatissima o perché la situazione è completamente nuova.

Sono dunque i movimenti che si compiono in situazione di apprendimento come quando si impara per la prima volta a sciare dove si cerca di far convergere le punte e spigolare le lamine interne con un notevole sforzo di concentrazione e attenzione per eseguire il movimento detto "spazzaneve". Oppure quando si cerca di inclinare correttamente la racchetta da tennis per far andare la pallina nella direzione giusta (in entrambi questi esempi il controllo è centrato sull'attrezzo ma a sua volta questo è controllato da un segmento del corpo). Altri esempi di situazioni di apprendimento che un adulto può incontrare sono: imparare un nuovo passo di danza o pattinare su ghiaccio. Il controllo volontario crea le condizioni per l'apprendimento di nuovi automatismi una volta che si sono innescati quei meccanismi neuronali di facilitazione del passaggio di impulsi nervosi nel cervello.

Prima di diventare automatico un movimento deve infatti essere seguito, con notevole sforzo di attenzione e concentrazione, dalla coscienza che utilizza tutte le afferenze sensoriali possibili per verificare l'esecuzione del gesto che dapprima sarà grezzo e impreciso e con l'esercizio diverrà sempre più conforme al modello che si vuole eseguire. È solo dopo una certa quantità di ripetizioni che il movimento si trasforma via via in movimento automatico lasciando alla coscienza il solo compito di verificare il raggiungimento del risultato esterno finale.

Risulta dunque fondamentale il passaggio dal movimento volontario a quello automatico e ciò determina il processo di apprendimento motorio.

Come avviene tutto ciò? Gli impulsi nervosi che circolano nel nostro cervello quando viviamo una esperienza motoria (ma non solo motoria) determinano una sorta di traccia del percorso tra le cellule cerebrali che ne facilitano un successivo passaggio determinando quello che chiamiamo apprendimento.

Il meccanismo è il seguente.

Quando un segnale passa attraverso delle connessioni (*sinapsi*) tra un particolare gruppo di cellule nervose, esso lascia in qualche modo una traccia in tali connessioni in modo che il passaggio in tempi successivi attraverso le stesse sinapsi sia facilitato.

Pertanto, quando nel cervello prende il via un certo programma d'azione (o anche un pensiero) questo crea delle facilitazioni nelle sinapsi utilizzate e ciò rende più facile il richiamo dello stesso programma (o pensiero) in un momento successivo.

Questa traccia nelle connessioni tra cellule nervose sembra essere influenzata dalla quantità di passaggi dello stimolo nervoso.

Quindi questo fa comprendere la funzione dell'esercizio e della ripetizione nell'apprendimento in genere.

#### **4.1 Apprendimento basato sul problema**

Approccio all'apprendimento che presume che la chiave della comprensione sia l'abilità nel porre le domande.

Chi? Chi bisogna aiutare. È la componente più importante.

Cosa? È il compito che il soggetto vuole essere in grado di svolgere.

Dove? Il contesto nel quale il soggetto vuole essere in grado di svolgere il compito.

##### Differenze individuali

Differenze nella prestazione degli individui che sono dovute a differenze nelle loro capacità stabili e durature.

### Approccio sperimentale

Metodo utilizzato dagli studiosi per esaminare con modalità uniforme le variabili che influenzano la prestazione o il comportamento degli individui. Si basano su principi comuni a tutti.

### Approccio differenziale

Utilizzato dagli studiosi per esaminare differenze nelle capacità individuali.

## **4.2 La capacità e la capacità di prestazione**

Definita come tratti ereditari, relativamente duraturi e stabili dell'individuo che sottendono l'esecuzione di abilità individuali. Non modificabili dalla pratica o dall'esperienza. Il livello di abilità che gli individui possono raggiungere dipende dalle capacità che portano con loro nella situazione del compito da svolgere e dalla quantità e qualità delle loro esperienze di allenamento.

- capacità di orientamento spazio temporale;
- capacità di reazione;
- capacità di trasformazione del movimento;
- capacità di differenziazione;
- capacità di equilibrio;
- capacità di combinazione dei movimenti;
- capacità di ritmizzazione
- capacità di apprendimento motorio
- elasticità di movimento
- capacità di combinazione motoria
- fantasia motoria
- capacità di anticipazione motoria
- capacità di reazione motoria
- capacità di memorizzazione motoria

**Abilità:** capacità di realizzare una prestazione con la massima certezza, il minimo dispendio energetico e si sviluppa come risultato dell'esercizio.

**Capacità:** determinate geneticamente e non modificate dall'esercizio e dall'esperienza. È vista anche come fattore limitante della prestazione.

<b>Capacità</b>	<b>Abilità</b>
Tratti ereditati	Sviluppati con l'esercizio
Stabili e durature	Modificate con l'esercizio
Poco numerose	Numerose
Sottendono l'esecuzione di molte abilità	Dipendono da diversi sottogruppi di capacità

La struttura delle capacità individuali faciliterà la prestazione di un soggetto in alcuni compiti piuttosto che in altri. Ma questa struttura è solo uno dei fattori che contribuiscono alla prestazione generale individuale.

Ad esempio altri fattori possono influenzare una prestazione tipo la quantità e il tipo delle esperienze pregresse, la conformazione corporea, e caratteristiche personali. Il successo della prestazione è dovuto a una combinazione di fattori, e le differenze di prestazione sono dovute solo in parte alle differenze delle capacità motorie. Un altro fattore potrebbe essere l'umore che può rendere diversa la prestazione di coloro che partecipano ad attività sportive. Ogni capacità è progettata per un particolare tipo di lavoro come coordinare simultaneamente diversi arti o rispondere velocemente ad uno stimolo. Ciascun movimento o compito particolare come saltare una siepe, richiede un certo gruppo di capacità e le persone usano diverse combinazioni delle loro capacità per i diversi compiti.

<b>Capacità</b>	<b>Abilità</b>
Tempo di reazione	Pilota da corsa
Orientamento della risposta	Quarterback
Velocità del movimento di un arto	Lanciatore
Destrezza delle dita	Suonatore
Destrezza della mano	Pilota
Coordinazione tra arti	Quarterback

### 4.3 Approccio all'elaborazione dell'informazione

L'uomo è un elaboratore di informazioni simile al computer. Secondo questo modello gli individui iniziano a eseguire operazioni sull'informazione nel momento in cui ricevono l'informazione stessa. Questo è l'input poi continuano ad elaborare l'input usando una molteplicità di operazioni in diversi stadi. Infine producono l'output.

#### Le fonti dell'input

L'input è rappresentato da uno stimolo che si presenta al soggetto. È grazie alla presenza di uno stimolo esterno che gli individui possono iniziare ad elaborare la relativa risposta. Alcuni input si trovano occasionalmente in ambienti naturali come ad esempio il colpo di pistola in atletica, l'accensione delle luci ad un semaforo.

Più frequentemente si trovano nel contesto di una moltitudine di stimoli ambientali. In questo caso l'input scelto per l'elaborazione è ampiamente determinato da colui che opera scelta.

### 4.4 Stadi di elaborazione dell'informazione

Dopo aver appreso lo stimolo bisogna elaborarlo attraverso questi tre stadi:

1. Identificazione dello stimolo
2. Selezione della risposta
3. Programmazione della risposta.

1. Nell'*identificazione* si riconosce e si identifica l'input. Il compito dell'esecutore è quello di determinare se l'informazione (stimolo) è comparsa e se sì, identificarla. Si analizza attraverso il contenuto l'informazione ambientale proveniente da una varietà di fonti, come vista udito ecc.. inoltre si assemblano le componenti o le dimensioni

separate di questa informazione. Gli stimoli dipendono spesso dalla situazione.

2. Le *selezioni* iniziano una volta che le attività dello stadio dell'informazione dello stimolo hanno fornito all'esecutore un'informazione sufficiente sulla natura dell'ambiente. Quindi adesso si deve decidere quale risposta se necessaria deve essere realizzata. Quando il soggetto decide che una risposta è appropriata, seleziona uno dei movimenti a sua disposizione. Quindi avviene la traduzione tra l'input sensoriale e sensitivo che è stato identificato e una delle possibili forme di output del movimento.
3. Una volta deciso il movimento da usare questa informazione viene inviata per la *programmazione della risposta*. Qui il movimento desiderato è organizzato dal sistema motorio. C'è la preparazione dei meccanismi di livello inferiore nel tronco celebrale e nel midollo spinale il richiamo e l'organizzazione di un piano di azione per controllare un movimento e l'invio dell'ordine ai muscoli perché si contraggano con la sequenza appropriata.

## **Output**

Risposta prodotta da un soggetto come risultato dell'elaborazione dell'informazione. Cioè la risposta allo stimolo attraverso un movimento. Però può capitare che l'output giusto non sia quello adeguato.

## **Compatibilità stimolo-risposta**

Importante e determinante è proprio la compatibilità stimolo-risposta. È definita come il grado con il quale lo stimolo e la relativa risposta sono connessi in modo naturale. Ad esempio lanciare e prendere una pallina in direzione e con la mano destra.

## **Quantità dell'esercizio**

La quantità e la natura dell'esercizio sono due fattori principali. All'aumentare della pratica diviene minore la quantità dell'incremento del tempo di reazione in virtù del numero delle alternative S-R.

Con un enorme quantità di pratica esecutori di alto livello possono produrre reazioni che si avvicinano all'elaborazione automatica.

## **4.5 L'anticipazione**

Per far fronte ai ritardi della presa di decisione c'è l'anticipazione. Cioè prevedere sia ciò che sta per accadere nell'ambiente sia quando avverrà e quindi è in grado di eseguire in anticipo diverse attività di elaborazione dell'informazione. Questa conoscenza risiede nel fatto che non deve aspettare prima di iniziare a selezionare e a organizzare la sua risposta. Quindi, quando incomincia l'azione può evitare le attività di elaborazione necessarie a selezionare e a programmare la sua risposta dato che lo ha fatto in anticipo. Persone molto abili sanno quali sono gli stimoli che hanno maggiori probabilità di presentarsi dove e quando si presenteranno così da poter prevedere il tipo di risposta che sarà probabilmente richiesta. Non è sempre facile anticipare efficacemente perché è necessario che si abbia una notevole conoscenza della regolarità con la quale si producono gli eventi ambientali, come pure delle tendenze dell'avversario a fare determinate cose in situazioni particolari.

Ma oltre ai vantaggi si hanno anche degli svantaggi.

Lo svantaggio principale è la risposta inefficace che si produce quando l'anticipazione è sbagliata. A volte si possono avere anche dei disastri se l'anticipazione è errata ad esempio ad un semaforo giallo o lampeggiante potrebbe avvenire un incidente. Ad una anticipazione errata di uno stimolo si dovrebbe inibire quel determinato movimento come risposta. Questo richiede tempo.

È ancora più grave se un soggetto ha già messo in moto il movimento scorretto, in questo caso dovrebbe inibire l'azione sbagliata e preparare quella corretta. Poi ci sono anticipazioni che vengono inviate in modo errato all'avversario in modo da non far prevedere le sue azioni e scoraggiare l'avversario.

### **Tipi di anticipazione:**

1. **Spaziale:** prevedere cosa sta per accadere in una situazione in cui viene richiesta una prestazione. Ad esempio anticipare un guidatore della macchina che sta venendo nella direzione opposta nella intenzione di girare.
2. **Temporanea:** prevedere l'andamento temporale di un evento o quando sta per accadere, in una situazione in cui è richiesta una prestazione. Ad esempio come quando un arbitro lascerà cadere il disco sul campo di hockey di ghiaccio. In quel determinato momento.

### **4.6 Tempo di reazione e presa di decisione**

Un'importante misura della prestazione il tempo di reazione (TR) indica la velocità e l'efficacia della presa di decisione. Il TR è l'intervallo tra la presentazione di uno stimolo non preceduto da un preavviso e l'inizio di una risposta. Rappresenta il tempo necessario per formulare decisioni e per iniziare l'azione. Si utilizza questa misura per appunto misurare la velocità nell'elaborare le informazioni. Uno dei principali fattori che influenzano il tempo di reazione è il numero delle possibili scelte contenute nello stimolo, ognuna delle quali porta ad una determinata risposta. Chiamato anche TR di scelta dove l'esecutore deve prima identificare lo stimolo che gli viene presentato e poi deve scegliere la risposta che corrisponde a questo stimolo. C'è anche il TR semplice, ossia quando il TR è più breve, si ha dove c'è uno stimolo e una sola risposta.

Quindi, all'aumentare delle possibili coppie stimolo-risposta, aumenta il tempo richiesto per rispondere cioè il TR di scelta.

### **Legge di Hooke**

Descrive la relazione stabile esistente tra il numero di alternative stimolo-risposte e il tempo di reazione di scelta; all'aumentare del numero di coppie stimolo-risposta, il tempo di reazione di scelta aumenta in modo lineare.

### **Presenza di decisione e prestazione in condizione di attivazione e di ansia**

**Attivazione:** livello di attivazione o di eccitazione del sistema nervoso centrale di un soggetto.

**Ansia:** modo in cui un soggetto interpreta una determinata situazione e le emozioni associate ad essa.

Cambiamenti nel livello di ansia sono sempre accompagnati da cambiamenti nel livello di attivazione.

### **Principio della "u" rovesciata**

In questo principio si descrive la relazione che esiste tra il livello di attivazione e la prestazione.

Nello specifico all'aumentare del livello di attivazione aumenta anche la prestazione ma fino ad un certo livello, infatti proseguendo nell'aumento dell'attivazione la prestazione diminuisce.

Ossia, ad un elevato livello di attivazione corrisponde una scarsa prestazione.

Per determinare in modo ottimale il livello giusto dell'attivazione bisogna considerare e basarsi su tre fattori:

1. **la persona:** bisogna considerare che ogni persona ha un livello di attivazione e di ansia diverso da altre persone, e che persone diverse lavorino bene a livelli di attivazione diversi.
2. **il compito:** se richiede un controllo muscolare o implica importanti componenti della presa di decisione allora probabilmente serve un livello di attivazione basso per una prestazione elevata, all'inverso se abilità che sono caratterizzate da azioni di grandi gruppi muscolari senza un fine controllo motorio si ha bisogno di un livello di attivazione elevato per una prestazione ottimale.
3. **la situazione:** se una persona avverte che quella situazione è minacciosa i livelli di ansia e di attivazione aumentano, mentre se la persona capisce che è in grado di affrontare facilmente quella determinata situazione avrà i livelli di attivazione e di ansia più bassi.

### **Elaborazione dell'informazione in situazioni di elevata attivazione**

L'elaborazione dell'informazione cambia quando i livelli di attivazione aumentano. Un cambiamento importante è dovuto al restringimento percettivo cioè la tendenza delle persone a non prendere in considerazione alcuni tipi di informazione dall'ambiente. Cioè c'è un restringimento del focus attentivo di quella persona. Può avvenire sotto effetto di medicinali, o privazione del sonno.

È un meccanismo importante che consente di rivolgere una maggiore attenzione alle fonti di stimoli che sono più immediatamente rilevanti. Ma ci sono anche alcuni svantaggi. Aumenta la prestazione quando agli individui vengono presentati stimoli attesi ma diminuisce quando sono messi a confronto con stimoli inattesi. Cioè ad esempio il restringimento percettivo che avviene a seguito di una leggera intossicazione produce un livello di prestazione di guida accettabile fino a che non occorrono eventi inattesi, tipo una bambina che corre sulla strada per inseguire un pallone. In questo caso il guidatore non ha un buon livello di attivazione.

## **Ipotesi sull'utilizzo della preinformazione**

Serve a spiegare le diminuzioni comuni delle prestazioni che avvengono in condizione di bassa ed elevata attivazione. Quando è basso il campo percettivo è relativamente ampio e la persona ha accesso a un gran numero di segnali. Però solo alcuni segnali sono rilevanti per quel determinato compito l'esecutore potrebbe selezionarne alcuni irrilevanti e trascurare quelli rilevanti con il risultato di ottenere prestazioni basse rispetto all'ottimale.

All'aumentare del livello di attivazione il focus attentivo si restringe sui segnali più importanti e vengono esclusi i segnali irrilevanti. Quindi l'efficienza aumenta perché l'esecutore sta rispondendo a segnali rilevanti.

***Il livello di attivazione ottimale è quello che produce un focus attentivo abbastanza ristretto da escludere la maggior parte dei segnali irrilevanti ma sufficientemente ampio da rilevare i segnali più importanti.***

Tecniche per modulare i livelli di attivazione.

Abilità "dai muscoli alla mente" sono tecniche per regolare l'attivazione che utilizzano l'attività somatica, ad esempio il rilassamento muscolare, la respirazione ritmica.

Abilità "dalla mente ai muscoli" sono tecniche per regolare l'attivazione che utilizzano l'attività cognitiva, ad esempio meditazione o visualizzazione per rilassare i muscoli.

### **Attenzione: limiti della capacità di elaborare l'informazione**

La capacità attentiva non è soltanto limitata ma sembra essere di natura seriale in quanto ci si concentra prima su una cosa, quindi su un'altra; e soltanto con grande difficoltà ci si può concentrare su due cose contemporaneamente. Alcune volte ci concentriamo su eventi sensoriali e sensitivi esterni, a volte ci focalizziamo su operazioni mentali interne e a volte siamo attenti all'informazioni sensoriale (muscoli e arti).

Cercare di elaborare simultaneamente qualsiasi combinazione di questi tipi di informazione potrebbe essere un compito molto difficile.

**Capacità limitata dell' attenzione:** nozione per cui gli esseri umani possono concentrarsi solo su una piccola quantità di informazioni per unità di tempo, che limita la loro capacità di elaborare le informazioni.

*Quando i compiti sono in competizione tra di loro?*

L'elaborazione a volte può avvenire su binari paralleli, cioè consente di elaborare due o più flussi di informazione contemporaneamente e generalmente avviene nello stadio dell'identificazione dello stimolo. Un esempio potrebbe essere il colore e la forma degli oggetti.

### **Elaborazione dell'informazione in parallelo: “effetto Stroop”**

Mostrano come le persone siano in grado di elaborare due stimoli in parallelo durante lo stadio dell'identificazione dello stimolo; però quando questo avviene il loro tempo di reazione è più lungo di quando elaborano un solo stimolo. Provando a denominare, il più velocemente possibile, il colore delle parole, senza badare al loro significato capita di essere tentati di leggere il significato della parola, invece che il suo colore.

Questo è il fenomeno dell'interferenza, noto come effetto Stroop, dal nome del ricercatore che nel 1935 lo ha scoperto: il significato delle parole tende ad interferire con il compito di denominazione dei colori.

Viene presentata ad alcune persone una serie di stimoli visivi, come forme non rilevanti o parole che rappresentano i nomi dei colori, in diversi colori stampati su fogli bianchi e sono invitati a identificare nel minor tempo possibile il colore dell'inchiostro della forma o della parola spingendo il tasto corrispondente al colore. Si ha come risultato che il TR è più lungo quando negli stimoli vi è un contrasto tra i nomi dei colori e l'inchiostro utilizzato, rispetto a quando gli stimoli sono presentati da forme o simboli irrilevanti.

#### **4.7 Selezione della risposta: elaborazione controllata e automatizzata**

L'elaborazione controllata è un tipo di elaborazione dell'informazione che è lenta seriale che richiede attenzione e volontà. Prevalde negli stadi iniziali dell'apprendimento. Ha un'interferenza causata dalla competizione nella selezione della risposta, avviene prima e dopo di altri compiti di elaborazione ed è molto volitiva facilmente arrestabile. Si può trovare in compiti che sono stati appresi male o completamente nuovi. È una forma di elaborazione noiosa. L'elaborazione automatizzata è più evidente in soggetti molto abili. È un'elaborazione dell'informazione che è veloce, parallela, che non richiede attenzione, è spesso involontaria prevalentemente negli stadi avanzati dell'apprendimento. Non c'è una competizione o un'interferenza tra i compiti, è parallela. È il risultato di un'enorme quantità di esercizio. Un esempio è la capacità di leggere e riconoscere velocemente un'enorme quantità di lettere.

##### *Unità esecutive*

Sviluppate a seguito di esercitazioni queste unità consentono ad esecutori abili di gestire particolari compiti di elaborazione dell'informazione con una modalità automatizzata. Bisogna esercitarsi molto per poter apprendere l'elaborazione dell'informazione automatizzata. Questo è più semplice con l'associazione (mapping) costante, cioè quando la caratteristica dello stimolo richiede sempre la stessa risposta. Mentre è meno con l'associazione variata cioè risposte diverse allo stesso stimolo.

#### **4.8 Programmazione della risposta**

L'organizzazione della risposta avviene in modo seriale, esiste una qualche interferenza o competizione attentiva tra gli eventi che accadono nello stadio della selezione della risposta. In laboratorio si utilizza il paradigma di stimolazione doppia: cioè ai soggetti viene richiesto di rispondere a ciascuno dei due stimoli presentati con un livello di tempo

molto breve. Reazioni diverse a due stimoli presentati ravvicinati nel tempo.

Anche le mani sono in competizione tra di loro.

A volte le due mani non riescono ad eseguire azioni diverse ma quando dobbiamo ad esempio arrotolare un foglio vediamo che le due mani non hanno difficoltà. Chiamato anche timing.

## **4.9 La memoria**

La memoria è quella funzione psichica volta all'assimilazione alla ritenzione e al richiamo di informazioni apprese durante l'esperienza.

### **Tipi di memoria**

**Memoria sensoriale:** capacità di mantenere in modo fedele le informazioni che provengono dall'ambiente.

**Memoria a breve termine:** mantiene le informazioni per circa mezzo minuto ed ha una capacità limitata.

È in grado di ricordare circa sette unità d'informazioni diverse dopo una singola rappresentazione e in assenza di ripetizioni. La capacità della memoria a breve termine è quindi limitata: se un'informazione non viene ripetuta con sufficiente frequenza, scompare. Le persone utilizzano l'attenzione selettiva per dirigere l'informazione nella memoria a breve termine.

**Memoria di lavoro:** spazio di lavoro temporaneo dove attività di elaborazione controllata dell'informazione possono essere applicate all'informazione rilevante.

**Memoria a lungo termine:** è definita come quella memoria, immagazzinata dal cervello, che ha una conservazione stabile delle informazioni immagazzinate. Capacità e durata illimitata.

#### **4.10 Contributo delle afferenze sensoriali e sensitive alla prestazione abile**

Le informazioni che consentono la produzione di movimenti complessi derivano da numerose fonti principali ma, una considerevole quantità di esse proviene dall'ambiente quindi dall'esterno. Questa fonte di informazione viene definita esterocezione e, il principale senso deputato al suo esame è la vista seguita dall'udito. La seconda fonte d'informazione è quella sensitiva proveniente dall'interno del nostro corpo ed è definita enterocettiva e, in particolar modo, assume grande importanza quella propriocettiva che segnala la posizione ed il movimento del corpo e degli arti, le forze prodotte nei muscoli e l'orientamento del corpo nello spazio.

Un altro tipo di informazione proveniente dai movimenti del corpo è definito **cinestesi** e segnala contrazione e movimenti degli arti.

La cinestesi è dunque il senso che abbiamo del movimento delle nostre articolazioni e della tensione dei nostri muscoli durante l'attività motoria. I recettori che forniscono al sistema neuromuscolare informazioni cinestetiche sono numerosi.

L'**apparato vestibolare** nell'orecchio interno rileva i movimenti della testa e trasmette informazioni relative alla postura e all'equilibrio.

I **fusi neuromuscolari** vengono sottoposti a stiramento quando il muscolo si contrae, forniscono al SN informazioni relative alle variazioni di lunghezza del muscolo e informazioni circa il cambiamento di posizione delle articolazioni.

Gli **organi tendinei del Golgi**, posti in prossimità delle giunzioni muscolo-tendinee trasmettono informazioni relative alla forza esercitata dai muscoli.

Infine, i recettori cutanei, trasmettono informazioni inerenti la pressione, il tatto e la temperatura.

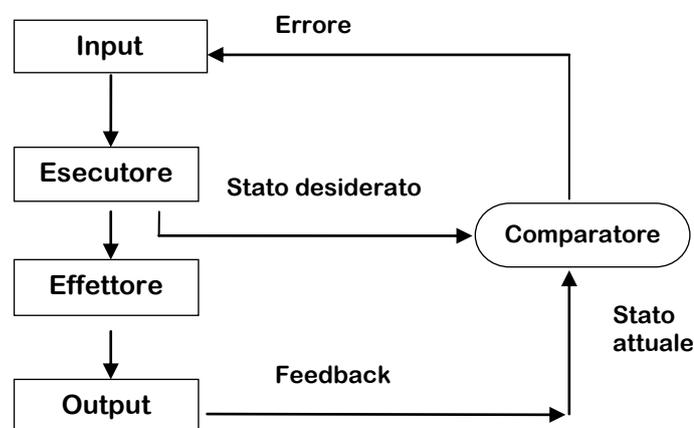
## Controllo a circuito chiuso o closed loop

L'insieme dei dati raccolti dagli analizzatori cinestetici consentono di operare un controllo sulle prestazioni.

Uno dei controlli possibili è il cosiddetto controllo a circuito chiuso, nel quale riconosciamo un *comparatore* ossia un meccanismo di detezione di errori contenuto in sistemi di controllo a circuito chiuso, controlla il feedback relativo allo stato che si vuole raggiungere con quello relativo allo stato attuale; un *esecutore* (centro di controllo) che determina le azioni da effettuare per mantenere o raggiungere lo stato voluto; un *effettore* che mette in atto l'azione voluta; e il feedback che informa sull'attuale stato di un sistema.

Il controllo a circuito chiuso implica l'uso del **feedback** e l'attivazione di processi di detezione e correzione di errori per perseguire e mantenere l'obiettivo desiderato. Viene usato per il controllo di movimenti volontari e lenti. Un classico e a prima vista banale controllo a circuito chiuso è il mantenimento della stazione eretta, ma anche per azioni più complesse quali una verticale agli anelli. Altri compiti sono molto più dinamici ed è questo il limite del controllo a circuito chiuso.

In questo caso, spesso, intervengono dei meccanismi di controllo o compensazione ben più rapidi e, talvolta, non controllati in maniera cosciente.



Un esempio di prestazione è la guida della macchina.

Il guidatore utilizza informazioni visive riguardo alla posizione della macchina sulla strada per rilevare se esistono differenze fra la posizione attuale e la posizione desiderata della macchina. Se esistono delle differenze vengono rilevate come errori e quindi vengono corrette attraverso i movimenti delle braccia e delle mani. Il sistema nervoso invia queste informazioni ai muscoli effettori per eseguire i movimenti corretti, fino alla risposta adeguata del veicolo sulla posizione adeguata della vettura. Quindi si interrompe. È un modello che ha bisogno di almeno 300 ms per essere svolto.

*Esecutore:* prende decisioni riguardo alle azioni correttive necessarie.

*Effettore:* rende operative le decisioni.

*Feedback:* informazione riguardo lo stato attuale del sistema.

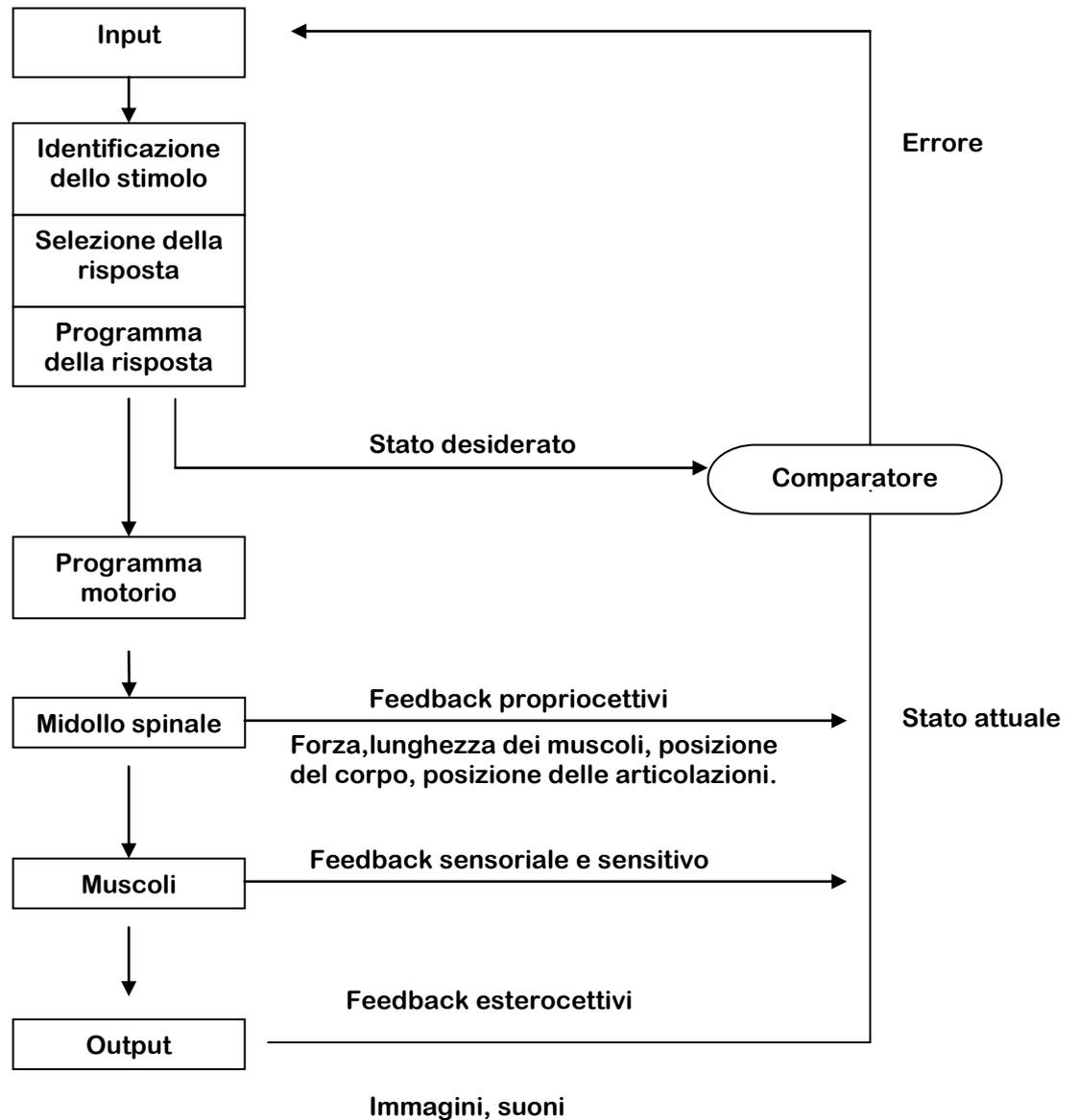
*Comparatore:* meccanismo di rilevazione dell'errore e confronta il feedback atteso nel caso in cui il sistema sia nello stato desiderato, con il feedback derivante dallo stato attuale del sistema e trasmette l'errore all'esecutore.

### **Il controllo nel modello concettuale**

**Modello:** tentativo di descrizione di un sistema che tiene conto di molte delle sue proprietà note; i modelli rendono più facile la comprensione dei sistemi e facilitano le applicazioni pratiche. Da input ambientale ad output comportamentale.

I movimenti lenti vengono controllati, mentre quelli rapidi no, se errati possono essere corretti solo dopo aver completato il movimento.

#### 4.11 Modello integrato della prestazione umana



Arriva un input, viene elaborato e parallelamente viene specificato qual'è lo stato desiderato. Questo costituisce il feedback che l'individuo dovrebbe ottenere se attua il movimento correttamente e se raggiunge con successo l'obiettivo ambientale prefissato. Una copia dello stato desiderato viene registrata dal comparatore. I comandi per raggiungere lo stato desiderato vengono inviati dall'esecutore ad un meccanismo attuatore costituito da midollo spinale e muscoli. Qui c'è il feedback sensoriale derivante dal movimento degli arti e dalla contrazione dei muscoli che viene confrontata

con il feedback che ci si attende allo stato desiderato. Questo è un tipo di sistema adottato ad esempio per la postura. Questo tipo di sistema a circuito chiuso ha uno svantaggio: rende il controllo lento, soprattutto a livello della programmazione della risposta.

#### Compiti di discreta durata

Il modello di controllo a circuito chiuso è inadeguato anche quando si tratta di spiegare l'esecuzione di abilità che sono di breve durata, come battuta, lancio e rinvio. Dal momento che il controllo a circuito chiuso è troppo lento per consentire la correzione di movimenti troppo veloci, in questi casi per raggiungere l'obiettivo devono essere messi in atto movimenti già pianificati. L'informazione sensoriale e sensitiva gioca un ruolo sempre più importante con l'aumentare della durata del movimento.

#### **Esperimento di Slater-Hammel**

Ci sono altri tipi di correzione dei nostri movimenti, dei quali però noi non ne siamo a conoscenza. Tali aggiustamenti vengono definiti riflessi e a volte non sono controllati consciamente. Si svolgono in modo stereotipato, involontario e spesso rapido.

#### **Tipi di compensazione**

Partecipando ad un esperimento in cui stando in stazione eretta dobbiamo mantenere il gomito a 90° e sorreggiamo un libro che deve essere tenuto sempre alla stessa altezza. Mentre facciamo questo lo sperimentatore monitora l'attività elettrica del muscolo. Improvvisamente ci aggiunge un altro libro e la mano si abbassa immediatamente, ma dopo brevissimo tempo riusciamo a compensare il carico aggiunto riportando la mano nella posizione precedente.

## **Reazione M1**

Modificazione riflessa che si verifica circa 40 ms dopo l'aggiunta del carico. Attività breve e non c'è una aumentata rilevazione della contrazione muscolare, ma l'arto continua ad abbassarsi nonostante questa reazione riflessa. È uno dei riflessi più veloci che sono alla base del controllo degli arti. Riflesso da stiramento monosinaptico. Viene innescato dallo stiramento dei fusi neuromuscolari all'aggiunta di un carico. La latenza o tempo di correzione è molto breve perché include una sola sinapsi e perché l'informazione ha un tragitto relativamente breve. Sono riflessi inconsci e non sono influenzati da fattori come il numero delle possibili combinazioni stimolo-risposta.

Sono automatiche e non richiedono attenzione.

## **Reazione M2 meccanismo a feedback**

Modificazione che avviene circa 50-80 ms dopo l'aggiunta del carico. È chiamata riflesso da stiramento funzionale, riflesso a circuito lungo. Ha una durata maggiore e genera un picco maggiore rispetto all'M1. Anche questo tipo di riflesso deriva dall'attivazione dei fusi neuromuscolari tuttavia gli impulsi procedono oltre il midollo spinale verso centri superiori del cervello cioè la corteccia motoria e il cervelletto, dove vengono elaborati. Quindi inviati degli impulsi di ritorno al midollo per attivare i muscoli. La reazione è più flessibile del M1 tenendo conto del coinvolgimento di alcune altre fonti d'informazione sensitiva/sensoriale durante la reazione. Ad esempio le istruzioni: nel nostro caso se lo sperimentatore ci avesse dato istruzione di lasciare andare quando veniva applicato l'altro peso il nostro braccio avrebbe assunto una posizione diversa senza il nostro intervento. Questa reazione ci permette di predisporre gli arti ad adattarsi alle differenti richieste ambientali. Non possiamo dire che è una reazione volontaria a causa del tempo (troppo

veloce) ma possiamo affermare che possiamo modificare volontariamente la reazione M2 mediante processi consci.

### **Reazione indotta**

Reazione ad eventi destabilizzanti con una latenza da 80 a 120 ms, è flessibile e molto veloce ma non abbastanza da poter dire che è volontaria, troppo lenta per essere una M1 o M2. Può interessare la muscolatura lontana dalla zona attualmente stimolata ed è sensibile all'alternativa dello stimolo-risposta. Possiamo verificarlo ad esempio quando abbiamo un bicchiere sollevato e questo viene riempito, così inizia a scivolarle di mano e così viene attivata questa reazione che ci permette di stringere di più le dita in modo che non ci scivoli. Questa reazione è attivata dalle vibrazioni della pelle provocate dallo scivolamento delle mani.

### **Reazione M3**

Reazione volontaria, forte e sostenuta nel tempo che riporta l'arto nella posizione desiderata e lo mantiene così. Può coinvolgere tutti i muscoli del corpo; è la più flessibile in quanto può avere l'istruzione o l'anticipazione; riguarda adattamenti che avvengono in modo seriale e richiedono attenzione da parte della persona.

### **Ruolo del tempo di movimento**

La più veloce delle azioni umane ha un tempo di movimento di soli 40 ms. quindi non basta il circuito a feedback esterno o l'M2 per poter modificare il movimento già iniziato.

Le fonti di informazione non operano tutte insieme è infatti la vista che tende a dominare sulle altre.

Questa è chiamata Dominanza visiva.

Si hanno due tipi di visione: quella **focale** (area minima di individuazione e discriminazione dello stimolo); e quella **ambientale** (area di visione d'insieme).

1. L'utilizzazione della visione focale assicura un incremento di efficacia nell'elaborazione dello stimolo ed è il sistema più familiare perché è il risultato dell'esperienza personale. È specializzato nella identificazione cosciente di oggetti che si trovano al centro del campo visivo. È influenzata da movimenti di oggetti circostanti e ridotta in condizioni di scarsa luminosità.
2. La visione ambientale è usata per rilevare l'orientamento del proprio corpo nell'ambiente. È di tipo inconscio, rileva informazioni dall'intero campo visivo e viene utilizzata per il controllo del movimento.

Caratteristica	Visione focale	Visione ambientale
Zona del campo visivo	Solo centrale	Centrale e periferica
Livello di coscienza	Conscio	Inconscio
Effetto di una scarsa illuminazione	Degradante	Irrilevante
Domanda a cui da risposta	Che cos'è?	Dov'è?

#### 4.12 Visione focale e controllo motorio

La visione focale ha accesso alla coscienza per cui l'informazione visiva trattata da questo sistema passa attraverso i tre stadi dell'elaborazione dell'informazione. L'elaborazione porta all'azione. La vista è rappresentata come una delle fonti di informazione esteroceettiva proveniente dall'ambiente.

## **Visione ambientale e controllo motorio : flusso ottico**

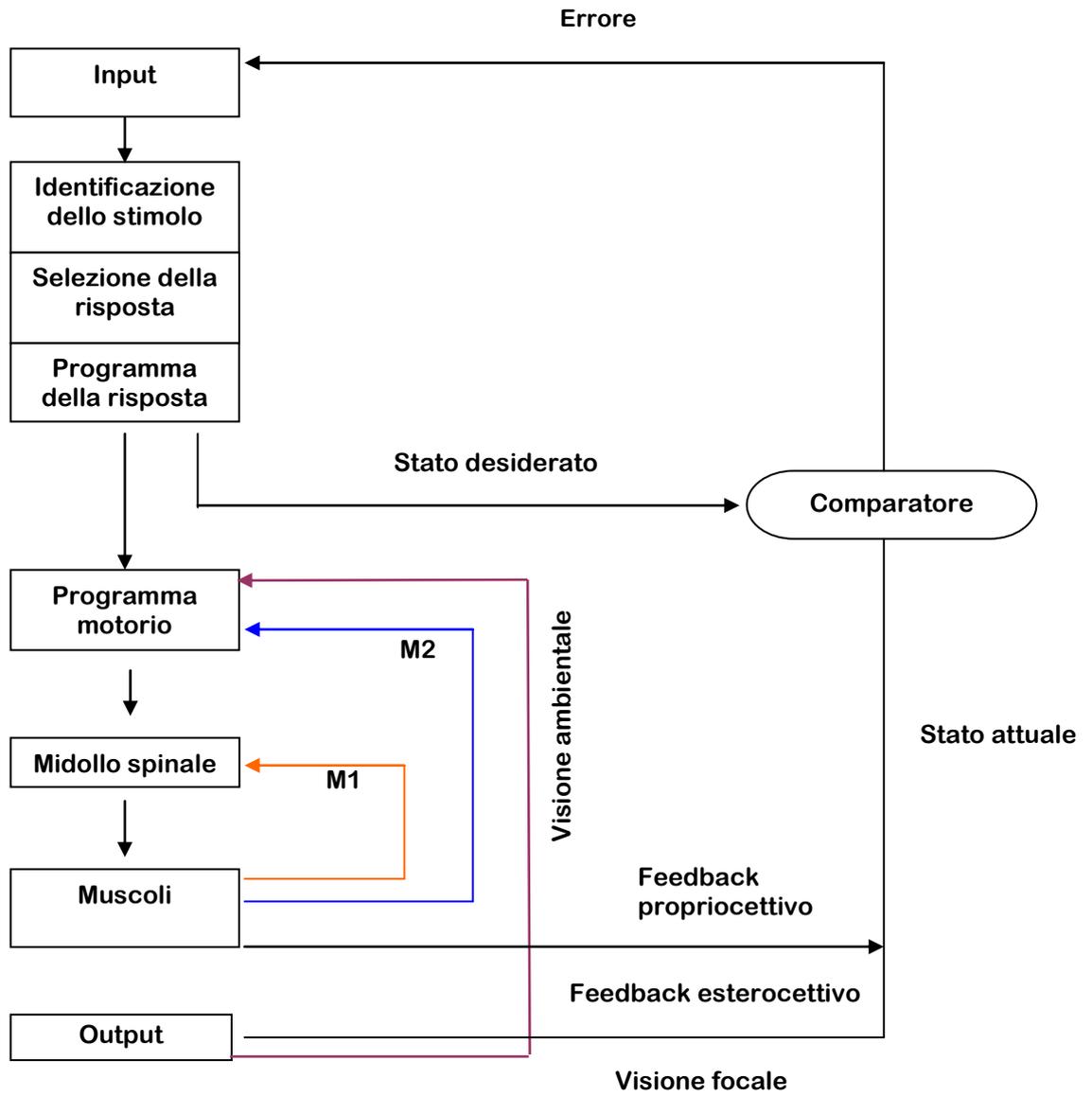
Movimento di raggi luminosi provenienti dall'ambiente sulla retina che consentono di percepire il movimento la posizione e il tempo. Questo flusso ottico fornisce questi tipi di informazione riguardo al suo movimento:

- stabilità ed equilibrio;
- velocità di movimento nell'ambiente più direzione del movimento rispetto alla posizione di oggetti fissi presenti nell'ambiente;
- movimenti di oggetti presenti nell'ambiente rispetto all'osservatore;
- tempo che intercorre prima che l'osservatore entri in contatto con un oggetto presente nell'ambiente.

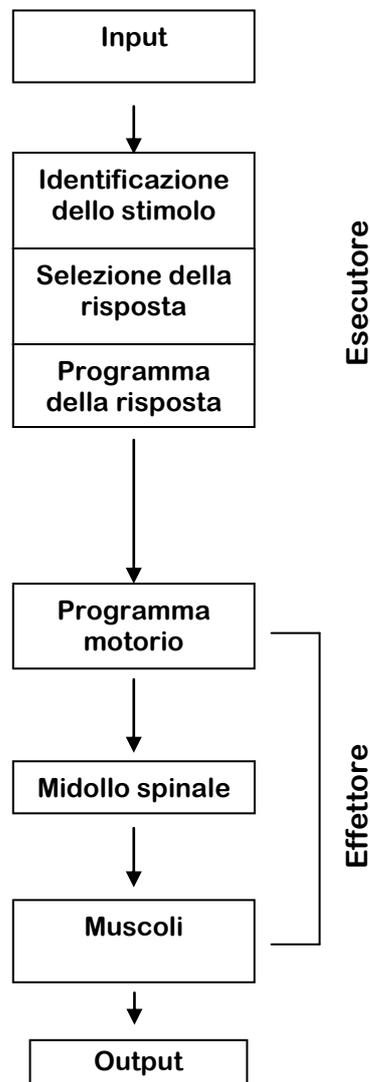
Oltre a fornirci informazioni riguardo alla dimensione "movimento avanti-indietro" il flusso ottico fornisce informazioni anche riguardo alle sottili differenze nella direzione del percorso.

Il tipo di flusso ottico che produce un oggetto in avvicinamento informa sul tempo che rimane prima che l'oggetto raggiunga il piano ottico dell'osservatore. L'immagine retinica dell'oggetto si espande man mano che si avvicina. Questa velocità di espansione è indice della velocità di avvicinamento dell'oggetto.

#### 4.13 Controllo motorio a circuito chiuso



#### 4.14 Controllo motorio a circuito aperto



- Ignora completamente il feedback sensoriale.
- Molto veloce, usato tipicamente per i movimenti balistici.
- Il mov. non può essere modificato a seguito di eventi inaspettati (es. se il bersaglio si sposta).
- Il mov. viene programmato interamente prima di essere eseguito. Eventuali correzioni implementate solo alla fine.

Il sistema non ha a differenza di quello chiuso, il comparatore. Inizia con l'input che viene elaborato e viene presa una decisione da mettere in atto. Quindi le istruzioni necessarie per produrre questa azione vengono trasmesse all'effettore che le attua. Una volta effettuata l'azione, il compito del sistema aperto è finito. Il sistema non avendo il feedback rimane allo scuro della riuscita o meno dell'azione. Non avvengono aggiustamenti. Un esempio potrebbe essere il flusso del traffico ai semafori che consiste nella semplice accensione sequenziale di luci. Se dovesse succedere un

incidente il semaforo proseguirebbe ad accendersi e spegnersi in sequenza come se non fosse successo nulla. Quindi continua ad essere efficace fintanto che le circostanze nelle quali si svolge l'azione rimangono invariate, ma è inflessibile rispetto a cambiamenti inaspettati.

Questi sistemi vengono usati per controllare le operazioni che vengono realizzate in ambienti stabili e prevedibili. Inizialmente un programma potrebbe essere in grado di controllare soltanto una breve sequenza di azioni. Con la pratica però il programma diventa più elaborato e capace di controllare sequenze comportamentali sempre più lunghe e di modulare diverse attività di tipo riflesso. Una volta appresi vengono immagazzinati nella memoria a lungo termine che si pensa abbia una capacità illimitata.

Nel caso dei movimenti rapidi il controllo a circuito aperto consente al sistema motorio di organizzare un'intera azione anticipatamente. Affinché questo avvenga il processo di programmazione deve avere:

- I muscoli specifici che sono necessari per produrre l'azione;
- L'ordine con il quale questi muscoli devono essere attivati;
- La forza delle varie contrazioni muscolari;
- L'ordine delle contrazioni;
- La durata delle contrazioni.

### **Generatore centrale di pattern**

Il concetto di programma motorio è simile a quello di gen. Centrale di pattern. Cerca di spiegare determinate caratteristiche di azioni ripetitive. Benché il concetto sia molto simile ci sono delle differenze. In primo luogo il programma motorio ha a che fare con quelle attività apprese che vengono controllate centralmente, come calciare o lanciare. Invece il CPG (inglese) è associato ad attività geneticamente prestabilite come la locomozione, la masticazione, la respirazione.

#### **4.15 Programmi motori e modello concettuale**

I programmi motori servono per produrre azioni flessibili e abili. La parte a circuito aperto di queste azioni fornisce l'organizzazione ovvero il pattern che può essere modificato più avanti mediante processi a feedback se necessario. Il tempo di reazione è maggiore in caso di movimenti complessi rispetto ai semplici.

Non riesce a spiegare però come sia possibile eseguire azioni mai svolte in precedenza.

Funzioni principali del programma motorio:

- Definire e emettere i programmi che determinano, in ultima analisi, quali muscoli devono essere contratti, con quanta intensità e per quanto.
- Organizzare i vari gradi di libertà dei muscoli e delle articolazioni, integrandoli in una singola unità per produrre un'azione efficace ed efficiente.
- Specificare e avviare gli aggiustamenti posturali preliminari necessari per dare supporto all'azione da svolgere.
- Modulare le varie vie riflesse al fine di garantire che l'obiettivo del movimento venga raggiunto.

#### **Teoria del programma motorio semplice**

Spiegazione di come le persone controllino movimenti coordinati che pongono in risalto il ruolo di comandi motori prestrutturati organizzati a livello esecutivo.

#### **Problema dell'immagazzinamento**

Limite del programma motorio semplice che si basa sulla nozione che sarebbe necessaria una capacità di memoria enorme per poter contenere

tutti i programmi motori che ci servono per produrre l'enorme quantità di azioni che produciamo.

A questi problemi nacque un nuovo pensiero chiamato "*teoria del programma motorio generalizzato*" che definisce un modello di movimento piuttosto che un movimento specifico; questa sua flessibilità consente di adattarlo in modo da produrre varianti del pattern motorio adatte a modificate richieste ambientali. Cioè un movimento non è mai nuovo del tutto o vecchio del tutto. È una modificazione al movimento o programma motorio prestabilito.

### **Identificazione dei parametri di movimento**

I parametri *sono* caratteristiche modificabili di un programma motorio generalizzato.

I paramentri *sono l'ampiezza, la velocità del movimento e il tempo di movimento.*

### **Esperienza di apprendimento**

Situazioni nelle quali si cerca intenzionalmente di migliorare le prestazioni nell'esecuzione di un dato movimento.

Ad esempio, possiamo migliorare una capacità di prestazione che appunto modifica con l'esercizio una potenzialità per eccellere in un determinato compito. Oppure apprendere delle abilità migliorabili con l'esercizio. L'apprendimento umano sembra essere un processo continuo.

#### 4.16 Definizione degli obiettivi

**Goal setting:** processo con il quale vengono stabiliti scopi per la prestazione futura.

Tutti gli allievi dovrebbero essere incoraggiati a trovare una loro finalità così da poter identificare le abilità e i comportamenti specifici che vogliono ottenere. È altamente individuale.

**Obiettivi relativi al risultato:** per il miglioramento della prestazione che si concentra sul risultato finale. Confronto della propria prestazione con quella altrui.

**Obiettivi relativi alla prestazione:** per il miglioramento della prestazione rispetto a un precedente livello di prestazione dell'individuo.

**Obiettivi relativi al processo:** per il miglioramento della prestazione che si concentra sulla qualità dell'esecuzione motoria. Enfatizzano particolari aspetti nell'esecuzione dell'abilità.

**Abilità-target:** è il compito che un individuo vorrebbe essere in grado di eseguire. Cioè sono i compiti che le persone devono ottenere allo scopo di raggiungere i propri obiettivi.

#### 4.17 Transfer di apprendimento

Il transfer è la capacità di saper trovare una risposta motoria in un contesto nuovo, utilizzando quanto appreso in precedenza, in altre esercitazioni o azioni (differenti da quella che ci si accinge a risolvere). È un'acquisizione o perdita dell'abilità di eseguire un compito risultante da una precedente pratica o esperienza in un altro compito. Il transfer può essere positivo, negativo o neutro. Transfer è saper trasferire e generalizzare.

Ci sono due tipi di transfer:

- **Transfer ravvicinato**, è un tipo di apprendimento che avviene da un compito all'altro o da una situazione all'altra molto simili tra loro;

detto anche generalizzazione. Significa che le abilità target vengono adattate per rispondere alle richieste particolari di un'altra situazione.

- **Transfer distanziato**, è un tipo di apprendimento che avviene da un compito all'altro o da una situazione all'altra molto diversi fra loro. Un modo in cui si applica la nozione di transfer è nell'aiutare gli allievi a sviluppare abilità più generali per poter poi produrre una grande varietà di azioni in futuro. Tipo quello che accade nelle scuole elementari dove gli insegnanti usando questo metodo incoraggiano i bambini a provare diverse attività motorie.

## **L'allievo**

Il punto principale è lui, colui che apprende.

L'Allievo ha queste caratteristiche da prendere in considerazione:

1. motivazione;
2. esperienze pregresse;
3. capacità;
4. stadio attuale dell'apprendimento.

### **4.18 Le fasi dell'apprendimento motorio**

Si tratta di un cambiamento relativamente permanente nella prestazione o nelle potenzialità di comportamento conseguibile attraverso l'esperienza diretta o l'osservazione di altri. Le fasi dell'apprendimento motorio sono diverse ed in ognuna di esse si possono utilizzare metodologie differenti. Le fasi di apprendimento motorio proposte da Fitts-Posner sono: **Stadio verbale-cognitivo; Stadio motorio; Stadio Automatico.**

I livelli di apprendimento motorio proposti da Gentile (1987) prevedono un primo stadio in cui l'allievo cerca di individuare i movimenti più appropriati per la riuscita del compito motorio e un secondo stadio detto di *fissazione/diversificazione* in cui si migliora la capacità di migliorare e

sviluppare l'adattamento delle nozioni apprese e la consistenza nelle successive prestazioni.

In questa fase può notarsi anche un'economia energetica per il compimento del gesto. Nel secondo stadio di sviluppo motorio o della coordinazione fine bisogna favorire l'attività introspettiva di analisi e modificare i fattori di variabilità. Sarà opportuno formulare degli obiettivi, imparare ad autovalutarsi, individualizzare gli itinerari e delle motivazioni alla pratica motoria che sono, principalmente, l'arricchimento delle abilità personali e il divertimento.

Newell (1985) affermò che vi era un primo stadio (detto della coordinazione) in cui vengono acquisite le basi strutturali coordinate dell'azione, per poi passare al secondo stadio (o del controllo) in cui si assiste ad una parametrizzazione degli elementi appresi.

Durante lo **Stadio verbale-cognitivo** bisogna far evolvere gradualmente le acquisizioni, iniziare da ciò che l'allievo è già in grado di compiere, fornire indicazioni visive (ad es. dimostrazioni), impiegare istruzioni verbali chiare e sintetiche.

Nella **Fase di sviluppo della coordinazione fine** bisognerà favorire l'attività introspettiva di analisi, modificando i fattori di variabilità. Il processo automatico è più veloce di quello controllato e consente di rispondere in tempi brevi, ne traggono beneficio tutte le attività stereotipate per le quali la risposta ad uno stimolo può essere maggiormente automatizzata. L'informazione verbale deve essere molto precisa e semplice, deve fornire all'allievo qualche idea o immagine del task da apprendere.

Le istruzioni sono, del resto, il metodo più utilizzato dal tecnico per trasmettere delle informazioni, in assenza di queste indicazioni l'apprendimento risulta più tortuoso e lento, si parla in tal caso di libera esplorazione.

Spesso il tecnico abusa delle istruzioni verbali che devono invece essere globali e generali, soprattutto con allievi particolarmente giovani. Anche

l'ascolto dei propri movimenti (registrazione degli appoggi in una corsa) può rivelarsi utile al fine del miglioramento della prestazione.

## QUINTO CAPITOLO

### **Il movimento condizionato**

Mi ha parlato di movimento condizionato Alfio Caronti:

Diplomato ISEF all'Università Cattolica di Milano (1971), Caronti ha conseguito la laurea in chiropratica presso la statunitense "Palmer College of Chiropratic" (1984) e in Scienze motorie all'Università "Tor Vergata" di Roma (2003). Conduce la libera professione di chiropratico dal 1984. Consulente nel reparto di neurochirurgia presso l'Ospedale Civico di Lugano, in Svizzera (1989-1992), membro della Commissione Ricerca e Sperimentazione della FISI dal 1994 e consulente riguardo a problematiche posturali in prestigiose università italiane (Università di Palermo, Università "La Sapienza" e Università "Tor Vergata" di Roma), si interessa da oltre vent'anni di sport, collaborando con le più importanti federazioni sportive, tra cui la Federazione Sport Invernali, la Federazione Italiana Tennis, la Federazione Italiana Sci Nautica e la Federazione Italiana Canoa. Ha, inoltre, seguito la preparazione atletica di sportivi di altissimo livello, tra i quali Ronaldo, Alberto Tomba e Deborah Compagnoni.

Nel 2005 la Federazione Aeronautica Internazionale gli ha riconosciuto un Award per essere stato il primo a volare in Europa con il deltaplano, nel 1971.

La sua attività di ricerca è, al momento, indirizzata ad analizzare gli squilibri posturali, al fine di ottenere il benessere psico-fisico della persona.

Alfio Caronti ha, infatti, formulato un'interessante teoria secondo la quale i disturbi motori di un individuo sarebbero riconducibili a traumi subiti dallo stesso durante la vita, traumi talora sedimentati in fondo alla memoria. Per ovviare a tali problemi, ovvero al manifestarsi ulteriore e progressivo di squilibri posturali, Caronti interviene preliminarmente in ambito laboratoriale, sottoponendo il soggetto a stimolazioni sensoriali di vario

tipo, al fine di favorire risposte emozionali, per lo più di disagio ed allerta, da parte di questi.

Le ricerche di Caronti sul "movimento condizionato" si inseriscono indubbiamente nel filone di studi sui processi comportamentali, che riconosce in Pavlov uno dei massimi rappresentanti<sup>5</sup>. Pavlov aveva osservato e dimostrato che un cane, sottoposto all'ascolto di un suono e alla consequenziale offerta di cibo, dopo qualche tempo, cioè a seguito di un certo numero di situazioni analoghe ripetute, al solo ascolto di quel suono, comincia a salivare, anche in assenza del cibo stesso.

Rifacendosi al fisiologo russo, Caronti ha, appunto, sperimentato che un individuo, sottoposto a sollecitazioni sensoriali (di tipo uditivo, visivo, tattile), indotte in laboratorio, atte a scatenare il ricordo di un trauma vissuto in passato, predispone un atteggiamento di difesa, il più possibile adeguato a scongiurare il presunto pericolo in agguato.

Le esperienze di Pavlov e Caronti a confronto, manifestano, tuttavia, una differenza fondamentale: mentre il meccanismo di gradevolezza (suono-cibo), descritto da Pavlov, ha bisogno di un certo numero di ripetizioni per attivarsi autonomamente, generando un comportamento indotto (suono-salivazione), diversamente un'esperienza spiacevole (la stimolazione sensoriale che risveglia il trauma subito) ottenuta da Caronti in laboratorio, necessita di un solo momento, dunque non una sequenza seriale, per attivare strategie difensive da parte del soggetto in esame (rigidità ed allerta muscolare). Come il cane ascolta il suono, ricorda il cibo e inizia a salivare, così l'uomo riceve vari tipi di sollecitazioni, ricorda il trauma e si irrigidisce per difendersi: due processi similari se non fosse, appunto, per la variabile temporale, ovvero un certo numero di ripetizioni cicliche nel primo caso, una sola esperienza nel secondo caso.

---

<sup>5</sup> **Ivan Petrovič Pavlov** (Rjazan, 4 Settembre 1849 – Leningrado, 27 Febbraio 1936): medico fisiologo russo il cui nome è legato alla scoperta del *riflesso condizionato*, da lui annunciata nel 1903. Nucleo fondamentale della pratica scientifica di Pavlov è il concetto di adattamento funzionale di ogni organismo all'ambiente, con particolare attenzione al sistema nervoso e all'attività riflessa. Sua è la celeberrima opera "Lezioni sul lavoro delle ghiandole digerenti" (1897), che gli procura il conferimento del premio Nobel nel 1904.

L'atteggiamento di difesa che si manifesta nel soggetto traumatizzato - secondo Caronti - è quella capace di allertare i meccanismi della sopravvivenza: un trauma di una certa gravità, o che possa essere percepito come pericolo per la propria incolumità, è capace di attivare repentinamente un atteggiamento di guardia muscolare, anche dopo una sola esperienza. Dal momento del trauma il soggetto andrà, pertanto, assumendo una posizione di difesa determinata dal Sistema Nervoso Centrale (SNC) che, in modo del tutto istintivo, metterà in atto dei meccanismi anticipatori capaci di determinare una certa tensione muscolare, cioè quelle disposizioni corporee che il soggetto avverte come più idonee a prevenire il possibile trauma. Le strategie messe in atto sono solitamente accompagnate da rigidità muscolare (*stiffness*, una sorta di ingessatura protettiva messa in atto dai muscoli per impedire che qualche parte del corpo nell'urto venga danneggiato) e da un'allerta muscolare che predispone, a seconda delle necessità, un maggior numero di soluzioni motorie. Tra le soluzioni motorie a nostra difesa si ricordano quella statica con capo reclinato in avanti e quella fetale, quest'ultima generalmente riconducibile ad una condizione di protezione, nel rassicurante ventre materno. Limitato da tale tensione muscolare, a seguito del trauma vissuto, l'individuo è portato a compiere parzialmente le sue funzioni motorie e vitali.

Con il passare del tempo la tensione muscolare causata dal progressivo adattamento posturale difensivo lascia spazio al dolore e ad una conseguente riduzione della mobilità; i microtraumi ripetuti portano ad un eccessivo *stress* articolare delle strutture, che rispondono con un'artrosi esuberante.

Fenomeno interessante da notare è che il soggetto avverte disagio in tutte quelle attività quotidiane riconducibili alla condizione vissuta durante il trauma, ad esempio:

la co-contrazione<sup>6</sup> attivata da un guidatore a seguito di un incidente automobilistico si può ripresentare sia durante la lettura di un quotidiano tenuto aperto con le mani che lavorando davanti ad un *computer*. Entrambe le azioni ricordate implicano, infatti, concentrazione, sguardo perpendicolare al supporto e arti superiori occupati, proprio come quando si guida un veicolo.

Partendo da queste osservazioni, Caronti ha, dunque, formulato una teoria del “Movimento Condizionato”, tuttora in via di elaborazione e approfondimento, al fine di consentire il recupero delle attività motorie progressivamente “ingessate” da esperienze negative vissute.

### **5.1 Analisi procedurale.**

«Per testare la resistenza di un qualsiasi muscolo volontario di un soggetto in corsa – afferma Caronti – innanzitutto, occorre osservare la padronanza che il soggetto ha delle proprie forze muscolari durante l'esecuzione del movimento. Se il nostro soggetto in esame dovesse assumere altre differenti posture per la corsa, ma senza modificare l'angolazione dei vari segmenti corporei, noteremmo sempre lo stesso controllo motorio. La ripetizione dello stesso movimento, invece, modificando l'angolazione di un qualsiasi segmento corporeo (ad esempio, l'orientamento dello sguardo), su richiesta dell'operatore, non garantirà la stessa padronanza di esecuzione: il soggetto, non avendo coscienza della nuova posizione raggiunta, tornerà spontaneamente alla precedente situazione, per cercare, di nuovo, l'equilibrio tra le diverse parti del corpo».

Le considerazioni di Caronti sono frutto di una serie di esperimenti - di seguito illustrati - condotti in laboratorio su soggetti affetti da disturbi motori di vario tipo. Il soggetto da esaminare viene fatto sedere sul bordo

---

<sup>6</sup> La co-contrazione degli antagonisti è un fenomeno che rientra nella coordinazione intermuscolare: la contrazione degli agonisti è spesso accompagnata da una simultanea contrazione degli antagonisti. Si verifica quando il muscolo non è in buone condizioni fisiche e rappresenta un meccanismo di difesa.

di una sedia rigida e stabile, priva di braccioli così da permettere l'oscillazione sul piano sagittale degli arti superiori. Si chiederà al soggetto di eseguire movimenti guidati opponendo resistenza all'intervento esterno dell'operatore, movimenti che servono a testare lo stato di tono iniziale dei suoi ileopsoas in una situazione statica di riposo (ad esempio, con le braccia rilassate lungo il corpo). Il soggetto dovrà, quindi, compiere ampie oscillazioni degli arti superiori flessi e movimenti lenti degli arti inferiori, propri della corsa, con busto eretto e sguardo fisso in avanti, per la durata di alcuni secondi. L'operatore chiederà successivamente al soggetto di arrestarsi nella posizione di corsa e verificherà, quindi, la risposta muscolare dei flessori della coscia, effettuando una pressione dall'alto verso il basso prima sul ginocchio destro e, poi, su quello sinistro, mentre il soggetto oppone resistenza staccando il piede da terra. Se nel soggetto testato si dovesse verificare una mancanza di controllo di uno dei due arti inferiori sottoposti a pressione, tale da produrre debolezza alle sollecitazioni dell'operatore, ne consegue che la corsa abituale del soggetto praticata in condizioni che esulano dal nostro test, presenta un'alterazione dell'appoggio plantare, ovvero un alternarsi poco economico<sup>7</sup> del movimento al passaggio dal piede destro a quello sinistro. Nel caso in cui non si dovessero verificare differenze di tono durante il test muscolare, si lavorerà in modo da aggiungere variabili che possano alterare la postura del soggetto in esame: si chiederà, infatti, di simulare lo stesso movimento di corsa da seduti, ma utilizzando, ogni volta, soluzioni differenti come lo sguardo a destra, poi a sinistra, gli occhi chiusi con testa allineata al busto o girata verso destra e verso sinistra, effettuando torsioni del busto o estensioni del tronco e, ancora, occhi chiusi e bocca aperta. L'operatore diventa, in questa fase, fondamentale e decisivo in quanto preposto a ricercare soluzioni d'intervento capaci di simulare un elemento di disturbo esterno tramite l'ausilio di strumenti rumorosi di sottofondo o attraverso il tocco della propria mano su una qualsiasi parte del tronco

---

<sup>7</sup> Per "economicità del movimento" s'intende l'opportunità di compiere un gesto motorio usando il minimo dispendio energetico, cercando di ottenere il massimo risultato.

dell'esaminato. E' importante che, durante questi interventi, l'operatore lasci sempre libera una delle due mani, in modo da poter eseguire contemporaneamente il test di verifica muscolare, cioè la pressione dal basso verso l'alto prima sul ginocchio destro e poi su quello sinistro, di cui sopra.

L'operatore, ancora, può indagare su ulteriori posture, più complesse, ma inerenti al lavoro professionale oppure hobbistico del soggetto.

Il metodo consiste nell'individuare in ogni soggetto quali sono le posizioni, i movimenti, ma anche le visioni, i suoni, gli odori capaci di procurare una modificazione del tono del muscolo indicatore, in una qualsivoglia situazione, statica o dinamica.

E' molto importante osservare il linguaggio del corpo per raccogliere una grande quantità di informazioni che aiutino a stabilire qual è la strada da percorrere durante il test: il corpo smentisce con l'atteggiamento posturale assunto lo stato di tensione dei suoi muscoli. Quando una postura è stata mantenuta a lungo e si è ormai strutturata nel corpo, gli schemi cronici di autocontrollo vengono rimossi dalla coscienza. Il soggetto non li percepisce, non rientrano nel suo vissuto. Diversamente, se cosciente, l'individuo assumerà un atteggiamento di compensazione, senza necessariamente risalire al trauma originario, responsabile del disturbo posturale.

Secondo Caronti, inoltre, il nostro Sistema Nervoso Centrale (SNC) reagirebbe al trauma, utilizzando due meccanismi di difesa, il cambiamento di postura (soprattutto la posizione fetale) e la mimetizzazione. Quest'ultima, alla quale ricorrono frequentemente atleti e persone che vivono molto la motricità del proprio corpo, consiste nel modificare l'espressione, il tono muscolare di piccole aree del corpo, rilevanti da un punto di vista sensoriale, come ad esempio le labbra, la lingua, le dita delle mani e le dita dei piedi. Ad esempio, un atleta, la cui postura risulti alterata da un trauma passato, potrebbe manifestare il suo disagio con il solo mordersi il labbro inferiore, piuttosto che con una vistosa tensione muscolare, senza veder compromessa la propria

prestazione sportiva. Ne risulta, allora, l'oggettiva difficoltà da parte di un operatore a rilevare, immediatamente, alla sola presenza della smorfia labiale, il disagio profondo ad essa sotteso.

Sia nel caso del cambiamento di postura che nella mimetizzazione si assiste alla presenza, maggiore o minore, dei meccanismi anticipatori in co-contrazione muscolare, modificabili solo attraverso una nuova esperienza e un adeguato allenamento:

«Qualora l'operatore non intervenga preliminarmente sull'esperienza traumatica, modificandola, e, al contrario, proceda subito al mero allenamento, si agirà solo sulle strategie di difesa del soggetto che, se da una parte, gli hanno garantito sicurezza, dall'altra hanno pregiudicato la funzionalità delle sue strutture anatomiche».

Ciò che si verifica in un soggetto con disturbi posturali, è una costante ricerca, inconsapevole ricerca, di rilassamento dei muscoli affaticati, nel tempo contratti nell'atteggiamento difensivo, successivo al trauma. Ne consegue un potenziamento, apparentemente benefico, di tali muscoli necessari a garantire la sopravvivenza del soggetto in tensione.

Una delle ragioni per le quali diventa molto complicato mettere in relazione le strategie di difesa con la sofferenza del soggetto, sta nel fatto che può passare molto tempo dall'insorgenza della strategia all'inizio di una qualsiasi sintomatologia; così accade che, in individui molto giovani e integri, possano trascorrere anni prima che insorga dolore tale da compromettere l'escursione articolare.

«Ho provato in diversi modi a decondizionare persone in co-contrazione muscolare – racconta Caronti - ma pur partendo da analisi chinesologiche precise, i risultati non erano soddisfacenti. Il metodo che maggiormente mi ha soddisfatto e che sta dando ottimi risultati è questo. Ci limiteremo per ora solo a traumi da contatto fisico (fratture, cadute, incidenti), situazioni nelle quali il nostro corpo ha percepito che, finendo a contatto con qualcosa, ha avuto la peggio: una caviglia rotta inciampando in una buca, una testata o una spallata provocata da un incidente d'auto o una caduta dalla bicicletta. Il senso è questo: far eseguire lo stesso movimento che si

è concluso con un trauma e far apprendere, attraverso le stesse sollecitazioni sensoriali, che ora non mi posso far male o, meglio ancora, che sono più forte di prima».

Il metodo Caronti si concentra sulla ripetizione del trauma in una condizione di multisensorialità, per decondizionare la postura scorretta. Il soggetto deve ritrovarsi esattamente nella stessa postura in cui ha subito il trauma.

L'operatore è tenuto a soffermarsi su uno, o meglio due, sistemi sensoriali, per "stressarli" in misura maggiore rispetto al trauma subito dall'assistito - ovviamente senza provocare alcun danno - per suscitare nel soggetto la sensazione di sgradevolezza già vissuta.

La condizione artificiale che si viene a creare consente di individuare le migliori strategie di difesa da contrastare, messe in atto dal soggetto.

La respirazione, durante la simulazione del trauma, ha un ruolo fondamentale per una corretta ossigenazione del sistema neuromuscolare e la preparazione dei movimenti richiesti al soggetto dall'operatore<sup>8</sup>.

---

<sup>8</sup> Riguardo alla funzione respiratoria, si legga l'esaustivo capitolo *Le egemonie*, contenuto nel testo di Philippe-Emmanuel Souhard, *Basi del metodo di rieducazione posturale globale. Il campo chiuso*, Roma 1994 (Titolo originale *Le champ clos*, Saint-Mont 1993).

### **Introduzione allo studio sperimentale**

Le memorie emozionali costituiscono il cuore della nostra storia personale. Filosofi e psicologi hanno lungamente teorizzato riguardo a come le emozioni influenzino i processi di memorizzazione e solo recentemente le neuroscienze cognitive hanno investigato tali processi e conseguentemente i meccanismi che nel cervello umano permettono agli eventi emozionali di essere fissati e rievocati.

Questi studi hanno incominciato a chiarire l'organizzazione della rete della memoria emozionale a livello sistemico, provvedendo a costruire un importante ponte translazionale tra i modelli animali e i disturbi clinici.

In particolare, l'abilità di riconoscere e apprendere relazioni predittive tra gli eventi osservati in modo da anticipare quelli nocivi, è essenziale per produrre un comportamento adattabile e garantire la sopravvivenza. Le emozioni, essendo finalizzate al mantenimento dell'omeostasi e dell'integrità psico-fisica, sono l'elemento chiave per la loro memorizzazione.

Le teorie sulle emozioni spesso assumono in modo concorde che lo spazio affettivo è suddivisibile in due dimensioni ortogonali, l'arousal e la valenza, e che il loro impatto sulle differenti forme di memoria e sui vari meccanismi implicati è rilevante e specifico.

Riguardo alle varie forme di memoria è possibile fare una distinzione generale tra memoria dichiarativa e non dichiarativa.

Nel dominio della memoria non dichiarativa, il condizionamento Pavloviano ha fornito il modello più largamente studiato dell'apprendimento emozionale, e i suoi meccanismi neuronali si sono mostrati altamente conservati tra le varie specie.

Il Pavlovian Fear Conditioning (PFC) permette di produrre, attraverso l'apprendimento, un'adeguata risposta adattativa ai possibili pericoli ambientali. Esso implica la codifica di una relazione predittiva tra uno stimolo condizionato neutro ed uno stimolo incondizionato nocivo, e

produce l'evocazione del comportamento difensivo appropriato per quello specifico pericolo.

L'esperienza traumatizzante prodotta da uno stimolo nocivo attiva numerose regioni del cervello e soprattutto alcune che appartengono al sistema limbico.

Questa induce, a livello sia corticale sia sottocorticale, un potenziamento sinaptico a lungo termine che è alla base del processo di apprendimento.

La corteccia prefrontale ha un ruolo importante nel produrre le decisioni relative alle risposte cognitive ed emozionali più appropriate. Esso è in grado di inibire la scarica dei neuroni dell'amigdala (Quirk et al., 2003; Rosenkranz e Grace, 2001, 2002) e ridurre la risposta alla paura condizionata negli animali (Milad e Quirk, 2002; Milad et al., 2004).

Una relazione inversa tra l'attivazione dell'amigdala e della corteccia prefrontale è stata osservata anche nell'uomo (Kim et al., 2003; Ochsner et al., 2002).

Questi dati supportano l'ipotesi che la corteccia prefrontale è responsabile della soppressione della risposta alla paura condizionata quando viene successivamente presentato per un certo numero di volte lo stimolo condizionato senza accompagnarlo a quello incondizionato.

La corteccia insulare, che è connessa in modo bidirezionale con l'amigdala (Turner e Zimmer, 1984), appare avere un qualche ruolo nell'immagazzinamento delle memorie legate alla paura.

L'inibizione reversibile della corteccia insulare danneggia temporaneamente il processo di ritenzione della memoria di evitazione (Bermudez-Rattoni et al., 1991).

In generale, la lesione selettiva dell'ippocampo produce un'amnesia e l'incapacità di acquisire e recuperare la memoria dichiarativa, cosciente, dei segnali contestuali associati al condizionamento, mentre la risposta, legata alla memoria non dichiarativa, rimane conservata (Bechara et al., 1995; LaBar e Phelps 2005).

Tuttavia, alcuni studi mostrano che l'ippocampo è transitoriamente coinvolto nell'immagazzinamento delle memorie situazionali del PFC

(Anagnostaras et al., 1999; Kim e Fanselow, 1992; Maren et al., 1997; Liu et al., 2004). Alcune sue parti sembrano essere implicate nell'elaborazione di differenti aspetti del condizionamento (Bannerman et al., 2004).

Il verme del cervelletto sembra essere una parte importante del circuito del PFC. Esso è in grado di modulare il comportamento delle risposte condizionate diminuendo, ad esempio, il freezing che si presenta durante l'esplorazione dell'ambiente finalizzata alla valutazione dei rischi e delle opportunità (Supple et al., 1987). Studi recenti mostrano che la corteccia cerebellare è coinvolta nell'immagazzinamento delle memorie del PFC (Sacchetti et al., 2002 e 2004).

Una vasta letteratura documenta che l'amigdala, un insieme di nuclei situati nel lobo temporale mediale, è il nodo principale di una vasta rete neurale che è alla base della paura sia nel dominio contestuale predatorio sia in quello sociale (LeDoux, 1996 e 2003). Esso riceve informazioni in tutte le modalità sensoriali ed è in grado di controllare i processi autonomi di arousal come pure le risposte neuroendocrine, grazie alle sue connessioni con l'ipotalamo, il mesencefalo e i nuclei del tronco encefalico coinvolti nella generazione delle risposte psicofisiologiche e comportamentali legate all'ansia e alla paura.

Recentemente è stato suggerito che l'amigdala può anche ricevere ed elaborare, in modo poco accurato, le informazioni che provengono dai nuclei talamici, attraverso un percorso più rapido che viene definito "strada bassa", indipendente dalla corteccia cerebrale. Questa ipotesi è avvalorata dagli studi neuroanatomici che suggeriscono la presenza di una via diretta dal talamo acustico all'amigdala (LeDoux, 1996; Armony e LeDoux, 2000). Una notevole quantità di dati, raccolti in oltre venti anni di studi, supporta l'idea che l'amigdala è essenziale per la codifica, l'immagazzinamento e il recupero delle memorie legate alla paura.

Nell'uomo la lesione dell'amigdala pregiudica il PFC ed il riflesso di trasalimento, analogamente a quanto rilevato sugli animali (Phelps et al., 1998; Bechara et al., 1995; LaBar et al., 1995; Angrilli et al., 1996; Funayama et al., 2001) e studi effettuati rilevando immagini cerebrali

forniscono ulteriori conferme (Büchel et al., 1998, 1999; Critchley et al., 2002; LaBar et al., 1998; Morris et al., 2001).

L'amigdala può essere attivata da stimoli che non sono percepiti coscientemente.

Studi che utilizzano presentazioni d'immagini subliminali e la tecnica di competizione binoculare confermano l'idea di un percorso diretto e rapido per l'attivazione della paura (Esteves e Öhman, 1993; Öhman e Soares 1994; Morris et al., 1998; Carlsson et al., 2004; Pasley et al., 2004; Williams et al., 2004).

Gli stimoli legati alla paura hanno un accesso privilegiato e l'attivazione dell'amigdala è indipendente dall'attenzione (Straube et al., 2006; Vuilleumier et al., 2001; Anderson et al., 2003).

L'amigdala può essere attivata senza che vi sia un'elaborazione corticale degli stimoli legati alla paura. Studi che utilizzano la presentazione d'immagini in soggetti con lesione della corteccia accreditano l'ipotesi della strada bassa (Morris et al., 2001; Pegna et al., 2005; Vuilleumier et al., 2002).

Le emozioni influenzano sotto molteplici aspetti il comportamento motorio. Lo stato d'animo influenza i tempi di reazione, alterando gli aggiustamenti posturali anticipatori e conseguentemente l'equilibrio (Kitaoka et al., 2004; Bolmont et al., 2002). La paura di cadere, produce degli effetti clinicamente rilevanti sulla capacità di mantenere l'equilibrio in soggetti affetti dalla malattia di parkinson o da disfunzioni cerebellari. Questa è in grado di alterare il tempo d'inizio e l'intensità degli aggiustamenti posturali anticipatori che risultano in genere esagerati (Adkin et al., 2002).

La tensione muscolare psicogena è un'attività muscolare di basso livello e di bassa variabilità temporale, paragonabile a quella di una contrazione statica, che può essere prodotta dal carico mentale generato da un compito cognitivo, dal carico emozionale ed in generale da fattori innati e appresi che influenzano il livello di vigilanza e l'attività neuro-muscolare (Wærsted e Bjørklund, 1994; Wærsted 2000; Westgaard 1999). La presenza, ad esempio, di uno stimolo doloroso a livello muscolo-

scheletrico può indurre paura del dolore, strategie d'evitazione e generare una tensione muscolare psicogena. Quest'ultima, ha una notevole similitudine con il freezing riscontrato negli esperimenti di PFC.

La paura del dolore sembra produrre, attraverso una forma combinata di apprendimento condizionato classico e operante, la cronicizzazione del dolore musco-scheletrico (Vlaeyen e Linton, 2000).

La depressione è in grado di ridurre la risposta motoria prodotta dalla stimolazione magnetica transcranica della corteccia motoria. Questo dato evidenzia ulteriormente l'importante collegamento esistente tra lo stato d'animo ed i processi motori (Oathes e Ray, 2006).

### **6.1 Finalità del Progetto Sperimentale**

La finalità di tale studio è stata quella di indagare gli effetti prodotti da uno stimolo multisensoriale traumatizzante di bassa entità sulla memoria emozionale e sul sistema motorio.

Lo scopo di tale ricerca è quello di creare dei protocolli di allenamento adattato per consentire il miglioramento delle strategie posturali e quindi il recupero delle attività motorie progressivamente condizionate da esperienze negative vissute.

### **6.2 Materiali e Metodi.**

Questo lavoro, svolto presso il reparto di Medicina Fisica e Riabilitativa del Policlinico Tor Vergata, vede unite diverse figure professionali come il fisiatra, il fisioterapista e il laureato in scienze motorie con l'obiettivo specifico di valutare se la stimolazione multisensoriale riprodotta in laboratorio (esperienza spiacevole o simulazione di trauma in multisensorialità) causi un indebolimento degli arti inferiori ed in particolare dell'arto destro che viene colpito con un cilindro di cartone pressato ed inoltre se la stimolazione multisensoriale in laboratorio, finalizzata alla

rievocazione del trauma vissuto, sia in grado di scatenare meccanismi anticipatori di allerta.

Il campione osservato ai fini di tale studio è composto da 46 persone di età compresa tra i 20 e i 40 anni, esclusi coloro che hanno subito in passato traumi cranici.

I partecipanti sono informati dell'innocuità del test con un modulo scritto, tramite il quale danno il loro consenso (Fig. 2).

**CONSENSO INFORMATO**

Io sottoscritto/a....

**DICHIARO**

Di aver ricevuto esaurienti informazioni in merito alla ricerca coordinata dal Prof. Foti, dell'Università di Tor Vergata, riguardante..... (titolo della ricerca)..

**ACCETTO**

Di partecipare allo studio sperimentale.  
Sono stato/a altresì informato/a dell'innocuità del test a cui verrò sottoposto/a e della sua gratuità.

Infine, potrò sospendere la partecipazione allo studio in qualsiasi momento io lo decida.

Qualsiasi dato venga raccolto durante i lavori di ricerca non verrà né diffuso parzialmente né nominalmente; i dati nella loro interezza e segretezza verranno utilizzati a fini di esclusiva ricerca scientifica nell'ambito citato.

Data

Firma

**Fig. 2 Consenso Informato**

Il campione è composto è suddiviso in due gruppi:

Gruppo Sperimentale, sottoposto ad una simulazione di trauma in multisensorialità e valutazione con guanto dinamometrico (Fig. 3).

Gruppo di Controllo, sottoposto a valutazione con guanto dinamometrico.

I soggetti del campione selezionato sono stati randomicamente assegnati al gruppo sperimentale e al gruppo di controllo.



**Fig. 3 Guanto Dinamometrico**

Una vescica piena di liquido percepisce la pressione del ginocchio che è inviata a un trasduttore tarato in base al peso/pressione. L'informazione è poi inviata a un display per la lettura e il mantenimento del dato rilevato.

## PRE-PERTURBAZIONE

### 6.3 Prima della simulazione di trauma in multisensorialità

Il soggetto è stato coricato sul lettino in decubito supino con entrambi gli arti inferiori piegati a 90° e in appoggio su di uno sgabello posizionato precedentemente sopra il lettino mentre, con gli arti superiori distesi avanti sostiene con due mani un flash fotografico che ha sul fronte un bollino giallo con una numerazione dall'uno al cinque. Il flash fotografico è stato utilizzato per generare una fonte di luce innaturale e sgradevole durante la simulazione di trauma in multisensorialità mentre non è stato azionato durante il test del gruppo di controllo.

L'operatore invita il soggetto a tenere tra le labbra il cartoncino bianco della consistenza di un biglietto da visita e a percepirlo, sfiorandolo con la punta della lingua.

Successivamente misura con un guanto dinamometrico la resistenza espressa sotto forma di forza massima dal soggetto in esame. Il muscolo che è stato selezionato per il test è il muscolo ileopsoas, prima destro e poi sinistro..

Il soggetto effettua una pressione contro il guanto dinamometrico per entrambi gli arti, l'esercizio è quindi in **contrazione isometrica contro-resistenza**.

### 6.4 Simulazione di trauma in multisensorialità

Al comando dell'operatore il soggetto deve guardare i numeri liberamente, senza alcun ordine di lettura o tema di operazione, e a sua discrezione azionare il flash fotografico che sostiene tra le mani.

Contemporaneamente al segnale luminoso del flash uno degli assistenti posto sulla parte destra del lettino a distanza di un metro dall'orecchio del soggetto, provoca un rumore metallico forte e sgradevole mentre un'altro operatore, sempre sulla destra del soggetto, colpisce con il cilindro di

cartone pressato la caviglia destra con un'intensità di sgradevolezza che il soggetto giudica in una scala massima di dieci.

Il cilindro di cartone pressato è stato utilizzato per colpire e spaventare i soggetti senza creargli alcun danno.

## POST-PERTURBAZIONE

### **6.5 Dopo la simulazione del trauma in multisensorialità**

Dopo questa esperienza sgradevole in condizioni di multisensorialità (sistema visivo, uditivo, vestibolare e tattile) il soggetto viene nuovamente testato sui muscoli ileopsoas da entrambi gli arti mentre, il cartoncino bianco è ancora tra le labbra e la lingua, e uno degli assistenti provoca nuovamente un rumore metallico ma questa volta di intensità molto più lieve di quello precedente .

La resistenza dei muscoli flessori dell'anca destra (in particolare l'ileo-psoas), se la tesi fosse valida, dovrebbe risultare inferiore rispetto al rilevamento iniziale e dovrebbe rimanere tale tutte le volte che il soggetto prova a riassumere la stessa postura con il proprio corpo, con il cartoncino tra le labbra e a contatto della lingua, con lo sguardo occupato verso lo schermo del flash, e con la tenue percezione dello stimolo acustico che multisensorialmente lo riconduce all'esperienza traumatizzante.

Infine, il soggetto è stato invitato a ripetere l'esercizio senza il cartoncino tra le labbra e la lingua.

### **6.6 Re-Test**

Il giorno dopo il soggetto viene testato nuovamente nelle stesse condizioni di postura, con il cartoncino tra le labbra e a contatto della lingua, e con lo stesso leggero rumore di sottofondo e dalla stessa direzione, e ci si aspetta lo stesso comportamento del giorno prima riproponendo almeno due degli stimoli che riconducono all'esperienza traumatizzante. (postura

e cartoncino, postura e rumore, postura e timore del flash, postura e timore del cilindro di cartone).

### **6.7 Analisi Statistica**

Per il confronto tra il gruppo sperimentale e il gruppo di controllo, è utilizzato il test statistico *t-student* con significatività posta a  $p < 0,05$ .

**I parametri statistici di elaborazione dei dati**, sono la *media* e la *deviazione standard*.

**Tab. 1 Rilevazione dei dati: Gruppo Sperimentale**

N.	Cognome	dx pre con c N.	sx pre con c N.	Media both N.	dx post N.	sx post N.	Media both N.	dx sc N.	sx sc N.	Media both N.	Percepert
1	Basso Bondini	11,1	14,9	12,2	10,4	1,4	5,9	16,7	1,4	9,0	3,0
2	Savastano Giannelli	16,0	18,2	15,7	12,4	16,8	13,7	18,5	19,8	17,5	3,0
3	Di Pietro	21,2	23,5	20,5	19,0	22,2	19,1	23,5	23,0	21,0	3,0
4	Sylos Labini	16,7	20,1	17,1	14,4	22,2	17,5	20,0	22,1	19,3	3,0
5	Nigito	19,3	22,2	19,2	15,4	11,8	11,9	23,5	21,1	19,9	3,0
6	Lombardo	15,5	15,3	13,9	10,8	16,5	13,1	16,8	16,4	15,0	3,0
7	Civitella	17,4	21,2	18,0	12,6	14,4	12,5	20,8	17,8	17,1	3,0
8	Fulgione	17,4	19,3	16,8	9,0	9,7	8,6	16,4	16,1	14,7	4,0
9	Vando	14,3	16,4	14,2	8,5	8,6	7,8	13,9	12,5	11,8	7,5
10	Scarpini	16,1	17,5	15,4	12,2	16,8	13,7	13,9	14,4	12,9	1,0
11	Elkhoury	16,0	16,9	15,0	15,1	16,7	14,6	17,4	16,8	15,4	4,0
12	Chirico	16,5	18,6	16,2	8,6	10,0	8,6	14,2	13,5	12,4	6,0
13	Abrizi	18,3	18,6	16,8	13,2	13,9	12,4	18,7	16,1	15,5	6,0
14	Rapone	18,5	16,2	15,5	12,8	14,3	12,5	18,7	18,7	17,0	6,5
15	Romano	12,2	16,9	13,8	7,4	12,5	9,6	12,5	12,8	11,5	7,0
16	Ljoka	9,3	10,1	8,9	5,3	4,0	4,1	11,5	9,2	9,1	7,0
17	Petrone	11,7	9,6	9,4	7,2	7,4	6,6	11,1	8,6	8,6	4,0
18	Cuccarese	10,1	10,0	9,1	6,5	6,0	5,6	15,0	12,9	12,4	4,0
19	Cianca	15,0	17,1	14,8	11,8	15,0	12,5	17,6	16,8	15,5	5,0
20	Annino	17,9	16,1	15,2	10,5	14,3	11,7	17,8	18,0	16,3	4,0
21	Ranuncoli	12,2	11,4	10,6	4,3	7,5	5,7	8,9	8,7	8,0	8,0
22	Decina	14,0	11,1	11,0	11,8	12,6	11,2	17,4	13,9	13,7	5,0
23	Cassese	12,8	12,4	11,3	7,8	12,1	9,5	14,6	12,1	11,8	3,0
	<b>MEDIA</b>	<b>15,1</b>	<b>16,1</b>	<b>14,2</b>	<b>10,65</b>	<b>12,36</b>	<b>10,71</b>	<b>16,42</b>	<b>14,77</b>	<b>14,06</b>	<b>4,58</b>
	<b>DEV ST</b>	<b>3,1</b>	<b>3,97</b>	<b>3,2</b>	<b>3,51</b>	<b>5,11</b>	<b>3,79</b>	<b>3,62</b>	<b>4,91</b>	<b>3,60</b>	<b>1,87</b>
	<b>M pre-M post</b>		0,049	<b>M pre-m sc</b>	0,000	0,000	0,001	0,007	0,029	0,148	
	<b>0,000</b>		<b>dxpre sxpre</b>	<b>0,835</b>	<b>dxpre-dxpost</b>	<b>sxpre-sxpost</b>	<b>dxpost-sxpost</b>	<b>dxpostsc-sxpostsc</b>	<b>dxpre-dxpostsc</b>	<b>sxpre-sxpostsc</b>	

**Come si evince dalla Tab. 1**, il soggetto sottoposto alla simulazione del trauma in multisensorialità ha manifestato una riduzione della forza massima negli arti inferiori, valutata con un guanto dinamometrico in una esercitazione di contrazione isometrica contro-resistenza (Fig. 4).

Come si riscontra nella tabella infatti i valori della colonna pre-perturbazione risultano sempre superiori per quel che riguarda l'arto inf. dx e quasi sempre superiori per quel che riguarda l'arto inf. sx.

La diminuzione è maggiore nell'arto dx (Fig. 4) che è infatti il lato di prevalente entrata dello stimolo multisensoriale sgradevole, il rumore metallico forte e sgradevole proveniva da destra ed inoltre il soggetto è stato colpito sulla caviglia destra con un'intensità di sgradevolezza giudicata in media pari a cinque in una scala massima di dieci, (colonna rossa).

La posizione del corpo, il cartoncino tra le labbra e a contatto della lingua, lo sguardo occupato verso lo schermo del flash, e la tenue percezione dello stimolo acustico sono tutti fattori che multisensorialmente hanno ricondotto il soggetto all'esperienza traumatizzante.

Infine togliendo il cartoncino dalla bocca i valori di forza massima ritornano normali come se nulla fosse accaduto prima. L'eliminazione di quest'ultimo rappresenta un diversivo capace di allontanare la paura del ripetersi dell'evento sgradevole.

**Tab. 2 Rilevazione dei dati: Gruppo Sperimentale Re-Test**

Re-Test	dx con c N.	sx con c N.	Media both N.	dx senza c N.	sx senza c N.	Media both N.
1	9,4	9,9	<b>8,8</b>	12,9	12,8	<b>11,6</b>
2	10,1	16,2	<b>12,7</b>	13,5	15,5	<b>13,4</b>
3	11,2	18,3	<b>14,3</b>	19,8	18,3	<b>17,1</b>
4	12,4	23,5	<b>17,6</b>	22,3	20,3	<b>19,1</b>
5	9,6	16,2	<b>12,5</b>	18,7	19,6	<b>17,5</b>
6	11,1	14,7	<b>12,1</b>	10,8	18,7	<b>14,4</b>
7	11,5	20,4	<b>15,5</b>	17,4	15,3	<b>14,5</b>
8	6,2	8,5	<b>6,9</b>	10,4	12,5	<b>10,6</b>
9	9,3	10,5	<b>9,1</b>	13,0	12,8	<b>11,7</b>
10	9,2	13,2	<b>10,6</b>	12,9	13,5	<b>12,0</b>
11	11,4	14,3	<b>12,0</b>	14,9	13,9	<b>12,9</b>
12	10,4	10,7	<b>9,6</b>	14,2	12,4	<b>11,8</b>
13	14,3	12,1	<b>11,7</b>	15,1	11,7	<b>11,7</b>
14	11,7	12,8	<b>11,2</b>	15,4	14,3	<b>13,3</b>
15	8,6	10,3	<b>8,8</b>	12,1	12,6	<b>11,3</b>
16	6,4	6,0	<b>5,6</b>	8,1	6,7	<b>6,5</b>
17	7,4	10,8	<b>8,7</b>	11,4	10,5	<b>9,8</b>
18	8,6	9,3	<b>8,2</b>	13,0	11,2	<b>10,8</b>
19	14,6	18,7	<b>15,6</b>	20,5	18,5	<b>17,4</b>
20	11,9	9,9	<b>9,6</b>	19,0	15,5	<b>15,3</b>
21	5,4	6,8	<b>5,7</b>	8,3	8,5	<b>7,6</b>
22	13,0	15,4	<b>13,2</b>	20,5	15,4	<b>15,7</b>
23	12,4	14,6	<b>12,5</b>	15,1	11,7	<b>11,7</b>
<b>MEDIA</b>	<b>10,39</b>	<b>13,21</b>	<b>11,04</b>	<b>14,79</b>	<b>14,12</b>	<b>13,0</b>
<b>DEV.ST.</b>	<b>2,47</b>	<b>4,30</b>	<b>3,07</b>	<b>3,88</b>	<b>3,45</b>	<b>3,1</b>
	M post pt M con crt	M con c M s c				
	<b>0,907</b>	<b>0,000</b>				

I soggetti sono stati sottoposti a re-test a distanza di 24 ore dall'effettuazione del primo test.

**Come si evince dalla Tab. 2** i valori delle medie risultano molto simili ai valori delle medie post perturbazione del test (Tab. 1). L'esperienza traumatizzante del giorno prima è sufficiente per attivare alcune strategie difensive che restano attive il giorno seguente.

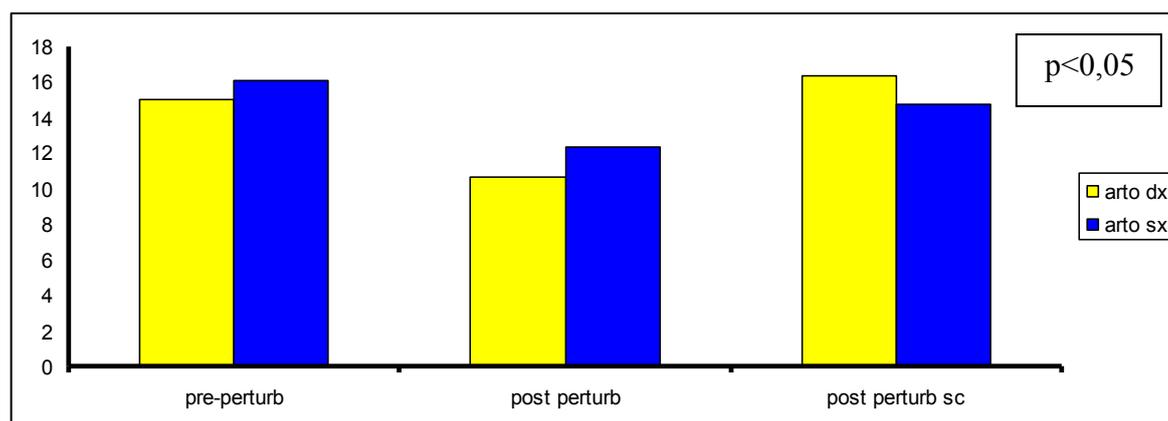
Il soggetto, infatti, nella stessa posizione del giorno prima, testato nuovamente con il cartoncino tra le labbra, ha avuto il medesimo comportamento al riprodursi dello stimolo acustico che lo ha ricondotto all'esperienza traumatizzante. Si rilevano, di conseguenza, valori di forza massima inferiori rispetto a quelli registrati prima della perturbazione.

Infine togliendo il cartoncino dalla bocca i valori di forza massima ritornano normali come se nulla fosse accaduto prima (Fig. 4). L'eliminazione di quest'ultimo rappresenta un diversivo capace di allontanare la paura del ripetersi dell'evento sgradevole.

	Pre-pert N.	Post-pert N.	Post-pert sc N.
Arto dx	15,1	10,65	16,42
Arto sn	16,1	12,36	14,77

**Tab. 3 Gruppo Sperimentale: confronto tra l'arto dx e l'arto sx**

Confronto dei valori medi di forza massima per entrambi gli arti inferiori del gruppo sperimentale rilevati durante il test nell'esercitazione in contrazione isometrica contro-resistenza rispettivamente prima e dopo la simulazione del trauma in multisensorialità, e infine con l'eliminazione del cartoncino che i soggetti hanno tenuto precedentemente tra le labbra.



**Fig. 4 Rappresentazione grafica dei rispettivi valori medi di forza massima per l'arto dx e l'arto sx pre, post perturbazione e post perturbazione senza il cartoncino nel test del gruppo sperimentale.**

**Tab.4 Rilevazione dei dati: Gruppo di Controllo**

N	Cognome	dx sc N.	sx sc N.	Media both N.	dx con c N.	sx con c N.	Media both N.	Dx post lett N.	sx post lett N.	Media both N.	dx sc N.	sx sc N.	Media both N.
1	Retrosi	20,4	19,0	19,7	19,4	17,9	18,7	18,3	18,7	18,5	21,1	21,2	21,2
2	Gagliano	14,7	11,2	13,0	14,9	12,1	13,5	16,0	14,6	15,3	17,5	16,2	16,9
3	Padulo	13,6	16,7	15,1	15,7	16,9	16,3	14,2	13,2	13,7	13,9	15,5	14,7
4	Tufo	13,9	12,6	13,3	12,4	12,5	12,4	14,0	13,6	13,8	13,2	12,9	13,0
5	Ponziani	11,4	13,9	12,6	11,8	11,8	11,8	13,2	13,5	13,3	13,3	13,6	13,5
6	Mancini	14,4	12,8	13,6	12,5	14,4	13,5	13,9	12,9	13,4	14,7	11,5	13,1
7	De Paolis	10,4	11,0	10,7	11,0	10,3	10,6	11,0	10,7	10,8	9,6	9,9	9,7
8	Saulle	13,3	11,8	12,6	14,4	10,8	12,6	14,7	13,9	14,3	15,0	14,0	14,5
9	Salvatori	12,5	12,9	12,7	14,6	12,2	13,4	16,1	11,8	13,9	14,6	12,4	13,5
10	Gentile	9,6	8,1	8,8	9,3	8,1	8,7	9,3	9,7	9,5	9,2	8,7	9,0
11	Fabellini	14,7	17,8	16,2	16,2	16,2	16,2	15,4	14,9	15,1	16,7	17,4	17,0
12	Mazzetti	14,9	14,6	14,7	16,7	17,6	17,1	18,5	17,1	17,8	18,3	16,7	17,5
13	Favara	12,2	12,2	12,2	13,6	13,7	13,7	13,9	12,2	13,0	11,2	13,9	12,6
14	Sbardella	10,3	10,3	10,3	11,7	10,8	11,2	10,8	10,5	10,7	10,7	10,1	10,4
15	Massaroni	11,1	11,8	11,5	10,5	9,3	9,9	10,7	11,2	11,0	11,2	11,4	11,3
16	Campoli	9,4	9,0	9,2	11,7	10,1	10,9	11,2	11,7	11,5	12,2	11,1	11,7
17	Speranza	10,4	11,9	11,2	15,7	17,4	16,5	17,4	16,7	17,0	16,8	16,8	16,8
18	Briotti	13,3	15,8	14,6	12,2	14,4	13,3	15,4	19,2	17,3	14,6	14,0	14,3
19	Taraborelli	12,6	13,2	12,9	13,9	11,7	12,8	14,2	14,0	14,1	16,0	13,3	14,6
20	Mariotti	12,9	13,9	13,4	12,9	13,0	13,0	12,8	12,1	12,4	13,7	12,6	13,2
21	Lucaselli	15,8	13,7	14,7	16,8	16,1	16,4	16,4	15,7	16,1	18,4	15,4	16,9
22	Cipriani	23,2	23,2	23,2	24,2	24,3	24,2	20,2	23,5	21,9	21,5	21,6	21,5
23	Acciaioli	18,6	22,5	20,5	21,1	21,6	21,3	20,7	24,3	22,5	20,7	22,8	21,7
	<b>MEDIA</b>	<b>13,6</b>	<b>13,9</b>	<b>13,8</b>	<b>14,5</b>	<b>14,1</b>	<b>14,3</b>	<b>14,7</b>	<b>14,6</b>	<b>14,6</b>	<b>15,0</b>	<b>14,5</b>	<b>14,7</b>
	<b>DEV ST</b>	<b>3,4</b>	<b>3,8</b>	<b>3,5</b>	<b>3,5</b>	<b>4,0</b>	<b>3,7</b>	<b>3,0</b>	<b>3,9</b>	<b>3,4</b>	<b>3,5</b>	<b>3,7</b>	<b>3,6</b>
				Mscpr	dxpre	sxpre	Mpre	dxpost	dxpostsc	M c c			
				M c c	dxpost	sxpost	Mpost	sxpost	sxpostsc	Mscpost			
				0,120	0,469	0,198	0,213	0,139	0,269	0,126			

**Come si evince dalla Tab. 4**, nel gruppo di controllo, i valori di forza massima registrati sono pressoché gli stessi, prima e dopo la richiesta dell'operatore di leggere i numeri impressi sul bollino giallo del flash che i soggetti sorreggono tra le mani.

Ai soggetti facenti parte del gruppo di Controllo è stato chiesto di eseguire l'esercizio di contrazione isometrica contro resistenza nella stessa posizione dei soggetti dell'altro gruppo ma in questo caso non c'è stata la simulazione del trauma in multisensorialità, quindi l'esercizio eseguito non è stato vissuto come evento sgradevole.

Dopo la lettura i valori medi di forza dell'arto dx sono al contrario in aumento per l'apprendimento dell'esercizio di forza tramite la ripetizione dello stesso (Fig. 5).

Infine, riscontriamo nella tabella e nel grafico (Fig. 5) che togliendo il cartoncino che stringevano tra le labbra i valori medi di forza per entrambi gli arti sono aumentati rispetto ai valori iniziali per l'apprendimento dell'esercizio di forza dato dalla ripetizione dello stesso (Fig. 5).

**Tab. 5 Rilevazione dei dati: Gruppo di Controllo Re-Test**

N	Cognome	dx con c N.	sx con c N.	Media both N.	dx sc N.	sx sc N.	Media both N.
1	Retrosi	20,1	18,3	<b>19,2</b>	18,0	<b>re-test C</b>	<b>18,9</b>
2	Gagliano	15,1	13,0	<b>14,1</b>	15,0	15,0	<b>15,0</b>
3	Padulo	10,8	12,5	<b>11,7</b>	12,2	14,6	<b>13,4</b>
4	Tufo	17,2	15,3	<b>16,3</b>	17,2	16,1	<b>16,7</b>
5	Ponziani	14,3	14,8	<b>14,5</b>	12,1	13,6	<b>12,9</b>
6	Mancini	13,8	12,4	<b>13,1</b>	14,3	13,8	<b>14,1</b>
7	De Paolis	12,3	11,5	<b>11,9</b>	12,4	12,3	<b>12,3</b>
8	Saulle	13,8	11,2	<b>12,5</b>	12,4	11,9	<b>12,1</b>
9	Salvatori	13,5	13,2	<b>13,3</b>	11,9	12,4	<b>12,1</b>
10	Gentile	9,6	9,6	<b>9,6</b>	10,5	10,5	<b>10,5</b>
11	Fabellini	20,5	23,3	<b>21,9</b>	20,8	23,8	<b>22,3</b>
12	Mazzetti	22,1	24,8	<b>23,4</b>	21,9	24,7	<b>23,3</b>
13	Favara	15,1	14,8	<b>15,0</b>	13,6	14,3	<b>13,9</b>
14	Sbardella	12,4	9,6	<b>11,0</b>	14,3	12,6	<b>13,5</b>
15	Massaroni	11,9	13,4	<b>12,6</b>	15,1	13,3	<b>14,2</b>
16	Campoli	14,8	15,2	<b>15,0</b>	14,3	14,8	<b>14,5</b>
17	Speranza	15,1	12,9	<b>14,0</b>	15,3	18,1	<b>16,7</b>
18	Briotti	18,6	25,0	<b>21,8</b>	19,3	25,6	<b>22,4</b>
19	Taraborelli	14,3	12,3	<b>13,3</b>	14,3	13,3	<b>13,8</b>
20	Mariotti	14,3	17,2	<b>15,7</b>	14,8	15,0	<b>14,9</b>
22	Lucaselli	22,9	19,3	<b>21,1</b>	19,5	19,2	<b>19,3</b>
23	Cipriani	21,5	23,7	<b>22,6</b>	19,6	23,7	<b>21,6</b>
24	Acciaioli	18,1	22,9	<b>20,5</b>	19,1	23,9	<b>21,5</b>
	<b>MEDIA</b>	<b>15,7</b>	<b>15,9</b>	<b>15,8</b>	<b>15,6</b>	<b>16,6</b>	<b>16,1</b>
	<b>DEV ST</b>	<b>3,7</b>	<b>4,9</b>	<b>4,2</b>	<b>3,2</b>	<b>4,7</b>	<b>3,9</b>
				<b>M con c</b>			
				<b>M s c</b>			
				<b>0,307</b>			

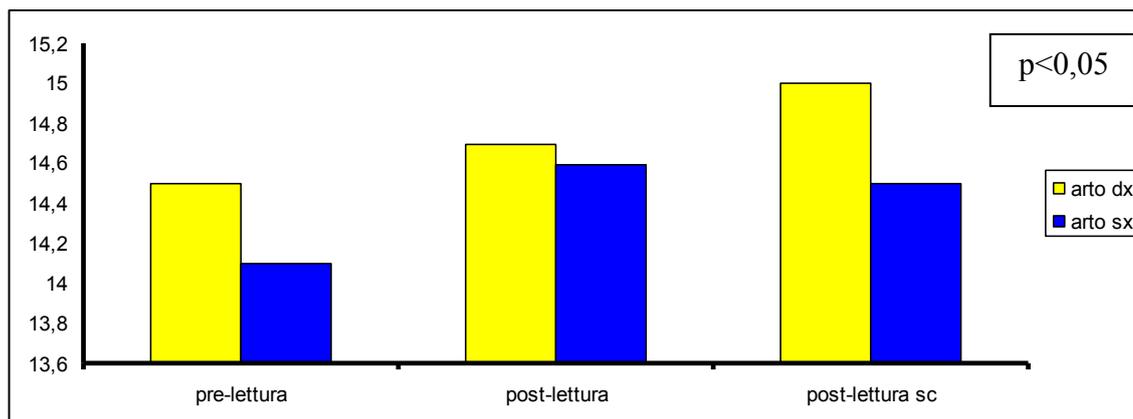
I soggetti sono stati sottoposti a re-test a distanza di 24 ore dall'effettuazione del primo test.

**Come si evince dalla Tab. 5** i valori medi di forza per l'arto inferiore dx e l'arto inferiore sx sono addirittura superiori a quelli registrati 24 ore prima quindi, possiamo dire che i soggetti in questo caso non richiamano alla memoria alcun trauma.

	Pre-lettura N.	Post-lettura N.	Post-lettura sc N.
Arto dx	14,5	14,7	15
Arto sx	14,1	14,6	14,5

**Tab. 6 Gruppo di Controllo: confronto tra l'arto dx e l'arto sx**

Confronto dei valori medi di forza massima per entrambi gli arti inferiori del gruppo di controllo rilevati durante il test nell'esercitazione in contrazione isometrica contro-resistenza rispettivamente prima e dopo aver letto i numeri impressi sul bollino giallo del flash che i soggetti sorreggono tra le mani, e infine con l'eliminazione del cartoncino che i soggetti hanno tenuto precedentemente tra le labbra.

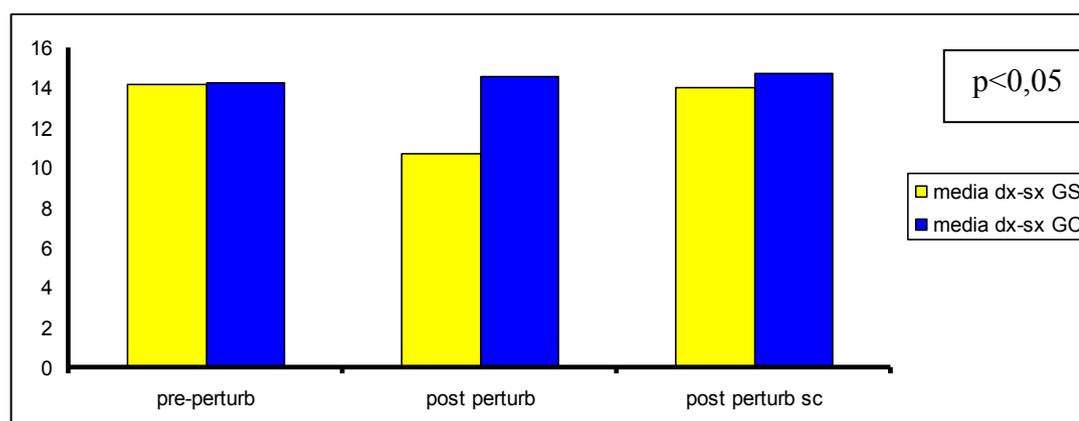


**Fig. 5 Rappresentazione grafica dei rispettivi valori medi di forza massima per l'arto dx e l'arto sx pre, post perturbazione e post perturbazione senza il cartoncino nel test del gruppo di controllo.**

	Pre-perturb N.	post perturb N.	post perturb sc N.
Media dx-sx GS	14,2	10,71	14,06
Media dx-sx GC	14,3	14,6	14,7

**Tab. 7 confronto tra le medie del Gruppo Sperimentale e del Gruppo di Controllo**

Confronto delle medie dei valori di forza massima (dx-sx) del Gruppo Sperimentale, sottoposto alla simulazione di trauma in multisensorialità e le medie dei valori di forza massima (dx-sx) del Gruppo di Controllo che esegue la stessa esercitazione in contrazione isometrica contro-resistenza effettuata dal Gruppo Sperimentale, priva della simulazione di trauma in multisensorialità.



**Fig. 6 Rappresentazione grafica del confronto tra i valori medi di forza (dx-sx) del Gruppo Sperimentale e del Gruppo di Controllo.**

## **6.8 Analisi dei dati**

### **Gruppo Sperimentale**

#### **Confronto tra i valori medi di forza dell'arto dx e i valori medi di forza dell'arto sx pre-perturbazione (Tab. 1).**

Utile come riferimento e parametro di confronto. Non c'è significatività perchè la simulazione del trauma multisensoriale deve ancora avvenire (Fig. 4).

#### **Confronto tra i valori medi di forza dell'arto dx e i valori medi di forza dell'arto sx post-perturbazione (Tab. 1).**

Statisticamente significativo, sta ad indicare che i valori medi di forza dell'arto dx sono inferiori ai valori medi di forza dell'arto sx perchè dalla parte dx proviene il fastidioso rumore metallico ed inoltre ad essere colpita è la caviglia dx (Fig. 4).

#### **Confronto tra i valori medi di forza dell'arto dx pre e post perturbazione (Tab. 1).**

Statisticamente significativo, dopo la simulazione del trauma in multisensorialità riprodotto in laboratorio c'è una diminuzione dei valori medi di forza (Fig. 4).

#### **Confronto tra i valori medi di forza dell'arto sx pre e post perturbazione (Tab. 1).**

Statisticamente significativo, anche in questo caso dopo la simulazione del trauma in multisensorialità riprodotto in laboratorio c'è una diminuzione dei valori medi di forza (Fig. 4).

#### **Confronto dei valori medi di forza dell'arto dx pre-perturbazione con il cartoncino e post-perturbazione senza il cartoncino (Tab. 1).**

I valori di forza in questo caso sono pressoché vicini come si evince dalla rappresentazione grafica (Fig. 4).

Togliendo il cartoncino, si ritorna ai valori normali di forza massima. Al momento dell'esperienza sgradevole il soggetto stringeva tra le labbra un cartoncino. L'eliminazione di quest'ultimo rappresenta un diversivo capace di allontanare la paura del ripetersi dell'evento sgradevole.

**Confronto dei valori medi di forza dell'arto sx pre-perturbazione con il cartoncino e post-perturbazione senza il cartoncino (Tab. 1).**

I valori di forza in questo caso sono pressoché vicini come si evince dalla rappresentazione grafica (Fig. 4).

Togliendo il cartoncino, si ritorna ai valori normali di forza massima. Al momento dell'esperienza sgradevole il soggetto stringeva tra le labbra un cartoncino. L'eliminazione di quest'ultimo rappresenta un diversivo capace di allontanare la paura del ripetersi dell'evento sgradevole.

**Confronto della media pre-perturbazione con cartoncino e della media post-perturbazione con cartoncino (Tab. 1).**

Statisticamente significativa, in quanto vi è una diminuzione dei valori di forza massima.

**Confronto della media pre-perturbazione con cartoncino e della media post-perturbazione senza il cartoncino (Tab. 1).**

Non c'è significatività in quanto, togliendo il cartoncino, si ritorna ai valori normali di forza massima. Al momento dell'esperienza sgradevole il soggetto stringeva tra le labbra un cartoncino. L'eliminazione di quest'ultimo rappresenta un diversivo capace di allontanare la paura del ripetersi dell'evento sgradevole .

**Confronto della media post-perturbazione con cartoncino test e della media con cartoncino re-test (Tab. 1, Tab. 2).**

I valori delle medie risultano molto simili. L'esperienza traumatizzante del giorno prima è sufficiente per attivare alcune strategie difensive che restano attive il giorno seguente. Il soggetto, infatti, nella stessa posizione

del giorno prima, testato nuovamente con il cartoncino tra le labbra, ha il medesimo comportamento al riprodursi dello stimolo acustico che lo riconduce all'esperienza traumatizzante. Si rilevano, di conseguenza, valori di forza massima inferiori rispetto a quelli registrati prima della perturbazione.

**Confronto della media con cartoncino re-test e della media senza cartoncino re-test (Tab. 2).**

Statisticamente significativa. Dopo aver levato il cartoncino, i valori di forza ritornano nella condizione iniziale.

## **Gruppo di controllo**

Al gruppo di controllo viene semplicemente chiesto di guardare dei numeri scritti sul flash fotografico che sostengono tra le mani.

I dati ottenuti non sono rilevanti dal punto di vista statistico, perché i valori di forza massima rimangono sempre molto simili tra loro: l'azione di guardare i numeri non è vissuta come evento sgradevole (Fig. 5); di conseguenza, i soggetti nel re-test, sostenendo tra le mani il flash con sopra scritti i numeri, non richiamano alla memoria alcun trauma.

### **Confronto dei valori medi di forza dell'arto dx pre e post-lettura**

**(Tab. 4).**

Non c'è significatività.

Dopo la lettura i valori medi di forza dell'arto dx sono al contrario in aumento per l'apprendimento dell'esercizio di forza tramite la ripetizione dello stesso (Fig. 5).

### **Confronto dei valori medi di forza dell'arto sx pre e post-lettura**

**(Tab. 4).**

Non c'è significatività.

Dopo la lettura i valori medi di forza dell'arto sx sono al contrario in aumento per l'apprendimento dell'esercizio di forza tramite la ripetizione dello stesso (Fig. 5).

### **Confronto dei valori medi di forza dell'arto dx e dell'arto sx post-lettura (Tab. 4).**

I valori sono abbastanza simili fra loro, non c'è significatività (Fig. 5).

**Confronto dei valori medi di forza dell'arto dx e dell'arto sx post-lettura senza il cartoncino (Tab. 4).**

I valori medi di forza tendono ad aumentare per entrambi gli arti per l'apprendimento dell'esercizio di forza dato dalla ripetizione dello stesso (Fig. 5).

**Confronto della media senza il cartoncino e con il cartoncino (Tab. 4).**

Utile come riferimento e parametro di confronto.

**Confronto della media con il cartoncino pre-lettura e della media post-lettura (Tab. 4).**

Irrilevante da un punto di vista statistico.

**Confronto della media con il cartoncino pre-lettura e della media senza cartoncino post-lettura (Tab. 4).**

Statisticamente non significativa.

**Confronto della media con cartoncino Re-Test e della media senza cartoncino Re-Test (Tab. 5).**

Irrilevante statisticamente.

Si riscontrano valori medi di forza simili a quelli del giorno precedente, non vi è attivazione di alcuna strategia difensiva perchè non c'è memoria di un evento stressante.

## 6.9 Discussione

La finalità di tale studio è stata quella di indagare gli effetti prodotti da uno stimolo multisensoriale traumatizzante di bassa entità sulla memoria emozionale e sul sistema motorio.

Dopo aver simulato un'esperienza sgradevole capace di interessare il sistema sensoriale, visivo, uditivo, vestibolare e tattile, i soggetti del gruppo sperimentale

sono stati nuovamente testati sui muscoli ileopsoas da entrambi gli arti mentre stringevano tra le labbra un cartoncino delle dimensioni di un biglietto da visita e uno degli assistenti provocava nuovamente un rumore metallico di intensità molto più lieve di quello precedente per ricondurre il soggetto all'esperienza sgradevole.

La resistenza dei muscoli flessori dell'anca destra (in particolare l'ileo-  
psoas), è risultata inferiore rispetto al rilevamento iniziale e dovrebbe rimanere tale tutte le volte che il soggetto prova a riassumere la stessa postura con il proprio corpo, con il cartoncino tra le labbra e a contatto della lingua, con lo sguardo occupato verso lo schermo del flash, e con la tenue percezione dello stimolo acustico che multisensorialmente lo riconduce all'esperienza traumatizzante.

Infine, togliendo il cartoncino dalla bocca i valori di forza massima sono tornati alla normalità.

L'eliminazione di quest'ultimo rappresenta un diversivo capace di allontanare la paura del ripetersi dell'evento sgradevole.

Il giorno dopo il soggetto è stato testato nuovamente nelle stesse condizioni di postura, con il cartoncino tra le labbra e a contatto della lingua, e con lo stesso leggero rumore di sottofondo dalla stessa direzione ed ha avuto lo stesso comportamento del giorno prima.

I dati confermano quindi, elemento molto importante, che una sola esperienza traumatizzante è sufficiente per attivare alcune strategie difensive che restano attive per molto tempo e che la stimolazione

multisensoriale in laboratorio, finalizzata alla rievocazione del trauma vissuto sia in grado di scatenare meccanismi anticipatori di allerta.

Nel gruppo di controllo, invece, i valori di forza massima registrati sono pressoché gli stessi, prima e dopo aver guardato i numeri, tenuto tra le mani il flash senza azionarlo, tenuto il cartoncino tra le labbra, percepito il rumore sgradevole ma di intensità lieve, visto il rotolo di cartone, senza esserne stati colpiti, semplicemente perché la postura e l'azione non è mai stata vissuta come evento sgradevole. Di conseguenza, i soggetti appartenenti al gruppo di controllo, testati nuovamente nel giorno successivo, non hanno manifestato alcuna modificazione del tono muscolare perché non c'è richiamo alla memoria di alcun trauma.

## Conclusioni

Per la sperimentazione ci si è limitati a far vivere un'esperienza di sgradevolezza in contemporanea multisensorialità, per non nuocere in alcun modo ai soggetti. Infatti, nessuno dei soggetti del gruppo sperimentale potrà casualmente riprodurre, nella vita quotidiana, la situazione traumatizzante creata durante la sperimentazione, a meno che non si trovi spesso in quella stessa condizione e per di più con un cartoncino stretto tra le labbra.

L'atteggiamento di difesa che si manifesta nel soggetto traumatizzato è quella capace di allertare i meccanismi della sopravvivenza: un trauma di una certa gravità, o che possa essere percepito come pericolo per la propria incolumità, è capace di attivare repentinamente l'atteggiamento di guardia muscolare, anche dopo una sola esperienza.

Dal momento del trauma il soggetto assume una posizione di difesa determinata dal Sistema Nervoso Centrale (SNC) che, in modo del tutto istintivo, mette in atto dei meccanismi anticipatori capaci di determinare una certa tensione muscolare, cioè quelle disposizioni corporee che il soggetto avverte come più idonee a prevenire il possibile trauma. Le strategie messe in atto sono solitamente accompagnate da rigidità muscolare (*stiffness*, una sorta di ingessatura protettiva messa in atto dai muscoli per impedire che qualche parte del corpo nell'urto venga danneggiato) e da un'allerta muscolare che predispone, a seconda delle necessità, un maggior numero di soluzioni motorie. Questo fenomeno detto anche "co-contrazione degli antagonisti" è un fenomeno che rientra nella coordinazione intermuscolare: la contrazione degli agonisti è spesso accompagnata da una simultanea contrazione degli antagonisti. Si verifica quando il muscolo non è in buone condizioni fisiche e rappresenta un meccanismo di difesa. Limitato da tale tensione muscolare, a seguito del trauma vissuto, l'individuo è portato a compiere parzialmente le sue funzioni motorie e vitali.

Con il passare del tempo la tensione muscolare causata dal progressivo adattamento posturale difensivo lascia spazio al dolore e ad una conseguente riduzione della mobilità; i microtraumi ripetuti portano ad un eccessivo *stress* articolare delle strutture, che rispondono con un'artrosi esuberante.

I meccanismi anticipatori in co-contrazione muscolare, sono modificabili solo attraverso una nuova esperienza e un adeguato allenamento adattato alla specificità del caso.

Durante l'allenamento il soggetto dovrebbe apprendere che sarebbe impossibile farsi male nuovamente.

Sono in programma ulteriori studi per determinare la durata nel tempo del ricordo dell'esperienza traumatica, in funzione anche dell'intensità del trauma, e di conseguenza gli effetti sulla postura e sul movimento da parte dei meccanismi anticipatori (APA).

L'esigenza di dimostrare scientificamente le conseguenze di un trauma, è nata dall'esperienza clinica, osservando soggetti realmente traumatizzati. La realtà della vita però è un'altra. Non ci sono solo traumi "dolci". Basti pensare in quest'ottica alle conseguenze che può avere nel tempo un banale colpo di frusta per chi è costretto per lavoro a stare ore ed ore alla guida per tutta la vita, oppure seduto nella stessa posizione davanti ad un computer (stessa postura e impegno visivo). La sfida più interessante poi sarà quella di saper leggere per ogni singolo individuo, quali sono le sue posture o movimenti condizionati da una guardia muscolare e correggerli, prima che le strategie posturali e di movimento regolate dagli APA possano fare danni (prevenzione).

## **Bibliografia:**

- Adkin AL, Frank JS, Carpenter MG, Peysar GW. Fear of falling modifies anticipatory postural control. *Exp Brain Res* 2002; 143: 160-170.
- Anagnostaras SG, Maren S, Fanselow MS. Temporally graded retrograde amnesia of contextual fear after hippocampal damage in rats: within-subjects examination. *J Neurosci* 1999; 19, 1106–1114.
- Anderson AK, Christoff K, Panitz D, De Rosa E, Gabrieli JDE. Neural correlates of the automatic processing of threat facial signals. *J Neurosci* 2003; 23: 5627–33.
- Angrilli A, Mauri A, Palomba D, Flor H, Birbaumer N, Sartori G, Di Paola F. Startle reflex and emotion modulation impairment after a right amygdala lesion. *Brain* 1996; 119: 1991-2000.
- Armony JL, LeDoux JE. How danger is encoded: toward a systems, cellular, and computational understanding of cognitive–emotional interactions in fear. In: GazzanigaMS, editor. *The cognitive neurosciences*. Cambridge, MA: The MIT Press; 2000 (1067–79).
- Bannerman DM, Rawlins JNP, McHugh SB, Deacon RMJ, Yee BK, Bast T, Zhang W-N, Pothuisen, HHJ, Feldon J. Regional dissociations within the hippocampus–memory and anxiety. *Neurosci Biobehav Rev* 2004; 28, 273–283.
- Bechara A, Tranel D, Damasio H, Adolphs R, Rockland C, Damasio AR. Double dissociation of conditioning and declarative knowledge relative to the amygdala and hippocampus in humans. *Science* 1995; 25, 1115-8.
- Bermudez-Rattoni F, Intronini-Collison IB, McGaugh JL. Reversible inactivation of the insular cortex by tetrodotoxin produces retrograde and anterograde amnesia for inhibitory avoidance and spatial learning. *Proc Natl Acad Sci* 1991; 88, 5379–5382.

- Bolmont B, Gangloff P, Vouriot A, Perrin PP. Mood states and anxiety influence abilities to maintain balance control in healthy human subjects. *Neurosci Lett* 2002; 329: 96-100.
- Büchel C, Dolan RJ, Armony JL, Friston KJ. Amygdala-hippocampal involvement in human aversive trace conditioning revealed through event-related functional magnetic resonance imaging. *J Neurosci* 1999; 19, 10869–10876.
- Büchel C, Morris J, Dolan RJ, Friston KJ. Brain systems mediating aversive conditioning: an event-related fMRI study. *Neuron* 1998; 20, 947–957.
- Carlsson K, Petersson KM, Lundqvist D, Karlsson A, Ingvar M, Öhman A. Fear and the amygdala: manipulation of awareness generates differential cerebral responses to phobic and fear-relevant (but non-feared) stimuli. *Emotion* 2004; 4: 340–53.
- Critchley HD, Mathias CJ, Dolan RJ. Fear conditioning in humans: the influence of awareness and autonomic arousal on functional neuroanatomy. *Neuron* 2002; 33, 653–663.
- Esteves F, Öhman A. Masking the face: recognition of emotional facial expressions as a function of the parameters of backward masking. *Scand J Psychol* 1993; 34: 1–18.
- Funayama ES, Grillon C, Davis M, Phelps EA. A double dissociation in the affective modulation of startle in humans: effects of unilateral temporal lobectomy. *J Cogn Neurosci* 2001; 13: 721–729.
- Ignazio Caruso, Calogero Foti, *La Medicina Riabilitativa per la Facoltà ed i Corsi di Laurea in Scienze Motorie*, Società Editrice Universo Roma, 2009.
- Kim H, Somerville LH, Johnstone T, Alexander AL, Whalen PJ. Inverse amygdala and medial prefrontal cortex responses to surprised faces. *Neuroreport* 2003; 14, 2317–2322.
- Kim JJ, Fanselow MS. Modality-specific retrograde amnesia of fear. *Science* 1992; 256, 675–677.

- Kitaoka K, Ito R, Araki H, Sei H, Morita Y. Effect of mood state on anticipatory postural adjustments. *Neurosci Lett* 2004; 370: 65-68.
- LaBar KS, Gatenby JC, Gore JC, LeDoux JE, Phelps EA. Human amygdala activation during conditioned fear acquisition and extinction: a mixed-trial fMRI study. *Neuron* 1998; 20, 937–945.
- LaBar KS, LeDoux JE, Spencer DD, Phelps EA. Impaired fear conditioning following unilateral temporal lobectomy in humans. *J Neurosci* 1995; 15: 6846–6855.
- LaBar KS, Phelps EA. Reinstatement of conditioned fear in humans is context dependent and impaired in amnesia. *Behav Neurosci* 2005; 119, 677-86.
- LeDoux JE. The emotional brain, fear, and the amygdale. *Cell Mol Neurobiol* 2003; 23, 727–738.
- LeDoux JE. *The emotional brain*. New York: Simon & Schuster; 1996.
- Liu IYC, Lyons WE, Mamounas LA, Thompson RF. Brain-derived neurotropic factor plays a critical role in contextual fear conditioning. *J Neurosci* 2004; 24, 7958–7963.
- Maren S, Aharonov G, Fanselow MS. Neurotoxic lesions of the dorsal hippocampus and Pavlovian fear conditioning in rats. *Behav Brain Res* 1997; 88, 261–274.
- Milad MR, Quirk GJ. Neurons in medial prefrontal cortex signal memory for fear extinction. *Nature* 2002; 420, 70–74.
- Milad MR, Vidal-Gonzalez I, Quirk GJ. Electrical stimulation of medial prefrontal cortex reduces conditioned fear in a temporally specific manner. *Behav Neurosci* 2004; 118, 389–394.
- Morris JS, Büchel C, Dolan RJ. Parallel neural responses in amygdala subregions and sensory cortex during implicit fear conditioning. *Neuroimage*, 2001; 13, 1044–1052.
- Morris JS, DeGelder B, Weiskrantz L, Dolan RJ. Differential extrageniculate and amygdala responses to presentation of emotional faces in a cortically blind field. *Brain* 2001; 124: 1241–52.

- Morris JS, Öhman A, Dolan RJ. Conscious and unconscious emotional learning in the human amygdala. *Nature* 1998; 393: 467–70.
- Oathes DJ, Ray WJ. Depressed mood, index finger force and motor cortex stimulation: a transcranial magnetic stimulation (TMS) study. *Biol Psychology* 2006; 72: 271–277.
- Ochsner KN, Bunge SA, Gross JJ, Gabrieli JDE. Rethinking feelings: an fMRI study of the cognitive regulation of emotion. *J Cogn Neurosci* 2002; 14, 1215–1229.
- Öhman A, Soares JF. “Unconscious anxiety”: phobic responses to masked stimuli. *J Abnorm Psychol* 1994; 103: 231–40.
- Pasley BN, Mayes LC, Schultz RT. Subcortical discrimination of unperceived objects during binocular rivalry. *Neuron* 2004; 42: 163–72.
- Pegna A, Khateb A, Lazeyras F, Sequier M. Discriminating emotional faces without primary visual cortices involves the right amygdala. *Nat Neurosci* 2005; 8: 24–5.
- Phelps EA, LaBar KS, Anderson AK, O'Connor KJ, Fulbright RK, Spencer DD. Specifying the contributions of the human amygdala to emotional memory: A case study. *Neurocase* 1998; 4: 527-540.
- Quirk GJ, Likhtik E, Pelletier JG, Pare D. Stimulation of medial prefrontal cortex decreases the responsiveness of central amygdala output neurons. *J Neurosci* 2003; 23, 8800–8807.
- Rosenkranz JA, Grace AA. Cellular mechanisms of infralimbic and prelimbic prefrontal cortical inhibition and dopaminergic modulation of basolateral amygdala neurons in vivo. *J Neurosci* 2002; 22, 324–337.
- Rosenkranz JA, Grace AA. Dopamine attenuates prefrontal cortical suppression of sensory inputs to the basolateral amygdala of rats. *J Neurosci* 2001; 21, 4090–4103.

- Sacchetti B, Baldi E, Lorenzini CA, Bucherelli C. Cerebellar role in fear-conditioning consolidation. *Proc Natl Acad Sci* 2002; 99, 8406–8411.
- Sacchetti B, Scelfo B, Tempia F, Strata P. Long-term synaptic changes induced in the cerebellar cortex by fear conditioning. *Neuron* 2004; 42, 973–982.
- Straube T, Mentzel HJ, Miltner WHR. Neural mechanisms of automatic and direct processing of phobogenic stimuli in specific phobia. *Biol Psychiatr* 2006; 59: 162–70.
- Supple WF, Leaton RN, Fanselow MS. Effects of cerebellar vermal lesions on species-specific responses, neophobia, and taste-aversion learning in rats. *Physiol Behav* 1987; 39, 579–586.
- Turner BH, Zimmer J. The architecture and some of the interconnections of the rat's amygdala and lateral periallocortex. *J Comp Neurol* 1984; 227, 540–557.
- Vlaeyen JWS, Linton SJ. Fear-avoidance and its consequences in chronic musculoskeletal pain: a state of the art. *Pain* 2000; 85: 317-332.
- Vuilleumier P, Armony JL, Clarke K, Husain M, Driver J, Dolan RJ. Neural response to emotional faces with and without awareness: event-related fMRI in a parietal patient with visual extinction and spatial neglect. *Neuropsychology* 2002; 40: 2156–66.
- Vuilleumier P, Armony JL, Driver J, Dolan RJ. Effects of attention and emotion on faces processing in the human brain: an event-related fMRI study. *Neuron* 2001; 30: 829–41.
- Wærsted M, Bjørklund RA. The effect of motivation on shoulder-muscle tension in attention-demanding tasks. *Ergonomics* 1994; 37: 363-376.
- Wærsted M. Human muscle activity related to non-biomechanical factors in the workplace. *Eur J Appl Physiol* 2000; 83: 151-158.
- Westgaard RH. Effects of physical and mental stressors on muscle pain. *Scand J Work Env Hea* 1999; 25 Suppl 4: 19-24.

- Williams MA, Morris AP, McGlone F, Abbott DF, Mattingly JB. Amygdala responses to fearful and happy facial expressions under conditions of binocular suppression. *J Neurosci* 2004; 24: 2898–904.