Le metodiche riabilitative nelle patologie neurologiche dell'infanzia e dell'età adulta

Criteri organizzativi e apprendimento degli atti motori

PESCARA 11maggio 2024

Paolo Lippi

1paolo.lippi@gmail.com

Associazione "Luigi Grimaldi"

Paolo Lippi PT MSc

- **Private practice; Freelance researcher**
- **Referente per la Regione Toscana del GIS AIFI Neuroriabilitazione e Neuroscienze**
- **Già Posizione Organizzativa presso l'Unità Operativa di Riabilitazione Funzionale dell'Azienda USL Toscana Centro**
- **Già Direttore delle Attività Formative e docente a contratto nel Corso di Laurea in Fisioterapia, Università degli Studi di Firenze**
- **Già Docente a c. nel Corso di Laurea Magistrale in Scienze Riabilitative delle Professioni Sanitarie, Scuola di Scienze della Salute Umana, Università degli Studi di Firenze**
- **Socio Fondatore dell'Associazione Luigi Grimaldi**

1paolo.lippi@gmail.com

N. BERNSTEIN: GRADI DI LIBERTA' - VARIABILITA' DEL CONTESTO BENEDIZIONE E MALEDIZIONE DEL SISTEMA

E' POSSIBILE INDIVIDUARE E CONDIVIDERE UN MODELLO DI CONTROLLO MOTORIO COERENTE CON LE EVIDENZE SCIENTIFICHE PRODOTTE DALLA RICERCA DEGLI ULTIMI 50 ANNI?

MODELLO λ DI CONTROLLO MOTORIO «IPOTESI DEL PUNTO DI EQUILIBRIO» PIU' RECENTEMENTE: CONTROLLO REFERENTE DI PERCEZIONE ED AZIONE PROPOSTO DA A. FELDMAN

1paolo.lippi@gmail.com

VECCHI E NUOVI PARADIGMI

MOVIMENTO E APPRENDIMENTO
APPRENDIMENTO MOTORIO E PERCEZIONE
FACILITAZIONI E PERTURBAZIONI
APPRENDIMENTO E PERCEZIONE

NUOVI PARADIGMI PER LA RICERCA:
FISICA DEI SISTEMI BIOLOGICI
SISTEMI DINAMICI COMPLESSI-PARAMETRO D'ORDINE
INVARIANZA PERCETTIVA

LA RIABILITAZIONE ECOLOGICA APRE NUOVE PROSPETTIVE NELLE DISFUNZIONI DEL MOVIMENTO
VERSO UNA SCIENZA DEL RECUPERO DI FUNZIONE

STRUMENTI E APPLICAZIONI DELL'ESERCIZIO TERAPEUTICO
AMST (METODO GRIMALDI)

CONTROLLO MOTORIO

CAPACITÀ DI DIRIGERE E REGOLARE IL MOVIMENTO ECM.
E' UN'AREA DELLE SCIENZE NATURALI CHE ESPLORA COME IL SISTEMA NERVOSO PRODUCE MOVIMENTI COORDINATI IN INTERAZIONE CON IL RESTO DEL CORPO E CON L'AMBIENTE

(M. LATASH ET AL. 2010)

IL CAMBIAMENTO NEL CONTROLLO DEL MOVIMENTO CHIAMA IN CAUSA I MECCANISMI DELL'APPRENDIMENTO

1paolo.lippi@gmail.com

C.C. PERFETTI L. GRIMALDI

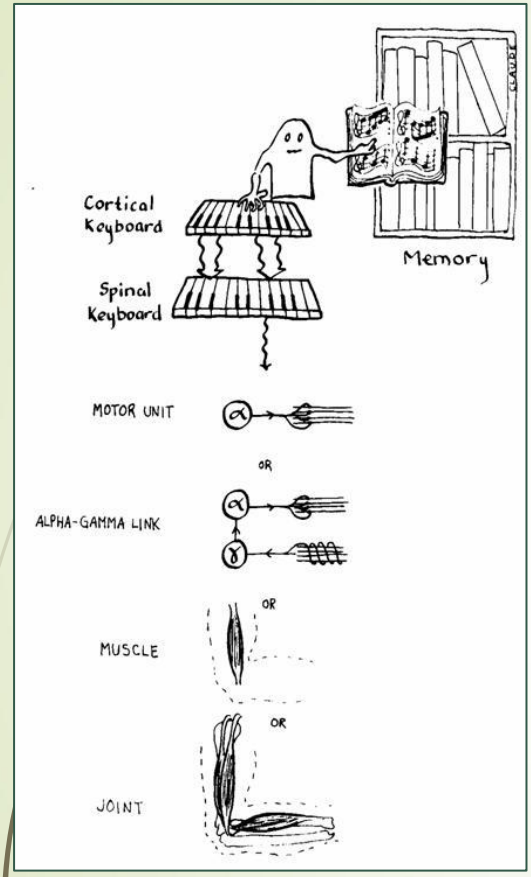
1paolo.lippi@gmail.com

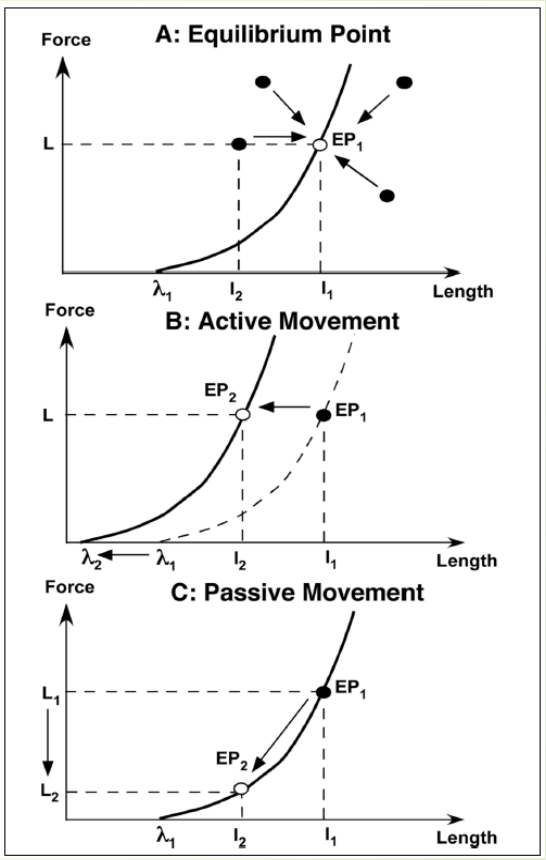
IN RIABILITAZIONE

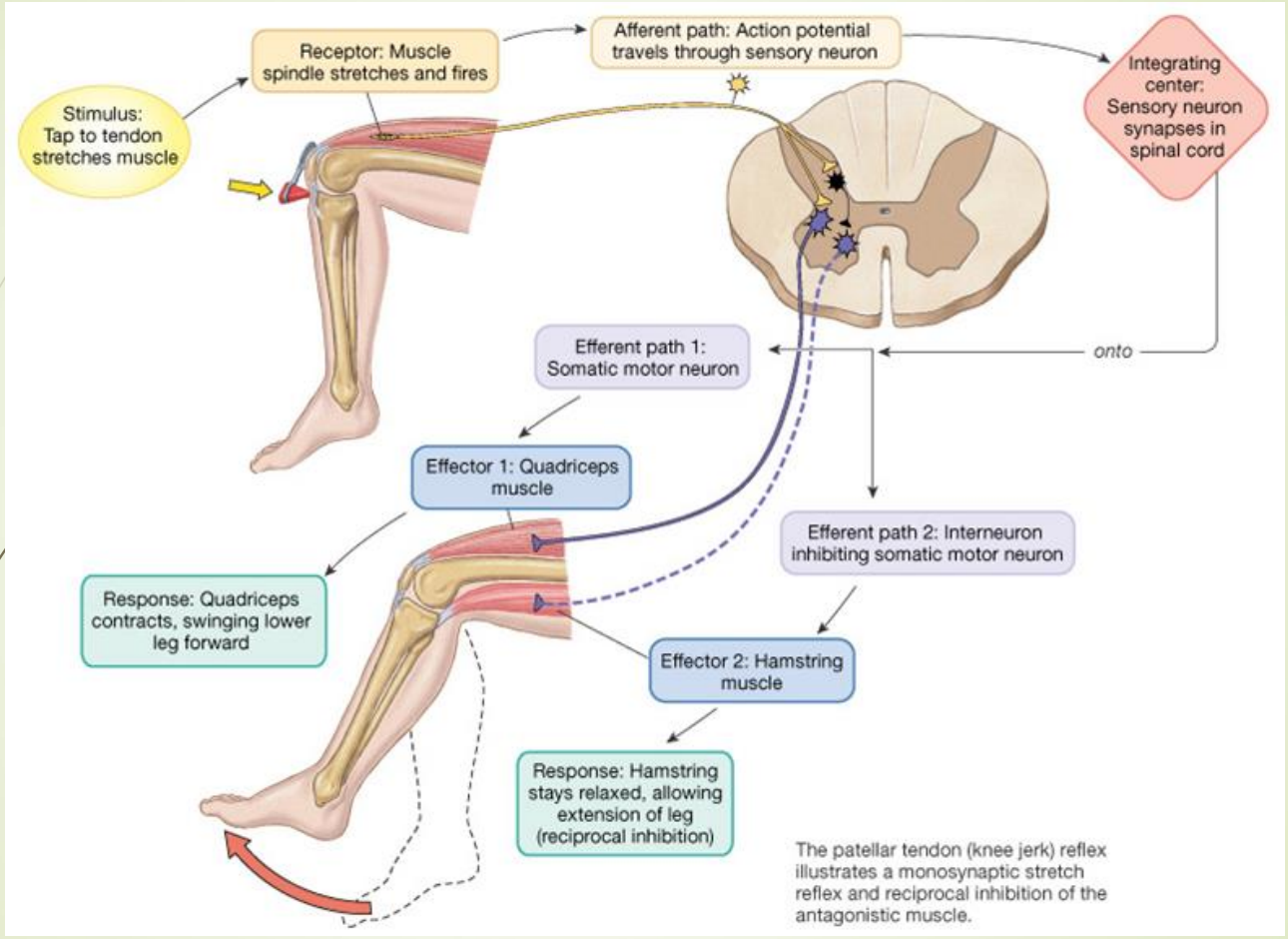
C. C. PERFETTI: DALLA NEUROMOTRICITA' AL COGNITIVISMO

L. GRIMALDI: DAL COGNITIVISMO ALLA SCUOLA ECOLOGICA DELLA PERCEZIONE E DELL'AZIONE

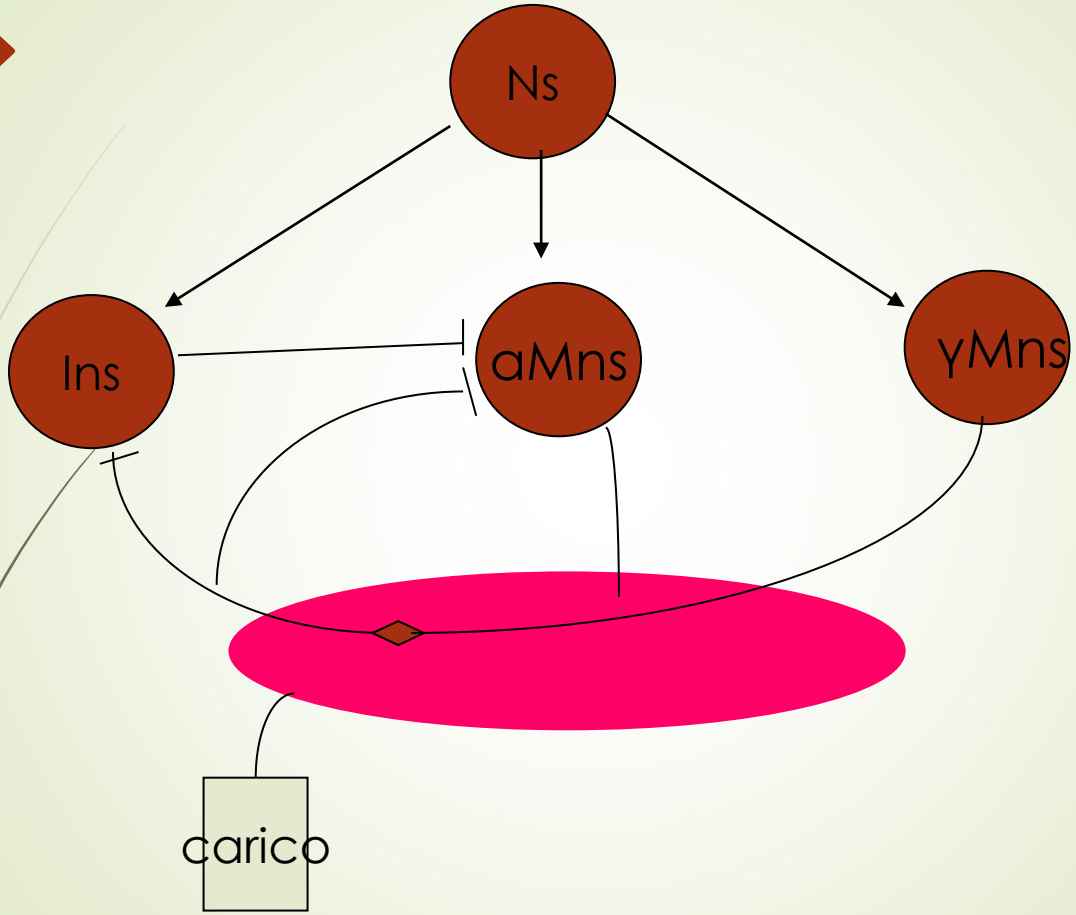
1paolo.lippi@gmail.com


Cortical Keyboard
Spinal Keyboard
Memory
MOTOR UNIT
OR
ALPHA-GAMMA LINK
OR
MUSCLE
OR
JOINT


Force
A: Equilibrium Point
L
EP1
λ1
l2
l1
Length
Force
B: Active Movement
EP2
L
EP1
λ2
λ1
l2
l1
Length
Force
C: Passive Movement
L1
EP1
EP2
L2
λ1
l2
l1
Length



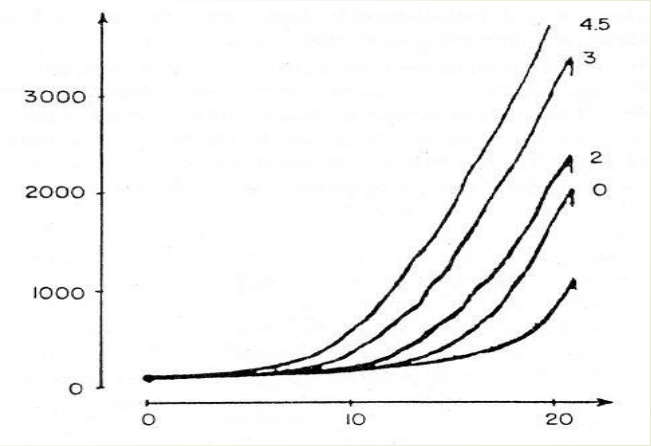
The patellar tendon (knee jerk) reflex illustrates a monosynaptic stretch reflex and reciprocal inhibition of the antagonistic muscle.

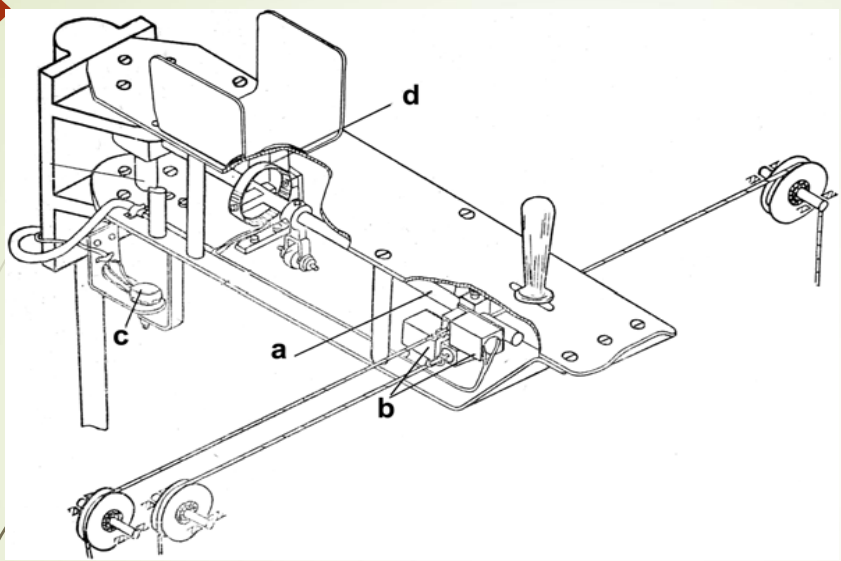

Ns
Ins
αMns
γMns
carico

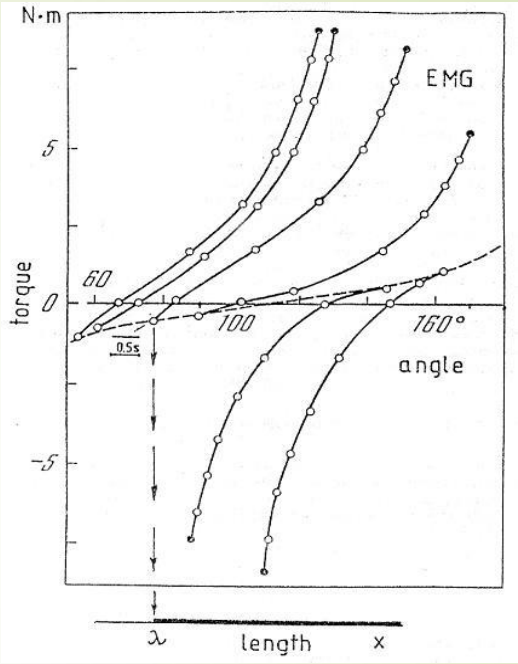
Feldman & Orlovsky 1972

Con stimolazione tonica delle vie discendenti: nucleo di Deiters omolaterale e controlaterale, fascio piramidale, formazione reticolare mediale del midollo allungato ottennero delle curve che decorrevano parallele

Curve lunghezza tensione nel gatto decerebrato







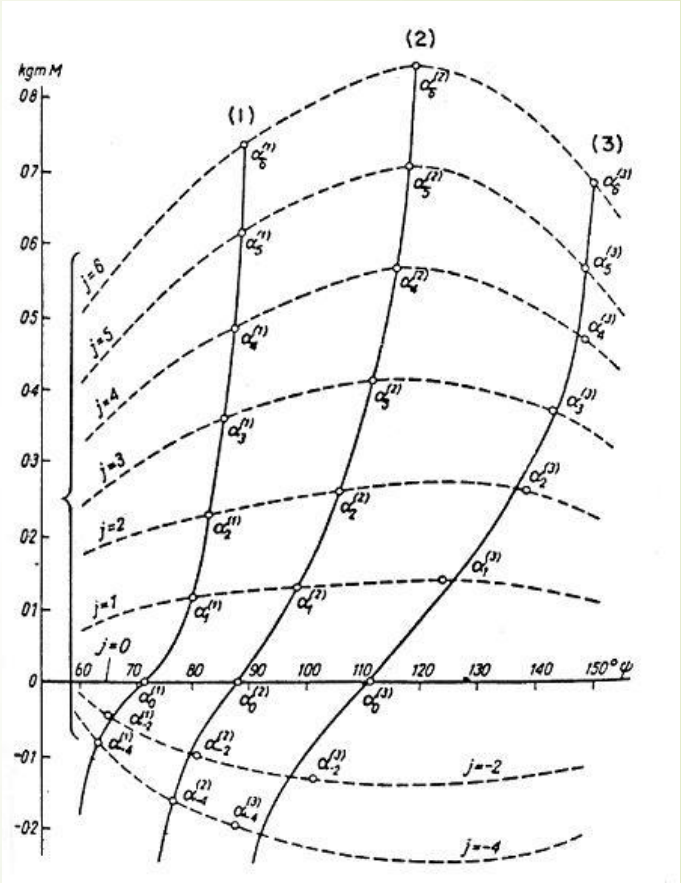
- Manipulandum used in experiments that revealed resetting of the spatial thresholds at which muscles begin to be recruited when intentional arm movements are made. The manipulan- dum had a lever (a) to apply forces (weights) via pulleys and small electromagnetic locks (b), a goniometer (c) to measure angular displacements of the forearm placed on the manipulandum, and a torque transducer (d). Reprinted from Feldman (1979)

Il Punto di Equilibrio

Paradigma del non intervento

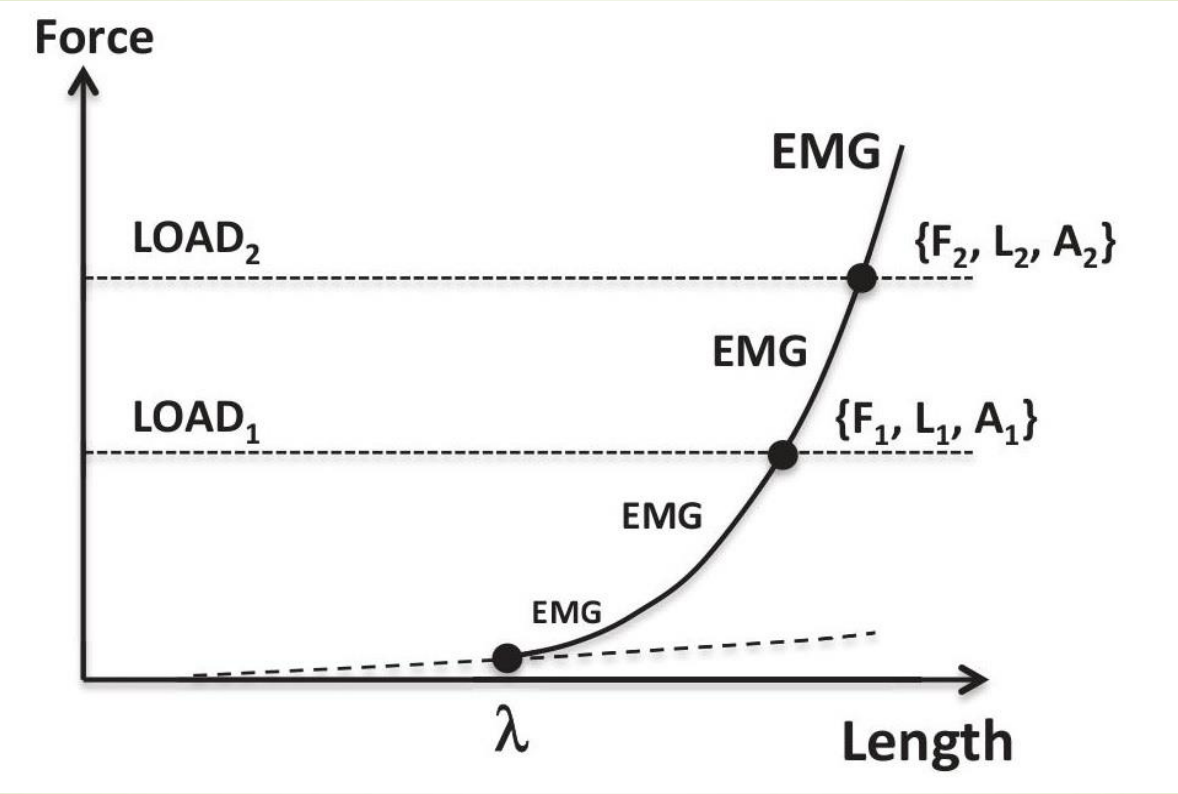
Feldman e Asatryan (1965)

Spostamento del P.E. rispetto a tutti i tipi di carico



paolo.lippi@unifi.it

TENSIONE MUSCOLARE



The tonic stretch reflex produces a dependence of active muscle force (and level of activation, EMG) on muscle length. Threshold of the tonic stretch reflex (l) is the length when muscle activation starts during very slow stretch. Depending on external load (L), the system comes to an equilibrium point (black dots) defined by both l and external load. Equilibrium points differ in muscle length, force, and activation level, {F, L, A}

Il movimento è ottenuto tramite spostamenti centrali nelle posizioni della soglia statica, (o configurazione spaziale di riferimento), la lunghezza alla quale inizia il reclutamento dei motoneuroni. Spostando le soglie statiche dello stretch reflex, cioè l'origine del quadro spaziale di riferimento il SNC influenza sia l'azione che la percezione. Azione e percezione sono vincolate a funzionare in quadri di riferimento comuni.
A. FELDMAN

1paolo.lippi@gmail.com

Nella teoria dei sistemi dinamici M.T. Turvey N. Kugler e S. Kelso sostengono il principio della autorganizzazione dei sistemi basato sui meccanismi della termodinamica: quando le diverse parti di un sistema agiscono insieme esse giungono spontaneamente senza necessità di istruzioni ad un equlibrio… (Herman Haken) AUTOORGANIZZAZIONE

Quando gruppi di neuroni che condividono similarità di soglia e accoppiamenti similari di campo, tutti insieme danno origine alla scarica

Se i flussi informazionali sono sufficienti, campi di neuroni possono divenire rapidamente sincronizzati se condividono similarità di soglia e accoppiamenti similari di campo. E' in questo modo che emerge il comportamento motorio (Kugler, 1986) senza modello interno o rappresentazione

DUE PRINCIPALI SCUOLE DI PENSIERO

NEL REALISMO INDIRETTO (COGNITIVISMO) L'MMAGAZZINAMENTO E RECUPERO DELLE INFORMAZIONI IDENTIFICA IL MECCANISMO DEL CONTROLLO MOTORIO E DELL'APPRENDIMENTO ECM J. ADAMS, R.A. SCHMIDT, T. LEE

NEL REALISMO DIRETTO O TEORIA ECOLOGICA DELLA PERCEZIONE E DELL'AZIONE NATA CON GIBSON NEGLI USA ECM L'APPRENDIMENTO SI CONFIGURA COME L'AQUISIZIONE DI UN ORDINE SUPERIORE O DIVERSO DI COMPLESSITA' SISTEMICA– E IL MOVIMENTO COME PROCESSO AUTORGANIZZATIVO. J. J. GIBSON, M. TURVEY, W. WARREN, S. KELSO, G. SHONER

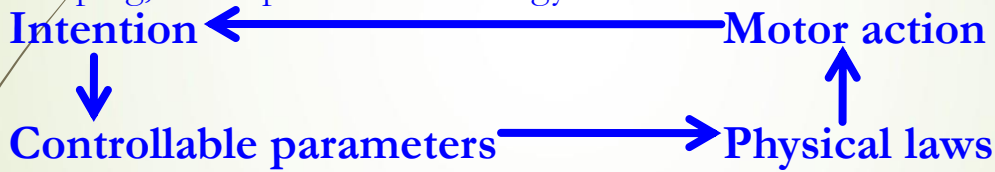
1paolo.lippi@gmail.com

Law-constrained variables

Law-constrained variables
Variables that characterize the motor outcome:
Positions and trajectories of body segments. Movement direction, extent and speed, EMG levels (motor commands),
muscle forces, torques, stiffness, damping, COM position and energy

Controllable parameters

Attributes
of spatial frames of reference (FRs) for action and perception:
Origin (referent) points, metrics and orientation of one FR in another FR



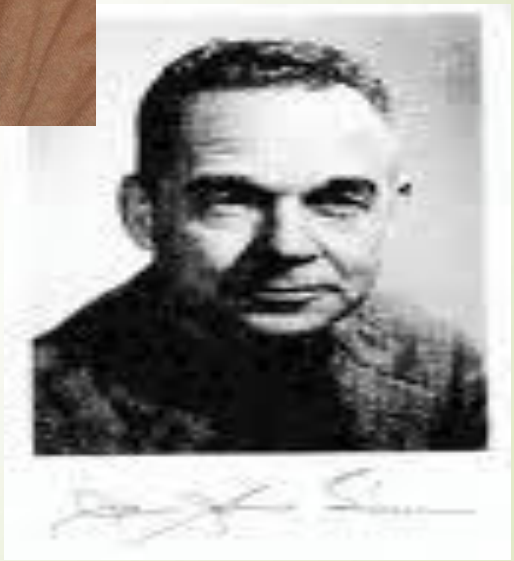
Harmonizing neural control of motor actions with physical laws. Kinematic and kinetic variables characterising the outcome of motor actions are law-constrained variables (upper left panel). Attempts of the nervous system to directly specify law-constrained variables would conflict with the causality inherent in physical laws and evoke resistance. In contrast, by influencing parameters (upper right panel), the nervous system takes advantage of physical laws thus using them as tools for action production. Therefore, intentions to accomplish an action are associated with the choice and timing of task-specific parameters, forcing physical laws to accomplish motor action (bottom panel). Neural control levels can adjust parametric control to modify the current or initiate a new motor action. Listed are controllable parameters (upper right panel) that have been identified empirically (Anatol G. Feldman, Referent control of action and perception, Springer New York Heidelberg Dordrecht London, 2015)

1paolo.lippi@gmail.com

L. Grimaldi : apprendimento motorio in riabilitazione

A. Feldman
EPH teoria del controllo di soglia

Teoria Ecologica ('70,Gibson)



paolo.lippi@unifi.it

IL CONCETTO DI APPRENDIMENTO MOTORIO IMPLICA LA PERSISTENZA NEL TEMPO DI ABILITA' APPRESE (RETENTION), E LA LORO GENERALIZZAZIONE A COMPITI DIFFERENTI. L'APPRENDIMENTO MOTORIO PUO' ESSERE OTTENUTO IN RIABILITAZIONE CON L'ESERCITAZIONE TERAPEUTICA. AD ESEMPIO L'ESERCIZIO CON ACCORCIAMENTO E SOLLECITAZIONE DI TRAZIONE SI CONFIGURA COME UNA INSTABILITA' CRITICA (PERTURBAZIONE) DEL SISTEMA PERCETTIVO-MOTORIO (DEL PARAMETRO D'ORDINE CHE REGOLA IL SISTEMA ES λ)

L'ESERCIZIO TERAPEUTICO (MUSCLE SHORTENING) *AMST METODO GRIMALDI* E' UN EVENTO PERTURBATIVO MA I SUOI EFFETTI HANNO I TRATTI TIPICI DELL'APPRENDIMENTO E NON DELL'ADATTAMENTO

L'ADATTAMENTO (MODIFICA TEMPORANEA DEL COMPORTAMENTO MOTORIO) AVVIENE PER DISTORSIONE DEL CAMPO DI FORZE ESTERNO O VISUOMOTORIO, DOVUTO A PERTURBAZIONE NON CRITICA O FACILITAZIONE, E' RAPIDAMENTE ACQUISITO MA SVANISCE QUANDO LA FACILITAZIONE SCOMPARE, OVVERO NON PORTA AD APPRENDERE NUOVE ABILITA'E SOPRATTUTTO NON HA LA PROPRIETA' DI GENERALIZZAZIONE

DUE PRINCIPALI SCUOLE DI PENSIERO

NEL REALISMO INDIRETTO (COGNITIVISMO)

L'MMAGAZZINAMENTO E RECUPERO DELLE INFORMAZIONI IDENTIFICA IL MECCANISMO DEL CONTROLLO E DELL'APPRENDIMENTO MOTORIO - J. ADAMS, R.A. SCHMIDT, T. LEE. IN RIABILITAZIONE USO E GRADUAZIONE DELLE FACILITAZIONI

NEL REALISMO DIRETTO O TEORIA ECOLOGICA DELLA PERCEZIONE E DELL'AZIONE NATA CON GIBSON NEGLI USA L'APPRENDIMENTO SI CONFIGURA COME L'AQUISIZIONE DI UN ORDINE SUPERIORE E/O DIVERSO DI COMPLESSITA' SISTEMICA– J. J. GIBSON, M. TURVEY, W. WARREN, S. KELSO, G. SHONER. IN RIABILITAZIONE PERTURBAZIONE CRITICA DEL CAMPO PERCETTIVO MOTORIO

1paolo.lippi@gmail.com

DUE PRINCIPALI SCUOLE DI PENSIERO

REALISMO INDIRETTO (COGNITIVISMO)

LE DISTRIBUZIONI DI ENERGIA ALLE SUPERFICI RECETTORIALI SONO INADEGUATE E PRIVE DI SIGNIFICATO PER RENDERE CONTO DELLA REALTA' LA STIMOLAZIONE RECETTORIALE E' INADEGUATA E PRIVA DI SIGNIFICATO; LA CONOSCENZA DIRETTA DELL'AMBIENTE NON E' POSSIBILE ECM OCCORRE UN MODELLO INTERNO O UNA RAPPRESENTAZIONE INTERNA

REALISMO DIRETTO
(SCUOLA ECOLOGICA)

LE DISTRIBUZIONI ENERGETICHE ALLE SUPERFICI RECETTORIALI SONO DIRETTAMENTE SIGNIFICATIVE E SI CORRELANO IN MODO UNIVOCO ALLA REALTA' (PERSONA-AMBIENTE ISOMORFISMO INFORMAZIONALE) NON OCCORRE UN MODELLO INTERNO DELLA REALTA' AFFORDANCES

APPRENDIMENTO MOTORIO NELLA SCUOLA ECOLOGICA

ACQUISIZIONE DI UN ORDINE SUPERIORE E/O DIVERSO DI COMPLESSITA' SISTEMICA ECM

ELEMENTI FONDAMENTALI CHE IDENTIFICANO IL PROCESSO DI APPRENDIMENTO:

RITENZIONE E TRASFERIMENTO ECM (GENERALIZZABILITA')

E' UN FENOMENO EMERGENTE

1paolo.lippi@gmail.com

This chapter is part of the edited volume entitled "*The Modern Legacy of Gibson's Affordances for the Sciences of Organisms*," (2024). Mangalam, M., Hajnal, A., & Kelty-Stephen, D. G. Eds. Routledge, New York, NY.

From Turing to Gibson: Implications of Affordances for the Sciences of Organisms

Madhur Mangalam
Division of Biomechanics and Research Development
Department of Biomechanics
Center for Research in Human Movement Variability
University of Nebraska at Omaha
Omaha, NE 68182, USA
mmangalam@unomaha.edu

Louise Barrett
Department of Psychology
University of Lethbridge
Lethbridge, AB T1K 6T5, Canada
louise.barrett@uleth.ca

Dorothy M. Fragaszy
Department of Psychology
University of Georgia Athens
Athens, GA 30602, USA
doree@uga.edu

February 13, 2024

Abstract

We analyze the concept of "affordance" in ecological psychology and the concept of "Turing machine" drawn from computation. We propose that Turing's theory of computation supports Gibson's ecological theory of affordances as entities perceived directly—without invoking representations—as the configurations of Turing machines. Our arguments draw on the compelling reinterpretation of the Turing machine by Andrew Wells. Further, we link affordances with the discovery by Graziano and colleagues of ethological action maps in the motor cortex, which can be understood as neurophysiological attunement to affordances. Thus, affordances and the accompanying theory of direct perception are compatible with the contemporary understanding of the organization of the mammalian brain and with the contemporary understanding of computation by an active agent without recourse to representation. The concept of affordance can provide a powerful guide for work linking neural functioning with organismal behavior.

Glossary

Affordance: An affordance is a potential for action that an object or environment offers to an organism.

Cascade: A [hydrodynamic] cascade model is a theoretical framework used in fluid dynamics to describe the transfer of energy from large-scale motions to smaller scales through a series of interconnected turbulent eddies or vortices, leading to a cascade-like effect.

Criticality: A state or condition in complex systems with a delicate balance between order and chaos, characterized by emergent properties, sensitivity to initial conditions, and self-organized critical phenomena.

Direct perception: A continuous, direct process of detection or "picking up" of sensory information by the perceptual system and obtaining meaning from this information without complex cognitive processing or inference. Direct perception theory emphasizes active engagement with the world rather than passive interpretation of sensory data. It challenges the idea that perception depends upon creating internal representations or mental models.

AFFORDANCE: E' UN POTENZIALE PER L'AZIONE CHE UN OGGETTO O L'AMBIENTE OFFRE AD UN ORGANISMO

PERCEZIONE DIRETTA PROCESSO CONTINUO E DIRETTO DI RILEVAMENTO E RACCOLTA DI INFORMAZIONI SENSORIALI DAI SISTEMI PERCETTIVI E OTTENERE SIGNIFICATO DA QUESTE INFORMAZIONI SENZA COMPLESSE PROCEDURE COGNITIVE O INFERENZE

REALISMO DIRETTO

QUALE ORGANIZZAZIONE DI CONTROLLO PROPONE IL REALISMO DIRETTO IN ALTERNATIVA AL PROGRAMMA MOTORIO?

SI PASSA DAL CONCETTO DI PROGRAMMA MOTORIO ALL'ORGANIZZAZIONE DEGLI ATTI MOTORI MEDIANTE VINCOLI E STRUTTURE COORDINATIVE, SINERGIE E PROCESSI DI AUTORGANIZZAZIONE **ECM** CHE SONO LA CARATTERISTICA FONDAMENTALE DEI SISTEMI DINAMICI COMPLESSI CON MOLTI GDL

I SISTEMI DINAMICI COMPLESSI DOTATI DI UN ELEVATO NUMERO DI GRADI DI LIBERTA' POSSONO GENERARE NUOVE E/O DIVERSE CONFIGURAZIONI STABILI (APPRENDIMENTO COME FENOMENO EMERGENTE)

1paolo.lippi@gmail.com

APPRENDIMENTO MOTORIO

L’apprendimento va nella direzione del minor dispendio energetico e interviene quando si raggiunge un rapporto critico tra l’energia che fluisce e la capacità del sistema di assorbirla e dissiparla. Tanta ne viene assorbita tanta ne deve essere dissipata. Quando il surplus di energia raggiunge valori critici il sistema dinamico complesso può dare origine ad altre, nuove e/o diverse configurazioni che possono diventare stabili.

1paolo.lippi@gmail.com

PROPRIETA' DELLE STRUTTURE COORDINATIVE O SINERGIE ECM

FLESSIBILITA'

RIDONDANZA

EQUIFINALITA'

STABILITA'

Opportunità e limiti di questa organizzazione

1paolo.lippi@gmail.com

PERFORMANCE - SISTEMA MOTORIO

Sistemi oscillatori Sistemi attrattori

- Sistemi Dinamici Attrattori:

  stabilità ridondanza competizione

- Apprendimento motorio:

  stabilità ridondanza competizione

Latash (1993): le variabili λ agonista e λ antagonista possono definire agilmente la traiettoria di un attrattore

paolo.lippi@uslcentro.toscana.it paolo.lippi@unifi.it

Accorciamento muscolare

Contraction failure

↓

conseguente disaccoppiamento tra la scarica dei recettori di lunghezza e recettori di tensione

↓

vuoto informazionale

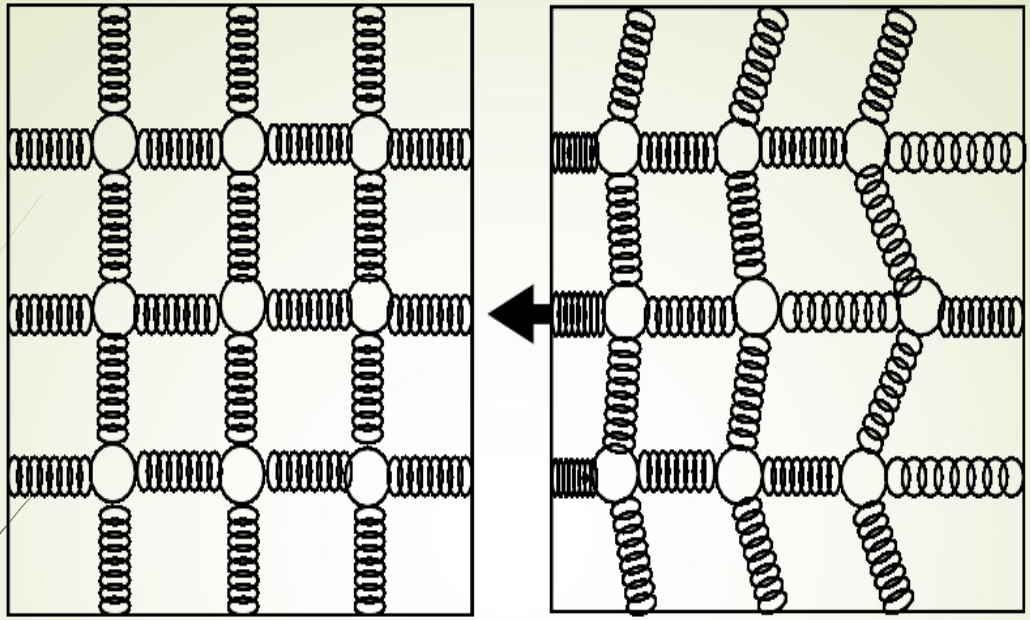
↓

elisione invarianza relazionale fra **Fi e Fe**
(punto di equilibrio)

↓

Rottura dell'isomorfismo perdita di stabilità

paolo.lippi@unifi.it

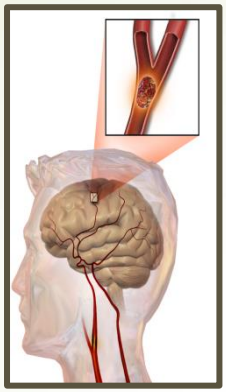


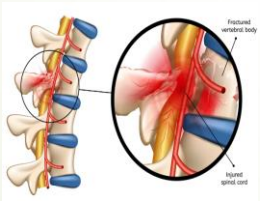
Modello del comportamento disomogeneo del sistema muscolo-scheletrico soggetto a forze esterne

Condizioni Patologiche che richiedono un intervento riabilitativo

Neurologiche:

- Ictus: perdita forza e abilità nel muovere l'arto
- Morbo di Parkinson: tremore e rigidità muscolare
- Sclerosi Multipla: debolezza muscolare
- Lesioni del Midollo Spinale: perdita funzionalità motoria





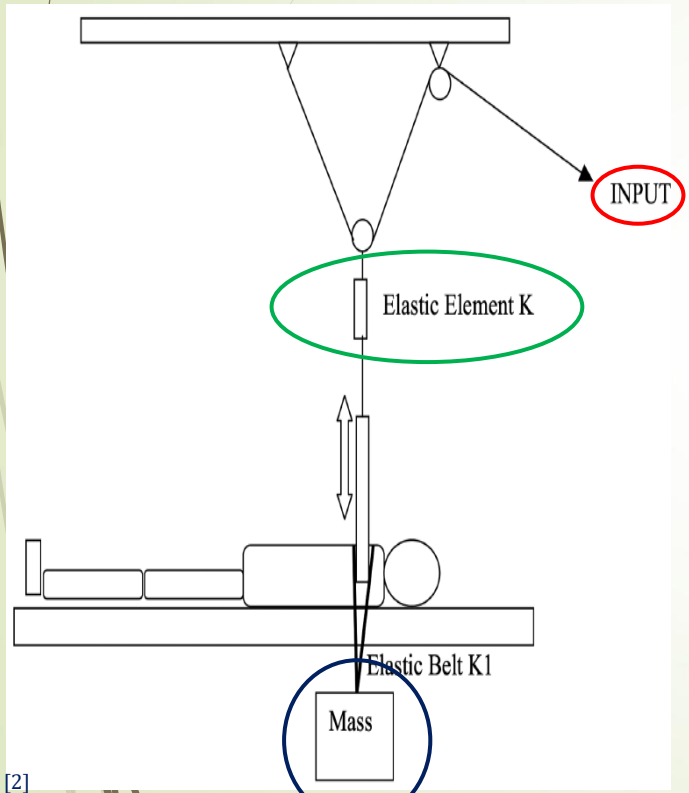
Ortopediche:

- Osteoartrosi: rigidità articolare e ridotta mobilità
- Periartrite di Spalla: rigidità articolare della spalla e ridotta mobilità
- Epicondilite: rigidità articolare del gomito e ridotta mobilità
- Tunnel Carpale: ridotta mobilità e debolezza di mano e polso
- Protesi Articolari: ridotta mobilità

In entrambe le circostanze il **trattamento riabilitativo può essere effettuatO con la METODICA GRIMALDI con buone possibilità di ottenere un miglioramento del quadro clinico e funzionale**

Manovra di Accorciamento Muscolare (MSM): una promettente soluzione

Approccio riabilitativo sviluppato dal **Dr. L. Grimaldi** e coll 1986 [1]



[2]

Accelerazioni rapide impartite ad un segmento scheletrico → Combinazione di forza fornita dal riabilitatore e forza applicata da una massa fissata all'arto

Alterazione di **trazione e rilascio,** 1-3 Hz

Allungamento associato ad **improvviso accorciamento** del gruppo muscolare coinvolto

Trattamento **indolore, non invasivo** e **rapido** (10 minuti) → Risultati osservabili in tempi rapidi:

- Aumento **forza muscolare**
- Aumento **range of motion**

[1] Grimaldi, L., Lippi, P., Marri, P., Fantozzi, M., & Bracci, R. (1986). Evoking of absent motor components in CNS lesions. *Pisa, Editori Giardini, 88.*
[2] Melchiorre, D., Maresca, M., Bracci, R., Ravaschio, A., Valiensi, B., Casale, R., ... & Matucci-Cerinic, M. (2014). Muscle shortening manoeuvre reduces pain and functional impairment in shoulder impingement syndrome: clinical and ultrasonographic evidence. Clin Exp Rheumatol, 32(1), 5-10

Manovra AMST di Grimaldi

IL PRINCIPIO DI ACCORCIAMENTO CON SOLLECITAZIONE DI TRAZIONE (Viscuso A. 2013)

Accorciamento muscolare in sollecitazione di trazione. Determina un disaccoppiamento tra scarica dei recettori di tensione e recettori di lunghezza (perturbazione critica). Rottura della simmetria informazionale. Perdita della capacità di sviluppare tensione in opposizione alla perturbazione (perdita dell'isomorfismo) FALLIMENTO DI CONTRAZIONE.

Con l'esercizio è possibile ottenere il ripristino della invarianza relazionale (SNC) recupero della capacità di allestire nuove soglie (apprendimento) e contemporanea comparsa di nuove e/o diverse competenze motorie (caratteristica invariante o nuova soglia del rts)

1paolo.lippi@gmail.com

Alcune ricerche confermano l'esistenza meccanismi con i quali possono intervenire cambiamenti di forza in tempi brevi come nell'esercizio AMST (15-20')

Modificazioni di forza a breve termine indotte da adattamento neuronale (Enoka 1988):

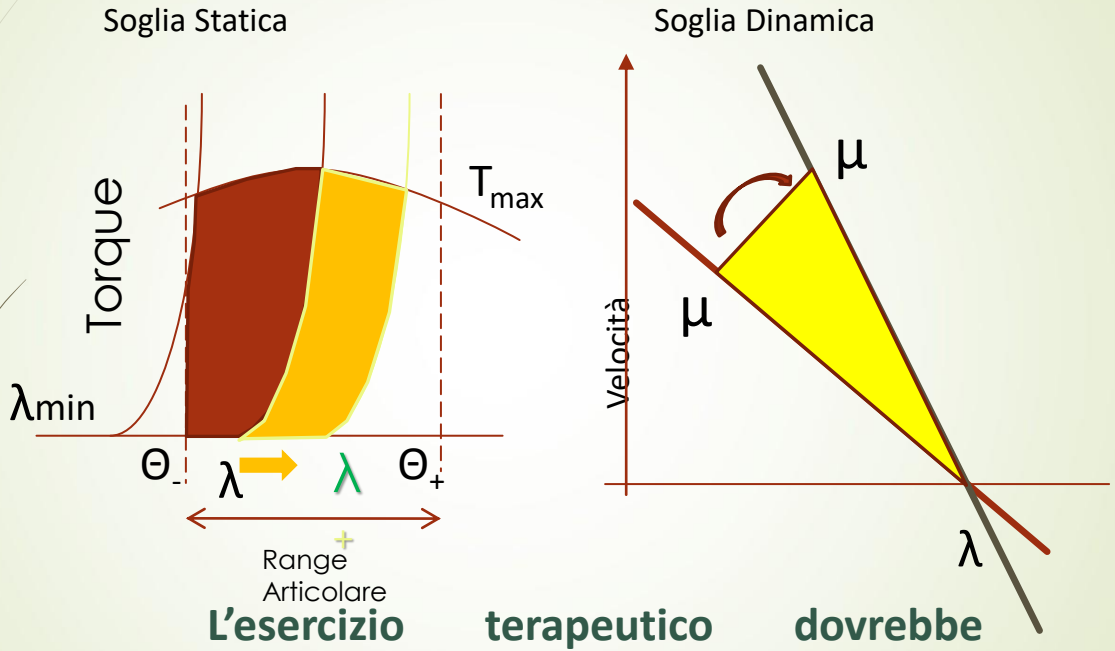
Riordinamento sinaptico

Smascheramento di sinapsi latenti

La riorganizzazione e lo smascheramento di sinapsi latenti può intervenire nell'arco temporale di alcuni minuti (Sanes & Donoghue 1993)

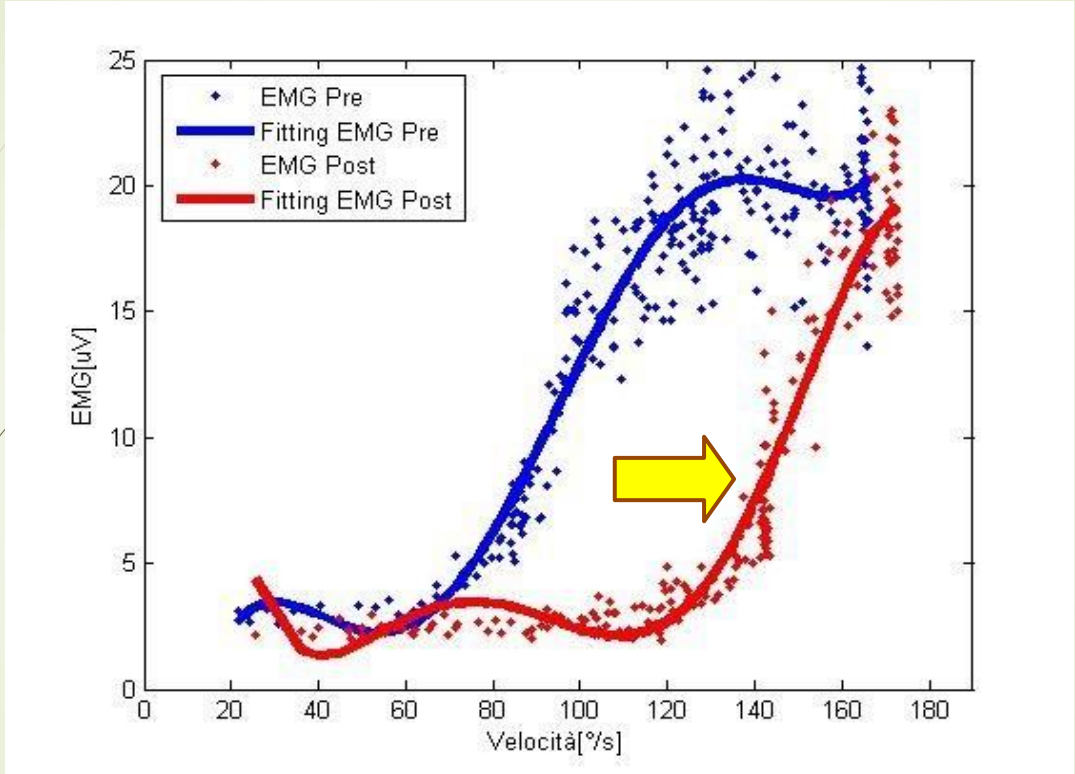
1paolo.lippi@gmail.com

RILEVANZA CLINICA DEL CONTROLLO DI SOGLIA



L'esercizio terapeutico dovrebbe comportare l'attivazione di un'area aggiuntiva per il controllo motorio – biomarker delle competenze motorie

tpaolo.lippi@gmail.com



Confronto tra il pre e il post.
La curva EMG-velocità del post si è spostata verso velocità più alte

1paolo.lippi@gmail.com

La metodica AMST si presta bene alla valutazione sulla base del controllo di soglia. L'esercizio AMST agisce su un gruppo muscolare deficitario scelto per l'esercizio. Il muscolo viene accorciato in modo "passivo" applicando una serie di rapide accelerazioni, mentre lo stesso gruppo muscolare è soggetto a forze di stiramento in direzione contraria. L'accorciamento passivo non impedisce alle forze di stiramento di agire sul muscolo ed è ottenuto dal terapeuta manualmente o tramite l'uso di dispositivi quali pesi, molle aste flessibili e dispositivi elettromeccanici

1paolo.lippi@gmail.com

La ricerca fino ad oggi effettuata ipotizza che i possibili miglioramenti motori siano interpretabili come ripristino, anche parziale, del range di modulazione centrale delle soglie statiche. Miglioramenti funzionali con questa metodica sono stati riportati da diversi studi, ad esempio su una popolazione di persone che hanno avuto ictus (Diverio M.Breschi M. 1992), di persone con sclerosi multipla (Cardini R. 2004, Crippa A. 2004), in bambini con emiparesi (Longo D. 2021) e in patologie muscolo scheletriche (Melchiorre D.et Al. 2013). Anche se i meccanismi neurofisiologici restano tuttora non completamente chiariti, l'essenza dell'esercitazione terapeutica a livello clinico e comportamentale si ipotizza risiedere nel contrasto fra l'accorciamento del muscolo e la fisiologica conseguenza di produrre tensione muscolare provocata dalla scarica fusoriale, con cui equilibrare la trazione esterna applicata. L'esercizio è un evento in sé perturbativo ma i suoi effetti hanno tratti tipici nell'apprendimento e non dell'adattamento motorio. (Orsini P. 2021)

dr.paolo.lippi@gmail.com

AMST

Gli autori che hanno introdotto in clinica l'esercizio di "accorciamento muscolare e sollecitazione di trazione" hanno suggerito che una possibile interpretazione possa trovarsi nella teoria del "controllo referente di percezione e azione", elaborata da A. Feldman e le osservazioni cliniche fin qui riportate sembrano confermarlo. Secondo questa teoria, la variazione da parte del SNC delle soglie statiche dello stretch reflex, espresse in coordinate di lunghezza muscolare o angolo articolare, è alla base del movimento volontario. In particolare, è stato ipotizzato che l'esercizio possa causare una perturbazione critica del campo informazionale, tale da determinare l'instabilità del flusso neurale necessario al controllo percettivo-motorio. In altre parole una instabilità, rottura o perdita di simmetria del campo informazionale. Perdita dell'isomorfismo ovvero delle relazioni invarianti tra proprietà reali (ad es la soglia λ)

paola.ippolito@gmail.com

A novel mechatronic system for evaluating elbow muscular spasticity relying on Tonic Stretch Reflex Threshold estimation

Giuseppe Averta[1,2,3], Massimiliano Abbinante[1], Piero Orsini[1], Federica Felici[2], Paolo Lippi[4], Antonio Bicchi[1,2,3], Manuel G. Catalano[1,2], and Matteo Bianchi[1,3]

1 – Centro di ricerca E. Piaggio – Università di Pisa

2 – Soft Robotics for Human Cooperation and Rehabilitation, Fondazione Istituto Italiano di Tecnologia

3 – Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione – Università di Pisa

4 – Public Assistance, Chiesina U., Pistoia, Italy. Freelance Researcher. Private Practice.

A new device

- Can be used by both arms
- Posture totally adaptable for the specific patient
- Modular: easy to unmount for transport, and to change components
- Low weight (< 20Kg)

Scuola di Ingegneria

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Biomedica

Tesi di Laurea Magistrale

Design e Controllo di un Dispositivo Meccatronico per la Riabilitazione dell' Arto Superiore basato sulla Manovra di Accorciamento Muscolare

Relatore:

Prof. Ing. Alessio Artoni

Prof. Ing. Matteo Bianchi

Candidato:

Simone Rossi

Anno Accademico

2022/2023

A basse frequenze spostamento e forza sono in fase. Alla frequenza di risonanza l'ampiezza dello spostamento aumenta, oltre la fdr vanno fuori fase (o antifase).

Non è noto se è' più opportuno fare oscillazioni a piccola ampiezza e frequenza più elevata o maggiore ampiezza e bassa frequenza

Ruolo fondamentale del sistema oscillante determinato dall'entità delle forze di stiramento e dal sistema regolatore della stifness (es. molle). Analogie con le vibrazioni?

1paolo.lippi@gmail.co

REFERENCE

1) Grimaldi L., Lippi P., Marri P., Fantozzi M., Bracci R. Evocation of absent motor components in CNS lesions. Giardini vol.1-3 1984-86-88

2) Crippa A., Cardini R., Pellegatta D., Manzoni S., Cattaneo D., Marazzini F. Effects of Sudden, Passive Muscle Shortening According to Grimaldi's Method on Patients Suffering from Multiple Sclerosis: A Randomized Controlled Trial. *Neurorehabil Neural Repair* 2004 18: 47

3) Averta G., Abbinante M., Orsini P., Felici F., Lippi P., Bicchi A., Catalano M. G., Bianchi M. A novel mechatronic system for evaluation elbow muscular spasticity relying on Tonic Stretch Reflex Threshold estimation. EMBC; 2020. Montreal.

4) Longo D., Lombardi M., Lippi P., Melchiorre D., Bagni M. A., Ferrarello F. The muscle shortening manoeuvre: applicability and preliminary evaluation in children with hemiplegic cerebral palsy: a retrospective analysis. Journal of Rehabilitation Medicine Clinical Comunications 2021,

1paolo.lippi@gmail.com

5)Longo D, Longo L, Lippi P, Cherubini G, Mangé V. Effects of laser therapy and Grimaldi's muscle shortening manoeuvre on motor control of subjects with incomplete spinal cord injuries. Laser Ther 2017; 26: 203–209.
6) Melchiorre D, Lippi P, Marchi A, Maresca M, Bravi R, Quarta E, et al. Muscle shortening maneuver and not topical antiinflammatory therapy is effective in reducing the width of subacromial-subdeltoid bursa in shoulder impingement syndrome. Proc SPIE 2018; 10582: 1–6.
7) Lippi P. Lippi A. Dal controllo motorio ai processi di recupero di funzione. Ed Pagnini Firenze ISBN 978-88-8251-523-2
8) Diverio M, e Breschi S. Results of a year of research using Grimaldi's technique on patients suffering from stroke [Italian]. Giorn Ital Med Riab 1992;3(VI):270-277.

1paolo.lippi@gmail.com

Crippa, A., Cardini, R., Pellegatta, D., Manzoni, S., Cattaneo, D., Marazzini, F. (2004). Effects of sudden, passive muscle shortening according to Grimaldi's method on patients suffering from multiple sclerosis: a randomized controlled trial. *Neurorehabilitation and neural repair*, *18*(1), 47– 52. https://doi.org/10.1177/0888439003261829

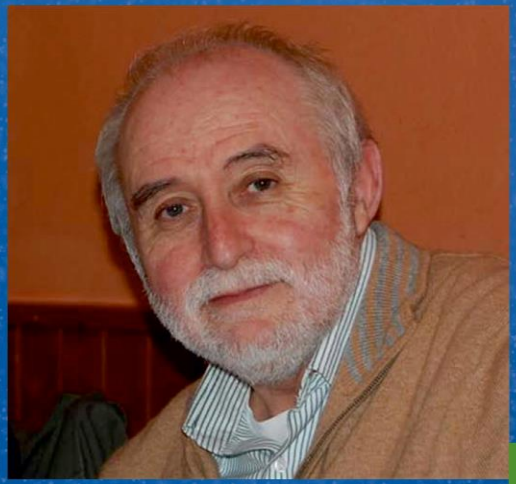
Melchiorre, D., Lippi, P., Marchi, A. , Maresca, M., Bravi, R., Quarta, E., Lazzerini, P., Bagni, M.A. (2018) Muscle shortening maneuver and not topical anti-inflammatory therapy is effective in reducing the width of subacromial-subdeltoid bursa in shoulder impingement syndrome, *Proc.SPIE 10582, Laser Florence 2017: Advances in Laser Medicine*; 105820B; doi: 10.1117/12.2319694.

Longo, D., Longo, L., Lippi, P., Cherubini, G., Mangé, V. (2017). Effects of laser therapy and Grimaldi's muscle shortening manoeuvre on motor control of subjects with incomplete spinal cord injuries. *Laser therapy*, 26(3), 203–209. https://doi.org/10.5978/islsm.17-OR-16

Longo, D., Branchi, E., Matucci-Cerinic, P., Bagni, M. A., Matucci-Cerinic, M., Melchiorre, D. (2022). Shoulder impingement syndrome in water polo players: muscle shortening manoeuvre controls pain intensity, recovers function and normalizes sonographic parameters. *Journal of ultrasound*, 10.1007/s40477-021-00645-0.
Advance online publication. https://doi.org/10.1007/s40477-021-00645-0

Longo, D., Lombardi, M., Lippi, P., Melchiorre, D., Bagni, M. A., Ferrarello, F. (2021). The muscle shortening manoeuvre: applicability and preliminary evaluation in children with hemiplegic cerebral palsy: a retrospective analysis. *Journal of rehabilitation medicine. Clinical communications*, *4*, 1000062. https://doi.org/10.2340/20030711-1000062

Questa raccolta contiene le tre monografie pubblicate negli anni '80, che conservano inalterata la loro validità scientifica, alla luce della letteratura più recente sul controllo del movimento e sui processi di recupero di funzione.



LUIGI GRIMALDI

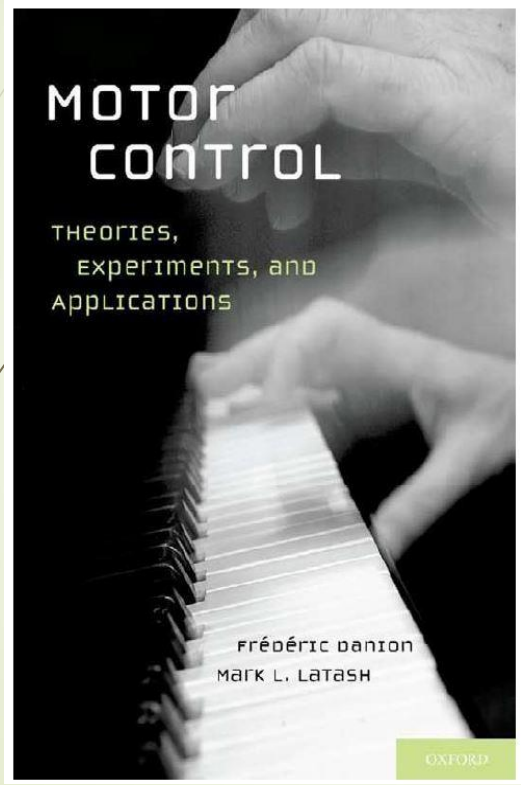
DAL CONTROLLO MOTORIO AI PROCESSI DI RECUPERO DI FUNZIONE

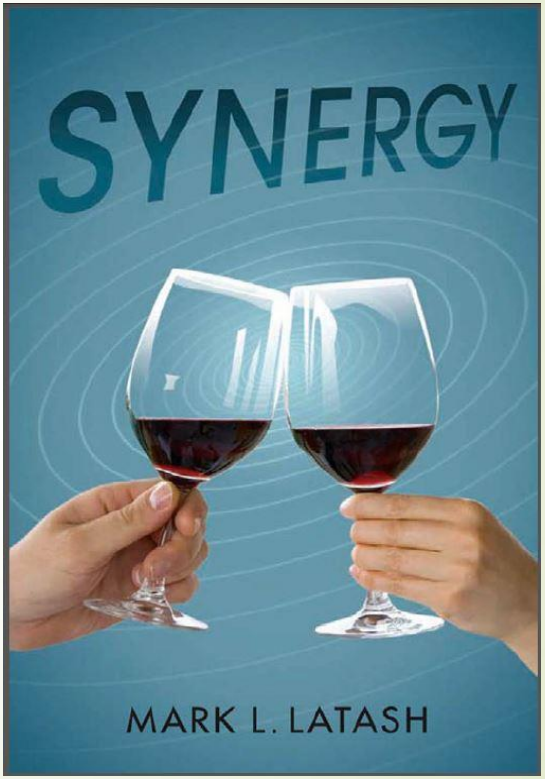
DAL CONTROLLO MOTORIO AI PROCESSI DI RECUPERO DI FUNZIONE

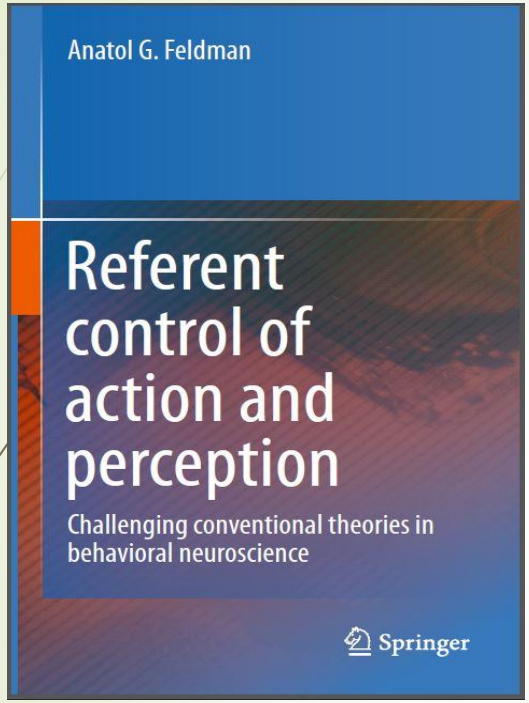
METODICA GRIMALDI
EVOCAZIONE DI COMPONENTI MOTORIE ASSENTI – I – II – III

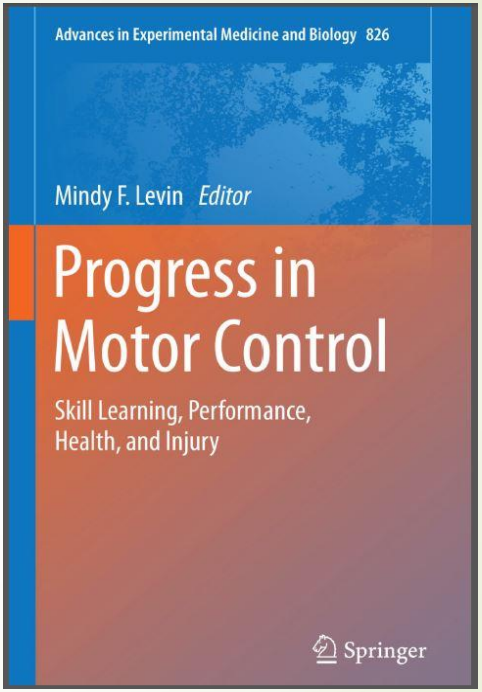
PAOLO LIPPI - ALESSANDRA LIPPI

Aggiornamenti dalla ricerca sul controllo motorio






Anatol G. Feldman
Referent control of action and perception
Challenging conventional theories in behavioral neuroscience
Springer


Advances in Experimental Medicine and Biology 826
Mindy F. Levin Editor
Progress in Motor Control
Skill Learning, Performance, Health, and Injury
Springer

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

1paolo.lippi@gmail.com