

# Facilitazione propriocettiva neuromuscolare: concetto PNF (Kabat-Knott-Voss)

U. Bertinchamp

*Il concetto di facilitazione propriocettiva neuromuscolare (PNF), sviluppato dal Dottor Kabat e dai fisioterapisti Knott e Voss nel 1947, è in continua evoluzione, arricchito dalle nuove ricerche nel campo della neurofisiologia, dell'apprendimento motorio e dell'analisi del movimento (evidence based practice). I suoi molteplici principi di facilitazione e di trattamento, così come le sue tecniche specifiche, permettono ai terapisti di valutare e trattare i pazienti in fase acuta e cronica, perfino in riabilitazione, in diversi campi della medicina: medicina sportiva, reumatologia, traumatologia, ortopedia, pediatria, neurologia e geriatria. L'obiettivo di questo articolo è di presentare delle possibilità di stimolazione del sistema neuromuscolare per ottenere un cambiamento dello stato del paziente a livello di funzione e attività, per dargli l'opportunità di vivere il meglio possibile.*

© 2017 Elsevier Masson SAS. Tutti i diritti riservati.

**Parole chiave:** Facilitazione proprio- ed estero-cettiva; Apprendimento e controllo motorio; Principi di trattamento e facilitazione; Tecniche specifiche per l'apprendimento dei movimenti; Stretching; Coordinazione, valutazione e trattamento del paziente

## Struttura dell'articolo

■ Introduzione	1
■ Definizione	1
■ Principi di facilitazione	2
Schemi	2
Stimolazione propriocettiva	3
Stimolazione estero-cettiva	4
■ Principi di trattamento/filosofia del concetto	4
Approccio positivo	4
Approccio funzionale: lavoro a livello dell'attività e della partecipazione	4
Mobilizzazione delle riserve potenziali	4
Gestione del paziente nella sua globalità	5
Utilizzo dei principi di apprendimento e di controllo motorio	5
■ Tecniche di trattamento	5
Tecniche degli agonisti	5
Tecniche degli antagonisti	6
Tecniche di "stretching"	7
■ Approccio terapeutico	7
■ Applicazioni cliniche	7
Neurologia	7
Ergonomia	9
Ortopedia e traumatologia	10
■ Costi	10
■ Formazione in facilitazione propriocettiva neuromuscolare	11
■ Conclusioni	11

## ■ Introduzione

Il concetto di facilitazione propriocettiva neuromuscolare (PNF) è stato sviluppato negli anni 1940-1965 da Kabat (medico, neurologo) e Knott e Voss (fisioterapisti) negli Stati Uniti. Questo concetto si basa sulle conoscenze neurofisiologiche (*evidence based medicine* [EBM] ed *evidence based practice* [EBP]) del tempo (Sherington, Gellhorn, Gsell, Pavlov) e sulle osservazioni e sulle analisi dei gesti sportivi. In origine, l'obiettivo era di stimolare e trattare attivamente i pazienti affetti da sequele di poliomielite. Da allora, il concetto si è sviluppato notevolmente ed è stato arricchito, da un lato, dai risultati della ricerca nei settori dell'apprendimento motorio, della neurofisiologia e della biomeccanica e, dall'altro, da osservazioni e da esperienze cliniche. Il concetto è usato in tutti i campi della fisioterapia e per i pazienti di tutte le patologie: ortopedia, traumatologia, medicina dello sport, reumatologia, geriatria, neurologia e pediatria. Le linee guida per la gestione dei pazienti con diverse patologie evidenziano l'attualità dell'approccio PNF riguardo alla gestione dei pazienti di diversi campi della medicina.

L'obiettivo di questo articolo è di presentare i punti chiave del concetto PNF e di dimostrare la sua ricchezza sulla base delle esigenze attuali (EBM, EBP, *guidelines*, apprendimento motorio, ecc.) nella gestione dei pazienti.

## ■ Definizione

Nei paesi francofoni, l'approccio PNF è piuttosto noto come "metodo Kabat" <sup>[1]</sup>, in riferimento al Dottor Kabat, uno dei fondatori. Il termine "PNF" deriva dall'inglese *proprioceptive*

*neuromuscular facilitation*, in italiano facilitazione propriocettiva neuromuscolare.

La facilitazione serve a rendere più facile un movimento o un'attività. Più facile nel senso che il gesto potrebbe essere eseguito dal paziente in maniera più coordinata dal punto di vista di forza, mobilità, stabilità e programmazione, il che consentirebbe un migliore adattamento al compito o alla situazione in cui si svolge l'attività. Pertanto, questa facilitazione viene a migliorare la risposta motoria attraverso la stimolazione dei recettori del sistema neuromuscolare: nervi, cervello e muscoli. Si rivolge ai propriocettori del nostro corpo, da una parte alla corteccia (recettori muscolari, tendinei, articolari) e, dall'altra, agli esterocettori (recettori cutanei, visivi, uditivi, vestibolari). Di conseguenza, la PNF stimola il sistema nervoso periferico e centrale per ottenere un movimento o un'attività nel paziente [2].

La PNF non è solo una metodica o una tecnica di trattamento, ma è, piuttosto, un concetto di trattamento. Con i propri principi di trattamento e facilitazione combinati con tecniche specifiche, essa permette al terapista di realizzare un approccio terapeutico variato, ben meditato con un adattamento ottimale e personalizzato alle esigenze del paziente. La PNF è un concetto dinamico in continua evoluzione, basato sui risultati di lavori scientifici in diversi campi [2-6]. Come dimostrano la Classificazione Internazionale della Funzione (CIF) e alcune *guidelines* (sindrome di Parkinson, lombalgie) per la gestione di pazienti con diverse patologie, il concetto PNF è un eccellente approccio terapeutico [7, 8].

## ■ Principi di facilitazione (Tabella 1)

Essi descrivono gli strumenti necessari per mettere in pratica in modo ottimale la facilitazione di funzioni e attività [9]. Secondo il principio di Beavor [10, 11], il cervello non conosce muscoli, ma solo movimenti. Sir Charles Sherrington descrisse, nel 1947, come il sistema nervoso sia un continuum che non conosce parti isolate [3].

I risultati dei lavori sulla neuroplasticità lo confermano [9, 12]. La ricerca nel campo dell'apprendimento motorio ha dimostrato che ogni gesto eseguito utilizza la strategia per risolvere un problema in un dato ambiente [13, 14]. Ogni attività è, quindi, orientata verso un compito da svolgere: prendere qualcosa in un armadio, vestirsi, correre, salire le scale e così via. Woolacott descrive ciò come un'interazione tra l'individuo, il compito da svolgere e l'ambiente. Per pianificare tale compito, sono necessarie le informazioni somatosensoriali, uditive, visive e propriocettive. Nella prima fase del movimento, le informazioni visive sono predominanti, mentre, alla fine del movimento, sono le informazioni propriocettive che prevalgono [13]. Questo *feedback* è importante per pianificare il movimento ma anche per adattarlo all'ambiente per garantire una certa destrezza. Già nel 1967, Bernstein [15] sottolineava l'importanza per il terapista di conoscere e comprendere il funzionamento del corpo e i suoi vari sistemi di controllo che gli consentono di lavorare come unità funzionale a livello biomeccanico, muscolare e in interazione con l'ambiente. Egli afferma

**Tabella 1.**  
Principi di facilitazione.

<b>Stimolazione propriocettiva</b>
Schemi
Resistenza
Stimolazione manuale/tattile
Posizione del paziente
Dinamica corporea del terapista
Irradiazione- <i>overflow</i> (straripamento di energia)
Stiramento iniziale
Timing
Trazione o decoaptazione
Coaptazione o avvicinamento
<b>Stimolazione esterocettiva</b>
Stimolazione manuale/tattile
<i>Feedback</i> visivo
Stimolazione verbale

che la coordinazione di un movimento dell'organismo in mobilità implica il riconoscimento della stabilità e del controllo dei movimenti integrati. Egli descrive il fatto che i muscoli possono lavorare in sinergia per risolvere il problema del controllo posturale o della locomozione [16].

In sintesi, un movimento ben coordinato è possibile solo se il cervello riceve abbastanza afferenze [13]. Nel caso di una patologia che impedisce al cervello di ricevere, elaborare e gestire le afferenze necessarie, spetta al terapista gestire e adeguare le informazioni necessarie perché il paziente possa reimparare a svolgere dei compiti. Il concetto PNF possiede gli strumenti necessari per questa stimolazione. Vi sono strumenti per la stimolazione propriocettiva e per la stimolazione esterocettiva.

## Schemi (Tabella 2)

Studiando l'anatomia e analizzando i gesti degli sportivi e della vita quotidiana, le Signore Knott e Voss e il Dottor Kabat hanno constatato che ogni movimento è tridimensionale, comportando le rispettive componenti di flessione o estensione (movimenti maggiori), abduzione o adduzione, rotazione interna o esterna. La rotazione è la componente più importante, poiché permette di realizzare un movimento armonioso e coordinato. Partendo da questa constatazione, essi hanno sviluppato degli schemi tridimensionali per gli arti superiori, gli arti inferiori, la nuca, il tronco e il viso [2]. A seconda degli obiettivi di trattamento desiderati, essi possono essere eseguiti separatamente o in combinazione. Questi movimenti seguono le diagonali del corpo che sono definite andare dalla spalla (articolazione gleno-omeroale) all'anca opposta (arteria femorale). Secondo le leggi della biodinamica, l'essere umano sviluppa la massima forza in queste diagonali [2, 17]. Tenendo conto che ogni individuo ha una sua diagonale propria, il terapista deve rispettare quest'ultima durante la facilitazione degli schemi per realizzare un movimento economico e coordinato. Ogni schema è denominato secondo la posizione di arrivo delle componenti dell'articolazione prossimale: anca, spalla, colonna vertebrale. Gli schemi della nuca e degli arti superiori e inferiori influenzano l'attività muscolare del tronco attraverso l'irradiazione (cfr. infra).

**Tabella 2.**  
Schemi.

<b>Arti superiori</b>
Flessione/abduzione/rotazione laterale//estensione/adduzione/rotazione mediale
Flessione/adduzione/rotazione laterale//estensione/abduzione/rotazione mediale
Nota: il gomito può rimanere esteso e lavorare da flessione in estensione o da estensione in flessione
<b>Cingolo scapolare</b>
Elevazione anteriore/abbassamento posteriore
Elevazione posteriore/abbassamento anteriore
<b>Arti inferiori</b>
Flessione/adduzione/rotazione laterale//estensione/abduzione/rotazione mediale
Flessione/abduzione/rotazione mediale//estensione/adduzione/rotazione laterale
Nota: il ginocchio può rimanere esteso e lavorare da flessione in estensione o da estensione in flessione
<b>Cintura pelvica</b>
Elevazione anteriore/abbassamento posteriore
Elevazione posteriore/abbassamento anteriore
<b>Possibilità di applicazione: monolaterale, bilaterale simmetrica reciproca e asimmetrica reciproca</b>
<b>Tronco:</b> movimento a destra
Flessione/inclinazione laterale destra/rotazione destra
Estensione/allungamento laterale destro/rotazione sinistra
<i>Chopping</i>
<i>Lifting</i>
<b>Schema del collo:</b> movimento a destra
Flessione/inclinazione laterale destra/rotazione destra
Estensione/allungamento laterale destro/rotazione sinistra

La realizzazione di questi schemi permette di allenare la forza e la coordinazione intra- e intermuscolare. Viceversa, per imparare o reimpagare dei gesti della vita quotidiana, occorre allenare i movimenti o le attività in situazioni o contesti reali, perché esiste una moltitudine di variazioni di sinergie per realizzare un gesto [13]. Inoltre, il controllo e l'adattamento della postura o il trasferimento da una posizione all'altra richiedono uno sforzo o un lavoro supplementare del cervello e del sistema neuromuscolare e possono essere un fattore di disturbo per un'attività.

Così, molto avanguardisti, Knott, Voss e Kabat hanno già richiesto che tutti i movimenti e tutte le attività siano allenati in posizioni diverse e sotto diversi aspetti (cfr. infra). Per questo motivo, dopo il bilancio (valutazione secondo la CIF e i test specifici), un trattamento completo include la facilitazione di movimenti sul tavolo di trattamento e a terra, e questo in decubito dorsale, laterale e ventrale, un lavoro sui vari trasferimenti (rigirarsi, alzarsi da terra, seduti e in piedi, ecc.), la preparazione e la rieducazione alla deambulazione e la salita e la discesa delle scale. Il paziente che dipende dalla carrozzina è allenato a manipolarla per diventare il più indipendente possibile [2].

Per facilitare gli schemi e le attività in modo ottimale, sono utilizzati i seguenti principi di facilitazione.

## Stimolazione propriocettiva

### Resistenza

Diversi autori [18, 19] hanno descritto come la contrazione muscolare contro resistenza aumenti la stimolazione corticale. Inoltre, essi hanno constatato che un'attività muscolare provocata da una resistenza è la facilitazione propriocettiva più efficace. L'effetto di questa facilitazione è correlato all'intensità della resistenza. In PNF, la resistenza serve a facilitare un movimento o un'attività, ma mai un singolo muscolo (principio di Beever). Esercitata nella direzione opposta al movimento e nei tre piani dello spazio, essa mira a facilitare la coordinazione inter- e intramuscolare, per far lavorare in sinergia i diversi gruppi muscolari. Applicata a un'intensità ottimale e adattata alla situazione del paziente, alla sua patologia, alla sua forza, alla sua percezione, alla sua condizione generale (dolore, tono muscolare, fatica) e all'obiettivo ricercato (tipo di contrazione desiderato: dinamica concentrica, dinamica eccentrica o statica), la resistenza serve a facilitare l'apprendimento di un movimento o di un'attività. Knott e Voss sottolineano che il terapeuta sceglie dei movimenti che danno un senso al paziente per stimolare l'apprendimento motorio [3, 9]. Questa osservazione è stata confermata da Gentile nel quadro della ricerca sull'apprendimento motorio [16]. Per esercitare una resistenza ottimale, si devono prendere in considerazione tre aspetti.

### Stimolazione manuale/tattile

La caratteristica della stimolazione manuale/tattile in PNF è l'utilizzo della presa lombricale: il terapeuta usa i muscoli lombricali, interossei e l'opponente del pollice. Questa presa indolore permette di lavorare con il polpastrello delle dita, dove si trovano molti recettori. Il terapeuta può, così, ottenere delle informazioni cutanee e trofiche quali temperatura, consistenza, qualità della cute del paziente, nonché la qualità e la localizzazione della contrazione muscolare. Questa presa permette anche di stimolare i recettori cutanei tattili e i gruppi muscolari su cui lavorare. Essa si applica sulla muscolatura su cui lavorare, opposta alla direzione del movimento o a quella dell'attività statica desiderata. Così, durante l'allenamento di un'attività dell'arto superiore, in posizione eretta, per esempio, il terapeuta può fornire una stimolazione tattile contro resistenza per facilitare la postura del paziente e un'altra per facilitare il movimento o l'attività da allenare.

### Posizione del paziente

Essa è comoda, sicura, non dolorosa e adeguata all'attività desiderata, alle possibilità cognitive, all'età e allo sviluppo motorio del paziente. La scelta della posizione del paziente tiene conto degli aspetti biomeccanici: l'effetto della gravità, i bracci di leva e i riflessi posturali delle parti del corpo da mobilitare o stabilizzare. Peraltro, lo stato del sistema vestibolare del paziente, il suo equilibrio, le sue reazioni di equilibrio e il suo orientamento nello

spazio svolgono un ruolo importante nel facilitare i movimenti o le attività. La pratica ha dimostrato che l'uso dei mezzi di posizionamento e la variazione dell'ambiente e del contesto motivano il paziente a collaborare.

### Dinamica corporea del terapeuta

Essa è adattata all'obiettivo del trattamento: durante un lavoro dinamico, il terapeuta si sposta per consentire al paziente di eseguire il movimento o l'attività richiesta. Per un lavoro statico, il terapeuta si stabilizza per permettere al paziente di eseguire un lavoro in stabilità. Per ottimizzare la facilitazione in sinergia di diversi gruppi muscolari, è anche molto importante che il terapeuta si trovi nella diagonale del movimento o parallelo ad essa. Così, i suoi cingoli scapolare e pelvico sono rivolti nella direzione del movimento; le sue braccia e le sue mani restano in linea con il movimento [17]. La sua posizione rappresenta anche una stimolazione visiva per il paziente e permette al terapeuta di lavorare in una postura ottimale.

### Irradiazione-“overflow” (diffusione di energia)

In PNF, è spesso usato il lavoro indiretto su un gruppo muscolare. Esso avviene utilizzando la diffusione (propagazione) di una risposta muscolare proveniente dalle parti più forti verso le parti più deboli del corpo. La direzione dell'irradiazione può essere da craniale a caudale, da caudale a craniale, da distale a prossimale, da prossimale a distale, da destra a sinistra e da sinistra a destra [4]. A seconda della condizione e della morfologia del paziente, l'intensità e la direzione dell'irradiazione sono individualizzate [20]. Per utilizzare l'effetto di irradiazione in modo ottimale, il terapeuta esercita una resistenza su un gruppo muscolare forte e osserva la propagazione della reazione muscolare. A seconda della sua sede e della sua intensità, il terapeuta mira specificamente una parte del corpo su cui lavorare. Le indicazioni di questo lavoro indiretto sono molteplici: riduzione del dolore, test dell'attività muscolare involontaria, lavoro sulla sensibilità profonda e in catena muscolare.

### Stiramento iniziale

Un muscolo ha una migliore risposta motoria se è stirato prima di contrarsi (stiramento iniziale). Durante le attività, questo stiramento è osservato negli atleti, come, per esempio, nel calcio o nella pallamano, prima di effettuare un movimento rapido e di forza (*smash*) [2, 5]. In PNF, lo stiramento iniziale fa parte della facilitazione di un movimento. Esso è realizzato nel modo seguente, o nel senso inverso e nelle tre componenti specifiche del movimento, la più importante delle quali è la rotazione, e su tutti i muscoli sinergici degli arti e del tronco. Così, per uno stiramento preparatorio allo schema flessione/adduzione/rotazione laterale dell'arto inferiore, lo stiramento è eseguito in estensione/abduzione/rotazione mediale e può essere osservato fino alla spalla opposta del paziente.

Lo stiramento può essere seguito da uno *stretch* che contribuisce ad avviare un movimento (*stretch*) o a sostenere una contrazione muscolare durante un movimento (*restretch*) sui muscoli contratti [2] (cfr. infra).

### “Timing”

Il *timing* è definito dallo svolgimento e dall'adattamento della velocità di un movimento [9]. Ogni sequenza del movimento è importante per un movimento ben coordinato o un'attività mirata. L'innervazione dei muscoli distali avviene piuttosto attraverso le vie laterali del midollo spinale e i muscoli prossimali sono piuttosto innervati dalle vie mediali. Solo l'idea di voler eseguire un gesto avvia il processo di coordinazione degli agonisti e degli antagonisti [21]: l'anticipazione. A seconda dello scopo del gesto, lo svolgimento avviene da prossimale a distale (sedersi su una sedia: il movimento è iniziato dal bacino) o da distale a prossimale (prendere un bicchiere: la mano si chiude per prima). Viceversa, la stabilizzazione del tronco per permettere un movimento a livello degli arti è da prossimale a distale. Tuttavia, Woolacott et al. [14] descrivono il fatto che il *timing* di un movimento per gli arti inferiori avviene nel piano frontale da prossimale a distale e nel piano sagittale da distale a prossimale. Per stimolare la plasticità del



cervello per la diversità del *timing*, è importante lavorare su attività multiple. Il metodo specifico per allenarle è il metodo del *timing for emphasis* o perno di insistenza [2]. Stabilizzando attivamente contro resistenza alcune componenti di un movimento o di uno schema di movimento, si stimola particolarmente una delle componenti deboli di quest'ultimo. Per questa procedura, il *restretch* o l'inversione degli agonisti sono le tecniche di elezione. Così, si può, per esempio, insistere su un movimento del bacino quando il paziente si gira dal decubito dorsale al decubito laterale.

I principi descritti finora stimolano soprattutto i propriocettori dei muscoli. Con trazione e coaptazione (avvicinamento), si stimolano piuttosto i propriocettori a livello capsulolegamentoso [1, 3].

### Trazione o "decoaptazione"

Applicata soprattutto per facilitare un lavoro dinamico, la trazione è piuttosto utilizzata per stimolare i movimenti contro la gravità.

### Coaptazione o avvicinamento

Essa è piuttosto utilizzata per facilitare un lavoro statico. Può essere realizzata in due modi: rapida poi mantenuta o lenta e mantenuta.

In PNF, trazione e coaptazione avvengono nell'asse dell'arto o del tronco e sono sempre utilizzate in combinazione con una resistenza muscolare. In molte situazioni, entrambe sono utilizzate in combinazione. Per esempio, a un paziente in piedi si chiede di cercare una tazza in un armadio. Per stabilizzare la posizione eretta, il terapeuta fornisce una coaptazione a livello del cingolo pelvico in direzione della base di appoggio. Parallelamente, applica una trazione a livello dell'arto superiore (verso la mano) per facilitare il movimento o l'attività del braccio contro la gravità.

### Stimolazione esteroceettiva

Oltre alla stimolazione tattile, essa è realizzata con le seguenti tecniche.

#### "Feedback" visivo

Serve a ottimizzare il lavoro muscolare e l'irradiazione [2-5, 9, 13]. Per fare ciò, il terapeuta chiede al paziente di seguire il movimento dello sguardo. Per un paziente con disturbi dell'equilibrio, è anche possibile che egli utilizzi gli occhi per compensare la mancanza di stabilità fissando un punto nella sala durante le attività. L'*input* visivo aumenta l'eccitabilità dei motoneuroni che sono responsabili del movimento. Anche il contatto visivo tra fisioterapista e paziente è importante per avere un *feedback* degli sforzi, dei dolori e così via del paziente. Un paziente cieco, ipovedente o con un campo visivo limitato non approfitta in modo ottimale di questa stimolazione. In alcune situazioni, è preferibile chiedere al paziente di chiudere gli occhi perché il movimento compensatorio della testa può alterare la coordinazione del tronco e degli arti (osservazioni cliniche).

#### Stimolazione verbale

Essa serve a spiegare degli "esercizi" (gesti, attività, trasferimenti) e a motivare il paziente [22]. Si distinguono tre tipi di ordine verbale: preparatorio (spiegazione del movimento da eseguire), d'azione (breve e preciso durante il movimento) e correttivo (correzione del movimento). La stimolazione verbale è adeguata allo stato cognitivo e alla patologia del paziente (afasia).

L'intonazione della voce del terapeuta cambia in funzione dello scopo: calma se lo scopo è il rilassamento, dinamica e motivante in caso di lavoro attivo importante. La sincronizzazione tra facilitazione manuale e visiva e ordine verbale è imperativa.

## ■ Principi di trattamento/ filosofia del concetto (Tabella 3)

Essi servono a valutare la capacità e le carenze del paziente e a determinare la sua gestione. Welling esige che la mobilizzazione

**Tabella 3.**

Principi di trattamento/filosofia del concetto.

<b>Approccio positivo</b>
Valutazione e trattamento positivi orientati alle risorse del paziente
Trattamento indiretto
Bypassare il dolore
<b>Approccio funzionale: lavoro a livello dell'attività e della partecipazione</b>
Valutazione in base all CIF
Lavoro a livello di funzione e struttura
Lavoro a livello di attività
<b>Mobilizzazione delle riserve potenziali</b>
Partecipazione attiva del paziente
Applicazione di un programma intensivo
Variazione delle attività e delle posizioni
Programma di esercizi a domicilio
<b>Gestione del paziente nella sua globalità</b>
Valutazione integrando fattori fisici, intellettuali ed emotivi
Definizioni degli obiettivi di trattamento in collaborazione con i pazienti
Rivalutazione permanente
<b>Utilizzo dei principi di apprendimento e controllo motorio</b>

CIF: Classificazione internazionale della funzione, della disabilità e della salute.

e l'utilizzo delle riserve del paziente e l'orientamento verso le sue risorse siano rispettati durante questo processo [9].

### Approccio positivo

"Tutti desiderano migliorare la propria situazione, ma non tutti sono sempre motivati per partecipare al proprio trattamento o alla propria rieducazione" [4]. In questa situazione, deve essere introdotto dal terapeuta l'approccio positivo con l'obiettivo di un miglior risultato del trattamento. Questo approccio interessa tanto la valutazione quanto il trattamento. Così, il terapeuta dapprima valuta le capacità del paziente e, in seguito, le disabilità o le carenze del paziente. Nel frattempo, rende consapevole il paziente del proprio potenziale fisico ed emotivo e lo valorizza. La scelta e l'allenamento delle attività significative per il paziente da una parte stimolano la sua motivazione e collaborazione e, dall'altra, dimostrano al paziente quello che può fare, nonostante la sua malattia o la sua disabilità. Gli obiettivi del trattamento sono definiti insieme e il terapeuta spiega il suo ruolo nel contratto. Mirando all'indipendenza del paziente, la proposta dei mezzi ascellari e il suo allenamento fanno parte di questo lavoro. Altri aspetti dell'approccio positivo sono il trattamento indiretto (cfr. supra) e l'aggiramento del dolore. Con l'obiettivo di facilitare un movimento o un'attività ben coordinata, è, quindi, imperativo non creare dolore [23, 24] con la presa manuale, la resistenza eccessiva o la posizione.

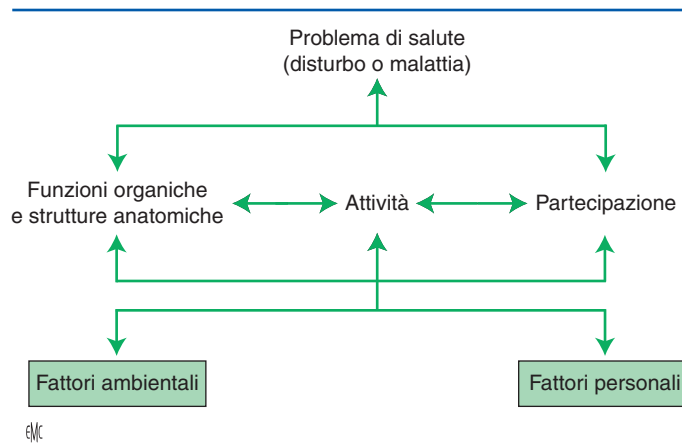
### Approccio funzionale: lavoro a livello dell'attività e della partecipazione

Gli obiettivi dei pazienti sono sempre legati a un'attività come camminare, salire le scale, vestirsi, lavarsi, ecc. La valutazione secondo la CIF (Fig. 1) aiuta il terapeuta a scegliere i mezzi di trattamento per mirare a questi obiettivi. Attraverso un lavoro a livello di struttura e funzione (tonificazione muscolare, *stretching*, lavoro di postura in diverse posizioni, ecc.), il paziente è preparato a migliorare i suoi movimenti e le sue attività. Così, nel corso della stessa seduta, un lavoro selettivo è seguito da un lavoro di integrazione per stimolare diversi centri cerebrali [2, 3, 5, 9, 13, 25].

Per esempio, la tonificazione (lavoro statico e dinamico) del tronco e degli arti superiori con schemi mono- o bilaterali è completata con un gioco con il pallone, la deambulazione con bastoni, lo spostamento sulla sedia a rotelle, la realizzazione di un trasferimento e così via.

### Mobilizzazione delle riserve potenziali

Ogni essere umano ha del potenziale inutilizzato. Durante la gestione del paziente, il terapeuta si rivolge alle risorse del paziente,



**Figura 1.** Classificazione internazionale della funzione, della disabilità e della salute (CIF): modello della funzione e della disabilità. Interazione tra le componenti della CIF.

**Tabella 4.**

Stadi del controllo motorio. Applicabile per l'analisi delle strategie dei gesti, dei piani e dell'attuazione del trattamento.

<b>Mobilità</b>	Capacità di avviare il movimento e di ottenere l'ampiezza totale del movimento
<b>Stabilità</b>	Capacità di mantenere la posizione contro una resistenza (gravità)
<b>Mobilità controllata</b>	Capacità di conciliare la stabilizzazione e un movimento/gesto. Così, i muscoli prossimali sono spesso in uno stato di stabilità dinamica
<b>Abilità</b>	Capacità di avanzare o spostarsi. È la fase più sviluppata nella motricità. Più la base di sostegno è piccola e/o più il baricentro è sollevato (posizione verticale), più la stabilizzazione è dinamica

vale a dire che mira a far emergere le riserve fisiche e mentali del paziente per migliorare le sue abilità motorie [4]. L'allenamento dei movimenti o delle attività in diversi contesti, ambienti, situazioni e sotto diverse angolazioni è particolarmente importante. Per la costruzione del trattamento, il terapista sceglie innanzitutto esercizi facili per il paziente e cerca delle irradiazioni mirando al problema del paziente. Realizzare un'attività prima con il lato sano aiuterà il paziente a comprendere meglio l'attività e a promuovere l'apprendimento motorio. Eseguire un lavoro bimanuale migliora la forza, la coordinazione e la percezione. Riflettere insieme al paziente sulle possibilità dell'allenamento è un vantaggio supplementare per reperire delle risorse.

Per ottenere gli obiettivi di trattamento prefissati, è necessaria l'applicazione di un programma di allenamento intensivo. Durante la seduta, il terapista mira a sforzi al limite del potenziale, sia fisico che mentale, del paziente, evitando, tuttavia, un affaticamento muscolare eccessivo. La variazione dei movimenti e delle attività e il fatto di lavorare in posizioni diverse stimolano il sistema vestibolare e l'orientamento nello spazio. Variare i gruppi muscolari e il tipo di lavoro muscolare (concentrico, eccentrico e statico) in diverse posizioni attira l'attenzione del paziente, previene l'affaticamento di un certo gruppo muscolare e consente un certo recupero. Un programma interessante e vario attirerà l'attenzione del paziente, aumenterà la sua concentrazione e stimolerà la sua motivazione. Riferirsi ai diversi stadi di sviluppo motorio (Tabella 4) può aiutare a strutturare correttamente la seduta. Lavorare su un'attività in diversi contesti e situazioni ambientali aumenta l'integrazione delle capacità del paziente e stimola l'apprendimento. Un programma di esercizi a domicilio facile da integrare nella vita quotidiana e la ripresa di un'occupazione/hobby dovranno completare il programma.

Per esempio, allenamento del trasferimento sedia → sedia. Dapprima esercitato durante una seduta, esso è anche allenato al ristorante, al domicilio del paziente, nel giardino e in macchina. In un centro di riabilitazione e durante la fisioterapia a domicilio, questo genere di allenamento fa parte del programma standard.

**Tabella 5.**

Tecniche di trattamento.

<b>Tecniche degli agonisti</b>
Mirate a un gruppo o a una catena muscolare in una sola direzione
- Iniziazione ritmica
- Ripetizione
- Inversioni degli agonisti
- <i>Stretch</i>
<b>Tecniche degli antagonisti</b>
Mirate ad agonisti e antagonisti con lo scopo di lavorare in due direzioni
- Inversioni dinamiche
- Inversioni stabilizzanti
<b>Tecniche di "stretching"</b>
- Contrazione-rilassamento
- Tenuta-rilassamento

## Gestione del paziente nella sua globalità

Il paziente è gestito nella sua globalità. Così, il terapista considera non solo la diagnosi medica, le carenze e le disabilità della persona, ma anche i fattori ambientali e personali (fisico, intellettuale, emotivo) del paziente.

La valutazione della situazione del paziente avviene secondo i principi di trattamento/filosofia del concetto PNF integrando la CIF. Secondo la patologia del paziente e le sue carenze, questionari e test misurabili e validati (qualità della vita, rischio di cadute, dolore, *testing* muscolare, gamma di movimento in gradi, distanza di deambulazione, durata della deambulazione, ecc.) completano questa valutazione. Ne fa parte un'analisi dei movimenti e delle attività del paziente. Il terapista pone, in seguito, la sua diagnosi, fissa degli obiettivi e stabilisce un piano di trattamento in base al processo di ragionamento clinico. Per ottenere risultati ottimali, si esegue regolarmente una nuova valutazione per sapere se i principi di facilitazione e trattamento sono applicati in modo giudizioso e vantaggioso per il paziente. Questi risultati consentono al terapista e al paziente di valutare i progressi compiuti. Per il paziente ciò costituisce una motivazione e per il terapista un indice per l'adeguamento del suo approccio di trattamento.

## Utilizzo dei principi di apprendimento e di controllo motorio

Il concetto PNF permette ai terapeuti di integrare i risultati della ricerca sull'apprendimento e sul controllo motorio. Molte pubblicazioni, in particolare di Shumway-Woolacott, Gentile, Bernstein e Mulder permettono di documentarsi e di utilizzare tali conoscenze per rendere i trattamenti ancora più efficaci [13, 14, 16, 26].

## ■ Tecniche di trattamento (Tabella 5)

Le tecniche presentano uno strumento supplementare per ottenere un risultato specifico [9]. Alcune seguono l'obiettivo di lavorare su una struttura anatomica: lo stiramento muscolare, la tonificazione di un gruppo o di una catena muscolare e il miglioramento della coordinazione inter- e intramuscolare (lavoro a livello lesionale, CIF [27]); altre hanno l'obiettivo di insegnare un movimento o un'attività (lavoro sulle attività e sulla partecipazione, CIF [27]). Le tecniche sono divise in tre gruppi: tecniche degli agonisti, degli antagonisti e di *stretching*. Mirando precisamente alle differenti carenze del paziente, il terapista utilizza diverse tecniche durante lo stesso trattamento. L'uso dei principi di facilitazione durante la loro applicazione le rende più efficaci.

## Tecniche degli agonisti

### Iniziazione ritmica

Per definizione, si tratta di una facilitazione di un movimento ritmico monodirezionale attraverso l'ampiezza di movimento desiderata. La realizzazione avviene in quattro fasi: la fase passiva: il terapista esegue il movimento o un'attività passivamente e

in modo ritmico adattando la sua stimolazione verbale e posizionandosi nella diagonale del movimento. L'ordine verbale è monodirezionale e nella direzione del movimento desiderato. Durante la fase assistita, il paziente diventa sempre più attivo nella realizzazione del movimento o dell'attività. In seguito, il terapeuta oppone progressivamente una resistenza al movimento (fase attiva contro resistenza). Il movimento di ritorno è sempre passivo. Nell'ultima fase (fase attiva), il paziente esegue da solo il movimento. A seconda della posizione del paziente e, di conseguenza, influenzando la gravità, l'attività muscolare cambia per ottenere lo stesso gesto. Gli obiettivi di questa tecnica sono molteplici: l'apprendimento o l'avvio di un movimento o di un'attività, il miglioramento della coordinazione e della percezione di un movimento e la normalizzazione della velocità e dell'ampiezza di un movimento (aumento o diminuzione). Dal momento che il movimento di ritorno è sempre passivo, il paziente impara anche a rilassarsi.

Occorre sottolineare che la facilitazione per avviare o imparare un movimento non consiste solo in una stimolazione tattile. Il fattore motivante svolge un ruolo importante nel paziente [13]. Quindi, questa tecnica può essere usata per allenare un trasferimento in una situazione reale, ossia il trasferimento seduto-in piedi o l'inizio del primo passo durante la rieducazione alla deambulazione.

### **Ripetizione** [2, 9]

È una tecnica che permette al paziente di apprendere un'attività o la posizione finale di un'attività o di un movimento. Essa permette al terapeuta di valutare la capacità del paziente di mantenere una contrazione quando i muscoli agonisti sono in posizione accorciata. La realizzazione avviene nelle fasi seguenti: il terapeuta posiziona l'arto/il paziente nella posizione desiderata, quindi gli chiede di mantenere questa posizione: dapprima contro resistenza manuale, in seguito senza resistenza manuale. Successivamente, il terapeuta chiede al paziente di rilassarsi e sposta l'arto/il paziente un po' più lontano dalla posizione desiderata, nella direzione della posizione iniziale. Egli chiede al paziente di muoversi contro resistenza manuale fino alla posizione desiderata e di rimanervi. Ad ogni ripetizione il terapeuta riporta il paziente un po' più verso la posizione iniziale e gli chiede di ritornare attivamente contro resistenza alla posizione desiderata. Per ottenere la migliore risposta motoria, è importante rispettare i principi di facilitazione: la resistenza adattata combinata con una trazione per facilitare il movimento o con una coaptazione per facilitare la stabilità. Alla fine, il terapeuta chiede al paziente di eseguire il movimento o di mantenere la posizione desiderata da solo. Un ordine verbale adeguato serve a motivare e a correggere il paziente. La stimolazione visiva è un importante fattore aggiuntivo per facilitare l'orientamento nello spazio o compensare una carenza propriocettiva. La ripetizione è una tecnica ideale per elaborare una postura e per facilitare e allenare delle attività della vita quotidiana o l'igiene posturale.

### **Inversioni degli agonisti** [2]

Questa tecnica permette di lavorare alternativamente e senza rilassamento intermedio i tre tipi di contrazione muscolare: concentrica, eccentrica e statica. A seconda dell'obiettivo desiderato, questa alternanza tra lavoro concentrico, eccentrico e statico sullo stesso gruppo muscolare può avvenire a qualsiasi ampiezza di movimento. Il lavoro statico si realizza a qualsiasi momento del movimento, all'ampiezza in cui si desidera aumentare la sollecitazione neuromuscolare. Quando si esegue questa tecnica, il terapeuta mantiene le sue prese manuali nello stesso distretto. Mirando a un lavoro dinamico, può aggiungere una trazione; mirando a un lavoro statico, aggiunge una coaptazione.

Gli obiettivi del trattamento per questa tecnica sono molteplici: migliorare la coordinazione intra- e intermuscolare, migliorare il controllo attivo dell'ampiezza o di una parte di un movimento, migliorare la forza muscolare, aumentare la resistenza muscolare, allenare un'attività funzionale o migliorare la percezione di un movimento. Le inversioni degli agonisti rappresentano una

tecnica ideale per lavorare su un'attività in catena chiusa, per esempio il trasferimento seduto-in piedi e in piedi-seduto.

### **“Stretch”**

Lo *stretch* è una stimolazione complementare per la muscolatura. La realizzazione può avvenire in diversi modi. Applicato all'inizio di un movimento sulla muscolatura passivamente posta in tensione (*stretch* iniziale) facilita l'inizio o l'avvio di un movimento. Applicato su un muscolo contratto all'inizio di un movimento (*stretch* iniziale ripetuto) o durante il movimento (*stretch* ripetuto durante il movimento), aumenta la consapevolezza corporale e motoria del paziente e migliora la coordinazione del movimento [28]. Può anche essere utilizzato per promuovere un *timing* muscolare normale sotto forma di perno di insistenza. La sincronizzazione tra la facilitazione tattile e l'ordine verbale è fondamentale. Per esempio, un paziente che presenta una debolezza degli estensori della mano inizia il suo movimento con un innalzamento della spalla per aprire la mano. Per stimolare lo svolgimento del movimento da distale a prossimale, il terapeuta esegue uno stiramento preparatorio per lo schema flessione/abduzione/rotazione laterale e vi aggiunge uno *stretch* per avviare il movimento. Una volta iniziata l'attività muscolare, il terapeuta esercita una resistenza statica durante l'intero schema, ma esegue diversi *stretch* per la componente distale (movimento della mano), seguiti da una resistenza e sottolineati da una stimolazione verbale. Dopo tre o quattro ripetizioni, esegue uno *stretch* per l'intero schema e facilita tutto il movimento del braccio contro resistenza [2]. Controlla che il movimento sia iniziato con un movimento distale. Le controindicazioni per gli *stretch* sono instabilità articolari, dolori, fratture, osteoporosi e la debolezza muscolare con valori al di sotto di 3.

La base neurofisiologica dello *stretch* usato in PNF non è ancora completamente spiegata. Chan [29], Conrad e Meyer [30] dimostrano che lo *stretch* riflesso consiste in due parti: la prima parte è il riflesso spinale, che produce poca forza e che è insignificante per la funzione. La seconda parte dello *stretch*, chiamata risposta funzionale dello *stretch*, ha un tempo di latenza più lungo, ma produce una contrazione funzionale ed efficiente. Se lo *stretch* è seguito da una resistenza manuale adattata al movimento desiderato, esso influenza la qualità della contrazione muscolare volontaria, migliorando la risposta motoria [29, 31, 32]. Alcuni professionisti si chiedono se lo *stretch* riflesso usato in PNF è legato solo alla viscoelasticità dei tessuti. Sono necessarie più ricerche per la sua spiegazione.

## **Tecniche degli antagonisti**

### **Inversioni dinamiche**

Si tratta di lavorare su un movimento dinamico alternando gli schemi agonisti e antagonisti, senza permettere il rilassamento muscolare durante l'inversione del movimento [2-5]. Rispettando l'approccio positivo durante la realizzazione, il terapeuta inizia con il movimento/schema più forte. Alla fine del movimento, il terapeuta cambia la sua presa per facilitare lo schema o il movimento antagonista senza consentire un rilassamento della tensione muscolare durante questo cambiamento. Per assicurare un movimento coordinato, è imperativo che il *timing* (svolgimento del movimento da distale a prossimale) sia rispettato. Secondo gli obiettivi del trattamento (lavoro delle fibre muscolari lente o rapide), il cambiamento può avvenire in diverse velocità e ampiezze [2]. Gli obiettivi del trattamento sono numerosi: migliorare le ampiezze attive e passive di un movimento, la forza muscolare, la resistenza e la coordinazione intra- e intermuscolare attraverso la stimolazione delle sinergie. Questa tecnica si applica anche per allenare dei cambiamenti di direzione, per esempio per avanzare e arretrare in una sedia o durante la rieducazione al passo.

### **Inversioni stabilizzanti** [2-6]

Questa è una tecnica che mira a lavorare sulla stabilità. La tecnica facilita le contrazioni dinamiche alternate tra agonisti e antagonisti con l'obiettivo di mantenere una posizione statica. Con l'obiettivo di migliorare la forza, la resistenza muscolare, la



stabilità e l'equilibrio, il terapeuta facilita la coordinazione intra- e intermuscolare.

### Realizzazione

Nella posizione desiderata, il terapeuta oppone una resistenza in tre dimensioni in una diagonale e chiede al paziente di resistere. Egli regola l'intensità della sua resistenza alla risposta muscolare del paziente per ottenere un lavoro muscolare che garantisca la stabilità. Il paziente intende muoversi, ma il terapeuta fornisce una resistenza maggiore. Successivamente, il terapeuta cambia le sue prese, una dopo l'altra, per opporre una resistenza per i muscoli antagonisti. Il terapeuta alterna questo lavoro agonisti/antagonisti *senza* consentire il rilassamento muscolare durante il cambiamento. Rispettando l'approccio positivo e per utilizzare l'effetto dell'irradiazione, il terapeuta inizia a resistere sui gruppi muscolari più forti per terminare con il lavoro dei gruppi muscolari più deboli. Per ottenere una stabilità progressiva, è importante che non vi sia alcun rilassamento muscolare durante i cambiamenti di resistenza manuale. Durante una sequenza, il terapeuta cambia diagonale e sede della resistenza per ottenere una stabilità generale. Secondo le carenze del paziente, la tecnica può essere eseguita con o senza trazione o coaptazione. Il comando verbale è "mantenga la posizione"; fissare un punto con gli occhi può aumentare la stabilità o, al contrario, spostare gli occhi o la testa su un tronco da stabilizzare mira ad aumentare la coordinazione.

### Tecniche di "stretching"

La ricerca [33-35] ha dimostrato che, per il guadagno di escursione articolare, lo *stretching* in gruppo muscolare (sinergie) come applicato in PNF è il più efficace. In PNF, viene fatta una distinzione tra due tecniche.

#### Contrazione-rilassamento

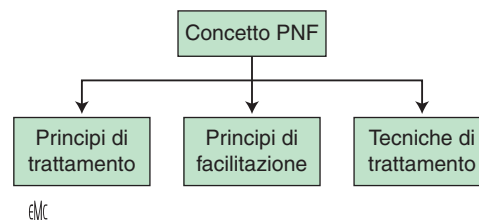
Questa tecnica è definita da una contrazione dinamica concentrica della muscolatura ipoestensibile, seguita da un rilassamento e da un movimento passivo, assistito o attivo degli antagonisti nella nuova escursione. La ricerca ha dimostrato che il movimento attivo è il più efficace per integrare la nuova escursione a lungo termine [2, 34]. L'obiettivo è lo stiramento della muscolatura ipoestensibile e l'aumento dell'escursione attiva e passiva del movimento. La tecnica si applica ai pazienti che presentano una diminuzione dell'escursione passiva e attiva del movimento senza dolore.

#### Realizzazione

Il terapeuta sceglie uno schema che pone i muscoli ipoestensibili sotto tensione. Egli conduce il segmento passivamente o attivamente contro resistenza fino al limite di questo movimento. Successivamente, cambia le sue prese per resistere alla catena muscolare ipomobile e chiede al paziente una contrazione muscolare attiva resistendo a tutte le componenti, in particolare alla rotazione. Aggiunge, eventualmente, una trazione o una coaptazione per stimolare la componente capsulolegamentosa. Quando il terapeuta avverte un affaticamento/diminuzione dell'intensità della contrazione muscolare, chiede al paziente di rilassarsi diminuendo gradualmente la sua resistenza. Mantiene la posizione permettendo al paziente di rilassarsi completamente. In seguito, il terapeuta cambia le sue prese (dapprima con una presa distale e, poi, con una presa prossimale) ed esercita una resistenza nello schema antagonista, chiedendo al paziente di andare più lontano nel movimento desiderato. Allo scopo di aumentare al massimo l'ampiezza, la procedura è ripetuta più volte.

#### Tenuta-rilassamento

Questa è la tecnica di elezione per pazienti con dolore o che hanno molta forza. La tecnica è definita da una contrazione muscolare statica della muscolatura ipoestensibile, seguita da un rilassamento e da un lavoro attivo nella nuova escursione. Il suo obiettivo è di ottenere un rilassamento per ridurre il dolore stirando la muscolatura ipoestensibile per aumentare l'escursione articolare attiva e passiva.



**Figura 2.** I tre pilastri del concetto di facilitazione neuromuscolare propriocettiva (PNF).

### Realizzazione

Il paziente è portato attivamente fino al limite del movimento o del dolore e gli viene chiesto di rilassarsi. Poi, il terapeuta sposta passivamente la componente distale nella posizione dello schema antagonista. Cambia, quindi, la sua presa prossimale per resistere a tutte le componenti dello schema antagonista, soprattutto in rotazione. Il terapeuta chiede al paziente di mantenere questa posizione (contrazione statica della muscolatura ipoestensibile). L'intensità della resistenza deve essere adattata alle potenzialità del paziente, vale a dire che la risposta muscolare del paziente non deve causare alcun movimento: contrazione statica! [35]. Il comando verbale è: "Resti in questa posizione!" [2]. Durante la "tenuta", non c'è alcuna intenzione di movimento. Successivamente, rimanendo in diagonale, il terapeuta chiede al paziente di rilassarsi progressivamente e controlla che egli possa veramente farlo. In seguito, il paziente si muove attivamente contro la resistenza del terapeuta fino alla nuova ampiezza del movimento. Si eseguono diverse ripetizioni in funzione del dolore e della risposta del paziente.

La differenza tra queste due tecniche risiede da una parte nella realizzazione e, dall'altra, nel comando verbale. Durante la tenuta-rilassamento, il terapeuta facilita passivamente la componente distale e il comando verbale è dato per un'attività statica. Al momento della contrazione-rilassamento, il paziente esegue la componente distale attiva contro la resistenza manuale del terapeuta e il comando verbale è dato per un'attività dinamica.

Dopo aver guadagnato mobilità o analgesia, il terapeuta applica le tecniche di inversioni dinamiche o di inversioni degli agonisti per allenare l'integrazione della nuova ampiezza nello schema corporeo.

## ■ Approccio terapeutico

Questo si basa sui tre pilastri del concetto: i principi di trattamento, i principi di facilitazione e le tecniche (Fig. 2).

## ■ Applicazioni cliniche

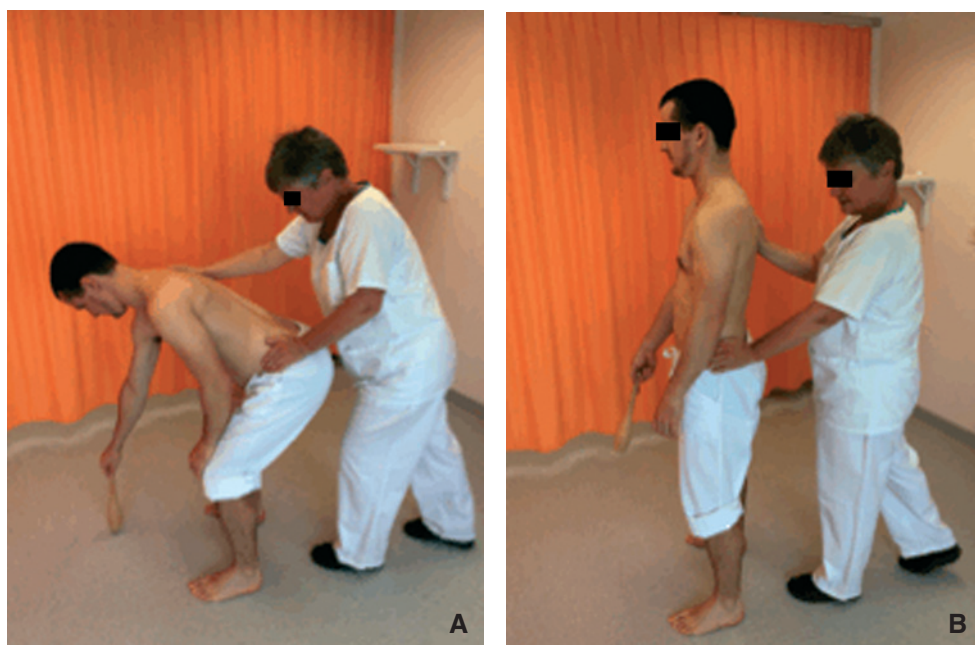
Questo articolo dimostra che il concetto PNF è tanto una tecnica quanto un approccio di trattamento, consentendo un'applicazione nei tre campi della CIF: strutture e funzioni, attività e partecipazione per i pazienti di tutte le età. I risultati della ricerca sull'apprendimento e sul controllo motorio e le esigenze delle *guidelines* per la gestione dei pazienti dimostrano che il concetto PNF possiede strumenti molto adeguati e utili per poter seguire queste *guidelines*. L'utilizzo della PNF non si limita solo a un campo della fisioterapia, ma è, al contrario, valido in tutti i campi della fisioterapia: trattamento in acuto, riabilitazione postoperatoria e post-traumatica, gestione dei pazienti cronici, prevenzione, ergonomia e trattamenti a domicilio. A scopo illustrativo, ecco alcuni esempi clinici.

### Neurologia

L'apprendimento delle attività della vita quotidiana, dell'occupazione professionale o delle attività ricreative del paziente è, il più delle volte, un obiettivo di trattamento. Per stimolare la plasticità cerebrale e dei muscoli così come



**Figura 3.** Lavoro di ante- e retroversione dinamica del bacino e di stabilizzazione lombare (A, B).



**Figura 4.** Raccogliere un oggetto: il terapeuta facilita il raddrizzamento del tronco e la stabilizzazione lombare (A, B).

l'apprendimento motorio, il terapeuta cerca di far lavorare il paziente in situazioni concrete. L'esempio di preparazione di una pizza stando in piedi può mirare a diversi obiettivi di trattamento.

### Stabilizzazione del tronco

Se il problema del paziente è una mancanza di stabilità del tronco, il terapeuta faciliterà la stabilizzazione del tronco in estensione utilizzando la coaptazione, la resistenza o la replicazione mentre il paziente esegue un movimento o un'attività.

### Integrazione dell'emicorpo trascurato

In caso di eminegligenza, il terapeuta porrà in primo piano la stimolazione visiva e verbale. Questa consiste, da una parte, nel collocare degli oggetti sul lato colpito e, dall'altra, nello stimolare verbalmente il paziente a ruotare la testa verso il lato colpito per cercare gli ingredienti per la pizza e, così, integrare il lato trascurato o lesa del corpo. Un lavoro bimanuale aiuta a stimolare l'integrazione dell'emicorpo nelle attività della vita quotidiana e a favorire, così, il lavoro della percezione del corpo e dello schema corporeo.

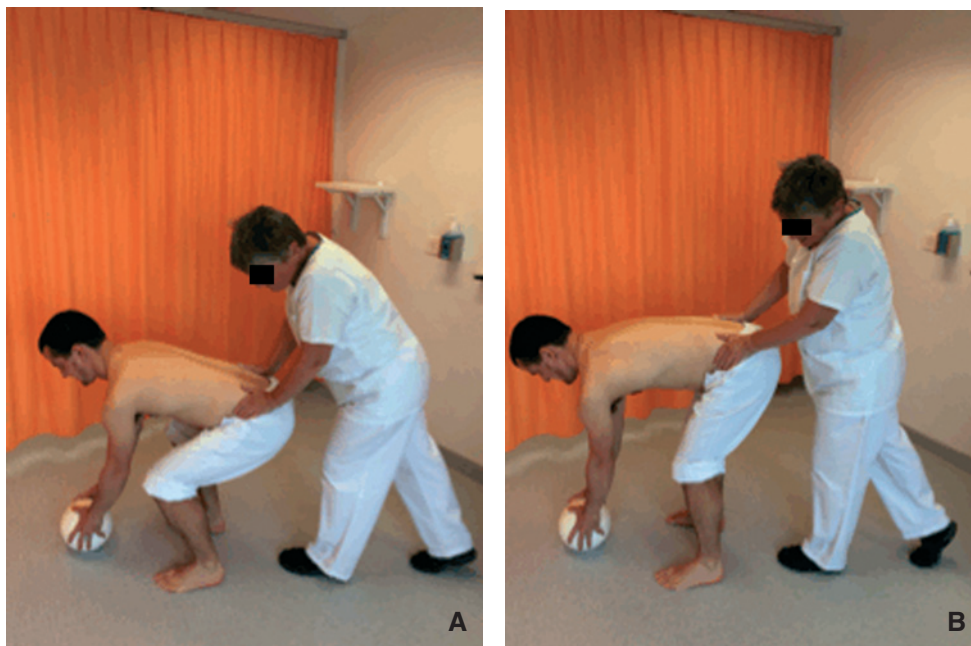
### Aumento dell'ampiezza attiva del movimento

Il bilancio dimostra che il paziente esegue piccoli movimenti ripetitivi e non arriva a stendere la pasta. Il terapeuta applica degli inizi ritmici con l'obiettivo di insegnare tutta l'ampiezza del movimento. Allo scopo di migliorare la coordinazione e la tonificazione dei movimenti antagonisti, il terapeuta applica la tecnica delle inversioni dinamiche. Ponendo diversi oggetti intorno alla pasta e più o meno lontani, stimola il paziente a eseguire movimenti ampi per arrivare a toccarli. Più si pongono lateralmente gli oggetti più il paziente lavora sulla rotazione e amplia, così, il suo campo d'azione.

### Tonificazione dei muscoli delle mani

Se il paziente presenta una debolezza delle mani, il terapeuta può preparare l'attività di chiusura della mano con un perno di insistenza dei flessori della mano (lavoro a livello di struttura e funzione). Successivamente, egli chiede al paziente di impastare la pasta (attività). L'esercizio da svolgere a domicilio (partecipazione) sarà, per esempio, per preparare un'altra pizza, una torta salata o una torta e decorarle con ingredienti tagliati a mano.





**Figura 5.** Applicazione della tecnica "inversione degli agonisti" per lavoro di flessione ed estensione del ginocchio con la posizione lombare stabilizzata (A, B).



**Figura 6.** Schema del tronco in estensione e flessione per lavoro indiretto della caviglia (A, B).

Tenere il coltello stimola i flessori della mano, mentre raccogliere gli ingredienti tagliati serve per la presa a pinza.

### Verticalizzazione del paziente

Se si tratta di un paziente (per esempio, paraplegico) che deve essere verticalizzato, egli può preparare la sua pizza con il sostegno statico. In funzione delle sue possibilità ortostatiche e fisiche, la durata della sua verticalizzazione varierà.

Oltre all'allenamento dei gesti, della forza e della coordinazione e all'addestramento posturale, la preparazione di un pasto con gli amici o un partner è motivante e rappresenta, inoltre, un evento sociale.

### Ergonomia

In questo campo, esistono varie possibilità: caricamento di una lavatrice, valutazione e adattamento di un posto di lavoro, alle-

namento dei movimenti posturali e così via. Ecco un esempio per l'allenamento di una postura corretta della schiena seguendo diversi obiettivi. L'obiettivo a livello dell'attività è di raccogliere alcuni oggetti a terra (Fig. 3A). Per ottenere un buon risultato, il terapista agirà a vari livelli: per l'estensione lombare, esercita una resistenza manuale a livello del bacino per facilitare l'antiversione del bacino e la flessione delle anche e delle ginocchia (Fig. 3B). Una resistenza manuale supplementare a livello del scapolare (Fig. 4A) facilita il raddrizzamento della parte superiore del corpo in quella posizione. A seconda delle carenze del paziente e dell'attività desiderata, il terapista applica la tecnica delle inversioni degli agonisti (Fig. 4B) per lavorare sulla tonificazione degli arti inferiori (flettere ed estendere le ginocchia), chiedendo al paziente di raccogliere un oggetto a terra (Fig. 5). Se il paziente presenta un problema di stabilità segmentaria a livello lombare, il terapista si propone di lavorare sul *timing* del movimento: lavoro del muscolo trasverso con stimolazione manuale, applicazione della tecnica di inversioni stabilizzanti a livello del tronco e, parallelamente, lavorare



**Figura 7.** Bridging: posizione di partenza.



**Figura 9.** Posizione di arrivo su base di sostegno instabile.



**Figura 8.** Posizione di arrivo su base di sostegno stabile.



**Figura 10.** Posizione di arrivo con base di sostegno instabile e aumento del carico.

su un movimento o su un'attività dell'arto superiore (mobilità su stabilità).

Inoltre il terapeuta lavora sulle attività professionali e quotidiane specifiche (portare oggetti pesanti, metterli in uno scaffale, ecc.) per addestrare le sue competenze. Ovviamente una valutazione e un adeguamento del luogo di lavoro fanno parte anch'essi della gestione.

## Ortopedia e traumatologia

In questi campi, le indicazioni del trattamento sono multiple. Ecco due esempi.

### Distorsione della caviglia

Una distorsione della caviglia richiede un lavoro propriocettivo intensivo e progressivo a livello del carico. Uno schema del tronco applicato in posizione seduta con i piedi appoggiati su una palla stimola le reazioni di equilibrio/bilanciamento a livello dei piedi attraverso un lavoro indiretto (Fig. 6).

Degli adattamenti di *bridging* permettono il lavoro di carico sui piedi (bi- o monopode su una superficie stabile o instabile) con una base di sostegno bassa (Figg. 7-10). Le molteplici tecniche e i principi di facilitazione, alternando stabilizzazione e mobilitazione, permettono di stimolare la propriocezione nonché i diversi tipi di propriocettori e di contrazioni muscolari (concentrica, eccentrica, statica).

### Artroscopia del ginocchio

Un paziente che è stato sottoposto a un'artroscopia del ginocchio presenta una flessione del ginocchio di 15°. Egli deambula con due appoggi in carico completo. Durante la fase di oscillazione e la fase di appoggio, non arriva a estendere completamente il ginocchio. Una valutazione più approfondita mostra che il paziente presenta una contrattura degli ischiocrurali e un'ipostenia del quadricipite. Il trattamento inizia con una preparazione della muscolatura e un lavoro indiretto sugli arti inferiori in posizioni diverse (la Figura 11 mostra una possibilità di trattamento indiretto per gli arti inferiori attraverso lo schema bilaterale



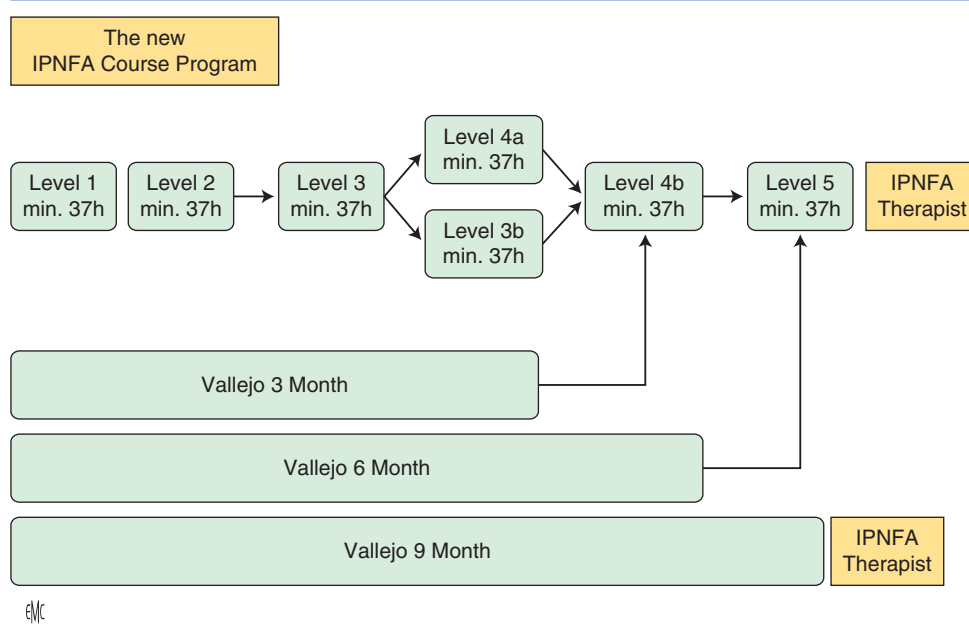
**Figura 11.** Schema bilaterale degli arti superiori: flessione/abduzione/rotazione laterale: lavoro indiretto dei muscoli ischiocrurali.

simmetrico degli arti superiori in flessione/abduzione/rotazione laterale). In seguito si concatena un lavoro diretto: il terapeuta si propone dapprima di stirare gli ischiocrurali con la tecnica di tenuta o contrazione-rilassamento. Questa fase è seguita da una tonificazione del quadricipite con la tecnica di inversione degli agonisti in catena chiusa e aperta. Per lavorare sulla coordinazione tra agonisti e antagonisti, il trattamento è completato con la tecnica di inversioni degli antagonisti. Durante il trattamento, il terapeuta lavora su vari trasferimenti e in varie posizioni utili per il paziente. Il paziente è stimolato a lavorare sulla deambulazione su terreni diversi (attività) e in diversi contesti (in ambienti esterni, sulle scale). Il programma di esercizio a domicilio comprende tali attività e completa, così, il trattamento.

## Costi

L'applicazione del concetto PNF è multipla. Essa avviene in ambito ospedaliero e a domicilio e in situazioni concrete. Non è richiesta alcuna attrezzatura costosa. Viceversa, un terapeuta ben





**Figura 12.** Formazione in facilitazione propriocettiva neuromuscolare (PNF) dell'International Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association (IPNFA).

formato, riflessivo, innovativo ed entusiasta è fondamentale per poter motivare, rieducare e addestrare il paziente.

## ■ Formazione in facilitazione propriocettiva neuromuscolare

(Fig. 12)

Il concetto PNF fa parte della formazione di base dei fisioterapisti e kinesioterapisti in tutto il mondo. La formazione postlaurea può avvenire in diversi modi: gruppi di lavoro regionali, circoli di qualità, formazioni quotidiane per tema, corsi di base e avanzati o una formazione di diversi mesi negli Stati Uniti.

L'Associazione Internazionale degli Istruttori PNF (IPNFA) organizza e conduce dei corsi e la formazione degli istruttori in PNF. Organizzata a livello internazionale, l'associazione garantisce anche la qualità dei corsi. Una volta all'anno, essa organizza un convegno per presentare le novità in termini di ricerca e di formazione. I siti [www.ipnfa.org](http://www.ipnfa.org) (sito internazionale) e [www.ipnfa.ch](http://www.ipnfa.ch) (sito svizzero) forniscono informazioni al riguardo.

## ■ Conclusioni

Sviluppato alla base da Knott, Voss e Kabat, aggiornato e arricchito dalle pubblicazioni e dalle ricerche di fisioterapisti di diversi paesi, questo concetto di trattamento è ormai universalmente conosciuto e applicato in tutti i settori della fisioterapia. I risultati delle ricerche in corso nel campo della neurofisiologia, dell'analisi

del movimento, dell'apprendimento motorio e della biomeccanica confermano che la gestione dei pazienti secondo il concetto di PNF resta sempre di grande attualità e altamente efficace per il bene del paziente. Saranno necessarie future ricerche per conoscere i meccanismi del *carry over* perché l'apprendimento motorio sia efficace e i suoi risultati siano duraturi a breve, a medio e a lungo termine.

## ■ Riferimenti bibliografici

- [1] Noël-Ducret F. *Méthode de Kabat*. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Kinésithérapie - Rééducation fonctionnelle, 26-060-C-10, 2001 : 18p.
- [2] Beckers D, Buck M, Adler S. *PNF in practice: an illustrated guide*. New York: Springer-Verlag; 2008.
- [3] Knott M, Voss DE. *Proprioceptive neuromuscular facilitation: patterns and techniques*. Philadelphia: Harper and Row; 1968.
- [4] Hedin S. *PNF - Grundverfahren und funktionelles Training: Extremitäten, Rumpf und Nacken, Mattentraining, Gangschulung, ADL*. Berlin: Urban und Fischer Verlag; 2002.
- [5] Voss DE, Ionta MK, Myers BJ. *Proprioceptive Neuromuskuläre Fazilitation: Bewegungsmuster und Techniken*. Berlin: Gustav Fischer Verlag; 1988.
- [6] Sullivan P, Markos PD, Minor MA. *PNF ein Weg zum Therapeutischen Üben*. Berlin: Gustav Fischer Verlag; 1985.
- [7] Keus Samyra HJ, Munneke M, Nijkrake MJ, Kwakkel G, Bloem BR. Movement disorder society physical therapy in Parkinson's disease: evolution and future challenges. *Mov Disord* 2009;**24**:1-14.
- [8] Clinical guideline. Low back pain in adults: early management, 2009, [www.nice.org.uk/guidance/cg88](http://www.nice.org.uk/guidance/cg88).
- [9] Horst R, Berlin I, Fischer N, Heidmann M, Kurzyca S, Schulte M, et al. *PNF Therapiekonzepte in der Physiotherapie*. Stuttgart: Thieme; 2008.
- [10] Beevor CE. The Croonian lectures on muscular movements and their representations in the central nervous system. In: Payton OD, Hirt S, Newton RA, editors. *Scientific basis for neurophysiologic approaches to therapeutic exercise: an anthology*. Philadelphia: Davis FA; 1978.
- [11] Kabat H. Studies on neuromuscular dysfunction, XIII, new concepts and techniques of neuromuscular reeducation for paralysis. *Perm Found Med Bull* 1950;**8**:121-43.
- [12] Ploughman M. A review of brain neuroplasticity and implications for the physiotherapeutic management of stroke. *Physiother Can* 2002;**54**:164-76.
- [13] Mulder T, Hochstenbach J. Motor control and learning: implications for neurological rehabilitation. In: Greenwood R, editor. *Handbook of neurological rehabilitation*. Hillsdale Erlbaum; 2009.
- [14] Shumway-Cook A, Woolacott M. *Motor control: theory and practical applications*. Philadelphia: Lippincott-Williams and Wilkins; 2007.
- [15] Bernstein N. *The coordination and regulation of movement*. Oxford: Pergamon Press; 1967.

### “Punti importanti”

- Approccio positivo e orientato alle risorse del paziente (riserve potenziali)
- Trattamento attivo e allenamento intensivo
- Gestione della persona nella sua globalità
- Approccio funzionale: lavoro a livello dell'attività e della partecipazione
- Utilizzo dei principi di apprendimento e di controllo motorio
- Stimolazione estero- e propriocettiva



- [16] Raine S, Meadows I, Lynch-Ellerington M. *Bobath concept*. New York: John Wiley and Blackwell; 2009.
- [17] Johnson G, Saliba V. Support de cours. 1985 (non publié).
- [18] Gellhorn E. Proprioception and the motor cortex. *Brain* 1949;**72**:35–62.
- [19] Loofbourrow G, Gellhorn E. Proprioceptive modification of reflex patterns. *J Neurophysiol* 1949;**12**:435–46.
- [20] Grzebellus M, Schäfer C. Irradiation aus biomechanischer Sicht. *Krankengym Zeitschrift Physiother* 1998;**9**:1489–94.
- [21] Ghez C, Krakauer J. The organisation of movement. In: Kandel E, Schwarz JH, Jessell TM, editors. *Principles of neural science*. New York: McGraw-Hill; 2000.
- [22] Johansson D, Kent B, Shepard K. Relationship between verbal command volume and magnitude of muscle contraction. *Phys Ther* 1983;**63**:1260–5.
- [23] Hislop H. Pain and exercise. *Phys Ther* 1960;**40**:98–106.
- [24] Fischer E. Factors affecting motor learning. *Am J Phys Med* 1967;**46**:511–9.
- [25] Smedes F, Heidmann M, Schäfer C, Fischer N, Stepien A. The proprioceptive neuromuscular facilitation-concept; the state of the evidence, a narrative review. *Phys Ther Rev* 2016;**21**(1).
- [26] Association internationale PNF. [www.ipnfa.org](http://www.ipnfa.org) common script, 2015.
- [27] OMS. Classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé (CIF); 2001.
- [28] Shimamoto Y, Suzuki M, Mikhailenko SV, Yasuda K, Ishiwata S. Inter-sarcomere coordination in muscle revealed through individual sarcomere response to quick stretch. *Proc Natl Acad Sci USA* 2009;**106**:11954–9.
- [29] Chan C. Neurophysiological basis underlying the use of resistance to facilitate movement. *Physiotherapy* 1993;**36**:335–41.
- [30] Conrad B, Meyer Lohmann J. The long loop transcortical load compensating reflex. *Trends Neurosci* 1980;**3**:269–72.
- [31] Hammond P. The influences of prior instruction to the subject on an apparently involuntary neuromuscular response. *J Physiol* 1956;**132**:17–8.
- [32] Evarts E, Tannji J. Gating of motor cortex reflexes by pri- or instruction. *Brain Res* 1974;**71**:479–94.
- [33] Schuback B, Hooper J, Salisbury L. A comparison of a self-stretch incorporating proprioceptive neuromuscular facilitation components and a therapist-applied PNF-technique on hamstring flexibility. *Physiotherapy* 2004;**90**:151–7.
- [34] Sahrman MJ, Cresswell AG, Rick S. Proprioceptive neuromuscular facilitation stretching: mechanisms and clinical implications. *Sports Med* 2006;**36**:929–39.
- [35] Kwak DH, Ryu YU. Applying proprioceptive neuromuscular facilitation stretching: optimal contraction intensity to attain the maximum increase in range of motion in young males. *J Phys Ther Sci* 2015;**27**:2129–32.

### Per saperne di più

Sites de l'Association internationale PNF : [www.ipnfa.org](http://www.ipnfa.org) (international) ; [www.ipnfa.ch](http://www.ipnfa.ch) (suisse).

U. Bertinchamp, Physiothérapeute, Master of Physical Therapy Science [MPTSc] ([ullabertinchamp@hotmail.com](mailto:ullabertinchamp@hotmail.com)).  
Avenue de Rochettaz 7, CH-1009 Pully, Suisse.

Ogni riferimento a questo articolo deve portare la menzione: Bertinchamp U. Facilitazione propriocettiva neuromuscolare: concetto PNF (Kabat-Knott-Voss). *EMC - Medicina Riabilitativa* 2017;**24**(4):1-12 [Articolo I – 26-075-B-10].

Disponibile su [www.em-consulte.com/it](http://www.em-consulte.com/it)



Algoritmi  
decisionali



Iconografia  
supplementare



Video-  
animazioni



Documenti  
legali



Informazioni  
per il paziente



Informazioni  
supplementari



Autovalutazione



Caso  
clinico