

ANCA JIANU

ANCA JIANU

**Tehnici de facilitare neuromusculară
proprioceptivă generale și aplicații ale acestora**



Editura UNIVERSITARIA
Craiova, 2023

Referenți științifici:

Conf.univ.dr. Bușneag Iliana Carmen

Conf.univ.dr. Timnea Olivia

Copyright © 2023 Editura Universitaria

Toate drepturile sunt rezervate Editurii Universitaria

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României
JIANU, ANCA

**Tehnici de facilitare neuromusculară proprioceptivă
generale și aplicații ale acestora / Anca Jianu. - Craiova :
Universitaria, 2023**

Conține bibliografie

ISBN 978-606-14-1916-6

615

© 2023 by Editura Universitaria

Această carte este protejată prin copyright. Reproducerea integrală sau parțială, multiplicarea prin orice mijloace și sub orice formă, cum ar fi xeroxarea, scanarea, transpunerea în format electronic sau audio, punerea la dispoziția publică, inclusiv prin internet sau prin rețelele de calculatoare, stocarea permanentă sau temporară pe dispozitive sau sisteme cu posibilitatea recuperării informațiilor, cu scop comercial sau gratuit, precum și alte fapte similare săvârșite fără permisiunea scrisă a deținătorului copyrightului reprezintă o încălcare a legislației cu privire la protecția proprietății intelectuale și se pedepsesc penal și/sau civil în conformitate cu legile în vigoare.

CUVÂNT - ÎNAINTE

Cartea cu titlul „Tehnici de facilitare neuromusculară proprioceptivă generale și aplicații ale acestora” se adresează studenților și absolvenților Facultății de Kinetoterapie și Motricitate Specială și, nu în ultimul rând, tuturor celor interesați de conceptul de facilitare neuromusculară proprioceptivă.

Îmi doresc ca, prin apariția acestei lucrări, să ofer celor implicați în prevenirea și tratamentul recuperator al diferitelor patologii prin intermediul exercițiului fizic, un ghid necesar pentru însușirea noțiunilor de bază atât teoretice, cât și practice, în ceea ce privește cunoașterea conceptului de facilitare neuromusculară proprioceptivă și metodologia de aplicare a tehnicilor fundamentale specifice acestuia la nivelul segmentelor corpului.

Am convingerea că aspectele prezentate în carte vor fi utile specialiștilor domeniului, iar aceasta își va atinge scopul.

Mulțumesc studenților mei, Stoica Ionuț Alexandru, Ilie Geani Mihai, Călina Ana Maria, Anghel Andreea Cristina, Trifan Cristina Elena, pentru disponibilitatea acestora de a oferi repere cu privire la execuția tehnicilor fundamentale de facilitare neuromusculară proprioceptivă la nivelul tuturor segmentelor membrilor superioare și inferioare, repere oferite prin intermediul ilustrațiilor fotografice.

Urez succes tuturor celor care transpun în practică informațiile prezentate în această carte.

Lector univ. dr. Anca Jianu

CAPITOLUL I

FACILITAREA NEUROMUSCULARĂ PROPRIOCEPTIVĂ

Între anii 1940-1950, Herman Kabat, medic neurolog, stabilește, pe baza lucrărilor științifice ale lui Sherrington și ale altor neurofiziologi, principiile neurofiziologice ale facilitării neuroproprioceptive, fundamentând, astfel, un concept de tratament a cărui semnificație poate fi înțeleasă prin prisma înțelegerii fiecărui cuvânt component.

✓ **Facilitare**

- Conform DEX¹ (1998), facilitare înseamnă ușurare, activare, înlesnire a unui fenomen, proces, altfel spus, îndeplinirea unei acțiuni sau, după Albu, C., Gherguț, A., Albu, M. (2007)², facilitare înseamnă acțiunea unui factor care înlesnește apariția unui fenomen. Raportându-ne la motricitate, putem asocia facilitarea cu stimularea mișcării segmentelor corpului uman prin intermediul unor componente stimulative.
- Kabat, H., citat de Marcu, V. și Matei, C.³ (2005), consideră că facilitarea presupune:
 - activarea, promovarea, grăbirea unui proces natural,
 - efectul produs în țesutul nervos la trecerea unui impuls, în așa fel încât rezistența neuronului este diminuată și un al doilea stimul determină răspunsul în condiții ușurate.
 - activarea motrică prin utilizarea unor stimuli ca vederea, vocea, propriocepția, stimulări senzitive cutanate, întinderi și scheme motorii primitive⁴.

¹ Academia Română, Institutul de Lingvistică Iorgu Iordan (1998). *Dicționarul Explicativ al Limbii Române*. Ediția a II-a. București: Editura Univers Enciclopedic.

² Albu, C., Gherguț, A., Albu, M. (2007). *Dicționar de kinetoterapie*. București: Editura Polirom

³ Marcu, V., Matei, C. (2005). *Facilitarea neuroproprioceptivă în asistența kinetică*. Oradea: Editura Universității din Oradea.

⁴ Stanca, D., Căciulan, E. (2012). *Facilitare-inhibare în kinetoterapie. Ghid practic*. București: Editura Moroșan.

- Dufour, M., Gedda, M.⁵ (2007) definesc facilitarea ca un fenomen fiziologic de întărire a unei aferențe motrice prin însumarea mai multor excitații infraliminare, care ajung simultan la nucleii motori de la nivelul măduvei spinării, cu producerea unui potențial de acțiune.

✓ **Neuromuscular**

- Termenul neuromuscular se referă la interacțiunea dintre nerv și mușchi.

Contractia musculaturii scheletice este stimulată de impulsuri electrice transmise de nervii motori. Complexul format din axonul neuronului motor și fibrele musculare pe care le inervează a fost numit de Sherrington *unitate motorie*⁶, considerată drept cea mai mică unitatea morfo-funcțională neuromusculară⁷ și, totodată, un concept fiziologic, conform S Benghe, T., citat de Nenciu, G. (2002)⁸. Numărul de fibre musculare pe unitatea motorie este dependent de poziția anatomică și funcțională a mușchilor.

Fiecare fibră musculară în porțiunea mijlocie, prin intermediul sarcolemei, este în contact cu o fibră nervoasă terminală (arborizația terminală) și realizează *joncțiunea neuromusculară* (placa neuromotorie) ce prezintă următoarele componente:

- Componenta presinaptică este reprezentată de extremitatea ramificației axonale, ce conține mitocondrii (cu rol în asigurarea energiei necesară transmiterii influxului nervos) și mici vezicule în interiorul butonilor terminali ce se găsesc la capătul terminației nervoase, cu rol de stocare și eliberare a acetilcolinei, neurotransmițător implicat în transmiterea sinaptică a influxului nervos,

⁵ Dufour, M., Gedda, M. (2007). *Dictionnaire de kinésithérapie et réadaptation*. Paris: Editure Maloine.

⁶ Calb, M., Gavrilăscu, D. (2000). *Anatomie funcțională și biomecanică. Sinteze. Partea a II-a*. București: Editura Fundației România de Mâine.

⁷ Ionescu, I. (2021). *Contracturile musculare*. București: Editura Medicală.

⁸ Nenciu, G. (2002). *Fiziologia sistemului neuro muscular cu aplicații în sport*. București: Editura Fundației România de Mâine.

- Fanta sinaptică reprezintă spațiul dintre axoplasmă și sarcoplasmă (între componenta pre și postsinaptică),
- Componenta postsinaptică este reprezentată de partea mai îngroșată a sarcolemei la nivelul joncțiunii neuromusculare, unde ia denumirea de placă motorie și unde se găsește aparatul subneuron⁹.

La acest nivel, placa motorie conține numeroși receptori colinergici și enzimatici (acetilcolinesterazici), care prin degradarea corespunzătoare a acetilcolinei asigură transmiterea sinaptică normală.

Punerea în acțiune a unității motorii se derulează pe baza unei suite de procese complexe ce au loc la nivelul a trei componente, și anume pericarion, axon, fibre musculare, rezultatul final fiind contracția musculară.

Transmiterea la nivelul plăcii motorii se face similar transmiterii sinaptice.

Potențialul de repaus de la acest nivel are valoarea de -90 mV. Influxul nervos ce pleacă de la nivelul neuronului motor periferic, odată ajuns la capătul axonului motoneuronului descarcă mici cantități de acetilcolină care, prin fixarea lor pe membrana fibrei musculare, o vor depolariza și se va genera, astfel, un potențial local de placă. Când acest potențial atinge nivelul critic se generează potențiale de acțiune cu valoare de plus +35 mV care se vor propaga în toate direcțiile membranei fibrei musculare, determinând excitarea simultană a tuturor fibrelor musculare ce alcătuiesc unitatea motorie.

Contracția musculară reprezintă principala forță internă implicată în realizarea mișcării, ea modifică lungimea inițială a fibrelor musculare, antrenând dezvoltarea unor forțe tensionale statice sau dinamice, cu implicarea structurilor osteo-articulare.

Declanșarea contracției musculare este precedată de o serie de fenomene și presupune integritatea căilor aferente, a celor eferente, a centrilor nervoși corticali și subcorticali, precum și a efectorului muscular.

Contracția fibrei musculare este inițiată în momentul cuplării acesteia cu excitația. Momentul principal al cuplării îl reprezintă

⁹ Farago, M., Pop, S. (2008). *Metode și tehnici de evaluare în kinetoterapie -suport de curs*. Oradea: Editura Universității din Oradea.

eliberarea Ca^{2+} din reticulul sarcoplasmatic sub acțiunea influxului nervos generat la nivelul plăcii motorii.

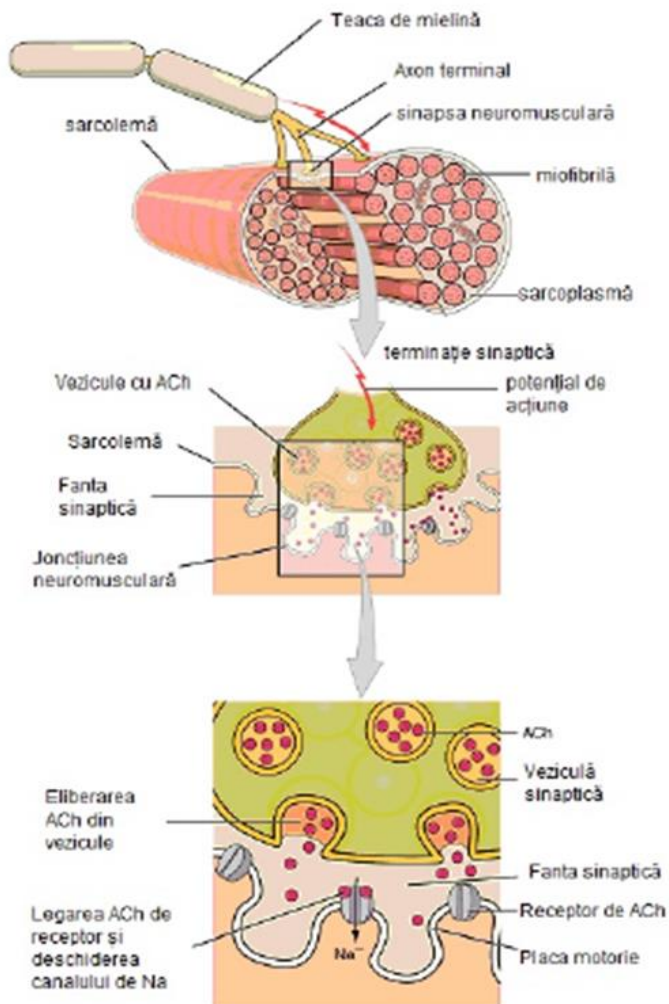


Figura nr. 1.1. Unitatea motorie și transmiterea neuromusculară la nivelul jonțiunii /plăcii neuromusculare
 (http://en.wikipedia.org/wiki/muscle_contraction, Accesat 6.02.2023, ora 12.08)

Potențialul de acțiune rezultat la acest nivel se propagă prin intermediul sistemului de tuburi T orientate transversal, dinspre sarcolema spre interiorul fibrei musculare și ajunge, în final, la cisternele reticulului sarcoplasmatic care conțin Ca^{2+} (figura nr. 1.3).

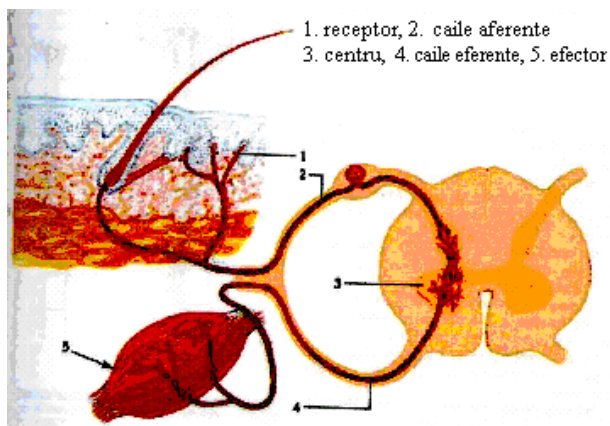


Figura nr. 1.2. Componentele procesului contractil
(Farago, M., Pop, S., 2008)

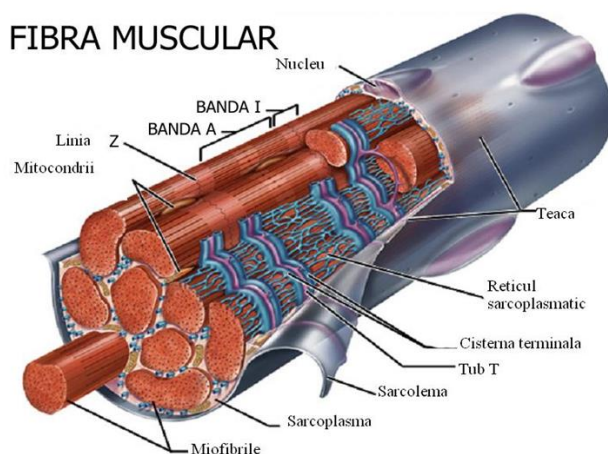


Figura nr. 1.3. Sistemul de tuburi T
(<https://ro.scribd.com/doc/120033611/Structura-Tesutului-Muscular>, Accesat 4.02.2023, ora 12.48)

Astfel, are loc depolarizarea membranelor reticulului sarcoplasmatic, iar ionii de Ca^{2+} eliberați din cisternele canalelor T difuzează în vecinătatea proteinelor contractile, declanșând contracția prin cuplarea miozinei cu actina și formarea actomiozinei (figura nr. 1.4).

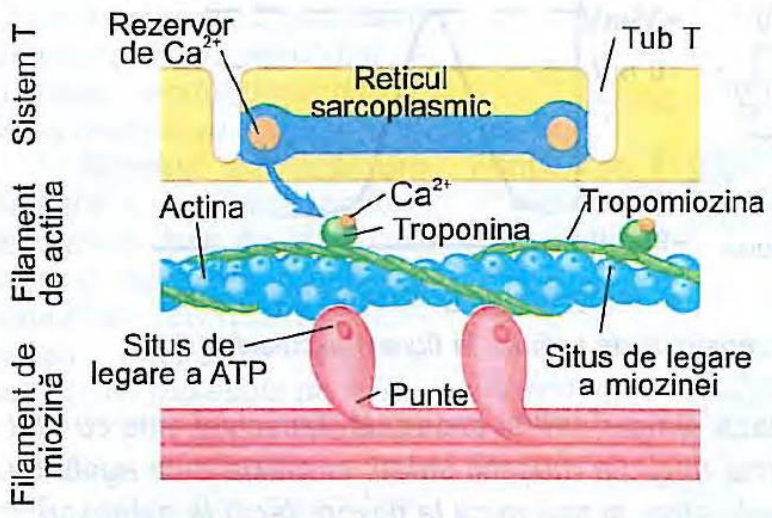


Figura nr. 1.4. Formarea actomiozinei

(<https://ro.scribd.com/document/328829913/Biologie-Arinis>, Accesat 4.02.2023, ora 12.54)

Scurtarea fibrelor musculare în cursul contracției se produce ca o consecință a scăderii lungimii fiecărui sarcomer în parte. Aceasta se realizează fără scurtarea miofilamentelor (ele nefiind contractile), ca urmare a glisării miofilamentelor de actină printre cele de miozină.

Această glisare (alunecare) a miofilamentelor între ele va genera energia necesară contracției musculare, alunecarea va avea loc la nivelul fiecărui sarcomer, pe lungimea miofibrilelor, forța de tensiune produsă la nivelul benzilor Z fiind transmisă și prin matricea (țesutul conjunctiv) din jurul fiecărei miofibrile și apoi fibre musculare.

Când influxurile nervoase încetează, Ca^{2+} reintră în reticulul sarcoplasmatic, complexul actină-miozină se desface și fibra musculară se relaxează.

În procesele de contracție-relaxare, rolul principal îl are mecanismul de transport activ al Ca^{2+} prin intermediul pompelor de calciu din pereții reticulului sarcoplasmatic.

Oboseala după o activitate musculară susținută se datorează și prelungirii timpului de reintrare a Ca^{2+} în reticulul sarcoplasmatic prin scăderea activității pompei de Ca^{2+} atașată membranei acestuia.

✓ **Proprioceptiv**

Noțiunea proprioceptiv include proprioceptorii (receptorii kinestezici):

- *Musculari* reprezentați de fusurile neuromusculare (fibre intrafusale) situate printre fibrele musculare striate (fibre extrafusale), dispuse paralel cu acestea din urmă.

Acești receptori senzitivo-motori sunt stimulați de întinderea porțiunii lor centrale de la nivelul mușchiului controlând lungimea acestuia.

- *Tendinoși* reprezentați de corpusculii neurotendinoși Golgi situați în zona de joncțiune dintre mușchi și tendoane, printre fasciculele tendinoase.

Aceștia sunt formați dintr-o rețea de fibre nervoase prevăzute cu terminații butonate (dendrite ale neuronilor din ganglionii spinali) și sunt stimulați de contracția musculară.

Corpusculii Golgi controlează tensiunea din mușchi, impulsurile generate fiind de inhibare a contracției musculare și nu prezintă fenomenul de adaptare.

- *Articulari*, cei care nu reprezintă o entitate bine definită și structurată¹⁰ și pe care îi putem găsi în capsula articulară, ligamente și în țesutul conjunctiv moale.

Receptorii articulari sunt¹¹:

- Terminatiile Ruffini, mecanoceptori statici sau dinamici care informează în permanență sistemul nervos central despre poziția articulației în spațiu, despre deplasarea segmentelor

¹⁰ Sbhenge, T. (1999). *Bazele teoretice și practice ale kinetoterapiei*. București: Editura Medicală

¹¹ Sbhenge, T. (2002). *Kinesiologie. Știința mișcării*. București: Editura Medicală

osoase articulare și viteza acestei deplasări, dar și despre presiunea intraarticulară existentă,

- Terminațiile Golgi monitorizează tensiunea din ligamente mai ales la sfârșitul cursei de mișcare articulară,
- Corpusculii Pacini sunt receptorii ce detectează accelerația articulară,
- Terminatiile nervoase libere sunt activate atunci când articulația suferă, asupra ei acționând un stresor mecanic intens sau un stresor de natură chimică.

Impulsurile aferente de la proprioceptori sunt conduse prin două căi:

- Pentru sensibilitatea kinestezică (simțul poziției și al mișcării în spațiu) prin fasciculele spinobulbare, receptorii acestor căi fiind corpusculii Golgi, Ruffini, Pacini și terminațiile nervoase libere.
- Pentru sensibilitatea proprioceptivă de control a mișcării (simțul tonusului muscular) prin fasciculele spinocerebeloase, ventral și dorsal, receptorii acestor căi fiind fusurile neuromusculare¹².

Informațiile pe care proprioceptorii le transmit sistemului nervos central vor genera comenzi adaptative în ceea ce privește performarea activităților motrice.

Facilitarea neuromusculară proprioceptivă utilizează sistemul proprioceptiv al organismului pentru a promova contracția musculară.

Conform Cordun, M.¹³, facilitarea neuromusculară proprioceptivă reprezintă ușurarea, încurajarea sau accelerarea răspunsului motor voluntar prin stimularea proprioceptorilor din mușchi, tendoane și articulații, la aceștia adăugându-se stimularea exteroceptorilor și a telereceptorilor.

Exteroceptorii de la nivelul pielii, care răspund la informațiile venite din mediu și care influențează articulația și mișcărilor acesteia sunt:

- Corpusculii Meissner sunt stimulați de presiunea susținută asupra tegumentului,

¹² Niculescu, C., Cîrmaciu, R., Voiculescu, B., Niță, C., Sălăvăstru, C., Ciornei, C.(2001). *Anatomia și fiziologia omului. Compendiu*. București: Editura Corint

¹³ Cordun, M. (1999). *Kinetologie medicală*. București: Editura Axa.

- Corpusculii Ruffini sunt activați de întinderea pielii pe suprafețe mari ale acesteia, de tracțiuni și deformări, dar și de excitațiile pentru senzația de cald,
- Corpusculii Krause recepționează excitațiile pentru senzația de rece,
- Discurile Merkel sunt excitate de presiuni verticale, puternice asupra pielii și dacă, inițial, răspunsul este rapid, ulterior, acesta devine mai lent și parțial,
- Corpusculii Pacini sunt stimulați de mișcări slabe, rapide și de intensitate mică,
- Terminațiile nervoase libere recepționează excitații tactile, termice, dureroase, presionale și vibratorii.

Telereceptorii, receptorii analizatorilor vizual, auditiv, vestibular monitorizează starea aparatului locomotor alături de exteroceptori care detectează stimulii externi și de proprioceptori care decelează acei stimuli produși chiar în sistem.

Prin receptorii analizatorilor motor (kinestezic), cutanat, vizual, vestibular, informațiile ajung în zona senzitivo-motorie a lobilor frontal și parietal, acolo unde se găsește segmentul central al analizatorului kinestezic care reglează activitatea reflexă pentru menținerea echilibrului și coordonarea fină a mișcărilor și informează continuu sistemul nervos central despre poziția corpului în spațiu și despre gradul de contracție a mușchilor.

În felul acesta, analizatorul motor devine o verigă importantă a circuitului feedback care reglează activitatea motorie somatică.

Un răspuns motor voluntar și conștient se obține prin stimularea adecvată a proprioceptorilor, exteroceptorilor și a telereceptorilor.

Conceptul de facilitare neuromusculară proprioceptivă (FNP) s-a fundamentat pe baza unei filosofii și anume: orice ființă umană, inclusiv cea cu dizabilități, dispune de posibilități motrice latente care pot fi stimulate și activate prin facilitări adecvate ale receptorilor specifici promovării răspunsului sistemului neuromuscular.

Tehnicile de facilitare neuromusculară proprioceptivă implică mecanisme senzorio-motorii complexe și au la bază o serie de procedee fundamentale cu scopul de a promova desfășurarea normală

a mișcărilor în limitele funcționale prin facilitarea, inhibarea, tonifierea, dar și relaxarea grupelor musculare.

Fenomenul de facilitare, prin care se urmărește creșterea forței musculaturii hipotone în vederea îmbunătățirii execuției mișcărilor dorite, controlate și voluntare, este utilizat în cadrul unor tehnici kinetice speciale, numite *tehnici de facilitare neuromusculară proprioceptivă fundamentale* (generale).

Cazuistica ce poate beneficia de aceste tehnici de facilitare neuromusculară proprioceptivă este vastă și include pe lângă pacienții neurologici și cei cu patologie ortopedico-traumatică și sportivă, și pacienți ai altor domenii clinice precum reumatologie, geriatrie, ginecologie, pediatrie, etc.

Contraindicațiile tehnicilor de facilitare neuromusculară proprioceptivă sunt durerea, articulațiile instabile, traumatismele acute, fracturile recente.

CAPITOLUL II

TEHNICI DE FACILITARE

NEUROMUSCULARĂ PROPRIOCEPTIVĂ

GENERALE

INVERSAREA LENTĂ

Tehnica *Inversare Lentă* (IL) este utilizată în scopul creșterii forței musculaturii hipotone.

Aceasta constă în:

- Conracții concentrice ritmice ale tuturor agoniștilor și antagoniștilor dintr-o schemă de mișcare,
- Conracțiile concentrice se execută pe toată amplitudinea de mișcare,
- Mișcările ritmice, alternative ale agoniștilor și antagoniștilor se realizează fără pauză între inversări;
- Rezistența aplicată mișcărilor este maximală sau, altfel spus, se aplică cel mai mare nivel al rezistenței ce permite execuția mișcării,
- Prima conracție concentrică (primul timp al tehnicii) este conracția antagoniștilor mușchilor hipotoni (conracția concentrică a musculaturii puternice).

2.1. Fundamentarea teoretică a tehnicii

Tehnica *Inversare Lentă* se bazează pe următoarele teorii neurofiziologice:

- ✓ Legea inducției “inducției succesive” a lui Sherrington:
- O mișcare este facilitată de conracția imediat precedentă a antagonistului ei¹⁴
- Recrutarea involuntară a unui mușchi sau a unui grup muscular, imediat după conracția voluntară a mușchiului sau grupului muscular antagonist¹⁵

¹⁴ Flora, D. (2002). *Tehnici de bază în kineoterapie*. Oradea: Editura Universității din Oradea.

¹⁵ Stanca, D., Căciulan, E. (2012). *Facilitare-inhibare în kineoterapie. Ghid practic*. București: Editura Moroșan

- Inducția succesivă este o iradiere apărută provizoriu în timp și este declanșată de către un reflex precedent ¹⁶
- ✓ Prima contracție concentrică este realizată de antagoniștii mușchilor cu forță musculară scăzută pentru a se genera întinderea progresivă a mușchilor agoniști, considerați mușchii hipotoni. La finalul contracției pe antagoniștii celor hipotoni, agoniștii vor fi maxim întinși și facilitați prin intermediul impulsurilor provenite de la nivelul fibrelor cu sac nuclear și lanț nuclear ale fibrelor intrafusale ale fusului muscular, fibre care, odată întinse în porțiunea lor ecuatorială au excitat terminațiile senzitive anulo-spiralate și în buchet. De la acestea pleacă fibre nervoase aferente tip A_1 (au cel mai mare diametru și deci viteză de conducere cea mai mare) și fibre nervoase tip A_2 . Astfel, impulsul nervos se transmite aferent spre măduva spinării, iar mușchiul se va contracta prin stimularea motoneuronilor alfa din cornul anterior medular care își va trimite eferențe spre fibrele musculare extrafusale ale mușchiului.

La finalul primului timp al tehnicii, mușchii agoniști vor fi, astfel, mult mai pregătiți și se va obține o contracție concentrică mult mai puternică ce va conduce la creșterea forței musculare a mușchilor hipotoni, la facilitarea acestora din urmă.

- ✓ Rezistența maximală opusă musculaturii hipotone acționează ca factor proprioceptiv.
- ✓ Rezistența la mișcare determină o influență inhibitorie a reflexului Golgi asupra motoneuronului mușchiului care se contractă (flexorii cotului) și facilitează prin acțiune reciprocă agonistul (extensorii cotului).

2.2. Aplicații practice

În continuare vom descrie modalitatea de aplicare a tehnicii Inversare Lentă pentru tonifierea unor grupe musculare.

¹⁶Dufour, M., Gedda, M. (2007). *Dictionnaire de kinésithérapie et réadaptation*. Paris: Editure Maloine.

1. Inversarea Lentă pentru tonifierea flexorilor umărului

Tabelul nr. 2.1 Mușchii flexori principali ai umărului

Mușchi	Origine	Insertie	Inervație
Deltoid -fascicule anterioare	1/3 externă a marginii anterioare a claviculei	Tuberozitatea deltoidiană a humerusului	Nervul circumflex C5-C6
Coracobrahial	Procesul coracoid	Fata antero internă a humerusului, porțiunea mijlocie	Nervul musculocutan C6-C67
Biceps brahial	Vârful procesului coracoid (cap scurt) Tuberculul supraglenoidal al omoplatului (cap lung)	Tuberozitatea bicipitală a radiusului	Nervul musculocutan C5-C6

(Arhivă personală)

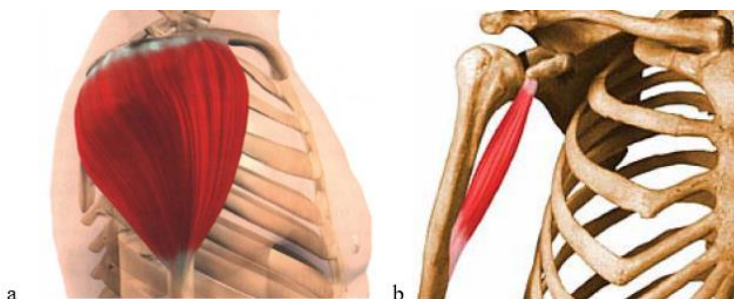


Figura nr. 2.1. Mușchii flexori ai umărului: a. Deltoid; b. Coracobrahial (Granger, J., 2011)¹⁷

Poziția inițială:

- *Pacientul* în așezat;
- *Kinetoterapeutul* homolateral de pacient, aplică priza pe partea postero - distală a brațului, iar contrapriza pe umăr.
- *Tehnica*:

¹⁷ Granger, J. (2011). *Neuromuscular therapy manual*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, a Wolters Kluwer business.