

# Hva er egentlig nevromuskulær trening?

**Arve Vorland Pedersen**, fysioterapeut og førstelektor. E-post: arve.pedersen@hist.no  
**Jan Harry Størksen**, fysioterapeut og høgskolelektor  
 Program for Fysioterapeututdanning, Avdeling for Helse- og Sosialfag, HiST.  
**Trine Tegdan Moholdt**, Institutt for Sirkulasjon og Bildediagnostikk, Det Medisinske Fakultet, Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet, NTNU.

*Artikkelen ble mottatt 19.08.05, og akseptert for publisering 21.10.05. Artikkelen er vurdert av to eksterne referereer.*

## Introduksjon

Nevromuskulær trening (NMT) har fått mye oppmerksomhet i de siste årene og har blant annet blitt introdusert av fysioterapeutene Myklebust og Risberg (1,2), som en «ny» treningsmetode innen rehabilitering av korsbåndsskader. Det er mulig det er på tide å revidere litteraturen innen dette feltet, men vi stiller spørsmål ved om det er nødvendig å revidere hele begrepsapparatet og introdusere en helt «ny» treningsform? I denne artikkelen vil vi argumentere for at begrepet NMT er uklart definert, at teorigrunlaget som presenteres er preget av unøyaktigheter og at treningen egentlig ikke representerer noe nytt.

Samtidig vil vi understreke at det ikke er selve treningsmetoden NMT vi er kritiske til. Hensikten med denne artikkelen er å forsøke å forklare hvorfor denne treningen kan være fornuftig og i tillegg bringe inn teori som forklarer prinsippene bedre enn det Myklebust og Risberg gjør. De går i liten grad inn i den teorien som virker relevant her, nemlig teori

om motorisk kontroll og læring. Det er viktig at teorier bringes inn i nye fagområder, men det kan bli vanskelig å kommunisere på tvers av områder dersom alle insisterer på å utvikle sin egen terminologi. Spesielt vanskelig blir det dersom den nye terminologien ikke er konsistent eller logisk.

## Hvordan presenteres NMT i litteraturen?

Begrepet NMT ble, ifølge Myklebust og Risberg (1), lansert av Ihara og Nakayama (3). Ihara og Nakayama benyttet egentlig begrepene «dynamic joint control training» og/eller «specific neuromuscular coordination training» (s. 309). Hos Ihara og Nakayama innebærer «neuromuscular coordination» utelukkende den reaktive funksjonen (evne til å reagere på uventede stimuli). Vi finner blant annet følgende: «... the important point is that it<sup>1</sup> function quickly and adequately during an unexpected trauma» og videre «... is necessary to shorten the time lag of muscular reaction» (begge s. 309). Treningen hos Ihara og Nakayama går ut på å øve opp reaksjonsevnen ved å gi uforutsigbare, eller i det minste uberegnelige stimuli. Andre har benyttet begrepene «proprioceptive training» (4) og «stability and balance training» (5) om lignende treningsmetoder. Mange av prinsippene i disse metodene er relativt like, og definisjonene ligner også hverandre.

Det er vanskelig å finne noen klar definisjon av begrepet NMT i de tidligere nevnte kildene (1,2)<sup>2</sup>. I stedet forsøkes det å gi begrepet innhold ved å definere hvilke treningsformer som sorteres under NMT. Vi finner at NMT: «inkluderer balansetrening, dynamisk leddstabiliseringstrening, *perturbationstre-*

*ning...* og hoppetrening» (1, s. 10). Litt senere i den samme artikkelen finner vi likevel noen implisitte definisjoner. Et sted blir begrepet «nevromuskulære» oppgitt å være synonymt med «motoriske» og litt senere på samme side er det synonymt med «rekrutteringsmønsteret og timing av muskulaturen» (s. 13).

Om vi splitter ordet nevromuskulær opp i sine to deler, *neuro-* og *-muskulær*, kan det se ut som om NMT må dreie seg om både selve muskelarbeidet og nerveimpulsene som initierer dette. Det er i så fall i tråd med definisjonen over. Man kan imidlertid lure på om det i det hele tatt finnes trening som *ikke* er nevromuskulær, og hva som eventuelt da skiller nevromuskulær trening fra annen trening?

Et mulig svar finner vi i Risberg og Myklebust (2): «Det kan hevdes at begrepet NMT er et for vidt begrep fordi all trening på sett og vis kan defineres som NMT. **Men** med begrepet NMT menes en type trening som har til hensikt å påvirke både sensoriske og sentralnervøse mekanismer for å **stimulere og oppøve et funksjonelt muskel-aktiveringsmønster**» (2, s. 13, vår uthev). Det ser altså ut som om det er det funksjonelle aspektet ved treningen som er spesielt, men kan det være så spesielt å trene funksjonelt at det ikke har vært gjort før og at treningen

<sup>1</sup> Vi er klar over at dette ikke er korrekt engelsk, men velger å sitere ordrett, og la Ihara & Nakayama ta ansvaret.

<sup>2</sup> NMT er, av Risberg, Mørk, Krogstad Jenssen, & Holm (6), definert som «training enhancing unconscious motor responses by stimulating both afferent signals and central mechanisms responsible for dynamic joint control» (s. 620).

## Sammendrag

Nevromuskulær trening (NMT) har fått mye oppmerksomhet i det siste og har blant annet blitt introdusert som en ny treningsmetode innen rehabilitering av korsbåndsskader. I denne artikkelen argumenterer vi for at begrepet nevromuskulær trening er uklart definert, at teorigrunlaget som presenteres er preget av unøyaktigheter og at treningen egentlig ikke representerer noe nytt. Vi forsøker også å komme med en alternativ forklaring, basert på

teorier fra motorisk kontroll og motorisk læring. Vi mener at det som man forsøker å etablere som nevromuskulær kontroll, og som følgelig trenes ved NMT, allerede er godt beskrevet i litteraturen under betegnelsen koordinasjon. Treningen kan beskrives som koordinasjonstrening med gradvis økende kompleksitet. Nøkkelord: Nevromuskulær trening, motorisk kontroll, motorisk læring, koordinasjon

derfor må ha et nytt navn? Om vi ser på avgrensningene som gjøres mot annen type trening, kan det se slik ut.

### Er styrketrening nevro-muskulær trening?

I Myklebust og Risberg (1) finner vi blant annet følgende: «det har i mange år vært fokusert på styrketrening...» og videre «De senere årene har man begynt å fokusere mer på nevro-muskulær trening...» (s. 10). Dette må jo bety at tradisjonell styrketrening *ikke* er nevro-muskulær trening; en relativt oppsiktsvekkende påstand. I forhold til definisjonen over (... funksjonelt aktiveringsmønster...) betyr en slik avgrensning i ytterste konsekvens at styrketrening ikke bidrar til å oppøve et funksjonelt muskelaktiveringsmønster.

### Er proprioseptiv trening nevro-muskulær trening?

Myklebust og Risberg (1) argumenterer for at begrepet proprioseptiv trening ikke er dekkende for den aktuelle typen trening. Dette fordi proprioepsjon defineres som «den bevisste oppfatning av en ekstremitets stilling i rommet og en ekstremitets bevegelse» (s. 10).

Forfatterne mener «det er vanskelig å hevde at det er proprioseptorene, eller den proprioseptive sansen som trenes» (s.10), fordi proprioseptorenes funksjon er å gi sensorisk informasjon til CNS, mens det som egentlig trenes er den motoriske responsen på denne informasjonen. Man kan lure på om det er slik at Myklebust og Risberg mener det er mulig å trene den motoriske responsen uavhengig av sensorisk input til CNS?

Innen nyere teorier, basert på teorier om dynamiske systemer, opererer man gjerne med begrepet «perception-action coupling» (7). Dette begrepet har sitt utgangspunkt i Gibsons (8) berømte sitat «We must perceive in order to move, but we must also move in order to perceive» (p. 223), og innebærer at persepsjon og bevegelser (action) er tett sammenkoblede prosesser, og at det ikke er mulig å se det ene begrepet atskilt fra det andre. Uansett er det vanskelig å se at det utelukkende er den motoriske responsen som er problemet til den aktuelle pasientgruppen, korsbåndsskadde. Vi vil argumentere, med Riemann og Guskiewicz (9), for at også evnen til å innhente sensorisk (proprioseptiv) informasjon er svekket ved at ACL har rupturert, og at treningen bedrer evnen til å innhente adekvat sensorisk informasjon ved hjelp av de fungerende strukturene.

Begrepet proprioepsjon er for øvrig ikke så entydig og liketil som Myklebust og Risberg fremstiller det (se for eksempel diskusjon i 10, 11). Definisjonen som sier at pro-

prioepsjon er bevisst deles på langt nær av alle. Enoka (12) opererer for eksempel med en definisjon som sier at «proprioceptors detect stimuli generated by the system itself» (s. 232), uten å spesifisere om dette foregår bevisst. Fredericks (13) konstaterer at: «proprioceptive information is processed at both conscious and unconscious levels...» (s. 97), en oppfatning som deles av Kreighbaum og Barthels (14). Lundy-Ekman (15) sier følgende: «The third type of pathways, **unconscious relay pathways**, bring unconscious proprioceptive and other movement-related information to the cerebellum. This information plays an essential role in automatic adjustments of our movements and posture» (s. 108). Det vil m.a.o. ikke være noe i veien for å konkludere med at den treningen som utøves kan kalles proprioseptiv trening.

Faktisk er proprioseptiv trening er en mer logisk benevnelse enn NMT fordi den angir hva det er som trenes. I følge definisjonene over (10-15) er proprioepsjon: «innhenting av informasjon om kroppens stillinger og bevegelser» og proprioseptiv trening vil logisk sett være: «trening av evnen til å innhente informasjon om kroppens stillinger og bevegelser». Selv om Myklebust og Risberg argumenterer for at det som trenes i NMT er muskelaktiveringsmønsteret, er det jo ikke dette som er skadet. Skaden har, i alle fall ikke på kort sikt, ødelagt musklens evne til å sette inn kraft. Det som er skadet er evnen til å vite når man skal sette inn kraft og hvor mye. Informasjonen som er nødvendig for å gjøre slike vurderinger avhenger av reseptorenes evne til å fortelle om kroppens stillinger og bevegelser – altså proprioepsjon.

### (generelle) Treningsprinsipper i et NMT-program

Ved nevro-muskulær trening legges det stor vekt på innlæring og kvalitativ utførelse av sammensatte ferdigheter. «I motsetning til opptrening av muskelstyrke... er det helt vesentlig i et nevro-muskulært treningsprogram at man starter med innlæring av voluntære bevegelser (pasienten er konsentrert og bevisst...)» (1, s. 11). Her er vi litt usikre på hva forfatterne egentlig mener (er styrketrening ubevisst?), men det står uansett i en viss kontrast til tidligere uttalelser om at proprioseptiv trening ikke var et dekkende begrep fordi definisjonen av proprioepsjon inkluderte «den bevisste oppfatning...» (s. 10). Progresjonen i treningen går uansett mot å «automatisere bevegelsene, slik at bevegelsene kan initieres fra lavere subcortical nivåer...». Om dette innebærer at bevegelsene da er «frikoblet» fra proprioepsjon (om

denne er bevisst) fremgår ikke.

Et NMT program er, som nevnt, bygget opp av fire deler; balansetrening, dynamisk leddstabilisering, perturbasjonstrening og hoppetrening. La oss kikke nærmere på de ulike delene.

### Balansetrening

Myklebust og Risberg (1) sier at «Prinsippet er å trene opp balanse før man trener dynamisk stabilitet» (s. 12). Dette må bety at balanse er noe annet enn dynamisk stabilitet (eller i alle fall at det *kan* være noe annet). Vi blir fortalt at: «Pasienten må ha evnen til å holde balansen..., før man kan... bevege seg ut og inn av denne stillingen» (s. 12). Betyr dette at å *opprettholde* en stående stilling ikke krever dynamisk muskelarbeid (stabilisering)? Neppe; ettersom kroppen aldri er helt i ro i stående stilling. Dette er ellers forholdsvis gammel kunnskap. Se f.eks. hva Thomas og Whitney skrev i 1959 (16): «Normal standing is not, however, a static posture. That the body is in continuous motion, even when the attempt is made to stand quite still, was first established experimentally by Vierordt (1862)» (s. 524).

I Risberg og Myklebust (2) diskuteres det hvorvidt det faktisk er mulig å skille mellom balansetrening og dynamisk leddstabilisering. Forfatterne diskuterer ulike definisjoner av begrepet balanse og argumenterer for at det er vanskelig å skille de to typene trening fra hverandre når man legger til grunn en funksjonell definisjon av begrepet, som Berg (17), fordi balansetrening da vil inkludere de to neste nivåene dynamisk leddstabilisering og «perturbation» trening. De velger imidlertid å tolke stående balanse som statisk og kan dermed skille trening av dynamisk stabilitet fra balansetrening.

At dette skillet er kunstig vises også når treningsprinsippene beskrives nærmere (2, s. 17). Her er balansetrening og dynamisk leddstabilisering «slått sammen».

### Dynamisk leddstabilisering

Stadium to i et NMT-program består altså av dynamisk leddstabilisering. Dette beskrives som for eksempel øvelser hvor personen står på ett ben på et vippebrett og beveger armer eller ben framover (2). Slik Myklebust og Risberg beskriver forskjellen mellom balansetrening og dynamisk leddstabilisering er det vanskelig å se andre forskjeller enn størrelsen på understøttelsesflaten og/eller bevegelsesutslagene. Vi får heller ikke noen definisjon av begrepet som ville vært til hjelp for å skille slik trening fra andre treningsformer.

I treningen av dynamisk leddstabilisering benyttes blant annet «stjernen til Gary Gray» (2, s. 17), som vi for øvrig kjenner igjen fra Ihara og Nakayama ca. ti år tidligere (3). Treningen foregår ved at man står med ett ben i sentrum av stjernen og beveger det andre benet i stjernens ulike vektorretninger. Progresjonen i treningen består i «øking av fleksjon på standbenet og ved å øke distansen fra sentrum for det benet som beveges i ulike retninger» (2, s.17). I tillegg kan vanskelighetsgraden økes ved å variere sensoriske stimuli fra underlaget, evt. ved å la underlaget være bevegelig (balansebrett eller lignende).

#### *Perturbasjonstrening*

Perturbasjonstrening<sup>3</sup> består ifølge Myklebust og Risberg (1) av «øvelser der man står på et ustabil underlag og utsettes for en uventet ytre kraft» (s.11). Hensikten er å «oppøve en adekvat motorisk respons på uventede, uforutsigbare stimuli» (s.11). De samme prinsippene husker vi for øvrig fra Ihara og Nakayama (3). Her ble de, som vi kanskje også husker, kalt «dynamic joint control training».

#### *Hoppetrening (plyometrisk trening)*

I Risberg og Myklebust (2) beskrives to mål med hoppetrening: nemlig oppøving av hurtighet, timing av muskulaturen og bedre nervesystemets evne til en hurtig motorisk respons, samt innlæring/re-læring av landingsfasen for å redusere belastningen på leddet. I Myklebust og Risberg (1) nevnes også hoppetrening på trampoline, som egentlig bidrar mindre til begge de nevnte målene, men som «setter store krav til balansen» (s. 12). Et mål med hoppetrening er å «trene opp pasientens evne til å produsere maksimal kraft under raske og uforutsette bevegelser» (s. 12). Vi antar at det som er «uforutsett» her er landingen, selv om vi ikke helt kan se hvordan denne kan være uforutsett med mindre det virker uforutsette ytre krefter på utøveren (noe det ikke gjør i den beskrevne treningen). Så vidt vi kan se gjøres det ikke noen klare avgrensninger mot de andre treningsformene under NMT-paraplyen, men det går frem at man opererer med større krefter enn i de tidligere stadiene av treningen.

Om vi nå oppsummerer det vi har funnet hitil i artikkelen, kan vi sette det opp omtrent slik:

- Nevromuskulær trening involverer både selve muskelarbeidet og nerveimpulsene som initierer dette.
- Nevromuskulær trening er noe annet enn styrketrening og idrettsspesifikk trening.

- Nevromuskulær trening trener ikke proprioseptorene fordi proprioepsjon er en bevisst funksjon, og dessuten er det den motoriske responsen som trenes, ikke evnen til å ta inn sensorisk informasjon.
- Nevromuskulær trening består av komponentene balansestrening, dynamisk leddstabiliseringstrening, perturbasjonstrening og hoppetrening.

NMT er altså en type trening som involverer både sensorisk og motorisk *aktivitet*, og hvor det stilles gradvis økende krav til utøveren i form av økte bevegelsesutslag og involverte krefter.

Etter denne, mer eller mindre oppklarende, gjennomgangen sitter vi imidlertid igjen med et viktig spørsmål. Er alt dette egentlig nytt? Hvorfor blir det presentert som en nyhet at nervesystemet deltar i kontroll av bevegelser, og kan det virkelig være nytt at styrketrening alene ikke er tilstrekkelig for å gjenopprette evnen til å stabilisere kneet når det utsettes for mer eller mindre forutsigbare krefter?

#### **Athletes have nerves!**

Kanskje kan en av årsakene til at NMT har blitt så aktuelt, være at det innen denne delen av litteraturen (idrettsmedisin) ikke har vært så stor fokus på nervesystemets rolle i kontroll og koordinasjon av bevegelser? Di Fabio (18) finner det for eksempel i en lederartikkel i *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy (JOSPT)* nødvendig å minne leserne om at «Athletes have nerves!» (s. 544). I samme nummer av tidsskriftet, et spesialnummer om nevro-muskulær kontroll og dynamisk stabilitet i kneet, sier Snyder-Mackler: «I was nearly 40 years old before I acknowledged the role of the central nervous system in controlling knee stability», og videre: «... I still have trouble with some of the words...» (19, s. 545).

Di Fabio (18) foreslår å se til andre fagfelt: «...look over the horizon and discover relevant scientific findings...» (s. 544), og dette kan kanskje være en god idé ettersom fortsettelsen er som følger: «We have only recently discovered that athletes have nerves. Now, the core of rehabilitation following knee injury has been forever changed by the literature in neurophysiology, neuromotor control, and motor learning» (s 544).

Selvsagt ligger det en god porsjon selviro-

<sup>3</sup> Vi velger å benytte det norske ordet perturbasjon, som ifølge Tanums store rettskrivningsordbok betyr «forstyrrelse»; dette er den samme betydningen som ordet perturbation har i internasjonal litteratur.

ni i slike utsagn, men bak selvironien ligger det også et alvorlig budskap til leserne. Vi tror det ville være en undervurdering av DiFabio og Snyder-Mackler dersom man valgte å ikke ta inn over seg det faktiske budskapet, som er at det er flere faktorer enn muskelstyrke som er viktige i slik opptrening, og at disse har fått alt for liten oppmerksomhet. For å si det med Kelso (20): «not only do muscles have to function in the proper sequence, but they have to operate at the right time» (s. 21). Innen NMT har man beskrevet stadiene i treningen, men det finnes ikke noen forklaringer begrunnet i relevant teori bak rekkefølgen eller progresjonen fra ett stadium til det neste. Vi skal forsøke å komme med en alternativ forklaring, basert på teorier fra «motor control» og «motor learning», slik DiFabio (18) etterlyser.

#### **(og svaret er...) Koordinasjon**

Vi vil påstå at det som man forsøker å etablere som nevro-muskulær kontroll, og som følgelig trenes ved NMT, allerede er innarbeidet som et begrep i litteraturen, nemlig *koordinasjon*. Begrepet koordinasjon har, på tross av at det ofte benyttes, fått en forholdsvis stemoderlig behandling innenfor mange fagfelt og omtales ofte uten noen klar definisjon som forteller hva man egentlig mener. Koordinasjonstrening omtales gjerne litt lettvtint som én *spesifikk* treningsform, og vi kan fortsatt finne litteratur som reduserer koordinasjon til en slags overordnet funksjon som kan testes ved hjelp av et par spesifikke tester som finger-nese test eller hæl-kne test (21).

#### **Definisjoner/Historie**

Innen andre fagfelt, som for eksempel bevegelsesvitenskap (Human Movement Science) (se 22), har begrepet koordinasjon en sentral plass og inngår som en komponent i alle bevegelser. Man skiller gjerne mellom begrepene «coordination», «control» og «skill» (23,24). Koordinasjon betyr da simpelthen «to bring parts into proper relation» (25, s. 939). For dem som ønsker å sette seg nærmere inn i begrepet koordinasjon, kan vi henvise til Turveys (25) klassiske artikkel «Coordination».

Spirduso (26) opererer med et begrep hun kaller «neuromuscular coordination», for øvrig et begrep vi husker Ihara og Nakayama (3) også benyttet. I motsetning til disse har Spirduso definert hva hun legger i begrepet, nemlig: «organizing and activating large and small muscles with the right amount of force in the most efficient sequence» (s. 215). Vi kan se at dette passer fint med Myklebust og

Risbergs definisjon av dynamisk stabilitet, nemlig «et funksjonelt og adekvat aktive-ringsmønster av de ulike muskelgruppene...» (1, s. 11).

Carpenter omtalte allerede i 1855 koordinasjon som følger: «The delicate gradations in the action of each individual muscle, and the harmonious combination of the whole...» (27, s. 20-21). Noe senere, i 1930, definerte Bernstein (28) koordinasjon som «organization of impulses to separate muscle groups in time and space directed at achieving a particular motor effect» (s. 4). Dette minner sannelig om definisjonene til både Spirduso (26) og Myklebust og Risberg (1), nevnt over. Bernstein (29) var for øvrig allerede på denne tiden klar over at nervesystemet hadde en viktig rolle i kontroll av bevegelser: «Thus, in the majority of complex human movements, controlled simultaneously by a whole bunch of motor areas within the central nervous system, peripheral nerves conduct very complex impulses which emerge as a result of the superposition of numerous central impulses of different origin» (s. 123).

### Bernsteins stadier i læring av (motoriske) ferdigheter

I Bernstein (30) finner vi en grundig gjennomgang av begrepet koordinasjon. Det er imidlertid viktig å merke seg at denne boken er skrevet over en periode på nesten 50 år, slik at årstallet for utgivelsen, 1967, er noe misvisende. Kapittelet hvor koordinasjon er behandlet spesielt, er skrevet i 1935. Bernstein var opptatt av evnen til å mestre de utallige frihetsgradene (mulighetene) i en bevegelse. For å kunne utføre kontrollerte bevegelser er man ifølge Bernstein nødt til først å eliminere eller *fryse ut* overflødige frihetsgrader. Bernstein formulerte tre stadier i motorisk læring: 1) fryse ut overflødige frihetsgrader, 2) gradvis frigjøring av frihetsgrader og 3) utnytte eksterne krefter. For en mer utfyllende forklaring av disse viser vi til Vereijken, van Emmerik, Whiting, & Newell (31).

Bernstein<sup>4</sup> (i Latash & Turvey, 32) forklarte begrepet også dynamisk stabilitet på en meget elegant måte: «When a limb segment or a whole limb deviates from a prescribed trajectory, this deviation immediately gives rise to reactive forces that push the limb back onto the invisible rails... Such movements can be called **dynamically stable**.» (s. 197).

Newell (23,33) følger opp Bernsteins tanker, og skiller mellom begrepene slik: «Koordinasjon er måten et individ organiserer sine frihetsgrader i koordinative strukturer slik at bare noen få frihetsgrader (free parameters) er tilgjengelige. Manipuleringen av

disse «free parameters» er det vi kaller (motorisk) kontroll. Om vi skal overføre dette til en treningssituasjon, vil altså koordinasjon (som beskrevet i bl.a 30,23,33,31) være forholdsvis synonymt med begrepet dynamisk stabilisering. Dette begrepet ble som vi husker oppgitt som en av fire treningstyper som sorterte under NMT (1,2). De tre andre (balansetrening, perturbasjonstrening, og hoppetrening) er etter vår oppfatning ikke prinsipielt forskjellige fra dynamisk leddstabilisering utover at bevegelsesutslag og krefter varierer. De er m.a.o. eksempler på koordinasjonstrening med ulik grad av kompleksitet.

Vi skal ikke gå i detalj om hvordan vi mener man skal gå frem for å drive koordinasjonstrening med ulik grad av kompleksitet, og hvordan man skal benytte variasjoner av kompleksiteten for å skape progresjon. Årsaken er at dette kan klinikerne fra før! De behøver bare å minnes om at et rehabiliteringsopplegg må inneholde en betydelig mengde koordinasjonstrening (jfr. «athletes have nerves»), kanskje på bekostning av en del av innholdet i tidligere opplegg. Her er vi altså enige med både Myklebust og Risberg (1,2), og med Di Fabio (18) og Snyder-Mackler (19). Vi tror imidlertid ikke at noen behøver å lære seg et helt system, som NMT. Vi vil heller argumentere (med Di Fabio) for at det som må oppdateres er kunnskaper om motorisk kontroll og læring. Med denne forståelsen på plass unngår man problemene med avgrensinger mellom de ulike stadiene i rehabiliteringsprosessen, som jo er en kontinuerlig prosess. Det er i tillegg lettere å se logikken i progresjonen. Dyktige klinikere kan benytte kunnskap de allerede innehar om systemene som skal koordineres (sensoriske og motoriske) sammen med prinsippene for progresjon, og på den måten lage sine egne treningsopplegg.

### Konklusjon

Det er ikke noe i de beskrivelsene som er gitt av NMT som indikerer at dette inneholder noe annet, eller nytt, i forhold til det som tidligere (lenge) har vært kjent innen motorisk kontroll; nærmere bestemt koordinasjon. Ved at en innfører nye begreper på områder der det finnes adekvate begreper fra før oppnår en stort sett ikke annet enn å skape forvirring. Spesielt gjelder dette om de nye begrepene ikke er klart definert eller logiske, slik at de blir vanskelige å forstå, og der de i tillegg følges av «lovnader» om effekter i klinisk arbeid, som gjør at dyktige klinikere

<sup>4</sup> Denne boken ble opprinnelig skrevet i 1940-årene, men ble ikke oversatt til engelsk før i 1996.

føler at de ikke strekker til uten å lære seg det «nye» konseptet.

### Epilog

Underveis i arbeidet med denne artikkelen kom vi i tidsskriftet *Physiotherapy Research International*, nærmest ved en tilfeldighet, over et «Letter» signert Margaret Yekutiel (34). Under overskriften «Proprioceptive deficit after ankle injuries» presenterer hun, til glede for oss som ikke har vært i faget så lenge, i korte trekk hovedinnholdet i et 40 år gammelt arbeid av Freeman m.fl. (35,36). Ved nærmere ettersyn så vi at Freeman allerede da var langt fremme i forhold til denne typen trening. Freeman var opptatt av at et ankeltraume ofte fører til problemer med sviktfølelse og nye traumer. Hans utgangspunkt var at traumer som var så kraftige at de skadet kollagene fibre i ligament og kapsel også ville skade nervefibrene fra leddnære sanseorganer (proprioseptorer).

Freeman knyttet to oppgaver til proprioseptorene; å bidra til vår bevisste oppfatning av leddenes stilling og bevegelse samt å initiere reflektoriske muskelkontraksjoner: «... the probable general effect of which is to stabilize the joint in the face of passive displacement» (35, s. 393).

Kort oppsummert var dette Freemans tanke- rekke:

Injury → traumatic deafferentiation → deranges the proprioceptive reflexes → muscles fail to contract in a qualitatively and quantitatively precise way in the face of passive displacement → the foot gives way because the muscles are «off their guard».

Freeman håpet at en ved å påvirke neurofysiologiske prosesser «might compensate for this sensory deficit» (35, s. 393). Dette prøvde han å oppnå gjennom å la pasientene gå gjennom et regime med det han kalte «coordination exercises». I dette regimet benyttet han ulike typer av balansebrett (ustabile i et eller flere plan, i ulike størrelser) og han beskriver en progresjon som er helt i tråd med Bernsteins modell; en gradvis økning i frihetsgrader og krefter hvor pasienten ender opp med å gjøre ulike typer av utfall (bl. a. kaste eller gripe ball) mens de balanserer med det skadete benet på det vanskeligste balansebrettet. For ordens skyld: Freeman beskriver gode resultater både i forhold til pasientenes opplevde stabilitet og evne til å holde balansen på det skadde beinet...

**Litteratur**

1. Myklebust G, Risberg MA. Fremre korsbåndsskader: Rehabilitering med hovedvekt på nevro-muskulær trening. *Norsk Idrettsmedisin* 2002; 17(3): 9-15.

2. Risberg MA, Myklebust G. Neuromuskulær trening som rehabilitering og forebygging – relatert til kneskader. *Fysioterapeuten* 2001; 68(2): 12-20.

3. Ihara H, Nakayama A. Dynamic joint control training for knee ligament injuries. *American Journal of Sports Medicine* 1986; 14: 309-315.

4. Cerulli G, Benoit DL, Caraffa A, Ponteggia F. Proprioceptive training and prevention of anterior cruciate ligament injuries in soccer. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 2001; 31: 655-660.

5. Lloyd DG. Rationale for training programs to reduce anterior cruciate ligament injuries in Australian football. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 2001; 31: 645-654.

6. Risberg MA, Mørk M, Krogstad Jenssen H, Holm I. Design and implementation of a neuromuscular training program following anterior cruciate ligament injury. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 2001; 31: 620-631.

7. Warren WH. Jr. The perception-action coupling. I: Bloch H, Bertenthal BI, red. *Sensory-motor organizations and development in infancy and childhood*. Dordrecht: Kluwer; 1990. s. 23-37.

8. Gibson JJ. The ecological approach to visual perception. Boston: Houghton Mifflin; 1979.

9. Riemann BL, Guskiewicz KM. Contribution of the peripheral somatosensory system to balance and postural equilibrium. I: Lephart SM, Fu FH, red. *Proprioception and neuromuscular control in joint stability*. Champaign, IL: Human Kinetics; 2000.

10. Hopkins B. Proprioception and/or kinesthesia. *Perceptual and Motor Skills* 1972; 34: 431-435.

11. Kelso JAS, Holt KG, Flatt AE. The role of proprioception in the perception and control of human movement. *Perception & Psychophysics* 1980; 28(1): 45-52.

12. Enoka RM. *Neuromechanical basis of kinesiology*. Champaign, Ill: Human Kinetics; 1988.

13. Fredericks CM. Basic sensory mechanisms and the somatosensory system. I: Fredericks CM, Saladin LK, red. *Pathophysiology of the motor systems: Principles and clinical presentations*. Philadelphia: F. A. Davis Company; 1996. s. 78-106.

14. Kreighbaum E, Bartheles KM. *Biomechanics. A qualitative approach for studying human movement*. Needham Heights, MA: Allyn & Bacon; 1996.

15. Lundy-Ekman L. *Neuroscience: fundamentals for rehabilitation* 2nd ed. Philadelphia: Saunders; 2002.

16. Thomas DP, Whitney RJ. Postural movements during normal standing in man. *Journal of Anatomy* 1959; 93: 524-539.

17. Berg K. Balance and its measure in the elderly: A review. *Physiotherapy Canada* 1989; 41: 240-246.

18. Di Fabio RP. Athletes have nerves! (editorial). *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 2001; 31: 544.

19. Snyder-Mackler L. Special issue on neuromuscular control and dynamic stability of the knee (preface). *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 2001; 31: 545.

20. Kelso JAS. Concepts and issues in human motor behavior: Coming to grips with the jargon. I: Kelso JAS, red. *Human motor behavior: An introduction*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates; 1982 s. 21-58.

21. Solberg AS. *Klinisk undersøkelse av nakkeskuldre*. Kristiansand: Høyskoleforlaget; 2002.

22. Pedersen AV, Oterhals G. *Bevegelsesvitenskapens historie og teorigrunnlag*. *Fysioterapeuten* 1999; 66 (3): 17-21.

23. Newell KM. Coordination, control and skill. I: Goodman D, Wilberg RB, Franks IM, red. *Differing perspectives in motor learning, memory, and control*. Amsterdam: North-Holland; 1985. s. 295-317.

24. Pedersen AV. *Motorisk kontroll*. I: Sigmundsson H, Haga M, red. *Motorikk og Samfunn: En samfunnsvitenskapelig tilnærming til motorisk atferd*. Oslo: Sebu Forlag; 2004. s. 41-64.

25. Turvey MT. Coordination. *American Psychologist* 1990; 45: 938-953.

26. Spirduso WW. Coordination and skill in complex movements. I: Spirduso WW, red. *Physical dimensions of aging*. Champaign, Ill: Human Kinetics; 1995. s. 215-245.

27. Carpenter WB. *Principles of mental physiology with their application to the training and discipline of the mind, and the study of its morbid conditions*. London: Kegan Paul, Trench, Trübner and Co.; 1993 (originalen publisert i 1855).

28. Bernstein NA (1930). Coordination of movements. I: Beek PJ, Meijer OG, red. *Spinal anticipation and cortical correction: Coordination of movements*. *Motor Control* 1999; 3: 2-8.

29. Bernstein NA. (1929). *Movements*. I: Feldman AG, Meijer OG, red. *Discovering the right questions in motor control: Movements*. *Motor Control* 1999; 3: 105-134.

30. Bernstein NA. *The coordination and regulation of movement*. Oxford: Pergamon; 1967.

31. Vereijken B, van Emmerik REA, Whiting HTA, Newell KM. Free(z)ing degrees of freedom in skill acquisition. *Journal of Motor Behavior* 1992; 24: 133-142.

32. Latash ML, Turvey MT, red. *Dexterity and its development: With On dexterity and its development by Nikolai A. Bernstein*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates; 1996.

Newell KM. Constraints on the development of coordination. I: Wade MG, Whiting HTA, red. *Motor development in children: Aspects of coordination and control*. Dordrecht: Martinus Nijhoff; 1986. s. 341-360.

33. Yekutieli M. Proprioceptive deficit after ankle injuries (letter). *Physiotherapy Research International* 2003; 8(4): 216.

34. Freeman MAR. Co-ordination exercises in the treatment of functional instability of the foot. *Physiotherapy* 1965; 393-395.

35. Freeman MAR, Dean MRE, Hanham IWF. The etiology and prevention of functional instability of the foot. *The Journal of Bone and Joint Surgery* 1965; 47B: 678-685.

**Abstract**

Much attention has in the recent years been given to the concept of neuromuscular training (NMT), and it has been argued that such training should replace traditional regimes in the rehabilitation of athletes with ruptures of the anterior cruciate ligament. The present paper argues that the concept of NMT is poorly defined, that the theoretical basis of the concept and the training is unclear, and that the training is not really new. An alternative explanation of NMT is proposed, based on the literature on motor control and motor learning. It is argued that what has been presented as NMT has long been known in this literature under the name of coordination, and that the training can be described as coordination training of gradually increased complexity. Key words: Neuromuscular training, motor control, motor learning, coordination

**ProMed® Norges ledende administrasjon- og journalsystem blant fysioterapeuter**  
for Windows

Ring oss for et godt 10 års jubileumstilbud!

ProMed tilbyr blant annet:

- ◆ Pasientregister ◆ Journal ◆ Dagbok
- ◆ Trygdeoppgjør ◆ Regnskap/Økonomi
- ◆ Kasse/resepsjonsmodul ◆ Akupunkturmodul

**P V F** Programvare forlaget AS  
Tlf 22 62 72 40 [www.pvf.no](http://www.pvf.no)