



# Explosiv styrketräning



DIETMAR SCHMIDT-  
BLEICHER

## 1. Klassificering av begrepp

Explosivitet eller "power" refererar här till det neuromuskulära systemets förmåga att producera den största möjliga impulsen över ett givet tidsintervall. Tidsintervallet beror på motståndet eller belastningen som idrottsutövaren har att arbeta mot samt karaktären på accelerationen. I några idrottsdiscipliner är det nödvändigt att övervinna motståndet med största möjliga kontraktionshastighet direkt från starten av rörelsen (kulstötning, spjutkastning, etc.). I andra grenar skall den maximala accelerationen vara fördröjd för att man skall nå högsta möjliga sluthastighet på redskapet, kroppsdelen eller hela kroppen.

### A. Koncentriska och isometriska aktioner

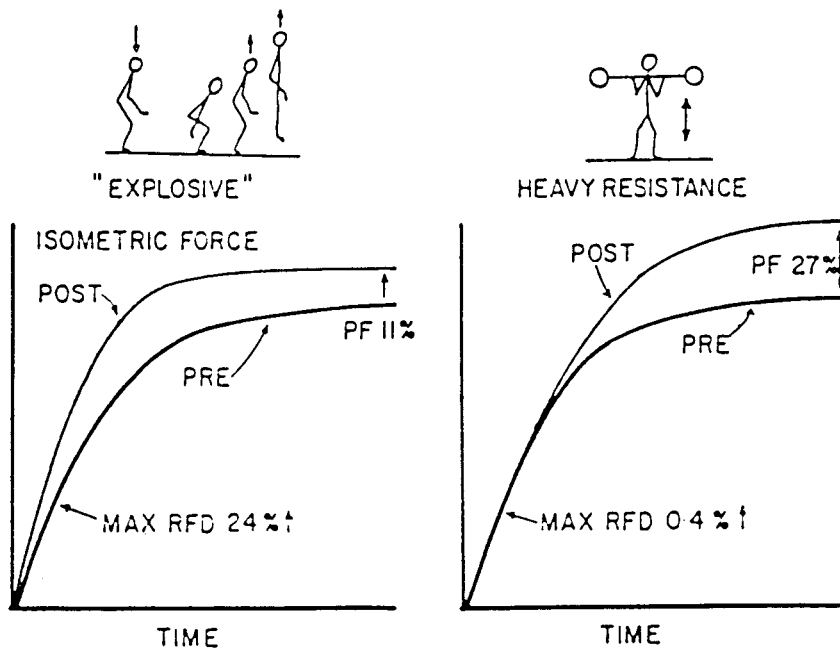
Det finns ett samband mellan isometrisk maximal styrka ( $F_{max}$ ) och rörelsehastighet. Den negativa korrelationen ökar från  $r=-.50$  vid belastningar på 2-3 kg upp till  $r=-.90$  med belastningar nära det individuella 1 RM (35). Detta resultat hänger ihop med att en viljemässig maximal isometrisk kontraktion är ett specialfall av koncentriska muskelaktioner, men har även andra viktiga implikationer. I de fall där den externa belastningen är låg minskar betydelsen av den maximala styrkan mer och mer och kraftökningshastigheten (rate of force development, RFD) blir den alltmer dominerande faktorn. Den maximala kraftökningshastigheten (MRFD) är identisk med termen "explosiv styrka" (7, 8, 41), vilken beskriver det neuromuskulära systemets förmåga att åstadkomma höga kontraktionshastigheter (jfr Fig. 1). MRFD har befunnits vara av samma storleksordning för belastningar som är högre än 25% av  $F_{max}$  (30). Ballistiska rörelser mot motstånd som är lägre än 25% av  $F_{max}$  bestäms

av den initiala RFDn (IRFD), dvs den initiala lutningen av kraft-tid-kurvan. Werschoschanskij och Tatjan (42) benämnde IRFD "startstyrka" (starting strength). IRFD är väsentlig i idrotter där stor initial hastighet är nödvändig för optimal prestation (t.ex. boxning, fäktning och karate).

Den totala kraftökningshastigheten (RFD) beror på rekryteringen av och fyrningsfrekvenserna (firing frequencies) hos de motoriska enheterna och de kontraktila egenskaperna hos de involverade muskelfibrerna. Om belastningen är låg dominerar IRFD, medan det, om belastningen är högre (såsom i kulstötning), fordras en hög MRFD. I de fall då belastningen är mycket hög, som i tyngdlyftning, är maximalstyrka den dominerande faktorn. Förutom belastningen kan också tiden för rörelsen väljas som kriterium för klassificering. För rörelser med en varaktighet på mindre än ca 200ms är IRFD och MRFD huvudfaktorerna, medan maximalstyrkan dominerar som avgörande faktor i rörelser som varar längre.

### B. Aktioner med förlängnings - förkortningscykler (stretch-shorting-cycle-type movements)

Förutom i koncentriska och isometriska kontraktioner genereras explosiva rörelser (powerful movements) i samband med reaktiva rörelser eller rörelser som involverar s.k. stretch-shortening-cykler (SSC). En SSC är inte bara en kombination av en eccentric och en koncentrisk rörelse. Dessutom är denna typ av muskelaktion en relativt oberoende motorisk kvalitet (4, 13, 22, 25). Det finns två olika typer av SSC, en lång- och en kortvarig. En långvarig SSC (exempelvis hopp till skott i basketboll, hopp till block i volleyboll) karaktäriseras av större vinkelrörelser i höft-, knä- och ankelleder och



**Figur 1.** Jämförelse av effekterna av "explosiv" hoppträning (vänstra diagrammet) och tung styrketräning med vikter på kraft-tidskurvan vid en maximal isometrisk kontraktion av knästräckarmuskulerna. Explosiv träning orsakade en relativt sett större ökning av maximal kraftökningshastigheten (MAX RFD) än av maximalstyrkan (peak force PF), medan den tunga styrketräningen resulterade i en stor ökning av PF utan påverkan på MAX RFD. (Figuren har lagts till den ursprungliga texten av översättaren. Den är tagen från ref. nr 34, som i sin tur baseras på data från ref. nr 16.)

av en varaktighet på mer än 200 ms. En kortvarig SSC (till exempel markkontaktfaserna i sprintlöpning, höjdhopp eller längdhopp) uppvisar bara små vinkelrörelser och varaktigheten är bara 100-200 ms (37). Den effekt (power) som produceras vid en kortvarig SSC baseras på en precis samverkan mellan flera mekanismer. Innan markkontakten aktiveras extensormuskulerna som en del av ett s.k. centralt neuronalt program (9). De därmed associerade korsbryggorna ansvarar för den s.k. "short range elastic stiffness", som inledningsvis under markkontakten minskar förlängningen av muskeln (10,11,12). Samtidigt bidrar segmentella sträckreflexer till att öka muskeltkraften (31) så att huvuddelen av den elastiska energin kan lagras i senorna hos de viktigaste bensträckarmuskulerna (15). Detta möjliggör en kraftfull acceleration ("push off") av kroppen, trots att den neuronala aktiveringen av dessa muskler i den påföljande koncentriska fasen är förhållandevis låg (23, 32).

Kvaliteten på effektproduktionen (power production) i en SSC är väsentligen beroende på innervationsmönstret och träningsstatusen på muskel-sen-systemet med avseende på dess kontraktile och elastiska egenskaper (40).

Vi kan nu göra en grov summering

och slå fast att maximal styrka och explosivitet (power) inte är distinkta enheter utan bär en inbördes hierarkisk relation till varandra. Maximal styrka är den basala kvaliteten som påverkar presterad "power" (power performance). Vid koncentriska kontraktioner avgörs vilken betydelse den maximala styrkan har av storleken på motståndet. I en SSC är korrelationen mellan maximal styrka och effektproduktion (power output) relativt låg.

## 2. Klassificering av träningsmetoder

### A. Tränings effekter

Den traditionella indelningen av styrketräningsmetoder baserades ursprungligen på den belastning som användes. Andra klassificeringar baserades på idrotterna ifråga, till exempel "tynglyftningsmetod" kontra "kroppsbbyggarmetod". Dessa klassificeringar används fortfarande av idrottsutövare, tränare och forskare, men de kan ge upphov till falska förväntningar som kommer från den felaktiga tron att "maximalstyrkemotoden" enbart ökar maximal styrka och att "hastighetsstyrkemotoden" bara ökar explosivitet (power). I verkligheten uppkommer svårigheter på grund av att man blandar ihop innehållet i och syftet med

träningemetoden.

I praktiska träningsomgångar är det en spridd uppfattning att styrketräning endast orsakar enzymatiska förändringar i muskeln, vilka slutligen leder till ökning av muskeltvärnsnittet. Baserat på detta upplevda "faktum", avråder man i flera idrotter, exempelvis handboll, fotboll, tennis, boxning och till och med i några fri-idrottsgrenar, från styrketräning eftersom en påföljande "oundviklig" ökning av muskelmassan och därmed kroppsvikten skulle motverka den önskade verkan, nämligen en ökning av explosiviteten (power). I detta sammanhang måste det påpekas att en ökning av maximal styrka alltid åtföljs av en ökning av relativ styrka (styrka per kg kroppsvikt) och därmed av förmågan att utveckla effekt (power). Detta har visat sig erfarenhetsmässigt, men också dokumenterats i studier som påvisat en imponerande explosivitet (power) hos tunga idrottsutövare i såväl stående vertikallöpp som i 30 m sprints.

Förutom via muskelhypertrofi (större fibrer) - och möjligen också muskelhyperplasi (fler fibrer)(1, 3, 26, 27, 33) - kan andra mekanismer bidra till att åstadkomma en ökning av maximal muskelstyrka och explosivitet (power). Adaptationer inom det centrala nervsystemet kan spela en viktig roll. Från de klassiska korsinverkningsstudierna av Buller och medarbetare (5, 6) och ett stort antal därpå följande studier vet vi att en muskels karaktäristiska muskelfibersammansättning beror på om och hur dess muskelfibrer aktiveras, via de motoriska nervcellerna i ryggmärgen. Man har också kunnat visa att nervmuskelsystemet reagerar på om träningsstimulit är snabbt eller långsamt. Longitudinella studier på människa har tydligt visat att det efter en period av högtintensiv styrketräning föreligger en klar förbättring i förmågan att snabbt mobilisera större neuronal aktivering ("innervation activities") (16, 24, 28, 35). Det antogs att anledningen till denna anpassning var en snabbare rekrytering av motoriska enheter och en ökning av fyrningsfrekvensen (antal aktionspotentialer per tidsenhet) hos de aktiverade motoriska enheterna (38).

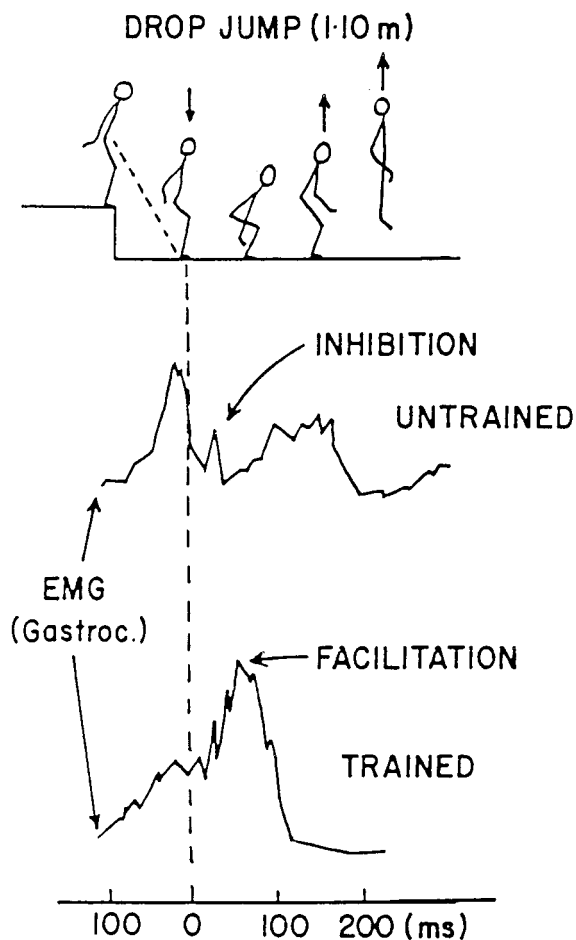
Förutom en ökad förmåga hos motoneuronen att tolerera högre aktiveringsfrekvenser finns också möjligheten att synkroniseringen av aktiveringen av enskilda motoriska enheter ökar med träning, så att en aktiveringspuls när ett större antal

muskelfibrer inom ett kortare tidsintervall (36). Resultatet av dessa anpassningar i innervationen kan ses i en avsevärd förbättring av RFD och följaktligen även i effekt(power)produktion.

Ytterligare ett sätt att öka explosivitet (power) är att förbättra koordinationen *inom* en muskel, s.k. "intramuskulär koordination". Med denna term avses relationen mellan exciteriska (retande, stimulerande) och inhibitoriska (hämmande) mekanismer inom en given muskel under en viss rörelse. Exempel på detta kan tas från aktiveringsmönstret till bensträckarmuskeln och det därmed sammanhängande kraft-tidssambandet under hoppövningar med ökande belastning i förlängningsfasen ("stretching loads"). Med ökande belastning ökar den initiala toppen i den vertikala reaktionskraften från underlaget och samtidigt minskar aktiveringen (mätt med ytelektromyografi) klart (14, 39).

Denna inhibition kan ses som ett överbelastningsfenomen som tjänar att reglera styvheten i muskel-senkomplexet under den initiala markkontakten. Alla försökspersonerna uppvisade denna inhibition, men den nedhoppshöjd vid vilken den först sågs varierade mellan de olika individerna. De bättre tränade personerna kunde motstå ökad belastning mycket bättre, medan sämre tränade individer uppvisade en inhibition redan vid nedhoppshöjder på 24-32 cm. Nedhoppsträning ("drop jump training") reducerade dessa inhibitionseffekter (Fig. 2). Slutsatsen blev därför att de inhibitoriska mekanismerna är en del i en dynamisk reaktion kopplad till den specifika prestationen och att de verkar fungera som ett skyddssystem (40).

Även en förbättrad koordination mellan muskler kan leda till en ökning i styrka och effekt(power)utveckling. En god intermuskulär koordination innebär en förmåga att få alla involverade muskler i en rörelse, såväl synergister som antagonister, att samverka så bra som möjligt med hänsyn till rörelsens syfte. En förbättring av effekt(power)utvecklingen genom mer optimal intermuskulär koordination är rörelsespecifik och därför bara i begränsad omfattning överförbar till en annan rörelse. Specifik styrketräning i praktiska sammanhang strävar huvudsakligen efter en optimering av intermuskulär koordination. Egentligen borde denna metod hänföras till koordinationsträning snarare än till träning av styrka eller explosivitet (power).



**Figur 2.** Elektromyografiska registreringar (EMG) från gastrocnemiusmuskeln (en ankelledssträckare) vid nedhoppsträning (drop jump) hos en otränad person (översta diagrammet) och en tränad hoppare. Under den eccentriciska fasen (omedelbart till höger om den streckade linjen vid tiden noll) uppvisar den otränade en nedgång i aktivitet ("inhibition") medan den tränade istället hade en ökning av aktiviteten ("facilitation"). Skillnaden mellan de två skulle kunna vara en neuronal anpassning till träning. (Figuren har lagts till den ursprungliga texten av översättaren. Den är tagen från ref. nr 34 och bygger på ref. nr 24.)

Erfarenheter från praktisk träning såväl som från longitudinella studier har lärt oss att muskelanpassningar med träning kräver lång tid, från flera månader till år, beroende på karaktär (kvalitativ eller kvantitativ) på den anpassning som eftersträvas. Å andra sidan kan man se mätbara anpassningar som utgör förstadier till muskelhypertrofi redan inom en ganska kort tidsperiod. Biomekaniska förändringar uppträder inom några få timmar och bestående förbättringar i maximal styrka och effekt (power) inom ett par veckor. Sådana relativt snabba förbättringar av styrkeprestationer kan, som nämnts, huvudsakligen tillskrivas en koordinativ inlärningseffekt, förbättrad intermuskulär koordination, samt neuronala anpassningar (34) som hjälper den individuella muskeln att uppnå en större kraftutveckling genom att motoriska enheter rekryteras snabbare, mera

samtidigt och/eller med en högre frekvens (16, 19, 38). Den dominerande faktorn som i det långa loppet leder till muskelhypertrofi är ökad produktion av kontraktila proteiner i muskeln (26).

De första träningsanpassningarna är alltid huvudsakligen av intermuskulär koordinativ natur och etableringen av de första tränings effekterna inträder efter ungefär två veckor – vid träning med fyra pass per vecka. Efter 6-8 veckor ses, med motsvarande träningsintensitet, omfattande kompensatoriska modifieringar, främst vad gäller effekt (power), till huvuddelen orsakade av neuronala anpassningar. Men bara ökning av muskelmassan möjliggör märkbara förbättringar i styrka och effekt(power)utveckling som består över en period av flera år. Praktisk erfarenhet liksom studier av Häkkinen och medarbetare (17, 18, 20) antyder att efter ca 9-12 veckors träning (beroende

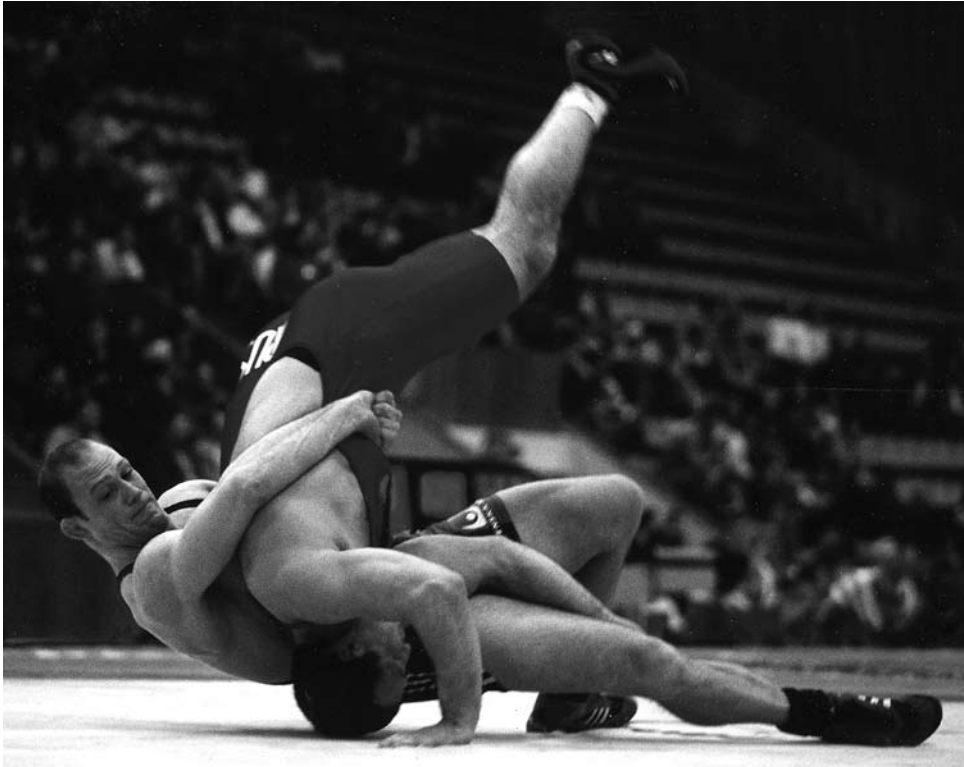


Foto: Arne Forsell

på typen av träning samt den tränandes träningsstatus, kön, etc.) sker det en dramatisk minskning av träningseffekten. Konsekvensen av detta blir att man därefter bör göra ändringar i typen av hypertrofiträning, alternativt lägga mer vikt vid träning som är inriktad på neuromuskulära anpassningar.

Vetenskapliga resultat av det slag som redovisats ovan samt praktiska erfarenheter utgör underlag för nedanstående grova klassificering och beskrivning av metoder för träning av styrka och explosivitet (power).

### B. Träningsmetoder för muskelhypertrofi

Träningseffekterna med dessa metoder över perioder med en varaktighet på högst 10-12 veckor med 4 sessioner per vecka består huvudsakligen av ökningar i muskelmassa tillsammans med mindre neuronala adaptationer och därmed sammanhängande ökningar i maximal styrka. Dessa metoder karaktäriseras av ett stort antal set och repetitioner med submaximala belastningar (60-80% av MVC där 100% MVC är lika med maximal viljemässig isometrisk styrka). Rörelserna kan ske snabbt eller långsamt och slutar i komplett uttröttning ("muscular failure"). Några av modellerna för hypertrofiträning kan se ut som följer:

A) Standardmetod I (konstant yttre

belastning): Med en belastning på 80% görs 3-5 set med 8-10 repetitioner, 3 min vila mellan seten.

B) Standardmetod II (progressivt ökande yttre belastning): Varje set innebär en ökande belastning och därmed ett minskande antal repetitioner; belastning från 70-90% i 4 set med 12, 10, 7 och 5 repetitioner och en viloperiod på 2 min mellan seten. Ofta kan inte den sista repetitionen i ett set utföras utan assistans. En träningspartner kan då hjälpa till så att det föreskrivna antalet repetitioner kan fullföljas.

C) Kroppsbyggarmetod I (stor volym): Denna "klassiska" typ av träning är mycket vanlig och syftar till att "tömma" muskulaturen med en belastning på 60-70%, 3-5 set med 15-20 repetitioner per set, viloperiod 2 minuter.

D) Kroppsbyggarmetod II (stor intensitet): Här söker man en selektiv "tömning" av främst snabba muskelfibrer; belastningen motsvarar 85-95% och utförs i 3-5 set à 8-5 repetitioner med 2 minuters vila mellan seten.

Båda kroppsbyggarmetoderna siktar på en total tömning av energidepåerna i muskulaturen. Det

erforderliga antalet repetitioner kan bara uppnås med assistans av en partner. Olika variationer i träningsstrategin kan tillgripas för att få ett långvarigt och intensivt träningsstimulus, såsom "forced repetitions", "negative repetitions", "supersets", "burns", "cheated repetitions" eller "pre-exhaustion principle".

E) Isokinetisk träning: Denna typ av träning kan bara utföras med hjälp av en speciell apparatur som ger ett motstånd som kontinuerligt anpassas till de variationer i styrkeutveckling som äger rum över rörelseomfånget så att rörelsehastigheten blir konstant. Vissa apparater tillåter bara koncentriska muskelaktioner, andra även eccentrica. All isokinetisk träning karaktäriseras av relativt lång varaktighet på träningsstimulit och en förhållandevis långsam rörelsehastighet. I idrotter som rodd, kanot och simning med "kvasi-isokinetiska" rörelser integreras ofta isokinetisk träning i träningsprogrammen. I andra idrotter, särskilt de som kräver stor explosivitet (power) bör isokinetisk träning begränsas till den allmänna uppbyggnadsfasen.

### C. Träningsmetoder för kraftökningshastighet (RFD)

Träningsmetoder av denna typ producerar neuromuskulära anpassningar plus relativt liten hypertrofi. Optimal adaptation kan ses efter en träningsperiod av 6-8 veckor med 4 sessioner per vecka. Metoderna ger en ökning av kraftökningshastigheten (rate of force development, RFD, jfr Fig. 1) och en förbättrad neuronal aktivering, tillsammans med ett effektivare utnyttjande av befintlig muskel, med en mindre ökning av muskelmassa och kroppsvikt.

Det typiska för dessa metoder är kortvariga extremt snabba kontraktioner mot nästan maximala belastningar eller i fallet eccentrica kontraktioner mot supramaximala belastningar. Svårigheter att förstå kravet på "extremt snabba kontraktioner mot stora motstånd" kan uppstå om man inte skiljer klart mellan kontraktionshastighet och rörelsehastighet. Av ovanstående följer att kontraktionshastigheten skall vara hög, medan rörelsehastigheten blir låg beroende på det stora motståndet. Dessa träningsmetoder betonar neuronal aktivering och skall därför, efter en grundlig uppvärmning, utföras i ett utvilat tillstånd med maximal insats i



varje kontraktion och en strävan att alltid göra rörelsen med största möjliga hastighet. RFD-träningssätt kan se ut som följer:

- A) Nära maximal koncentrisk träning: En metod med en ”smal” pyramid är den mest vanliga. I det sista setet gör man då ett försök att förbättra den hittills högsta prestationen och principen om progressiv belastning integreras i varje träningsenhet. En del tränare och aktiva föredrar en modell med 3 set med 3 repetitioner och en belastning på 90% i stället för en pyramid. Viloperioderna i alla RFD-metoderna bör vara minst 5 minuter för involverad muskulatur för att undvika trötthet. Andra muskelgrupper kan tränas under denna paus.
- B) Maximal koncentrisk träning (5 set med 1 repetition, viloperiod 5 minuter): Denna metod rekommenderas endast för vältränade idrottsutövare och infördes i träningsystem av bulgariska tyngdlyftare. I varje träningsenhet strävar man att förbättra prestationen. I tyngdlyftning är det lätt att under dessa premisser göra träningen tävlingsslik.
- C) Maximal eccentric träning: Belastningen i eccentric styrketräning måste vara supramaximal inom idrott till skillnad från inom rehabilitering, men den bör inte överstiga 150% av den maximala isometriska styrkan. Träningsspartners kan utnyttjas för att klara av belastningen i den koncentriska fasen vilket gör att man klarar sig utan speciella apparater. Den tränande måste i alla situationer ta i maximalt. I explosiva idrotter där rörelser tas ut till ett extremt läge (spjutkastning, handbollsskott, volleybollsmash, etc) bör man använda belastningar som bara är något större än 100% och alltid utföra övningarna med assistans för att undvika skador (3 set à 5 repetitioner och 5 minuters viloperiod).
- D) Koncentrisk-eccentric träning: Denna träningsmetod kombinerar fördelarna med maximal koncentrisk träning för att öka RFD med den höga kraftpåkänningen i maximala eccentrica kontraktioner. I övningar med skivstång innebär det att den i stort sett fritt fallande stången bromsas upp och sedan

accelereras uppåt igen inom en så kort tidsperiod som möjligt. Denna träningsform används ofta i övningar som bänkpress och ”clean pulls” genom att man eliminerar vilopausen inom en och samma repetition. Tyska manliga och kvinnliga höjdhoppare har använt denna träningsmetod med goda resultat. Denna träningsstyp skall ej förväxlas med den blandade eccentrica och koncentriska träningen som studerades av Kaneko och medarbetare (21).

#### D. Träningssätt för ”stretch-shortening-cycles” (SSC)

Som ovan nämnts finns det grundläggande skillnader mellan kortvariga och långvariga SSC, inte bara relaterade till bakomliggande faktorer utan också vad gäller inlärning och tränings effekt (2, 13, 40). Alla SSC-metoder siktar primärt på neuronala anpassningar. Därför bör de alltid utföras i utvilat tillstånd. Enklare övningar som enbens- och tvåbenshopp eller hopp på alternerande ben passar för nybörjare. Man bör vara försiktig med nedhoppsträning (”drop jumps”) för ovana eftersom risken för skada är betydligt större.

Tillägg av ytterligare vikter, även relativt lätta sådana, kan leda till en reduktion av den neuronala aktiviteten av bensträckarmuskulaturen och till att man blir trött i förtid. Också ur ortopedisk synvinkel finns det skäl att avhålla sig från belastning med extra vikter. Exempel på SSC-träningssätt:

- A) Vanligast är jämfotahopp med (a) självvald takt, (b) maximal frekvens eller (c) maximal höjd. I alla tre metoderna utförs 30 repetitioner i varje set med 5 minuters vila emellan. De tre metoderna kan kombineras i en träningsenhet eftersom de är lätta att utföra och inte kräver någon apparatur. Vid enbenshopp reducerar man antalet repetitioner per set till 10.
- B) Hoppsträning: Hopp där man alternerar mellan vänster och höger ben utförs i 3 set med 20 repetitioner i varje och 10 minuters vila mellan seten. Andra alternativ är ”triple” eller ”pentajumps” i 5 set à 10 repetitioner med 15 minuters pauser. I de senare fallen blir den totala hoppplängden ett mått på träningsprogression.

C) Den viktigaste SSC-metoden är nedhopp (”drop jumps”) med åtföljande upphopp (Fig. 2). Nedhoppsträning praktiseras i 3-5 set à 10-12 repetitioner, med 10 minuters intervaller mellan seten. Nedhoppshöjden (man hoppar exempelvis från en låda) är individuell och skall anpassas så att hämlarna inte berör underlaget i kontaktfasen. Detta garanterar en individuell belastning som kan göras progressiv. Effekterna av nedhoppsträning blir mindre om kontaktfasen blir för lång eller för kort. En användbar instruktion är att man skall låtsas att man landar på en het platta och därför reagera så snabbt som möjligt. Den önskade tränings effekten motverkas ifall man använder ett underlag som är eftergivligt, t.ex. en mjuk matta.

#### 3. Praktiska träningsrekommendationer

Oavsett vilken träningsmetod som används måste tränaren och den aktive föra bok över antalet träningspass, intensiteten, antalet set och repetitioner, så att träningsresultatet kan preciseras exakt i förhållande till de uppsatta målen. Att bara ange träningsvolymen i antal ton utan att identifiera andra träningskaraktäristika är meningslöst. En arbetare som exempelvis lyfter 2 kg 2000 gånger om dagen skulle prestera totalt 20 ton per vecka, men utan någon styrketräningseffekt alls. Detta kräver högre intensitet och helst en progressiv ökning av densamma. Efter varje träningsenhet eller efter varje träningsvecka måste den maximala styrkekapaciteten bestämmas och en ny relativ belastning räknas fram. Om inte denna princip följs kommer träningsförbättringen snart att stagnera.

En annan princip är att träningsövningarna bör göras lika tävlingrörelserna. Rörelseutslag och rörelseriktning bör vara så lika som möjligt. Skillnaden mellan tävlingrörelsen och träningsrörelsen måste vara minimal, så att största möjliga överföringseffekt kan uppnås. Denna princip får ökande giltighet allt eftersom styrketräningen övergår från att vara allmänt uppbyggande till att bli mer specifik. Ett vanligt misstag är att utelämnat inslag av styrketräning under tävlingsperioden. Detta gör att det blir svårt att utföra den tekniska träningen optimalt eftersom man förlorar de grundstyrkekvantiteter som man tidigare byggt upp. För att bibehålla styrka och explosivitet (power) under tävlingsperioden bör två



styrkepass per vecka ingå även under denna period. För att nå den absolut högsta prestationsförmågan bör man inte sluta med den reguljära träningen förrän 5-6 dagar innan tävling. Genom att på ett sofistikerat sätt använda makro- och mikrocykler kan man åstadkomma relativa toppar för ”träningstävlingar”, men man måste inse att absoluta toppar kan man bara nå ett par gånger per säsong.

Parallellt med att man ökar antalet träningspass med styrke- och effekt(power)träning bör man också öka inslaget av ”lengthening gymnastics”, stretching och liknande skadeförebyggande övningar i slutet av varje sådant träningspass.

Förhoppningsvis kan tränare och aktiva använda ovanstående beskrivning och rekommendationer av träningsmetoder för att tillsammans utveckla konkreta träningsprocedurer som innebär en mer ekonomisk och effektiv träning.

#### 4. References

- Appell, H. (1983) Mechanismen und Grenzen des Muskelwachstums. *Köln Beiträge zur Sportwissenschaft, Jahrbuch der Deutschen Sporthochschule Köln* 1983, 7-18
- Bauersfeld, M. (1989) Charakteristik der Schnelligkeit und deren Trainierbarkeit im Prozeß der sportlichen Vervollkommnung. *Wissenschaftliche Zeitschrift der Deutschen Hochschule für Körperkultur-Leipzig* 30, 36-48
- Bischoff, R. (1979) Tissue culture studies on the origin of myogenic cells during muscle regeneration in the rat. In A. Mauro (ed) *Muscle Regeneration*, pp. 13-30. Raven Press, New York
- Bosco, C. (1982) Stretch-shortening cycle in skeletal muscle function. *Studies in Sport, Physical Education and Health* 15, University of Jyväskylä, Jyväskylä
- Buller, A., Eccles, C. & Eccles, R. (1960) a) Differentiation of fast and slow muscles in the cat hind limb. *Journal of Physiology* 150, 399-416
- Buller, A., Eccles, C. & Eccles, R. (1960) b) Interaction between motoneurons and muscles in respect of the characteristic speeds of their responses. *Journal of Physiology* 150, 417-439
- Bührle, M. (ed) (1985) *Grundlagen des Maximal- und Schnellkrafttrainings*. Hofmann, Schorndorf
- Bührle, M. & Schmidtbleicher, D. (1981) Komponenten der Maximal und Schnellkraft - Versuch einer Neustrukturierung auf der Basis empirischer Ergebnisse. *Sportwissenschaft* 11, 11-27
- Dietz, V. Noth, J. & Schmidtbleicher, D. (1981) Interaction between pre-activity and stretch reflex in human triceps brachii during landing from forward falls. *Journal of Physiology* 311, 113-125
- Flitney, F. & Hirst, D. (1978a) Cross-bridge detachment and sarcomere “give” during stretch of active frog’s muscle. *Journal of Physiology* 276, 449-465
- Flitney, F. & Hirst, D. (1978b) Filament sliding and energy absorbed by the cross-bridges in active muscle subjected to cyclical length changes. *Journal of Physiology* 276, 467-479
- Ford, C. Huxley, A. & Simmons, E. (1981) The relation between stiffness and filament overlap in stimulated frog muscle fibres. *Journal of Physiology* 311, 219-249
- Gollhofer, A. (1987) Komponenten der Schnellkraftleistung im Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus. *Sport Fitness Training, Erlensee*
- Gollhofer, A. & Schmidtbleicher, D. (1988) muscle activation patterns of human leg extensors and force-time characteristics in jumping exercises under increased stretching loads. In: G. de Groot, A. Hollander, P. Huijting G. van Ingen Schenau (eds) *Biomechanics XI A*, pp. 143-147. Free University Press, Amsterdam
- Gollhofer, A., Schmidtbleicher, D. & Dietz, V. (1984) Regulation of muscle stiffness in human locomotion. *International Journal of Sportsmedicine* 5, 19-22
- Häkkinen, K. (1986) Training and detraining adaptations in electromyography, muscle fibre and force production characteristics of human leg extensor muscle with special reference to prolonged heavy resistance and explosive type strength training. *Studies in Sport, Physical Education and Health. University of Jyväskylä, Jyväskylä*
- Häkkinen, K. (1989) Neuromuscular and hormonal adaptations during strength and, power training. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 29, 9-25
- Häkkinen, K. & Keskinen, K. (1989) Muscle cross-sectional area and voluntary force production characteristics in elite strength and endurance - trained athletes and sprinters. *European Journal of Applied Physiology* 59, 215-220
- Häkkinen, K. & Komi, P. (1983) Electromyographic changes during strength training and detraining. *Medicine and, Science in Sports and Exercise* 15, 455-460
- Häkkinen, K., Pakarinen, A., Alén, M., Kauhane, H. & Komi, P. (1988) Neuromuscular and hormonal adaptations in athletes to strength training in two years. *Journal of Applied Physiology* 65, 2406-2412
- Kaneko, M., Komi, P., & Aura, O. (1984) Mechanical efficiency of concentric and eccentric exercises performed with medium to fast contraction rates. *Scandinavian Journal of Sports Sciences* 6, 15-20
- Komi, P. (1984) Physiological and biomechanical correlates of muscle function: Effects of muscle structure and stretch-shortening cycle on force and speed. In: R. Terjung (ed) *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 12 pp. 81-121, The Collamore Press, Lexington
- Komi, P. (1985) Dehnungs- Verkürzungs-Zyklus bei Bewegungen mit sportlicher Leistung. In: M. Bührle (ed) *Grundlagen des Maximal- und Schnellkrafttrainings*, pp 254-270, Hofmann, Schorndorf
- Komi, P. (1986) The stretch-shortening cycle and human power output. In: L. Jones, N. McCartney & A. McComas (eds) *Human Muscle Power*, pp 27-42. Human Kinetics, Champaign
- Komi, P. & Bosco, C. (1978) Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men and woman. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 10, 261-265
- McDougall, J. (1986) Morphological changes in human skeletal muscle following strength training and immobilization. In: L. Jones, N. McCartney & A. McComas (eds) *Human Muscle Power*, pp 269-284, Human Kinetics, Champaign
- Mauro, A. (ed) (1979) *Muscle regeneration*. Raven Press, New York
- Moritani, T. & de Vries, H. (1979) Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain. *American Journal of Physical Medicine* 58, 115-130
- Müller, K. (1983) *Kraftdiagnose - Programmpaket Universität Freiburg*, Freiburg
- Müller, K. (1987) *Statische und dynamische Muskelkraft*. Deutsch, Frankfurt/M. Thun
- Nichols, T. & Houk, J. (1976) Improvements in linearity and regulation of stiffness that results from action of stretch reflex. *Journal of Neurophysiology* 39, 119-142
- Noth, J. (1985) *Neurophysiologische Aspekte der Muskelelastizität* In: M. Bührle (ed) *Grundlagen des Maximal- und Schnellkrafttrainings*, pp 238-253, Hofmann, Schorndorf
- Ontell, M. (1979) The source of “new” muscle fibers in neonatal muscle. In: A. Mauro (ed) *Muscle regeneration* pp 137-146, Raven Press, New York
- Sale, D. (1988) Neural adaptation to resistance training. *Medicine and Science in Sport and Exercise* 20, S135-S145
- Schmidtbleicher, D. (1980) *Maximalkraft und Bewegungsschnelligkeit*. Limpert, Bad Homburg
- Schmidtbleicher, D. (1984) *Sportliches Krafttraining und motorische Grundlagenforschung*, In: W. Berger, V. Dietz, A. Hufschmidt, R. Jung, K. Mauritz, & D. Schmidtbleicher (eds) *Haltung und Bewegung beim Menschen*, pp 155-188 Springer, Berlin Heidelberg New York Tokyo
- Schmidtbleicher, D. (1986) *Neurophysiologische Aspekte des Sprungkrafttrainings*. In: K. Carl, J. Schiffer (eds) *Zur Praxis des Sprungkrafttrainings*. pp. 56-72, Bundesinstitut für Sportwissenschaft, Köln
- Schmidtbleicher, D. & Bührle, M. (1987) Neuronal adaptation and increase of cross-sectional area studying different strength training methods. In: B. Jonsson (ed) *Biomechanics X B*, pp 615-620. Human Kinetics, Champaign
- Schmidtbleicher, D. & Gollhofer, A. (1982) Neuromuskuläre Untersuchungen zur Bestimmung individueller Belastungsgrößen für ein Tiefsprungtraining. *Leistungssport* 12, 298-307
- Schmidtbleicher, D., Gollhofer, A. & Frick, U. (1988) Effects of a stretch-shortening typed training on the performance capability and innervation characteristics of leg extensor muscles. In: G. de Groot, A. Hollander, P. Huijting 9G. van Ingen Schenau (eds) *Biomechanics XI A* pp 185-189
- Werchoschanskij, J. (1972) *Modernes Krafttraining im Sport*. In: P. Adam J. Werchoschanskij (eds) *Trainerbibliothek Bd. 4*, pp. 37-148. Bartels Wernitz, Berlin
- Werchoschanskij, J. & Tatjan, W. (1975) *Komponenten und funktionelle Struktur der Explosivkraft des Menschen*. *Leistungssport*, 25-31