

1. SNABBHET - betydelsefull faktor bakom många idrottsprestationer

Många av friidrottens grenar, av vilka sprinterlöpning behandlas i senare kapitel, utgör snabbheten den kanske viktigaste egenskapen att utveckla. Ett bra exempel på en klassisk snabbhetsgren är längdhopp (fig. 1).

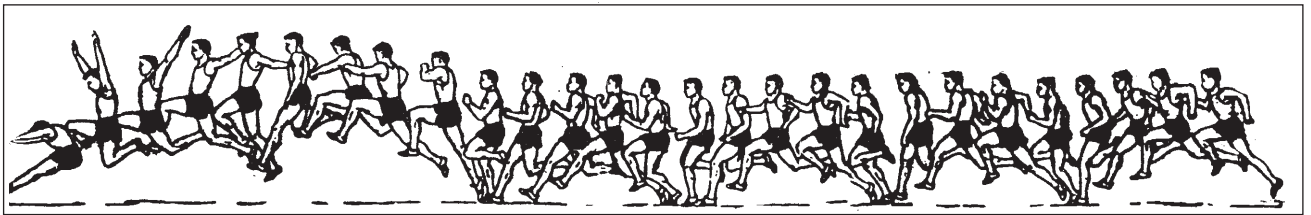


Fig. 1 I längdhopp har snabbhet stor betydelse för resultatet

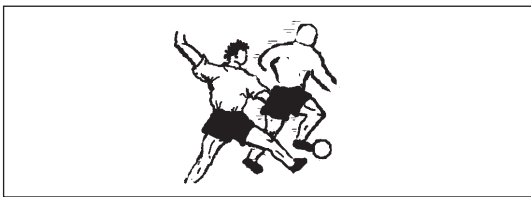


Fig.2 Fotbollspelarens accelererande "ryck", exempel på snabbhet inom bollspel.

Snabbhet i många bollsporter kan vara av direkt avgörande betydelse t.ex. fotbollspelarens accelererande "ryck" (fig 2), målvaktens "reflexräddning", tennisspelarens "bollrusch" m.m.

En mängd olika faktorer samverkar till en idrottsprestation. En sammanställning över viktiga faktorer, som brukar krävas visas i fig. 3.

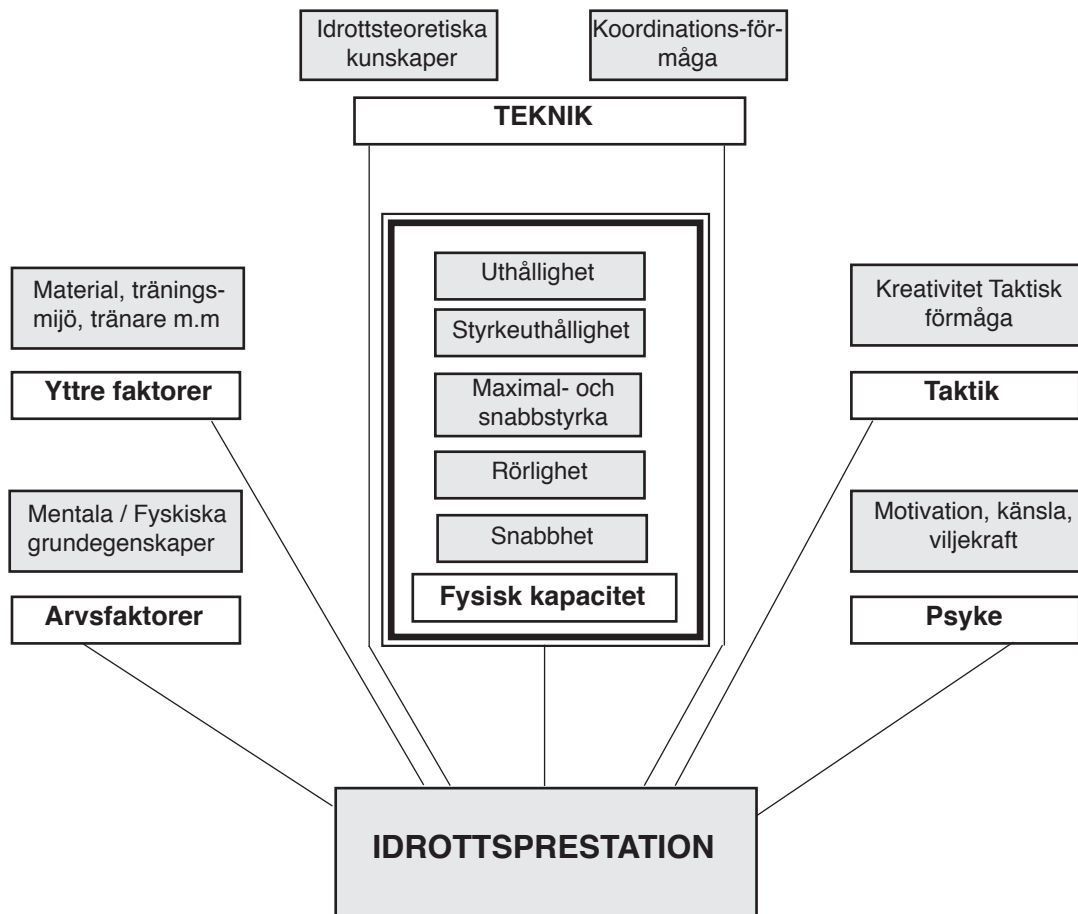


Fig. 3 Olika faktorer samverkar till en idrottsprestation

(Modif. efter Grosser/Ehlenz/Zimmermann, -91, 12)

2. OLIKA FORMER AV SNABBHET

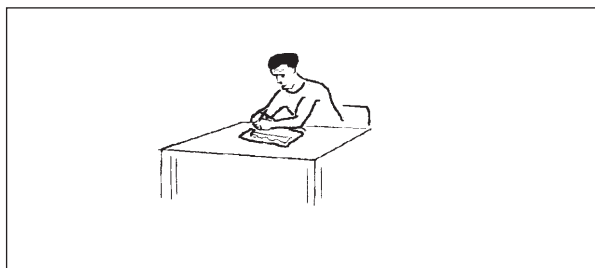


Fig. 4 Analysera och planera träningen

Man kan särskilja olika snabbhetsformer, vilket kan ge tränare bättre möjlighet att analysera och planera träningen. En s.k. kapacitets- och kravanalys ger svar på:

- Vilken kapacitet har idrottsutövaren uppnått i de former av snabbhet som krävs för aktuella idrott.
- Vilka krav på snabbhet behövs för att nå uppsatta mål

Vi skall nu definiera och med hjälp av bilder beskriva de olika snabbhetsformerna. Man skiljer då på **elementär** ("ren") och **komplex** snabbhet.

Snabbhetsform	Typ
Aktionssnabbhet Reaktionssnabbhet Elementär Frekvenssnabbhet	Elementär
Snabbstyrka (Styrkesnabbhet) Snabbstyrkeuthållighet Snabbuthållighet, maximal Snabbuthållighet, submaximal	Komplex

2.1 Elementär snabbhet

De elementära snabbhetsformerna aktions-, reaktions- och frekvenssnabbhet är beroende av: ¹⁾

- Nervsystemets funktion
- Ärftliga faktorer, t.ex muskelfiberfördelning

Definitioner och exempel:

Aktionssnabbhet

Förmågan att med litet motstånd åstadkomma snabbast möjliga engångsrörelser kallas **aktionssnabbhet**.

Exempel: Fäktning, snabbt bollskott / passning.

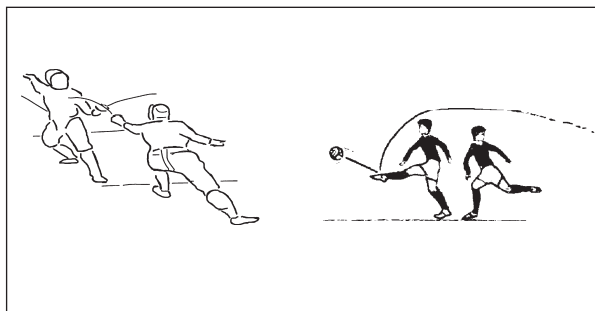


Fig. 5 Aktionssnabbhet

Reaktionssnabbhet

Med **reaktionssnabbhet** menar man förmågan att reagera så snabbt som möjligt på en "retning" dvs. rörelse, signal m.m.

Exempel: Sprinterstart med startskott, målvakts-"reflex-räddning".

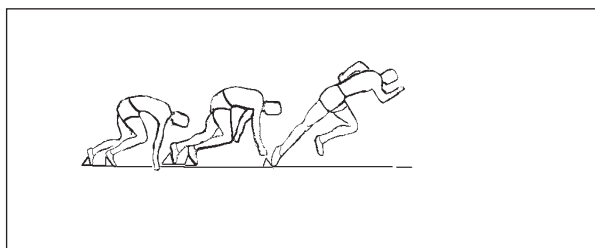


Fig. 6 Reaktionssnabbhet

¹⁾ Bearb. ur Grosser -91,16-17

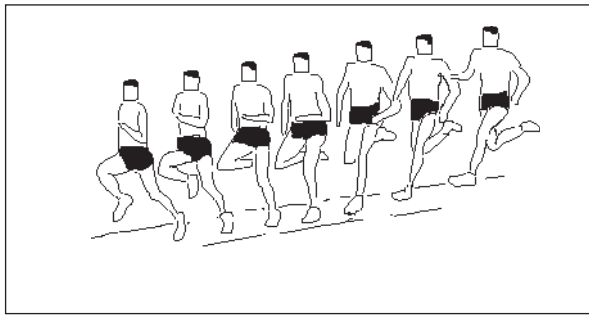


Fig. 7 Frekvenssnabbhet

2.2 Komplex snabbhet

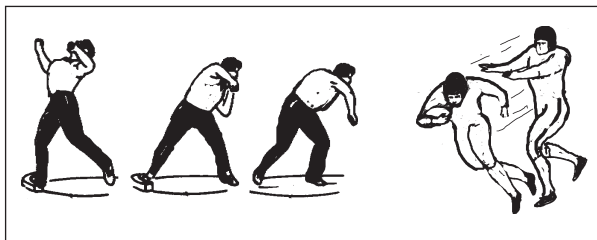


Fig. 8 Snabbstyrka (Styrkesnabbhet)

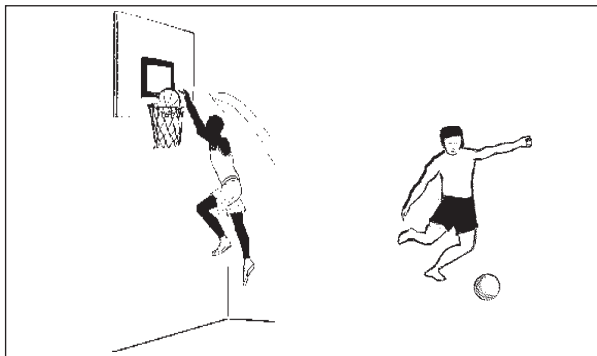


Fig. 9 Snabbstyrkeuthållighet

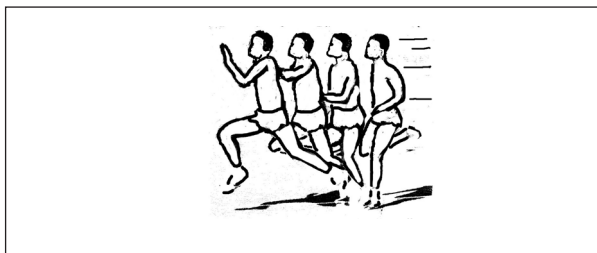


Fig. 10 Snabbhetsuthållighet, maximal

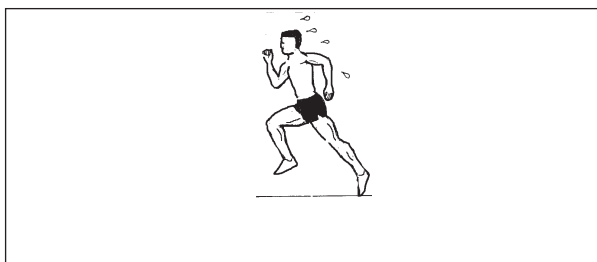


Fig. 11 Snabbhetsuthållighet, submaximal

Frekvenssnabbhet

Då vi utför upprepande rörelser med lätt motstånd på kortast möjliga tid.

Exempel: “flygande sprints” med maximal löphastighet, “snabbskipping” (snabba knälyft), snabb boll dribbling.

Den komplexa snabbheten, som vi skall beskriva i det följande, kan man i hög grad förbättra genom träning.¹⁾

Snabbstyrka (Styrkesnabbhet)

Med **snabbstyrka** menar man förmågan att på kortast tid uppnå högsta möjliga kraft och hastighet på ett relativt stort motstånd.

Exempel: Kulstötning, startsnabbhet

Snabbstyrkeuthållighet

Vid upprepade rörelser med maximal kontraktionshastighet och högt motstånd uppstår trötthet. Vid t.ex. intensiva bollspel med upprepade accelerationer behöver man **snabbstyrkeuthållighet**.

Exempel: Basketboll, fotboll m.m

Snabbhetsuthållighet, maximal

Vid t.ex. sprint med maximal hastighet gäller under 6-8 sek frekvenssnabbhet och därefter upp till 20sek **snabbhetsuthållighet, maximal**.

Exempel: Sprinterlöpning 100 - 200m

Snabbhetsuthållighet, submaximal

För att bibehålla hög rörelsehastighet 20 - 120sek krävs förmåga att arbeta under hög mjölktsyrapåfrestning. Detta kallas **snabbhetsuthållighet, submaximal**.

Exempel: Sprinterlöpning 400-800m

1) Bearb. ur Grosser -91,18

3. SNABBHET - MUSKELSTYRKA



Fig. 12 Styrketräning för snabbhet,

3.1 Muskelstyrka, biologiska grunder

Muskulatur

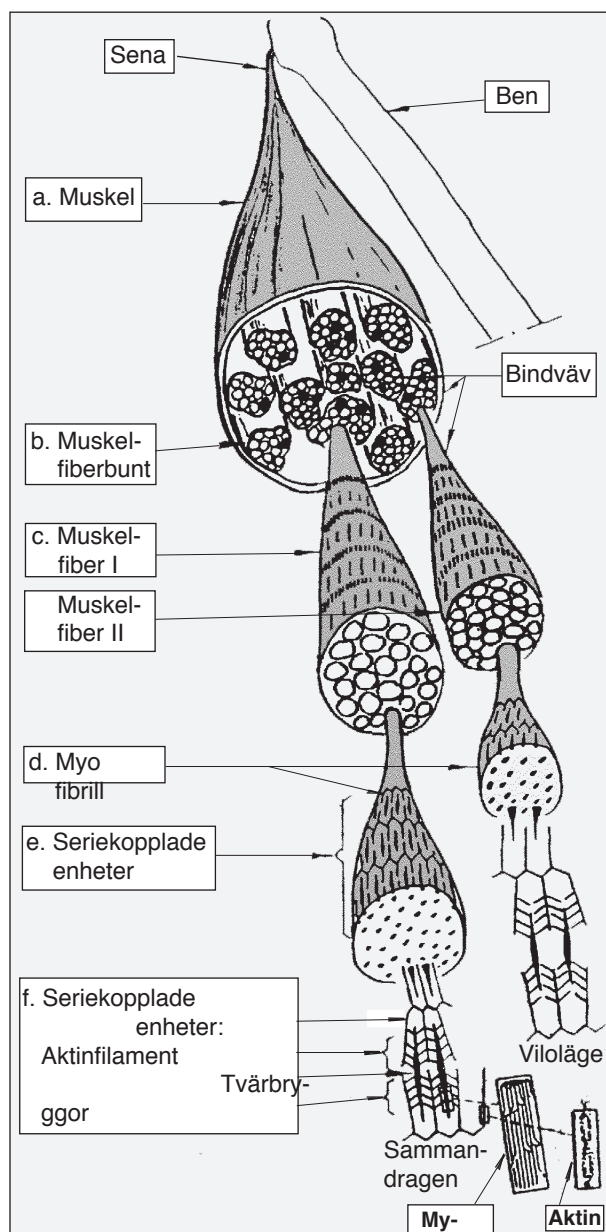


Fig. 13 Schematisk bild av muskelns uppbyggnad och funktion
c- f : Muskelfiber (I) sammandragen (kontraherad)
Muskelfiber (II) i viloläge

Snabbhet är i hög grad beroende av muskelstyrka. Friidrottens OS-guldmedaljörer Carl Lewis, Mike Marsh, m.fl. har alla ägnat stor del av sin träning i styrkelokalen för att bygga upp, först en allmän grundstyrka och senare mer och mer specifik muskelstyrka för sin idrottsgren. För snabbhetsberoende bollsporter, t.ex. amerikansk fotboll, basketboll, ishockey, fotboll, handboll, används styrketräning som en viktig komponent i den fysiska uppbyggnaden. I det följande kommer såväl biologiska som mekaniska grunder för muskelstyrka att behandlas. Detta samt olika styrkebegrepp, träningsprinciper, planering, övningsförråd och styrkeprogram kan läsas som en separat del (kap. 3).

Vi börjar med att beskriva muskelstyrka biologiskt, dvs. det komplicerade nerv- och muskelsystemets*) uppbyggnad och funktion.

Muskels uppbyggnad.

Med hjälp av fig. 13 skall vi studera muskelns uppbyggnad i detalj. Muskeln (a) består av buntar av långsmala celler (fibrer), **muskelfiberbuntar** (b). **Muskelfibern** (c) består i sin tur av s.k. **myofibriller** (d).

Bindväv omger såväl fiberbuntar och enskilda fibrer, som hela muskeln. I muskeländarna samlas bindväven och övergår i starka senor, som fäster i benet.

I ett mikroskop ser man myofibrillen karakteristiskt tvärstrimmig. Den består av seriekopplade enheter (e)**) vars sinnrika konstruktioner möjliggör en muskelsammandragning (muskelkontraktion). Enheterna är uppbyggda av två olika proteiner (f) med sammandragande egenskaper:

Aktin- och Myosinfilament

Vid en muskelkontraktion glider myosin- och aktinfilamenten in i varandra, varvid varje enhet och därmed hela muskelfibern sammandrages (förkortas). Mekanismen bakom detta är bildningen av s.k. **tvärbryggor** (f) mellan filamenten. Då tvärbryggorna kopplas, "dras" filamenten in i varandra. På så sätt skapas en muskelsammandragning och kraft.

Fig. 13c-f visar dels en sammandragen (kontraherad) muskelfiber (I), dels en fiber (II) i viloläge.

*) Neuromuskulära systemet

***) Sarkomerer

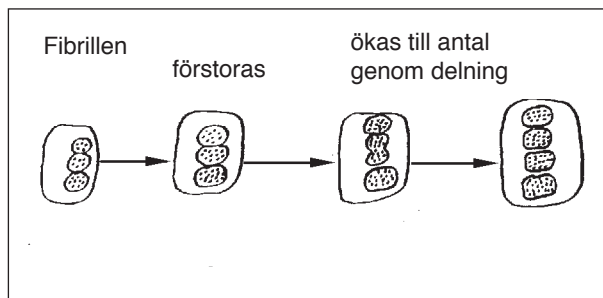


Fig. 14 Muskelfibrillens tillväxt (schematisk skiss).
Då fibrillen tillväxer efter träning ökar muskeln i volym och styrka.

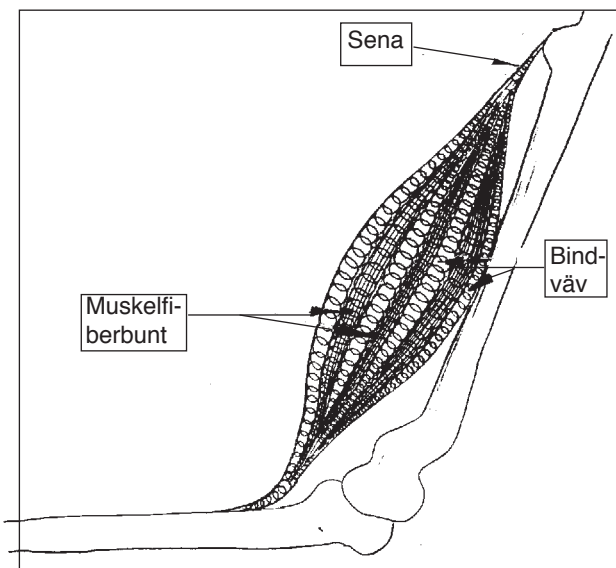


Fig. 15 Elastisk muskel (schematisk skiss)

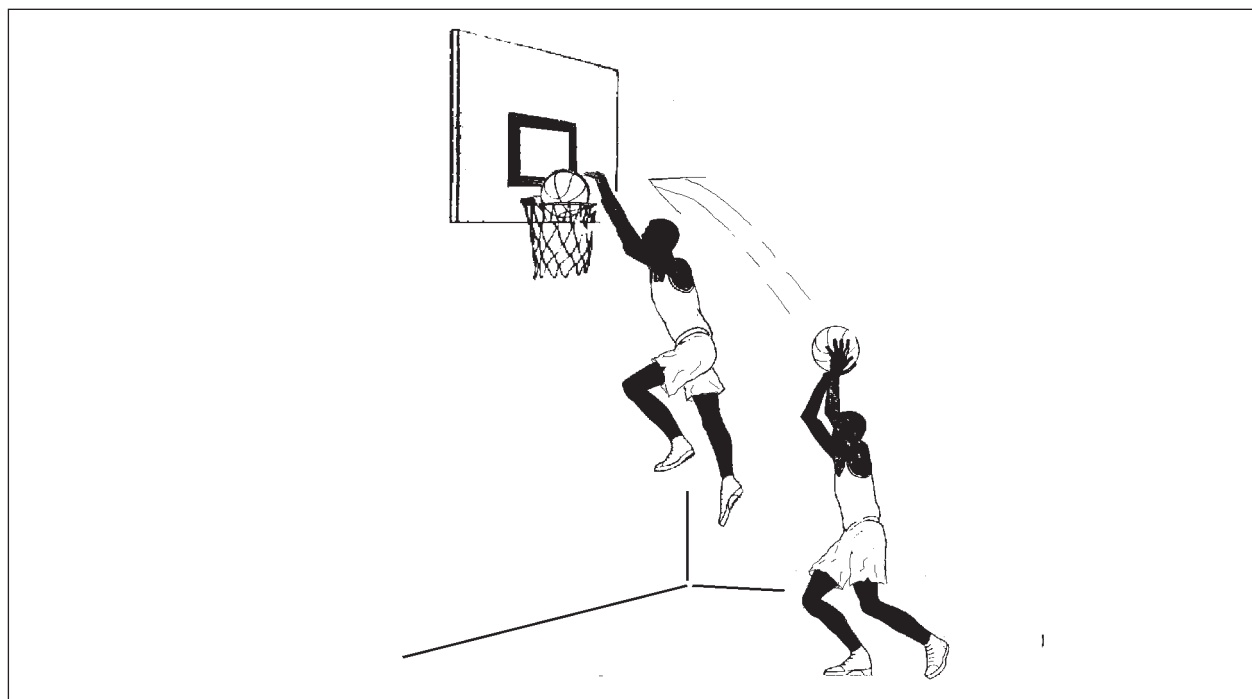


Fig. 16 Hoppspänst
(Modif. ur IPC Stora Sportlexikon 1975,126)

Vid styrketräning stimuleras till ökad bildning av sammandragande^{*)} protein. Muskeln tillväxer då i volym och kan därmed utveckla större kraft. Volymökningen sker genom att fibrillen förstoras, ev. förlängs och ökas till antal (genom delning). Se fig. 14.

Muskelnns elastiska egenskaper

Tidigare talade vi om att muskelnns tillväxt i volym (tvärsnittsarea) vid träning ökade styrkan. Denna beror dock på många viktiga faktorer. En sådan är muskelnns **elastiska egenskaper**.

Senor och bindväv samt ev. muskeltrådens filament fungerar som "gummiband". Detta ger ett krafttillskott t.ex. i snabba rörelser, sprint, hopp m.m., men även i lätt muskelaktivitet som gång (speciellt i nedförslut) eller jogging. Faktiskt är det så att i nästan alla våra dagliga rörelser fungerar musklerna med en viss elasticitet.

Fig. 15 visar schematiskt muskelnns funktion som elastiskt "fjädrande". I snabba moment, t.ex. markkontakten ("stödfasen") i ett sprintersteg, bidrar muskelnns elastiska egenskap med en avsevärd kraft^{*)} Denna egenskap skall vi i flera senare avsnitt behandla och mer ingående förklara. Den ingår även som viktig del i träningen (se sid 30) för snabbhet och här använder vi oftast begreppet **hoppstyrka** eller **hoppspänst**.^{**)}

^{*)} Kallas även reaktiv muskelspänningsförmåga (**reaktiv styrka**).

^{**)} I träningslitteraturen förekommer uttrycket plyometrisk träning.

Muskels fibertyper

Muskeln har två olika fibertyper:

Långsamma **Snabba**
Typ I **Typ IIa alt IIb**

Följande tabell sammanfattar fibertypernas karakteristiska egenskaper

Fibertyp	Uthållighet	Kontraktionshastighet	Förmåga att snabbt nå maxkraft	Medeltvärnsnittsytta (Volym)	Förbränningsförmåga			Enzymaktivitet vid anaerob energiproduktion ³⁾
					Mitokondrietäthet	Kapillärtäthet	Enzymaktivitet i mitokondrier ¹⁾²⁾	
I	***	*	*	*	***	***	***	*
IIa	**	***	**	**	*	*	**	***
IIb	*	***	***	***	*	*	*	***

Tabellen visar fibertypernas karakteristiska egenskaper. Varje människa har ärvt en viss fördelning av dessa. Kanske har en av 20 000 individer den muskulatur som krävs för att bli en sprinter av världsklass, maratonlöpare osv. Eller spelar arvet mindre roll än vi tror (M.Sjöström -85, M. Esbjörnsson -93, se ref.litt.)?

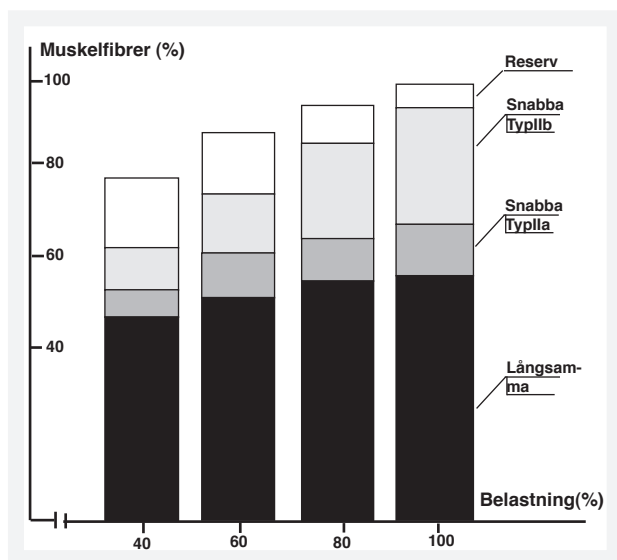


Fig. 17
(Modif. efter Grosser/Ehlenz/Zimmermann-91, 39)

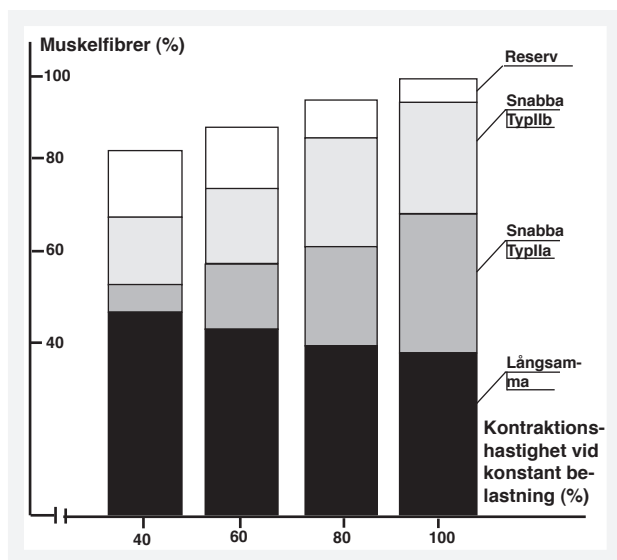


Fig. 18
(Modif. efter Grosser/Ehlenz/Zimmermann-91, 39)

Fördelningen av dessa fibrer skiljer sig mellan olika:

- * Muskelgrupper (Gastrocnemius t.ex. har oftast mer snabba än långsamma fibrer, medan det motsatta förhållandet gäller Soleus).
- * Individer (Maratonlöparen har kanske 80% långsamma typ I fibrer, sprinters istället 80% typ II fibrer)

Med hjälp av diagram skall vi nu beskriva hur de olika fibertyperna engageras vid olika belastningar och rörelsetempon (se även sid 11 och 13). Fig.17 visar hur vid stigande belastning de snabba Typ IIa och främst IIb fibrerna gradvis engageras i större omfattning. Vi ser även att till stor del också de långsamma Typ I fibrerna måste hjälpa till.

Om rörelsetempot ökas måste fler och fler av de snabba muskefibrerna aktiveras (fig 18 och 19). Vi inser då att om man behöver snabbhet i sin idrott, bör styrketräning normalt ske med "explosiv" kraftinsats och ibland i hög rörelsehastighet.

- 1) Med enzymaktivitet menar man biologiskt särskilt proteiner, som påskyndar cellens ämnesomsättning. Utan enzymer är intet liv möjligt. 2) Se muskelns energiomsättning (sid 15) 3) Bl.a ATPas

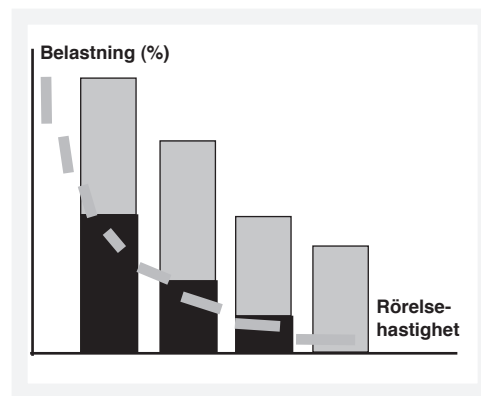


Fig. 19
(Modif. efter Grosser/Ehlenz/Zimmermann-91, 39)

Nerv - muskelsystem

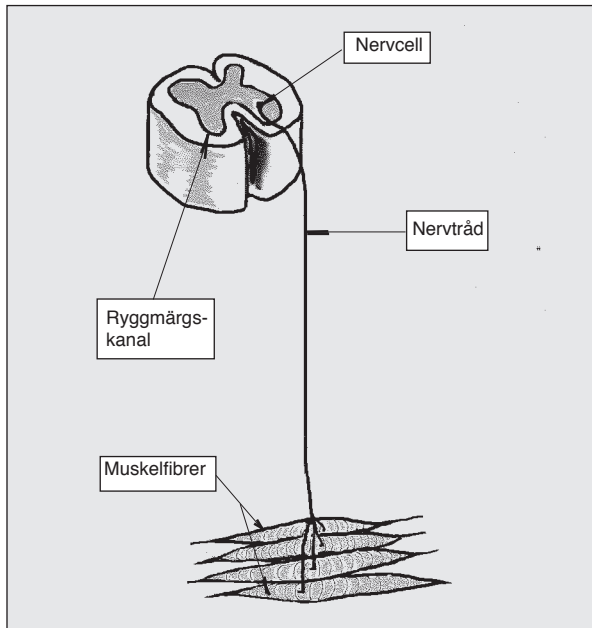


Fig. 20 Motorisk enhet
(Modif. efter Grosser/Ehlenz/Zimmermann -91, 24)

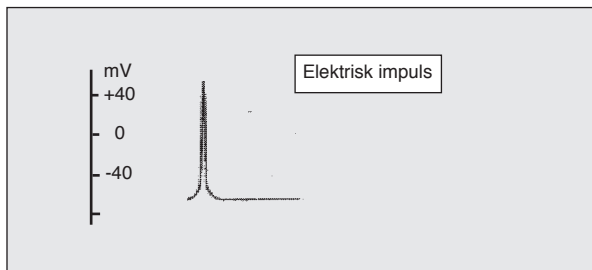


Fig. 21 Elektrisk nervimpuls
(Modif. efter Grosser/Ehlenz/Zimmermann -91, 19)

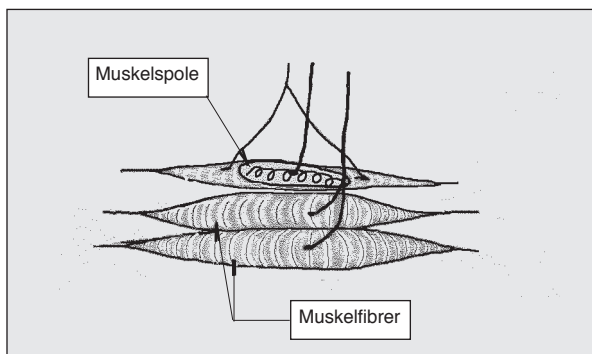


Fig. 22
(Modif. efter Grosser/Ehlenz/Zimmermann -91, 43)

Muskelstyrka och snabbheten är starkt beroende av ett väl fungerande nerv - muskelsystem*), i det följande beskrivs några viktiga komponenter och funktioner

Motorisk enhet

Fig 20 visar som exempel en s.k. **motorisk enhet**. En nervcell**) i ryggmärgskanalen står i förbindelse, genom sin nervtråd***) och förgrening, med några muskelfibrer. Det är här fråga om en liten motorisk enhet med få fibrer. En sådan kontrollerar fina muskelrörelser, t.ex. finger- eller ansiktsmuskler.)

Stora motoriska enheter med många fibrer (upp till ca 1000 per nervcell) är avsedda för muskler, som kan utveckla större kraft (t.ex. sätesmuskeln, m. gluteus). De största motoriska enheterna har förutom den största nervcellen också grövre muskelfibrer av den snabba typen IIb. De används i idrottsmoment som kräver stor kraft och hastighet.

Exempel: En snabb acceleration för att "rycka ifrån" en motspelare, ett snabbt och högt upphopp för att ta retur eller nicka (basket, fotboll), friidrottens "explosiva" idrottsgrenar osv.

Nervcellen i den motoriska enheten kan liknas vid en akkumulator som uppladdas och "laddas ur" med elektriska impulser***)(fig 21). Dessa impulser eller nervsignaler sänds med en viss frekvens (impuls/sek) varvid muskelfibern aktiveras.¹⁾

Muskels sinnesorgan

För att kunna styra muskulaturens aktivitet behöver nervsystemet information om musklernas längd- och spänningstillstånd m.m.

Som informationskälla fungerar särskilda sinnesorgan (receptorer), dels s.k. **muskelspolar** (fig 22) i muskeln och dels **senorganet** (Se äv. fig 23, sid 12) vid övergången mellan sena och muskel.

*) Neuromuskulära system**) Motorneuron ****) Axon (Alt. Neurit) *****) Aktionspotentialer

1) "Den långsamma motorenheten laddar ur med 10-20 impulser/sek och når sin maximala kraft efter ca 100ms. Den snabba enheten laddar ur med högre frekvens, 30-50 impulser/sek och når sin max kraft efter 30-40ms".

(Per Tesch, 1986, -5)

Styrning av muskel, styrkemodell. Sträckreflex.

Vi skall nu visa en modell över hur styrningen av en muskel kan ske. Se fig. 23 och betrakta hjärna och ryggmärg som en "mänsklig dator"

Från "högsta kontrollnivå" i hjärnan (A) sänds nervsignal till lägre kontrollnivå i ryggmärg, nervcell (B). Signalen går vidare till muskelfibrer (C), som sammandras (kontraheeras). Muskelspole (D) registrerar muskelns längdförändring och ger en återkopplingssignal*) då muskeln t.ex. hastigt sträcks (=töjs). Från nervcell (B) går då en ny signal till muskelfibrer för ytterligare muskelkraft-utveckling. ¹⁾

Det senare förloppet kallas **sträckreflex**, som tillsammans med muskelns elastiska egenskaper samverkar i den s.k. **sträck-förkortningsfasen**. Denna fas förekommer i en mängd olika snabba idrottsmoment. Vid en snabb böjning ("eftergift") t.ex i ett hopp inträffar sträckreflexen, varefter en snabb muskelförkortning (kontraktion) skapas med bidrag från elastisk energi. Sträckförkortningsfasen är avgörande i hopp där vi talar om egenskapen "spänst" eller "hoppstyrka" **)men den kan spela en lika stor roll vid t.ex markkontakten i ett snabbt accelererande löpsteg.

Om sträckningen skulle bli för kraftig registrerar sen-organet (E) detta och sänder en hämmande impuls till nervcell (B). Detta "stryper" då impulsflödet till muskeln, vars kraft härigenom snabbt minskar. Senorganet skyddar således muskel och sena för överbelastning.

I all idrottsträning och under tävling gäller att genom "stretching" undvika en kort, "spänd" muskulatur. Dessutom måste stor vikt läggas i träningen på att stärka muskelfästen och senor. I annat fall sänder senorganet hämmande impulser och stryper impulsflödet till muskeln i ett för tidigt skede. Muskeln kan då inte utveckla kraft, som den normalt borde klara av. ²⁾

Via särskilda nervbanor (F) kan muskelspolarnas känslighet kontrolleras från hjärnan. Sträckreflexen kan, vid lagom mental spänningsnivå under tävling, utlösas snabbare osv.

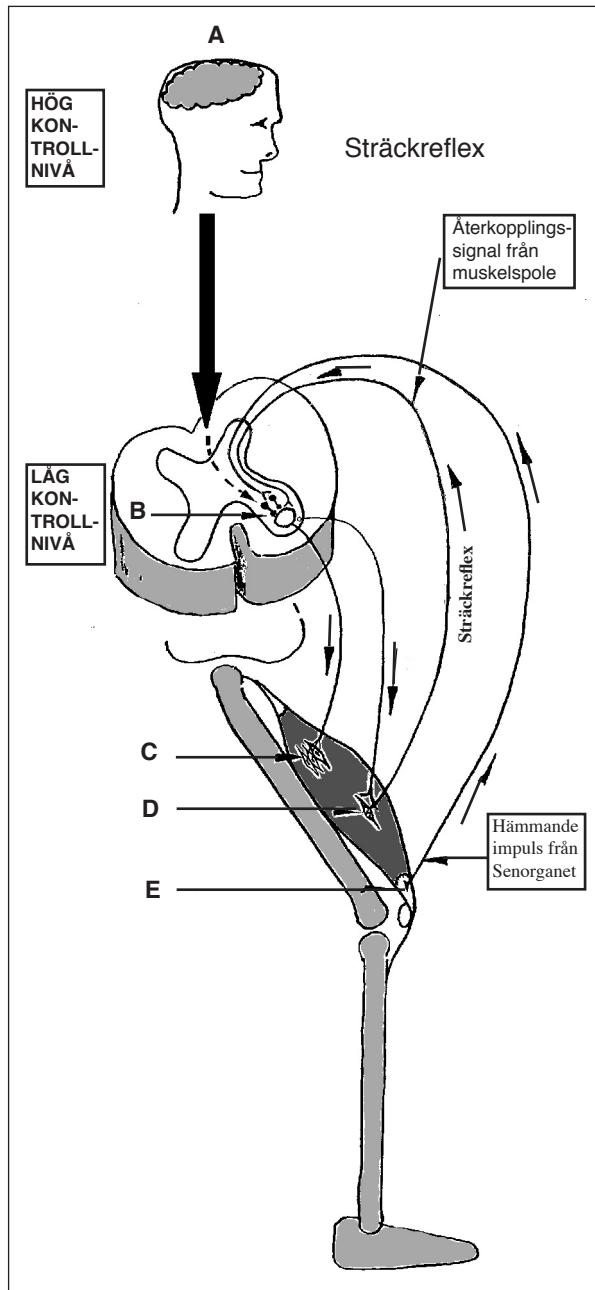


Fig. 23 Styrning av muskel, styrkemodell

(Modif. efter J. Nilsson/Sege.92, 10)

*) "Feed-back" **) s.k. Reaktiv styrka

1) Bearb. ur J. Nilsson/Sege -92, 10

2) Fakta från Grosser m.fl -94, Hatfield -89

Reglering av muskelkraft (Nerv – muskel koordination)

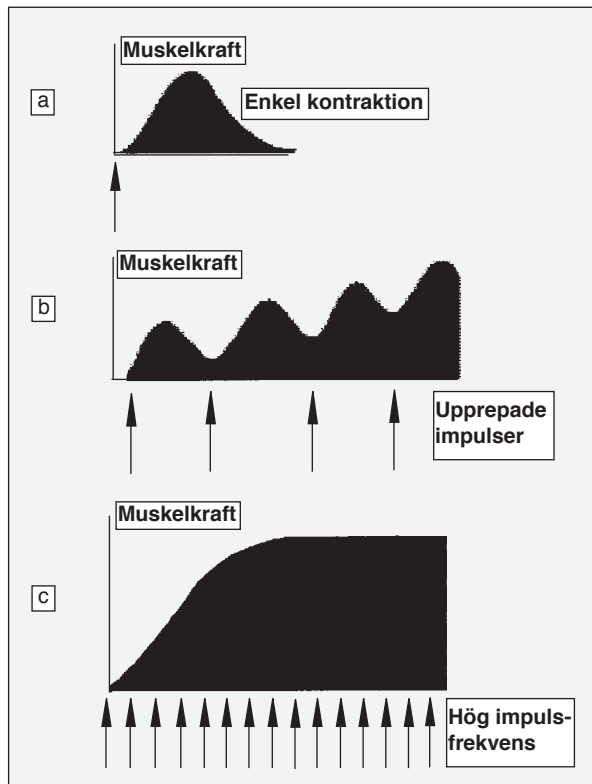


Fig 24 Variation av impulsfrekvens
Modif. efter Saltin/Sjöström-85, 22

Reglering av muskelkraft, kallas **nerv – muskel *) koordination**. Vi skall senare i träningsavsnittet (sid 24) beskriva hur man speciellt kan förbättra denna egenskap. Full förståelse för träningsprocessen kräver att vi även känner till något om de tre principer som gäller för reglering av muskelkraften.

Variation av impulsfrekvens ***)

“Aktiveras en muskelfiber med en impuls erhålls en s.k. enkel kontraktion (sammandragning)**)”.
Se fig. 24a.

“Upprepas kontraktionerna tillräckligt tätt, summeras kontraktionerna till varandra, dvs. en större kraft utvecklas än vid enkel kontraktion (fig. 24b).

Kommer kontraktionerna än tätare nås en stabil hög kraftutveckling” (fig. 24c). Om kraften sedan inte ökar mer vid ännu högre impulsfrekvens är motor-
enhetens maxkraft uppnådd. 1)

Variation av antal motoriska enheter

Kraften kan ökas genom att fler motoriska enheter engageras (rekryteras)****) Se fig. 25a och b.

“Fig.25a visar schematiskt hur motoriska enheter engageras då muskelkraften gradvis ökas. Enhet (1), en långsam (Typ I) kopplas in först och är aktiverad under hela muskelarbetet. Enhet (4), snabb (Typ IIb), engageras sist och kopplas ur först.” 2)

Fig.25b visar ett exempel där””motorenhet (A) “laddar ur” fyra, (B) tre och (C) två gånger under en viss tid. Tillsammans ger då de motoriska enheterna en relativt jämn kraftkurva.”” 3)

Fig 25a och b
Variation av antal motoriska enheter
Modif. efter P.Tesch-86, 6

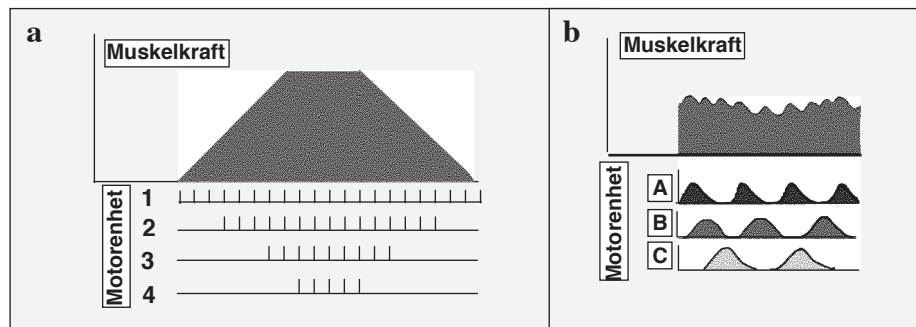


Fig 26
Samordning av motoriska enheter
(Modif. ur IPC Stora Sportlexikon 1975, 19)



Samordning av motoriska enheter

Genom att de motoriska enheterna samordnas (synkroniseras)****), kan stor kraft produceras samtidigt, något som krävs i många idrotter t.ex. tyngdlyftning, kulstötning m.m.

*) Neuromuskulär **) Twitch ***) Frekvensmodulering
****) Rekryteringsprincipen *****) Synkroniseringsprincipen

1) Saltin/Sjöström -85, 22
2) Bearb. ur J. Nilsson/Segeer-92, 12
3) P. Tesch -86, 6

Övriga egenskaper som beror på muskelns konstruktion

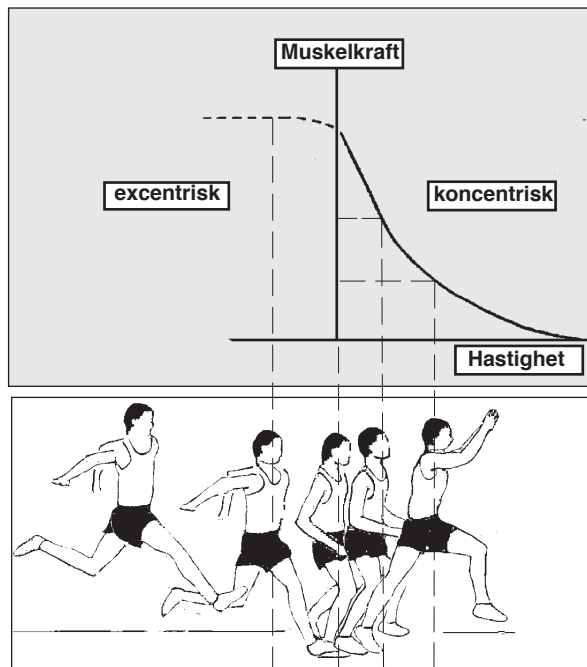


Fig. 27 Trestegshopparen utvecklar hög excentrisk muskelkraft.

Muskelns komplicerade konstruktion medför ytterligare faktorer, som påverkar muskelstyrkan (se även tidigare avsnitt, sid. 8 och 9).

Muskelkraft - hastighetssamband

En muskelsammandragning vid vilken muskeln utvecklar kraft (spänning) under förkortning, kallas **koncentrisk** kontraktion. Muskeln kan också utveckla spänning då muskeln förlängs - en s.k. **excentrisk** kontraktion.

För idrott är det intressant att studera sambandet mellan muskelkraft och kontraktionshastighet (se diagram, fig. 27). Vid koncentrisk kontraktion minskar muskelkraften vid ökad hastighet. Detta beror på att det då inte hinner bildas tvärbryggor mellan myosin- och aktinfilamenten (se sid. 8) i samma mängd, som vid lägre hastighet.

Många idrottsmoment t.ex. upphoppet i längdhopp startar med en excentrisk kontraktion (se även sid. 21, fig. 44). Enligt kraft-/hastighetssambandet kan den största muskelkraften utvecklas under den excentriska kontraktionsfasen och då även i hög hastighet. Detta förklarar hopparens möjlighet att skapa stor hoppkraft (fig. 27, 32 och 44).

En förklaring till kraftökningen under excentriskt arbete kan vara sträckreflexen (se sid. 12), med muskelspolarnas "pådrag". En ännu viktigare orsak är att muskeln tar upp en stor del av belastningen genom dess elastiska egenskaper.

Muskelkraft - muskellängdsamband

Fig. 28 visar att muskelkraften även varierar beroende på den aktuella muskellängden. Ytterst är muskelkraften beroende på hur många tvärbryggor som kan skapas. Detta beror bl.a. på impulsfrekvensen till muskelfibern. Antalet möjliga tvärbryggor och därmed kraftutveckling skiljer sig dock avsevärt vid olika längd på såväl muskeln, som de minsta enheterna i myofibrillen (se sid 4). Vid normallängd (B i fig. 28) kan flest tvärbryggor kopplas.

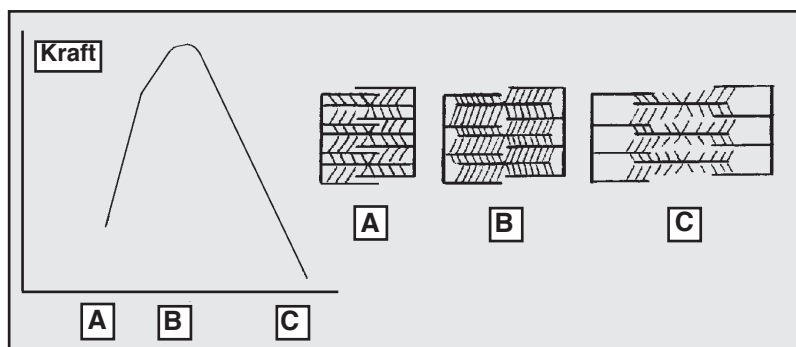


Fig. 28 Muskelkraft vid olika längd på muskel och fibrillens minsta enheter

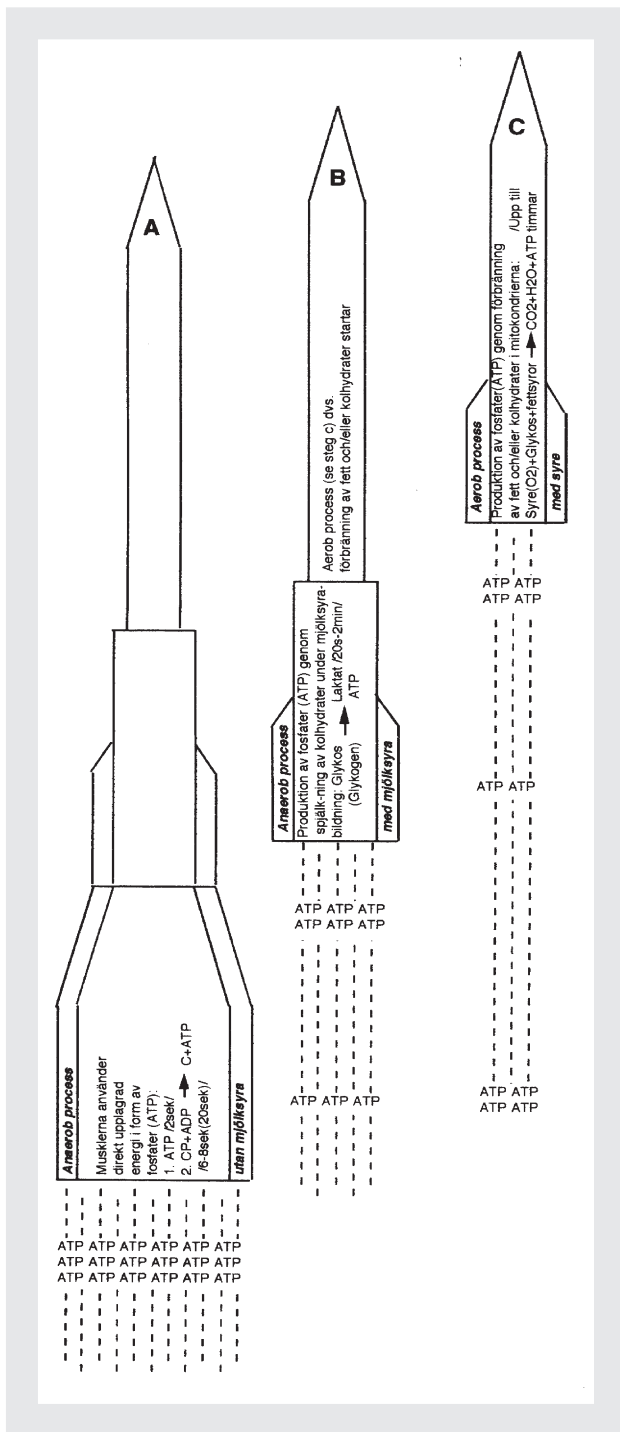


Fig. 29 Tre energisystem, symboliserade som en 3-stegsrocket (förf.)¹⁾

Muskels energisättning ²⁾

För ett muskelarbete krävs att energi finns tillgängligt. Muskeln producerar energi enl. tre system (fig. 29, 3-stegsmodell):

- A. Anaerob process utan mjölksyra ^{*})
- B. Anaerob process med mjölksyra ^{**)}
- C. Aerob process med syre (förbränning)

Energi finns lagrad i muskeln (fig. 30) i form av fett och kolhydrater (Glykogen). Denna energi måste dock först omvandlas till s.k. **ATP** för att muskeln skall kunna utveckla kraft. ATP måste alltid finnas i muskeln som små "energipaket".

Vid en maximal kraftinsats, som t.ex en sprinterstart, används först **energisystem (A)**: ATP varar då ca 2 sek eller 3-4 maximala muskelkontraktioner. För att efter detta snabbt få ATP, kan s.k.CP (**Kreatinfosfat**) brytas ned. Detta räcker i ca 6-8 sek eller ca 20 muskelkontraktioner (vid 40-60% av RM, ev. till 20 sek).

Vid ett något längre arbete med fortfarande hög intensitet används **energisystem (B)**: Nu bryts glykogenet ned varvid mjölksyra bildas. Samtidigt erhålls nytt ATP som energi. Denna energiprocess har dubbelt så stor kapacitet, men 50% lägre effekt jämfört med energisystem(A).

Vid långvarigt arbete produceras ATP i muskelfibers **Mitokondrier**, cellens "kraftcentral" (fig. 30), genom förbränning av glykogen, glykos och fett. Detta utgör **energisystem (C)**, som har låg effekt men mycket större kapacitet. Ständigt sker denna förbränningsprocess. Vid hårdare arbete, där pulsen ligger över ca 115 används glykogenförrådet i muskler. För hjärnans funktioner behövs ständigt glykos, dels från förråd i levern, dels från födan vi äter efter bearbetning i magsäck och tunntarm . Vid vila och lätt arbete förbränns främst fett.

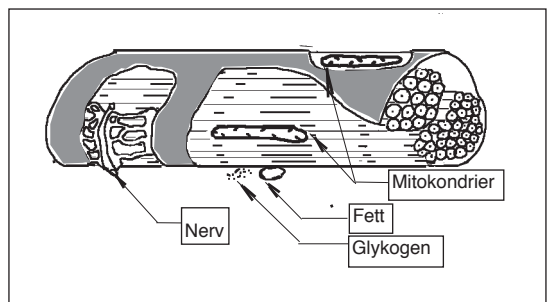


Fig.30 Modell över muskelfiber ³⁾ med bl.a mitokondrier

*) Anaerob alaktacid
 **) Anaerob laktacid
 ***) "Sarkoplasmatiske retiklet"

1) Tabellfakta ur Grosser/Zimmermann/Ehlnenz -91, 48 samt Grosser/Stariščka /Zimmerman -93, 107.

2) Bearb. ur P. Tesch -86, 3

3) Modif. efter: Grosser/ Ehlnenz/Zimmermann -91, 22 och P. Tesch-86, 3 m.fl

3.2 Muskelstyrka, mekaniska grunder

Vad är muskelstyrka? Definition

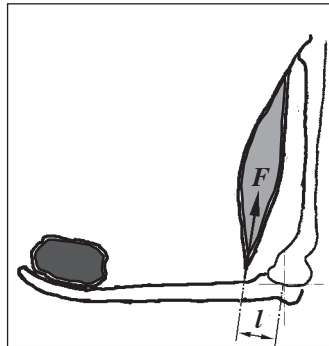


Fig. 31 Bicepsmuskelns kraft och hävarm i armbågsleden

Muskelkraft/Prestationsförmåga

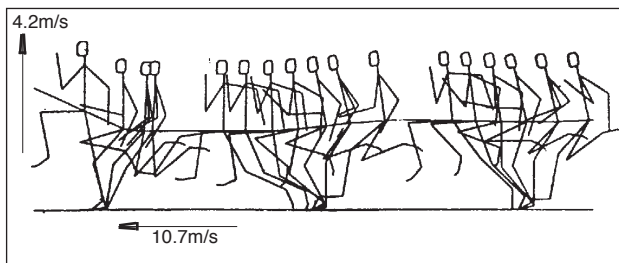
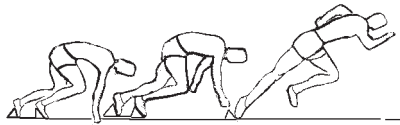


Fig. 32 Biomekanisk analys, bl.a. med hjälp av streckfigurer, från filmupptagning (OS-68), av de två sista ansatsstegen och upphoppet i Bob Beamons legendariska rekordlånghopp på 8.90. Med en så hög ansatsfart som 10.7 m/s och vertikal upphoppshastighet 4.2 m/s, presterade Beamon ett otroligt högt hopp. Av dessa data har man uppskattat trycket på hoppbenet till nära ett ton.

Med enkla mekaniska grunder kan vi bättre förstå muskelstyrkans betydelse vid en idrottsprestation.

Muskelstyrka är svårt att entydigt definiera. Med **maximal** styrka menas vanligen den maximala styrka som kan presteras under en enstaka muskelrörelse s.k. 1 **RM** = 1 Repetition Maximum. Olika förhållanden påverkar då styrkeutveckling, t.ex rörelsehastighet och ledvinklar m.m.

Muskelstyrka beskrivs också som det **kraftmoment** muskeln kan åstadkomma runt en led med hjälp av sin **hävarm**.*) Ett sådant kraftmoment existerar vid samverkan mellan bicepsmuskelns kraft och hävarm, vilket gör det möjligt att lyfta och hålla en tyngd i handen. Se schematiskt illustration, fig. 31. ¹⁾

$$\text{Kraftmoment} = \text{Muskelkraft} \times \text{Hävstångsarm}$$

$$(M = F \times l)$$

Ett syfte med muskelkraft i idrott är oftast att åstadkomma accelererande rörelser, t.ex. sprint, hopp, kanske med redskap eller boll. Ur mekanisk synvinkel kan vi konstatera att **kraft** = **massa**^{**)} x **acceleration** vilket ger:

$$\text{accelerationen} = \frac{\text{Kraft}}{\text{massa}}$$

Ovanstående s.k. kraftekvation talar om för oss att ju större kraft, desto större acceleration. Om vi fortsätter med lite mekanik kan **prestationsförmågan** i många idrottsmoment enkelt beskrivas som **effektutveckling**^{***)}

$$\text{effektutveckling} = \text{kraft} \times \text{hastighet}$$

*) Häv(stångs)arm = Det vinkelräta avståndet från muskelkraftens verkningsriktning till ledens rotationspunkt
 **) massan i idrott kan t.ex innebära kroppsvikten

$$\text{***)} \text{ effektutveckling} = \frac{\text{arbete}}{\text{tid}} \quad (P = \frac{W}{t})$$

då arbete (W) = kraft (F) x väg (s) får vi

$$P = \frac{W}{t} = \frac{F \times s}{t} \text{ och då } \frac{s}{t} = v \text{ (hastighet)}$$

erhålls: $P = F \times v$

“Prestationsförmågan = kraft x hastighet” ²⁾

1) Bearb. ur J. Nilsson/Segeer -92, 3
 2) Bearb. ur Grosser/Ehlnenz/Zimmermann -91, 12

Sambandet mellan kroppsvikt och relativ styrka

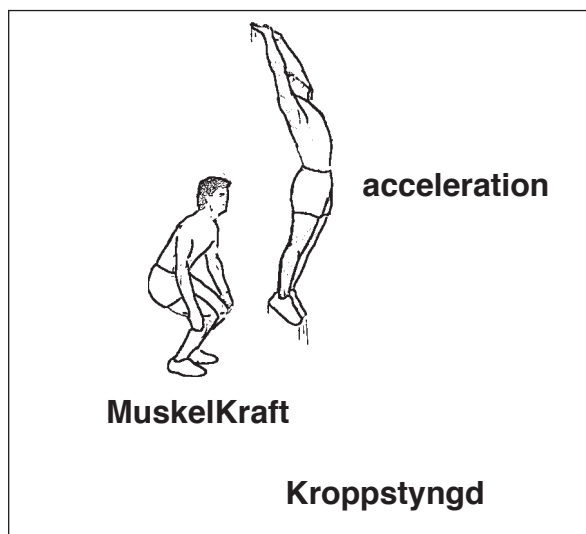


Fig. 33 Accelerationen är lika med muskelkraft dividerat med kroppsvikt. Bilden visar ett jämfota vertikalt upphopp, ett typiskt accelerationsmoment i en många idrotter, som kräver hoppstyrka.

	Kraft (F) Spec.styrka Övning:	Massa (m) kroppsvikt	Relativ styrka
Test I	Frivändning: 100kg	70kg	$\frac{100 (F)}{70 (m)} = 1.43$
Test II	Frivändning: 110kg	70kg	$\frac{110}{70} = 1.57$
Ana-lys	10% förbättring (Rel. styrkan ökad från 1.43 till 1.57)		
Test III	Frivändning: 120kg		$\frac{120}{76} = 1.57$
Ana-lys	0 % förbättring (Rel. styrkan fortfarande 1.57, på grund av ökad kroppstyngd)		

Om vi studerar kraftekvationen igen

$$\text{Acceleration} = \frac{\text{Kraft (muskelkraft)}}{\text{Massa (kroppstyngd)}}$$

och istället för kraft och massa, i idrottssammanhang skriver muskelkraft resp. kroppstyngd, inser vi att förutom att accelerationen är direkt beroende av muskelkraft, är den omvänt beroende av kroppstyngd. Om denna ökar måste istället muskelkraften öka procentuellt mer för t.ex bättre hoppstyrka (Fig. 33).

Vid ett 100m lopp accelererar sprintern under ca 60-70m till en maximal hastighet. Längdhoppare skall i nära maxfart accelerera kroppen i upphoppet för ett högt och långt hopp, fotbollsspelaren vill vinna nickdueller osv.

Om man tränar styrka t.ex. ensidigt med långsamma rörelser och tunga vikter, ökar man relativt snabbt i muskelmassa och kroppstyngd. Man kanske tränar upp en hel del av den långsamma fibertypen, som till mycket liten del deltar i muskelkraftproduktionen vid ett hopp eller sprinterlopp.

Om vi dessutom planerar kosthållningen*) för vårt idrottande dåligt (vi bör ha stor insikt i kostens betydelse för tävlingsidrotten och hälsan), kan vi lätt få en "barlast". För ofta snabba och "tomma" kalorier och för fet mat kan vara orsaken.

Barlasten, dvs. ökad kroppsvikt som inte bidrar till kraftproduktionen, innebär således att massan i kraftekvationen ökar. Om inte muskelstyrka och då den s.k snabbstyrkan höjs desto mer genom effektiv styrketräning är risken stor att vår hopp- / sprintacceleration försämras. I tabellen visas exempel på hur man, via tester, kan räkna ut sin **relativa styrka = muskelkraft dividerat med kroppsvikt**. Ökning av den relativa styrkefaktorn är ett bra grundläggande tecken på snabbhetsförbättring.

*)

Att hålla ner kroppsvikten, får inte gå till överdrift, Speciellt flickor måste vara noga vid idrottsutövning att äta ordentligt. Det är ett sorgligt faktum att det finns ett anorektiskt beteende hos många idrottande ungdomar. Detta gäller främst flickor men kanske även pojkar i dag.

Inre och yttre kraftmoment

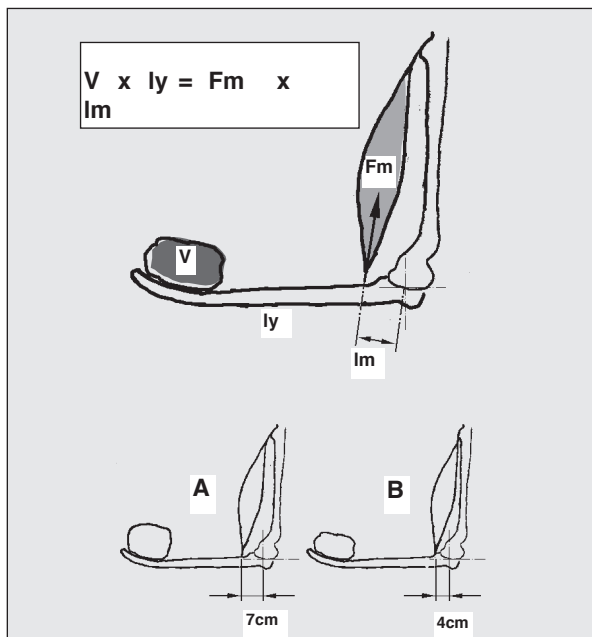


Fig. 34 Överst visas inre momentet ($F_m \times l_m$) och yttre momentet ($V \times l_y$) vid ett viktlyft. Nederst två personer med olika inre hävstångslängder

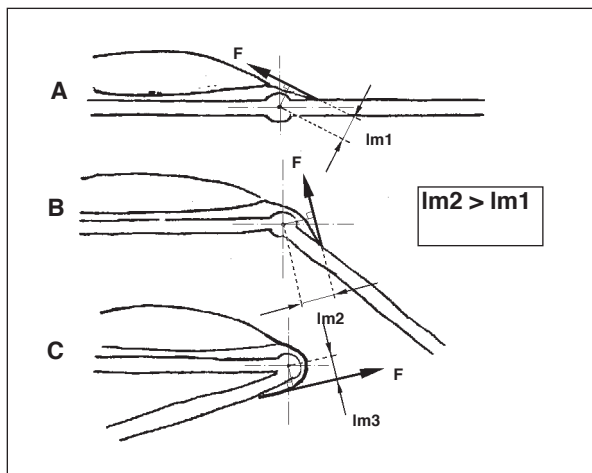


Fig. 35 (Schematisk skiss)

Fig. 36 Styrkevariationer vid olika knävinklar och konstanta rörelsehastigheter ($0^\circ/s$ (=Isometriskt), $15^\circ/s$ och $180^\circ/s$) uppmätta i ett spec. dynamometertest. 1) 2)

1) Modif. efter A. Thorstensson-85, 59

2) I denna undersökning togs även hänsyn till yttre kraftmomentet i form av tyngdkraftens (gravitationens) verkan på underben och mätarm. Det motverkande yttre momentet syns längst ned i figuren.

I inledningsavsnittet (1.1) definierade vi bl.a. muskelstyrka som ett kraftmoment:

$$\text{Muskelkraft} \times \text{Hävstångsarm}$$

Vi skall nu analysera ett enkelt viktlyft (fig. 34) med en armböjarmuskel (biceps). Man måste då skilja på ett inre och yttre moment.

Om armmuskeln utvecklar kraften F_m och har hävstångsarmen l_m , utgör $F_m \times l_m$ det inre momentet. Det yttre momentet bildas av hävstångsarmen l_y (= underarmens längd) \times vikten V . För att hålla vikten upplyft i läget som figuren visar, måste det råda balans mellan yttre och inre moment, d v s.

$$V \times l_y = F_m \times l_m$$

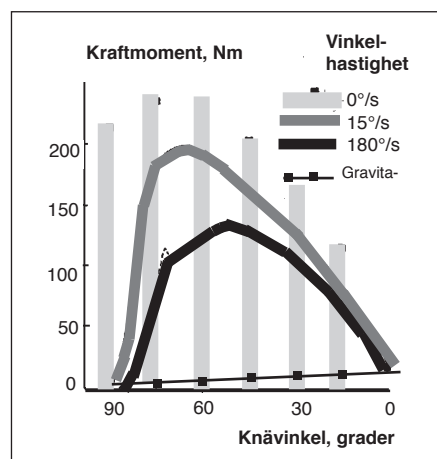
Betydelsen av det inre momentet.

Exempel: Två personer (A och B) kan ha olika fästpunkter för sin bicepsmuskel på underarmen (fig. 34 A och B). På A fäster bicepsensan 7 cm ut på underarmen. B har en fästpunkt bara 4 cm från ledens centrum. Om båda då utvecklar samma muskelkraft, kommer A att åstadkomma betydligt större kraftmoment och därmed också kunna lyfta större vikt.¹⁾

Kraftmomentet varierar också med olika ledvinklar. Fig. 35 visar detta schematiskt för en knästräckning. Den inre hävstångsarmen är störst i läge B. Fig.36 visar uppmätta kraftmoment vid olika knävinklar och hastigheter. Här har även den aktuella muskellängden (jfr. tidigare sid.14) stor betydelse.

Betydelsen av det yttre momentet.

Exempel: En person A med långa armar har ett större yttre moment i t.ex. bänkpress än person B med kortare armar. B behöver således inte prestera lika stor muskelkraft som A vid samma tyngder



1) Bearb. ur P. Tesch-86, 9

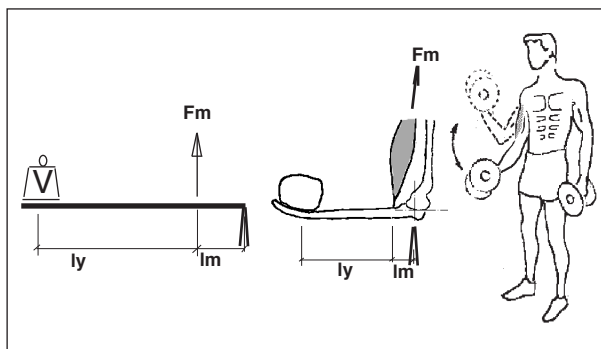


Fig. 37 Hävstångsexempel I: Viktlyft med bicepsmuskeln

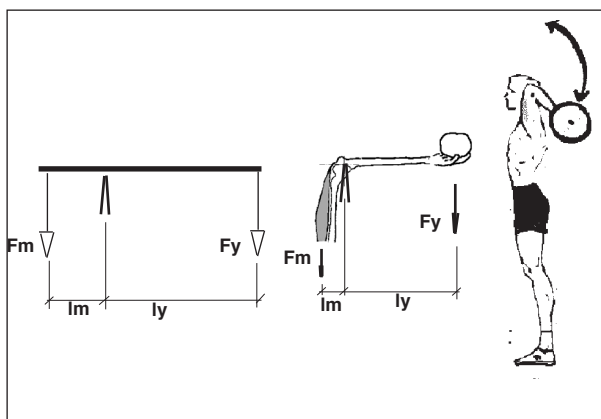


Fig. 38 Hävstångsexempel II: Används vid t.ex armkast alt. tricepspress

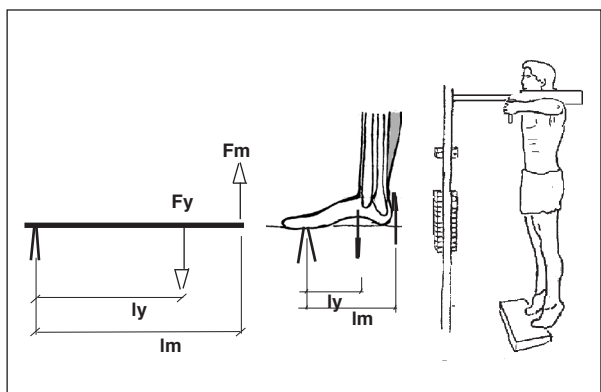


Fig. 39 Hävstångsexempel III: Används vid tåhävning

Olika typer av hävstångsarmar

Människan använder tre typer av hävstångsarmar:

I. Den vanligaste hävstångsarmen vars stödjepunkt (vridningsaxel) är belägen i den ena änden, motståndet i den andra och muskelkraften mellan (fig. 37). Figuren visar som exempel armcurl med vikt.

II. Där hävstångsarmens stödjepunkt befinner sig mellan muskelkraften, i vårt exempel (fig. 38) tricepsmuskeln, och det yttre motståndet. Figuren åskådliggör detta med tricepspress med skivstång och armkast eller liknande rörelse.

III. Både yttre motstånd och muskelkraft befinner sig på samma sida som stödjepunkten men riktade åt olika håll. I vårt exempel (Fig. 39) är muskelkraften F_m från vadmuskeln riktad uppåt medan kroppens tyngdkraft F_y är nedåtriktad genom underbenet. Här använder vi en tåhävning som lämplig rörelse för att visa denna typ av hävstång.

Det är inte svårt att föreställa sig vilken stor betydelse ärfylliga skillnader i hävstångsförhållande kan ha för att utveckla kraft och snabbhet.

I samtliga av ovanstående exempel är det fråga om kort inre hävstång och lång yttre s.k. motståndsarm. Detta är gynnsamt för att utveckla större hastighet, t.ex förflyttning av ett föremål (i idrott, kastredskap, kroppstyngden m.m). Kortväxta tyngdlyftare, som ärvt långa inre hävstångar, har bra förutsättningar för att utveckla stor kraft i sina lyft. En lång kastare har istället speciella hävstångsförhållanden för att ge kastredskapet hög hastighet vid utkastet.¹⁾

1) Bearb. ur G. Dyson -72, 69