

MUSK- LERNES VÆSEN

FORLÆNS OG BAGLÆNS

Et af de mere besynderlige væsener, der optrådte på tv i min barndom, var Forlæns og Baglæns i programmet *Fjernsyn for dyr*, der også præsenterede os for den noget mere kendte Bamse. Jeg var nok egentlig ved at være for gammel til børne-tv, da programmerne løb over skærmen, men jeg har mindre søskende, og der var kun én kanal dengang. Sådan var det i 1980'erne, hvor alle i familien så det samme på den samme skærm i det samme rum.

Det særlige ved Forlæns og Baglæns var, at væsenet var ens i begge ender og udstyret med to sæt forben og to hoveder. Det var altså nødt til at gå både forlæns og baglæns på samme tid. Under sådan en forflytning må musklerne i Forlæns' forben arbejde for at bringe dyret fremad, mens musklerne i Baglæns' forben samtidig modarbejder bevægelsen ved at bremse fremdriften. Ikke et særligt effektivt dyredesign, men fordi væsenet boede på en planet med samme diameter som en dagligstue, var problemet alligevel til at overse.

Energien til de beskedne og ineffektive gåture på den lille planet kom fra det brød, Bamse bagte og fodrede væsenet med. Ved fodringstid var Forlæns altid

hurtig til at vende sig og få den første og største bid, hvorefter Baglæns måtte tage til takke med resterne. Umiddelbart var det ikke fair fordelt, men når jeg tænker over det energibehov, der må have været i henholdsvis Forlæns og Baglæns' muskler, passer det måske alligevel ganske godt. Vores muskler bruger nemlig meget mere energi på at skabe fremdrift end på at bremse, som Baglæns jo gjorde, når Forlæns gik forlæns.

At det kræver større energiforbrug for muskler at føre kroppen frem end at holde den tilbage, demonstrerede forskere længe før min barndom med børne-fjernsyn. I 1952 var Royal Society vært for et videnskabeligt møde i London. Her dukkede blandt andet den anerkendte muskelforsker Archibald Vivian Hill op med flere kolleger. Hills arbejde havde gennem første halvdel af århundredet lagt grunden til vores moderne måde at forstå muskler på som mekaniske maskiner drevet af biokemisk forbrænding af næringsstoffer.

Ved denne lejlighed var Hills yngre kolleger i fokus. De medbragte et bemærkelsesværdigt maskineri i form af en forlæns-baglæns-tandemcykel. På tandemmen var styrene vendt i diametralt modsat retning, og to sæt pedaler og tandhjul var forbundet af samme kæde.

På det ene sæde satte den veltrænede Murdoch Ritchie sig og begyndte at træde fremad i pedalerne. På det andet sæde sad den mindre Brenda Bigland og forsøgte at skabe bremsekraft ved at stritte imod pedalernes baglæns omdrejninger så meget som muligt. De to trak i øvrigt ikke kun i hver sin retning,

men også i hinanden. De giftede sig nemlig senere, og Brenda Bigland-Ritchie gjorde sidenhen flere vigtige opdagelser inden for muskeltræthed som succesrig muskelforsker.

Den kraft, musklerne leverede under arbejdet, var den samme hos manden og kvinden. Alligevel viste det sig hurtigt, at den mindre muskuløse kvinde var i stand til at udmatte den stærkere mand, idet mandens muskler skabte fremdrift, og han skulle bruge langt mere energi end kvinden, hvis muskler lavede bremsearbejde. Hvis vi skal forstå det mystiske fænomen, skal vi helt ind i musklernes molekylære maskinrum.

MOLEKYLER, DER KAN NIKKE

Når vi forskere kigger ind i musklernes celler med de stærkeste mikroskoper, kan vi se, hvordan hver eneste muskelcelle er tæt pakket med forskellige proteintråde, som ligger i velordnede bundter og rækker. Der er to vigtige typer proteintråde, som tilsammen gør musklen i stand til at lave sine kraftfulde bevægelser, kaldet aktin og myosin.

Hvert myosinmolekyle består af en hale med et bevægeligt hoved. Det er disse små nikkende myosinhoveder, som udgør musklernes molekylære motorer. Hovederne findes i milliardtal i hver eneste af vores muskelceller, og de kan hver især med et meget lille energiforbrug lave bittesmå nikkebevægelser. Når myosinhovederne er koblet til cellens aktintråde, vil de små nik få hele musklen til at forkorte sig: Det er det,

muskelfysiologer kalder for en muskelkontraktion, altså når musklen trækker sig sammen.

Når musklerne på den måde forkorter sig, sætter de skelettet i bevægelse, da hver ende af en muskel har en sene, der hæfter sig til en knogle nær et led. En muskel, der forkorter sig, vil få leddet til at bøje eller strække, afhængigt af hvilken side af leddet musklen sidder på.

Hvert lille nik fra de beredvillige myosinnikker dukker gør musklen en næsten umåleligt anelse kortere, og kun når hovederne nikker flere gange i træk, og massevis af dem gør det på samme tid, bevæger musklen sig. Hovederne kan dog kun nikke i én retning, nemlig den, der forkorter musklen. Så hvis vi skal have forlænget en muskel, må musklen på den anden side af leddet forkorte sig.

Derfor er musklerne netop placeret på hver side af leddene, så vi har mindst en muskel, der bøjer, og en, der strækker, omkring hvert led. For eksempel er forlårernes muskler knæstrækkere, mens baglårernes muskler er knæbøjere. Der er dog også en anden mulighed for at forlænge en muskel, nemlig at en ydre kraft trækker i den.

SID NED!

Når vi efter en lang dag på arbejde skal have et velfortjent hvil i lænestolen, bøjer vi knæene, mens vi sænker rumpen mod det bløde sæde. Men selv om knæene bøjer i manøvren, er det faktisk ikke knæbøjermusklerne i baglåret, der er aktive. Derimod er musklerne i forlåret, knæstrækkerne, i fuld sving, og de

sørger for at udvikle lige nøjagtig nok kraft til, at vi kan nedsænke bagdelen langsomt og lande blødt og kontrolleret i sædet.

Når vi sætter os ned på den måde, virker musklerne som bremse for tyngdekraftens effekt på vores krop. I situationen er musklens myosinhoveder hæftet til aktin og laver kraft, men er ikke i stand til at lave de små nik, der forkorter musklerne, fordi tyngdekraften trækker mere i kroppen end den kraft, musklerne producerer. Muskernes motor er altså tændt, og der er trykket på speederen, men motoren kører baglæns.

Fysiologerne kalder det negativt arbejde, og de muskler, der arbejder negativt, omsætter betydeligt mindre energi, end når vi på et tidspunkt rejser os igen fra den bløde lænestol, og musklerne skal udføre positivt arbejde. Det kan nok ikke overraske mange, at det kræver mindre energi at sætte sig ned end at rejse sig op, men netop det 'billige' negative arbejde udnytter vi i høj grad i nogle af musklernes mest hyppige aktiviteter.

Når vi afslutter hvert et skridt, vi går eller løber, vil musklerne nemlig arbejde negativt, samtidig med at vores elastiske sener i enderne af musklerne strækkes. I det efterfølgende afsæt til næste skridt udnytter musklerne så den strakte elastik til at få forøget kraft i afsættet, og dermed bliver det billige negative arbejde konverteret til positivt arbejde. Det er årsagen til, at gang og løb er meget økonomiske måder at bevæge sig på, når det kommer til energiforbrug.

ARME STRÆK, ARME BØJ

En muskel er i sin essens et organ, der kan omsætte næringen fra den mad, vi spiser, til bevægelse og kraft. Det er et stykke biologisk maskineri, som alle dyr, selv de mest primitive, besidder, og som dermed sætter dem i stand til at bevæge sig omkring i jagten på føde.

Selv en skvulpende vandmand har faktisk muskler.

De er naturligvis ikke så store eller stærke som hos en springende tunfisk, men består af et tyndt lag af ringformet muskulatur, som kan trække sig langsomt og rytmisk sammen – og dermed gør goplen i stand til at svømme adstadigt afsted i havet. Også en ottearmet blæksprutte har muskler, og de går både på langs og på kryds og tværs i dens utroligt fleksible og temmelig stærke arme. Armene gør sprutten i stand til at 'gå' eller svømme omkring samt række ud efter og fastholde en krabbe eller et andet bytte, hvilket har gjort dens muskler til genstand for interesse hos flere faggrupper.

På en konference i Ljubljana i 2024 mødte jeg således en muskelfysiolog, som studerede spruttemuskler for at levere data til en gruppe ingeniører, der udvikler robotter med bløde arme. Sådan en robot ville helt sikkert være en effektiv assistent i et værksted eller køkken, når jeg tænker på, hvordan en blækspruttearm uden et fast skelet som holdepunkt kan strække og bøje sig og dreje i enhver tænkelig retning og gribe om og flytte genstande ganske frit.

Hos os mennesker er det eneste, der muskulært minder om en blækspruttes arme, vores tunge, som også er et muskelfyldt organ, der ikke flytter på nogen

af knoglerne i skelettet, men som selv kan strække sig, vippe op, ned og til siden og måske endda rulle.

På et tidspunkt i evolutionshistorien for omkring 400 millioner år siden opstod knoglerne og dermed skelettet. Det har siden udgjort en meget vigtig struktur, som er karakteristisk for den overordnede dyregruppe, som fisk, fugle, krybdyr, padder og pattedyr, og dermed også mennesker, tilhører.

Skelettet fungerer som det indre stillads, vores kroppe er bygget op omkring, og musklerne er forbundet til skelettets knogler. Herfra leverer de kraften, der holder os oprejst og skaber de bevægelser, vi benytter os af i alle vores gøremål i hverdagen, når vi går op ad trapperne, rører i en gryde eller taster på vores telefon. Når vi til daglig taler om muskler, er det netop ofte de mere end 600 forskellige muskler forankret til knoglerne i skelettet, vi tænker på. Skeletmuskler kalder fagfolk dem for at adskille dem fra kroppens andre slags muskler, som nu også er ganske væsentlige. Faktisk er de livsvigtige.

Herunder hører nemlig hjertemusklen, som skaber hjertets livgivende slag og sørger for, at alle kroppens organer forsynes med blod fyldt med ilt og næringsstoffer. Der er også de såkaldte glatte muskler, som kan åbne og lukke for passagen i alle kroppens rør såsom tarmkanalen, blodårerne og luftvejene, når de henholdsvis slapper af og trækker sig sammen. De glatte muskler kan vi altså takke for, at maden, vi spiser, luften, vi indånder, og blodet, hjertet pumper, kommer de rette steder hen i kroppen.