

Augmented Gravity Training

Robotteknologi til livsvigtig træning med kunstig tyngdekraft.

TEKST: Anders Stengaard Sørensen, civilingeniør og Ph.D. i datateknologi og forsker i eksperimentel robotstyring og velfærdsteknologi.

Til dagligt er Anders leder af SDU's (Syddansk Universitet) tværfaglige forskning i trænings- og bevægelsesteknologi: Trinity, og underviser civilingeniørstuderende i computerstyring, regulering og signalbehandling på Elektro- Robot- og Sundhedsteknologi uddannelserne.

På SDU har forskere taget kampen op mod tyngdekraften og brugt robotteknologi til at skabe en illusion om "ændret tyngdekraft", der kan bruges til træning af astronauter, såvel som til genoptræning af patienter på Jorden.

Use it or loose it!

Talemåden passer på mange vigtige ting i livet, fra venskaber til bus-ruter, men ingen steder kommer talemåden så tæt ind på os, som når det gælder kroppen og dens evner. Under Covid nedlukningen har mange af os set konditallet falde og livvidden stige – kroppen "forfalder" hvis vi bruger den for lidt!

Astronauter i rumstationen eller på rumrejse bevæger sig måske mere end en gennemsnitlig kontorfunktionær, men får næsten ingen belastning, fordi de ikke får modstand fra tyngdekraften. Hvis de ikke får hjælp til at belaste kroppen på anden vis vil den forfalde, uanset hvor meget de bevæger sig rundt deroppe.

Nede på Jorden har millioner af mennesker hvert år et lignende problem. Sygdom eller ulykke har givet dem en lammelse, der gør dem for svage til at rejse sig, eller løfte armen. Hvor gerne de end vil bevæge sig, holder tyngdekraften dem fast. Hvis de ikke hurtigt overvinder lammelsen, vil kroppen forfalde til et niveau, hvor den aldrig

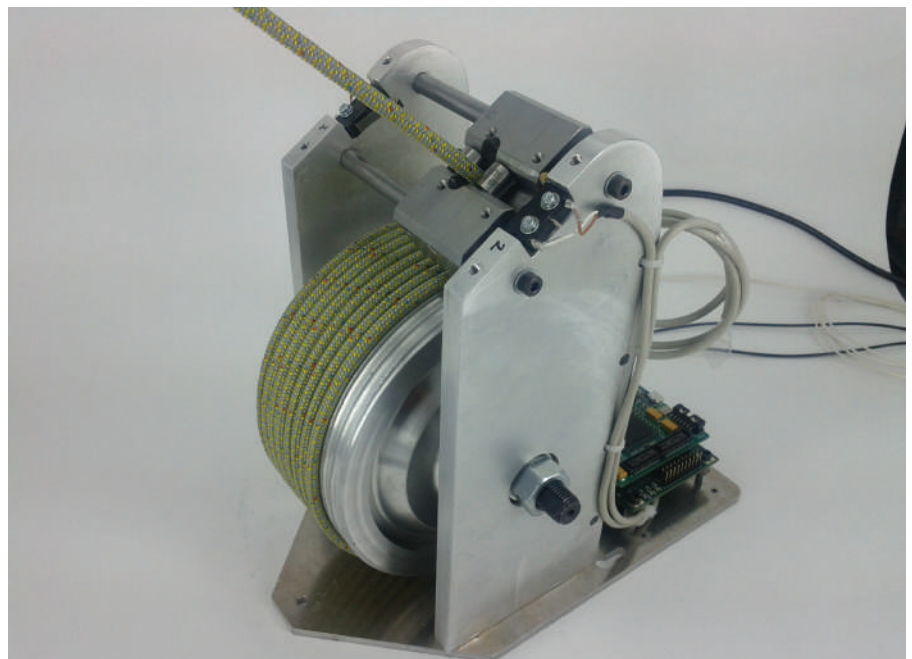
kommer til at overvinde Jordens tyngdekraft igen. Et liv i kørestol.

Forfaldet sker med voldsom fart. En muskel taber ca. 1% af sin styrke dagligt, hvis den slet ikke bruges. Et raskt ungt menneske kan tåle at miste ca 70% af styrken, før benene ikke længere kan bære, og hvis man mister meget mere, kan man heller ikke løfte armene. Hvis du holder op med at bruge kroppen, varer det altså typisk under et halvt år, før du ikke længere kan rejse dig op og gå omkring. Hvis du kommer dertil, er du i alvorlig knibe, fordi du ikke

længere ved egen hjælp kan bevæge dig nok til at bremse forfaldet. Når musklerne ikke belastes, forbrænder de næsten ingen energi, så hjertet og resten af kroppens kredsløb belastes heller ikke, og forfalder i takt med musklerne. Det samme gælder knoglerne, der kun "vedligeholdes" med kalk, når de belastes, og nerveforbindelser der svækkes, hvis de ikke bruges.

For astronauter er det altså livsvigtigt at træne med alternativer til tyngdekraften. Specielle rum-træningsmaskiner

Tidlig forsøgsopstilling. Gennem avanceret computerstyring kan et simpelt line-træk skabe en illusion af ændret tyngdekraft. Billede: SDU



er en vigtig del af astronauters hverdag. Til de lange missioner på rumstationer har man udviklet kondicykler, løbebånd, styrke- og romaskiner, der ved hjælp af mekaniske belastninger med friktion, svinghjul og fjedre efterligner belastningerne på Jorden, så astronauternes kroppe oplever det træk, modstand, stød og slag, der er nødvendige for at holde muskler, kondi, knogler, led og nerver ved lige gennem 2-3 timers daglig træning. Hvis træningsudstyret svigter, så astronauterne ikke kan få deres trænings-dosis, bliver missionen aflyst, nøjagtigt som hvis vand- eller iltforsyningen rammes af fejl.

Når en jordbo rammes af fx en hjerneblødning, der lammer den ene side af kroppen, er det ligeså vigtigt med hurtig og effektiv behandling og genoptræning. Hvis man kan overvinde tyngdekraften igen indenfor ca. seks måneder, har man vundet kapløbet med forfaldet, og har gode chancer for at genvinde sin førlighed. Hvis det ikke lykkes indenfor ca. to år, anses det som håbløst, lammelsen kategoriseres som kronisk og sundhedsvæsenet skifter fokus fra genoptræning til assistance, pleje og omsorg.

Tyngdekraften er den største trussel

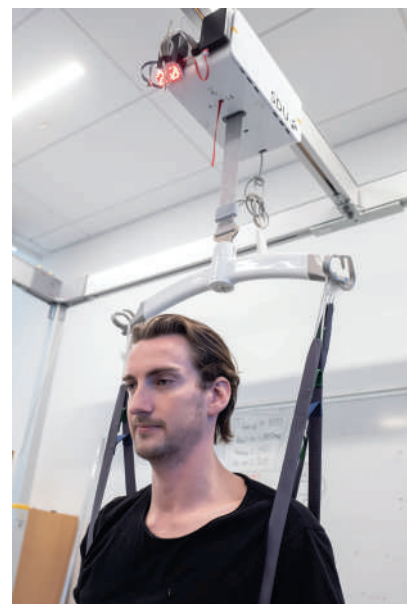
Bortset fra selve skaden på kroppen, er tyngdekraften den største trussel imod patienternes helbredelse, fordi den forhindrer patienterne i at træne selvstændigt, før de har genvundet 30-50% af deres normale styrke. Fysio- og

ergoterapeuter bruger håndkraft til at støtte patienter i træningsbevægelser, men sundhedsvæsenet har langt fra kapacitet nok til at give samme dosis som anses for minimum for astronauter. Tyngdekraften modvirkes endnu bedre ved at træne patienter under vand – nøjagtigt som astronauter gør for at lære at være vægtløse. Men besværet og risikoen for ulykker gør vandtræning for lammede ekstremt dyrt og eksotisk. Når det engang bliver almindeligt med rumturisme på Månen, vil et genoptræningscenter med Månens 20% af normal tyngdekraft mangedoble chancen for helbredelse, og blive et stort hit – for dem der har råd!

På Syddansk Universitet (SDU) har forskere imidlertid taget kampen op med tyngdekraften, ved at undersøge hvad der skal til for at "snyde" kroppen til at agere som om tyngdekraften er ændret. Ved at kombinere vores ekspertise i robotteknologi, idræt og social kropslig interaktion, har vi skabt en illusion om forandret tyngdekraft: "*Augmented Gravity*". Illusionen er relevant for astronauter, fordi teknologien bag den kan gøres kompakt, let og driftssikker. Den er også relevant for patienter, fordi den kan gøres billig og brugervenlig, og dermed kan blive mere tilgængelig end vandtræning og rumturisme.

Den "hellige gral"

Den "hellige gral" indenfor området er naturligvis exoskeletter – en slags robot man tager på eller spændes



En kommerciel lift ombygget til forsøgsopstilling, her vist med Claes C. Jakobsen (SDU - Mærsk Institutet). Gennem seletøjet kan fornemmelsen af tyngdekraft reduceres trinløst til en brøkdel af Jordens, fx som på Månen, eller Mars. Billede: SDU

fast i – som giver hver enkelt muskel i kroppen modstand eller hjælp i bevægelsen, afhængigt af om man er på rumrejse eller i genoptræning. Der findes allerede hundredevis af forskningsforsøg og nogle enkelte kommercielle exoskeletter på markedet. Exoskeletter er formidable til at gøre brugeren stærkere eller svagere afhængigt af behov, men er indtil videre også dyre, komplicerede, servicekrævende og enten skrøbelige eller tunge – egenskaber der hverken er ønskede i rumfart eller sundhedsvæsen.

SDU's fokus på velfærdsteknologi og bæredygtighed fik os derfor til at prioritere pris og tilgængelighed højere end teknologisk "perfektion", og efter flere forsøg med dyre specialmekanismer og

industrirobotter, er det lykkedes at udvikle en særdeles effektiv teknologi baseret på simpelt snoretræk.

Vores "RoboTrainer" teknologi består udadtil blot af en eller flere computerstyrede motorer der via en line trækker i brugeren. Gennem tværfagligt samarbejde mellem ingeniør-, sundhedsfaglige- og humanistiske forskere, styres motoren af algoritmer, der interagerer med brugerens kropsforståelse, så man glemmer alt om linen, og blot oplever at interagere med "tyngdekraften" som om man var på Jorden, eller som om man havde normal styrke.

Forsøg og samarbejder

Forskere og studerende fra Idræt, Biomekanik, Sprog & kommunikation, Velfærdsteknologi og Sundhedsteknologi har

gennemført en lang række forsøg, der viser metodens brugbarhed til træning i rummet, såvel som genoptræning på Jorden, og SDU har indgået samarbejde med Danish Aerospace Company, der udvikler og leverer træningsudstyr til både ESA og NASA. Parallelt, er det lykkedes at genoptræne en kørestolsbruger, der var opgivet af sundhedsvæsenet efter to års konventionel genoptræning. Helt enkelt ved at træne tre gange en time om ugen, med en simuleret tyngdekraft på ned til 0% og så langsomt skruer "tyngdekraften" op over 18 uger.

Evnen til at pille ved vores opfattelse af tyngdekraften under træning har altså vist sig at være super relevant for både astronauter og genoptræningspatienter, der ellers ikke har så

meget til fælles. Det samme gælder samarbejdet mellem ingeniører, humanister og trænings-eksperter, der har gjort udviklingen af "augmented gravity" mulig. Den rejse vores team har været på, viser at det ekstreme "use it or loose it" vilkår for mennesker i rummet, matcher samme ekstreme vilkår for millioner af lammede mennesker på Jorden, og at udvikling der gavner astronauter, samtidig gavner jordboerne, og at ekstreme udfordringer stimulerer nye samarbejder og kreative løsninger.

Til astronauttræning simuleres vægtløshed i bassin, og "kunstig tyngdekraft" tilføres gennem to liner der trækker nedad gennem taljen. På billedet ses Jakob L. Nielsen (SDU - Institut for Idræt og Biomekanik). Billede: SDU. Se hele videoen "SDU udvikler træningsredskaber til astronauter" på SDUs YouTube kanal: <https://youtu.be/qc1QWRm8wnl>

