

# Sarkopeni og styrketræning

## Aldersrelaterede ændringer: effekt af styrketræning

B.Sc., stud.scient. Jakob Jespersen,  
B.Sc., stud.scient. Troels Gravers Pedersen &  
fysioterapeut, ph.d. Nina Beyer

### Resumé

Sarkopeni betegner tabet af muskelmasse og dermed muskelstyrke, som foregår ved normal aldring. Sarkopeni synes at have mange årsager, herunder muskulære og neurale ændringer. I takt med muskelatrofien sker der et nonlinear fald i muskelstyrken. Dette fald accelererer efter 60-årsalderen. Den muskulære effektudviklingsevne (power) reduceres i endnu større grad end muskelstyrken.

En del af den aldersrelaterede reduktion i muskelstyrke og power kan modvirkes ved styrketræning. Forbedringer afhænger dog af de ældres initiale status. Samlet vil de ældste og svageste kunne profitere mest af styrketræning, om end ældre generelt vil kunne drage nytte heraf. Med en voksende ældrepopulation synes fokus på sarkopeni og modtræk hertil at være mere relevant end nogensinde.

Der blev foretaget artikelsøgning på MEDLINE på søgeordene *sarcopenia*, *elderly* og *strength training*. Alene styrketræningsstudier, hvor man har anvendt moderat til tung belastning, defineret som 60-100% af et repetitionsmaksimum (1RM) [1], er inkluderet. Kun studier med ældre på 60 år og derover er medtaget. Ældre klassificeres til tider i yngre-ældre (60-79 år), ældre-ældre (80 år og ældre) og meget gamle (85 år og ældre).

Når mennesket ældes reduceres både muskulær styrke og udholdenhed. Ud af mange parametres aldersbetingede fald udgør reduktionen i muskelmasse (sarkopeni) og dermed -styrke den klart mest iøjnefaldende [2]. Den reducerede muskelstyrke fremstår særlig kritisk, når den bliver så lav, at basale dagligdagsaktiviteter som gang, trappegang og stolerejsning bliver besværlige eller umulige. Nedsat mobilitet kan føre til inaktivitet, som accelererer tabet af muskelmasse og -styrke yderligere. Altså er man bragt i en ond cirkel [3].

Det vides, at styrketræning kan øge muskelmassen og -styrken signifikant hos ældre [4-6] og selv hos meget gamle [7-9]. Endvidere kan styrketræning forbedre ældres funktionsevne [7]. Styrketræning synes således at være højst anvendelig.

Forebyggelse og behandling af sarkopeni kan reducere menneskelige og samfundsøkonomiske omkostninger. De samlede sundhedsudgifter i USA som følge af sarkopeni estimeres til 300 mia. US dollars om året [10].

Problemstillingen har endvidere en global dimension, idet andelen af mennesker i alderen 60 år og ældre forventes at stige fra 629 mio. i 2002 til næsten 2 mia. i 2050. Endelig udgør gruppen af 80-årige og ældre den hastigst voksende gruppe af den samlede ældrebefolkning [11].

### Sarkopeni – aldersrelaterede ændringer

En af hovedårsagerne til sarkopeni er, at man har et mindsket antal motorneuroner efter 60-årsalderen [12]. Herved opstår dennervation efterfulgt af sporadisk reinnervation, hvorfor nogle muskelfibre atrofiere og dør [13]. Endvidere ses en nedsat ledningshastighed, idet aksonet demyeliniseres stedvist og mindskes i diameter [14]. Ud over reorganisering af de motoriske enheder ses en nedsat neuromuskulær aktivitet [7].

Muskelatrofien udgør 30-40% fra anden til niende dekad og accelererer efter 50-årsalderen. Massetabet forårsages af to komponenter: primært et tab af muskelfibre, der sandsynligvis rammer alle fibertyper lige, og sekundært muskelfiberatrofi, som er særlig udpræget i type II-fibre. En del af muskelmassen erstattes af adipøst og fibrøst væv, hvorfor antallet af kontraktile elementer reduceres [15].

Muskelmassetabet er nonlinear, hvilket illustreres af Baumgartner *et al* [16], som definerede sarkopeni som skeletmuskelmasse to standardafvigelser eller mere under den gennemsnitlige muskelmasse for en yngre referencegruppe af mænd og kvinder på 18-40 år. Blandt 808 ældre var prævalensen for sarkopeni 13-24% for personer under 70 år, hvorimod forekomsten steg til mere end 50% for ældre over 80 år.

Muskelstyrken falder med gennemsnitligt 1-1,5% om året efter 60-65-årsalderen [17, 18], og kan hos ældre først i 70'erne

#### Sarkopeni

- Muskelfibertab, der rammer alle fibertyper
- Muskelfiberatrofi i primært type II-fibre
- Tab af motorneuroner
- Nedsat neuromuskulær aktivitet
- Styrkereduktion på op til 50%
- Powerreduktion på op til 70%

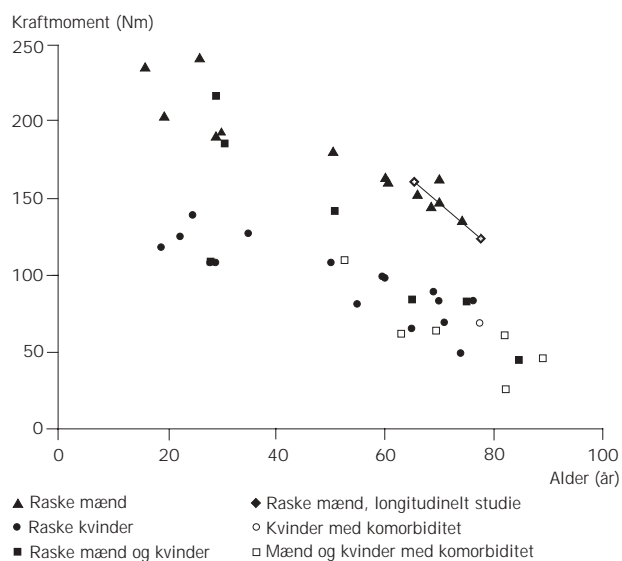


Fig. 1. Figuren viser gennemsnitsværdier for isokinetiske styrkemomenter i knæekstension målt isokinetisk ved vinkelhastigheden 60°/s hos kvinder og mænd i forskellige aldre (gennemsnit). Data stammer fra et longitudinelt studie og 30 tværsnitstudier, hvor størrelsen af populationerne varierer (gennemsnit  $n = 27$  [6-160]), ligesom aldersspredning i grupperne varierer. Foruden forskelle i fysisk aktivitetsniveau og komorbiditet kan dette sammen med metodeforskelle forklare en del af variationen i styrkeniveau. Det fremgår dog af figuren, at styrkemomenterne hos raske mænd er betydelig højere end hos raske kvinder. Data på de blandede grupper af mænd og kvinder med komorbiditet er knap så entydige. I seks ud af 28 artikler er styrkemomenterne aflæst fra grafer.

være 50% lavere end hos unge [19]. Den muskulære effektudviklingsevne (power) reduceres i endnu større grad med gennemsnitligt 3,5% om året fra 65-års-alderen [18], og kan hos ældre først i 70'erne være 70% lavere end hos unge [19] (Fig. 1).

Samlet spiller type II-atrofi en vigtig rolle i reduceret muskelstyrke og ikke mindst power, idet type II-fibrenes kontraktionshastighed er ca. fire gange højere end type I-fibrenes. En nedsat neuromuskulær aktivitet og øget antagonist koaktivering bidrager yderligere til reduktionen i styrke og power [6]. Ovennævnte aldersrelaterede ændringer er særlig interessante i interventionsøjemed, idet de kan påvirkes ved styrketræning.

### Styrketrænings virkning på sarkopeni

Bidraget til sarkopeni fra henholdsvis aldring per se og fysisk inaktivitet er svært at bedømme. Personer over 67 år udgør den mest stillesiddende gruppe af den voksne befolkning [20]. Inaktivitet er årsag til en del af den forringede funktionsevne, men aldersrelateret muskelatrofi og nedgang i funktionsevne optræder også hos fysisk aktive. *Klitgaard et al* [21] fandt, at ældre, der konditionstrænede, tabte muskelmasse, mens ældre, der styrketrænede, havde en muskelmasse og -styrke lig yngre stillesiddende individer. Endvidere har *Meltzer* [22] påvist en nedgang i præstationsevne hos elitevægtløftere på 1-1,5% pr. år efter 30-års-alderen.

På baggrund af ovenstående synes styrketræning at være lovende i behandlingen af sarkopeni. Valget af styrketræning

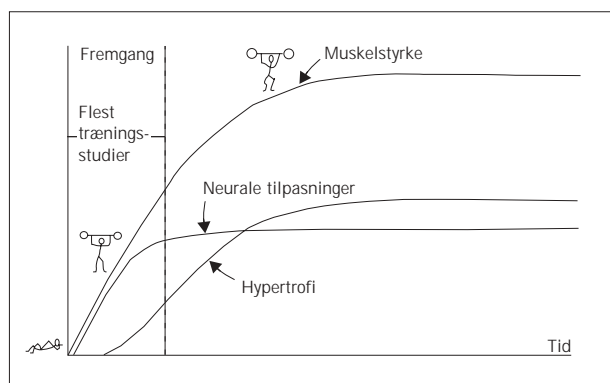


Fig. 2. Det relative bidrag fra neurale adaptationer og muskelhypertrofi til styrkeøgning under et styrketræningsforløb. I den indledende fase dominerer de neurale tilpasninger, og med tiden vil hypertrofi udgøre det største bidrag (modificeret fra *Med Sci Sports Exerc* 1988;20(suppl 5):S135-S145).

frem for eksempelvis kredsløbstræning motiveres af, at aerob træning ikke forbedrer muskelstyrken nævneværdigt hos ældre, og at muskelstyrken kan blive mere begrænsende for svage ældres daglige aktiviteter end hjerte-kredsløbs-funktion. Yderligere kan styrketræning praktiseres af ældre med komorbiditet og har desuden positiv indvirkning på sygdomme som hypertension, insulinresistens, osteopeni og artrose [23]. Regelmæssig moderat til tung styrketræning synes desuden at være forbundet med mindre risiko for skader end f.eks. jogging [24].

### Neurale adaptationer til styrketræning

I flere studier har man vist styrketilvækst på 25-170% over 8-12 uger [1, 7-9]. Dette er målt ved 1RM-metoden [25]. Brug af identisk udstyr til træning og test giver en forbedring i færdighed og 1RM, idet styrkeøgning er påvirket af en indlærings-effekt. Et mere præcist mål for styrkefremgang fås ved at anvende målemetoder, der er forskellige fra træning, f.eks. dynamometriske målinger (isokinetisk), hvor styrketilvæksten i træningsstudier med ældre er 10-45% over 8-12 uger [7, 26, 27]. Ofte kan mindre end 10-15% af styrkeøgningen forklares ved øget muskelmasse [28]. Således må en stor del af styrketilvæksten skyldes neurale tilpasninger og andre adaptationer. Det relative bidrag til styrketilvækst i et styrketræningsforløb fra neurale faktorer og hypertrofi kan ses i den klassiske figur fra *Sale* [29] (Fig. 2).

### Motorneuronantal og neuromuskulær aktivitet

Tab af motorneuroner synes at være irreversibelt, og det antages, at antallet af motorneuroner ikke ændres ved styrketræning [3]. *Häkkinen et al* [6] fandt via integreret elektromyografi en øget maksimal voluntær agonistaktivering hos ældre kvinder ( $64 \pm 3$  år) efter 21 ugers styrketræning. Andre har imidlertid ikke fundet øget aktivering målt ved *twitch*-interpolation [30]. Der eksisterer dog uenighed om, hvilken metode der er bedst egnet til at bestemme maksimal voluntær aktivering. Dette kan forklare de divergerende resultater [28].

## VIDENSKAB OG PRAKSIS | OVERSIGTSARTIKEL

## Resultat af styrketræning

- Muskelfiberhypertrofi
- Øget neuromuskulær aktivitet
- Styrketilvækst
- Powerøgning
- Jo større styrkedeficit, jo større styrkeforbedring

## Koaktivering

*Häkkinen et al* [31] sammenlignede 21 ældre (ca. 70 år) med 21 midaldrende (ca. 40 år) mænd og kvinder og fandt, at efter seks måneders styrketræning var antagonist koaktiveringen (hasemuskulaturen) signifikant reduceret i den ældre gruppe. Reduktionen medførte, at de ældre nåede et niveau lig de midaldrendes, hvis koaktivering ikke ændredes. Disse resultater kunne tyde på, at den neurale adaptation er større hos ældre end hos midaldrende.

## Muskulære adaptationer til styrketræning

## Hypertrofi

I studier, hvor man har anvendt MRI eller CT til måling af muskelmassen, har man registreret fra ingen til 20% øgning i udvalgte musklers tværsnitsareal eller volumen [1].

I to studier har man efter 8-12 ugers styrketræning tre gange ugentligt (85-årige og ældre) med 80% af 1RM fundet et 9-10% gennemsnitligt øget tværsnitsareal af lårets muskulatur [7, 8], mens man i et andet studie ikke fandt nogen signifikant øgning [9].

*McCartney et al* [5] gennemførte et længere styrketræningsstudie (60-80-årige, to gange træning ugentlig) med to gange 42 ugers træning adskilt af ti ugers testning og ferie. Efter 94 uger var det gennemsnitlige tværsnitsareal af knæekstensorerne øget med 8,7%, hvoraf to tredjedele skete i løbet af de første 42 uger. Man har således fundet relativt ens øgninger i tværsnitsareal (ca. 9%) efter træningsforløb på mellem 8 og 84 uger. En årsag kunne relateres til dosisrespons. En anden kunne være, at forsøgspersonerne i de kortere studier var betydelig ældre og svagere. Meget gamle udviser oftest større atrofi end yngre-ældre, hvorfor træningsresponsen muligvis er større hos de førstnævnte.

Der er ikke fundet nogen signifikant forskel i knæekstensorernes hypertrofirespons mellem yngre (21-31 år) og ældre (62-75 år) mænd og kvinder efter ni ugers styrketræning [32, 33]. *Welle et al* [33] fandt dog signifikant mindre hypertrofi hos ældre i albue og knæflexorer end hos yngre, dog kun på henholdsvis 13% og 7%.

## Fiberhypertrofi

Tilsyneladende hypertrofierer både type I- og type II-fibre ved styrketræning [4, 27]. *Porter* [1] hævder, at der generelt

## Definitioner

- **Maksimal muskelstyrke:** Den maksimale kraft en muskel eller muskelgruppe kan generere.
- **Kraftmoment:** Kraft  $\times$  momentarm (Nm), hvor momentarm = den på kraften vinkelrette afstand fra omdrejningspunktet til kraften.
- **1RM:** Den vægt/belastning, man kan løfte netop en gang med korrekt teknik (kg).
- **Isokinetisk styrkemåling:** Måling af kraftmoment ved konstant vinkelhastighed (Nm).
- **Power (muskulær effekt):** Kraft  $\times$  hastighed (N  $\times$  m/s)
- **Styrketræning:** Træning med belastninger over 60% af 1RM

ikke ses en større tilvækst i type II-fibre end i type I-fibre hos ældre, hvilket delvist tillægges den langsomme bevægelsehastighed, der er anvendt ved træningsøvelserne. Dette er i modstrid med et studie [6], hvor type I- og type II-fibrenes relative areal var det samme både før og efter 21 ugers eksplosiv styrketræning. Det skal dog påpeges, at kun 20% af træningen var højhastighedstræning. I modsætning hertil fandt *Kryger* [7] selektiv type II-hypertrofi (26%) hos meget gamle efter 12 ugers styrketræning.

Studier med yngre voksne viser, at styrketræning inducerer hypertrofi i både type I- og type II-fibre, men at type II-fibrene tilsyneladende vokser relativt mere end type I [34].

Således er resultaterne divergerende mht. hvilke fibertyper, der hypertrofierer, og muligvis eksisterer der en forskel i responset hos yngre og ældre.

## Mekaniske konsekvenser

## Øget muskelstyrke - hvilke faktorer bidrager

Til trods for højere udgangsværdier i muskelstyrke hos yngre end hos ældre har man i flere studier rapporteret om den samme relative styrketilvækst [35-37]. Forskelle i procentuel styrketilvækst hos ældre kan bl.a. skyldes forskelle i træningsforløbets længde [29], protokol og intensitet.

Der synes ikke at eksistere nogen sammenhæng mellem overordnet styrketilvækst og hypertrofi på helmuskel- eller enkeltfiberniveau, hverken efter typisk tre måneders [1] eller et års træning [4]. Samlet harmonerer ovenstående med, at man i mange studier kun kan forklare 10-15% af styrkeøgningen ved øget muskelmasse [28]. Da de fleste af disse studier har varet 8-12 uger, bør man tage højde for den typiske tidshorisont for bidraget til styrkeøgning fra henholdsvis neurale faktorer, f.eks. øget neuromuskulær aktivitet [6, 31], og muskelhypertrofi [29] (Fig. 2).

## Øget power - hvilke faktorer bidrager

*Jozsi et al* [35] fandt øget power efter 12 ugers pneumatisk styr-

ketræning (belastningen reguleres vha. et hydraulisk system med luftfyldte cylindre), men ingen øgning i fedtfri masse, hvilket indikerer, at adaptationer ud over hypertrofi kan mediere powertilvæksten. Den relative powertilvækst var ens hos yngre og ældre.

*Fielding et al* [38] undersøgte effekten af henholdsvis en høj- og en lavhastighedsprotokol på 25 ældre kvinder (gns. 73 år) med selvrapporteret nedsat funktionsevne. De trænede 16 ugers identisk pneumatisk styrketræning med 70% af 1RM, dog med forskellig koncentrisk hastighed (så hurtigt som muligt vs. to sekunder).

Samlet var høj- og lavhastighedstræningen lige effektive til styrketilvækst, hvorimod power blev øget signifikant mere i højhastighedsgruppen. Powertilvæksten via højhastighedstræning medieres sandsynligvis af øget neuromuskulær aktivitet og type II-hypertrofi i kraft af hurtigere kontraktionshastighed [38].

### Opsummering og konklusion

Det aldersbetingede tab af motorneuroner kan antagelig ikke reverseres, ej heller ved regelmæssig styrketræning. Derimod kan styrketræning sandsynligvis øge den neuromuskulære aktivitet og reducere antagonist koaktivering.

Overordnet opnår ældre samme relative hypertrofi som unge efter typisk 8-12 ugers regelmæssig styrketræning. Styrketræning inducerer tilsyneladende hypertrofi i alle fibertyper i størrelsesordenen 0-20% hos ældre. Der foreligger dog en del modstridende resultater, angående hvilke fibertyper der hypertrofiere.

En realistisk øgning i tværsnitsareal på 10% opnået ved tre måneders styrketræning vil kunne reversere et årtis muskelmassestab set i relation til en muskelmasseatrofi på ca. en procent pr. år efter 50-årsalderen.

Det samme gælder for muskelstyrken, som øges med 10-45%. Træningsresponsen synes at være større hos skrøbelige ældre med stort styrkedeficit [7] end hos raske, fysisk aktive ældre [26, 27]. Endvidere peger man i den eksisterende litteratur på, at power øges ved styrketræning, især ved højhastighedstræning. Således kan årtiers styrketab reverseres, hvilket potentielt udsætter tidspunktet for nedsat funktionsevne – et potent argument for styrketræning som modtræk til sarkopeni.

Øget muskelstyrke synes at øge spontan fysisk aktivitet i hverdagen [9], hvilket antyder, at styrketab er en essentiel faktor i ældres nedsatte aktivitetsniveau. Samlet kan ingen anden befolkningsgruppe profitere mere af styrketræning end de ældre grundet deres lave initiale styrkemæssige status. Med en voksende ældrepopulation synes fokus på sarkopeni og modtræk hertil at være mere relevant end nogensinde.

»Life generates life: inactivity causes life to fade away«.  
*Albert Szent-Györgyi (1893-1986)*

### Summary

Jakob Jespersen, Troels Gravers Pedersen & Nina Beyer:

#### Sarcopenia and strength training.

Ugeskr Læger 2002;165: 3307-11.

Sarcopenia signifies the age-related loss of muscle mass and consequently muscle strength. Sarcopenia appears to be caused by both muscular and neural factors. Concurrently with the muscle atrophy, a non-linear loss of muscle strength is observed. The decline accelerates after the age of 60. The ability to produce muscular power is reduced even more than the muscle strength. Strength training increases muscle strength and muscular power in the elderly thus counteracting part of the age-related reduction. Improvements, however, depend on the initial strength in the elderly person. The benefit of strength training is greatest in frail elderly and the oldest old, although elderly in general could benefit from strength training. Considering the growing section of elderly in the population, the focus on sarcopenia and measures to counteract this seems more relevant than ever.

Reprints not available. Correspondence to: *Jakob Jespersen*, Frederikssundsvej 27, 4. tv., DK-2400 København NV. E-mail: *Jakob\_Jespersen@stud.ku.dk*

Antaget den 15. maj 2003.  
Københavns Universitet, Afdelingen for Humanfysiologi, Institut for Idræt, og H:S Bispebjerg Hospital, Idrætsmedicinsk Forskningsenhed.

Forfatterne ønsker at takke professor *Michael Kjær* og dr.scient. *Kurt Jørgensen* for tilskyndelse til at skrive nærværende artikel.

Ovenstående artikel bygger på en større litteraturgenngang end litteraturlistens 38 numre. En fuldstændig litteraturliste kan fås ved henvendelse til forfatterne.

### Litteratur

- Porter MM. The effects of strength training on sarcopenia. *Can J Appl Physiol* 2001;26:123-41.
- Rosenberg IH. Sarcopenia: origins and clinical relevance. *J Nutr* 1997;127(suppl 5):990S-991S.
- Roubenoff R. Origins and clinical relevance of sarcopenia. *Can J Appl Physiol* 2001;26:78-89.
- Pyka G, Lindenberger E, Charette S et al. Muscle strength and fiber adaptations to a year-long resistance training program in elderly men and women. *J Gerontol* 1994;49:M22-M27.
- McCartney N, Hicks AL, Martin J et al. A longitudinal trial of weight training in the elderly: continued improvements in year 2. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 1996;51:B425-B433.
- Hakkinen K, Pakarinen A, Kraemer WJ et al. Selective muscle hypertrophy, changes in EMG and force, and serum hormones during strength training in older women. *J Appl Physiol* 2001;91:569-80.
- Kryger AI. Effects of resistance training on skeletal muscle and function in the oldest old [disp]. København: Københavns Universitet, 1999.
- Fiatarone MA, Marks EC, Ryan ND et al. High-intensity strength training in nonagenarians. *JAMA* 1990;263:3029-34.
- Fiatarone MA, O'Neill EF, Ryan ND et al. Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people. *N Engl J Med* 1994;330:1769-75.
- Booth FW, Gordon SE, Carlson CJ et al. Waging war on modern chronic diseases: primary prevention through exercise biology. *J Appl Physiol* 2000;88:774-87.
- United Nations. Population ageing 2002. <http://www.un.org/esa/population/publications/ageing/Graph.pdf> april 2003.
- Tomlinson BE, Irving D. The numbers of limb motor neurons in the human lumbosacral cord throughout life. *J Neurol Sci* 1977;34:213-9.
- McComas AJ. Aging. Skeletal muscle: form and function. Champaign, Illinois: Human Kinetics, 1996:325-41.
- Kawamura Y, Okazaki H, O'Brien PC et al. Lumbar motoneurons of man I.

## VIDENSKAB OG PRAKSIS | STATUSARTIKEL

- number and diameter histogram of alpha and gamma axons of ventral root. *J Neuropathol Exp Neurol* 1977;36:853-60.
15. Lexell J, Taylor CC, Sjöström M. What is the cause of the ageing atrophy? Total number, size and proportion of different fiber types studied in whole vastus lateralis muscle from 15- to 83-year-old men. *J Neurol Sci* 1988;84:275-94.
  16. Baumgartner RN, Koehler KM, Gallagher D et al. Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. *Am J Epidemiol* 1998;147:755-63.
  17. Vandervoort AA, McComas AJ. Contractile changes in opposing muscles of the human ankle joint with aging. *J Appl Physiol* 1986;61:361-7.
  18. Young A, Skelton DA. Applied physiology of strength and power in old age. *Int J Sports Med* 1994;15:149-51.
  19. Bosco C, Komi PV. Influence of aging on the mechanical behavior of leg extensor muscles. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1980;45:209-19.
  20. DIKE. Sundhed og sygelighed i Danmark 1994 – og udvikling siden 1987. Rapport fra DIKES repræsentative undersøgelse blandt voksne danskere. København: DIKE, 1995.
  21. Klitgaard H, Mantoni M, Schiaffino et al. Function, morphology and protein expression of ageing skeletal muscle: a cross-sectional study of elderly men with different training backgrounds. *Acta Physiol Scand* 1990;140:41-54.
  22. Meltzer DE. Age dependence of Olympic weightlifting ability. *Med Sci Sports Exerc* 1994;26:1053-67.
  23. Hurley BF, Roth SM. Strength training in the elderly: effects on risk factors for age-related diseases. *Sports Med* 2000;30:249-68.
  24. Pollock ML, Carroll JF, Graves JE et al. Injuries and adherence to walk/jog and resistance training programs in the elderly. *Med Sci Sports Exerc* 1991;23:1194-200.
  25. Delorme TL. Restoration of muscle power by heavy-resistance exercises. *J Bone Joint Surg* 1945;27:647-67.
  26. Frontera WR, Meredith CN, O'Reilly KP et al. Strength conditioning in older men: skeletal muscle hypertrophy and improved function. *J Appl Physiol* 1988;64:1038-44.
  27. Lexell J, Downham DY, Larsson Y et al. Heavy-resistance training in older Scandinavian men and women: short- and long-term effects on arm and leg muscles. *Scand J Med Sci Sports* 1995;5:329-41.
  28. Enoka RM. Neural adaptations with chronic physical activity. *J Biomech* 1997;30:447-55.
  29. Sale DG. Neural adaptation to resistance training. *Med Sci Sports Exerc* 1988;20(suppl 5):S135-S145.
  30. Harridge SD, Kryger A, Stensgaard A. Knee extensor strength, activation, and size in very elderly people following strength training. *Muscle Nerve* 1999;22:831-9.
  31. Hakkinen K, Kallinen M, Izquierdo M et al. Changes in agonist-antagonist EMG, muscle CSA, and force during strength training in middle-aged and older people. *J Appl Physiol* 1998;84:1341-9.
  32. Ivey FM, Roth SM, Ferrell RE et al. Effects of age, gender, and myostatin genotype on the hypertrophic response to heavy resistance strength training. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2000;55:M641-M648.
  33. Welle S, Totterman S, Thornton C. Effect of age on muscle hypertrophy induced by resistance training. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 1996;51:M270-M275.
  34. Kraemer WJ, Fleck SJ, Evans WJ. Strength and power training: physiological mechanisms of adaptation. *Exerc Sport Sci Rev* 1996;24:363-97.
  35. Jozsi AC, Campbell WW, Joseph L et al. Changes in power with resistance training in older and younger men and women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 1999;54:M591-M596.
  36. Rall LC, Meydani SN, Kehayias JJ et al. The effect of progressive resistance training in rheumatoid arthritis. *Arthritis Rheum* 1996;39:415-26.
  37. Welle S, Thornton C, Statt M. Myofibrillar protein synthesis in young and old human subjects after three months of resistance training. *Am J Physiol* 1995;268:E422-E427.
  38. Fielding RA, LeBrasseur NK, Cuoco A et al. High-velocity resistance training increases skeletal muscle peak power in older women. *J Am Geriatr Soc* 2002;50:655-62.

## Svær akut respiratorisk syndrom – SARS

Kåre Mølbak, Susanne Samuelsson & Anders Fomsgaard

Svær akut respiratorisk syndrom er en atypisk pneumoni forårsaget af SARS-coronavirus (SARS-CoV). Siden november 2002 er der rapporteret om 8.437 sandsynlige tilfælde fra 30 lande, dog ingen fra Danmark (Fig. 1). Den 5. juli 2003 meddelte WHO, at smittekæden var brudt i det sidste endemiske område, Taiwan (Fig. 2). Ingen sygdom er tidligere kortlagt så hurtigt som SARS. WHO's indsats og det internationale samarbejde er værd at fremhæve. Kommunikation med e-mail, publikationer på sundhedsinstitutioners og videnskabelige tidsskrifters hjemmesider samt etablerede laboratorienetværk var afgørende i den internationale vidensdeling. Trods dette var det de klassiske principper i epidemibekæmpelse, isolation og karantæne, som fik epidemien under kontrol og til sidst inddæmnet.

### Årsag

At SARS-CoV er årsag til SARS er vist ved inokulation i rhesus-marekate, ved serokonversion og ved påvisning af SARS-CoV i luftvejsekreter fra patienter med SARS, men ikke fra personer uden SARS [1, 2]. Fuldgenomsekventeringer og fylogenetiske undersøgelser har vist, at SARS-CoV er forskellig fra

hidtil kendte coronavirus [3]. Dermed er dette virus et nyt og ikke et rekombineret virus. Forskere fra Kina har fundet et virus, som er meget tæt beslægtet med SARS-CoV, i vilde dyr (bl.a. desmerdyr). Disse dyr sælges på markeder i Sydchina,

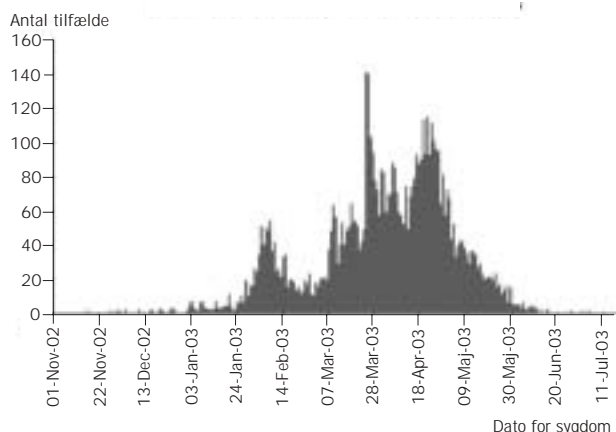


Fig. 1. Antal tilfælde af sandsynlig svær akut respiratorisk syndrom (SARS), rapporteret til WHO, fra den 1. marts 2003 til den 10. juli 2003. Denne figur omfatter ikke 2.527 tilfælde for hvem dato for symptomdebut ikke er rapporteret.