DU SKÖNA NYA MÄNNISKA

om smarta proteser, odlade organ
och kärleksfulla robotar



TEKNISKA MUSEET

DU SKÖNA NYA MÄNNISKA

NYGREN & NYGREN
The fine art of books

Nygren & Nygren
Tegnérgatan 37
111 61 Stockholm
hello@nygrenochnygren.se
www.nygrenochnygren.se

© Tekniska museet, fotograferna, författarna och Nygren & Nygren
Redaktionskommitté: Magdalena Tafvelin Heldner, Lotten Wiklund, Milis Smith och Sofia Seifarth
Redaktörer: Lotten Wiklund och Magdalena Tafvelin Heldner
Bildredaktör: Milis Smith
Foto: Milis Smith m.fl.
Författare: Lotten Wiklund, Magdalena Tafvelin Heldner, Roger Qvarsell och Sofia Seifarth
Grafisk form: Nygren & Nygren
Repro: Nygren & Nygren
Korrekturläsning: Per Axelsson

Tryckt inom EU 2015 genom
Nygren & Nygren AB
ISBN: 978-91-7616-074-9
ISSN: 0070-2528

DU SKÖNA NYA MÄNNISKA
är producerad av Nygren & Nygren AB

Bild på nästa uppslag: Ögonproteser i glas och silikon.

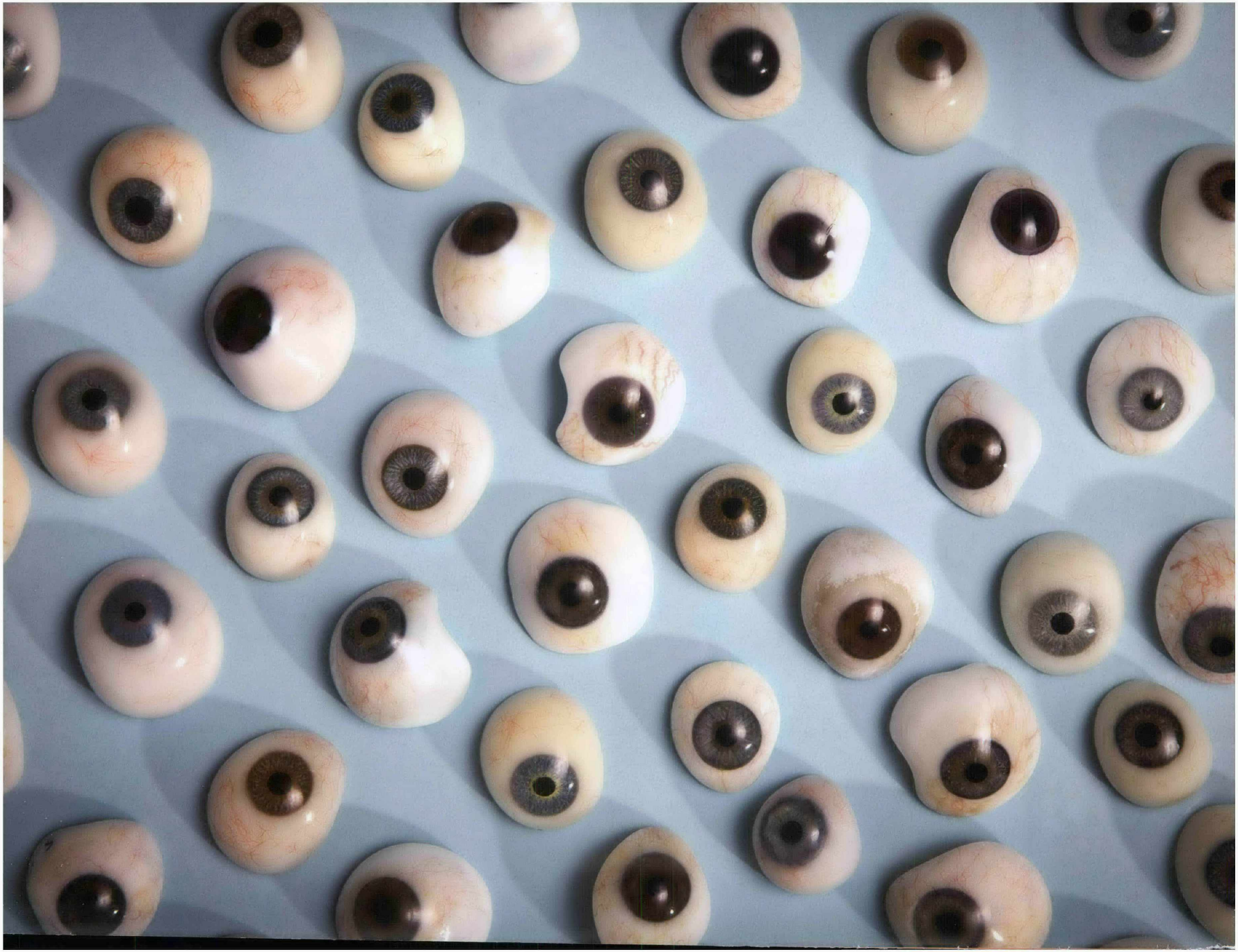
TEKNISKA MUSEET

Tekniska museet
Museivägen 7
Box 27842
115 93 Stockholm
www.tekniskamuseet.se

Med bidrag från Tekniska Museets Vänner, Stiftelsen Strategisk Forskning och Kungliga Patriotiska Sällskapet

DU SKÖNA NYA MÄNNISKA

om smarta proteser, odlade organ
och kärleksfulla robotar



INNEHÅLL

6 INTRODUKTION

12 FÖRÄNDRADE EGENSKAPER
om Darwin, tekniken och kroppspolitiken

26 TRÄBEN, ROBOTHÄNDER OCH ODLADE ORGAN
om proteser och artificiella kroppsdelar

48 DET ÅTERSKAPADE SINNET
om Knut som hör fast han är döv

60 UNIVERSUM BAKOM PANNBENET
om chip, stamceller och tekniken i hjärnan

80 SNABBARE, STARKARE, SMARTARE
om human enhancement och drömmen om supermänniskan

98 TEKNIKEN OCH MOTIVATIONEN
om Caroline som förlorade ett ben men fick livet tillbaka

108 MASKINMÄNNISKORNA
om robotar i vardag och arbetsliv

130 CYBORGAR OCH BIONISKA MÄNNISKOR
om gränslandet mellan kropp och teknik

144 HOT ELLER MÖJLIGHET?
om maskinen som människans problemtyngda följeslagare

164 REFERENSER

169 BILDFÖRTECKNING

171 MEDVERKANDE

Människan har i alla tider använt sin kreativitet och uppfinningsrikedom för att skapa förstärkningar av kroppsliga förmågor eller ersättningar för förlorade funktioner eller kroppsdelar. Idag kan i stort sett varje kroppsdel förstärkas eller ersättas av teknik. I takt med teknikutvecklingen förväntas arbetslivet och arbetsmarknaden genomgå genomgripande och snabb omvandling. Men vilken forskning pågår och hur vill vi att den ska utvecklas? Vilka etiska frågor bör vi diskutera när tekniken flyttar in i våra kroppar? Och hur påverkas vår syn på gränsen mellan människa och maskin? Hur kommer samhället att förändras med den ökade automatiseringen?

Av: Magdalena Tafvelin Heldner och Sofia Seifarth

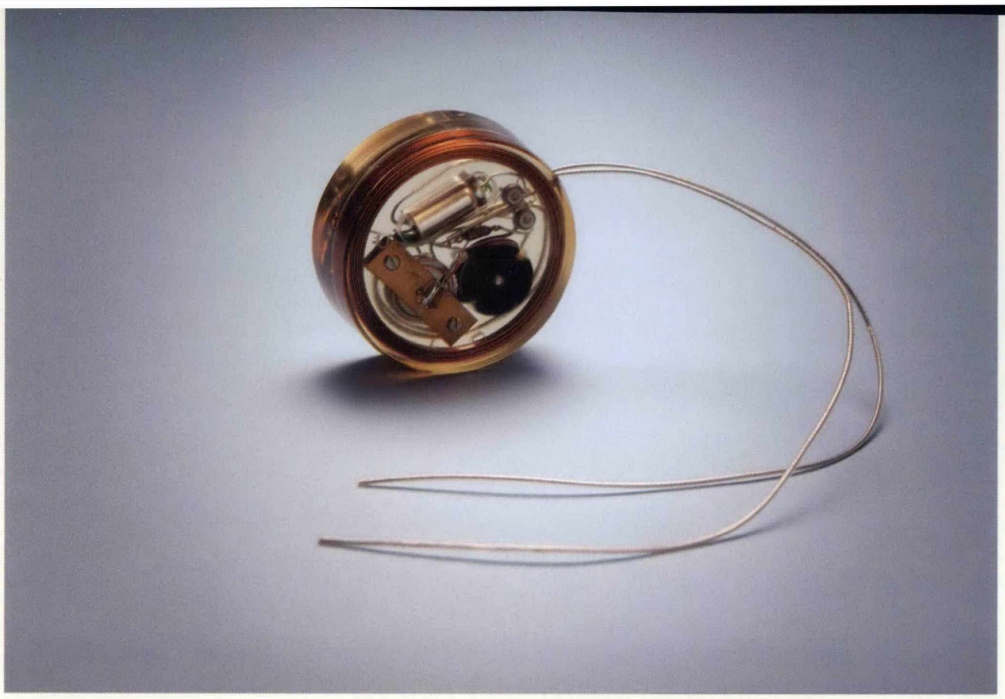
INTRODUKTION

Tekniska museets mission är att göra världen begripligare genom att spegla teknik i samtiden med historien som utgångspunkt och framtiden runt hörnet. Eftersom medicinteknik och robotik är starkt, snabbt växande och forskningsintensiva områden med många viktiga svenska bidrag, är det även ett fokusområde i museets femåriga program. Tekniska museet gör en strategisk satsning på insamling, samverkan och publik verksamhet som kan berätta om dagens möjligheter och begränsningar och belysa utvecklingen ur ett historiskt perspektiv. Satsningen kan hjälpa oss att reflektera över vad det innebär att vara människa, när i stort sett allt i våra kroppar kan ersättas med teknik. Den synliggör olika etiska dilemman och lyfter fram erfarenheter som inte alltid syns i museer, till exempel hur tekniska möjligheter förändrar livet för personer med olika funktionsförutsättningar.

Under arbetets gång har Tekniska museet inlett ett samarbete med vetenskapsjournalisten Lotten Wiklund och fotografen Milis Smith som under flera år arbetat på samma tema. Tekniska museet har även inlett ett europeiskt samarbete med museer med andra erfarenheter.

Den här boken berättar om människokroppen och tekniken. Vad tekniken tillåter oss att göra med våra kroppar och hur vi tänker på kroppen i termer av naturligt och onaturligt. Hur historien sett ut och hur framtiden kan tänkas te sig. Här berättas om möten mellan människokroppen och tekniken, mellan individer och maskiner.

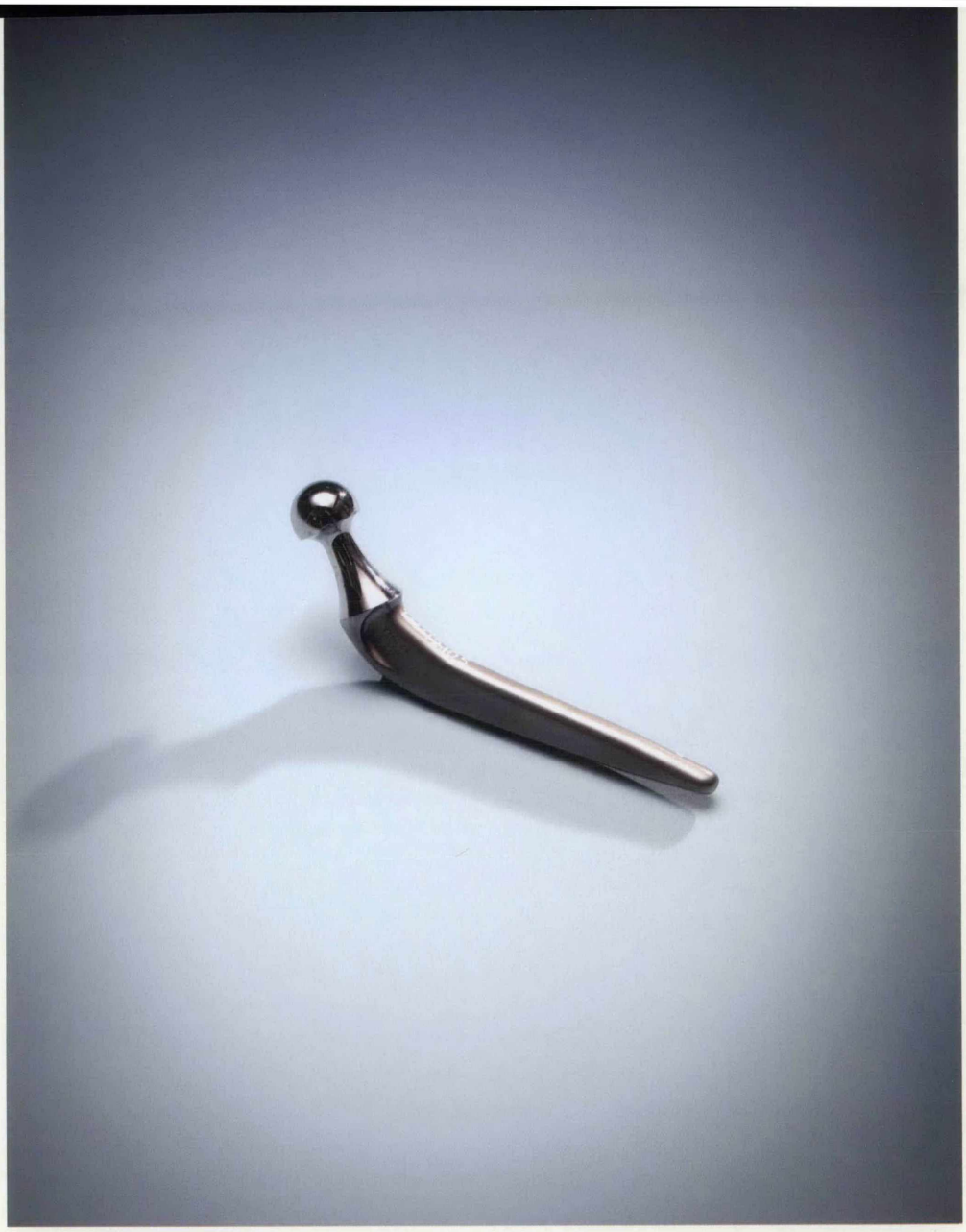
I en serie reportage och intervjuer med användare, forskare, läkare och ingenjörer belyser



I Tekniska museets samlingar finns flera exempel på viktiga medicinska innovationer där tekniken förstärkt den egna förmågan. Uppfinnaren Rune Elmqvist utvecklade pacemakern tillsammans med kirurgen Åke Senning, och Arne Larsson blev den första patient som fick en pacemaker inopererad. Hans hustru Else-Marie hade hört talas om denna nya teknik och drev igenom att hennes man skulle få en chans. Tack vare pacemakern blev Arne 86 år gammal. Den här pacemakern kommer från Tekniska museets samlingar och är en av de första modellerna. Den är tillverkad mellan 1958 och 1960.

vi hur teknikutveckling påverkar vår förståelse av oss själva. Vi lyfter också fram historiska referenser; hur forskning, vetenskap och kultur förflyttar och omförhandlar gränserna mellan kropp och teknik, mellan människa och maskin.

De sex kapitlen "Förändrade egenskaper – om Darwin, tekniken och kroppspolitiken", "Träben, robothänder och odlade organ – om proteser och artificiella kroppsdelar", "Universum bakom pannbenet – om chip, stamceller och tekniken i hjärnan", "Snabbare, starkare, smartare – om human enhancement och drömmen om supermänniskan", "Maskinmänniskorna – om robotar i vardag och arbetsliv" och "Cyborgar och bioniska människor – om gränslandet mellan kropp och teknik" är skrivna av vetenskapsjournalist Lotten Wiklund. I de två kapitlen "Det återskapade sinnet – om Knut som hör fast han är döv" och "Tekniken och motivationen – om Caroline som förlorade ett ben men fick livet tillbaka" möter vi människor som berättar om sina erfarenheter av teknik i kroppen. Dessa kapitel är skrivna av intendent Magdalena Tafvelin Heldner. Det avslutande kapitlet "Hot eller möjlighet? – om maskinen som människans problemfyllda följeslagare" är skrivet av Roger Qvarsell, idéhistoriker och professor vid Linköpings universitet.



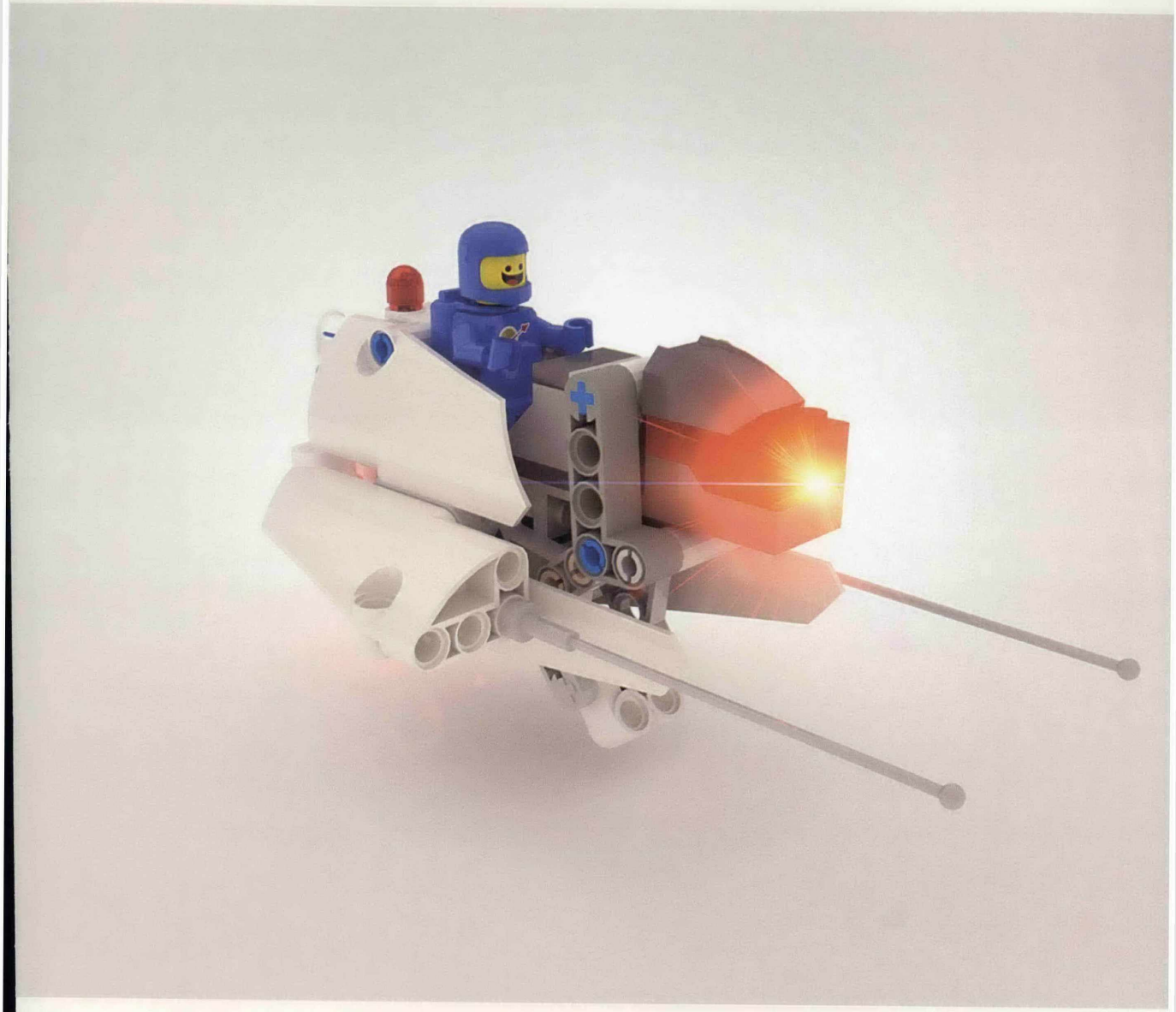
Bara i Sverige får ungefär 16 000 patienter årligen ett höftledsimplantat. Livstiden på ett implantat är minst tio år. Men en del patienter får komplikationer av nötningspartiklar från implantatet, något som i sin tur leder till nedbrytning av benet runt den artificiella leden. Nu pågår ett omfattande europeiskt projekt för att ta fram hållbarare implantat i nya material. Sverige bidrar bland annat med forskning i tunnfilmsfysik – forskning om hur man kan förändra egenskaper hos material genom att lägga på nytt ytskikt. Detta implantat skänktes till Tekniska museet 1994.



Operation av grå starr är den vanligaste operationen i Sverige. Den skadade linsen byts ut mot en konstgjord – en protes – och patienten kan gå hem direkt efter ingreppet. Så enkelt har det inte alltid varit. Fram till slutet av 1970-talet opererades grå starr, eller katarakt, genom att man tog ut hela den grumlade linsen ur ögat och patienten fick leva med att bära särskilda starrglasögon. Amerikanska forskare försöker nu ta fram ögondroppar som innehåller substansen lanosterol, vilken hindrar proteinerna i ögat att klumpas. Det är just det som orsakar grå starr. Lyckas detta behövs kanske ingen operation. Bilden visar en del av en ögonlaserutrustning tillverkad vid Lasertek OY i Helsingfors, ett tidigt exempel på hur avancerad laserteknik används för kliniskt bruk. Ur Tekniska museets samlingar.



Ett önskeförvärv. Carlos Arturo Torres studerar på Designhögskolan i Umeå. Han har utvecklat handprotesen IKO Creative Prosthetic System tillsammans med barn i Colombia. Barnens kreativitet och behov var utgångspunkten för projektet och resulterade i en protes där fingrar och underarm kan tas av och bytas ut mot Legofigurer. Projektet stöds av Lego och stiftelsen CIRO och nu arbetar Carlos vidare på att ta fram protessystemet i större skala.



Ett rymdskepp i Lego kan fästas på protesen.

FÖRÄNDRADE EGENSKAPER

om Darwin, tekniken och kroppspolitiken



Människans tillvaro har ofta varit en kamp. En kamp mot naturen, mot svält och klimat, men även mot de egna biologiska förutsättningarna. Och i kampen föds drömmen om en kropp som kan höja sig över sina begränsningar. Darwins evolutionsteori gjorde människan medveten som sin biologi. Men teknik, medicin och vetenskap bygger nya ideal för hur människors kroppar ska se ut och vad de ska klara av. Och det här kommer till uttryck i olika historiska kontexter, när vi försökt förändra människan, enskilda individer eller hela populationer, med hjälp av medicin, teknik och vetenskap. Kroppen, den enskilda människans kropp liksom människors kroppar som en sorts biomassa, präglas av politik och ideal. Vägen till perfektion är snårig och full av fallgropar. Vad är det som driver oss människor till ständig förändring och förbättring? Blir vi någonsin nöjda?

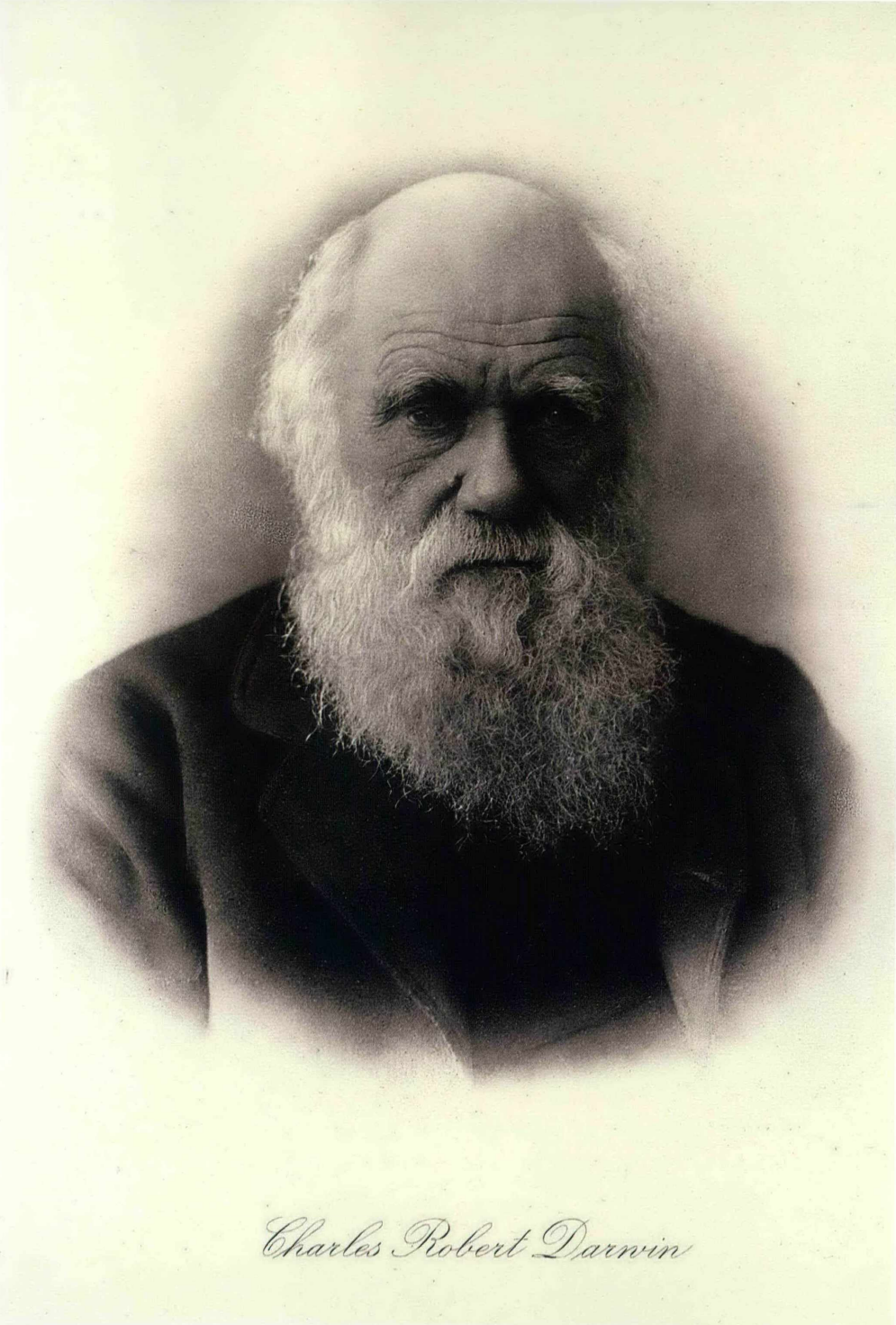
Av: Lotten Wiklund

VÅRT URSPRUNG HOS APORNA

Charles Darwin (1809–1882), evolutionslärans upphovsman, beskrivs ofta som en försynt och känslig person. En som inte gärna förhävde sig och som inte tyckte om att stå i händelsernas centrum. Han var en verklig humanist, hade en liberal människosyn och tog aktivt avstånd från slaveriet som annars var en stark konvention i den tid han levde. Men han var också en mycket förmögen man, född och uppvuxen i det innersta av den engelska societeten. En gentlemannaforskare som hade råd att oförtrutet ägna många decennier åt sina experiment och systematiska iakttagelser utan krav på avkastning.

Idag är det välkänt, navet i Darwins resonemang och accepteras av de flesta människor. Allt liv på jorden har ett gemensamt ursprung. Människan är produkten av en biologisk process som pågått under miljarder år. De individer i en population som är mest lämpade att ta sig an sina miljöbetingelser kommer också ha större chans till överlevnad, framgångsrik fortplantning och att sprida sina gener vidare till nästa generation.

Miljön, det kan vara en solig savann, ett iskallt hav eller en äng. Och när miljöbetingelserna ändras, ja då gynnas andra egenskaper och populationen ändrar karaktär. Så där har det hållit på i alla tider, och här är vi nu.



Charles Darwin 1809–1882.



Julian Huxley 1897–1975 var biolog och debattör.

JULIAN HUXLEY OCH HANS BROR ALDOUS

En person som tog starkt intryck av Darwin och evolutionsteorin var den engelske vetenskapsmannen och debattören Julian Huxley (1887–1975).

Julian Huxley var en bildad man som kom från en uppburen familj inom den engelska intelligentian. I släkten finns många framstående personer inom vetenskap, bland andra farfadern Thomas Henry Huxley som ibland kallas för Darwins bulldog. Han försvarade Darwins teorier i den offentliga debatten när många andra var kritiska och han bidrog till att Darwins idéer spreds.

Julians bror var den kontroversielle och något subversive författaren Aldous Huxley (1894–1963) som experimenterade med psykedeliska droger och skrev den dystopiska framtidsskildringen *Brave New World* (1932).

Själv var Julian mycket berömd under sin livstid. Han deltog flitigt i den offentliga debatten kring politik och vetenskap, han grundade UNESCO – Förenta nationernas organisation för utbildning, vetenskap och kultur och han var dess första generalsekreterare på 1940-talet.

Ingrid Wållgren är doktorand i idé- och lärdomshistoria vid Lunds universitet och forskar om Julian Huxley och hans idévärld.

"Huxley var en evolutionsbiolog som var beläst och förtrogen med det humanistiska arvet. Han hade en stark tro på människan och hennes framtid", säger Ingrid Wållgren.

"Men han levde i en annan tid, med en annan syn på vetenskap och människa."

Som debattör och ideolog presenterade Julian Huxley en mängd kontroversiella förslag. Under stora delar av sin verksamma tid laborerade han med idéer om hur man med nya tekniker och nyvunnen kunskap skulle kunna förädla hela populationer av människor.

Med hjälp av *eugenik* – selektiv avel på människor – och genetik tänkte han exempelvis att man skulle kunna producera individer speciellt lämpade för vissa yrken eller uppgifter. Genom att avla fram människor med bättre estetiska och kreativa förmågor kunde man skapa individer som var särskilt passande för konstnärsyrket. Goda politiker skulle skapas genom att avla på individer som hade stark förmåga att rationellt se helhetslösningar snarare än att fatta snabba beslut.

"Julian Huxleys idéer återfanns även i brodern Aldous dystopiska science fiction-roman *Brave New World*", säger Ingrid Wållgren.

"I boken förekommer exempelvis människor som är framavlade för att fylla olika syften i samhället. I Aldous Huxleys roman blir det väldigt obehagligt. Han var kritisk till de idéer som Julian Huxley förespråkade och hans roman var ett slags kommentar till dem som likt brodern hyste sådana tankar. I boken är människorna genetiskt och farmakologiskt betingade att vara lyckliga och nöjda med sin lott, men läsaren upplever tillsammans med huvudkaraktären Bernard att det inte är rätt att forma ett samhälles människor på det viset."

DARWINS ARV

Julian Huxley var forskare. Han ville undersöka och förstå naturen och evolutionsbiologin och genom det förklara det mänskliga varat. Men han ville också förbättra det med hjälp av vetenskap och teknik. Redan tidigt formulerade han idéer om att odla organ och till och med människor i laboratorier. Han ägnade sig också åt experimentell embryologi och modifierade grodembryon, något som delar av forskarsamhället kritiserade eftersom det ansågs naturvidrigt.

"Julian upplevde att han hade ett arv från Darwin att förvalta. Han var mycket stolt över sitt släktskap med Darwins vapendragare Thomas Henry Huxley och såg det som sin uppgift att föra vidare en vetenskaplig tradition. Darwin hade upplyst världen om arternas ursprung. Julian Huxley ville nu ta itu med arternas framtid", säger Ingrid Wållgren.

Darwins evolutionslära smittade av sig på en mängd andra discipliner utöver biologin och naturvetenskaperna. På flera håll började man betrakta de flesta fenomen som sprungna ur en process där enkelhet sakta går mot komplexitet. Många ville se en utvecklingslära även i sociala företeelser.

"Julian Huxley närde en tro på att människans uppkomst inte bara var produkten av en biologisk process utan även av vad han kallade en psykosocial process, där människans intellektuella kapacitet och hela civilisationer och kulturer genom historien gått mot en allt större komplexitet."

Men hos Huxley märks också ett visst förakt för den naturliga evolutionen eftersom han ansåg den långsam, grym och blind. Människan däremot skulle kunna plocka upp evolutionens principer, snabba upp processen och styra den på egen hand genom att exempelvis avla på önskvärda egenskaper. Politisk planering och medicinsk teknik var verktygen. På så sätt skulle man på kort tid få nya generationer med bättre anlag.

"Huxley tänkte sig att människors moraliska och intellektuella egenskaper skulle förädlas. Det var drömmen om ett utopiskt samhälle där man slipper konflikter eftersom människorna höjt sig över sina biologiska drifter och istället beter sig rationellt och etiskt", säger Ingrid Wållgren.

En annan sak som sysselsatte Huxley var oron för överbefolkning. Han ansåg att en allt för stor del av jordens befolkning plågades av svält eller andra umbäranden. Ett inslag i hans tänkta framtidsvision var därför att det var bättre om det föddes färre men lyckligare individer.

"Han ville att det i framtiden bara skulle födas så många individer som jorden kunde nära. Populationen skulle vara mindre, men i gengäld skulle dess individer vara genetiskt modifierade så att de blev mer perfekta. Idén om att mänskligt liv i sig och som sådant är heligt fanns inte hos Huxley och ett liv i plåga var inte försvarbart", berättar Ingrid Wållgren.



Ingrid Wållgren är doktorand i idé- och lärdomshistoria vid Lunds universitet och forskar om Julian Huxley.

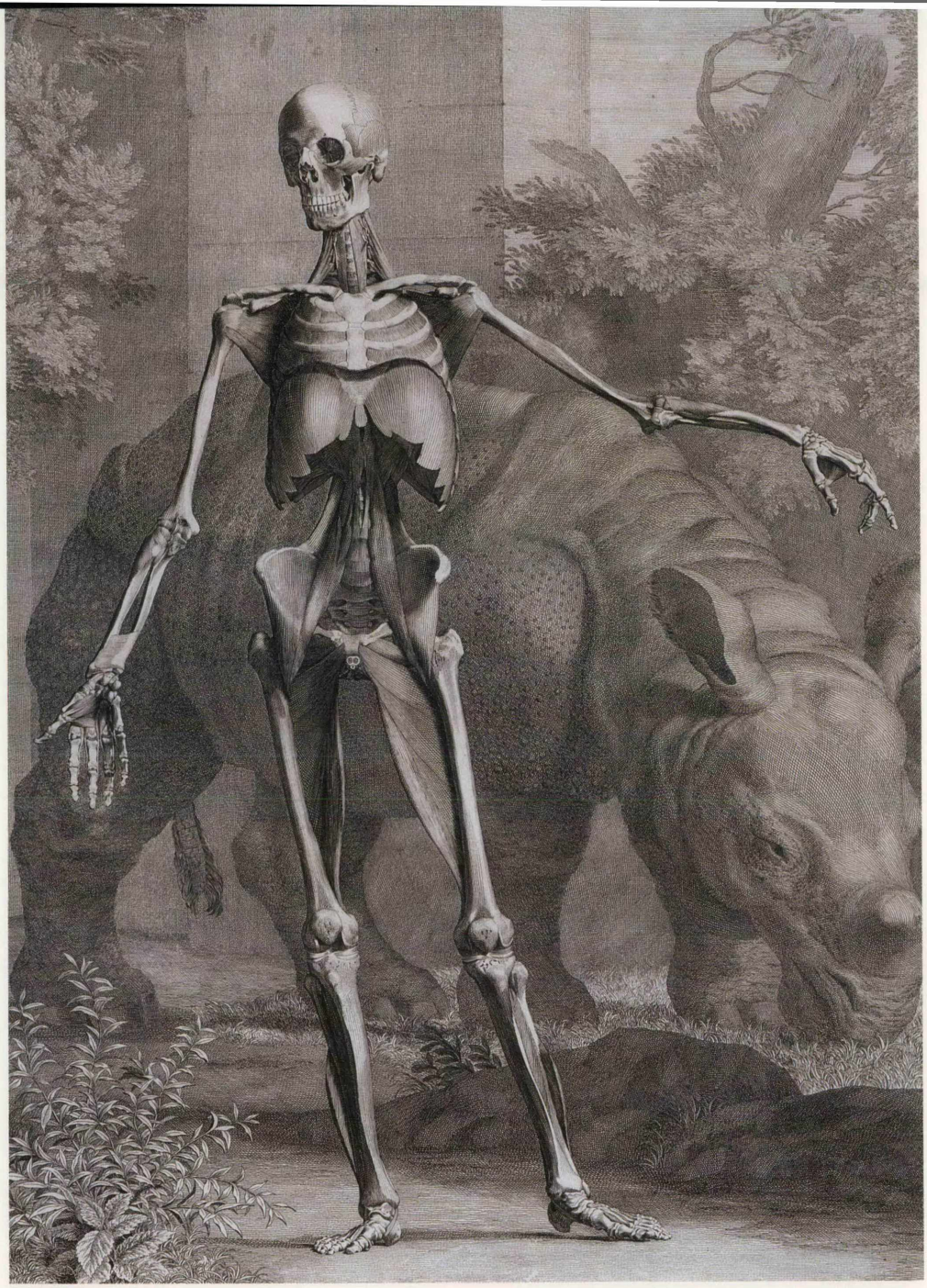
MÄNNISKAN SKA STYRA EVOLUTIONEN

Darwins evolutionslära skakade många människor i sin tro och satte hela föreställningen om Gud ur spel. Ingrid Wållgren menar att Julian Huxley förmodligen ville skapa en känsla av hopp och framtidstro med sina idéer. Det var människan som hade kontroll över naturen, inte Gud. Han tänkte sig att han levde i en ny tid där människan nått ett slags kritisk punkt i sin kognitiva, intellektuella och individuella utveckling. Nu var det dags för nästa steg.

”Människan skulle ta kontroll över sitt eget öde, hon skulle börja härska över evolutionen och biologin och inte tvärt om. Nu var det dags för människan att medvetet styra sin biologiska utveckling. Det var rent av hennes plikt att ta det här ansvaret eftersom hon befann sig i de stora genombrottens tid.”

Så här i efterhand kan mycket av det som Julian Huxley förespråkade framstå som bisarrt och skrämmande. Men om man tittar närmare på vår samtids debatter så hittar man mycket rester av hans och likatänkandes idéstoff här. Det finns en tendens också idag att å ena sidan betrakta människan som fantastisk och unik och förknippad med ett särskilt ändamål, men å andra sidan som ofullkomlig och i behov av förbättring.

”Det finns en intressant motsättning mellan de två synsätten. Vi är å ena sidan kronan på det evolutionära verket, å andra sidan ovärdigt knutna till vår biologi”, säger Ingrid Wållgren.



Anatomisk bild av människans skelett och muskler utförd i samarbete mellan professorn i anatomi Bernhard Siegfried Albinus och tecknaren och gravören Jan Wandelaar. Bilden tillkom 1747 i Leiden, Holland, och ingick i en anatomisk atlas. I bakgrunden syns noshörningen Clara som var känd över hela Europa under sin levnad.

BÄTTRE OCH SÄMRE FOLK

Det finns ingen riktning i evolutionen. Processen är så att säga blind och kanske utan mening. Det finns inget "bättre" eller "sämre". Det vet vi idag och det visste Darwin. Men ändå är det svårt att inte tänka på människan som skapelsens krona. Och Darwin, sin djupt filantropiska läggning till trots, var nog ganska övertygad om att man i de europeiska samhällena dessutom kommit lite lägre i sin utveckling, att man i dessa kulturer levde mer komplexa liv än folk på andra ställen på jorden.

Så menar Sverker Sörlin, idéhistoriker och professor i miljöhistoria vid KTH i Stockholm som bland annat författat *Den blinde skaparen. En essä om Darwin och livets sammanhang* (2009).

"Det fanns då och finns än idag en förståelse av den vita europeiska människan som högst upp på civilisationens och utvecklingens stege. Det är en sorts infranivå i tänkandet trots en uttalad antirasism. Skillnaderna är inte biologiska, nej, det handlar om kulturella avancemang. Bildning, intellekt."

Sverker Sörlins egen forskning kretsar kring hur vi utvecklar kunskap om kroppen och naturen och hur vi gör politik och idéer av detta.

"Processen från biologi till politik har egentligen inte varit särskilt framträdande före Darwin", säger han. "Men det finns några exempel."

Bland annat ser vi hur man under 1700-talet ansåg att det gick att ändra människors fysionomi ungefär på samma sätt som man kunde förse dem med ny kunskap genom undervisning och upplysning. Några trodde på fullt allvar att svarta människor kunde göras vita med hjälp av en diet på fransk mat. Detta byggde på att det fanns en positiv värdering av det vita. Dåtidens filosofer och naturalhistoriker kände naturligtvis inte till evolutionen, istället byggde man på tanken att miljön och maten har en direkt påverkan på människokroppen. Om man bara fick några generationer på sig så skulle det gå att förändra vad som helst, även människors hudfärg.

"Detta var ingen stor och viktig tanke, men det är ett exempel på hur frestande det varit att försöka forma biologiska kroppar med hjälp av olika tekniker", säger Sverker Sörlin.

Befolkningspolitiken uppstod på allvar under 1600-talet. Människor började betraktas som en massa, en naturtillgång där själva antalet var av betydelse. De räknades i mängd som ett slags mänsklig "biomassa" som också skulle kunna effektiviseras genom organisation.

Den här perioden är genombrottet för en modern förståelse av naturvetenskapen, människokroppen och medicinen. Man gjorde systematiska undersökningar, man började tänka sig att ny kunskap kunde uppnås genom praktiska studier, och nyvunna insikter ansågs bättre än gamla. Men även rasismen i den form vi ser den idag började växa fram som ett led i den nya kunskapen. Skillnaderna mellan olika människoslag lockade forskarnas intresse.

"Det skapades stereotyper, folkslag omtalades som exempelvis resliga och ståtliga, vilket översattes i karaktärsegenskaper. Det finns en framväxande uppfattning att man kunde tolka

kroppar som uttryck för deras status som grupper och folk. Detta får en väldig skjuts under senare delen av 1800-talet. Darwin själv var emot rasism i sin mer uttalde form, men hans evolutionstänkande behövdes för att ett mer kvalificerat biologiskt tänkande skulle komma fram", säger Sverker Sörlin.

I vissa extrema sammanhang, exempelvis inom den samling ideologier som brukar kallas *socialdarwinismen*, tänkte man sig att fattigdom var en dålig social egenskap som spred sig genom att fattiga människor fortplantade sig. Det här ville man förhindra, och när fattiga svalt ihjäl var det egentligen för allas bästa. På det sättet kunde de dåliga egenskaperna sorteras bort.

"Socialdarwinismen såg det inte som något problem att människor eller grupper gick under i jakten på mänsklighetens framgång. Vissa är helt enkelt inte anpassade till ett modernt liv och de kommer att försvinna, resonerades det. Det var en vanlig uppfattning som kunde mildras med filantropi och humanitärt omhändertagande, men många trodde att det fanns något tvingande i den här utvecklingen som gjorde att den var ofrånkomlig", sammanfattar Sverker Sörlin.

BIOLOGISERING OCH KONKURRENS

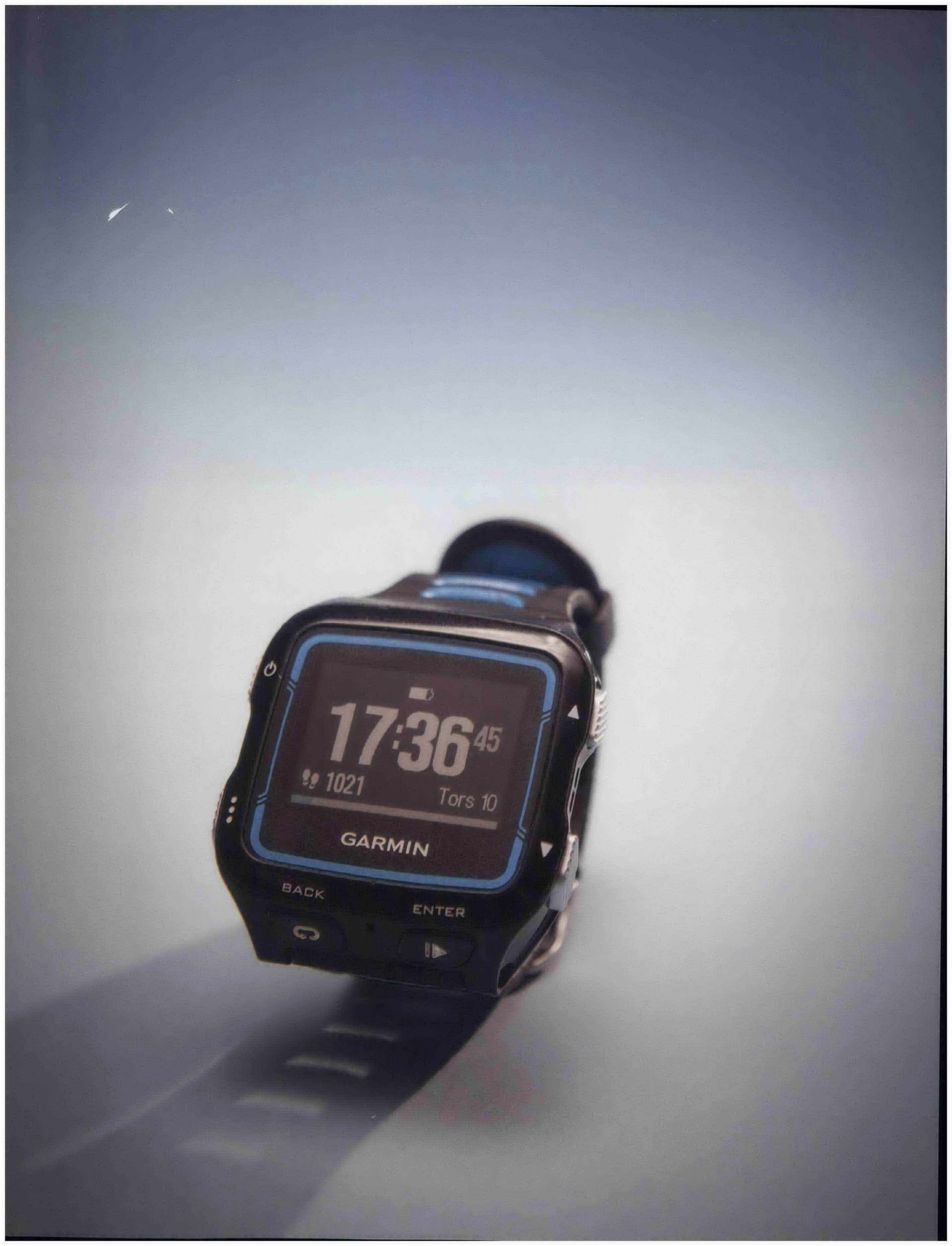
Under de senaste 200 åren har vi sett en process mot en ökande konkurrens mellan individer. Kapitalism, urbanisering, handel och industri har skapat arenor där människor i allt större utsträckning kan forma och påverka sina liv, förflytta sig mellan olika delar av samhället och skaffa sig en bättre tillvaro.

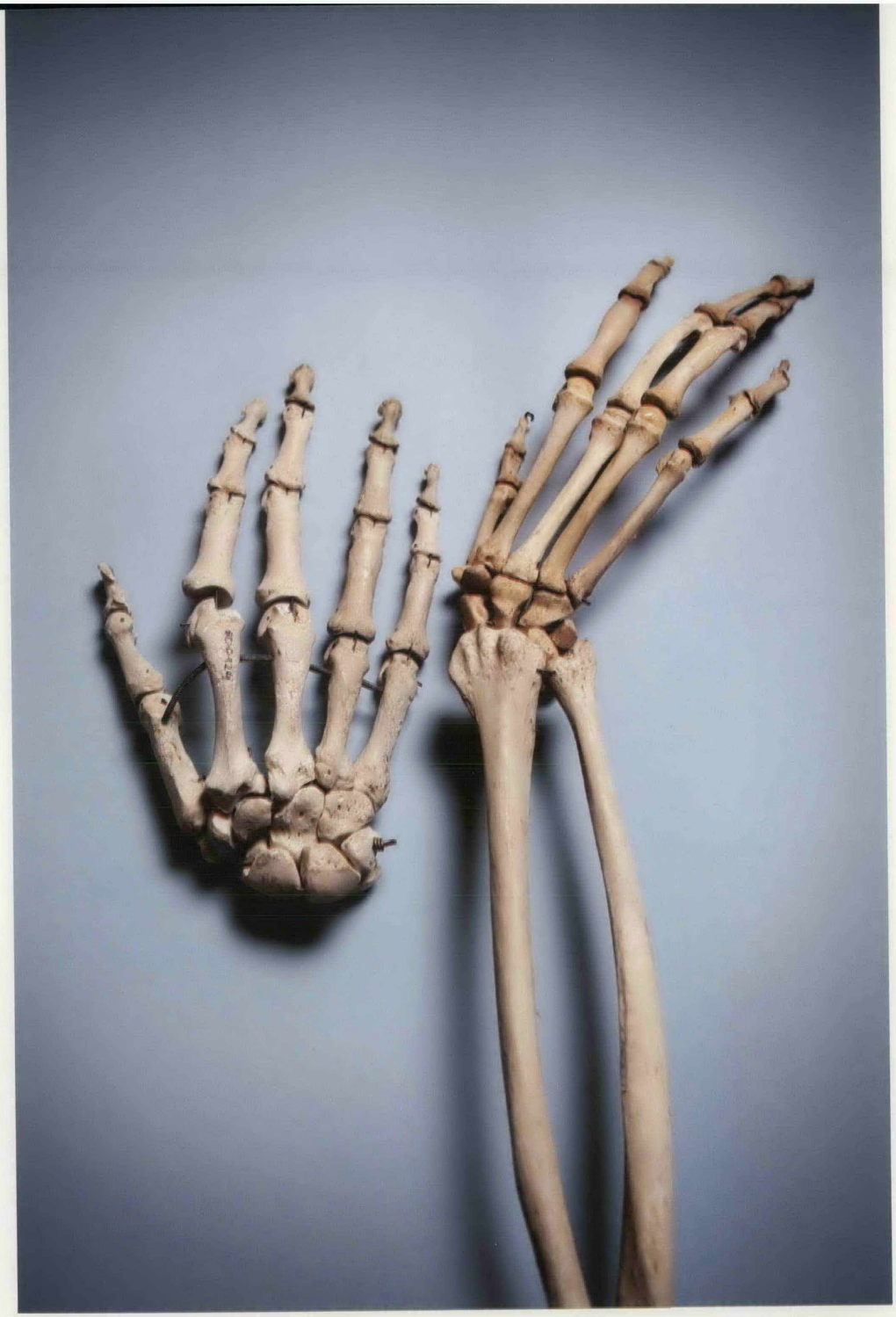
"Människan har ofta ägnat sig åt självförbättring, men det har skett på det själsliga och andliga planet. Kroppen betraktades väsentligen som själens redskap. Den materiella, kroppsliga självförbättringen är däremot en modern företeelse som hänger ihop med processen mot en ökad konkurrens och individualisering. Prestation, tempo, hastighet; en önskan att förverkliga sig själv, att optimera sina möjliga utfall, och samtidigt göra sig mer gällande", säger Sverker Sörlin.

Idag är många oerhört upptagna med att mäta sina kroppar. Vi omger oss med tekniker som registrerar puls, vikt och kaloriintag. Vi mäter hur vi tränar och vilka effekter det får på våra kroppar. Vi har laboratorier för att beräkna, undersöka och utveckla tekniker som ska öka den mänskliga kroppens kapaciteter och prestationer. En manifestation av kontroll, påverkan och förbättring av våra biologiska kroppar. Mycket av kunskapen om detta utvecklades först för militära ändamål och har sedan spridits till andra tillämpningar under andra halvan av 1900-talet.

"Jag tror att man kan säga att vi går mot en naturalisering av människan, en tendens att

Klockan på armen mäter puls, stegfrekvens, löphastighet, muskelkraft, syreupptagningsförmåga, sömnmönster, gps-spår med mera. Med hjälp av insamlade data kan klockan ge prognoser på framtida prestationer.


17:36 45
1021
Tors 10
GARMIN
BACK
ENTER



Människohand och hand från schimpans. Naturhistoriska riksmuseet.

förstå människan och hennes kropp framförallt som en fråga om biologi, där genetik och neurologiska funktioner förklarar alla våra önskningar, behov och beteenden. Det är frestande att tro att vi drivs av en stark evolutionär kraft, att kroppsanpassningen ingår i en fortsatt process av förbättring. Men det finns i själva verket väldigt svaga bevis för att denna längtan efter kontroll och perfektion skulle ha några djupare biologiska rötter. I allt väsentligt kan vi förstå detta som ett kultur- och samhällsfenomen. Utseendet och kroppen är i hög grad en social tillgång, rentav en ekonomisk. Men vi vet från historien att kroppsidealen växlar. En dag kan något annat vara på modet", säger Sverker Sörlin.

KROPPAR I FÖRÄNDRING

Julian Huxley menade att den biologiska evolutionen var en pågående process, men att den gick för långsamt och att teknikutvecklingen och medicinen hade satt det naturliga urvalet ur spel. Nu var det dags för mänskligheten att gå in i en ny fas och sträva efter att själv kontrollera evolutionen. Julian Huxley kallade det *transhumanism*.

Idag har den transhumanistiska rörelsen vuxit sig stark, men man talar inte särskilt mycket om Julian Huxley.

"Det tror jag har att göra med att han höll på med eugenik. Det är känsligt eftersom det ligger så nära rastänkandet. Det blir ytterligt problematiskt, trots att Julian Huxley själv var emot rasbegreppet", säger Ingrid Wållgren.

I Julian Huxleys värld var det felaktigheter som skulle elimineras, brister som skulle bättras på. Dagens transhumanister menar i likhet med honom att det inte finns något konstigt med att vilja gå vidare i utvecklingen. Förändring är människans natur. Det finns inga skäl att acceptera biologiska tillkortakommanden, sjukdomar och lidande om vi inte måste, och någon gång i framtiden lyckas vi kanske även betvinga döden.

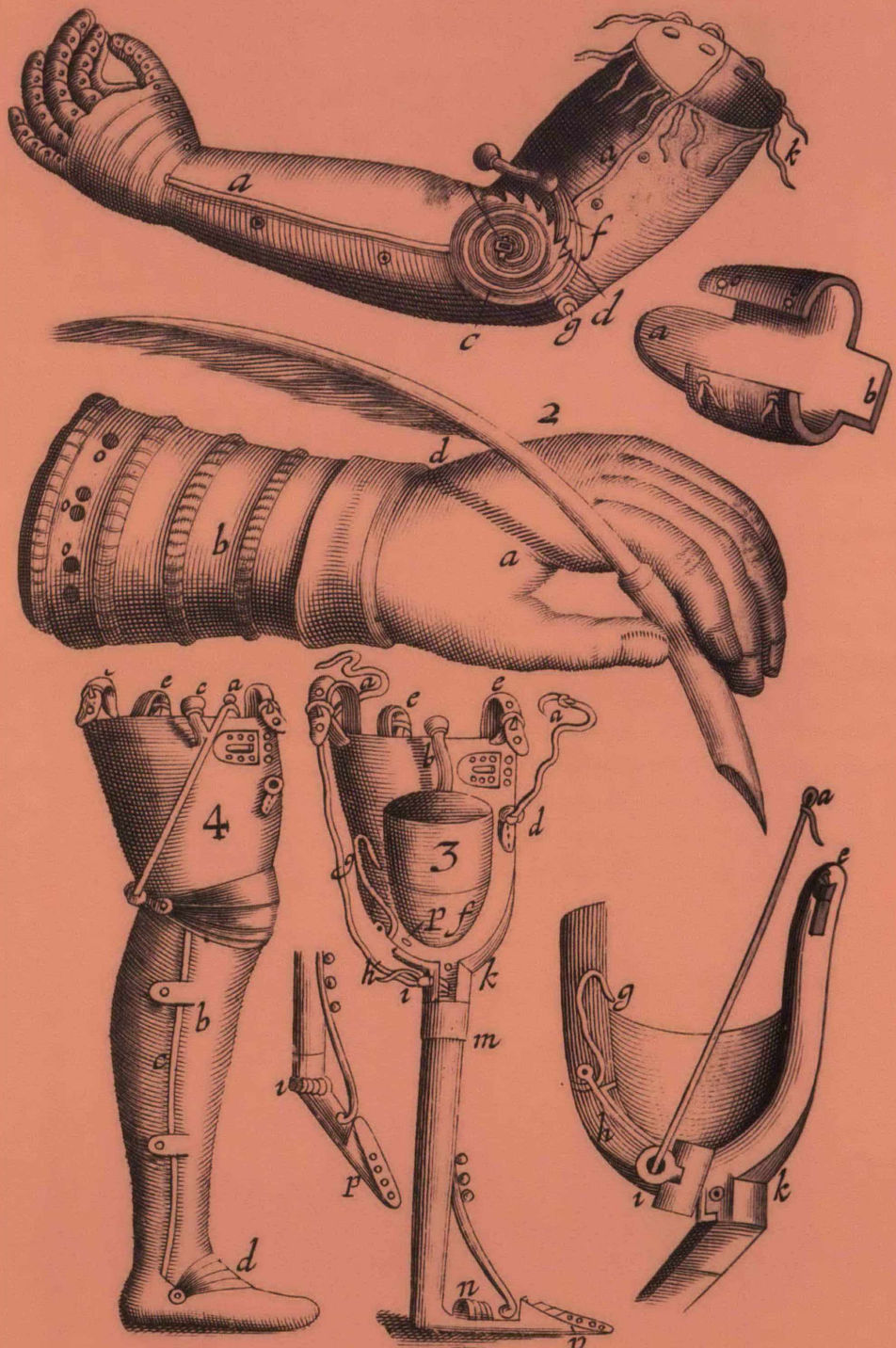
Julian Huxley dog 1975. I slutet av 1980-talet dök den engelske filosofen och transhumanisten Max More (1964–) upp. Han är förespråkare för ett *extropistiskt* förhållningssätt – han menar att vetenskapliga, tekniska och medicinska framsteg en dag kommer att göra människan odödlig.

Det här är en främmande och obehaglig tanke för många. Men transhumanisterna har varit duktiga på att normalisera de idéer som för bara några decennier sedan verkade knasiga och lätt galna. Många av dagens transhumanister engagerar sig och debatterar gärna de etiska frågeställningar, de faror och farhågor som framtidens teknik eventuellt bär med sig.

Darwinismen fick människan att inse att hon inte är statisk, att hon är produkten av en process som fortfarande pågår. Darwins upptäckter gav människan en ny förståelse av sig själv. Är det den som influerar oss att vilja ta aktiva beslut om vår utveckling, framtid och fortsatta evolution? Är förändring människans natur?

TRÄBEN, ROBOTHÄNDER OCH ODLADE ORGAN

om proteser och artificiella kroppsdelar


a
k
f
d
c
g
a
b
2
d
b
a
4
3
d
b
c
d
h
i
k
m
i
p
n
p
a
e
g
h
i
k

Träben och krokar. Är det vad vi tänker på när vi talar om proteser? Allt fler kroppsdelar och sinnen kan vi ersätta på konstgjord väg. Futuristiska robothänder som kan knyta skosnören och kolfiberben anpassade för löpning där formen inspirerats av gepardens anatomi. Men vad är egentligen en protes? Är det människans försök att efterhärma naturens sinnrika originaldesign? Är det ett sätt att återföra funktionsnedsatta individer inom det vi betraktar som normalfåran? Eller är det en lek med våra kroppars form och funktion?

Av: Lotten Wiklund

GULDÖGAT

Ett av de allra äldsta bevarade exemplen på en konstgjord kroppsdel är den stortåprotes som hittats i en egyptisk grav vid en utgrävning år 2000. Tån som är tillverkad i trä och läder satt på de mumifierade kvarlevorna av en medelålders kvinna som dog någon gång mellan 1000-talet och 600-talet f. Kr. Men är tån verkligen att betrakta som en protes? Använde kvinnan den artificiella kroppsdelen under sin livstid eller placerades den på henne tålösa fot efter hennes död, som en utsmyckning för att förbereda hennes kropp på livet efter detta? En protes, menade forskare vid University of Manchester, måste klara av belastningen från en kropp som går upprätt, och för att motverka sår och infektioner ska stumpen hållas ren, och därför måste tån vara lätt att ta av och sätta dit igen.

För att ta reda på om kvinnan hade använt tån under sin livstid lät man tillverka kopior som sedan testades av ett antal tålösa personer. Åtminstone en av försökspersonerna tyckte att tån fungerade mycket bra att promenera runt med och att den bidrog till att förbättra balans och rörelseförmåga. Men trots försöken har forskarna inte lyckats fastslå om tån verkligen var en protes eller om den ska ses som en sorts rituellt objekt.

Men ännu äldre är det guldöga som hittades i en 5 000 år gammal grav vid gränsen mellan Iran och Afghanistan år 2007. Protesen hade tillhört en kvinna som dog när hon var i 25-årsåldern. Ögat, som är noggrant utformat och dekorerat med gravyr, hade tillverkats i ett lätt material, en form av mineralpasta, och belagts med ett tunt lager gnistrande guld.

Undersökningar av både kraniet och själva ögat visar att kvinnan burit protesen under sin levnad men också att den orsakat infektioner och varbildning. Guldögat vållade troligtvis obehag och lidande, men kvinnans uppenbarelse



Artificiell arm i stål, mässing och läder, 1840–1940-tal. Science Museum, London.



Proteserna som är tillverkade 1966 har tillhört ett barn som föddes helt utan armar och med missbildade ben till följd av att modern ätit preparatet talidomid (Neurosedyn) under graviditeten.
Science Museum, London.

måste ha varit spektakulär och besynnerlig. Vilken funktion fyllde guldögat egentligen? Det vet vi inte idag.

KRIG OCH KATASTROFER

Det är framförallt katastrofer som drivit på utvecklingen av artificiella kroppsdelar. De gamla proteserna i föremålsmagasinet på Science Museum i London väcker många och motstridiga känslor. Här har några av mänskligheten många tragedier satt sina spår. Första världskrigets brutala människoslakt dödade omkring 20 miljoner människor, skadade och lemlästade ännu fler. I kölvattnet av kriget, på 1910 och 20-talen, exploderade därför behovet av proteser.

Och när det tyska läkemedelsföretaget Grünenthal marknadsförde preparatet talidomid – i Sverige känner vi det som Neurosedyn – som ett säkert sömnmedel för gravida kvinnor fick det katastrofala följder. Läkemedlet visade sig orsaka grava fosterskador, vilket ledde till att ett okänt antal foster dog medan andra överlevde men föddes med svåra missbildningar. Under de första åren på 1960-talet föddes omkring 10 000 barn som saknade ben eller armar. När man tittar på samlingen blir det mycket påtagligt vilka olika roller proteserna fyllt i sina användares liv. Några objekt är visserligen präglade av ålder, men i övrigt helt intakta och uppenbart mycket sparsamt använda. Kanske så otympliga och svårbemästrade att livet med protes blev knepigare än det utan.

Andra är slitna, nötta och lagade gång på gång med de material som för tillfället funnits till hands, som vore de ägarens mest älskade tillhörighet. Under perioder när protestillverkning och ortopedisk verksamhet inte tillhandahölls via allmänna medel och när individens egna ekonomiska förutsättningar helt och hållet avgjorde vilken hjälp som fanns att tillgå, blev variationen på utformning och sofistikation mycket stor. En närmast naturalistiskt utformad hand i varsamt behandlat lindträ är konstruerad för att ta ett ackord på ett piano. En konstfullt utsmyckad metallhand från viktoriansk tid påminner mest om ett skelett och känns med dagens ögon närmast makaber.

De små benställningarna med fastgjutna skor ger en tydlig känsla av att bäraren, i detta fall ett litet barn, genom sina protesben skulle ges möjlighet till ett "normalt" liv, men utformningen vittnar om ett närmast institutionaliserat tvång på normalitet.

AMPUTATIONER

Arkeologiska fynd visar att människor utfört amputationer i tusentals år. Lika länge har behovet av proteser funnits. Ingreppen utfördes på grund av skador, sjukdomar eller till och med som straff.

I dagens Sverige genomförs omkring 2 600 amputationer årligen. Den vanligaste orsaken till amputationer idag är försämrad blodcirkulation som leder till smärta och svårläkta sår.

MANNEN MED ROBOTHANDEN

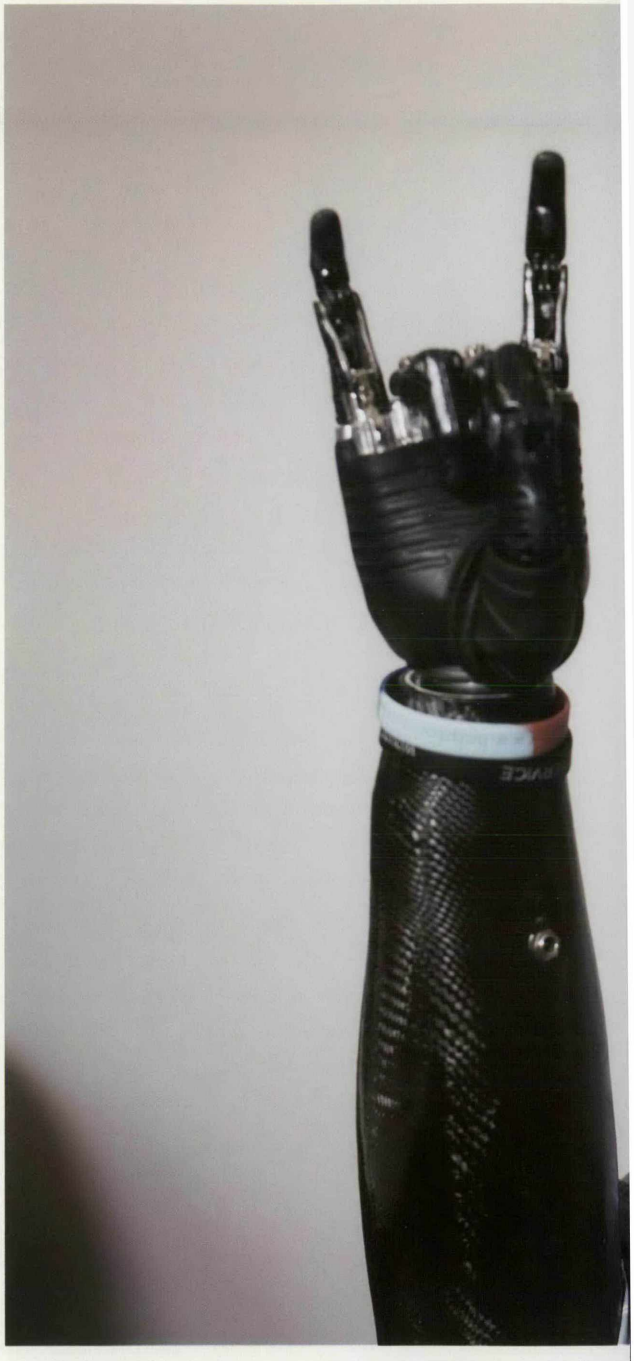
Proteserna flyttar in i våra kroppar, växer samman och blir osynliga. Varje år genomförs omkring 100 000 ögonoperationer i Sverige för att ersätta en av starr grumlad lins med en protes. Detta gör konstgjorda linser till den absolut vanligaste formen av proteser.

I andra fall är tekniken i kroppen mer påtaglig. Nigels Acklands hand påminner lite om ett skelett i plast, metall och gummi. Varje finger har en liten motor och kan röra sig separat. Med handen kan han knäcka ägg, låsa upp dörren och arbeta i trädgården.

Det var 2006 som olyckan skedde. Nigel, som arbetade i ett smältverk, skulle rengöra en maskin. När maskinen satte igång fastnade han. Räddningstjänsten fick inte loss honom, istället lyckades han gräva sig loss på egen hand med en skruvmejsel. Underarmen var helt krossad.

Efter ett halvår, när Nigel hade genomgått åtskilliga operationer med syfte att rekonstruera hud, muskulatur och nerver, var arm och hand fortfarande helt obrukbara.

Att ha en kroppsdel som inte fungerar är jobbigare än man kan föreställa sig. Smärta, infektioner, sårbildning och dålig prognos byggde upp en enorm frustration. På läkarnas inrådan bestämde sig Nigel till slut för att amputera. ”Många tycker att det låter som ett drastiskt



Nigel Ackland med sin protes BeBionic från RSL Steeper.





Den kosmetiska gummihandsken som kan träs på protesen är nästan otäckt realistisk.

beslut", säger han. "Men jag stod helt enkelt inte ut."

Som nyamputerad testade Nigel både krokprotes och vanliga proteser, men den låga funktionen fick honom att känna sig mer handikappad. Men så kontaktades han av företaget RLS Steeper som hade hittat honom via den ortopedtekniker han gick hos.

RLS Steeper startades 1921 i kölvattnet av första världskriget och producerade proteser och medicinsk utrustning. Nu höll de på att utveckla en proteshand de kallade *BeBionic* och ville att Nigel skulle testa den.

"Jag vill inte dölja min protes med en hudfärgad silikonhandske och går gärna i t-shirt. Men någon cyborg känner jag mig inte som. För jag är vad jag är, en enarmad man med en smart proteshand."

BeBionic har betydligt fler funktioner är vanliga handproteser. Rörelserna styrs med hjälp av elektroder som är placerade inne i hylsan och som plockar upp signaler från musklerna i underarmen. Tekniken kallas *myoelektronik*. Genom att spänna de kvarvarande musklerna på olika sätt framkallar Nigel Ackland någon av de många olika rörelser som handen kan göra. Utanpå protesen finns ytterligare knappar för olika inställningar som Nigel sköter manuellt med den andra handen.

Den första handen kom 2010 och numera finns den i flera olika storlekar. Colette Shaw från RSL Steeper säger att företaget strävar efter att bäraren ska uppleva protesen som en del av sig själv, och därför anpassas varje hand utifrån bärarens önskemål om utseende.

"Med eller utan kosmetisk gummihandske, till exempel. Och på en av våra kunders protes fick vi plocka bort ringfingret för att kunna montera dit hans vigselring", berättar hon.

Nigel håller upp sin bioniska hand och koncentrerar sig. Motorn börjar snurra, och så vrider sig handleden ett helt varv, i 360 grader.

"Det där klarar i alla fall ingen biologisk hand av", säger han och ler.

Att göra den snurrande rörelsen kräver både träning och koncentration. Ibland blir det problem att styra handen, den gör inte riktigt som Nigel vill. Då måste den servas eller kalibreras.

Colette sitter bredvid Nigel med en dator och kalibrerar handen, får den att röra sig på olika sätt.

Känns det inte otäckt när någon annan kontrollerar Nigels hand? Nej, det tycker han inte.

"Jag är otroligt stolt över min robothand. Det får mig att känna mig mer som en människa, den får mig att gå rakryggad och möta andra med blicken."

Han berättar att när han exempelvis sträcker på sig och gäspar så rör sig hans biologiska hand och robothanden likadant. Handen känns som en del av hans kropp, han använder den under dygnets alla vakna timmar.

"Jag vill inte dölja min protes med en hudfärgad silikonhandske och går gärna i t-shirt. Men någon cyborg känner jag mig inte som. För jag är vad jag är, en enarmad man med en smart proteshand."

LOW TECH, HIGH TECH OCH 3D-SKRIVARE

Länge såg proteserna likadana ut. Några tidiga innovationer gjordes i början på 1800-talet. Träbenet The Clapper hade utformats för att efterlikna själva rörelserna hos ett riktigt ben, med gångjärn och leder vid knä och ankel. Typen blev vida spridd och producerades ända fram till första världskriget, namnet fick den efter det klappande ljud som protesen gav ifrån sig när användaren gick.

De båda världskrigen drev på utvecklingen något. Förbättrade leder, nya material och bättre avgjutningstekniker gjorde att både arm- och benproteser kom att bli lättare och bättre avpassade för varje individ.

Den första myoelektriska handprotesen uppfanns redan i slutet på 1940-talet. Men det var inte förrän flera decennier senare som tekniken blev standard. Sedan några år testas tekniken även på ben.

På 1980-talet började man tillverka fötter i kolfiber, och med hjälp av en teknik som kallas tredimensionell, datoriserad gånganalys förbättrades prestandan på benproteser.

Och så uppfanns det bioniska benet med mikroprocessorer och aktiv knäled. Intelligenta proteser som ska bete sig som mänskliga kroppsdelar. Den som är amputerad kan numera löpträna, klättra i berg och till och med tävla med personer med två biologiska ben på lika villkor.

I de rika delarna av världen får människor med funktionsnedsättningar ofta hjälp genom teknik som den här. Men många gånger är behoven av proteser som störst i de delar av världen där det saknas resurser. Landminor, bombattentat och jordskalv med många skadade skapar oändliga behov.

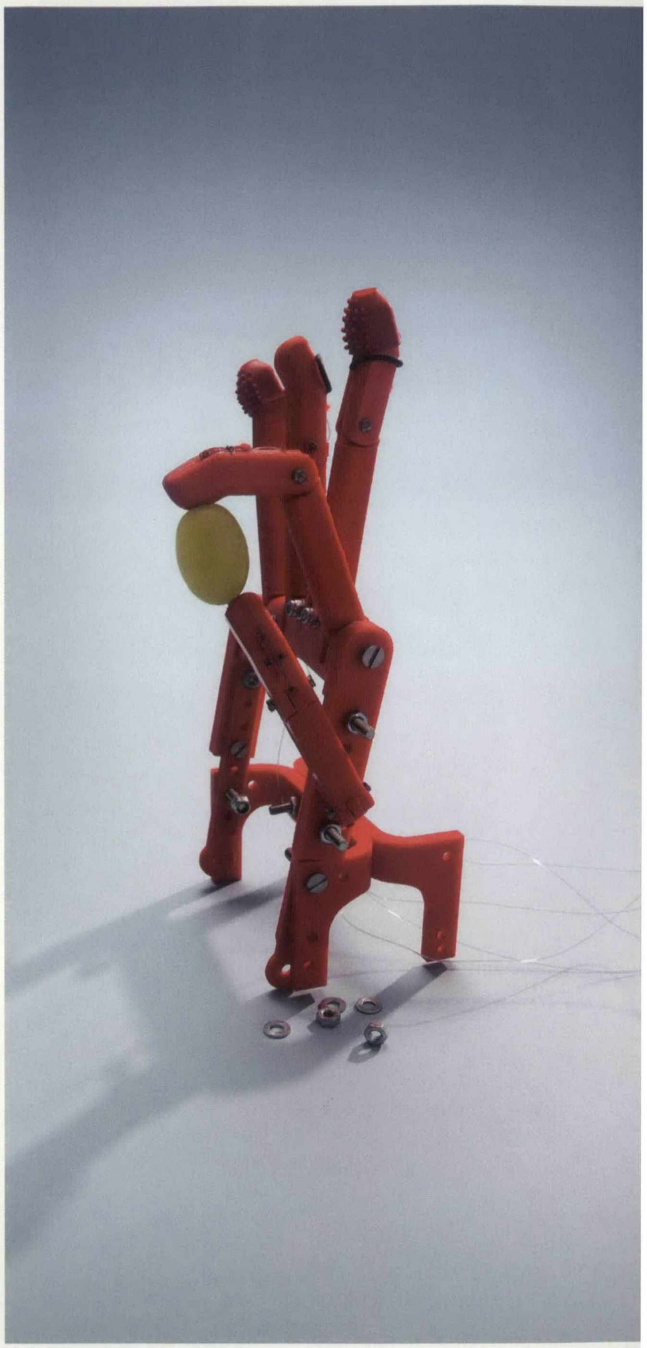
EN ROSA PLASTHAND

Det var i Sydafrika som den geniala idén uppstod första gången. Richard van As arbetade som snickare när han i maj 2011 råkade ut för en olycka och förlorade alla fingrar på högerhanden. En katastrof som skulle göra honom arbetslös. Proteser var dyra och dessutom saknades bra alternativ för att ersätta just fingrar. Men så snart han fick lämna sjukhuset började Rickard van As att rita på en konstruktion till en mekanisk handprotes. För att få idéer till själva designen kontaktade han amerikanen Ivan Owen. Han arbetade med specialeffekter och rekvisita och hade stor erfarenhet av att konstruera rörliga händer, men för monster och dockor.

Att tillverka delar till den mekaniska handprotesen var ganska tidskrävande, men 2013 dök en viktig pusselbit upp. Företaget Makerbot som tillverkar och säljer 3d-skrivare hörde talas om projektet och såg en möjlighet att hjälpa till. För genom att skriva ut de olika delarna till den mekaniska protesen i en 3d-skrivare blev processen betydligt snabbare.

Nu såg alla inblandade potentialen. Här kunde man med enkla medel och för en billig penning skapa proteser till människor som inte har råd eller möjlighet att gå via de stora etablerade protestillverkarna.

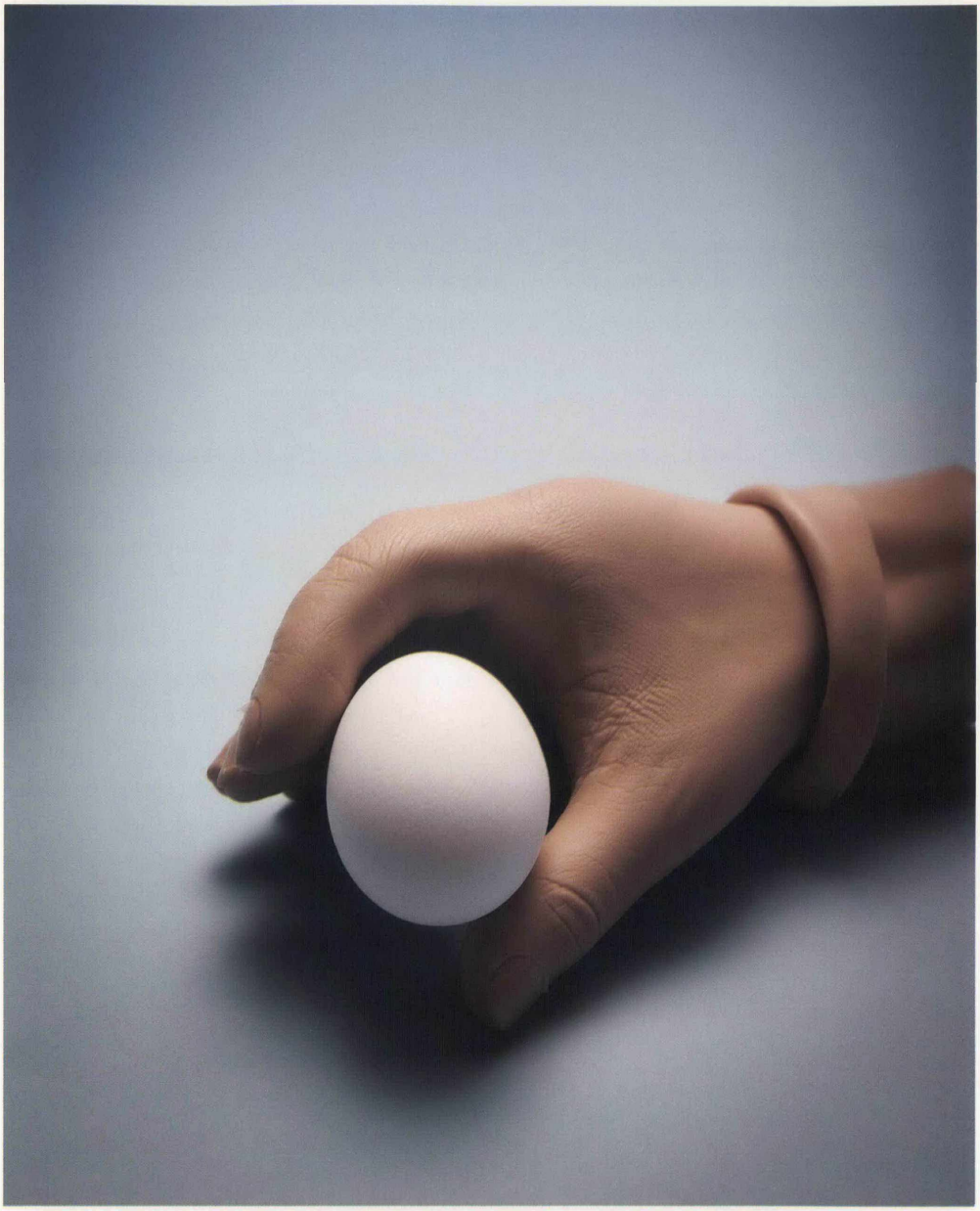
Robohand, som projektet döptes till, började snart växa till en DIY – *do it yourself culture*. En sorts subkultur, en folkrörelse eller gräsrotsorganisation med idealistiska förtecken. Ritningar och instruktioner för hur proteshanden ska monteras, individanpassas och skalas i storlek för att passa både barn och vuxna läggs ut på nätet för vem som helst att ladda ner. Personer eller företag som har tillgång till 3d-skrivare ställer upp gratis och skriver ut delarna till dem som behöver hjälp.



ROBOHAND

På Centrum för autonoma system vid KTH i Stockholm där man forskar på robotik hörde man talas om den mekaniska proteshanden Robohand och ville bidra med sina kunskaper, konstruktion och rörelse. Nu har flera forskare bidragit till förbättringar av den ursprungliga Robohand. Det senaste är en sorts växelspak som gör det möjligt för handen att greppa både grövre föremål som ledstänger och bollar, och att utföra det så kallade pincettgreppet och plocka upp och hålla i mycket små objekt.





Till vänster: Protesfot i kolfiber utvecklad av Ottobock. Foten används både vid vanlig löpträning och av elitidrottare, bland annat i Paralympics. Kolfiberfjäderkonturen ger hög drivkraft och lågt motstånd. Ovan: Myoelektrisk proteshand med greppsensorteknik.

TITANSKRUV I SKELETTET

Men vilken är den väsentliga skillnaden mellan en enkel men funktionell protes producerad i en 3d-skrivare och en bionisk kroppsdel? Kanske går gränsdragningen vid *osseointegration*? Så kallas den teknik som används för att få kroppen och protesen att växa ihop.

Ända sedan 60-talet har läkare och forskare experimenterat för att hitta metoder att fästa proteser direkt i skelettet. Att slippa sticka ner stumpen – av en arm, eller kanske framförallt ett ben – i en hård hylsa som orsakar smärta och skavsår skulle höja livskvaliteten för många amputerade. Bland annat gjordes försök på amerikanska soldater som skadats i Vietnamkriget med skelettförankrade skruvar. Men material som silikon och kolfiber ville inte växa fast i skelettet, och där skruven penetrerade huden uppstod ständiga infektioner.

Det finns dock ett material vars egenskaper är helt unika. På 1950-talet upptäckte den svenske läkaren Per-Ingvar Brånemark att metallen titan kunde integreras med skelett. Benvävnaden växter helt enkelt fast i titanet istället för att stöta bort det. I munhålan kan en titanskruv växa ihop med käkbenet och bilda en plattform för tandimplantat. Tekniken används idag över hela världen.

I slutet på 1980-talet började Per-Ingvar och sonen Rickard, som utbildat sig till både ortopedläkare och ingenjör, att fundera på om tekniken för tandimplantat också fungerade på andra ställen i kroppen.

Att få titanet att växa fast i ett lårben var ingen svårighet, men ingen hade löst problematiken med att ha en skruv som sticker ut genom huden.

Lösningen tycktes vara plastikkirurgi. Genom att strama upp skinn och muskulatur på stumpen kring den utskjutande skruven minimeras friktion och minskar infektionsrisken betydligt.

Under det sena 1990-talet experimenterade Rickard Brånemark för att utveckla tekniken med skelettförankrade proteser. Men trots framgångsrika forskningsresultat och solida data var det svårt att övertyga resten av forskarvärlden.

"År 2003 var jag och en av mina patienter, Erik Ax, i Washington på en forskningskonferens organiserad av Veteran Affairs och Defense Advanced Research Projects Agency, DARPA", berättar Rickard Brånemark. "Jag höll en, som jag tyckte, fantastisk föreläsning och presenterade fina vetenskapliga data. Men ingen i publiken var särskilt intresserad. Så kom Erik Ax upp på scenen, drog ner byxorna och demonstrerade sin skelettförankrade benprotes. Plötsligt var alla fruktansvärt intresserade och imponerade. Man måste se det för att förstå att det kan vara sant."

Lastbilschauffören Magnus Niska från Haparanda blev år 2013 först i världen att bära en protes direkt kopplad till nervsystemet.







Tilll vänster: Myoelektriska proteshänder med innerhand och kosmetisk handske.
Ovan: Myoelektriska proteshänder utan kosmetisk innerhand.

TANKEN STYR PROTESEN

Myoelektriskt kontrollerade proteser har funnits länge. Bäraren styr protesen, oftast en arm eller en hand, via sensorer genom att spänna musklerna på olika sätt. Men tekniken skapar vissa begränsningar, exempelvis kan en ofrivillig muskelrörelse få protesen att bete sig lite hur som helst.

Koppla protesen direkt till nervsystemet? Tanken var inte ny bland dem som sysslade med protesutveckling, men ingen hade lyckats lösa det rent tekniskt.

Och så dök Max Ortiz Catalan upp hos Rickard Brånemark. Han var elektronikingenjör vid Chalmers tekniska högskola i Göteborg och ville forska på proteser.

Max Ortiz Catalan visade sig vara mycket kreativ och samarbetet blev fruktbart. Han utvecklade en teknik för hur sensorerna skulle plocka upp nervsignalerna och omvandla dem till naturliga rörelser i en robotproteshand. Tekniken skapades redan från början för att kunna användas kliniskt, och det första lyckade försöket gjordes på Rickards patient Magnus Niska som förlorat sin arm några år tidigare.

År 2013 var första gången någon lyckades koppla ihop hjärnans signaler med en protes och få det hela att fungera. Magnus Niska styr sin protes med vilja på ungefär samma sätt som han kontrollerar sin biologiska arm och hand och sköter utan problem sitt arbete som lastbilschaufför.

Målet för protesutveckling är många gånger att de artificiella kroppsdelarna i så stor utsträckning som möjligt ska bli en del av användarens kropp, att de ska bli så bra att bäraren uppfattar dem som en del av sig själv.

Men samtidigt håller inställningen till artificiella kroppsdelar också på att förändras. Ju högre nivå av funktionalitet som uppnås, desto mer intresserade tycks både användare och producenter bli av att framhäva teknikens egenart. Att visa hur proteser tydligt skiljer sig från biologiska kroppsdelar genom att accentuera deras tekniska funktioner eller skapa en estetisk utformning som talar om att det rör som om en artificiell kroppsdel.

Fenomenet kom tydligt till uttryck redan 1998 i de sinnrikt utformade benproteser som modellen Aimee Mullins bar på catwalken när hon öppnade kläddesigner Alexander McQueens Londonvisning. Aimee Mullins föddes med missbildningar i underbenen och genomgick amputation av båda benen strax under knäleden när hon var ett år gammal.

Redan innan hon började arbeta som modell hade Aimee Mullins en karriär som friidrottare och var van att använda avancerade och specialgjorda proteser. Under Paralympics har vi sett många av de extremt funktionella underbensproteser som tillåter användare att komma upp i svindlande löparhastigheter. Här blir funktionsoptimeringen en del av protesens estetik.

Den före detta elitidrottaren Aimee Mullins är idag fotomodell. Hennes proteser är ofta en lek med form, material och utförande, och hon låter dem bli en del av hennes identitet som modell.


BiOM

ARTIFICIELL KÄNSEL OCH ODLADE BEN

Att förankra en protes i skelett och nervsystem löser två stora problem som många protesanvändare dras med. Skelettförankringen gör att användaren inte begränsas i rörlighet på samma sätt som med hylsproteser. Och när protesen är kopplad direkt till nervsystemet och styrs intuitivt på samma sätt som en biologisk arm så blir finmotoriken nästan skrämmande bra. Men integrationen mellan människa och maskin är inte fullständig, än saknas en viktig faktor för full funktion.

"Vi kan åtminstone inte utesluta att vi i framtiden kommer att kunna skapa biologiska proteser, exempelvis genom att kombinera odlat skelett och odlade muskler med någon form av artificiella nerver."

Nyckeln är känsel. Med en permanent koppling mellan protesen och nervsystemet möjliggörs också så kallad *sensorisk återkoppling*. Sensorer registrerar tryck i proteshanden och skickar tillbaka signaler till hjärnan som berättar för den att handen rör vid någonting. Rickard Brånemark och hans medarbetare testar just nu möjligheten för fullt på en av sina patienter.

"Hjärnan är oerhört bra på att lära om. Den lär sig tolka de signaler som skickas tillbaka från sensorerna och kombinerar dem med informationen från andra intryck, exempelvis synen. Just nu använder vi trycksensorer som ger en sorts känsel och som förmodligen också gör att användaren kan känna hur mycket fingrarna böjer sig. Men trycksensorer kommer nog att kunna kombineras med andra sensorer i framtiden, exempelvis för att känna strukturer."

Än finns det ingen protes som överträffar den biologiska kroppen i sin mångfald av rörelser, ingen konstgjord hand som både kan spela fiol och skriva kalligrafi. Men framtidens proteser kommer att klara det mesta, menar Rickard Brånemark. Troligtvis kommer vi att se proteshänder och artificiella ben med många fler funktioner. Kanske kommer vi att kunna ha små kameror i fingertopparna som läser av färg eller UV-ljus eller sensorer som uppfattar vibrationer vi inte annars skulle känna. Helt plötsligt har kroppen fått fler sinnen än den föddes med.

"Men här kommer också hela den skrämmande biten in. För vem blir man då? Ett freak eller en supermänniska? Och kommer tekniken att användas i fel syften?" frågar sig Rickard Brånemark.

En annan möjlighet för framtidens proteser är att de är helt eller delvis biologiska, gjorda av patientens egna celler. Tekniken att ta fram biologiska material i laboratorier är under utveckling. Brosk skrivs ut i 3d-skrivare och blodkärl odlas av patientens egna stamceller för transplantation.

"Vi kan åtminstone inte utesluta att vi i framtiden kommer att kunna skapa biologiska

proteser, exempelvis genom att kombinera odlat skelett och odlade muskler med någon form av artificiella nerver."

Forskning bjuder ofta på överraskningar och oväntade resultat. Över hela världen arbetar man för att hitta sätt att skapa proteser som svarar mot användarnas behov och önskemål genom att kombinera ny teknik och ny kunskap på bästa sätt. Många olika strategier behövs. Är framtidens proteser biologiska replikor av våra egna kroppar eller högteknologiska konstruktioner som gör oss till supermänniskor? Vi får se.

ATT ODLA ORGAN

May Griffith är professor i regenerativ medicin vid Univerisitetssjukhuset i Linköping och forskar på biomaterial och stamcellsbaserade terapier.

Bland annat har hon tagit fram en metod för att odla fungerande mänskliga hornhinnor i laboratorium som kan användas inom forskningen.

Hon har även utvecklat en metod för att få kroppen att på egen hand återställa en skadad hornhinna. I laboratoriet odlas det "proteinskelett" som omger cellerna i ögats hornhinna. När skelettet opereras in på en patient vars hornhinna är skadad, bildar ögat på egen hand nya hornhinneceller och nerver så att en ny hornhinna bildas och synen återställs.

Tillsammans med Katarina Le Blanc, professor i klinisk stamcellsforskning, och Karl-Henrik Grinnemo, senior forskare och specialist i hjärtkirurgi på Karolinska institutet, undersöker May Griffith även möjligheten att använda en liknande princip för att återställa den skadade vävnaden hos ett hjärta efter en hjärtattack. Genom att förse den skadade delen av hjärtat med ett nytt "proteinskelett" kan hjärtat reparera den skadade vävnaden.

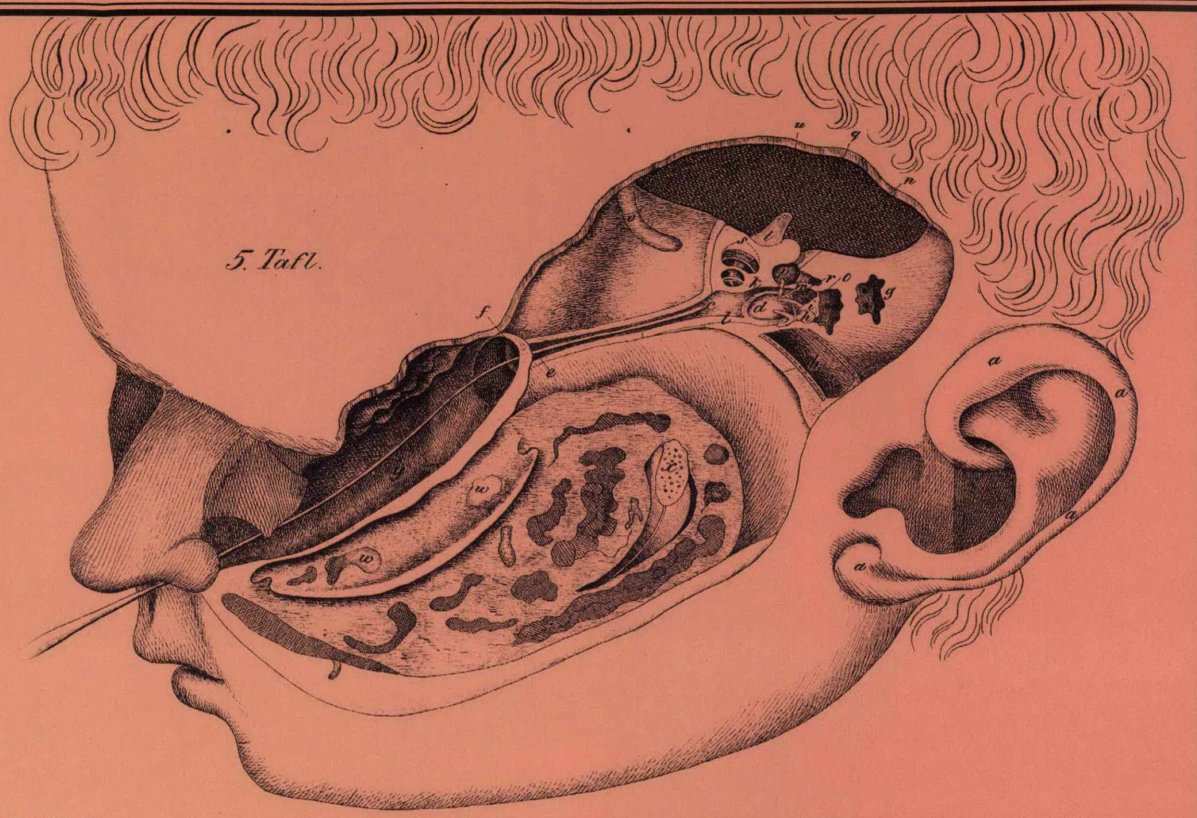
Möjligheten att odla organ eller delar av organ är på försöksstadiet. Idag är det möjligt att skapa ett hjälpligt fungerande hjärta eller en njure i laboratoriemiljö och transplantera det till råtta eller gris.

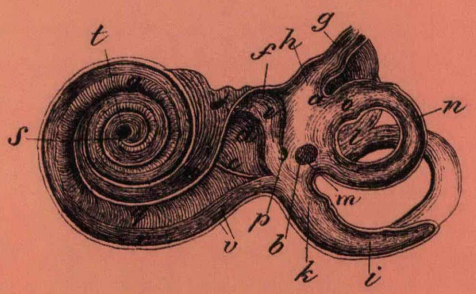
Men att översätta tekniken till människor låter sig inte göras än.

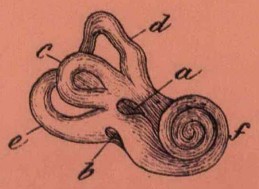
"Problemet är att de människor som idag är i behov av exempelvis ett nytt hjärta är mycket sjuka, inte som försöksdjuren – unga och starka individer. Och här ligger en av våra stora utmaningar, hur vi ska överföra tekniken från en kontrollerad labbmiljö till att bli en del av den kliniska praktiken", säger May Griffith.

DET ÅTERSKAPADE SINNET

om Knut som hör fast han är döv


5. Tafl.


t
g
h
n
s
m
p
o
k
i


d
c
a
e
f
b

Cochleaimplantat (CI) är det enda medicinska hjälpmedel som används kliniskt för att återskapa ett sinne. Kombinationen av en inopererad neuroprotes och en yttre ljudprocessor har förändrat livet för många patienter. Bortåt 350 000 personer världen över och 3 000 i Sverige har CI. Av dessa är 25 procent barn. Knut från Katrineholm är ett av dessa barn som med teknikens hjälp fått sin egen förmåga att höra återskapad på det här sättet. Under de senaste åren har utvecklingen gått från klumpiga apparater till avancerade och miniatyriserade CI-system. Samtidigt har forskare gjort nya banbrytande medicinska upptäckter om innerörats hemligheter.

Av: Magdalena Tafvelin Heldner

VAD ÄR DET MED KNUT?

"Er son är döv. Jag rekommenderar CI", säger en stressad läkare till Mia och Tomas i en överfull sjukhuskorridor i maj 2003.

Knut är parets andra barn och ganska snart efter födseln märker de att något är annorlunda med Knut jämfört med den 1 ½ år äldre systern Ängla. De får ingen riktig kontakt med Knut. Hans nackstabilitet är annorlunda och han har ingen riktig styrsel i kroppen.

Mia och Tomas försöker få hjälp med att reda ut vad Knuts problem kan bero på under ett års tid. Det blir många läkarbesök.

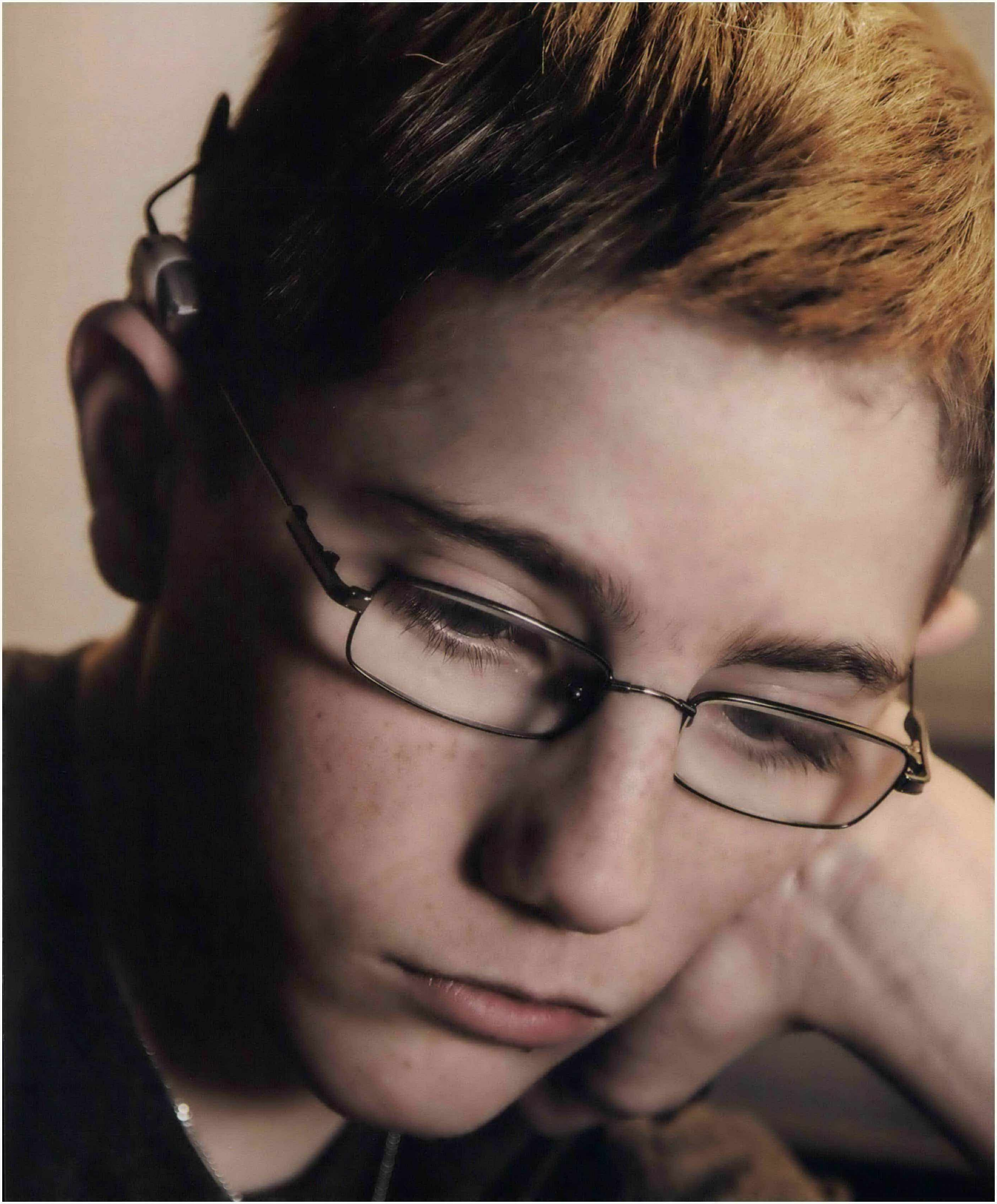
"Oroa er inte, pojkar kan vara lite sena. Ni ska se att det går över", säger läkarna.

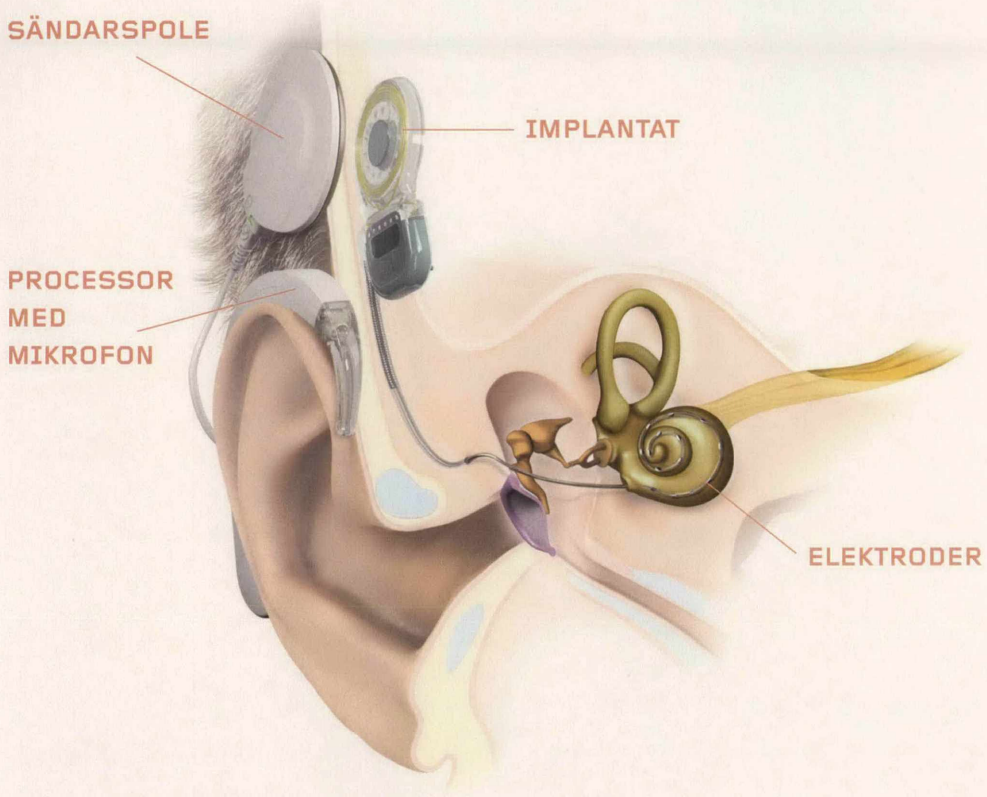
Men det går inte över.

När de väl får beskedet att Knut är döv och när de hämtat sig från den första chocken, är det en lättnad för dem. Nu kan Mia och Tomas ställa in sig på att försöka hjälpa Knut till ett bra liv utifrån hans särskilda förutsättningar. Dövheten visar sig bero på viruset CMV (cytomegalovirus) och har drabbat Knut i moderlivet.

En ny tid börjar. Familjen får hjälp i hemmet av en hemvägledare och Knut börjar lära sig teckenspråk. På Cochlea-kliniken på Karolinska universitetssjukhuset i Huddinge får familjen träffa ett CI-specialiserat medicinskt team som skapar förtroende. Men allt är nytt. Vad är att vänta? Efter ytterligare utredningar bestäms att Knut ska få cochleaimplantat. Men läkarna

Knut har ett cochleaimplantat bakom varje öra och kan på så vis höra fastän han är döv.





ÖRAT OCH CI

En person med CI tar emot ljud via en mikrofon i den yttre enheten. Ljudet behandlas och kodas till digitala signaler. Signalerna sänds via en sladd till sändarspolen. Denna skickar signalerna genom huden till implantatet där de konverteras till signaler som i sin tur skickas till elektroderna där de stimulerar hörselnervfibrerna i cochlean. Signalerna skickas slutligen via hörselnerven till hjärnan där de upplevs som ljud.

understryker att Mia och Tomas inte ska ha för stora förhoppningar. Knut kanske kan lära sig att höra lite, säga några enkla ord, kanske inte. Att sätta in en främmande kropp, en elektrod, i den mänskliga kroppen har också alltid risker. För personer som inte är hjälpta av vanliga hörapparater kan cochleaimplantat (CI) bli aktuellt. CI består av en yttre del, en ljudprocessor och en inre del – själva implantatet. Den yttre delen har en mikrofon och en sändarspole som induktivt kommunicerar med en mottagare fäst under huden bakom örat. Den inre delen innehåller en elektrodrad som läggs i hörselsnäckan – cochlean – samt elektronik för att ta emot signalerna från den yttre delen och ge stimulering av hörselnerven. Operationen innebär att läkaren lägger ett snitt bakom örat och borrar sig fram i benet. Där finns ett spännande landskap som liknar en droppstensgrotta – fast av ben. Bakom örat finns även ansiktsnerven som gör att man kan le och smaknerven som styr smaklökarna; alltså ett känsligt område. Under operationen är det viktigt att inte skada örat i onödan. När läkaren kommit fram till hörselsnäckan fortsätter denne operationen med mikroskop med millimetertunna borrar. Elektrodraden sätts in i hörselsnäckan och klistras fast med små mjukdelar från patientens underhud.

ATT VÄNJA SIG VID LJUD

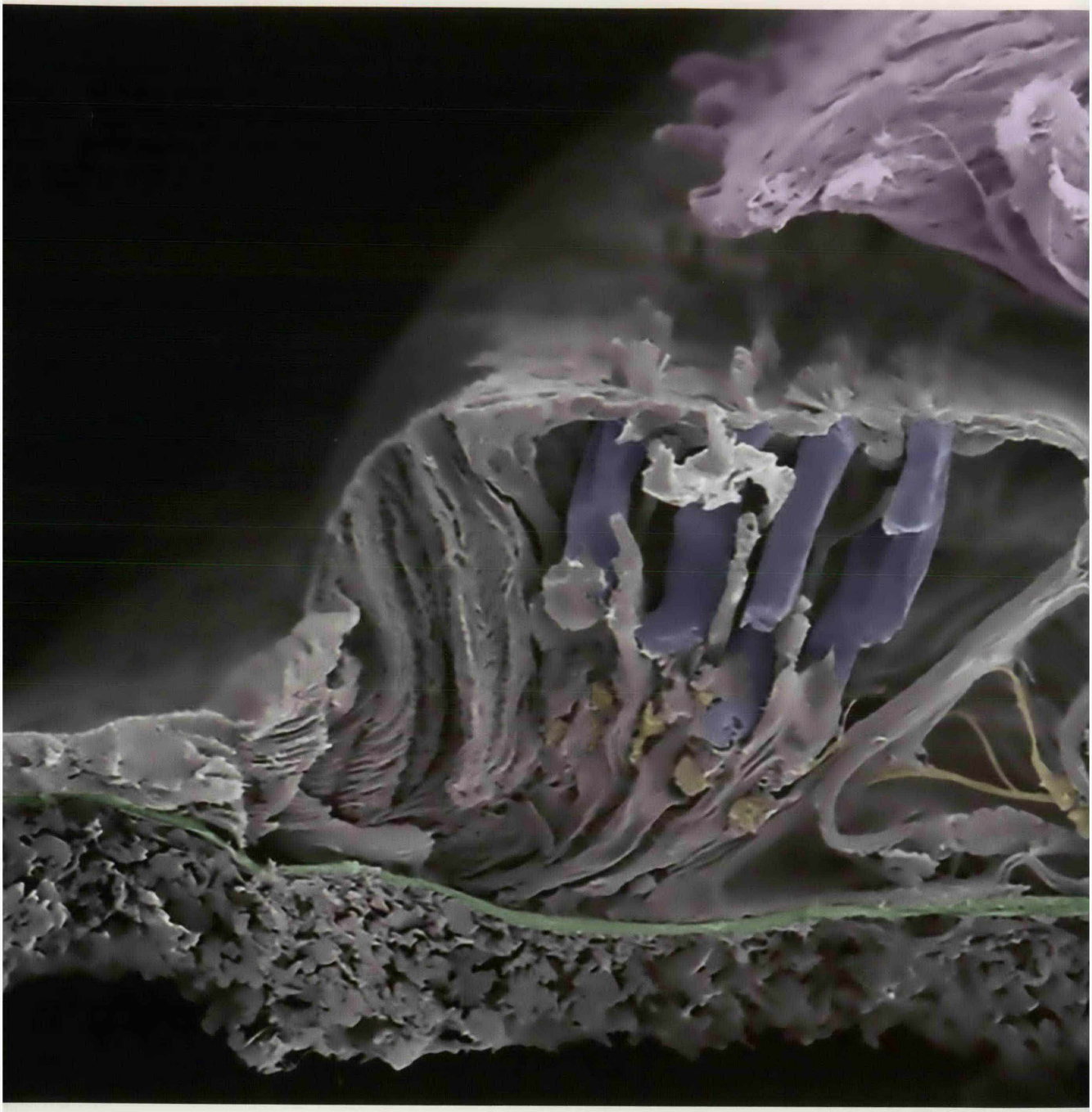
En CI-operation tar cirka tre timmar, men när ljudet några veckor senare kopplas på börjar det stora arbetet. Hjärnan får då nya ljudupplevelser som det tar tid att lära sig att tolka. Knut opererades när han var 1 ½ år. Det var ganska tidigt på den tiden men forskning har visat att ju tidigare barnet får CI, desto större är chansen att barnet ska kunna lära sig tala. Det beror på att hjärnan är extra formbar när barn är små, och de har då lättare att ta till sig ljud och tal på ett naturligt sätt. Idag opereras barn från ungefär fem månaders ålder.

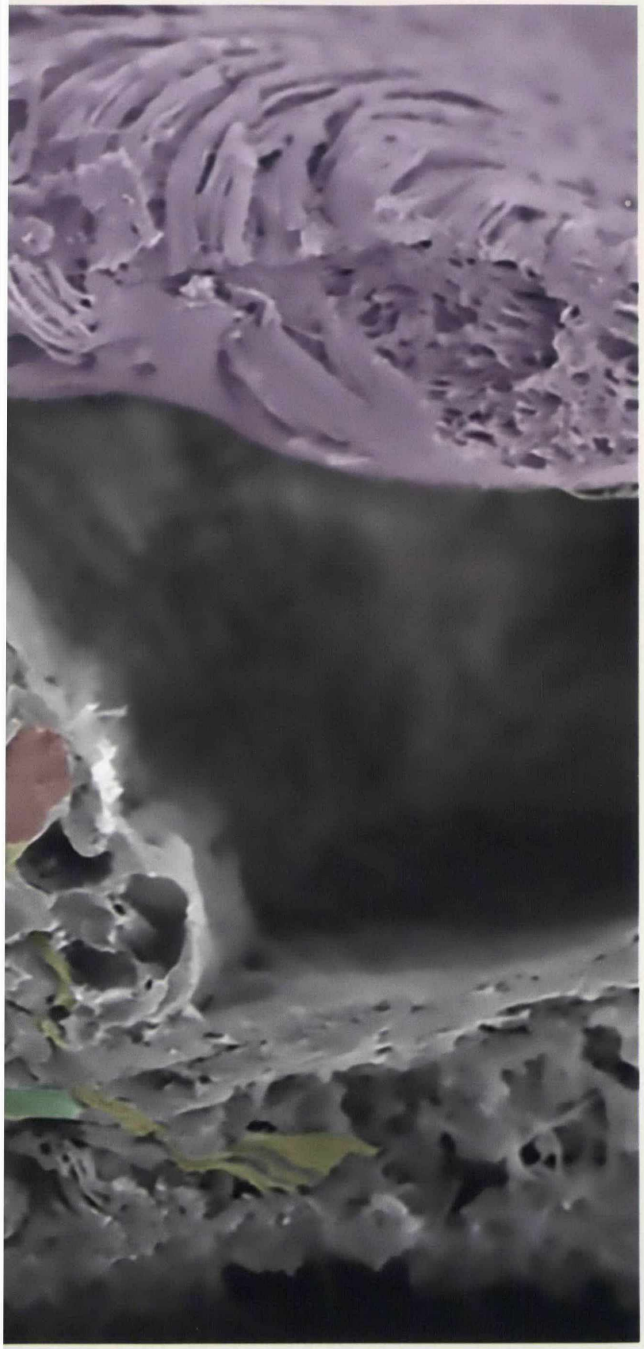
Efter några veckors läketid är Knut tillbaka på sjukhuset för att försiktigt få ljudet till sitt CI påkopplat och få diskant och bas finjusterade. Familjens egna filmer från ögonblicket när Knut "hör" för första gången är fortfarande ett starkt minne för Mia och Tomas. Knut ler och tittar på sina föräldrar, från den ena till den andra, fram och tillbaka. Han viftar med armarna och gör små ljud. En ny värld har öppnats.

Men hjärnan måste vänja sig vid den konstgjorda hörseln och därför måste ljudet justeras om och om igen under de kommande månaderna. Knut är stolt över sitt CI och vill ha det på hela tiden. På bilder från den här tiden ser han lite högtidlig ut, som om han bär ett värdefullt smycke.

Efter operationen går det fort. Parallellt med övning i teckenspråk tränar familjen oavbrutet med Knut. Han börjar lära sig tala och ett år efter den första operationen är det dags för ett implantat i andra örat. Men det blir lite ovant med två implantat eftersom Knut har vant sig vid sitt sätt att höra på. Till en början är han inte bekväm med det nya läget.

Familjen får nu också kontakt med andra familjer med döva barn genom stödföreningen Barnplantorna. De kan alltså utbyta erfaren-





Det här är en elektronmikroskopisk bild som visar det mänskliga hörselsinnet. Man kan se att hörselsnäckan har urkalkats och delats i mitten och hörselsinnet ses därför i genomskärning. Hörselsinnet liknar en ås med så kallade epitelceller som består av de viktiga hårcellerna – dessa visas i blått respektive rött. Hårcellerna har små hårutskott som sticker upp från ytan och är i kontakt med ett tjockare membran – täckmembranet. Det är det blågrå till höger. Hårcellerna omges av så kallade stödjeceller som innehåller stödjevävnad. Stödjecellernas uppgift är att hålla hörselorganet uppe och ge det stadga. Alltsammans vilar på det "dansande basilarmembranet" – det gröna i bilden. Detta membram är endast 0,2 tusendels millimeter stort. Rörelserna i organet vid "hörtröskeln" – det minsta ljud som aktiverar hårcellerna är mindre än en nanometer – 1 miljondels millimeter. De blå cellerna är "yttre hårceller" och den röda cellen är inre hårceller. De inre hårcellerna är kopplade till ca 35 000 nervtrådar till hjärnan. De blå cellerna är ett slags miniförstärkare som gör det mänskliga örat så känsligt för svaga ljud. (Copyright figur: Helge Rask-Andersen Professor, Öronkliniken, Akademiska sjukhuset i Uppsala.)

heter med andra som är i samma situation. Det är ovärderligt både för att stärka familjen och för att ge hopp om att det ska gå bra framöver. Teckenspråksundervisningen fortsätter och i många år åker Knut och den övriga familjen till Dalarna på sommaren för att intensivträna teckenspråk och träffa andra familjer.

I augusti 2009 börjar Knut på Sandbäckskolan i Katrineholm. Ingen av hans klasskamrater har en hörselnedsättning. När jag träffar Knut är klass 6A på friluftsdag. Klassen åker slalom och pratar med varandra trots hjälmar och tjocka vinterkläder. Knut är en i gänget, inget särskilt med det.

DE GÖR SÅ JAG HÖR

När vi ses senare hemma hos familjen frågar jag Knut om hans "apparater", som familjen kallar dem. Han tycker inte att det är något märkvärdigt. De gör ju så att han hör.

"Jag har på mig dem hela tiden utom när jag sover." Knut visar hur han lägger ifrån sig sina glasögon där ytterdelen till hans CI är monterad. På sätt och vis kan man säga att Knut har tillgång till både sin alldeles egen tysta värld och en till som han kan dela med andra.

Det är klart att det finns vissa begränsningar med CI, och hur det faktiskt fungerar är mycket individuellt. Somliga människor har sämre förutsättningar rent fysiologiskt, men lika viktig är motivationen att träna upp hörandet. För hjärnan måste lära sig att bearbeta de nya sortens intryck och vänja sig vid det nya hörandet. Knut har nog lyckats ovanligt bra. Inte mycket antyder att han har en funktionsnedsättning. Möjligen finns en antydan till ett lite sluddrigare tal ibland.

HISTORIEN, NUET, FRAMTIDEN

Att bära synliga hjälpmedel är inte heller helt lätt. Forskning visar att ungdomar i tonåren ofta är mycket noga med att välja frisyrer och kläder så att ljudprocessorn inte ska synas. Det är inget problem än för Knut. Han är nyklippt och hans CI kan ingen ta miste på.

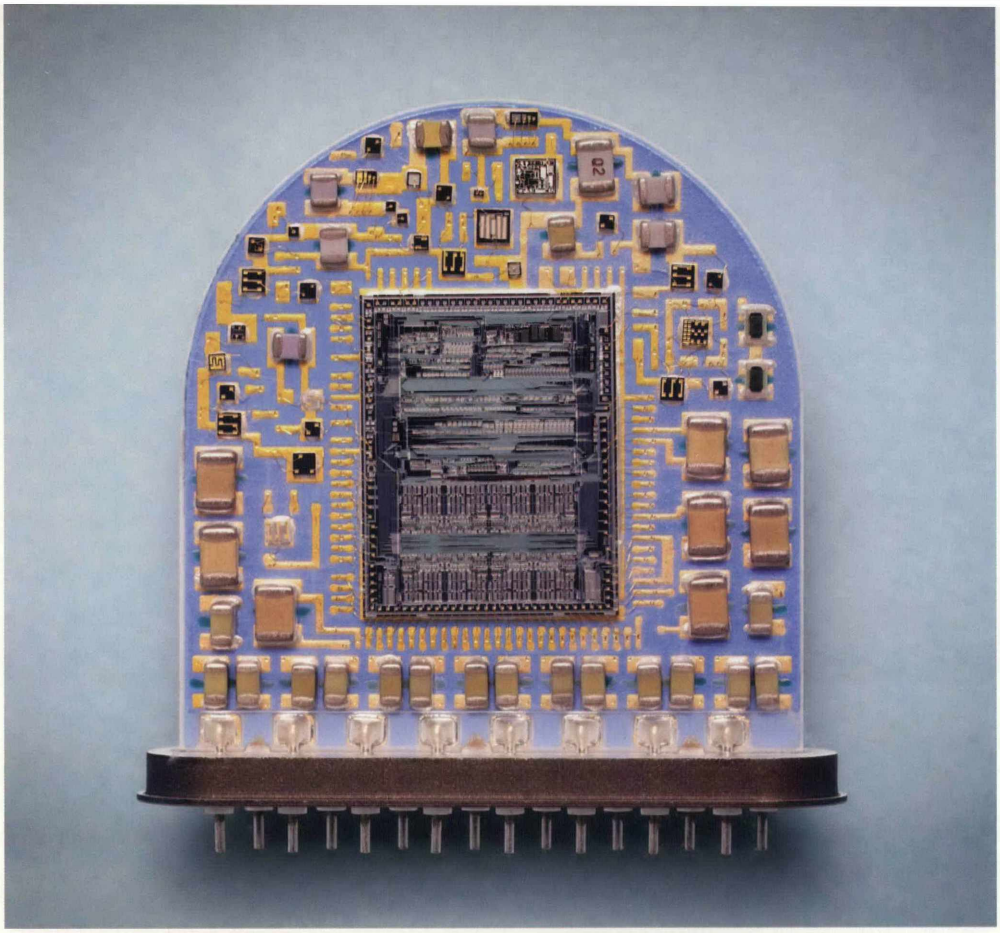
Men i vissa fall är det ändå skillnad, Knuts CI tål inte vatten och på badsemestern och i badhuset får han klara sig utan att höra. Det är jobbigt och om en processor går sönder måste familjen åka till Huddinge och få den åtgärdad.

Vad vore då drömmen för Knut?

"Ett litet litet CI som knappt syns och inte ramlar av, inte behöver nya batterier och som funkar när man ska bada, att de bara funkar. Det skulle jag verkligen vilja ha", säger Knut.

Och kanske kan han få det. Knuts implantat ska kunna hålla hela livet men den yttre delen byts sannolikt ut. Sedan den första patienten CI-implanterades på 1950-talet av de franska läkarna André Djourno och Charles Eyriès och CI lanserades kliniskt på 1970-talet, har tekniken förändrats mycket och utvecklingen påminner om utvecklingen av mobiltelefonernas. De har gått från otympliga apparater till miniatyriserade enheter, mer avancerade och mycket mer bekväma för patienten.

På senaste tiden har även andra metoder



Ett exempel på den implanterade elektroniken utan sin kapsling och utan stimuleringselektroden. Tillverkare i detta fall är Advanced Bionics.

för att återskapa hörseln gått starkt framåt. Den svenske forskaren Helge Rask-Andersen, professor i experimentell otologi vid Uppsala universitet och överläkare vid Akademiska sjukhuset i Uppsala, har till exempel lyckats med försök med odlade stamceller som ska kunna ersätta hårceller eller nervceller. Kanske kan de transplanteras in eller bli stödjevävnad i innerörat där cellerna ska "komma på" att de vill agera som hårceller eller nervceller i innerörat? Förhoppningen är att denna nya forskning ska kunna kombineras med till exempel cochleaimplantat och på så sätt ge fler döva och hörselskadade sitt hörselsinne tillbaka.

I familjen har det naturligtvis blivit lite extra fokus på Knut genom åren, även om Mia och Tomas försöker att inte särbehandla honom.

"Vi tycker i alla fall att det är viktigt att Knut inte ska känna sig annorlunda. Kanske har det här med Knut också gjort oss starkare som familj", säger Tomas.

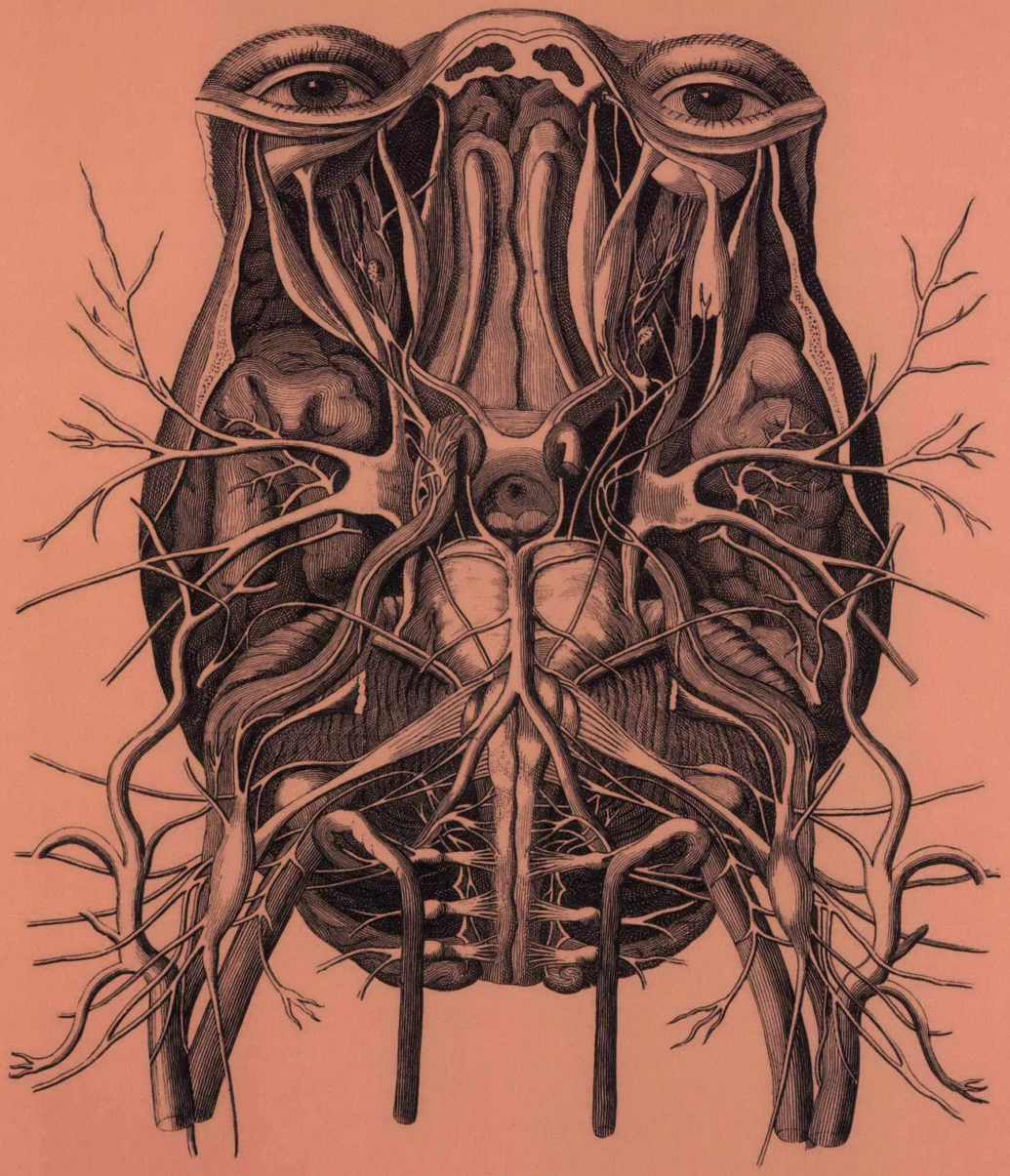




Till vänster: Cochleaimplantaten var tidigare stora och otympliga. Här en processor till enkanals-implantat tillverkad av 3M omkring 1985.
Ovan: Processor från Med-el, 2014, med riktningsmikrofon, vindbrusreducering och automatisk volymkontroll. CI-implantaten blir allt mer förfinade och ger möjlighet till ökad taluppfattning och att klara av bakgrundsljud.

UNIVERSUM BAKOM PANNBENET

om chip, stamceller och tekniken i hjärnan



Centrala nervsystemet består av hjärnan och ryggmärgen. Den är involverad i exakt allt som sker i våra kroppar. Den kontrollerar reflexstyrda system som andningen, komplexa, finmotoriska rörelser, högre kognitiva förmågor och avancerad problemlösning. Vi förstår att det här är en kraftfull och komplex struktur, men också sårbar. För kroppens förlorade funktioner går många gånger att kompensera. Men vad händer om hjärnan går sönder? På senare år har kunskapen om hjärna och nervsystemet ökat enormt. Möjligheten att ersätta hjärnans skadade funktioner med olika former av proteser eller artificiella hjälpmedel växer hela tiden. Från elektroder som hjälper hjärnan att arbeta på rätt sätt till en möjlig framtid där skadad hjärnvävnad ersätts med biologiska hjärnproteser odlade i laboratorier.

Av: Lotten Wiklund

PROTESER I HJÄRNAN

År 2001 fick den unge Matthew Nagel en kniv i ryggraden. Hugget tog illa och Matthew blev förlamad från halsen och ner. En tragedi naturligtvis. När nerverna som utgår från hjärnstammen kapas har vi inte längre någon möjlighet att kontrollera vår kropp. Då kan inte signalerna från hjärnan nå våra armar, ben och muskler; inte översätta tanke i handling.

Men tänk om det gick att hitta ett annat sätt att förbinda hjärnan med omvärlden? *Brain machine interfaces* betyder gränssnitt mellan hjärna och maskin. Teknik som kan läsa av, tolka och översätta information från våra biologiska hjärnor till en artificiell maskin.

Tre år efter det ödesdigra knivhugget genomgick Matthew Nagel en operation. I hjärnbarken, i ungefär samma del som kontrollerar högerhandens rörelser, placerades ett chip. För trots att Matthew inte kunde röra sin kropp så fungerade fortfarande de områden i hjärnan som styr kroppens rörelser. Med hjälp av elektroder plockades signalerna från Matthews hjärna ut, de tolkades av en dator som omvandlade dem till rörelser, inte hos en hand utan hos muspekaren på datorskärmen.

Matthew Nagel blev den första människa i världen att styra en dator med hjälp av ett brain machine interface. Tekniken var klumpig och kunde bara användas i laboratoriemiljö. Men med lite träning lyckade Matthew lära sig att styra markörens rörelser över skärmen och klicka på olika objekt, enbart med hjälp av tanken. Han kunde spela enkla dataspel, byta kanal på tv:n och kolla sin mejl.



Hjärnan Ypsilon från Henry Moore Selders film *En levande själ* (2014) baserad på P.C. Jersilds roman med samma namn från 1980.

Än idag har ingen lyckats ta fram en teknik som är så enkel att den kan användas hemma i vardagen. Det visar sig att steget från prototyp till en fungerande produkt för dagligt bruk är mycket långt. Men utvecklingen av så kallade neuroproteser är en viktig del av framtiden.

För att stödja processen från experiment till vardagliga objekt har EU skapat projektet BNCI Horizon 2020 som ska främja samarbeten och nätverkande mellan olika grupper som har intressen inom utvecklingen av brain machine interfaces.

År 2025 hoppas man att brain machine interfaces är en integrerad del av människors vardag. Inte bara som instrument för sjukvården, utan för underhållning eller som ett sätt för människor att övervaka sin kropp och hälsa eller skapa insikt om sina egna mentala förmågor.

TANKEN STYR MASKINEN

Idén till brain machine interfaces formulerades i början på 1970-talet. År 1973 publicerade Jacques Vidal, som forskade i datavetenskap vid University of California i Los Angeles, artikeln "Toward Direct Brain Computer Communication". Här beskrev han hur man med hjälp av elektroder utanpå skallen kunde läsa de elektriska signaler som hjärnbarken hela tiden producerar, det vi idag kallar EEG. Fram till dess hade många forskare betraktat de här signalerna som ett osorterat brus, men Jacques Vidal tänkte sig att de snarare kunde motsvara olika medvetna och omedvetna processer i hjärnan.

I forskningsprojektet *Brain Computer Interface* använde han sig av universitetets för tiden oerhört kraftfulla datorer för att analysera data från försökspersoner och para ihop olika hjärnvågor med olika tillstånd. Tekniken att läsa av hjärnvågor hävdade Jacques Vidal skulle i framtiden kunna användas för att styra objekt utanför kroppen, exempelvis proteser, men kanske till och med rymdskepp.

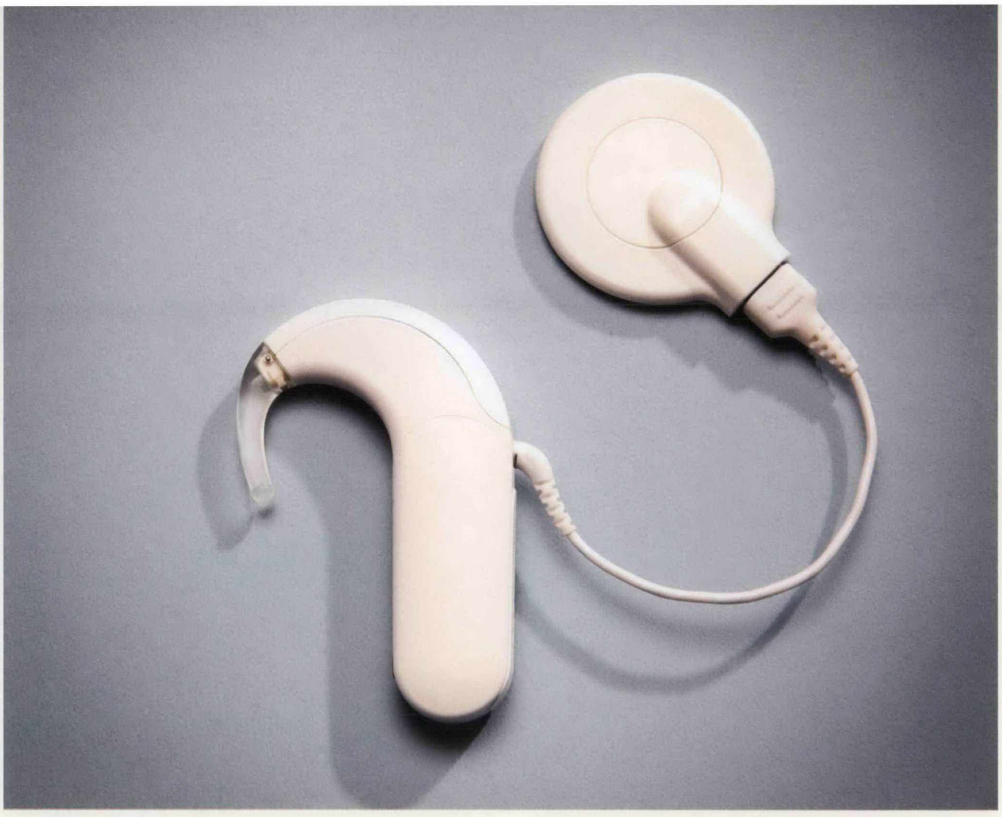
De elektroder på skallen som läser av EEG kan när som helst plockas bort och lämnar då inga spår efter sig. Idag går det att köpa kommersiella produkter för hemmabruk baserade på tekniken; dataspel, leksaker och underhållning. Tekniken är lättillgänglig men också trubbig. Den ger inte samma precision som de elektroder som opereras in i hjärnan. *Invasiva elektroder* eller *neuroproteser* ställer helt andra krav på läkare och patienter, på forskning och etik.

För den *invasiva* tekniken – när elektroderna fästs i eller på själva hjärnan – medför alltid en viss risk. Tekniken kan få direkt påverkan på våra sinnen. Syn, hörsel och sensoriska intryck kan manipuleras och därmed påverka hur vi upplever oss själva och vår omgivning.

Tanken på chip eller elektroder i hjärnan kan verka skrämmande, men för många människor betyder tekniken en möjlighet att efter svår sjukdom kunna återgå till det liv de hade innan.

Nät med 126 elektroder som mäter hjärnvågor. Vågorna utgörs av den förändring i spänningsfält som uppstår på utsidan av skalpen när hjärnan arbetar.





Processor till cochleaimplantat från 2014.

KONSTGJORD HÖRSEL

Idag används *invasiv* teknik, alltså inopererade neuroproteser, för att hjälpa människor med olika funktionsnedsättningar och sjukdomar.

Den absolut vanligaste tekniken är cochleaimplantat. Det är ett hjälpmedel för människor som har skador på innerörat, men hörselnerven intakt. Tekniken fungerar genom att elektroder opereras in i skallen, direkt till *cochlea* – alltså hörselsnäckan. Utanpå skallen, bakom örat fästs en mikrofon som tar upp omgivande ljud och sänder det till implantatet. Implantatet överför signalen via hörselnerven till hjärnan som tolkar ljudet.

Metoden är väl beprövad och numera kan en stor andel av de barn som föds hörselskadade få möjlighet att höra ljud, exempelvis sin egen röst, med hjälp av ett implantat.

Sedan några år görs liknande försök för att återskapa syn. Ett implantat på *retina* – näthinnan – tar emot signaler från en kamera och överför signalerna till synnerven och sedan till hjärnan som tolkar intrycken. Här har tekniken ännu inte kommit lika långt och implantatet bidrar än så länge endast till rudimentära synupplevelser.

DEEP BRAIN STIMULATION

Elektroder i hjärnan kan användas för att läsa av hjärnans aktivitet, men de kan också användas för att stimulera den.

Deep brain stimulation, DBS, är en metod för att påverka hjärnan. I exempelvis *thalamus*, som hanterar sinnesintryck och där många av hjärnans aktiviteter samordnas, eller i *basala ganglierna* som reglerar frivilliga rörelser, placeras elektroder som ger ifrån sig små elektriska impulser. Elektroderna finns på plats hela tiden men aktiviteten kontrolleras ofta med hjälp av en liten dosa, som en strömbrytare, som användaren har under huden på bröstet.

Metoden kan exempelvis användas vid behandling av långt gången Parkinson och *essentiell tremor* – alltså svåra skakningar. Den elektriska stimulin gör att skakningarna och ofrivilliga rörelser som sjukdomen ger upphov till dämpas. Många gånger blir resultatet så påtagligt att patienten kan återgå till ett helt normalt liv. Idag har metoden hjälpt fler än 100 000 personer världen över.

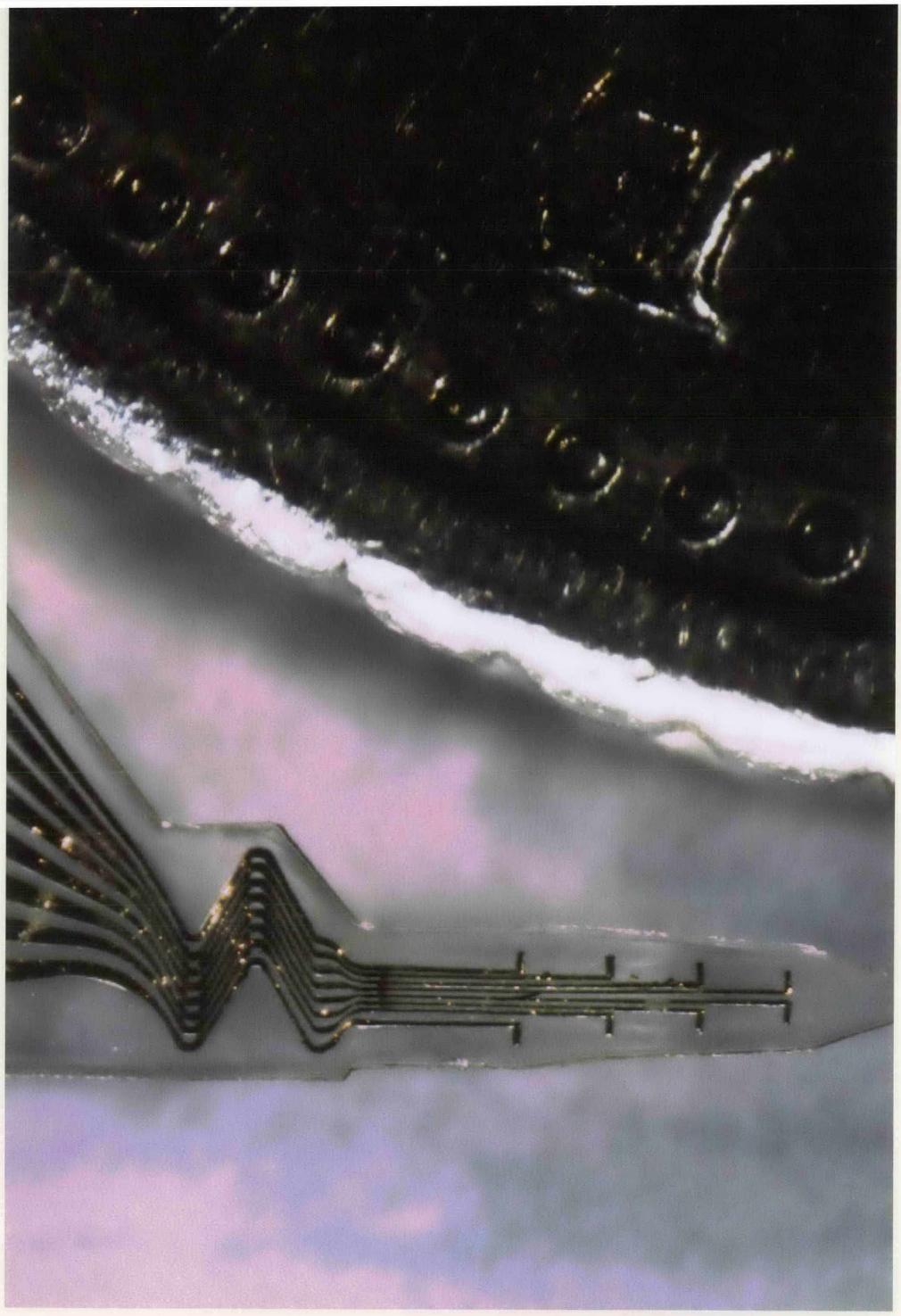
Andra sjukdomar eller tillstånd som kan förbättras med hjälp av DBS är exempelvis kronisk smärta, Tourettes syndrom och depressioner som är så svåra att de inte gått att behandla.

Med hjälp av olika hjärnavbildningstekniker har man tagit reda på vilka områden i hjärnan som beter sig annorlunda vid svåra depressioner. På samma sätt som vid behandlingen av Parkinsons sjukdom placeras elektroder i de regioner i hjärnan som är associerade till sjukdomssymtomen och där de ger ifrån sig svaga elektriska impulser.

Studier visar att tekniken tycks fungera på omkring 20 procent av patienterna. DBS är inget förstahandsval men metoden kan vara ett alternativ om ingenting annat hjälper.

HJÄRNAN SVÅR ATT LÄKA

Idag känner vi till omkring 600 olika sjukdomar som kan drabba hjärnan. Det handlar om allt från psykiska sjukdomar som depression och schizofreni till hjärntumörer och Alzheimers. Bara i Europa kostar hjärnans sjukdomar 800 miljarder euro per år. Det är dubbelt så mycket som cancer och hjärt- och kärlsjukdomar. För till skillnad från många andra sjukdomar blir hjärnans sjukdomar ofta kroniska, eftersom vi helt enkelt inte vet hur de ska botas. Det gör dem medicinskt resurskrävande samtidigt som bortfallet i produktivitet, både bland de drabbade själva och anhöriga, är stort. De flesta behandlingar mot hjärnans sjukdomar går ut på att behandla symtomen, eftersom man inte känner till de bakomliggande orsakerna. Med ökad kunskap om hjärnan blir det möjligt att förbättra de här siffrorna avsevärt. Framförallt minskas allt det lidande som sjukdomarna skapar.



En guldelektrod inbakad i gelatin från Neuronano Research Center bredvid en brittisk penny.

SJÖGRÄSLIKA ELEKTRODER

Även i sökandet efter hjärnans gåta spelar brain machine interfaces och elektroder en avgörande roll. Med hjälp av dem är det möjligt att bättre förstå hur hjärnan fungerar.

I takt med att kapaciteten hos mikroprocessorena ökar så förbättras också tekniken, och de senaste åren har man sett en explosion inom det här forskningsfältet.

På medicinska fakulteten vid Lunds universitet finns Neuronano Research Center. Här arbetar man med att ta fram nya och bättre typer av invasiva elektroder som kan användas för stimuli eller för att läsa av hjärnan. Initiativtagare och ansvarig är Jens Schouenborg, professor i neurofysiologi.

Jens Schouenborg arbetar med att utveckla elektroder som är så små och fina att de skulle kunna anslutas till en eller ett par, tre specifika neuroner – hjärnceller.

"De elektroder som används idag är ganska grova. I förhållanden till nervcellerna är de som pålar rakt in i hjärnan", säger han.

Elektroderna förs in på ett visst djup i hjärnan. Men eftersom hjärnan rör på sig, både när vi själva rör kroppen och då vi andas eller då hjärtat slår, uppstår små rörelser mellan hjärnvävnaden och de stela elektroderna. Detta irriterar vävnaden och så småningom uppstår ärrvävnad runt elektroderna och de slutar fungera.

"Därför har vårt mål sedan start varit att skapa sjögräsliknande elektroder, elektroder som är så flexibla att de kan följa hjärnans rörelser."

Jens Schouenborgs elektroder är gjorda av tunna, fina guldtrådar och är så mjuka och följsamma att de inte klarar av att bryta ytspänningen på en vattenyta. Men på detta följer ett annat problem: Hur för man in så mjuka elektroder i hjärnan?

För det uppfann Jens Schouenborg en annan teknik. Genom att gjuta in elektroderna i gelatin bildas en hård och stel yta som är så robust att det går att få elektroden exakt dit man vill. Väl på plats i hjärnan upplöses höljet och tas upp av kroppen. Hjärnvävnaden växer in mellan elektroderna som så att säga smälter samman med hjärncellerna.

Med tekniken går det att göra elektroder med former som man inte kunde göra tidigare, krökta eller spiralformade, till exempel. På så sätt kan man koppla samman olika områden i hjärnan och överbrygga skadade partier. Försök visar att elektroderna inte heller flyttar på sig, vilket gör att man kan vara säker på att de hela tiden stimulerar eller läser av samma lilla grupp av neuroner. Förhoppningen är bland annat att förfina metoderna för deep brain stimulation.

DBS på Parkinsonpatienter dämpar ofta skakningarna avsevärt men kan också ge biverkningar i form av försämrat tal eller synpåverkan. Det beror på att dagens teknik är så grov och att elektroderna inte bara stimulerar de områden i hjärnan som har med motoriken att göra utan även påverkar andra områden. Med mindre elektroder blir träffsäkerheten större.

Bättre elektroder är avgörande för hur vi kommer att kunna hanteras hjärnans sjuk-

domar i framtiden, menar Jens Schouenborg. Exempelvis blir det då möjligt att följa förloppet vid degenerativa sjukdomar, exempelvis Alzheimers, från det att nervcellen börjar ta skada till det att den går under. Genom sådan information ökar våra möjligheter att analysera och förstå de bakomliggande mekanismerna.

"Det är kontroversiellt att arbeta med implantat i hjärnan. Möjligheterna är enorma, men det innebär också en hel del risker och etiska problem som vi i framtiden måste ta ställning till. Men med den här typen av vävnadsvänliga elektroder som vi utvecklat så ser vi stora möjligheter att minska de medicinska riskerna", säger han.

CHIPPENS MÖRKA HISTORIA

Stimulering av hjärnan med hjälp av elektronik är ett komplicerat och kontroversiellt projekt som har en mörk och skrämmande historia. År 1972 kom romanen *The Terminal Man* av författaren Michael Crichton. Boken handlar om experimentet med att kontrollera en mans våldstendenser med hjälp av hjärnimplantat. Experimentet utmynnar i fullständig tragik då mannen själv lär sig kontrollera implantatet och begår flera mord.

Författaren Michael Crichton var själv student hos de två kontroversiella hjärnkirurgerna Vernon Mark och Frank Ervin som hade bedrivit forskning på hur våldsamt beteende hos människor skulle kunna kontrolleras med hjälp av hjärnimplantat. De båda läkarna i sin tur hade varit studenter hos den berömde neurofysiologen Delgado.

José Manuel Rodríguez Delgado var professor vid Yale University i USA och anses ha bidragit väsentligt till kunskapen om hjärnan. Han studerade bland annat hur elektriska stimuli av hjärnan kunde påverka individers beteende, och han genomförde en mängd experiment på bland annat apor och katter. Och han visste hur man skapade publicitet.

I Delgados kanske mest berömda experiment från 1963 ville han demonstrera hur man på artificiell väg, med hjälp av implantat, kunde stävja aggressivitet. En stridstjur, en sådan som används vid tjurfäktningar (Delgado var från Spanien), försågs med ett antal elektroder. Dessa kunde kontrolleras via en fjärrkontroll och en radiosignal. Inför publik skulle Delgado bevisa sin tes. Han ställde sig mitt på en tjurfäktningsarena, det aggressiva djuret släpptes in och började galoppera mot Delgado. Men när Delgado med hjälp av fjärrkontrollen utlöste elektriciteten i implantaten stannade tjuren plötsligt upp. Anfallet uteblev.

Idag tror forskare att djurets beteende berodde på att elektroderna påverkade tjurens motorik så att den helt enkelt inte kunde fortsätta springa, men Delgado menade att det berodde på att implantatet hämmade djurets aggressivitet.

År 1971 kom boken *Violence and the Brain*, författad av kirurgerna Vernon Mark och Frank Ervin. Boken handlar om de experiment de genomfört på ett antal personer på Boston City Hospital i USA. Experimenten gick bland annat ut på att med hjälp av elektroder ge elektriska stimuli till de delar av hjärnan där



Elektrod som används vid deep brain stimulation. Dosan opereras in under huden och från den leds svaga elektriska impulser till hjärnan. Elektroden på bilden är endast ett patientförevisningsexemplar, en mockup.

forskarna ansåg att patienternas våldsamma och svårkontrollerade beteenden uppstod. I andra fall gick man in i hjärnan och förstörde mindre nervcellskluster för att påverka beteendet.

I anslutning till boken lanserade även forskarna idéer om hur man med hjälp av elektroder eller neurokirurgi skulle kunna stävja våldsamma tendenser hos specifika befolkningsgrupper. I slutet av 1960-talet hade Detroit skakats av flera våldsamma rasuppror då svarta amerikaner protesterade mot den rasism, särbehandling och de orättvisor de utsattes för på grund av sin hudfärg. Att förse dessa individer med chip skulle kunna vara ett effektivt sätt att stoppa upproren, föreslog forskarna. För övrigt menade de att mellan fem och tio procent av hela befolkningen hade våldstendenser som skulle kunna stävjas med hjälp av tekniken.

Men förslaget väckte ont blod. Vernon Marks och Frank Ervins forskning blev startskottet till en etikdebatt kring hjärnimplantat. Bokens vetenskaplighet ifrågasattes när det dök upp indikationer på att vissa resultat var förfalskade. Marks och Ervins klinik stängdes, författarna och hela forskningen skandaliserades.

Förmågan att på artificiell väg styra människors hjärnor är ett spritt tema inom populärkultur och science fiction. De scenarier som utmålas är så gott som alltid dystopiska och svartsynta.

I den berömda science fiction-romanen *Neuromancer* (1984) av William Gibson används implantaten för att skapa soldater med bättre syn, minne och mer styrka. Boken gav bland annat inspiration till filmen *The Matrix* (1999) som skildrar hur implantaten används för att förslava mänskligheten.

ETT ETISKT FÖRHÅLLNINGSSÄTT

När teknikanvändningen kommer till extrema uttryck, exempelvis när den på ett mycket påtagligt sätt flyttar in i våra kroppar, påverkar rörelsemönster, känslor och beteende, så ligger också rädslan nära till hands. Forskningen kan upplevas som oetisk, onaturlig, exploaterande. Fakta och fiktion ligger ibland obehagligt nära varandra.

Då och då bär ny forskning och ny teknik med sig en chockeffekt. Den blir till ikoniska bilder och representerar en utvecklingslinje som människor inte är beredda att acceptera. Sådana exempel hittar vi bland annat i Vernons och Marks experiment med hjärnimplantat och det får oss att förstå hur viktigt det är att medicinsk forskning också sätts i ett etiskt sammanhang.

Forskargruppen Neuronano Research Center är, liksom de flesta andra forskarteam som verkar inom fältet "den mänskliga hjärnan", tvärvetenskaplig. Här finns inte bara neuroforskare, fysiker och ingenjörer, här arbetade fram till 2014 även etikforskaren Veronica Johansson. Hennes roll var att ställa frågor om hur forskningen bör bedrivas och hur man bör tänka ur ett etiskt perspektiv.

"Det är ju stor skillnad på vad man kan göra och vad man bör göra", säger Veronica Johansson.

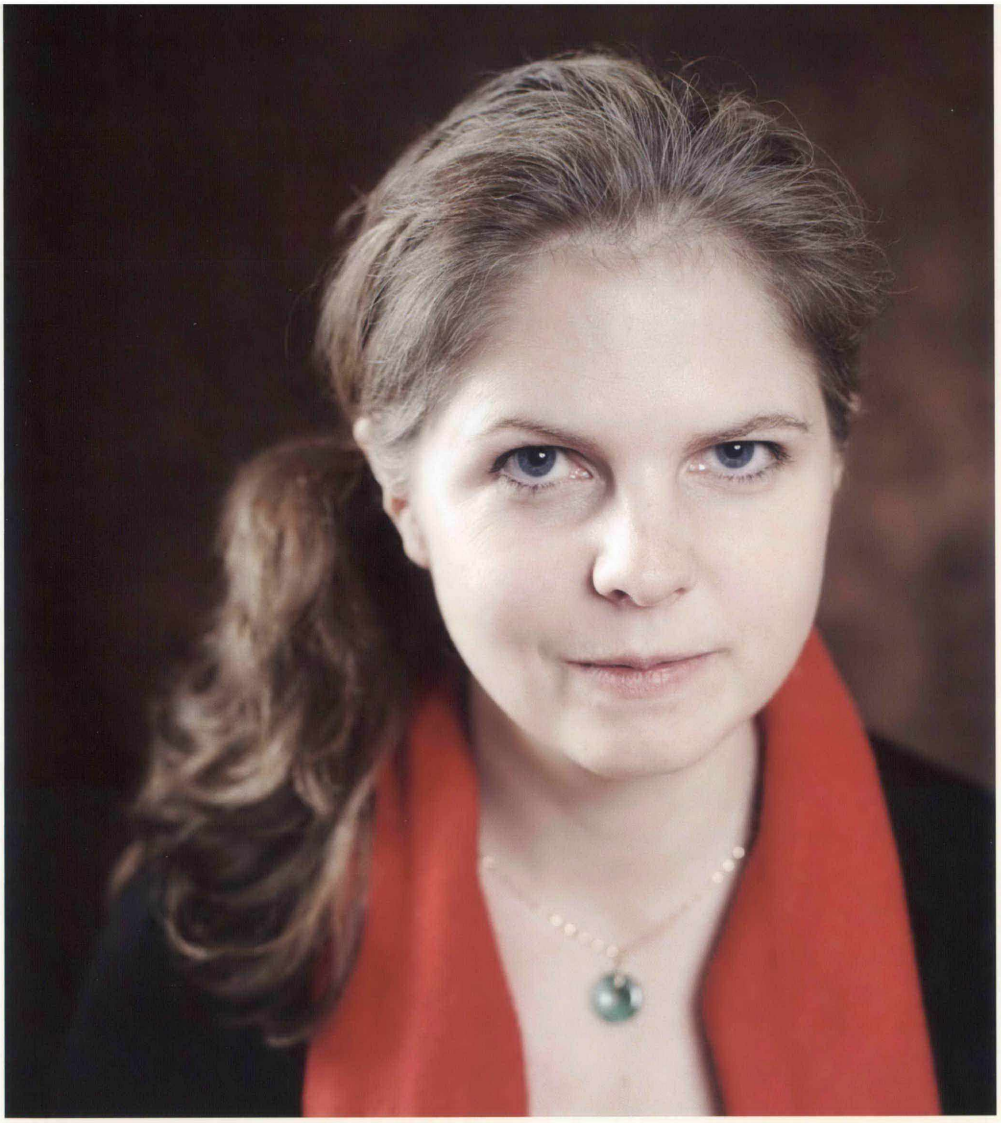
En invändning som till en början känns självklar är att man inte bör använda implantat för att påverka människors tankar, känslor och handlingar.

"Men det är inte självklart att det är så problematiskt", säger Veronica Johansson. "När DBS och invasiva implantat används för att behandla depression och ångest är det kanske just det man vill, att påverka känslor och beteenden. Lider du av tvångssyndrom och dagligen ägnar timmar åt att skruva på krokar eller tvätta händerna vill du förmodligen ha ett ändrat beteende."

Egentligen, menar Veronica Johansson, ställer invasiva elektroder inte så många andra etiska frågor än vad exempelvis kemiska substanser gör.

"Som implantaten ser ut idag har patienten kontroll över dem och kan stänga av dem själv om han eller hon vill. Men framförallt finns det ju mängder av substanser som vi stoppar i oss som verkligen förändrar tankar, känslor och beteende. Det upplever vi ju inte som problematiskt på samma sätt", säger hon. En invändning som ofta dyker upp i samband med DBS är att det kan leda till en sorts hjärndopning, att tekniken används inte bara för att bota utan även förbättra fullt friska människor. Frågan är dock hur mycket vi verkligen skulle kunna förbättras med hjärnstimulering, och om det, i jämförelse med andra metoder, är värt riskerna.

Behandling med DBS av Parkinsonpatienter är så gott som alltid en sista utväg. Samma sak gäller om man behandlar människor med ångest och depression, och Veronica Johansson tycker att det läggs allt för mycket energi på att fundera på hur tekniken skulle kunna



Etikforskaren Veronica Johansson, universitetet i Tübingen och Lunds universitet.

missbrukas i en tänkt framtid.

"Ofta spekulerar vi kring en framtid vi inte vet något om. Men vi får inte glömma bort de frågeställningar som tekniken och dess tillämpningar skapar i vår samtid. Det som sysselsätter oss när det kommer till tekniken och människokroppen handlar ofta om självet. Var sitter *jaget* egentligen och vad händer med upplevelsen av jaget när vi försöker påverka hjärnan med teknik eller hjärnstimulering?" Det vi måste fråga oss är om de förbättringar som eftersträvas alltid är verkliga förbättringar. Får man mer mening i sitt liv om man kan höja sin intelligenskvot eller skaffa ett bättre luktsinne?

FRAMTIDENS IMPLANTAT OCH HJÄRNPROTESER

Många tillämpningar av brain machine interfaces är än så länge på utvecklingsstadiet. Tekniken har testats i laboratoriemiljöer eller på enstaka individer. Men med förbättrade tekniker och kunskaper kommer dessa tillvägagångssätt allt oftare att bli standard.

Förbättrade elektroder, exempelvis baserade på fiberoptik, gör att signalerna från och till hjärnan förbättras avsevärt och kan sända mer data.

Andra möjligheter för framtiden är att implantaten kan ge förmågor som inte funnits där från början, exempelvis cochleaimplantat som gör att användaren kan höra ljud eller signaler som inte annars uppfattas av det mänskliga örat. Likaså skulle det vara möjligt att skapa retinaimplantat som gör det möjligt att exempelvis se i mörker.

En annan teknik som fått stort inflytande det senaste decenniet är optogenetiken. Genom att förse hjärnceller med en gen som gör att de producerar opsin och därmed blir känsliga för ljus, går det att sätta på eller stänga av enskilda nervceller eller mindre kretsar genom att belysa dem.

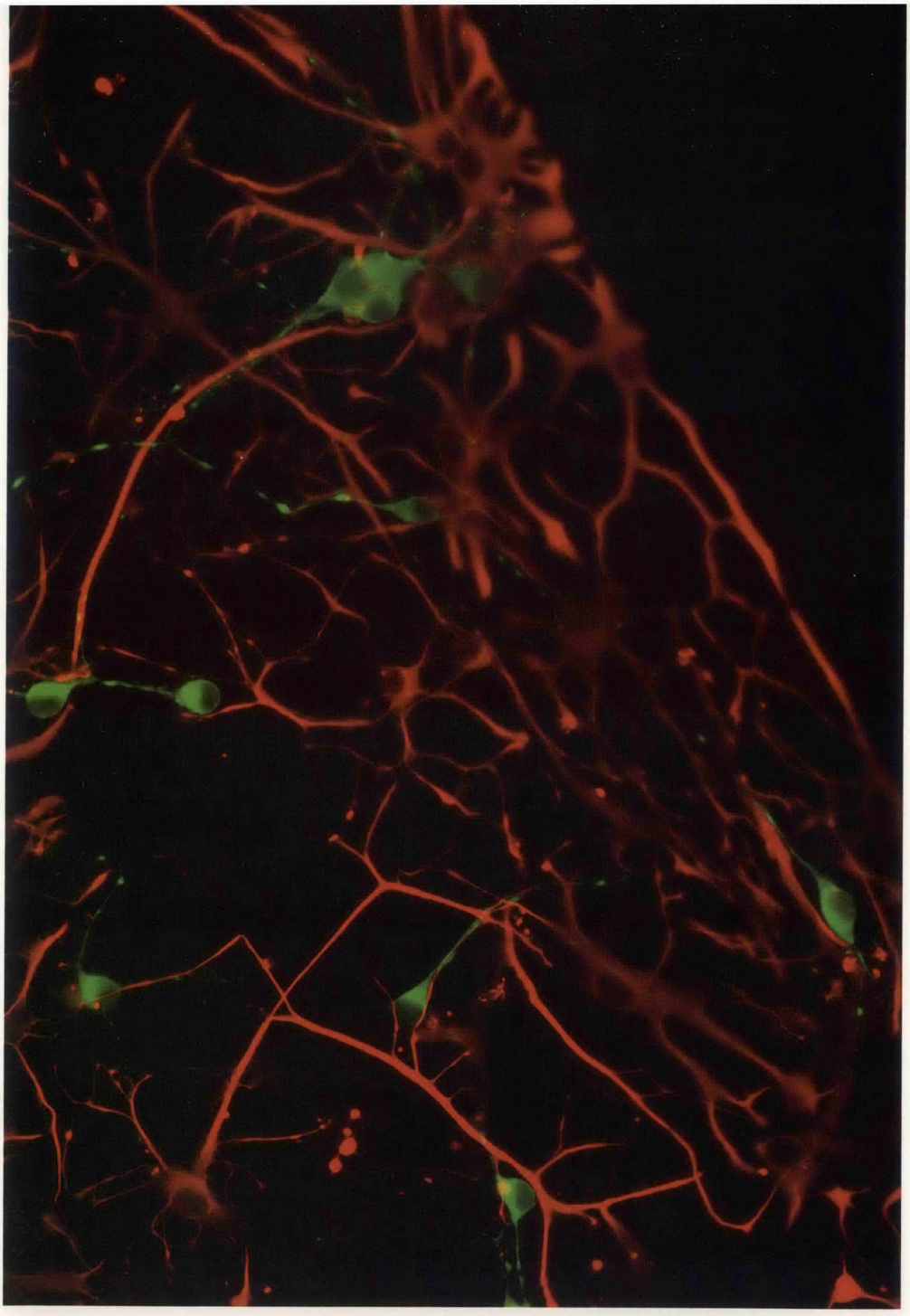
På detta sätt är det möjligt att skapa sig en mycket detaljerad bild av hjärnans aktiviteter. Optogenetik är främst en metod att kartlägga hur hjärnan fungerar och beter sig vid olika tillstånd. Allt från finmotorik till schizofreni eller sociala beteenden beforskas med hjälp av optogenetiken.

Metoden används bara på djur, framförallt möss, vars hjärnor påminner mycket om människans, dock i mindre skala. Genom att studera mushjärnor skaffar sig forskare viktig kunskap om vår egen. Kunskapen förbättrar möjligheten att utveckla bättre mediciner och behandlingar mot hjärnans sjukdomar.

Men vissa forskare hoppas även att tekniken i framtiden ska kunna användas på människor. Den skulle exempelvis kunna bli ett medel att styra de grupper av nervceller som är inblandade vid depression. Hindren är dock många. Och det ställer en hel del etiska frågor på sin spets. För får man genmodifiera människor hur som helst? Och vad händer om vi kan stänga av och sätta på aktivitet i människors hjärnor, så som forskarna kan göra med försöksdjuren idag?

NOBELPRIS FÖR STAMCELLSFORSKNING

År 2012 gick Nobelpriset i fysiologi eller medicin till stamcellsforskaren Shinya Yamanaka (han delade det med engelsmannen John B. Gurdon, vars experiment förebådade Yamanakas fynd). Han hade nämligen hittat en teknik att få helt vanliga, mogna celler från exempelvis huden och få dem att backa tillbaka i utvecklingen för att åter bli stamceller. Stamceller är som bekant de celler som ännu inte är mogna. Med Yamanakas teknik var det möjligt att få fram stamceller som sedan kunde utvecklas till vilken sorts celltyper i kroppen som helst.



Stamceller som "planterats" på spindelvävsfibrer och utvecklats till fungerande nervceller.
Hermanson Lab.



Ola Hermanson i sitt laboratorium.

ATT ODLA EN HJÄRNA

Om man tar hjärnstamceller och låter dem växa i en gynnsam miljö så händer det grejer. Cellerna delar sig och bildar en liten bit hjärna. Det kan bli en del av en hjärnbark, en hjärnstam eller något annat. I den lilla hjärnklumpen bildas så småningom även neurala kretsar, alltså kluster av hjärnceller som samarbetar och beter sig förutsägbart för att processa information. Man kan faktiskt säga att det uppstår en sorts minnen.

Den här typen av experiment har genomförts i åtskilliga laboratorier och resultaten är välkända. Men en sak gäckar forskarna. Varför blir stamcellerna ibland till en *hypofys* och andra gånger en bit *hjärnbark*?

Ola Hermanson är seniorforskare i neurovetenskap och driver sin forskargrupp på Karolinska institutet i Solna. Här forskar man specifikt på vilka faktorer som styr utmognaden av hjärnstamceller. Det är en snäv och komplicerad process som styrs av en mängd parametrar.

Under flera år har Ola Hermanson tittat på hur det är möjligt att ersätta skadade nervceller med stamceller och på så sätt läka områden i hjärnan som förstörts, kanske vid en stroke eller efter en hjärntumör som opererats bort. Försök visar att det sker en viss förbättring, att det går att tillföra stamceller som till viss del växter till och ersätter döda eller skadade.

Men det stora problemet är att det är svårt att veta exakt hur cellerna kommer att bete sig.



I frysen förvaras cellprover och odlingar.

”Vi vill ju kunna kontrollera utmognaden så att vi får de celler som saknas”, säger Ola.

”Bland annat vet vi att mängden syre i den omgivande miljön påverkar vilken sorts nervceller som bildas och att man kan styra cellerna genom att tillsätta olika sorters proteiner. Men även materialet som stamcellerna växer på har betydelse för vilken typ av nervceller som bildas.”

Materialet ska ha rätt hårdhet och form, och nu har forskargruppen hittat ett ämne som cellerna gillar. Ola Hermanson odlar stamcellerna på spindelvävsproteiner. Tekniken är utvecklad av Anna Rising och Janne Johansson på Spiber Technologies.

Parallellt med forskningen kring utmognaden av hjärnceller undersöker Ola och hans kollegger även möjligheten att skriva ut biologiska material i vanliga skrivare. Först testade de att skriva ut de proteiner som styr stamceller i en vanlig skrivare. Skrivaren laddas helt enkelt med proteiner istället för skrivarbläck.

Den här tekniken kallas *bioprinting* och öppnar upp för helt nya möjligheter inom medicinsk forskning.

Idag går det att skriva ut biomaterial, exempelvis brosk, i 3d-skrivare. Brosket tar formen av näsor eller öron som sedan skulle kunna används för transplantation. Som biologiska proteser.

Men går det att göra samma sak med hjärnans material? Ja, kanske.

Det låter spektakulärt och konstigt, men det är en möjlighet, menar Ola Hermanson.

Mellan alla celler i hela kroppen, även mellan hjärncellerna, finns en sorts "skelett" som binder ihop dem, så kallat extracellulärt matrix (ECM). Det här materialet består av olika sorters proteiner, det mest kända är kollagen, som bland annat håller ihop cellerna i huden.

"Med hjälp av 3d-skrivaren vill vi printa hjärnans "skelett" i spindelvävsprotein. Det är ett material vi vet att hjärnstamcellerna tycker om att växa på."

"Jag tror att de riktigt stora framstegen ligger alldeles runt hörnet."

Ola Hermanson förklarar så att det låter mycket enkelt och självklart.

"Tänk dig att du har en glasburk med en mycket fin nätverksstruktur i. Strukturen är "skelettet" vi skrivit ut. Sedan häller vi på lite stamceller, tillsätter lite syre och proteiner i olika proportioner som vi vet påverkar utmognaden av cellerna och så börjar det växa. Så småningom får vi en glasburk med en liten hjärna i."

Teoretiskt sett skulle man kunna odla fram en valfri del av hjärnan och använda den för att ersätta skadade partier hos en patient som drabbats av hjärntumör eller liknande.

"Det här är det mest spännande område som finns", säger Ola Hermanson. Målet med min egen forskning från allra första början var helt enkelt att klona min egen hjärna", skojar han.

Hur långt fram i tiden eventuella resultat ligger kan han inte svara på idag. Men just nu är forskningen kring hjärnans celler och hur de kan reproduceras under kontrollerade förhållanden inne i ett kritiskt skede.

"Jag tror att de riktigt stora framstegen ligger alldeles runt hörnet", säger Ola Hermanson. "Kanske räcker det med ett enskilt genombrott för att det ska hända riktigt stora saker."

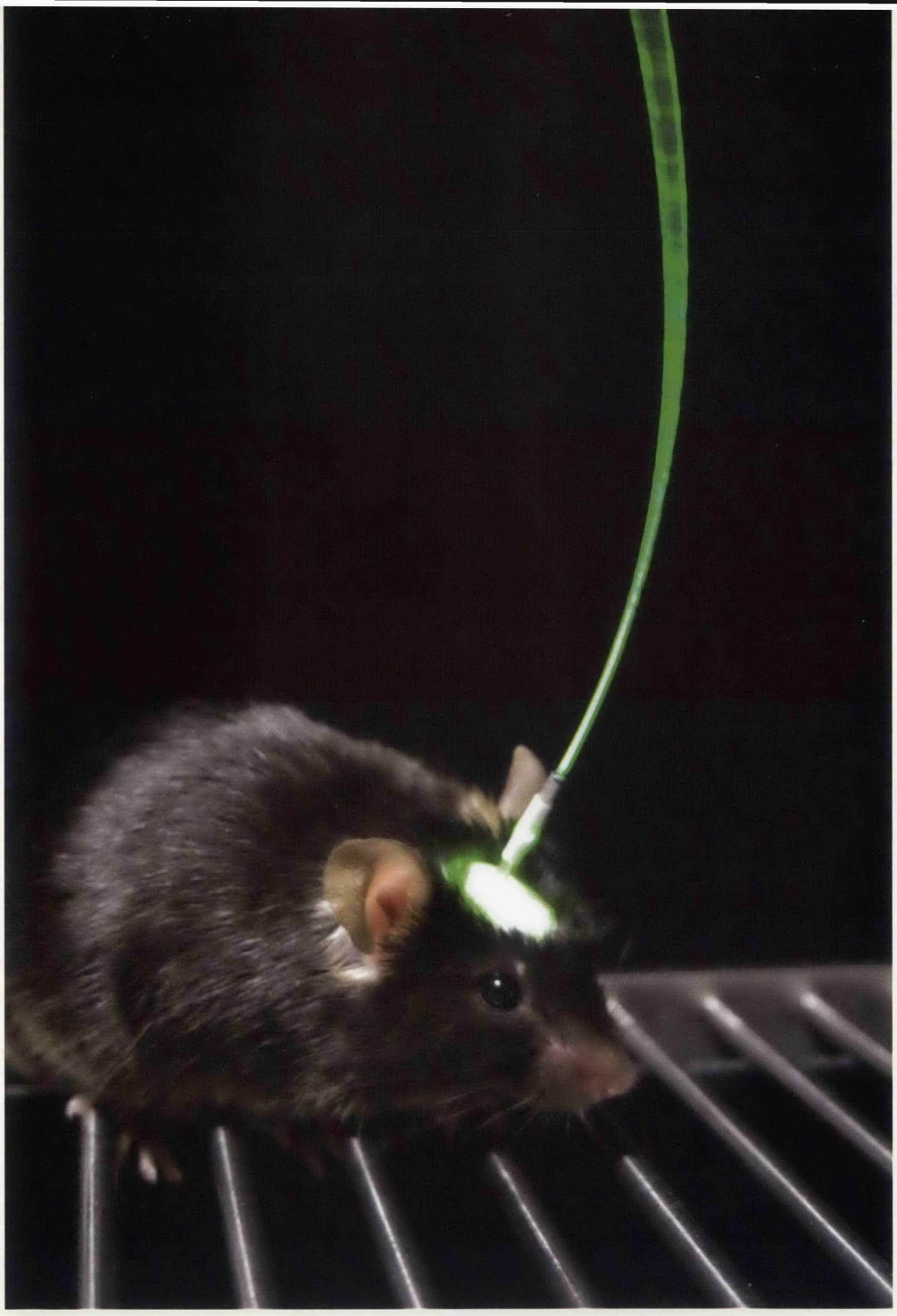
Att förstå hjärnan och utveckla tekniker för att bota och behandla hjärnans sjukdomar ligger högt på listan över prioriterade forskningsområden. Över hela världen, i Europa, USA och andra delar, satsas enorma forskningspengar på att i grunden förstå mer om hur hjärnan fungerar och hur vi kan bota dess sjukdomar.

Om tio år hoppas Ola Hermanson att man rutinmässigt ska kunna hjälpa människor som fått hjärnskador, kanske på grund av operation eller strålning efter en hjärntumör. Att man blivit betydligt bättre på att transplantera hjärnstamceller och styra tillväxten inne i hjärnan så att de kan ersätta den skadade vävnaden. Om 50 år har det hänt ännu mer.

"Då kommer vi under kontrollerade omständigheter att kunna skapa en ny och helt fungerande hypofys, till exempel."

Vilken som är den bästa tekniken visar sig med tiden. Kanske är det att odla organ eller delar av dem direkt i labbet. Kanske att skriva ut dem genom bioprinting. Eller så använder man en grundstruktur som dränks i stamceller som får växa till sig och bli ett nytt organ.

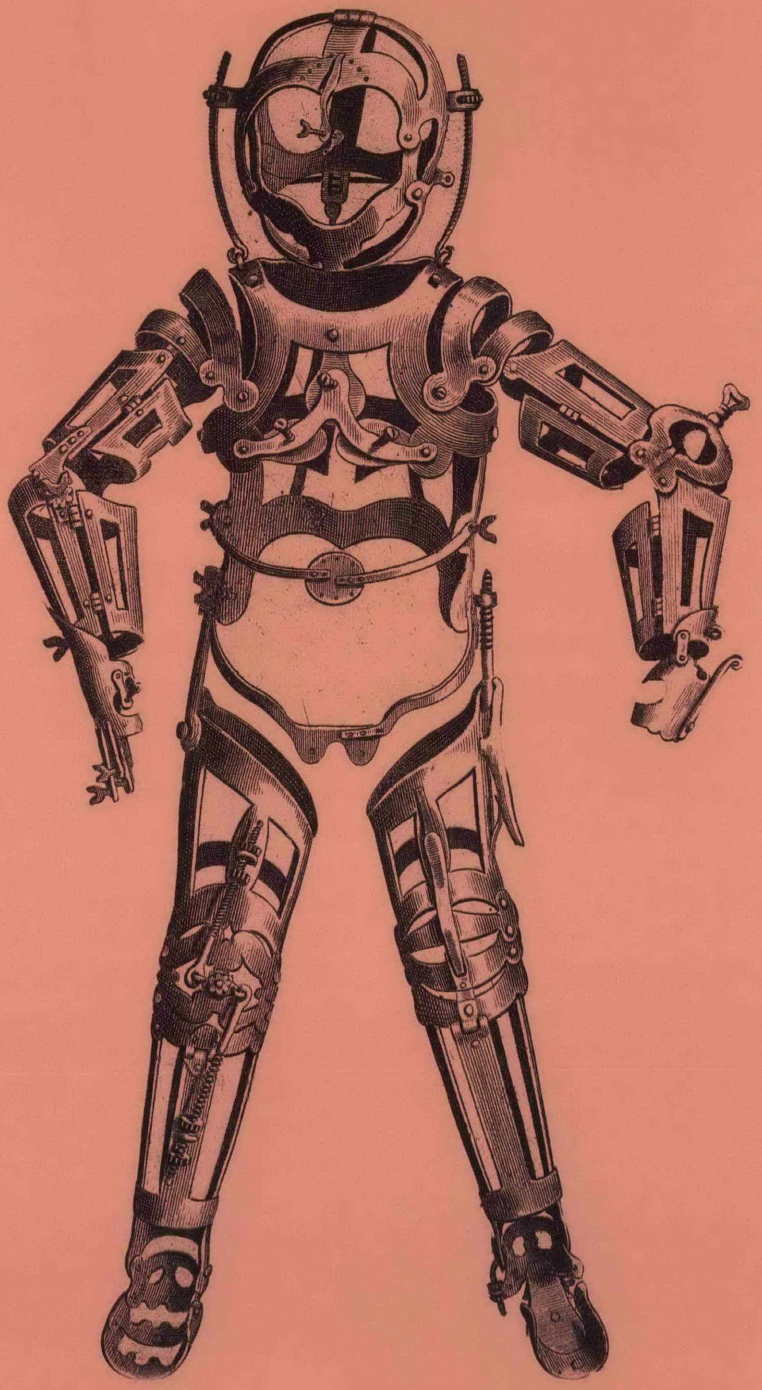
"Än vet vi inte", säger Ola Hermanson. "Men om 50 år är bioprinting och stamcellsodling en del av den etablerade kirurgin, det är jag säker på."



Optogenetik: Med hjälp av ljus kan forskarna kontrollera hjärnaktiviteten hos den genmodifierade musen.

SNABBARE, STARKARE, SMARTARE

om human enhancement och drömmen om supermänniskan



Varför nöja sig med bra syn när ögat kan vara perfekt? Tekniken gör att människan ständigt spränger gränser för vad kroppen och hjärnan klarar av. Medicinsk och teknisk utveckling får oss att springa snabbare, tänka klarare och leva längre. Men hur sätter vi upp gränser mellan bot och förbättring. Och finns det någon bortre gräns för vad våra kroppar klarar av med rätt teknik? Vad är human enhancement?

Av: Lotten Wiklund

ATT UPPGRADERA KROPPEN

År 1796 gjorde den engelske läkaren Edward Jenner en liten hudrispa i armvecket på den 8-årige Phipps. I såret ympade Jenner in lite var från en kokoppa – en vanlig virussjukdom – som uppstått på mjölkerskan Sarah Nelmes hand några dagar tidigare.

Lille Phipps utvecklade så småningom även han en kokoppa, men den verkade inte besvära honom särskilt mycket. När Edward Jenner sex veckor senare försökte infektera lille Phipps med den fruktade och oerhört dödliga sjukdomen smittkoppor som är nära besläktad med kokoppor, blev Phipps inte sjuk. Kokoppesmittan fungerade nämligen som ett vaccin; på *artificiell* väg hade Phipps immunförsvar förstärkts och förbättrats.

Human enhancement är engelska och betyder just förbättring, förstärkning av människans kropp och förmågor. Sedan tidernas begynnelse har vi människor strävat efter att höja oss över naturens begränsningar, skaffa oss förmågor som ger oss kontroll över våra kroppar och deras betingelser.

För hjärnan och kroppen lyder under vissa biologiska förutsättningar. Vi klarar oss som regel inte särskilt länge utan sömn, mat och vatten. Vår begränsade minnesförmåga gör att hjärnan inte kan lagra all information den får. Och än så länge har ingen människa sprungit så snabbt som 50 kilometer i timmen. (Usain Bolt, som har världsrekordet på 100 meter, kommer upp i 42 kilometer i timmen.)

Förbättrande tekniker, preparat eller praktiker, exempelvis benproteser, vaccin och glasögon, accepterar vi som en självklar rättighet. Allt annat vore grymt.

Hormondopning i idrottssammanhang är, av anledningar som många av oss anser självklara, däremot olagligt eftersom det anses osportsligt. Men hur drar vi gränsen mellan tekniker som botar och tekniker som förbättrar? Mellan det livsavgörande och det livsförbättrande?



Tack vare vaccinationen fick Phipps en stor fördel gentemot andra barn i byn Berkeley där han bodde, eftersom han inte riskerade att drabbas av de fruktade smittkopporna som plågade, vanställde och dödade så många som 40 procent av sina offer. Genom att uppgradera eller förstärka hans immunförsvar hade man tagit kontroll över kroppen och naturen.

När vi tittar på historien ser vi att teknikutvecklingen får oväntade konsekvenser och att den många gånger tvingar oss att omvärdera vad det innebär att vara människa. I sinom tid kommer vi kanske att ha utvecklat benproteser som får oss att springa snabbare och hoppa högre. Och en dag har vi kanske framställt preparat som hindrar oss från att känna lidande – både vårt eget lidande och medlidande. Vad händer då? Är *uppåt* och *framåt* alltid den självklara vägen? Och när når *enhancement* vägs ände?



VINGAR AV VAX

Tanken på olika tekniker som förbättrar människokroppen och löser våra fjättrar kan vi följa genom idéhistorien, tillbaka till den grekiska mytologin, till uppfinnaren Dædalus och de vingar av vax och fjädrar han tillverkade till sig och sin son Ikaros. Vingarna skulle upphäva deras bundenhet till jorden, hjälpa dem att fly från sitt fängelse.

Drömmarna om den förbättrade människokroppen spårar vi också i vår samtida populärkultur. Vi hittar dem i serietidningsförlaget Marvels X-Men – hjältar med superkrafter som telepatisk förmåga eller förmågan att andas i vatten, hos Stålmannen med sin röntgensyn, vars kropp upphäver tyngdlagen, och hos Spindelmannen. Inom barnkulturen hittar vi exempel som Pippi Långstrump och Bamse.

Med idén om förbättring följer också tanken på kroppen som ett ok, som något som sinkar sinnet. I filmer som *The Matrix* (1999), *Surrogates* (2009) och *Transcendence* (2014) möts vi av tanken på intellektets befrielse. Medan den otillräckliga fysiska kroppen vilar eller är död, existerar medvetandet i en annan, virtuell kropp. Den virtuella kroppen har inte den biologiska kroppens begränsningar utan kan röra sig i världar vi aldrig annars har kunnat besöka, göra saker som den fysiska kroppen aldrig klarat av.

Under det tidiga 2000-talet får enhancementbegreppet nya implikationer när tekniken för förbättring gjorts oss tillgänglig på ett sätt vi aldrig tidigare sett i historien. Med hjälp av teknologi, processorkraft, biokemi, DNA-teknik och framförallt med en ständigt ökande kunskap om hur våra kroppar och hjärnor fungerar, lyckas vi också på allt fler områden.

SUPERSOLDATER

Forskning och utveckling inom *human enhancement* har i många fall en mycket primitiv drivkraft, nämligen våld och konflikter.

Den teknik som handlar om att förbättra och förstärka människans förmågor springer ofta ur de behov som militär- och krigsindustrin säger sig ha. Här finns en genuin drivkraft att skapa individer, soldater med förmågor som sträcker sig bortom det vi uppfattar som normalt.

Militärindustrin har under stora delar av 1900-talet experimenterat för att skapa supersoldater. Genetiskt eller biologiskt modifierade krigare som ska bli oövervinnliga i strid. Individer som kan överleva genom att äta gräs, gå långa sträckor utan vila och hålla sig vakna dygn i sträck.

Bland annat har militärindustrin i olika länder forskat på droger, preparat som tar bort behovet av sömn och vila eller som minskar förmågan till empati.

Under 1950- och 60-talen genomförde CIA det ökända projektet MKUltra. Utan försökspersonernas vetskap testade man bland annat effekterna av den hallucinogena drogen LSD och tortyrliknande psykologiska behandlingar på amerikanska rekryter.

Syftet med MKUltra ska bland annat ha varit att forska fram tekniker för *mind control* – skapa soldater som kunde ta sig innanför

pannbenet på tillfångatagna fiender, läsa deras tankar, förstå när de ljög och påverka deras känslor. En sorts psykologiska superkrafter.

När projektet kom till allmänhetens kännedom orsakade det stor skandal, framförallt med tanke på att många av de försökspersoner som rekryterades inte hade en aning om vad de utsattes för. Alla arkiv brändes. Men den militära drömmen om supersoldaten lever kvar.

PILLER MOT SÖMN

Modafinil är framtaget för att behandla narkolepsi – en neurologisk sjukdom som gör att den drabbade plötsligt och oväntat faller i sömn. Men medicinen sägs också förbättra *kognitionen*, det vill säga hjärnans förmåga att tänka, minnas och läsa samt öka den generella prestationsförmågan och välbefinnandet. Det i Sverige narkotikaklassade preparatet har testats i militära sammanhang och resulterat i ett flertal forskningsrapporter. Försöken, som gjorts på franska, kanadensiska och brittiska soldater, visade alla att modafinil fick soldaterna att fungera i strid trots att de inte sovit på 40 timmar, och under invasionen av Irak användes drogen av amerikanska soldater. Men sömnbristen sliter på kroppen, många är kritiska till försöken och menar att militären inte tagit till sig de risker för fysisk och psykisk kollaps som uppstår när kroppens signaler på sömnbrist och hunger stängs av.

Andra försök att skapa effektivare soldater är olika former av yttre stimulering av hjärnan. Studier har bland annat gjorts på en teknik som kallas *transcranial magnetic stimulation* (TMS). När specifika delar av hjärnan utsätts för magnetism är tanken att stimulin ska få soldaterna att lära sig snabbare, minnas bättre, få större fokus och därmed tillgodogöra sig sin träning effektivare.

Av alla de institutioner som sysslar med human enhancement tillhör nog den amerikanska militära forskningsmyndigheten DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) en av de mer mytomspunna. Ett av DARPA:s

SYNTETISK TELEPATI

Begreppet telepati skapades på 1800-talet i kölvattnet av ett växande intresse för paranormala företeelser. Att överföra information, tankar eller känslor mellan två människor utan att använda något av kroppens sinnesorgan är en illusion, och ingen har hittills bevisat att det fungerar. Däremot är många forskare idag intresserade av möjligheten att med hjälp av teknik skapa någon form av syntetisk telepati. År 2013 lyckades forskaren Miguel Nicolelis, professor i neurobiologi och biomedicin vid Duke University, North Carolina, USA, få två råttor att kommunicera med varandra trots att de befann sig åtskilda. Med hjälp av elektroder kopplade till råttornas hjärnbark överfördes de stimuli som råtta 1 utsattes för till råtta 2. Denna svarade på signalerna och resultatet blev att båda råttorna utförde samma handlingar samtidigt. Forskarna talar om "hjärna till hjärna-gränssnitt": två hjärnor som kommunicerar utan att det sker via våra vanliga sinnen.



pågående projekt är *Silent Talk*. Det är en hjälm med inbyggda EEG-sensorer som ska hjälpa soldater att kommunicera under strid utan att behöva använda rösten. Hjälmen plockar upp hjärnans signaler och förmedlar dem till andra individer i gruppen, som på så sätt vet vad soldaten ser, tänker, känner eller planerar att göra. En sorts *syntetisk telepati*. Tekniken är än så länge i sin linda.

Och *Cognitive Technology Threat Warning System* är ett system som med hjälp av sensorer anslutna till hjärnan registrerar soldatens intryck som syn och hörsel. Systemet analyserar snabbt data och varnar soldaten för faror som han missat eller förbisett.

Men kroppen då? Jo, även här forskas det. Exoskelett är, som namnet antyder, en sorts utanpåliggande armering eller skelett, en mobil maskin integrerad med användarens kropp och rörelser.

Det första försöket att bygga ett exoskelett var dock inte en militär ansats utan gjordes av General Electrics 1965 i form av *Handiman*. Det var en sorts ståldräkt med två kloliknande händer och skulle kunna användas inom industrin och få en människa att lyfta nästan 700 kilo på egen hand. Men Handiman kom aldrig i bruk. I själva verket visade sig maskinen

vara livsfarlig, den gick inte att kontrollera utan utförde istället en massa oförutsedda rörelser.

På senare år har flera företag utvecklat exoskelett tänkta att användas av soldater för att förbättra deras förmåga att bära tungt och gå långt. Det mest spektakulära exemplet är kanske *HULC* (Human Universal Load Carrier).

Den tilltänkte användaren ska med hjälp av HULC kunna bära upp till 1 000 kilo och samtidigt hålla en marschtakt på 16 kilometer i timmen under en mycket lång tid.

År 2012 deklarerades att man inom kort planerade att testa HULC i skarpt läge, på amerikanska soldater lokaliserade i Afghanistan. Hittills har inga officiella rapporter från eventuella försök setts till, och mycket tyder på att tekniken ännu inte fungerar som den ska.

Men istället har exoskeletten fått ett annat användningsområde. På företaget Ekso Bionics som utvecklade HULC använder man numera tekniken för att hjälpa veteraner, soldater som sårats i strid, fått skador på ryggmärgen och blivit förlamade. Exoskelett fungerar som en sorts ställning utanpå benen och hjälper exempelvis ryggmärgsskadade att gå.

TRANSHUMANISMEN

Även inom det civila samhället finns starka drivkrafter att överbrygga de fysiska och mentala begräsningar naturen försett oss människor med.

Transhumanism – så brukar den politiska och filosofiska rörelse kallas som förespråkar tekniska förbättringar av människans kropp och hjärna.

Transhumanismen när en stark tilltro till den vetenskapliga utvecklingen och till att människan i allt högre utsträckning lyckas bemästra naturen.

Ett möjligt scenario för framtiden är att människan med teknologins och biomedicinens hjälp har förändrat sin grundläggande kapacitet så radikalt att hon inte längre fullt ut kan räknas som en människa efter dagens gällande normer. Människan har då istället inträtt i ett *posthumant* stadium.

Så skriver Nick Bostrom, filosof, och Anders Sandberg, datavetare, båda tongivande forskare och transhumanister verksamma på institutionen Future of Humanities vid University of Oxford i Storbritannien.

Vi måste förstå och ta till oss att teknikutvecklingen i framtiden faktiskt kommer att påverka några av de värden som vi hittills sett som grundläggande och avgörande för vår existens, menar de.

Men vad betyder det? Jo, kanske är framtidens människor klonade eller odödliga. Kanske en blandning mellan människa och maskin. Kanske är de genetiskt modifierade så att de kan känna av elektromagnetiska fält eller se i mörker.

För tekniken och teknikutvecklingen går inte att stoppa, tiden kan inte skruvas tillbaka och därför måste vi anpassa oss efter den verklighet vi lever i. Exakt hur utvecklingen kommer att se ut vet vi inte, säger transhumanisterna, men om vi accepterar ovanstående faktum kommer vi också att vara bättre förberedda när det väl händer.



Exoskelettet HAL har utvecklats av det japanska företaget Cyberdyne. På Danderyds sjukhus testas HAL som ett hjälpmedel för att rehabilitera patienter som drabbats av stroke.

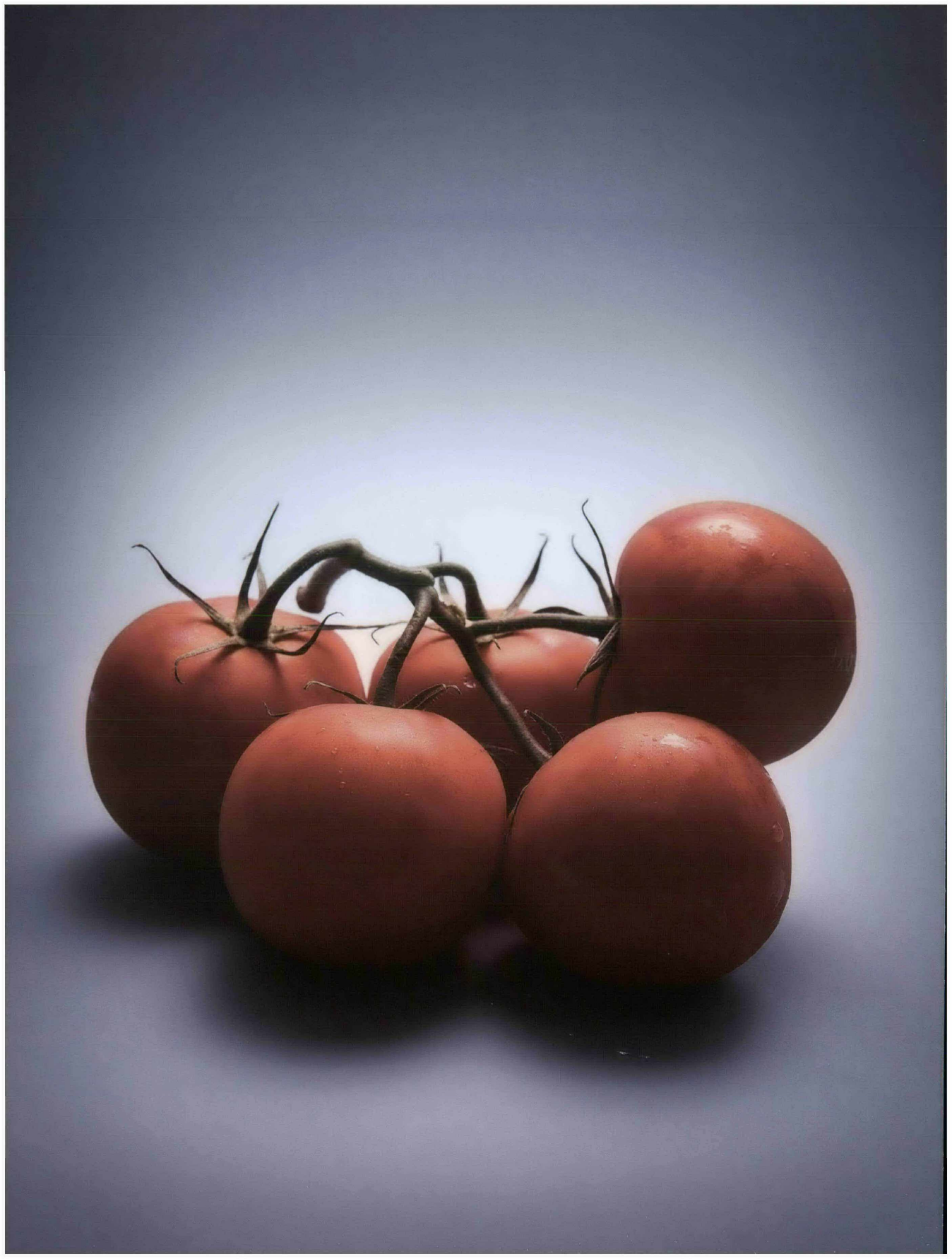
Och det måste vi vara, för human enhancement medför både risker och möjligheter, det är de flesta forskare överens om. En gång i tiden betydde *enhancement* något helt annat än det gör idag. Ett par snöskor fördelade vår vikt och gjorde att vi, likt en räv eller en sork, kunde gå på skaren istället för att sjunka ner i den djupa snön.

Idag har vi möjlighet att medicinera bort grundläggande mänskliga behov som sömn och hunger för att klara av en lång ökenvandring. Men tekniken har sitt pris. För ju mer vi manipulerar med våra kroppar, desto större risker tar vi. Och det väcker en mängd etiska frågeställningar.





Till vänster: Dåtidens proteser, exempel på lår- och underbensproteser i så kallad exoskelettal modell.
Ovan: Höftledsprotes med protesknäled för barn.



ÄCKELFAKTORN

Ett starkt ifrågasättande av human enhancement brukar kallas *biokonservatism*. Att gå in i människokroppen och förändra, förbättra och förvränga är onaturligt och farligt, argumenterar företrädarna. Människan duger gott som hon är, och att försöka bättra på det som inte är trasigt är som att öppna en Pandoras ask. Transhumanismen kommer att bli vår undergång.

Karim Jebari är doktor i politisk filosofi. Han arbetar på Institutet för Framtidsstudier i Stockholm och forskar om hur vi kan förhålla oss etiskt och moraliskt till *human enhancement*.

"Många av de tekniker som handlar om enhancement, alltså förbättring, väcker instinktiv avsky och äckel hos en del människor", säger han. "Det brukar kallas för *the yuck factor* eller äckelfaktorn."

Tanken på att transplantera ett hjärta från en gris till en människa eller att odla mänskliga foster i laboratorier känns kanske oetiskt eller motbjudande. Motståndare till enhancement menar att just äckelkänslorna kan ses som en vägledning för vilka tekniker vi ska acceptera och vilka vi bör förkasta.

Men idag accepterar och använder vi en massa tekniker som en gång kunde betraktas som transhumanistiska och som, när de en gång kom, väckte starka negativa känslor hos många. Att förbättra immunförsvaret med vaccin är just en sådan teknik som en gång väckte stort motstånd. IVF, in vitro-fertilisering eller provrörsbefruktning, en annan.

"Men enhancementtekniker och transhumanistiska teman tas emot olika beroende på hur de läggs fram", säger Karim Jebari. "Det är lätt att skrämma upp människor, få dem att undvika genmodifierade tomater om man säger att de innehåller fiskgener och kallar dem för *Frankenfood* – monstertomater. Men säger man istället att det är tomater som klarar kyla bättre, som kan odlas utan artificiellt uppvärmda växthus och inte påverkar miljön lika negativt som andra tomater, så får de ett helt annat mottagande."

Karim Jebari menar att vi inte får låta oss dras med känslomässigt när vi beaktar enhancement, utan att vi istället nyktert och systematiskt måste avväga vilka risker och fördelar som finns i varje enskilt fall.

Äckelkänslorna riktar vår uppmärksamhet mot fel sorts faror. Fokuseringen på äcklet, på det skrämmande, det som känns onormalt och onaturligt, förflyttar fokus från de verkligt viktiga frågorna. Och då kanske vi gör misstag.

"För vad är egentligen normalt när det kommer till kropp och hälsa? Saker som för hundra år sedan ansågs som normala betraktas idag som sjukdomar. På den tiden saknade många 60-åringar sina tänder. Idag ser vi tandlöshet som någonting onormalt, som en sjukdom, och vi gör vad vi kan för att åtgärda den." Att dra upp skarpa, absoluta och bestående gränser mellan att bota och att förbättra är svårt.

EN LIVS LEVANDE CYBORG

På University of Reading utanför London arbetar Kevin Warwick. Han brukar själv kalla sig för världens första cyborg – en blandning mellan människa och maskin.

Kevin Warwick är professor i cybernetik och bedriver forskning inom artificiell intelligens, robotik och biomedicin. Han är kontroversiell bland både forskare och allmänhet för sina ofta spekulativa uttalanden och sina iögonfallande forskningsprojekt.

"Men min drivkraft är mitt intresse av att förflytta gränserna för vad som är möjligt att göra", säger Kevin Warwick. "Som barn var jag oerhört intresserad av science fiction och funderade hela tiden på vilka av alla de saker jag läste om som skulle gå att göra i verkligheten."

Under slutet av 1990-talet genomförde han flera experiment på sig själv, vars syfte var att undersöka teknikens möjlighet att "förbättra" kroppen och förenkla livet.

Bland annat lät han operera in ett mikrochip i armen. Runt om på universitetet placerades sensorer ut, som tack vare chippet i armen kände av professorns närvaro. Sensorerna i sin tur styrde olika funktioner.

"När jag kom gående i korridorerna så öppnades dörrar automatiskt, och när jag kom in i mitt arbetsrum så sattes datorn igång och välkomnade mig med en hälsningsfras."

Och för att undersöka möjligheten till telepatisk kommunikation mellan människor lät han operera in ännu ett chip i armen, denna gång kopplat till det egna nervsystemet. Kevin Warwicks hustru fick ett likadant.

Elektroderna registrerade signalerna från makarnas respektive nervsystem och skickade dem vidare till den andra som impulser. Tanken var att skapa en sorts syntetisk telepati.

"Och ja, det fungerade faktiskt", berättar han. "När min fru slöt sin hand så kunde jag känna att hon gjorde det, trots att jag inte såg henne. Faktum är att jag kunde identifiera hennes rörelser korrekt i 98 procent av fallen."

Om experimentet väckte en hel del entusiasm i media så var forskarvärlden mer skeptisk, många menade att det var osmakligt och att det handlade mer om underhållning än om forskning.

"Men min drivkraft är mitt intresse av att förflytta gränserna för vad som är möjligt att göra", säger Kevin Warwick. "Som barn var jag oerhört intresserad av science fiction och funderade hela tiden på vilka av alla de saker jag läste om som skulle gå att göra i verkligheten."

Kevin Warwick säger att han som forskare inte kan ta ställning till om den teknik han utvecklar är omoralisk i sig. Allting vi har omkring oss kan användas till bra och till dåliga saker, resonerar han.

"Däremot är det oerhört viktigt att vi är medvetna om den utveckling som pågår för att kunna göra korrekta ställningstaganden

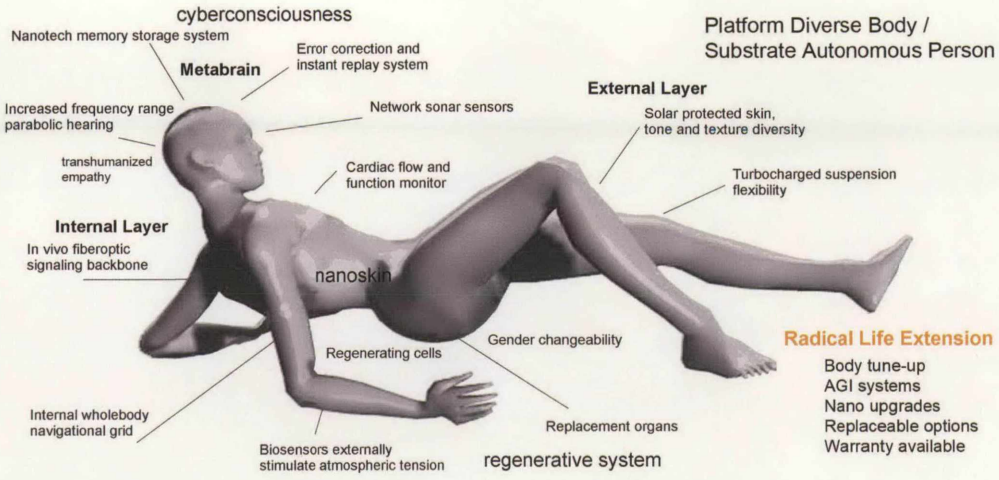


Kevin Warwick är professor i cybernetik på University of Reading. Han brukar kalla sig världens första cyborg sedan han genomfört ett projekt där han med hjälp av inopererade sensorer kopplade samman sitt nervsystem med sin hustrus. Här tillsammans med skelettroboten Morgui som konstruerades i början på 2000-talet.

och etiska överväganden när själva tekniken implementeras."

Han tror inte att tekniken kommer att göra människan lyckligare, men definitivt att den förändrar vårt sätt att se på oss själva.

"Min egen erfarenhet av implantaten är att det gick snabbt att glömma att jag hade dem i kroppen. När jag gick runt i korridorerna och dörrarna öppnades så tänkte jag hela tiden att dörrarna öppnades för just mig, och inte på grund av tekniken jag hade i min kropp. Och när jag talar med personer som har höftproteser eller cochleaimplantat, alltså hörapparater kopplade till nervsystemet, berättar de att de upplever samma sak, att tekniken är en del av dem."



Formgivaren och teoretikern Natasha Vita-Mores designkoncept Primo Posthuman är ett förslag på hur vi med hjälp av dagens och framtidens teknik skulle kunna skapa en helkroppsprotes.

ATT BYTA UT KROPPEN

Idag är tekniken att stoppa in chip i kroppen eller koppla elektroder direkt till nervsystemet inte längre någon nyhet utan används regelmässigt inom medicinen, bland annat till proteser och för att behandla vissa sjukdomar i hjärnan. Men med sina projekt har Kevin Warwick velat undersöka möjligheten, att inte bara förbättra människans redan existerande förmågor att kommunicera, utan också att utöka mängden sätt vi kan kommunicera på.

Det är inte alla som nöjer sig med att se bättre eller springa fortare. Tänk om vi människor kunde utöka våra förmågor, som att kommunicera genom att ändra färg, likt bläckfiskar, läsa varandras tankar eller uppfatta infrarött ljus. När tekniken inte längre sätter gränser är det bara fantasin som gör det.

Natasha Vita-More är en av föregångarna inom transhumanismen och har bland annat gjort sig känd för projektet *Primo Posthuman* – helkroppsprotesen.

Vår kropp är helt avgörande för hur vi lever i och uppfattar världen. Den är en viktig del av vår identitet. Men samtidigt har vi ingen aning om vad som händer inuti den. Vi är på många sätt utlämnade till den sårbarhet som

är inbyggd i vår biologiska kropp, sårbarheten vi föddes med.

Men helkroppsprotesen är en sorts smart kropp som kan reparera sig själv eller kommunicera med bärarens medvetande när allt inte fungerar som det ska.

Helkroppsprotesen blir en säker behållare för vårt "jag" och vårt medvetande som garanterar att vi får leva så länge vi önskar. På Natasha Vita-Mores hemsida finns utförliga beskrivningar av hur helkroppsprotesen skulle kunna förverkligas med hjälp av existerande och framtida tekniker som nanoteknik, artificiell intelligens och bioteknik.

VAD HÄNDER SEDAN?

Men vad blir kvar av en människa när kroppen är utbytt och hjärnan är förbättrad? Genom att vrida och vända på begrepp som normalt och onormalt, bra och dåligt, hälsa och sjukdom, förbättring och försämring framträder nya aspekter av human enhancement.

Sedan tidernas begynnelse pågår en människans kamp mot sina egna begränsningar. Parallellt väcker nya tekniker ofta farhågor och rädsla. En gång var vaccination en svårt kritiserad praktik. Idag anses kunskapen om hur vi stärker och förbättrar vårt immunförsvar som ett av de allra viktigaste framstegen i kampen mot sjukdom och lidande. Enligt UNICEF är massvaccination en av de största hälsoframgångarna i människans historia och räddar livet på miljontals människor varje år.

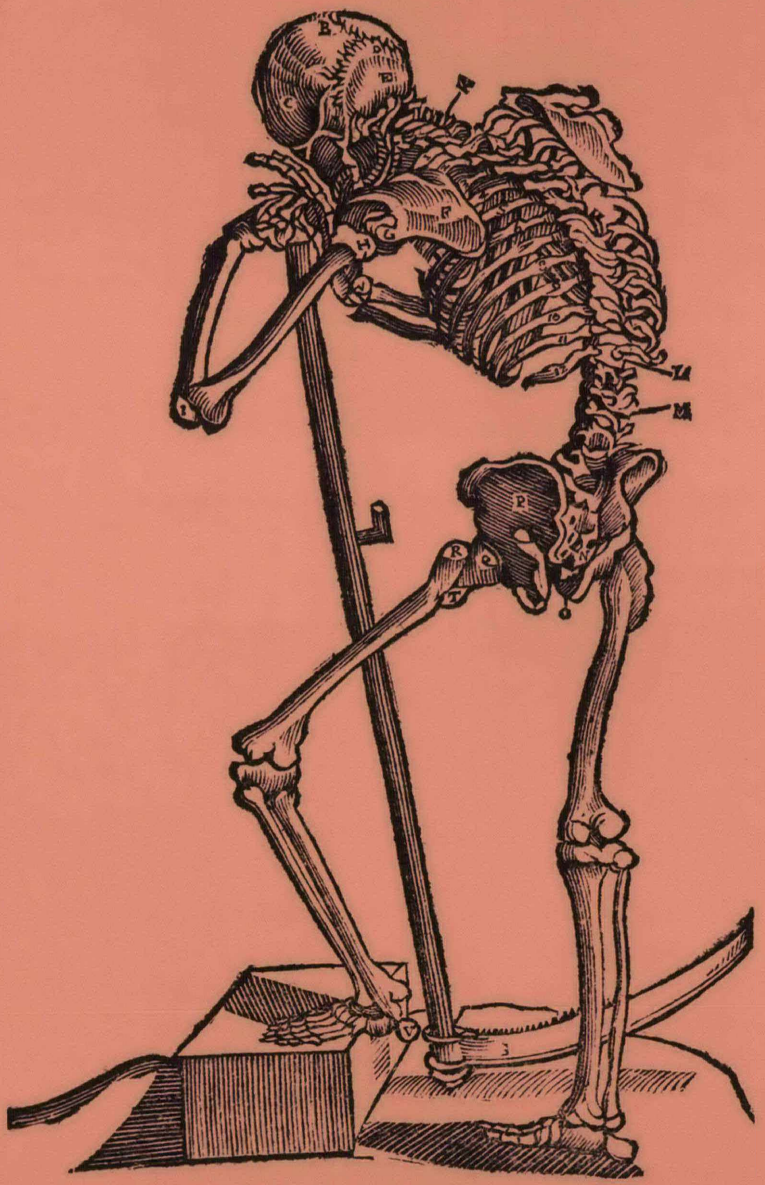
Ingen vet vad nästa stora förbättringsteknik blir. Idag är det exempelvis inte möjligt för en människa att flyga utan hjälpmedel, att minnas hur mycket som helst eller leva i fyrahundra år. Men icke desto mindre strävar vi ständigt efter att spränga gränserna för vad våra kroppar och hjärnor klarar av. Vi kämpar för att minska vårt lidande och förbättra våra chanser till överlevnad. Och hela tiden förflyttas gränsen mellan bot och förbättring, men kommer vi någonsin att nå den bortre gränsen för human enhancement?

TIDIG BIOLOGISK KRIGFÖRING

Under amerikanska frihetskriget stred engelska soldater och amerikanska kolonisatörer mot varandra. I Europa hade engelska soldater utsatts för någon av de många smittkoppsepidemier som ständigt härjade där, och de som överlevt till vuxen ålder var nu immuna. Men det var inte de som vuxit upp på den amerikanska kontinenten. Effektiva soldater är motståndskraftiga soldater. När en engelsk general medvetet smittade ner desertörer med smittkoppsvirus för att starta en epidemi bland amerikanska soldater, ser vi ett av de första dokumenterade fallen av biologisk krigföring.

TEKNIKEN OCH MOTIVATIONEN

om Caroline som förlorade ett ben men fick livet tillbaka


B
E
F
H
L
M
P
R
T
V

Evolutionen har gett oss människor motivationen. Ställda inför nya typer av problem har vi en extrem anpassningsförmåga som just hänger samman med motivationen och som i grunden är fråga om överlevnadsstrategi. Motivationen är också något som skiljer oss radikalt från robotar. Caroline Larsson är 27 år och professionell golfspelare. En aggressiv cancer tvingade henne att amputera sitt högra ben 2011. Men tack vare avancerad teknik, hennes egen starka motivation och en hemlig välgörare spelar Caroline golf igen på professionell nivå, nu med spelare både med och utan funktionsnedsättningar. Men golfen är inte alls allt. Caroline är också i full färd med en ny satsning för att dela med sig av erfarenheter från sina båda liv – det ena på två ben och det andra på ett.

Av: Magdalena Tafvelin Heldner

DEN UPPMÄRKSAMMA PROTESEN

Carolines protes består av ett elektronikstyrt tekniskt system med protesfot, knäled, adaptrar och kopplingselement till hylsan som ansluter protesen till stumpen. Med en fjärrkontroll kan hon välja olika inställningar beroende på vad hon vill göra med protesen, och hon laddar den var femte dag.

Caroline är amputerad strax ovanför knät på höger ben. Hennes mikroprocessorstyrda knäled med gyroskop (ett kardanskt upphängt svänghjul) och ett hydrauliksystem i miniatyr styr protesunderbenet. 100 gånger i sekunden mäter protesen vilken vinkel knäet har. Det här är det närmaste ett transfemoralt protessystem – ett system för ben som amputerats ovanför knät – kan komma det naturliga sättet att röra sig. Protestypen började utvecklas på 1990-talet och är resultatet av mer än 20 års arbete i nära samverkan mellan användare och tekniker.

De elektroniska eller "intelligenta" proteserna innebar ett stort teknikssteg. Men andra och mycket enklare benprotesvarianter används fortfarande parallellt inom vården, och även en del mer avancerade proteser. Forskning om funktionalitet och teknik antyder att framtidens proteser ännu mer än idag kommer att sträva efter just funktion snarare än mot att efterlikna mänskliga lemmar. Carolines protes skiljer sig ganska mycket från ett vanligt ben. Protesen har en tydlig karaktär av redovisad hi-tech med komponenter tilllverkade i kolfiber och titan.





Redan kort efter amputationen började Caroline spela golf igen, men det var först när hon fick sin Geniumprotes som hon kunde använda samma rörelsemönster när hon spelade som före amputationen.

Protesen ställs in efter användarens vikt, gångstil och hur mycket benet ska pendla. När Caroline böjer på knäet uppstår motsvarande rörelsemotstånd i protesens hydraulik. Vill hon stå bär protesen kroppsvikten och den så kallade EBS-enheten (ergonomiskt balanserade steg), styr stötupptagningen i hälen och sättet hon går på. Den här tekniken gör att belastningen på stumpen, bäckenet och ryggen blir avesvärt mindre än med andra protestyper. Den avlastar också det friska benet. Caroline kan ställa om protesen när hon till exempel vill gå ner för en trappa eller en sluttning, och när hon sitter ner anpassar sig protesen till detta. Den förbrukar också mindre energi än när hon står eller går – alltså precis som när man använder benen som vanligt.

"Det här är inte på något sätt den perfekta lösningen för alla golfare med protes. Vad man behöver när det gäller teknik och funktionalitet är helt individuellt."

En ortopedingenjör har hjälpt Caroline att individualisera protesen så att den ska passa just hennes behov av att fungera för golfspel och andra aktiviteter som hon vill ägna sig åt. Tidigare använde hon en enklare protestyp som hon inte kunde ha när hon spelade golf, men med den här protesen kan hon använda ungefär samma rörelsemönster när hon spelar som innan amputationen. Men Caroline understryker att hennes protes inte nödvändigtvis behöver passa alla amputerade.

"Det här är inte på något sätt den perfekta lösningen för alla golfare med protes. Vad man behöver när det gäller teknik och funktionalitet är helt individuellt."

Och protesen är inte heller något som Caroline använder hela tiden. Ska hon spela golf, åka skidor eller storhandla tar hon på sig den. Ska hon sitta vid skrivbordet kan hon lika gärna klara sig på ett ben.

FÖRÄNDRINGEN

Det var 2010 som förändringen skedde. Caroline befann sig mitt i en framgångsrik golfkarriär. På en tävling i Nya Zeeland hamnade Caroline och hennes syster mitt i ett kraftigt jordskalv. Det uppmättes till 6,3 på Richterskalan och kostade nästan 200 personer livet. Ödet gjorde att Caroline klarade sig, och denna händelse fick henne att reflektera över det verkligt viktiga i livet. Mycket snart skulle hon få anledning att fundera på detta igen.

När hon kom hem väntade ett läkarbesök. Hennes knä var lite svullet men läkaren var ganska säker på att det var en lös broskbit som spökade efter en tidigare knäoperation där en liten knöl avlägsnats. Istället visade det sig att hon drabbats av en aggressiv cancer som inte gick att behandla, vare sig med cellgifter eller strålbehandling.

Caroline bara skrek: "Ni kan ju inte ta mitt ben, då tar ni ju mitt liv", till läkaren som ställde henne inför det faktum att en amputation var enda möjligheten för henne att överleva. Några

mörka dagar följde med mycket tårar och tröst tillsammans med de närmaste. Men när Caroline accepterat faktum beslöt hon sig för att ta sig igenom detta, att inte ge upp och att också snabbt börja spela golf igen. Carolines erfarenheter av mental träning under idrottskarriären var en viktig faktor för att komma vidare. Hon var van att sätta mål, hantera motgångar och inte ge upp. Hon visste att rädsla begränsar och att man inte kan förvänta sig att vägen går spikrakt framåt.

När hon kort därefter låg på operationsbordet på universitetssjukhuset i Linköping var hon därför förberedd. Hon hade läst på allt hon kunnat om sjukdomen, talat med läkare och hört sig för om andra amputerades erfarenheter. Hon var redo.

DET ANDRA LIVET

Strax efter operationen var den svåruthärdliga smärtan det allra värsta, men den lindrades med mediciner. En dryg vecka efter amputationen slog hon sina första golfsvingar, utan boll, inne på sjukhuset, och efter rehabilitering och träning lyckades hon två månader senare spela en golftävling för Karlstad på ett ben. Det här var långt innan hon började använda protes men Caroline var på väg mot toppen igen, målmedvetet, tålmodigt.

Efter en amputation väljer ortopedingenjören och patienten vanligtvis ut en protes som kan passa utifrån amputationsnivå, de fysiska behoven, hälsa och livssituation. Protesen måste individanpassas efter den egna kroppen, för stumpen ser alltid olika ut och hylsan måste därför formas efter vars och ens förutsättningar. Utbudet när det gäller proteser skiljer sig mellan olika landsting i Sverige. De avancerade elektroniska proteserna är dyrast och alla amputerade ges inte denna möjlighet. Men Caroline hade tur.

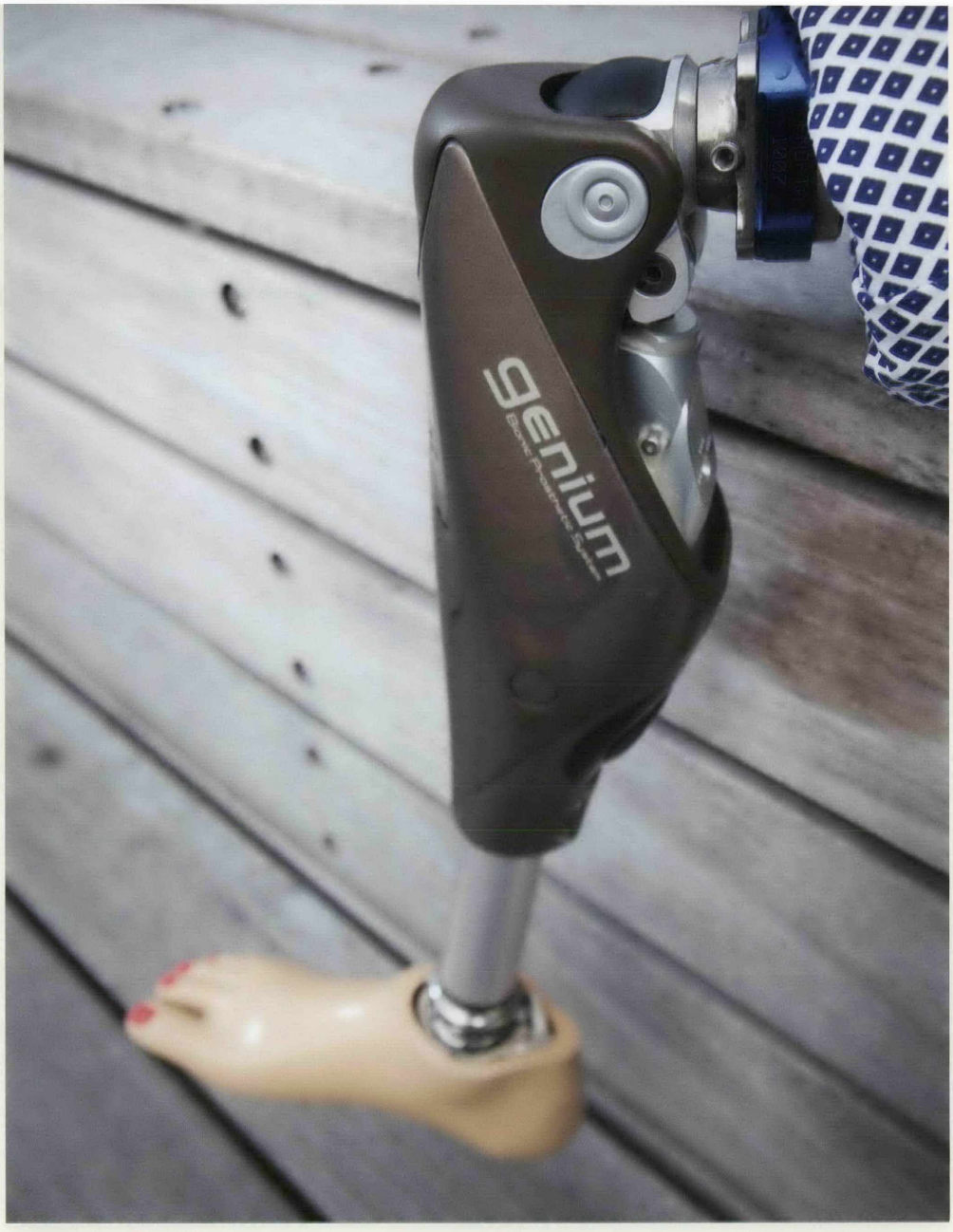
VÄLGÖRAREN

Mitt i allt det jobbiga blev Caroline kontaktad av en privatperson utanför Sverige som hört talas om hennes historia och hennes drömmar. Han ville ge henne möjligheten att fortsätta drömma och erbjöd sig att bekosta den bästa protesen för henne. Carolines motprestation var att inte avslöja välgörarens namn och att kanske i framtiden kunna hjälpa någon annan människa på något vis.

Läkare och ortopedingenjörer hjälpte Caroline utifrån de nya förutsättningarna, och hon fick testa en Geniumprotes som just kommit ut på marknaden. I sin blogg från den här tiden skriver hon om glädjen över den nya "superprotesen" som gett henne hoppet om livet och golfen tillbaka. Caroline började sin rehabilitering där en viktig del gällde att träna

Caroline berättar att en viktig del för att lära sig använda en benprotes är att känna tillit till protesen. Här är hela det protessystem som Caroline bär med utvecklade funktioner för oberoende och rörlighet. Protessystemet heter Genium och är tillverkat av Ottobock.





En hydraulikenhet styr protesens beteende. Styrningen baseras på kontinuerlig mätning av krafter och moment. En inbyggd mikroprocessor koordinerar alla mät- och reglerprocesser i protesen och kan ta hänsyn till inställningar som bäraren gör via en app. Med hjälp av två hydraulcylindrar regleras flexions- och extensionsdämpning (böj- och sträckning) oberoende av varandra. Gyrosensor och accelerationsgivare används för att i realtid fastställa protesens läge respektive acceleration, och en momentgivare känner av och överför information om de moment som uppstår i knäet vid olika rörelser. En vinkelgivare mäter ledens böjningsvinkel och vinkelhastighet.

upp sina muskler på rätt sätt. Det handlade både om att använda det amputerade benet rätt och att inte belasta det friska benet i onödan. En annan sida handlade om att våga lita på att protesen fungerade. Några månader senare tog hon EM-guld i paragolf och gick vidare till ett proffsliv, tack vare tekniken och sin egen motivation.

"Jag jämför inte de olika liven. Det första var på två och det nuvarande är på ett ben, och de här liven är väldigt olika varandra."

ETT NYTT KAPITEL

I år lägger Caroline av med golfkarriären. Hon har inga fler mål att nå där utan känner sig redo för nya kapitel i livet. Istället för golfen jobbar hon med att bygga upp en verksamhet med motiverande föreläsningar både i Sverige och internationellt. Hon drivs av att kunna dela med sig av sin inre styrka och genom att inspirera andra.

"Det är helt klart ett nytt kapitel och jag känner stor meningsfullhet med min nya sysselsättning", säger Caroline.

Caroline kommer också att fortsätta att idrotta men inte på elitnivå. För att till exempel kunna springa har Caroline börjat använda en särskild löparprotes som klarar den stora stötdämpningsförmåga som behövs när hela kroppsvikten landar på foten.

Vilken är då den stora skillnaden idag mot livet på två ben?

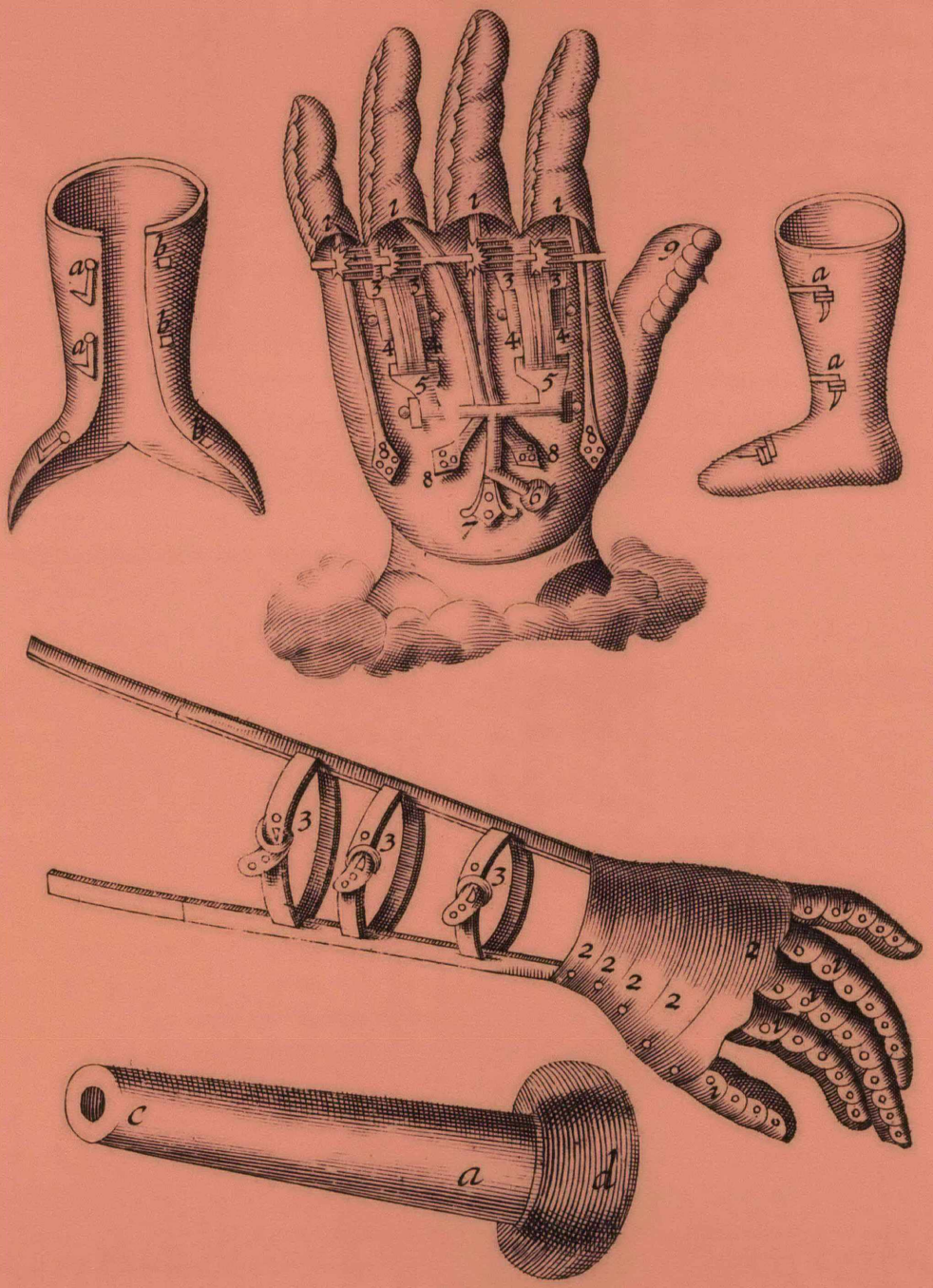
"Jag jämför inte de olika liven", säger Caroline. Det första var på två och det nuvarande är på ett ben, och de här liven är väldigt olika varandra. Men det jag kan säga är att jag på grund av förändringen har träffat på så många nya människor och hamnat i sammanhang som jag inte skulle råkat i annars. Genom det som hänt har jag fått större tillgång till andra människors livsöden, både människor med funktionsnedsättningar och de utan. Detta har varit en positiv förändring för mig. Jag drivs också av att kunna dela mina erfarenheter med andra och visa att man, vad som än händer, inte behöver sluta drömma."

ORTOPEDTEKNIK I FRAMKANT

Otto Bock startade Orthopädische Industrie GmbH i Berlin 1919, senare Ottobock, som nu är ledande inom den ortopedtekniska branschen. Efter första och andra världskrigen var behovet av proteser stort, vilket drev på utvecklingen. Med datorutvecklingen på 1960-talet kom stora tekniska förändringar, först med myoelektriska armproteser styrda av muskelsignaler. Trettio år senare lanserade Ottobock C-leg, världens första mikroprocessorstyrda protessystem. En av de senaste innovationerna är den högteknologiska handen Michelangelo som tar 3 veckor att tillverka och kräver 63 019 rader kod att programmera.

MASKIN-MÄNNISKORNA

om robotar i vardag och arbetsliv


a
a
b
b
1
2
3
4
5
6
7
8
9
a
a
3
3
3
2
2
2
2
2
c
a
d

Inom några decennier kommer robotarna att vara en del av vår vardag, det är de flesta forskare överens om. Men hur dessa robotar ser ut och vilka tillämpningar de har vet ingen. Är framtidens robotar *humanoider*, en sorts människolika maskiner som rör sig och agerar likt oss? Eller kommer de att vara utformade mer som husdjur? Vilken roll intar de i vårt samhälle? Tar de över de sysslor vi människor tycker är trista eller tar de rent av våra jobb som vi behöver för vår försörjning? Och tänk om robotarna börjar konkurrera med människan om sin existens. Oavsett vad vi vill ha robotarna till i framtiden så förutsätter robotiken stora kunskaper om människan som biologisk, kulturell och samhällslevande varelse. För det är väl robotarna som ska vara i människans tjänst, inte tvärt om.

Av: Lotten Wiklund

GÅRDAGENS OCH DAGENS ROBOTAR

Elektro. Så hette han. Världens första talande robot. Han kunde beskådas år 1939 när han ställdes ut på världsutställningen i New York.

Elektro var över två meter, kunde röka cigaretter och blåsa upp ballonger. Han väckte publikens häpnad när han berättade att hans hjärna bestod av 42 stycken elektriska reläer och att han fungerade ungefär som en telefonväxel.

70 år senare förbluffades vi av den extremt naturtrogna robot som japanen Hiroshi Ishiguro konstruerat som en kopia av sig själv. Ishiguro, som är professor i robotik och leder en forskargrupp vid universitetet i Osaka, kallade sin robot för *geminoid* – robottvilling. Geminoiden är visserligen naturtrogen, höjer på ögonbrynen, ler lite och vänder uppmärksamt blicken mot den som talar. Men någon intelligens besitter den inte utan den styrs helt och hållet av människan.

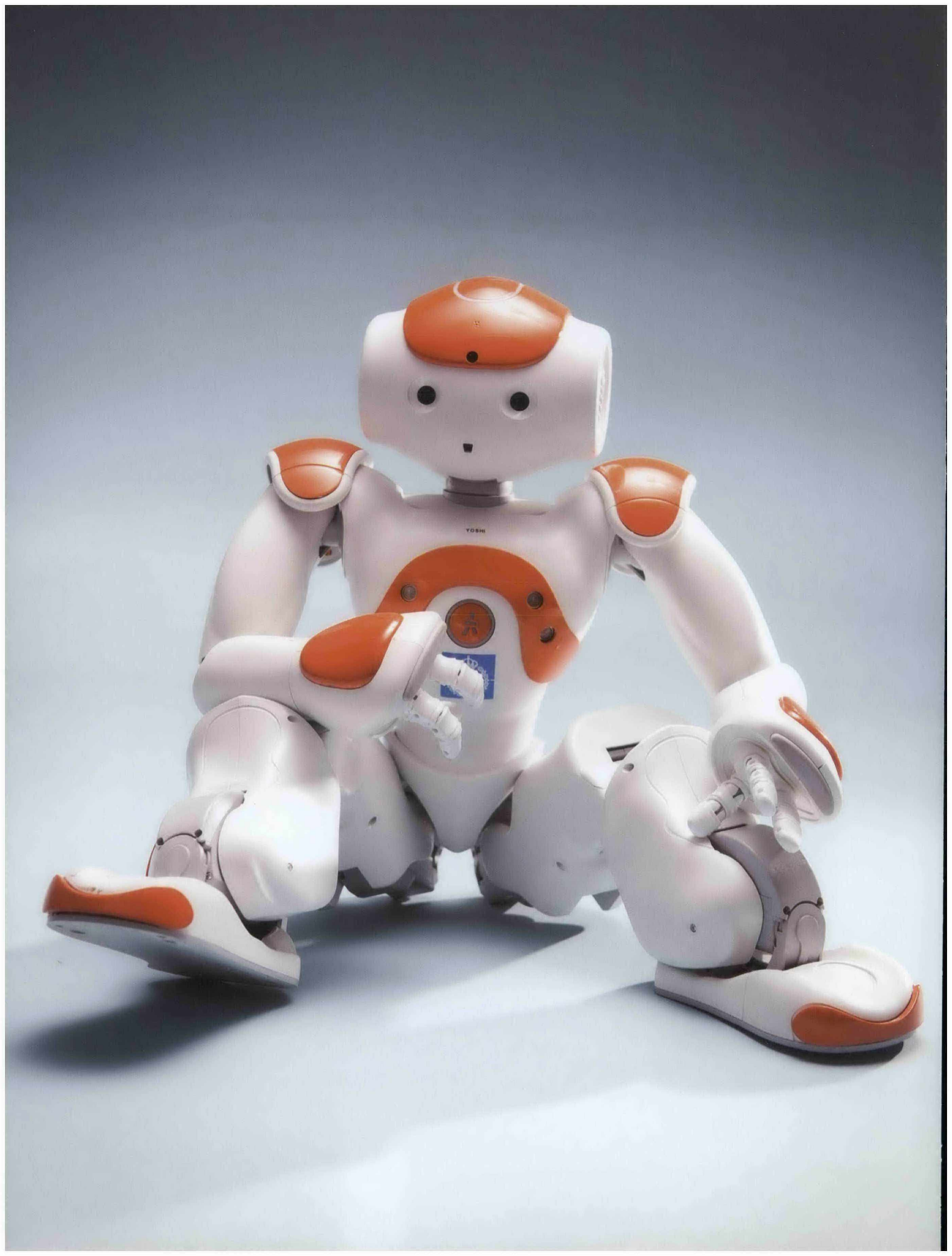
Lilla Pepper däremot ser ut som ett snällt spöke och pratat med gullig barnröst. Genom att umgås med människor lär den sig hela tiden nya saker. Pepper, som är tänkt för hemmabruk och kommer från det japanska företaget Softbank, övar hela tiden upp nya färdigheter som den via "molnet" delar med sig av till alla andra Pepper som finns runt om i hemmen.

"Robotiken är ett oerhört brett och komplext fält där det pågår mycket forskning", säger Danica Kragic, professor i datalogi vid KTH i Stockholm.

"Just nu står vi och balanserar, väntar på vad



Roboten Elektro ställdes ut på världsutställningen i New York 1939. Han kunde röka, blåsa upp ballonger och säga omkring 700 ord.


YOSHI



Till vänster: Roboten Nao, utvecklad av Aldebaran Robotics, används för utbildning och forskning, bland annat av forskare på KTH i Stockholm.
Ovan: Hiroshi Ishiguro tillsammans med sin tvillingrobot Geminoid ™ HI-4. Genom att utveckla robotar som är mycket realistiska studerar professorn och hans forskargrupp på universitetet i Osaka hur vi människor agerar i umgänget med tekniken.

som ska hända. Men när utvecklingen väl tar ett kliv framåt så kommer det förmodligen att gå väldigt fort."

ROBOTAR I VARDAGEN

Den riktigt seriösa robotforskningen tog fart under anda hälften av 1900-talet. Industrirobotar har varit i bruk sedan 1960-talet, men vid sidan av dessa "arbetare" som utan krav på bättre villkor och högre lön outtröttligt utför monotona uppgifter finns också drömmen om en annan sorts robotar. En som kan beblanda sig med människan, spegla henne, vara henne behjälplig i vardagen, sköta hushållssysslor och kanske hålla henne sällskap. Olika former av hjälpredor som kan ta över vissa uppgifter inom vården när personalen inte räcker till, som kan hjälpa personer som har svårt att klara sig på egen hand att kunna bo kvar hemma. Assistenter som kan bistå dem som har nedsatt intellektuell eller fysisk förmåga, som kan svara på frågor eller främja sociala kontakter med omvärlden.

En del upplever kanske detta som en skrämmande utveckling, medan andra menar att det är vår enda chans att ta hand om alla i en värld där befolkningen blir allt äldre.

ROBOTLABBET

Hela labbet är fullt av prylar: leksaker, muggar, mjölkförpackningar. Här, på Centrum för autonoma system vid KTH, bedriver professor Danica Kragic och hennes medarbetare sin forskning. Prylarna, det är sådant vi hittar i våra hem, sådant vi människor använder i vardagen.

Här arbetar man med att utveckla robotar som ska hjälpa oss människor i den miljö vi normalt befinner oss i, hemma eller på arbetsplatsen. Robotar som ska fungera i människors vardag. För allt som finns runtomkring oss är byggt och anpassat för människokroppen, för att passa någon som har två ben, två armar och fem fingrar på varje hand. Robotarna ska kunna interagera med de miljöer och de objekt som vi människor inrättat för att passa våra kroppar och vårt sätt att bete oss.

Men det är en diger uppgift Danica Kragic och hennes kolleger har framför sig. För hur bygger man en robot som vet hur hårt den ska hålla i en tallrik för att inte tappa den men utan att ha sönder den? Hur får man samma robot att se skillnad på en strumpa och en dammtrasa?

"Robotforskning handlar om att skapa system som kan kombinera informationen från en massa olika intryck och sedan tolka den rätt", säger Danica som själv är expert på datorseende.

Robotarna hon och hennes kolleger jobbar med har namn som Goofy, Dumbo och Ninni. Än så länge uppvisar de endast helt rudimentära funktioner. De lär sig enkla saker som att hålla ett glas utan att spräcka det, att ta sig från en punkt till en annan utan att köra på bollen som ligger på golvet eller att plocka upp en av flera muggar som står bredvid varandra på ett bord.

Robotarna rör sig på hjul och de ser snarare ut att höra hemma på ett industrigolv än i en hemmiljö. Men man kan ändå se att de har något som påminner om en människa. Ett ansikte, två armar.

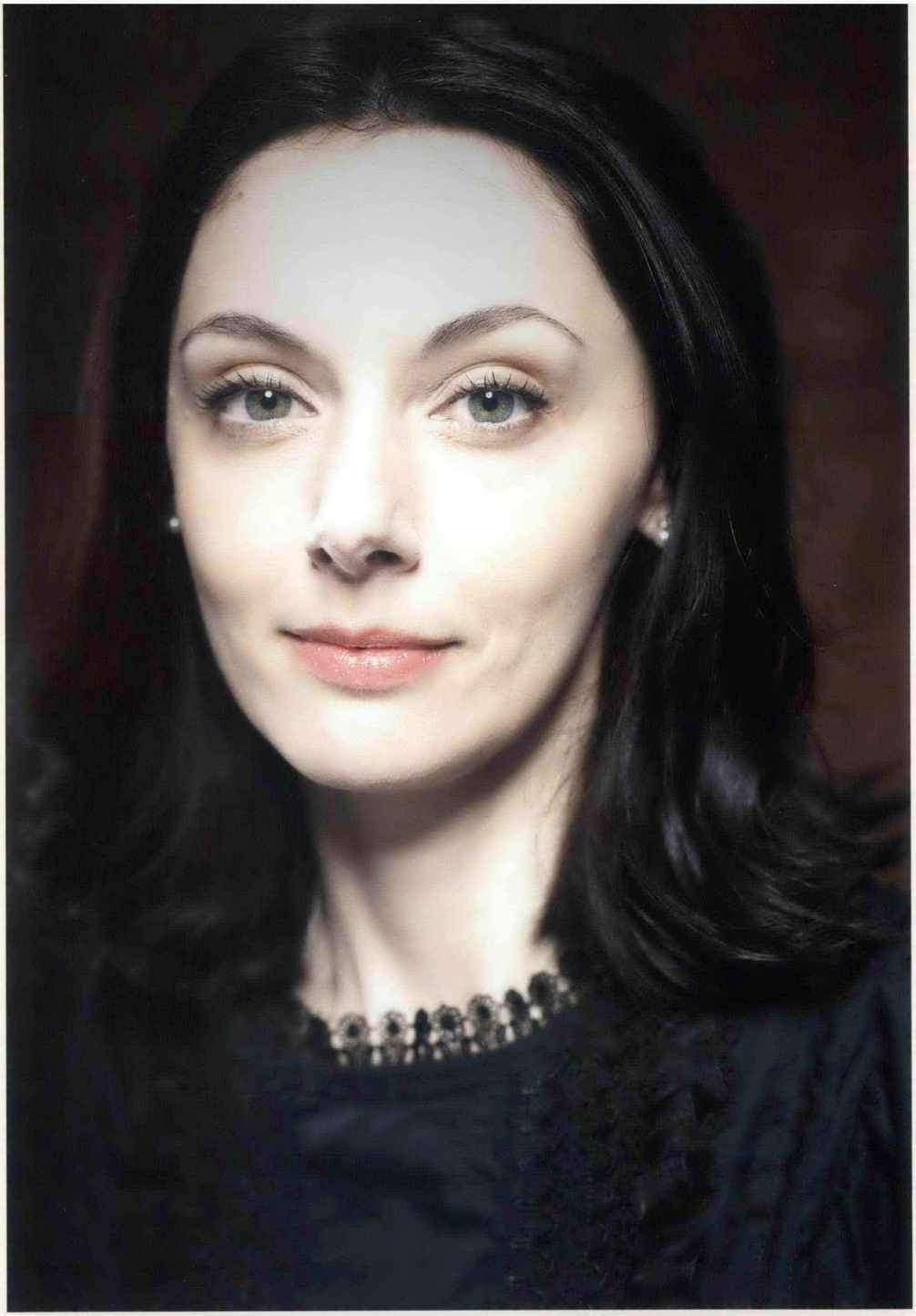
"Sensorerna, det är robotarnas sinnen", säger Danica Kragic. "Och precis som vi människor kartlägger de hela tiden sin omgivning."

"Robotforskning handlar om att skapa system som kan kombinera informationen från en massa olika intryck och sedan tolka den rätt"

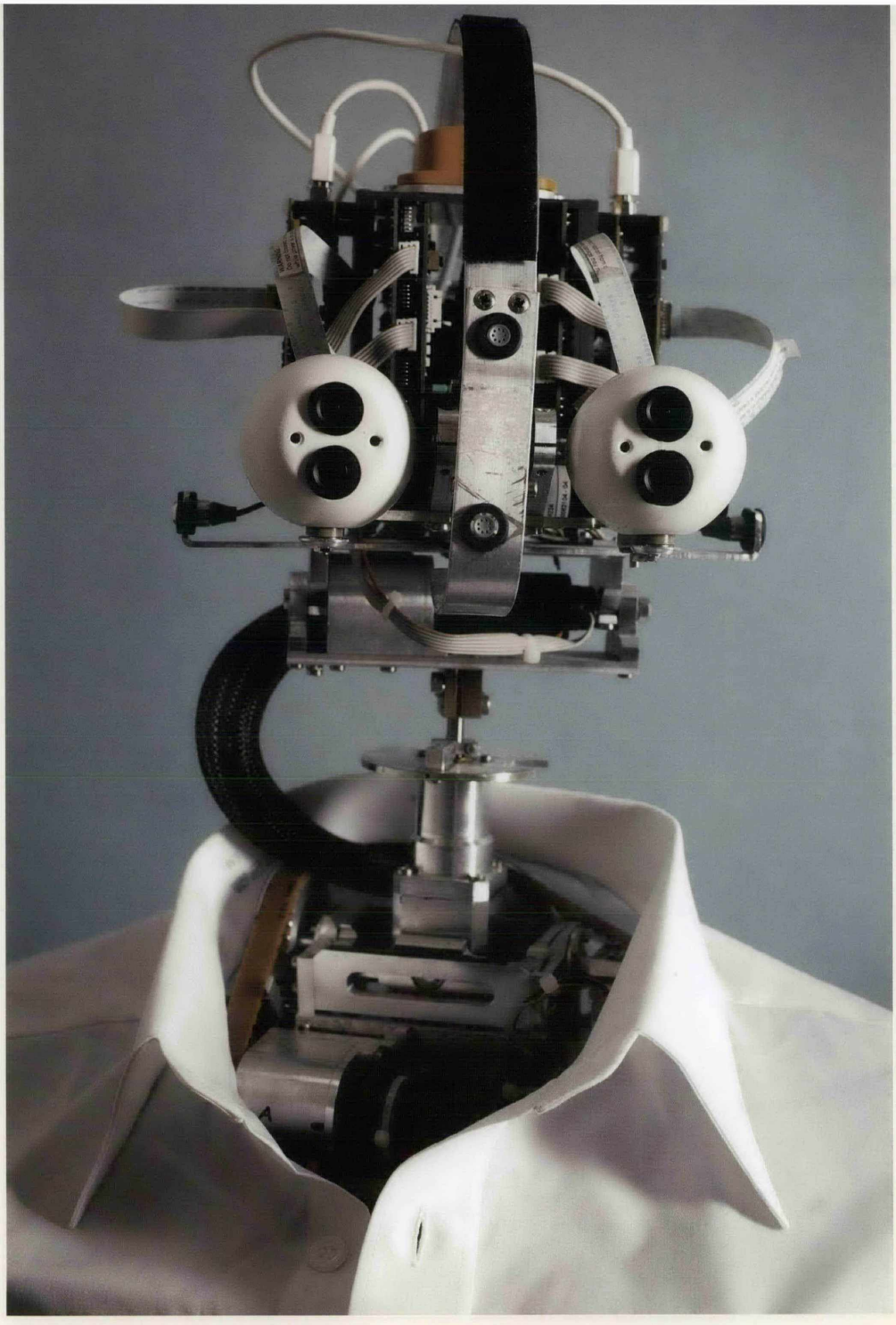
Två kameror blir ögon med stereoseende. Kontaktsensorer i de extremiteter som fungerar som händer ger en sorts känsel. Mikrofonerna är robotens öron och rörelsesensorer gör att den vet hur långt det är till väggen eller om den har ett hinder framför sig.

Målet är att robotarna ska kunna samla in information från olika håll, ställa samman den, göra en analys och utföra en uppgift, helt på egen hand eller tillsammans med en människa. Kan man säga att robotarna är intelligenta?

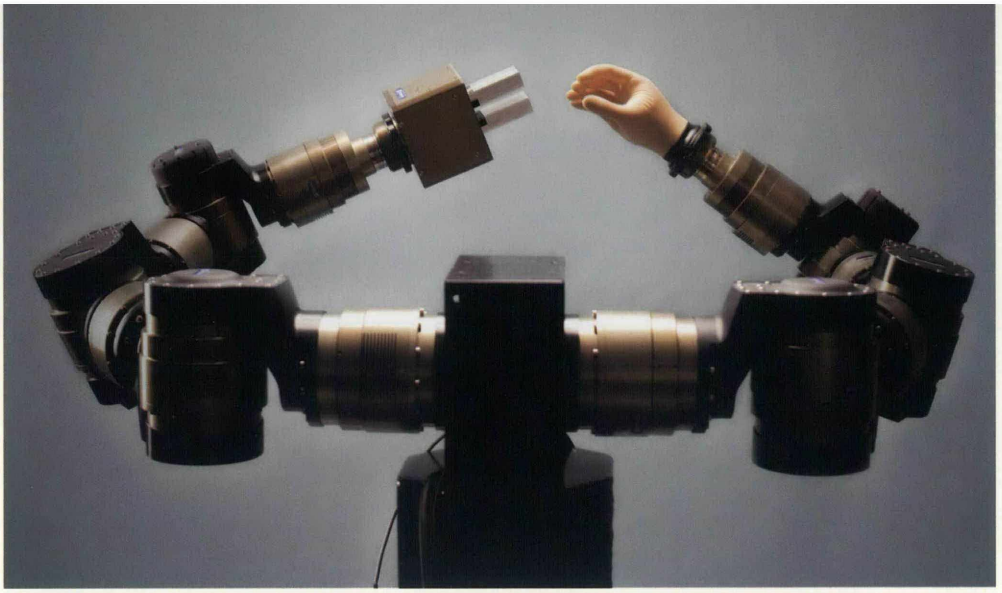
"Intelligensen handlar om att roboten ska kunna interagera med människan på ett sätt som människan förväntar sig. Den ska förstå sig på oss människor, då blir den intelligent", säger Danica Kragic.



Danica Kragic är professor i datalogi, biträdande rektor vid Skolan för datavetenskap och kommunikation på KTH och forskar på robotar.



Med hjälp av fyra kameror vill forskarna på KTH efterlikna mänskligt seende hos roboten.



Dumbo hjälper forskarna på KTH att undersöka hur man får en robot att förstå vilken typ av föremål den håller i och hur det används och fungerar.

När en människa håller upp ett föremål och säger "ta den här" ska roboten kunna koppla samman dialogen med människans gester och ögonrörelser. En hushållsrobot ska exempelvis inte bara kunna diska, den ska även hämta information om hur vi vill att den ska diska just vår disk.

Samröret med robotar väcker frågor om hur vi organiserar vårt samhälle och väcker ofta starka känslor.

Danica Kragic berättar hur provocerade en del människor blir när hon föreslår att man kanske borde överväga att ersätta en hund som är ensam hemma åtta timmar om dagen med ett elektroniskt husdjur i framtiden. En maskin som inte lider av att bli lämnad utan som bara finns där för våra behov.

Trots robotens oförmåga till lidande är människans inställning och förhållande till maskinen något som man också tar hänsyn till i forskningen.

Human robot interaction, HRI, är ett växande forskningsfält som omfattar allt från neurologi, kognitionsforskning och beteendevetenskap till programmering och mekanik.

Men framförallt ägnar sig HRI-forskarna åt att studera hur vi människor reagerar när vi umgås med robotar. Studiet av robotar är i högsta grad studiet av människan. Högt på agendan ligger att "knäcka koden" för hur vi människor beter oss och uppfattar världen.

En robot som vi uppfattar som irriterande eller störande accepterar vi aldrig i våra liv. En assistentrobot som ställer frågan "Vad kan jag hjälpa till med?" på exakt samma sätt flera gånger dagligen kommer vi att börja reta oss på och så småningom avsky.

UMGÄNGET MED ROBOTAR

Människan har alltid varit intresserad av processer som simulerar mänskligt beteende. Men fram till 1980-talet sysselsatte sig robotforskningen i första hand med att försöka återskapa och överträffa den mänskliga hjärnans förmåga att kalkylera och lösa problem. På senare år står det dock klart för forskarna att det finns många andra användningsområden för robotar än att underhålla oss och att spela schack.

Det är väl känt att husdjur kan ha positiva effekter på välbefinnandet, och på en del äldreboenden använder man sig av terapihundar. Men många gånger fungerar det inte att ha djur i den här typen av miljöer på grund av allergier och annat. Intressant nog tycks även artificiella husdjur ha positiva effekter.

Den japanska sälroboten Paro svarar på olika typer av stimuli, visar njutning när den blir klappad och reagerar på "smärta". Liknande funktioner har robotkatten JustoCat som utvecklats av forskare vid Mälardalens högskola för att användas inom demensvården. Både Paro och JustoCat säljs idag som kommersiella produkter, och studier visar att umgänget med robotdjuren bland annat minskar stress och stimulerar till interaktion mellan patienter på äldreboenden.

Men tekniken väcker också kritik. Sherry Turkle, professor i sociologi vid MIT – *Massachusetts Institute of Technology* – menar att det är på gränsen till oetiskt att använda robotar för att väcka affektion. Varför ska vi investera känslomässigt i robotar när det finns människor som behöver vår uppmärksamhet och omsorg?

Enligt Sherry Turkles studier visar den generation barn som vuxit upp med automatiska, mekaniska och robotliknande leksaker på ett mindre känslodjup än de generationer som växt upp med analoga leksaker.

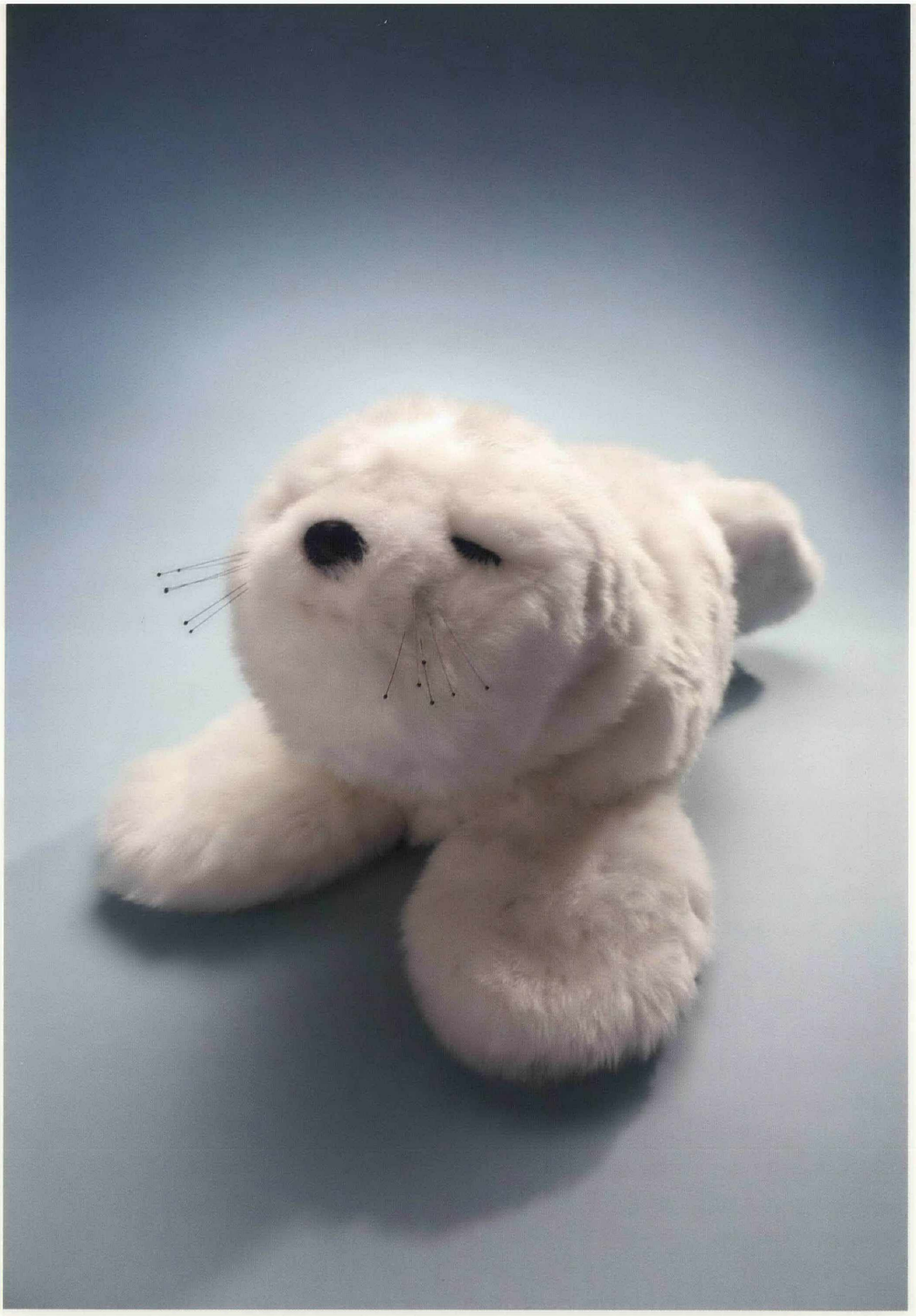
Det är vi som omskapas i robotåldern och inte robotarna som skapas efter våra behov, menar hon. I umgänget med robotar glömmer vi till slut bort hur vi läser av människor. Artificiell vänskap förändrar oss.

ROBOTAR ÄR TILL FÖR MÄNNISKAN

Mattias Jacobsson är forskare inom *människa-datorinteraktion*, MDI, på forskningsinstitutet SICS, The Swedish Institute of Computer Science i Stockholm. Han studerar bland annat attityder och föreställningar kring robotik och interaktion mellan människa och robot. Han tror att det är ett misstag att se robotarna som någonting som tar människors plats.

"Robotar är ju laddade med en massa kulturella föreställningar, till exempel att de ska ta över eller att de är onda. Men jag tycker att vi ska se dem som artefakter, som design. Det är vi som skapar dem och vi har därmed också kontroll över hur de uppfattas", säger han.

Den ultimata drömmen för många forskare är naturligtvis att kunna skapa en robot som är lika avancerad, kognitivt och motoriskt, som människan själv. Men robotar i form av syntetiska människor likt Rachel och de andra *replikanterna* som vi möter i Ridley Scotts film Blade Runner från 1982, tänkande och



Den japanska sälroboten Paro används inom demensvården. Paro svarar på stimuli och reagerar när den blir klappad.



De små japanska robotdockorna har traditionellt använts som underhållning och vid teceremonier. Karakuri ningyo var populära under 1600-, 1700- och 1800-talen.

kännande *androider* – robotar svåra att skilja från människor – med ett artikulerat känsloliv och ett tydligt "jag", är mycket långt borta.

"Morgondagens robotar kanske inte alls ser ut och beter sig som vi tror idag. Vi behöver faktiskt inte skapa *antropomorfa* – människolika – robotar om vi inte ser att det finns ett behov av det. Vi måste ju hela tiden fråga oss om sälar eller katter inom demensvården är den bästa lösningen."

Hela poängen är att vi utformar teknik baserat på det vi vet om människors behov och önskemål.

"Och ett av de viktigaste syftena med robotforskningen är faktiskt att vi lär oss mer om oss själva."

Men går det att älska en robot? Svårt att säga. Forskning visar att det finns starka kulturella tabun kring att medge att man upplever känslor inför teknik. Men en forskargrupp vid Duisburg-Essen-universitetet i Tyskland har genomfört en studie som visar att robotar i

alla fall väcker någon form av känslor som kan jämföras med det vi känner inför människor.

Roboten Pleo, utformad som en dinosauriebebis, är tänkt som en leksak och beter sig på ett sätt som vi uppfattar som naturligt (i den mån vi vet hur en babydinosaurie betedde sig). Pleo svarar på stimuli, visar att den tycker om att bli klappad och reagerar negativt om man slår den eller drar den i svansen. Försökspersonerna i den tyska studien fick se en filmsekvens där Pleo plågades, samtidigt som deras hjärnor skannades. Socialpsykologen Astrid Rosenthal von der Pütten är en av forskarna.

"Försökspersonernas hjärnor uppvisade samma aktivitet när de såg roboten plågas som när en människa far illa. Det förvånade oss mycket. När vi visade en film där en grön låda utsattes för samma behandling så väcktes inga sådana reaktioner hon försökspersonerna."

Studien har upprepats flera gånger med samma resultat. Men vad den visar är egentligen bara att det skedde en tillfällig aktivering av känslor. Än vet man ingenting om de långsiktiga känslomässiga effekterna.

Men betyder det här att vi i framtiden kommer att leva med robotar som vi bygger relationer med och har känslor för på samma sätt som med människor och djur? Nej knappast, säger Astrid Rosenthal von der Pütten.

"Även om vi knyter an till en robot så vet vi skillnaden mellan de relationer vi har med robotar och dem vi har med människor. Vi har så många andra kognitiva funktioner i hjärnan som gör att vi skiljer på människa och maskin. Våra forskningsresultat underlättar när vi ska konstruera robotar som hjälper oss i vardagen, det innebär inte att vi i framtiden kommer att omge oss av robotar som ersätter våra relationer med vänner och familj.

DEN MEKANISKA SLAVEN

Tanken på robotar, artificiella människor och automatiserade människoliknande maskiner är mycket gammal. Den hellenistiske vetenskapsmannen Heron från Alexandria redogjorde redan på 100-talet f. Kr. för hur mekaniska föremål och dockor skulle kunna konstrueras. Den starka robottraditionen i Japan har sitt ursprung i de Karakuri ningyo-dockor som användes redan på 1600-talet. De hade ett starkt symbolvärde, ansågs representera olika känslor och användes bland annat vid teceremonier och på teatrar.

Men ordet robot har europeiskt ursprung. År 1921 hade den tjeckiske författaren Karel Čapeks pjäs "Rossums universella robotar" premiär. Det tjeckiska ordet robata betyder slav eller arbetare. De robotar som förekommer i pjäsen är en sorts artificiella men biologiska varelser som fungerar som slavar och som är ganska nöjda med det. Ordet robots ursprung anger på något vis var tonvikten inom robotforskningen ligger idag. De robotar vi utvecklar för mänsklighetens räkning ska smälta in i vårt samhälle och vår tillvaro på människans villkor. De ska vara i vår tjänst.





Till vänster: Skrivkulan konstruerades år 1865 av direktören för dövstumsinstitutet i Köpenhamn, Rasmus Malling-Hansen. Ur Tekniska museets samlingar.
Ovan: Skrotrobot av konstnären Andreas Hammar.

HOTET MOT MÄNNISKAN OCH SAMHÄLLET

Science fiction-författaren Isaac Asimov formulerade på 1950-talet tre berömda lagar som har fått genomslag även inom forskarvärlden när det gäller hur vi bör förhålla oss till utvecklingen av robotar och intelligenta maskiner.

Första lagen: En robot får inte skada en människa, inte heller genom passivitet låta en människa komma till skada.

Andra lagen: En robot måste lyda order från människor utom då sådan order står i konflikt med första lagen.

Tredje lagen: En robot måste skydda sin egen existens så länge det inte står i konflikt med första och andra lagen.

Populärkulturen är dock full av onda robotar. *The Terminator* (1984) från filmen med samma namn och M.A.R.K. 13 från filmen *Hardware* (1990) är två kända exempel på hur självstyrande maskiner agerar på egen hand och angriper mänskligheten.

En farhåga som uttrycks från flera håll gäller vad som händer när robotar börjar ta beslut på egen hand utan att någon människa är inblandad. Risken finns, menar bland andra forskaren Linda Johansson, doktor i filosofi och lärare på Försvarshögskolan i Stockholm, att vi litar mer på datorn eller på tekniken än på oss själva, att vi tillskriver robotarna ett slutgiltigt ansvar.

Detta är aktuellt exempelvis med robotar som används vid krigföring, som drönare och militära robotar.

”Risken är att robotarna blir för autonoma och att det till slut är de som bestämmer exempelvis att människor ska dödas”, menar hon.

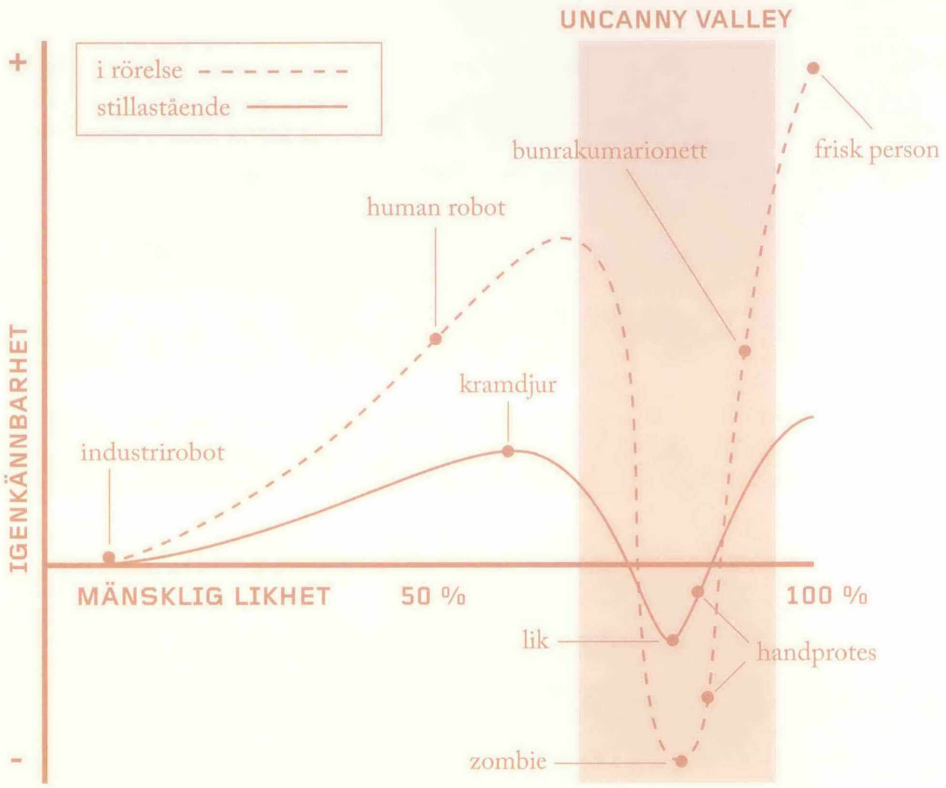
Robotar och automatisering utgör hot mot människor inte bara på ett fysiskt plan. Ett möjligt scenario är att robotarnas existens hotar samhällsekonomin och välfärden.

I och med industrialiseringen på 1800-talet och framåt har tunga, farliga och fysiskt krävande arbetsuppgifter inom produktionen successivt ersatts med maskiner och robotar. Men i det automatiserade samhället flyttar robotarna in inte bara i fabrikerna utan även på kontoren.

Watson är ett intelligent system skapat av IBM. Systemet är utformat för att ”förstå” mänskligt språk och kan hantera och analysera enorma mängder data i form av textmassor producerade av och för människor. Watson gjorde stora rubriker när det 2011 tävlade i amerikanska versionen av frågesportprogrammet Jeopardy och vann över stormästarna. Systemet kunde helt enkelt plöja igenom enorma textmassor, uppfatta mönster och plocka ut relevant information för att svara på frågorna.

Idag används Watson bland annat för att gå igenom och analysera sjukvårdsjournaler och ersätter därmed de sjuksköterskor som tidigare utförde arbetet.

Den amerikanske nationalekonomen och författaren Robert Reich har skrivit om fenomenet. Kombinationen av artificiell intelligens, röstigenkänningssystem, insamling av *big data,* utveckling av avancerade sensorer, *text mining*



NÄR ROBOTARNA BLIR LÄSKIGA

Ju mer "människolik" en robot är, desto större krav ställs också på hur dess utseende och funktioner utformats. En av de stora pionjärerna inom robotforskningen, den japanske professorn Masahiro Mori, funderade mycket över hur vi förhåller oss till de robotar vi skapar. År 1970 myntade Mori begreppet *The Uncanny Valley*. Mori menade att det finns en kritisk punkt i utvecklingen av robotar och proteser då det naturalistiska utseendet i kombination med dålig funktionalitet gör att vi alienerar oss från objekten snarare än accepterar dem. En robot som ser allt för människolik ut, men som inte beter sig eller fungerar som en människa uppfattas helt enkelt som allt för kuslig – *uncanny* – för att vi ska kunna umgås med den obehindrat. Den gör oss illa till mods. Mori förslog därför att man inte ska göra robotar helt människolika förrän den dag man även kan få dem att fungera likt en människa.

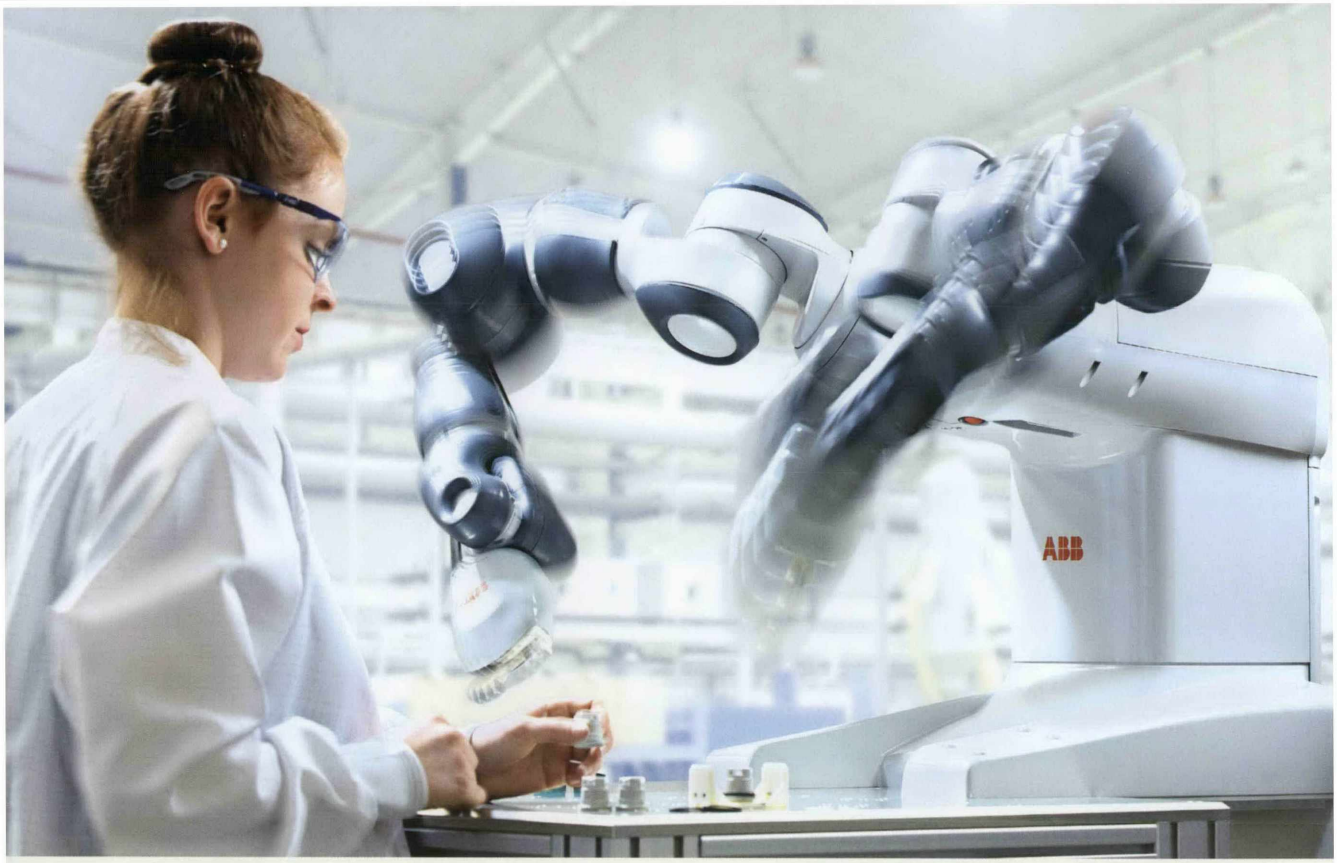


ABB:s robot Yumi är konstruerad för att kunna samarbeta. Den kan jobba sida vid sida med en människa utan risk för att skada någon.

(system som liksom Watson kan läsa och analysera vanlig text) och mönsterigenkänning skapar en robotteknik som tar över uppgifter som tidigare endast kunde utföras av människor, eftersom de kräver egenskaper som vi hittills ansett djupt mänskliga. Det kan röra sig om omsorg eller omvårdnad, att "förstå" mänskligt tal eller text och dra slutsatser av det eller att lära sig saker på egen hand.

Det här får naturligtvis konsekvenser, för om maskinerna sköter allt fler arbetsuppgifter, vad ska då människorna syssla med? Hur ska vi tjäna pengar och försörja oss? Vem ska betala in de skatter som bekostar våra välfärdssystem? Vi står inför en utmaning, menar Robert Reich. Risken är stor att de här processerna leder till ökande samhällsklyftor och stora ekonomiska orättvisor.

I en rapport från Stiftelsen för strategisk forskning som kom under 2014 analyserade nationalekonomen Stefan Fölster hur Sveriges utveckling skulle kunna se ut i robotens tidsålder.

Inom en 20-årsperiod kan så mycket som 53

procent av jobben på den svenska arbetsmarknaden ha ersatt av robotar eller automation. Framförallt är det enklare arbetsuppgifter som försvinner och personer med ingen eller kortare utbildning får allt svårare att hitta jobb. Arbetsuppgifter som kräver fingerfärdighet, övertalningsförmåga eller omtanke om andra behålls i högre utsträckning av människor. Men även yrken som kräver analytiska eller intellektuella förmågor kommer delvis att ersättas, exempelvis journalister och ingenjörer, hävdar rapporten.

Alla ser inte den här utvecklingen som ett hot utan menar att automatiseringen frigör tid som människor istället kan välja att spendera på saker som de upplever som mer meningsfulla.

Kanske är det till och med så att den nya tekniken kan bidra till att skapa arbetstillfällen eller i alla fall placera rätt person på rätt position. Digital teknik och sociala nätverk gör det möjligt för människor att arbeta hur, var och när de vill, bestämma över sin tid och sina arbetsuppgifter.

Men Robert Reich ser farorna med detta sätt att fördela arbetet. För här ställs stora krav på entreprenörsanda och här byggs ett system upp där det saknas fasta anställningar. Här arbetar människor på korta kontrakt och utan säkerhet. Idag finns redan tjänsterna *Mechanical Turk* och *Coworkers* som fördelar okvalificerade arbetsuppgifter mellan dag- eller till och med timlönare fysiskt spridda över hela välden men sammankopplade via internet. Men arbetet betalar sig minimalt. On demand-ekonomin, som detta system kallas, gynnar kunderna och företagen men knappast dem som utför arbetet.

Men är det verkligen så här dystert? Ingen vet säkert. För det finns också analyser som tyder på att den ökande automatiseringen och införandet av robotar inte skapar försämrad sysselsättning. Exempelvis är Sverige ett av de länder i världen med flest industrirobotar per arbetad timme, något som inte syns i arbetslöshetsstatistiken. Istället har automatiseringen gjort Sverige mer konkurrenskraftigt som industrination. Och historiska studier från Storbritannien visar också hur teknikutvecklingen har medfört ökad produktivitet och flera anställningar.

Och när tekniken tar över människors traditionella arbetsuppgifter uppstår ju också nya näringar. I en annan rapport från Stiftelsen för strategisk forskning har Stefan Fölster tittat på inom vilka områden som efterfrågan på arbetskraft kommer att öka till följd av automatisering och robotar. Framförallt ökar behovet av dataspecialister och personer som kan arbeta med det nya utbud av varor och tjänster som uppkommer i kölvattnet av digitaliseringen.

Men trots att nya yrken uppstår kompenserar de inte för de arbetsuppgifter som tekniken tar över från oss människor. För att klara omställningen krävs det framförhållning, menar Stefan Fölster. Ett sätt att parera en kollapsande arbetsmarknad är att människor snabbt ska kunna omskola sig och lära upp sig inom nya yrken som dyker upp. Ett annat sätt är att underlätta för människor att kommersialisera de innovationer de gör med hjälp av tekniken och starta nya företag.

ROBOTAR MED KÄNSLOR

I framtiden kommer robotarna att var betydligt mer intelligenta än de är idag. Kanske till och med intelligentare än vi människor. Ett skräckscenario för framtiden skulle kunna vara att vi helt enkelt skapar oss ett samhälle som är mer anpassat för tekniken än för människorna som lever i det.

Ett sätt att förebygga detta skulle kunna vara att bygga in moral eller empati i maskinerna. Att ge dem en sorts artificiella känslor för människor som hindrar dem från att skada oss och ge dem förmågan att läsa av människors känslor.

Ginevra Castellano är forskare och lektor på Institutionen för informationsteknologi, Visuell information och interaktion vid Uppsala universitet. Hon forskar på hur robotar kan programmeras till en sorts artificiell empati och hur de kan tränas i att läsa av människors känslor.

"Att bygga in empati i robotar är ett sätt att öka deras intelligens", säger hon.

Målet är inte i första hand att skapa snälla maskiner utan att skapa robotar som vi människor lättare kan interagera med.

"Interaktionen för att lösa olika uppgifter eller samarbeten kommer att bli mer intuitiv utifrån människans perspektiv. Att förstå människans känslor ökar robotarnas förmåga att tolka sin omgivning. Det är viktigt att kombinera multipel information, exempelvis ansiktsuttryck, gester, tonläge och kontexten.

Att kartlägga mänskliga känslor och deras uttryck och dessutom överföra detta till kod är en svår och delikat uppgift som forskarna ännu inte löst. Många aspekter spelar in; individuella eller kulturella skillnader och skillnaden mellan äkta och spelade känslor är några av parametrarna som man måste ta hänsyn till.

I den här typen av forskning är det viktigt att hela tiden lyfta de etiska frågeställningar som kan dyka upp.

En fråga Ginevra Castellano ställer sig och som härrör från hennes egen forskning är det problematiska i att skapa robotar som ser ut eller beter sig som människor, kanske i vårdsituationer där barn är inblandade.

"Ett exempel är när barn interagerar med robotar i skolan som de anknyter känslomässigt till. Är det bra att introducera robotar för barnen som de eventuellt skapar sociala band till för att sedan ta robotarna ifrån dem?"

I framtiden kommer vi att se fler robotar som beter sig som om de har känslor, och det är ju en form av social intelligens.

"Men redan från början måste vi vara ärliga med vad en robot är och vad den kan göra så att användaren har rimliga förväntningar."

FRAMTIDEN ÄR OVISS

"Vi befinner oss på en platå", säger robotprofessorn Danica Kragic. "På tio år har det hänt mycket i forskarnas labb men inte på marknaden."

Idag vet vi inte riktigt vart robotforskningen är på väg eller på vilket sätt robotar och automatisering kommer att påverka samhälle, ekonomi och vardagsliv. Men för att ta reda



År 1998 kom prototypen av Sonys robothund AIBO. Ursprungligen tänkt som en leksak kom AIBO att användas även i forskningssammanhang. Tillverkningen lades ner 2006.

på hur vi bör förhålla oss till tekniken, hur vi kan använda den på bästa sätt och vilka problem som kan uppstå när robotarna blir en allt större del av människans tillvaro, måste vi börja umgås med de robotar som finns.

Vi måste testa robotar i våra hem, i vardagen och i studier, menar Danica Kragic. För mycket hänger på användarna och vilka behov människor faktiskt visar sig ha.

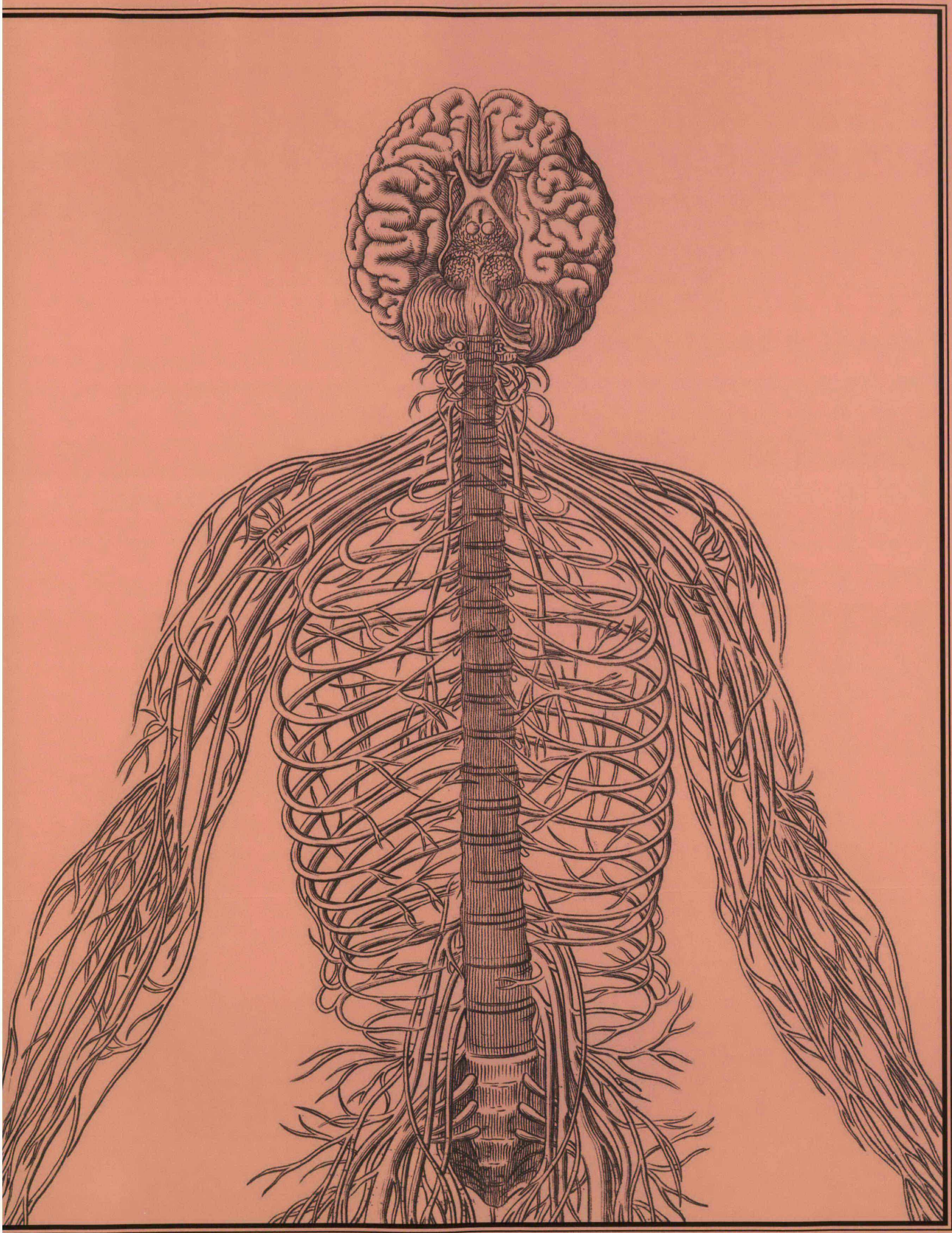
Nästa stora genombrott kanske inte är en robot som kan diska, det kanske är en *companion* – en sällskapsrobot som bara följer dig i ditt hem, informerar eller påminner dig om vad du ska göra eller läser en bok för dig.

Som det ser ut idag är det svårt att utforma en standard och regler för vem som bär ansvaret för hur en robot agerar, om den exempelvis skulle skada person eller egendom. Genom studier på hur vi använder robotar blir det också lättare att anpassa lagstiftningen.

"Men oavsett vad som sker i framtiden måste vi fundera över de problem och farhågor som kan tänkas dyka upp när robotarna blir en del av vår vardag. Vi måste diskutera och debattera så att vi är förberedda."

CYBORGAR OCH BIONISKA MÄNNISKOR

om gränslandet mellan kropp och teknik



Ordet maskin kommer från grekiskan och betyder helt enkelt *verktyg*. Maskiner är döda ting, objekt till människans hjälp. Men var går egentligen gränsen mellan människa och maskin? Mellan kropp och teknik? Frågan kan tyckas onödig. För en människa är väl en människa. Rätt och slätt en biologisk varelse av kött och blod, född av andra människor och med en medfödd uppsättning rättigheter och skyldigheter. Maskiner å andra sidan är de mer eller mindre komplexa föremål vi konstruerar till vår hjälp att utföra saker åt oss. Men människan har ofta drömt om att smälta samman kropp och teknik. Skapa en *cyborg*. Och i feministen Donna Haraways version blir cyborgen en symbol för motstånd mot orättvisor, förtryck och hierarkier.

Av: Lotten Wiklund

DRÖMMEN OM CYBORGEN

Det var år 1960. Människan stod i begrepp att erövra rymden, med allt vad det innebar av drömmar och utmaningar. Men att resa ut i rymden medför en mängd problem som bland annat härrör ur människans biologiska förutsättningar.

Begreppet cyborg myntades av de två NASA-forskarna Manfred E. Clynes och Nathan S. Kline i den vetenskapliga artikeln "Cyborgs and space" som publicerades i tidskriften *Astronautics*. Ordet bildades genom en sammanslagning av cybernetik – på svenska kallar vi det styr- och reglerteknik - och organism.

Om människan ska vistas länge i rymden, kanske till och med kolonisera den, begränsas möjligheterna att utforska, skapa, tänka och känna av att hon ständigt måste bära rymddräkt, konstaterade artikelförfattarna. Därför vore det mycket bättre att permanent förse människokroppen med olika tekniker som gör att hon kan röra sig fritt och ledigt i den nya miljön. En självreglerad människokropp – ett maskinsystem – skulle kunna vara lösningen.

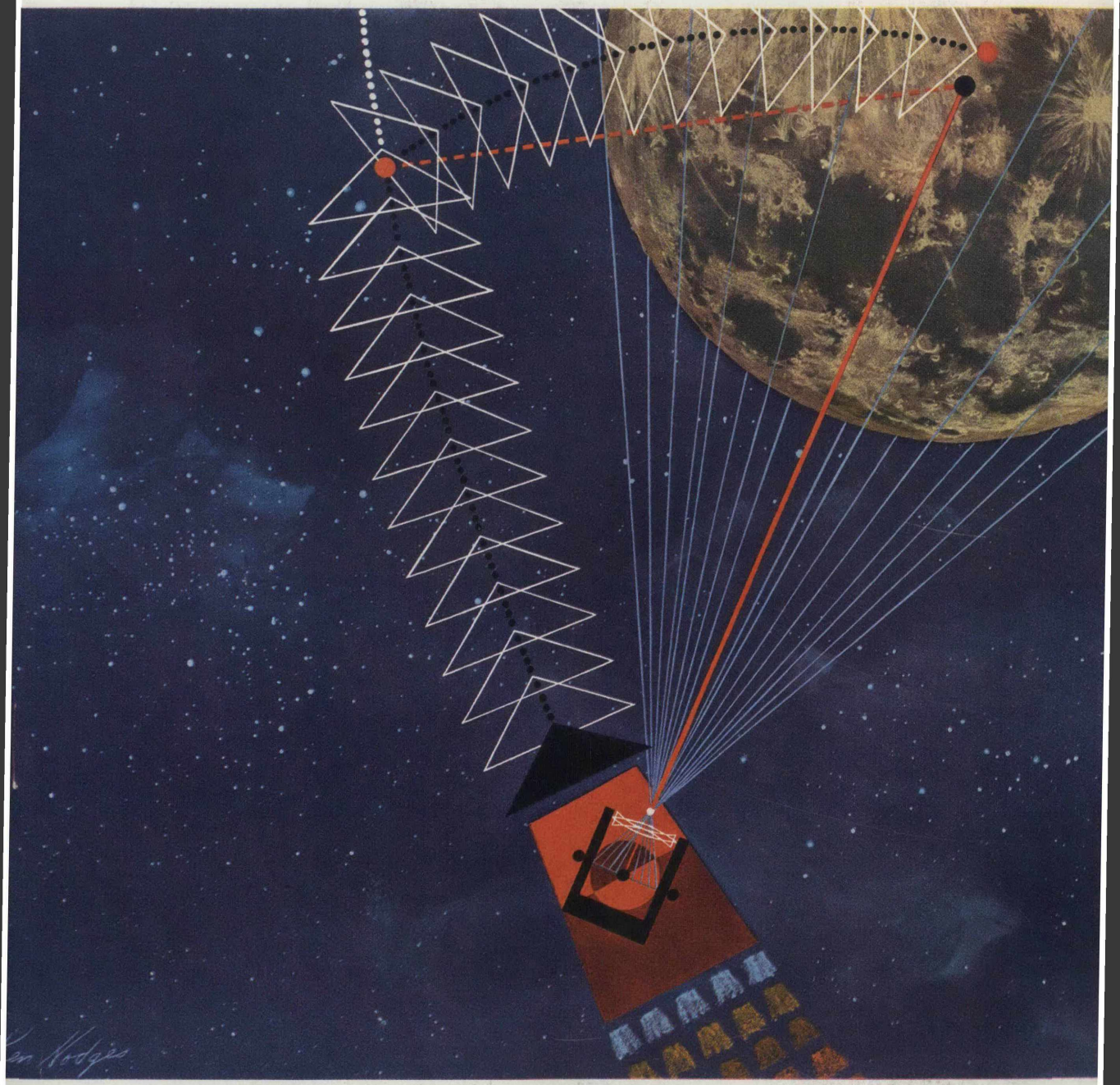
Tyngdlöshet, temperatur, atmosfär och tryck påverkar kroppen svårt. För att justera blodtryck och hormonnivåer skulle man kunna ha en osmotisk pump inopererad under huden som automatiskt förser kroppen med lämpliga medicinska preparat. Mängden bestäms utifrån kroppsdata som hela tiden samlas in via olika typer av sensorer i eller på kroppen.

Svenska Interplanetariska Sällskapet

Astronautics

A PUBLICATION OF THE AMERICAN ROCKET SOCIETY

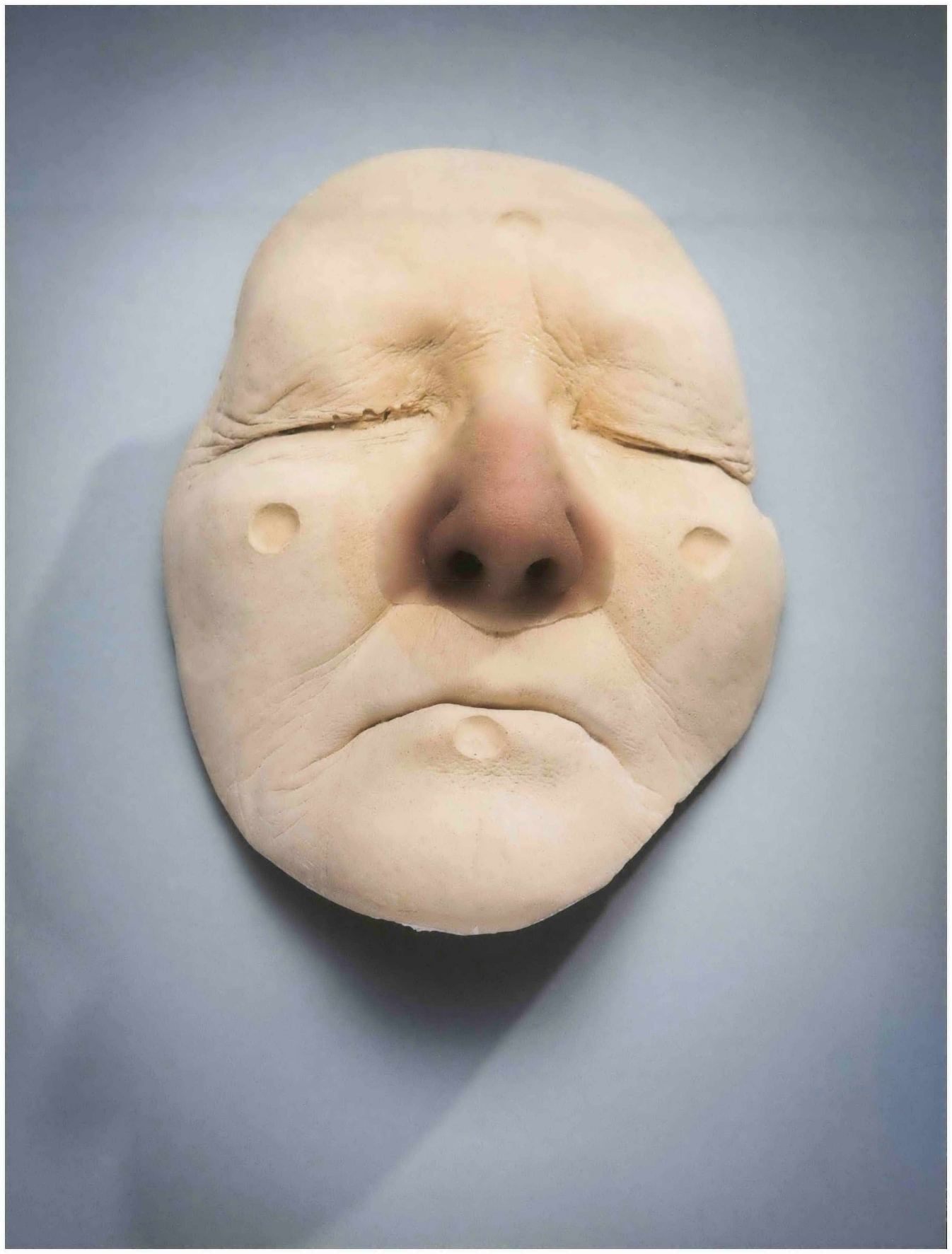
SEPTEMBER 1960



Lunar Guidance . . . . . Hildrey I. Bement

Cyborgs and Space . . . Manfred E. Clynes and Nathan S. Kline

Nozzle Design Advances for Liquid Rockets





Till vänster: Näsepites i silikon. Ovan: Ögonprotes i silikon och akryl. Föregående sida: I septembernumret från 1960 av tidskriften *Astronautics* publicerades den artikel där begreppet cyborg myntades. Tekniska museets arkiv.

Lungorna skulle kunna ersättas med ett system som tar bort koldioxiden ur inandningsluften och återanvänder syret. Detta system kunde drivas av antingen solenergi eller atomenergi.

Forskarna experimenterade själva med några av de tekniker de föreslog i artikeln.

Bland annat födde de upp en liten cyborgmus, vars svans försetts med en osmotisk pump som kontinuerligt försåg musen med olika preparat.

Artikeln fick uppmärksamhet i medierna och utanför vetenskapliga kretsar för sitt spektakulära koncept. Bland annat publicerade *Life Magazine* en stor artikel och en bild på hur en cyborg skulle kunna se ut om den fanns på riktigt.

I en annan artikel som forskarna skrev tio år senare resonerade de kring hur människan skulle kunna påverkas känslomässigt av att delar av kroppens biologiska system byttes ut mot teknik och vilka psykologiska effekter ett liv i rymden – en miljö hon inte är biologiskt anpassad för – kunde ha.

Intresset för att smälta samman olika vetenskapliga discipliner och formulera nya koncept kommer också till uttryck i begreppet *bionic* (på svenska *bionisk*) som betyder *livslik*. Bionik handlar om att titta på hur naturen löst olika problem och för att sedan försöka rekonstruera det med hjälp av teknik. Läkaren och forskaren Jack E. Steele som skapade begreppet arbetade inom US Air Force och forskade på stress. I sin artikel "How Do We Get There?" (1958) beskriver han hur man skulle kunna integrera biologi, matematik och ingenjörsvetenskap.

Bionik, menade Jack E. Steele, var metoden för att ta sig an samtidens stora utmaningar. Att skapa maskiner som överträffade allt vi hittills sett vad gäller styrka och intelligens, men fortfarande var fullständigt underkastade människans vilja, önskemål och behov.



Glasögon ur Tekniska museets samlingar.

DEN POPULÄRA CYBORGEN

Både begreppen cyborg och bionik skapades av vetenskapsmän och forskare men fick mycket uppmärksamhet utanför forskarvärlden och spred sig så småningom till populärkulturen där de biter sig fast än idag.

Författaren Martin Caidin som var en stor beundrare av Jack E. Steele skrev boken *Cyborg* (1972) som kom att ligga till grund för tv-serien *The Six Million Dollar Man* (1974). Serien handlar om en före detta astronaut med olika bioniska implantat i kroppen som ger honom övermänskliga förmågor. Som spinoff på *The Six Million Dollar Man* kom några år senare den numera ikoniska tv-serien *The Bionic Woman*. De två serierna gjorde idén om artificiella kroppsdelar och teknik i kroppen så spridd i populärkulturella sammanhang att Universal Studios vid flera tillfällen försökte skaffa sig copyright och varumärkesskydda ordet *bionic*.

Framförallt inom filmen var det många som intresserade sig för integrationen mellan människan och maskinen som här ofta fick karaktären av ett monster. Som att tekniken i kroppen skulle gör människan mindre mänsklig.

Men det är helt fel, sa Manfred E. Clynes i en intervju han gav 35 år efter att han myntat begreppet *cyborg*. Cyborgen var tänkt som en människa, en han eller en hon, inte ett ting. Cyborgen har ingenting med den människolika mördarroboten i filmen *Terminator* (1984) att göra, utan är en varelse som har tillgång till ett avancerat känsloregister, precis som människor i allmänhet. Tekniken i kroppen förändrar inget väsentligt hos en människa, lika lite som att cykla eller att bära ett par glasögon påverkar vårt innersta, menade han.

DONNA HARAWAYS CYBORG

År 1985 skrevs en annan artikel om cyborgen som också kom att få ett enormt genomslag, framförallt bland feminister och genusforskare. Texten, som var en sorts essä, publicerades i den socialistiska, feministiska tidskriften *Socialist Review* som en kommentar till hela samhällets syn på människa och teknikutveckling.

"A Cyborg Manifesto" av biologen och genusforskaren Donna Haraway har än idag stort inflytande på feministisk teoribildning och kulturteoretisk forskning.

Cecilia Åsberg är professor i Genus, natur, kultur vid Linköpings universitet.

"Donna Haraway skrev "A Cyborg Manifesto" i ett slags ilsket ironiskt tillstånd över situationen i världen", säger hon.

"Kalla kriget pågick för fullt. I USA ägnade man sig åt intensiv upprustning och försvarsmakten utvecklade olika militära kroppstekniker, bland annat för stridspiloter men också för att effektivisera och reglera arbetare i stort. *Control, command, communication and intelligence* – c3i – löd den högmoderna devisen för samhällets "governmentality". Sweat shop-kvinnor i tredje världen arbetade redan effektivt, med strikt kontrollerade kroppsfunktioner som sömn- och kisspauser, för att producera billigast möjliga US-amerikanska märkeskläder och skor. Samhällets styr- och regleringsmentalitet präglades av paranoia, kontrollbehov, ett enormt ha-begär och konservativa kristna värderingar. Världen var inte nog, nu skulle både den yttre rymden och den inre mikrobiologiska världen utforskas och behärskas", förklarar Cecilia Åsberg.

Stoffet i Donna Haraways essä ansågs så kontroversiellt att texten först blev refuserad av en annan socialistisk, feministisk tidskrift. Donna Haraway hade ju tagit cyborgen – sinnebilden för en tidsålder som präglades av kärnvapenprogrammet "Star wars", där den globala politiken formades av högerledare som Margaret Thatcher och Ronald Reagan, ett samhälle där rasism och sexism rådde och där de ekonomiska klyftorna hela tiden ökade – och istället gjort den till en symbol för *motståndet* mot den västerländska majoritetskulturen.

"Med cyborgen vill Haraway peka på att det inte finns någon oskyldig eller neutral position för oss människor – vi är alla delaktiga i det som pågår, vi är alla cyborger reglerade av samhällets styrtekniker. Inte heller finns det någon helig, naturlig plats för människan att återvända till – jorden är satellitbevakad runt om och Edens lustgård är en myt."

Haraway lät sin version av cyborgen symbolisera upplösningen av de starka *dikotomier* – tudelningar – som format västvärldens kultursyn: motsatsen mellan människa och natur, maskin och organism, svart och vit, manlig och

kvinnlig, ren och smutsig, genuin och oäkta.

"Genom cyborgen vill Haraway peka på att det inte finns någon oskyldig eller neutral position för oss människor – vi är alla delaktiga i det som pågår, vi är alla cyborger reglerade av samhällets styrtekniker. Inte heller finns det någon helig, naturlig plats för människan att återvända till – jorden är satellitbevakad runt om och Edens lustgård är en myt", säger Cecilia Åsberg.

Cyborgen var en alternativ berättele för att synliggöra vårt romantiska förhållningssätt till myten om Eden, det naturliga och givna. Och om Eden är början, utgångspunkten i den moderna framstegsberättelsen, så är andra änden – slutet – Apokalypsen. Och det var däråt allting verkade barka. Haraway menade att vi inte får titta tillbaka genom en mytologisk ursprungsberättelse som gör allt icke-normativt till onaturligt.

VAR BÖRJAR TEKNIKEN?

Vad räknas som naturligt för en människa? frågade sig Donna Haraway. Och var börjar teknikhistorien?

Det kan vi inte riktigt säga. Vi har inte bestämt oss för om den börjar vid flintyxan, vid möjligheten att smida i järn, vid boktryckarkonsten eller vid uppfinningen av transistorn.

Donna Haraway använder begreppet teknik i en vid mening och hävdar att vi alltid, i alla tider och ständigt, reglerat våra kroppar med hjälp av olika tekniker. Vi har tekniker för att konstruera vår identitet och vi har tekniker för att tillverka saker. Teknik är kläderna vi har på oss och föremålen vi använder.

"Med hjälp av cyborgfiguren vill hon peka på att det ständigt sker en upplösning mellan olika kategorier och arenor och att den här upplösningen alltid har existerat. Kropp och teknik, natur och kultur har aldrig varit separerade. Vi har alltid varit cyborgar", säger Cecilia Åsberg.

När Haraway på 1980-talet föreslog cyborgen som en symbol för motståndsstrategier blev det skandal.

Det här var en period då många ekofeminister var kritiska mot ny teknik och mot teknikutveckling över huvud taget. FINRRAGE var exempelvis ett internationellt, feministiskt nätverk som vände sig mot alla former av artificiella reproduktionstekniker, både de som gynnade fertilitet, exempelvis inseminering, och mot olika medicinska former av preventivmedel, då dessa tekniker sågs som medel för att förslava kvinnors kroppar. Den globala feministiska rörelsen lutade sig många gånger mot det man menade var en "gemensam kvinnlig erfarenhet" med ett fokus på kvinnors särart, men Haraway vände sig mot att det existerar något sådant som en generell kvinnlig praktik eller erfarenhet.

"Det är häftigt med Haraway att hon vågade ta ett knepigt begrepp som cyborg och använda det som en symbol för motstånd och

---

Näs- och öronepiteser i silikon. Ögonprotes i silikon och glas.





Mikroinjektor som används vid in vitro-fertilisering (IVF) eller provrörsbefruktning. När metoden började användas omkring 1980 ifrågasattes den, bland annat av katolska kyrkan och av vissa feministiska grupper. Ur Tekniska museets samlingar.

visa att teknik och teknikutveckling inte bara leder till elände i världen. Hon pekar på ett tillstånd där vi måste erkänna att vi är både kropp och teknik."

Haraway är varken teknikfientlig eller teknikoptimist utan anser att teknik är en företeelse som måste sättas i ett sammanhang. Men det fanns även feminister före Haraway som såg mycket positivt på teknikutveckling, exempelvis författaren och filosofen Shulamith Firestone. Firestone trodde stenhårt på teknik och vetenskap som en befriare av kvinnokroppen. Hon menade att problemet för jämställdheten är att kvinnor föder barn och att det medför ett stort reproduktivt arbete och ansvar som män inte har. Men ny teknik skulle medföra andra möjligheter för människor att fortplanta sig där kvinnan inte behövde ställa sin kropp och sin person till förfogande för reproduktion. Slapp kvinnor det skulle de också kunna bli helt frigjorda och inte behöva underordna sig ett förtryckande system.

"Men problemet är att både FINRRAGE-feministerna och feminister som Shulamith Firestone lägger för stor vikt vid vad som är *kropp* och vad som är *teknik*. De gör en fundamental åtskillnad mellan de här kategorierna. Det Haraway däremot pekar på är att kropp och teknik inte går att separera från varandra", säger Cecilia Åsberg.

POSTHUMANIORA

Med tiden har cyborgen kommit att bli en symbol för något annat. För människans befrielse från vår av naturen ödesbundna plåga i form av svaghet, sjukdom, lidande, åldrande och död. Det här, menar Cecilia Åsberg, är en sorts *transhumanistisk* beskrivning av kropp och teknik, där tekniken ses som något som befriar kroppen.

"Men så var det inte tänkt alls i cyborgmanifestet. Haraway ville visa att vi blir till i förhållande till vår omgivning, i relation med andra människor, med djur, med teknik. Att det är i mötet mellan natur och kultur som vi blir människor. Haraway beskrev cyborgen som en flicka, en tjej, en sweat shop-sömmerska i tredje världen. Cyborgen behöver inte vara en *Terminator*, en biologisk människa med synliga implantat. Det kan vara mycket mer subtila tekniker. En ung kvinna på p-piller är en cyborg för Haraway."

Haraways cyborgfigur blev startpunkten för en tvärvetenskaplig humanioraforskning där man tittar på natur- och teknikvetenskapliga praktiker. Detta utgör Cecilia Åsbergs eget forskningsfält. Hon skapade forskargruppen The Posthumanities Hub och intresserar sig för hur natur- och kulturvetenskaper samverkar, påverkar och spelar ut varandra.

Bland annat har hon undersökt den kulturella synen på genetik och på åldrandet, något som under de senaste decennierna formats av naturvetenskaplig auktoritet men saknat kritiska perspektiv.

"Alzheimers, exempelvis, är en medicinhistorisk skapelse som härrör från att man på 1960-talet insåg att det var en sjukdom och att symtomen inte är del av det naturliga åldrandet. Men sjukdomen existerar inte bara som vetenskaplig företeelse. Den finns i ett kulturellt fält som handlar om hur vi talar om den i vardagen, i litteratur och populärkultur. Det kulturella fältet är också påverkat av "hårda medicinska fakta".

Cecilia Åsberg menar att det krävs att den naturvetenskapliga forskningen släpper in människor utifrån som kan ställa nya frågor kring etik och användningsområden.

"Som forskare är det lätt att ha en fantastisk vision om hur ens forskning ska förbättra världen, men så missar man kanske att det finns problem med forskningen och att den också har effekter man inte hade tänkt sig."

Det kan också vara viktigt att ställa frågor som handlar om vilka värderingar som finns inbakade i forskningens praktiker. Saker som är svåra att se för den som befinner sig inom ett fält.

Ett exempel är den oerhörda mängd genmodifierade fruktflugor vi använder för att kunna bedriva biologiska experiment. Flugor som odlas fram med olika specifika genetiska egenskaper konsumeras som produkter och varor, som finns till endast som en resurs för oss människor.

"Grunden till att vi genomför biomedicinska experiment på de här flugorna är att de är oerhört lika oss rent genetiskt. Vi skapar förståelse för våra kroppar genom att exploatera

naturen; samtidigt gör ju de här flugorna en enorm skillnad, eftersom vi inte skulle kunna forska på människor på samma sätt."

Den här typen av företeelser ställer frågan om var vi drar gränsen för vem eller vad som är skyddsvärt, vad som är heligt och ursprungligt, vad som är teknik och vad som är natur. Vem vi får exploatera och vem vi inte får exploatera. Om var vi förlägger gränserna mellan olika kategorier. Mellan värdet av olika djur, mellan natur och kultur eller mellan människa och maskin.

INGET HELIGT URSPRUNG

Haraway ställde sig frågan vad det är som får oss att tro att kroppen slutar vid huden. Det hon ville med sin cyborgfigur var att nyansera föreställningen om människans heliga ursprung, den som är så starkt förankrad i vår kultur via kristendomens myt om Edens lustgård. Hon ville bryta med föreställningen om att det bakom tekniken finns en ursprunglig, opåverkad människa, så ren och obefläckad att hon är helig.

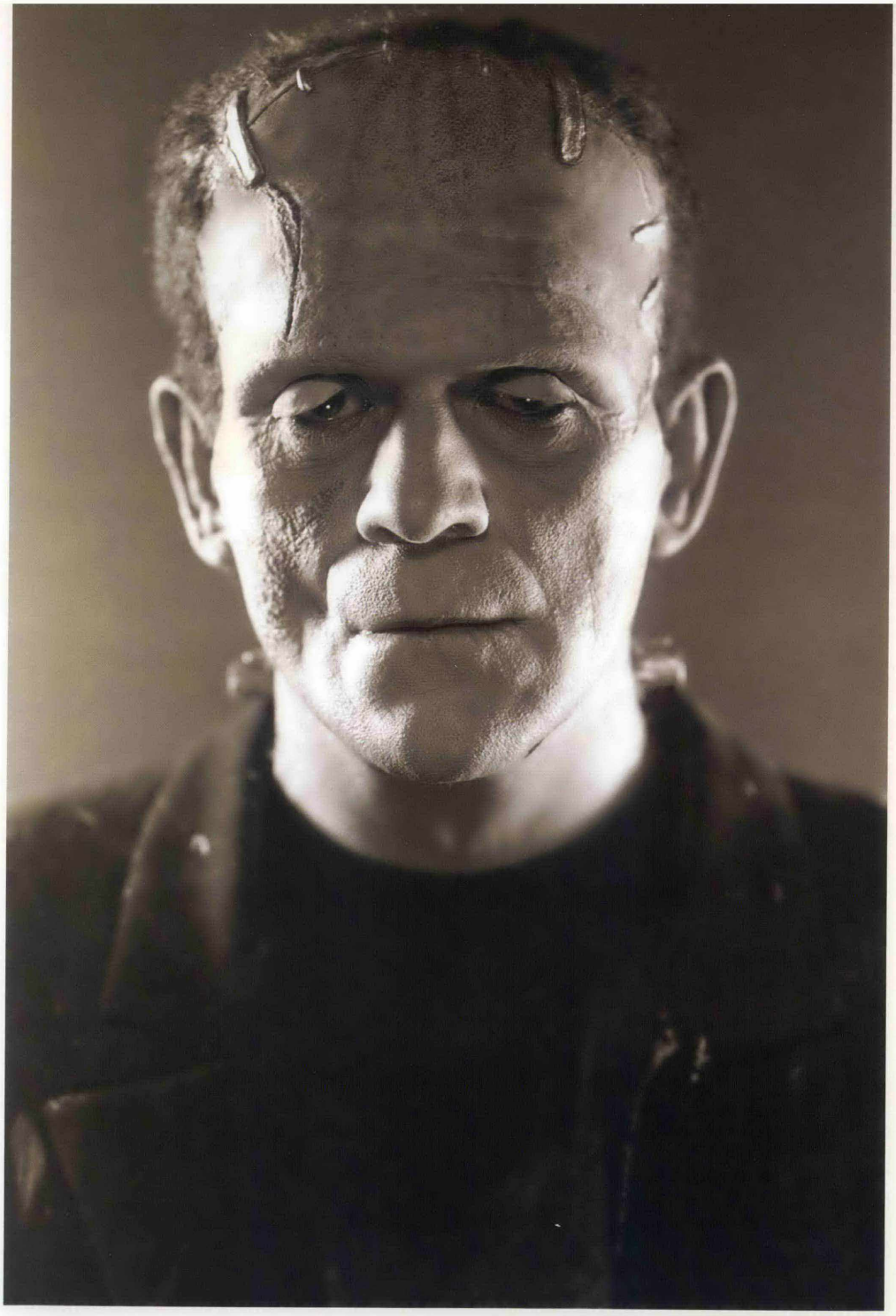
Att förändra människokroppen med teknik, att omskapa det som ses som Guds skapelse blir ett uppror mot hierarkier. Det är att gå emot naturen och emot Gud.

Den som sätter sig upp mot sin skapare kommer att straffas. Så som i den grekiska myten om Prometheus. Det finns många olika varianter och möjliga läsningar av berättelsen om Prometheus, men grunddragen är ungefär desamma. Titanen Prometheus och guden Zeus skapar tillsammans människorna, men medan Zeus vill att människorna ska förbli okunniga så att de inte kan göra uppror mot gudarna, stjäl Prometheus elden från Zeus och ger den till människorna, får dem att leva ett godare och lättare liv. Zeus blir rasande och förpassar Prometheus till ett evigt straff.

Kanske varnar myten för hybris, mot övermodet att sätta sig upp mot sin skapare, mot Gud eller mot naturen. När Mary Shelley i början på 1800-talet skrev sin berömda roman *Frankenstein*, som brukar betraktas som den moderna science fiction-litteraturens allra första exempel, gav hon boken undertiteln *The Modern Prometheus*. Genom att uppfinna en mystisk teknik under sina universitetsstudier i naturvetenskap lyckas Victor Frankenstein skapa en levande men frånstötande varelse, ett monster. Frankensteins monster drivs bort av såväl skaparen själv som av resten av samhället, och det hela urartar i katastrof. Med hjälp av tekniken har Victor Frankenstein försökt betvinga döden, skapa artificiellt liv och för det får han plikta.

Varför valde Donna Haraway cyborgen som en symbol för upplösning och motstånd? Jo, därför att den uppstod i en tid då vetenskapen har drivit fram kunskap som gör att vi inte lägre kan upprätthålla de dikotomier det västerländska, vetenskapsorienterade samhället bygger på; nämligen de mellan människa och djur, mellan organism och maskin.

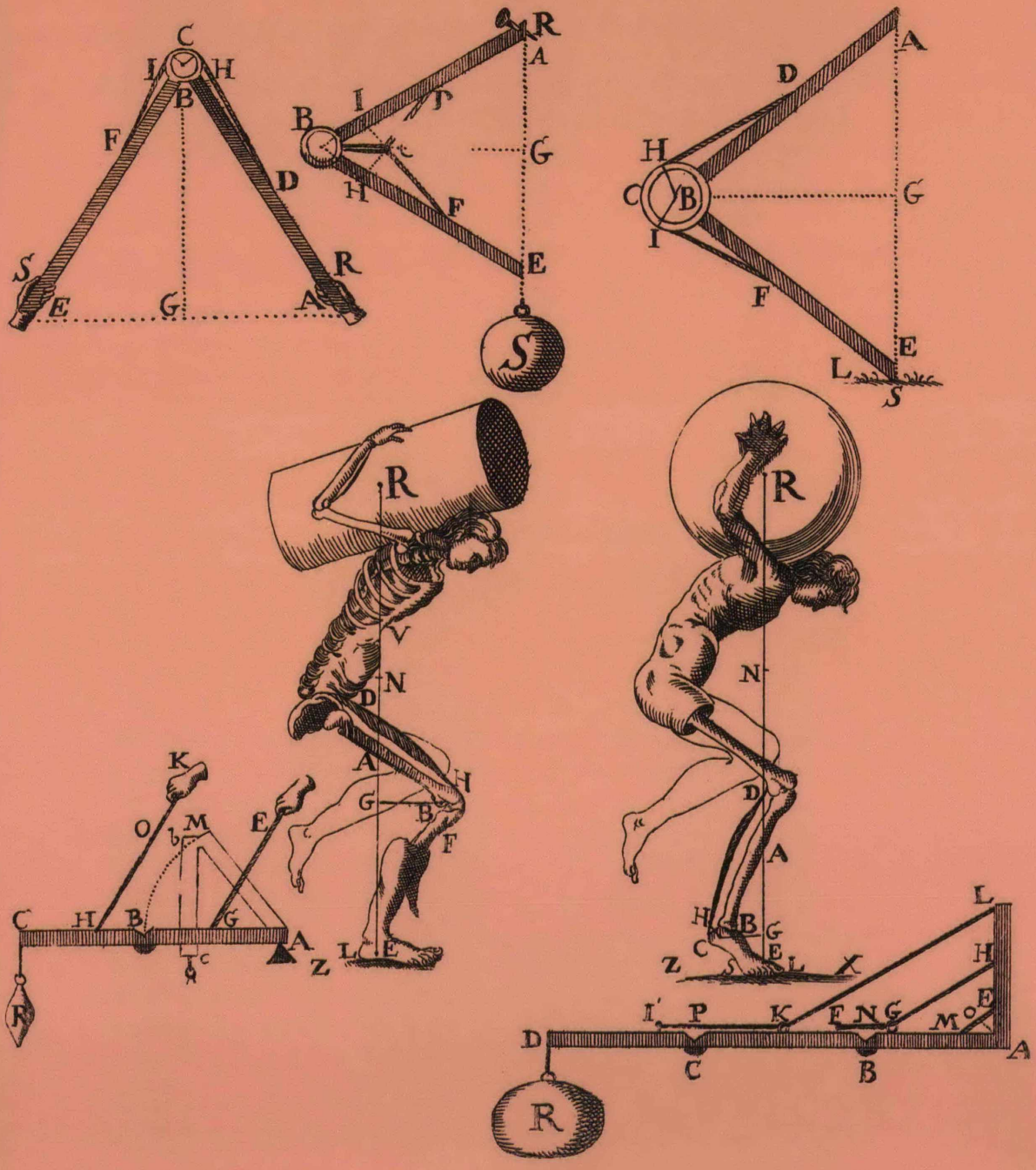
Min cyborghistoria är berättelsen om överskridna gränser, skriver Donna Haraway.



Boris Karloff som Frankensteins monster i filmen Frankenstein från 1931.

HOT ELLER MÖJLIGHET?

om maskinen som människans problemtyngda följeslagare


C
I
H
B
F
D
S
E
G
A
R
I
B
H
F
G
E
S
D
A
H
C
B
G
I
F
E
L
S
R
V
N
D
A
K
O
M
E
G
B
F
C
H
B
G
A
Z
L
E
R
R
N
D
A
H
B
G
C
E
Z
L
X
L
H
I
P
K
F
N
G
M
E
D
C
B
A
R

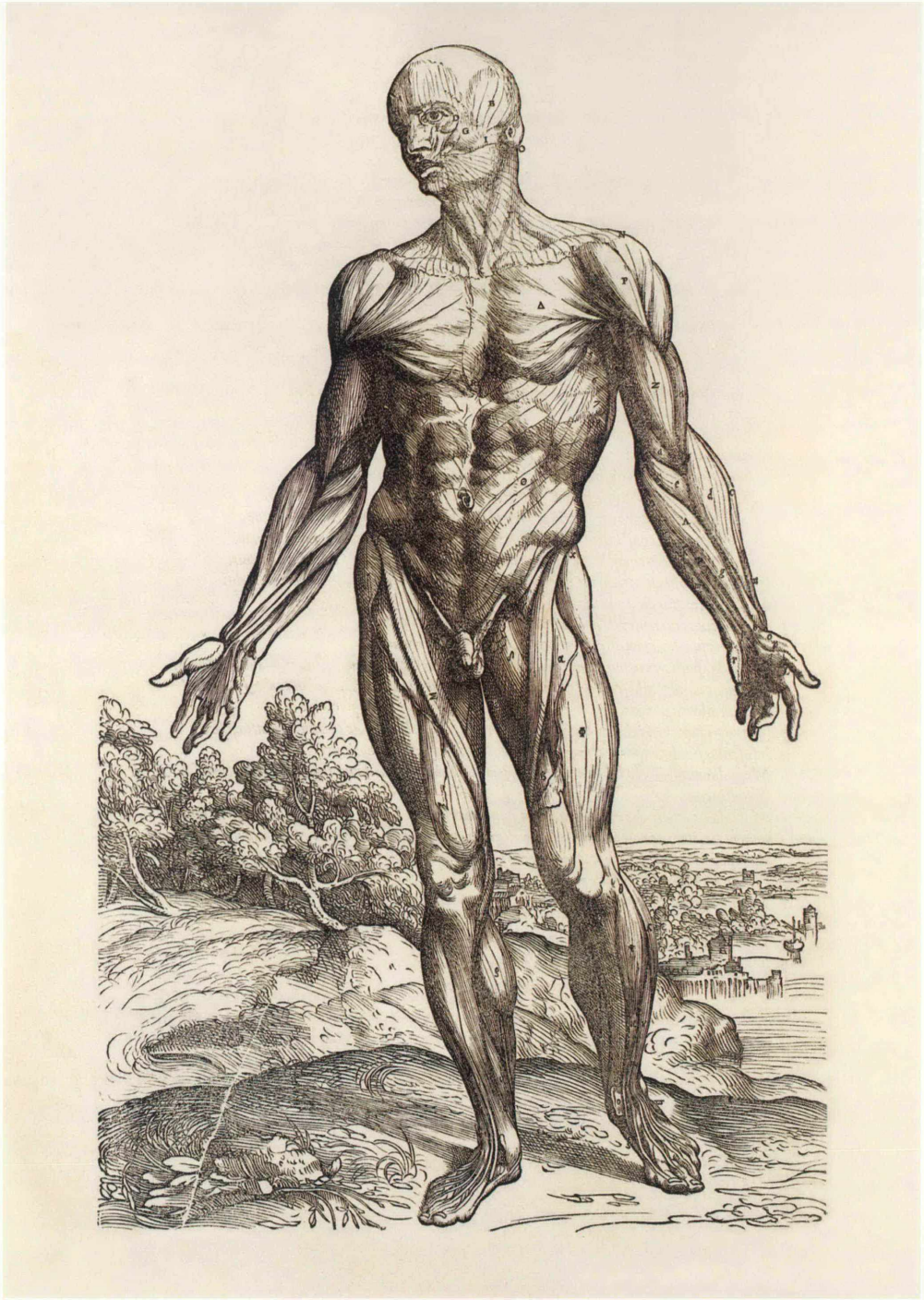
Frågan om vad människan är för slags varelse har intresserat filosofer, teologer, arkeologer och många andra sedan urminnes tider. Alla har kanske inte velat skriva under på Erik Gustaf Geijers klassiska formulering om att människan själv är människans största gåta, men att människans intresse för sig själv och för sin egen natur är en artspecifik egenskap verkar man vara överens om. Människans självmedvetande och hennes insikt om sin egen dödlighet har också varit mycket spridda föreställningar om vad som utmärker människan. En annan och nästan lika spridd uppfattning är att människans särart ligger i hennes förmåga att använda redskap för att förändra sin kropps egenskaper. Homo habilis, den verktygsskapande människan, ses ofta som ett avgörande steg i människans evolutionära historia. Men när verktygen blev till maskiner som rent av kunde ersätta människan, framstod det som människan skapat inte längre enbart som ett redskap utan även som ett hot.

Av: Roger Qvarsell

HISTORIEN OM MÄNNISKANS MASKINER

Det är uppenbart att historien om människan och hennes maskiner kan liknas vid den gammaltestamentliga skapelseberättelsen. När Gud skapade människan till sin avbild skapade han också en varelse med makt och möjlighet att göra uppror och kräva sin rätt till självständighet. Människan förnekade sin skapare och trodde sig kunna klara sig på egen hand. Guden sörjde sin förlust men kunde bara återfå makten över sin skapelse genom att människan återtog sin plats i tillvaron. Människans självständighet, eller rent av egensinne, hade medfört att gudomen blivit fjättrad och försvagad. På samma sätt kunde den allt mer komplicerade och självständiga maskinen framstå som ett hot mot sin egen uppfinnare människan. Rädsla brukar ofta handla om det okända och främmande, men en rädsla inför det man känner till men saknar makt över kan vara väl så stark.

Att människans förhållande till de redskap, maskiner och senare robotar hon själv konstruerat är komplicerat är ganska uppenbart. Alla dessa apparater förväntas kunna hjälpa människan i hennes vardagliga bestyr eller utföra arbetsuppgifter som hon själv inte kan eller vill utföra. Samtidigt har maskinerna uppfattats som ett hot. Maskiner, robotar



Muskelmannekäng från praktverket *De humani corporis fabrica libri septem* av anatomen Andreas Vesalius från 1543. Vesalius var bland de första att systematiskt obducera kroppar för att lära sig hur människan ser ut inuti.

och automater har ansetts skapa arbetslöshet. Man har skrämts av det hårda, mekaniska och okänsliga i dessa apparater, men även av att de varit allt för lika människan själv. I båda fallen handlar människans föreställningar om maskinerna lika mycket om hennes allt annat än okomplicerade självbild.

Syftet med den här artikeln är att lite skissartat belysa hur den människoskapade maskinen kunnat fungera som redskap i människans arbete, såväl som modell för kunskapen om människan själv och som ett hot mot hennes makt över sin egen tillvaro.

I renässansförfattaren Pico della Mirandolas bild av människan består hennes öde i att hon inom sig bär på element från den skapade världens alla delar. Hon har del i stenarnas, växternas, djurens och änglarnas riken och kan eller måste själv välja vad hon vill vara. Kanske kan man med en liknande utgångspunkt säga att den moderna människan kan se sig själv som en maskin, eller hon kan välja att se sina maskiner som människor.

En given bakgrund till att vi människor ägnat så mycken tid åt att försöka förstå vad maskinerna betyder för oss i det vardagliga livet, liksom för vår förståelse av oss själva, är den allt snabbare teknikutvecklingen.

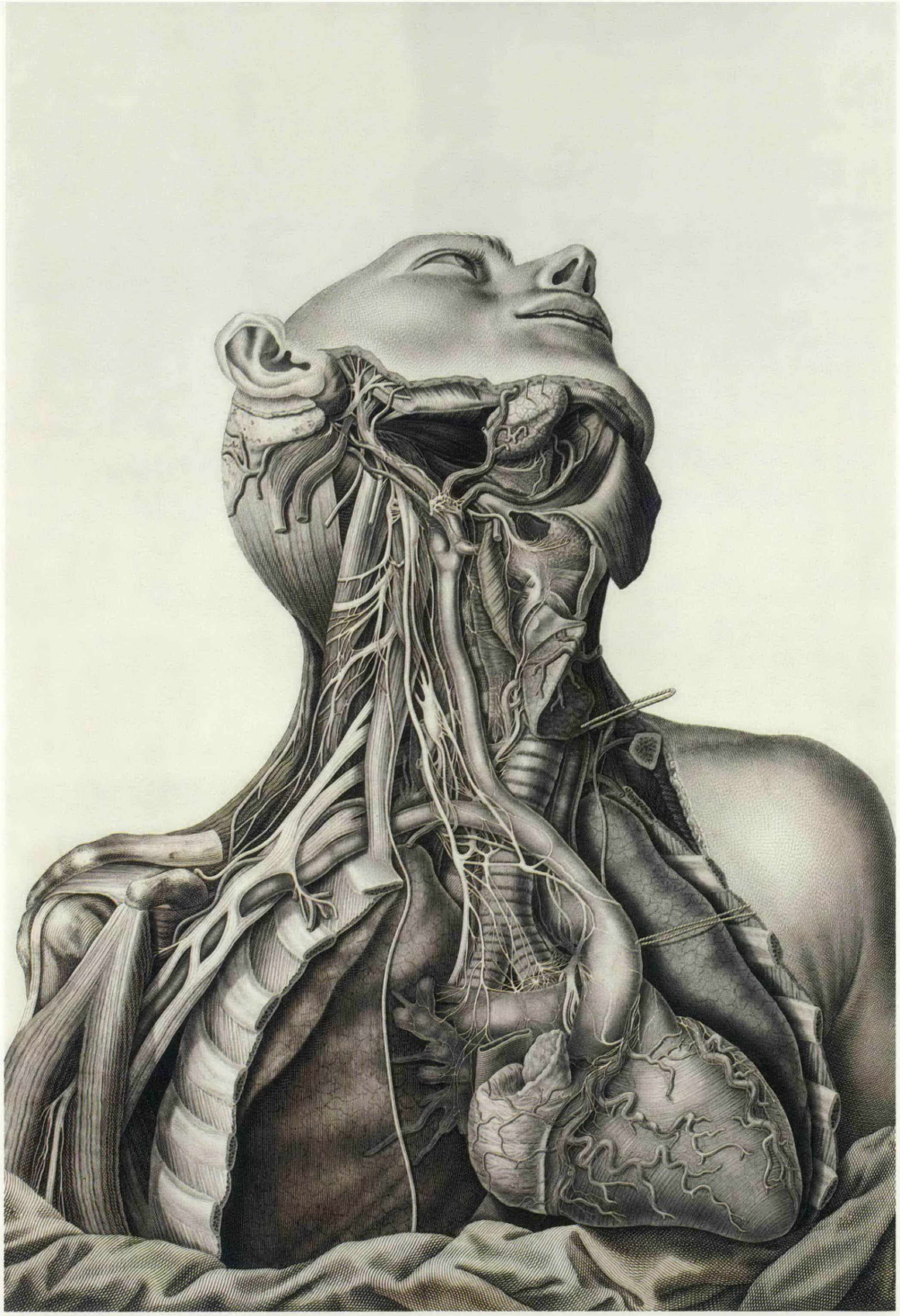
Uppfinningsrikedomen har nog alltid varit stor men spridningen av ny teknik gick före industrisamhället ganska långsamt. Möjligen var detta rent av bra eftersom den praktiska nyttan av de första prototyperna inte alltid var särskilt stor. De finns många historiska exempel på att de som väntade lite innan de tog till sig ny teknik, åtminstone tills "barnsjukdomarna" hade åtgärdats, vann stora fördelar, inte minst ekonomiskt. Samtidigt har ny teknik och storslagna visioner om dess möjligheter eggat fantasin och lockat människor till utställningar och rent av förhastade investeringar.

Kanske är det de ständiga proklamationerna om något nytt, något annorlunda och något bättre som ska komma som också medfört att teknikoptimismen spillt över på hur vi tänker oss kunna förändra våra egna kroppar och kanske rent av vår självbild. Trots att vi har en ur evolutionär synvinkel överdimensionerad hjärna är det framförallt den mentala förmågan vi vill se utvecklad med maskinernas hjälp.

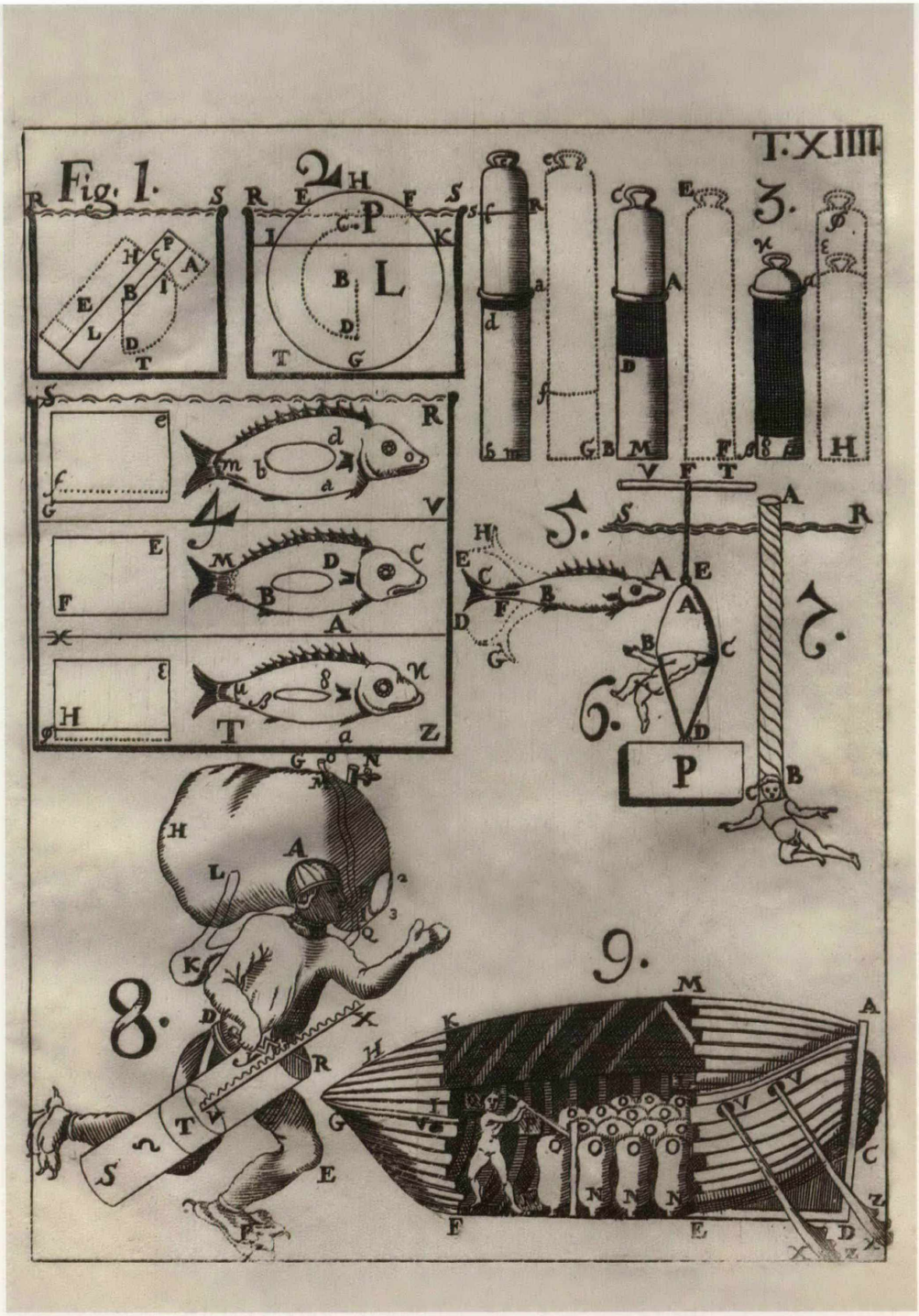
Att många står i kö när en ny datormodell introduceras är kanske inte särskilt förvånande, men hur man kommer att reagera när de första implantat-chippen för bruk i hjärnan lanseras återstår att se. Tekniken får kanske inte bli allt för mänsklig.

MÄNNISKAN SOM MASKIN

När det empiriska utforskandet av människokroppen på allvar tog sin början i övergången mellan medeltid och renässans, saknade man i hög grad termer och begrepp för hur kroppens delar skulle beskrivas. Än värre var det beställt med teorier om hur kroppens funktioner, rörelseapparaten, matsmältningen och hjärnan för att nämna några av dessa, skulle kunna förklaras. Detta fick bland annat till följd att bilderna i de första anatomiska handböckerna var mer detaljrika och klargörande än texterna. Bilderna gjordes nämligen av konstnärligt skolade



Anatomen Antonio Scarpas bild från 1794 visar nerver, muskler och artärer i öppen dager.



Den italienske naturforskaren Giovanni Alfonso Borelli kartlade människans och djurens rörelser och förklarade dem utifrån mekanikens principer. Dykaren är från omkring 1680.

personer som lärt sig den svåra konsten att se och återge det man såg, medan textförfattarna var mer beroende av äldre föreställningar och terminologier. När man så sökte nya ord och begrepp så lånade man från andra kunskapsområden på ett sätt som kommit att utmärka en rad nya vetenskapliga områden. Man kan säga att vetenskapens utveckling varit beroende av att omvandla etablerade termer till metaforer för att fånga in sådant som ännu inte hade fått en egen språklig utformning.

Försöken under tidigmodern tid att forma en vetenskaplig kunskap om människan som motsvarade vad som höll på att hända inom naturvetenskapen kan enklast beskrivas som en sekularisering av människobilden. Föreställningarna om det själsliga eller andliga livets särart eller rent av överordnade ställning ersattes med ambitiösa försök att beskriva allt som rörde människan med hjälp av de nya rönen inom i första hand fysik och mekanik, i andra hand kemi och biologi.

Tanken att människokroppen kunde ses som en fysikalisk anordning eller rent av maskin var starkt inspirerad av René Descartes filosofi, även om eftervärlden främst uppmärksammat den skarpa åtskillnaden mellan kropp och själ. Descartes ambition var att så långt det var möjligt söka förklara människokroppens funktioner som mekaniska eller fysikaliska processer, men han gjorde ändå halt vid det själsliga medvetande som tänktes kunna både avläsa och styra de kroppsliga funktionerna.

TEKNIKEN SOM FÖREBILD

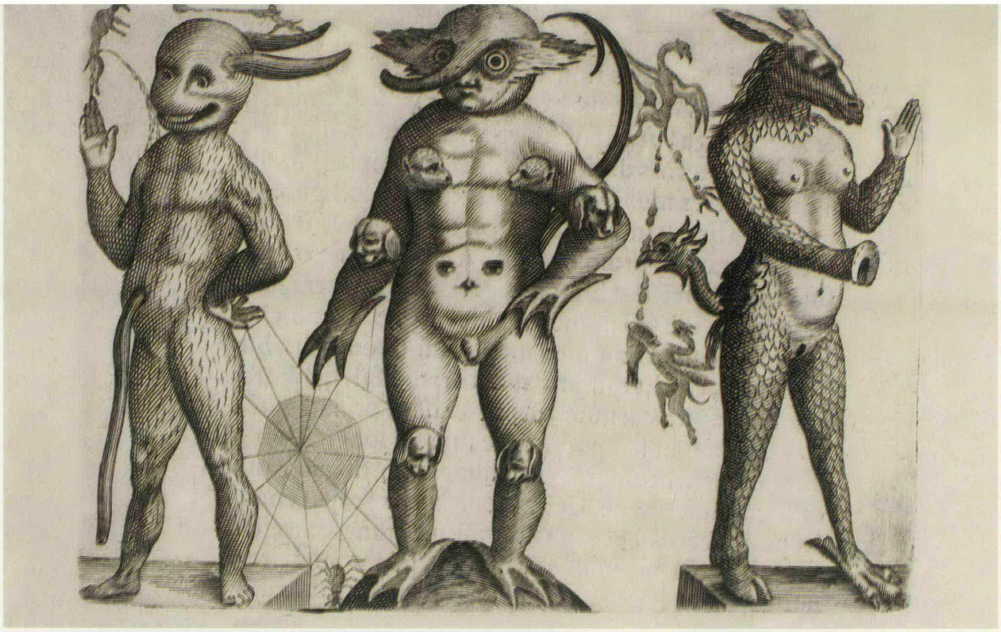
Andra gick längre, så till exempel matematikern och läkaren Giovanni Borelli från Pisa, som i likhet med Descartes hade nära kontakt med drottning Kristina, och som var mycket konsekvent i sin beskrivning av människokroppen som en mekanisk apparat.

Bland företrädarna för den så kallade iatro(kropps)fysiska skolan inom medicinen användes mekaniken som förebild för att förklara kroppens rörelseorgan och hydrauliken när det gällde transporten av vätskor mellan kroppens olika organ. Flera empiriska upptäckter verkade också stödja denna mekaniska syn på människokroppen, och med den nederländske läkaren Herman Boerhaaves många översiktliga böcker fick den mekaniskt inspirerade medicinska bilden av människan stor spridning.

MASKINEN SOM MÅTT

Filosofisk och teologisk betydelse fick tanken på människan som en maskin med den franske filosofen La Mettries bok *l'Homme machine* från 1748. La Mettries bok har fått en närmast ikonisk ställning som symbolisk representation för den mekanistiska människosynen. I likhet med andra böcker som fått stor uppmärksamhet kan man dock säga att bokens titel haft större betydelse än dess innehåll. Med talet om människan som maskin menar La Mettrie inte i första hand att hon var en mekanisk apparat, utan en dödlig naturvarelse.

Vetenskapen om människan kan bara ägnas



Italienaren Fortunio Liceti studerade embryologiska missbildningar och beskrev i sina böcker monster, både verkliga och påhittade. Padua 1634

det materiella eller det som har en utsträckning i rummet, det vill säga kroppen. Någon odödlig själ kan inte finnas och de religiösa lärorna om det andliga själslivet hade på sin höjd en moralisk eller fostrande uppgift. La Mettrie var inte helt konsekvent i sin materialistiska syn på kroppen, utan närmade sig i synen på vad som gjorde kroppen levande det kommande århundradets mer idealistiska synsätt.

Även om maskinen som metafor för människokroppen minskade i betydelse fick ett annat naturområde större inverkan. Med utvecklingsläran, ärftlighetsläran och intresset för det organiska livets särart hämtades allt oftare metaforiken inom människovetenskaperna istället från levande delen av naturen.

Med de många undersökningarna av människokroppens anatomi, fysiologi och patologi under 1800-talet liksom etablerandet av psykologi, sociologi och pedagogik som särskilda kunskapsområden blev bilden av människokroppen och människans egenskaper både mer komplex och mer fristående från andra vetenskapsområden.

DEN KONSTGJORDA MÄNNISKAN

Om människan inte skapats av en gudomlig makt utan är en helt naturlig varelse, så är steget inte så långt att även tänka sig att det skulle gå att bygga en konstgjord människa. Ett av de första stegen på vägen mot en sådan människomaskin finner vi i den militära kirurgin under 1500-talet, där mer eller mindre funktionsdugliga proteser som tänktes kunna ersätta förlorade lemmar konstruerades.

Den franske kirurgen Ambroise Paré gjorde stor succé med sina finurligt konstruerade

och förhållandevis smidiga proteser, även om de flesta av hans förslag förmodligen aldrig kom till praktisk användning. Paré var även intresserad av teratologi eller monsterstudier. Monstret förefaller vanligen ha uppfattats som en gränsvarelse, en blandning av människa och djur eller människa och maskin.

Dessa svårbestämda varelser som gäckar våra vanliga kategorier kan verka skrämmande eftersom vi inte vet vad vi kan förvänta oss eller hur vi ska förhålla oss till dem.

Detta är uppenbart i bilden av den mest kända litterära monsterbilden, Frankensteins monster i Mary Shelleys roman *Frankenstein eller den moderne Prometheus* från 1818, i klassisk gestaltning av Boris Karloff i en film från 1931. I romanen sätter den unge läkaren Victor Frankenstein samman likdelar till en människoliknande kropp som får liv genom att elektricitet från ett åskväder leds in i kroppen. Monstret försöker lära sig konsten att vara människa, men misslyckas med att få kontakt då alla skräms av hans stela ansiktsdrag och mekaniska rörelser. Misslyckandet får monstret att döda sin skapare och fly ut i ensamheten.

Det är uppenbart att Mary Shelley var förtrogen med de experiment som genomförts av Erasmus Darwin och andra om hur elektrisk stimulering av nervsystemet skulle kunna ge liv åt en död varelse och överbrygga klyftan mellan levande och död materia. Den konstruerade människan blev dock hos Shelley aldrig något annat än en misslyckad kopia, det genuint mänskliga hos människan kunde inte efterliknas.

ROBOTEN TAR STRUPGREPP

Den konstgjorda människan har i populärkulturen fortsatt att vara ett skrämmande monster, liksom Mary Shelleys tanke att den konstgjorda människan kan vara ett hot mot henne själv. Roboten som tar strupgrepp på sin skapare och försöker överta dennes plats eller datamaskinen som inte bara räknar snabbare utan kanske rent av är smartare än programmeraren är välkända schabloner, inte minst i science fiction-berättelser. Även i många skräckfilmer har varelser i gränslandet mellan levande människor och tekniska apparater använts för att skapa de önskade sensationerna hos publiken. Filmen *The Terminator* från 1984 med Arnold Schwarzenegger kan nämnas som ett av de mer välkända exemplen.

Med den tyska musikgruppen Kraftwerk på 1980-talet vändes perspektivet på så sätt att riktiga människor försökte efterlikna mekaniska robotar. Fyra identiskt klädda män rörde sig på scenen med likformade mekaniska rörelser samtidigt som de spelade elektronisk musik. Robotdansen var något äldre än så och måhända inspirerad av de mekaniska rörliga dockor som en del leksaksföretag saluförde. En mer vetenskaplig eller pedagogisk motsvarighet är den manikin eller skalenliga miniatyr av människokroppen som använts i medicinsk undervisning. Gränsen mellan manikin och robot har senare upplösts genom att dockorna även gjorts i naturlig storlek och förväntas kunna ge information om sitt tillstånd och utsättas för olika former av medicinsk behandling.

RESERVDELSMÄNNISKAN

På samma sätt som på 1500-talet var det även på 1900-talet krigskirurgin som stod för många av innovationerna när det gällde att ersätta defekta eller saknade kroppsdelar. De båda världskrigen lämnade inte bara ödelagda städer och byar efter sig, utan även en rad lemlästade soldater som återvände till en svår tillvaro i sina sargade hemländer. Uppfinningsrikedomen var dock stor och såväl protestekniken som produktionen av bättre kryckor, smidigare rullstolar och specialtillverkade handverktyg tog fart.

Många av dessa uppfinningar och tekniker kom även till användning i den civila sjukvården och utvecklades till hjälpmedel för olika grupper av funktionshindrade. Inte minst inom ortopedin lyckades man använda de nya teknikerna och rent av ersätta slitna skelettdelar med konstgjorda sådana. Begräsningarna låg snarare i infektionsriskerna än i tekniska svårigheter.

På samma sätt som transplantationskirurgin kommit att leda till funderingar om den individuella identiteten hos mottagarna av nya organ, har användningen av mekaniska reservdelar i kroppen påverkat bilden av vari det mänskliga egentligen består. Mot slutet av 1900-talet kom talet om den kulturella identitetens betydelse att få en central ställning i det politiska livet. För olika grupper av människor kom detta att handla om rätten till sin egen historia, sina kulturella traditioner och livsstilar. För enskilda människor kom rätten till kroppslig integritet och makten över det egna livet att ses som viktiga steg när grundläggande politiska rättigheter hade blivit tillgodosedda.

Proteser som ersätter armar och ben har sällan medfört några svårigheter när det gäller bevarandet av en kroppslig identitet. För många har dock förmågan att känna smärta i borttagna kroppsdelar utgjort en påminnelse om kroppen som den en gång var. Ofta kallas dessa smärtimpulser för fantomsmärtor, eftersom hjärnan lokaliserar dem till platsen för de försvunna organen.

Mer komplicerat förefaller det dock vara med mekaniska kroppsdelar och transplantationer av organ som rör centrala och livsviktiga funktioner. Inte minst gäller detta hjärtat som uppfattats som livets säte såväl som platsen för människans känsloliv. När blir reservdelsmänniskan så främmande för sitt ursprung att hon förvandlas till en konstgjord varelse? Om det vore möjligt att transplantera hjärnor, skulle man då undra om det var kroppen som fått en ny hjärna eller hjärnan som fått en ny kropp?

DEN MÄTBARA MÄNNISKAN

En variant av tanken på människan som en maskin är föreställningen om att människans kroppsliga och själsliga egenskaper är mätbara på samma sätt som man kan mäta fysiska föremål och maskiners prestationer. Att göra allt mätbart har sin grund i en strävan på gott och ont att utsträcka vetenskapens område på bekostnad av religiösa och ideologiska ambitioner att fastställa innebörden av och gränserna för det mänskliga.

Kännetecknande för den *försokratiska filosofin*



Den tyske fältskären Hans von Gersdorff beskrev olika kirurgiska tekniker. Träsnittet från 1542 är den första tryckta och massproducerade bilden av en benamputation.



Den italienske läkaren och vetenskapsmannen Santorio Santorio kartlade kroppsdata med hjälp av precisionsinstrument. Bland annat spenderade han 30 år på en våg och vägde allt han åt och jämförde detta med vikten på sin avföring.

– den västerländska filosofin före Sokrates – är att människan är alltings mått. Det kan tolkas som att all kunskap samlas och bedöms av människan, vilket innebär ett slags kunskapsrelativism. Men devisen kan också uppfattas som uttryck för ett värdesystem där människan ges en särställning och att allt annat värdesätts med människan som utgångspunkt. I kristendomen, judendomen och islam ges människan en överordnad ställning i relation till andra varelser och naturen. Detsamma gäller inom den sekulära humanismen som framförallt formulerades under upplysningstiden, men som ifrågasatts inom olika posthumanistiska rörelser, som i sin tur ofta har sin grund i en radikal civilisations- och miljökritik.

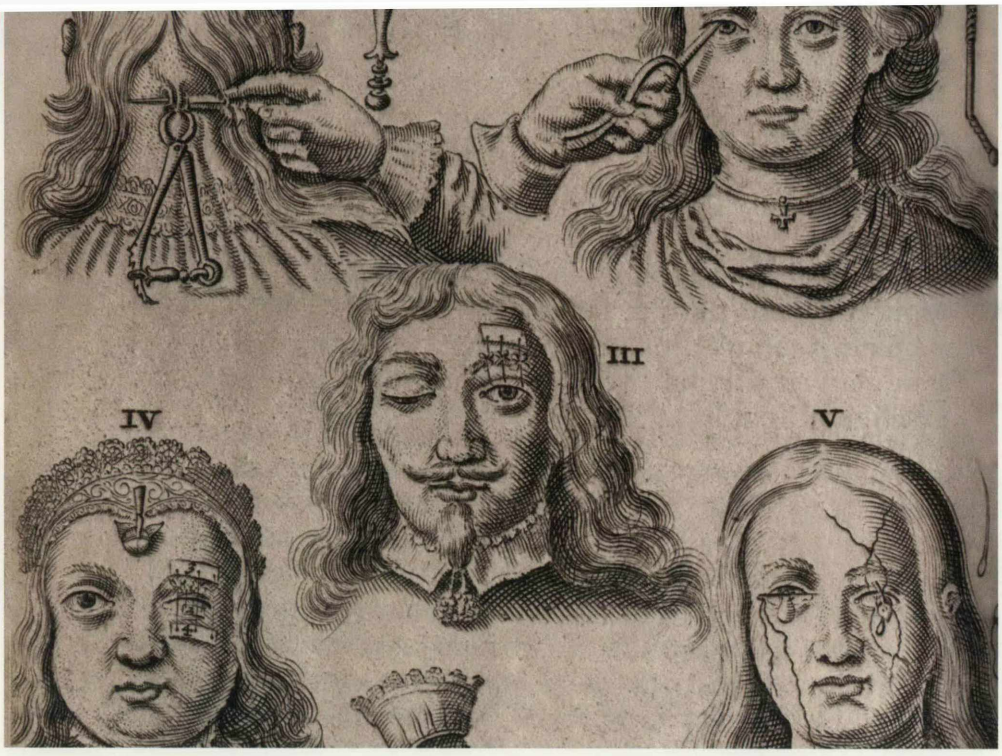
En av de första som försökte förstå hur människokroppen fungerade genom mätning var den italienske läkaren Santorio Santorio som tillbringade en del av sitt liv på en våg för att undersöka hur kroppens system för ämnesomsättning fungerade. Under 1700-talet började man använda enkel statistik för att räkna ut människors livslängd, befolkningens sammansättning och antalet avlidna i samband med stora epidemier.

Inom den lasarettsanknutna medicinen infördes under det följande seklet en rad mätmetoder för att bedöma de sjukas kroppsliga tillstånd. Nya tekniker för att mäta temperatur, puls, andning med mera introducerades, och uppgifterna sparades i journalböcker eller presenterades på blanketter fastsatta på sänggavlarna. De sjukas berättelser om sina problem minskade i betydelse och de medicinska undersökningarna fick en mer vetenskaplig prägel.

Långt senare har den tekniska utvecklingen inom intensivvården nått en nivå där mätningarna av den sjuka kroppens funktioner kan avläsas i ett centralt kontrollrum. När man sedan i vissa fall har kunnat förbinda dessa mätningar med ett automatiskt ingripande, har den sjuka människan integrerats i ett maskinellt system.

Den nya hälsotekniken med övervakningssystem i form av armband eller sensorer i kläderna som ställer diagnoser, ringer en larmcentral eller föreslår läkarkontakt har medfört att den mänskliga kroppen hanteras med samma typ av sensorbaserad systemteknik som i den automatiserade industriproduktionen. Vad denna teknik gör med människornas föreställningar om sina kroppar återstår att se. Särskilt intressant är huruvida förmågan att på egen hand bedöma kroppens tillstånd och eventuella skavanker minskar som en följd av detta teknikberoende.

Ett näraliggande område som fick en snabb utveckling under 1900-talet var den så kallade psykotekniken. Genom att mäta människors psykiska egenskaper och intellektuella förmåga tänkte man sig kunna styra eller påverka yrkesval, utbildningsplaner och behov av vägledning så att var och en skulle hamna på rätt plats i samhället. Att det kan vara betydligt svårare att mäta de psykiska egenskaperna medförde att denna teknik blev mer ifrågasatt än de fysiska mätteknikerna. Misstankar om att psykotekniken även kunde användas för kontroll och övervakning förstärkte denna kritiska inställning.



I mitten på 1600-talet skrev Johannes Schultes en lärobok i kirurgi som kom att bli något av ett standardverk. Bland annat innehöll den över 100 fallbeskrivningar och och komplett katalog över tidens alla kirurgiska verktyg.

MASKINMAKT

Att maskinerna fått en så central ställning i den mänskliga kulturen hänger kanske samman med att de på flera sätt varit förbundna med organiseringen av makt över både naturen och medmänniskorna. Såväl handredskapen som maskinerna har som regel konstruerats för att underlätta människans arbete med att forma eller förädla olika föremål för att tillfredsställa sina behov.

Men med en ökad komplexitet förefaller det som om en del maskiner fått något av ett eget liv och därmed kommit att uppfattas som hotfulla. De har blivit svåra att styra och tillskrivits egenskaper som vanligen varit förbundna med människorna själva. Maskinerna har blivit monster, lika människan men utan empati.

Det finns gott om historiska exempel på en rädsla för maskinerna såväl som på en kraftig kritik mot att låta maskinerna få för stor plats i människornas liv. Ibland har man sammanfattat dessa negativa attityder med termen ”teknofobi”, men då denna term antyder att det skulle handla om en sjuklig inställning har den framförallt en retorisk funktion.

Ett av de äldsta uttrycken för en sådan maskinkritik var upproren under industrialismens

barndom mot att maskiner ersatte den mänskliga arbetskraften. Sådana upprorsrörelser finns dokumenterade redan under 1600-talet men fick i England i början av 1800-talet ett eget namn. Deltagarna i dessa rörelser kallades "ludditer" efter namnet på en troligen fiktiv ledare för de textilarbetare som reagerade på de allt fler mekaniska spinnmaskiner och vävstolar som började ta plats i industrilokalerna.

Att maskiner ersatt mänskligt arbete är otvivelaktigt och i själva verket ett av skälen till att maskinerna konstruerats. Ekonomer har kallat detta för "teknologisk arbetslöshet", en arbetslöshet som beror på att människor ersätts av maskiner eller någon annan sorts teknik. Vanligen har man därefter förklarat att om vissa arbetsuppgifter övertas av maskiner så frigörs resurser och arbetskraft för andra och vanligen intressantare uppgifter.

Maskinernas ökande betydelse inom industrin mot slutet av 1800-talet innebar också ökade krav på att arbetet skulle styras av maskinernas arbetssätt och tempo. Verkstäderna öppnade och stängde på exakta klockslag, och arbetet vid maskinerna handlade ofta om att mata in och plocka ut material vid exakt rätt tidpunkt. Känslan av att vara slav under maskinerna var därmed påtaglig, vilket gavs en kongenial gestaltning av Charlie Chaplin i den klassiska filmen *Moderna tider* från 1936. När den unge arbetaren inte längre orkade skruva åt de snabbt förbipasserande muttrar som var hans arbetsuppgift drogs han in i maskinen utan möjlighet att komma därifrån. Arbetaren blev bokstavligen en del av maskineriet.

Andra exempel på rädslan för ny teknik kan vi finna i den psykiatriska litteraturen från och med senare delen av 1800-talet. Nästan alla typer av tekniska innovationer som berört människors vardagsliv har även resulterat i psykiatriska symptom. Redan på 1850-talet rapporterade provinsialläkarna om ungdomar som låste in sig på sina rum och varken deltog i arbetet eller gick i skolan. Bedömningen var att de inte kunde hantera allt det nya som fanns omkring dem. Andra kände sig drabbade av de allt högre hastigheterna i mer konkret bemärkelse, till exempel att tågens höga fart medförde att landskapet flimrade förbi på ett utmattande sätt för känsliga sinnen. Telefontekniken med sina röster utan ansikten gav ny näring åt paranoikernas känsla av att vara förföljda av främlingar.

BORTOM DET HUMANA

För en historiker är Hegels klassiska formulering "Minervas uggla flyger först i skymningen" ett självklart rättesnöre om man tvingas säga något om vår egen samtid. Innebörden av denna devis är att vi aldrig kan bedöma en pågående förändringsprocess förrän den närmar sig sitt slut. När vi själva står mitt i denna förändring är vårt synfält begränsat och vi riskerar att övervärdera vissa och underskatta andra omständigheter.

Först med en historisk distans kan vi skilja det långsiktigt betydelsefulla från det tillfälliga och oviktiga. Det finns trots denna reservation anledning att fundera över om inte själva distinktionen mellan människa och maskin

i framtiden kan komma att uppfattas på ett annat sätt än vad som varit fallet i ett historiskt sammanhang. Skillnaden mellan organiskt liv och en konstgjord maskin kommer kanske att kvarstå men samspelet att se radikalt annorlunda ut.

Med termen cyborg, eller homo cyberneticus, har man sedan 1960-talet försökt fånga beröringspunkterna mellan fiktiva gestalter i science fiction-kulturen och människans urgamla strävan att hitta tekniska hjälpmedel för att kunna förbättra sin kropps egenskaper. Hur långt kan man gå innan människan upphör att vara en människa och blir en maskin? Kanske är frågan fel ställd. Det finns kanske inte något som kan kallas en renodlad människa, helt fri från alla former av tekniska eller andra förändringar.

Påverkar en inopererad höftled i stål eller en titanskruv i käken den berördes grundläggande egenskaper som människa? Är det bevarandet av en organisk kropp som skapar människan eller hennes förmåga att göra intellektuella och moraliska bedömningar?

Om människan genom tekniska medel kan bli mer och mer en apparat eller en maskin, så verkar det också möjligt att man skulle kunna bygga en artificiell men ändå organisk människoliknande varelse, en android. Är detta då en människa eller en levande maskin?

Intressant nog har "android" även kommit att användas som namn på ett operativsystem för mobiltelefoner. Tanken är uppenbarligen att man ska förknippa detta system såväl med föreställningen om konstgjort liv som med en kraftfull manlighet (andro-, prefix för att ange manligt kön). Med en samlad term har man kallat detta att människan blir mer och mer beroende av en teknik som formar och kontrollerar henne, för transhumanism. Människan har överskridit sina egna gränser. Hon har inte bara ifrågasatt sin skapare, utan satt sig själv i dennes ställe för att anknyta till det resonemang som inledde denna artikel.

MASKINER MED RÄTTIGHETER

Även på ett annat och delvis motsatt sätt har människans särställning kommit att ifrågasättas. Genom en kombination av den sekellånga debatten om människan och miljöproblemen samt ett vidgat och generaliserat rättighetsbegrepp har den så kallade posthumanismen fått ökad betydelse. Grundtanken här är att människan måste dela planetens begränsade resurser med alla varelser och inte kan sätta sina egna intressen i centrum. De rörelser för djurens rättigheter och för en vegetarisk kosthållning som utvecklades i slutet av 1800-talet har därmed fått en ideologisk grund som inte bottnar i föreställningen om människans ansvar, utan baseras på tanken om alla levande varelsers lika värde. Kanske kan även det växande intresset för astrobiologi, levande organismer på andra planeter, på ett motsvarande sätt komma att leda till att människans föreställning om sin unika roll i tillvaron påverkas. Inte minst för att denna kunskap kan komma att påverka bilden av det mänskliga livets uppkomst på jorden.

I den mycket uppmärksammade SVT-serien



Ulisse Aldrovandi betraktas som grundaren av den moderna naturalhistorien och författade bland annat *Monstrorum historia* (1658) som fantasirikt beskriver olika sorters monster, både från djurvärlden och bland människor.

Äkta människor skildras en möjlig framtid där en blandning av robotar och androider skapats för att ta hand om vardagliga och besvärliga arbetsuppgifter. Förutom sitt beroende av regelbunden laddning av sina batterier och att de köptes och såldes i vanliga affärer var de anmärkningsvärt lika människorna. Ibland framstår dessa rent av som mer mänskliga eller mer äkta än sina ägare. Programserien har dock i första hand tolkats som en liknelse över förhållandet mellan medborgare och gästarbetare i vår egen samtid.

Ett gemensamt problem för alla dessa försök att förändra föreställningen om relationerna och förbindelserna mellan å ena sidan människan och å andra sidan maskiner, djur och varelser från andra planeter, är att det så vitt vi vet bara är människor som formulerat några tankar om dessa förhållanden. Tanken på människan som den enda varelse som kan reflektera över sin egen roll och uppgift kvarstår, även om människans ställning i övrigt ifrågasatts.

MÄNNISKANS AVBILD

De maskiner som människan skapat har av allt att döma uppfattats både som fantastiska hjälpmedel och som allvarliga hot. Att förlänga och förstärka den egna kroppens förmågor har alltid lockat människan, och med de mer självständigt arbetande maskinerna har människan befriats från en rad tunga och farliga arbetsuppgifter.

Samtidigt har rädslan för maskinerna och kritiken mot ett allt för stort beroende av tekniska apparater utvecklats. Till stor del har kritiken mot maskinsamhället bottnat i föreställningen om något kyligt, okänsligt och omänskligt i allt som rör maskinerna. Samtidigt kan maskinernas likhet med människan medföra att de uppfattas som hotfulla och skrämmande. I båda fallen handlar detta rimligen om människans osäkerhet inför vad det innebär att vara människa och var gränsen går mot det skrämmande omänskliga, oavsett om detta finns utanför eller inom henne själv.

Om jag får vara lite personlig kan jag berätta att under min uppväxt på den svenska landsbygden på 50- och 60-talen var förhållandet till alla former av motordrivna maskiner mycket intimt. Mopedmotorer, båtmotorer och för de lite äldre även bilmotorer behövde ständig tillsyn och plockades ibland isär bara för att det var roligt att se om man fick ihop dem igen. Jag slogs då av hur lika dessa motorer var människan själv, inte bara för att de var minst lika känsliga och ömtåliga utan i själva sin konstruktion. Bränsletanken var det skafferi varifrån maten och näringen plockades fram, förgasaren påminde om lungorna och magsäcken, motorns kolvar, ventiler och tändstift hade samma uppbyggnad som hjärtat med sina kammare, klaffar och slag, avgasröret motsvarade tarmsystemet. Förbränningsmotorn var en hanterbar och fullt begriplig homunculus. Liksom människan kunde motorn omvandla energirik materia till rörelse och arbeta självständigt i några timmar innan nytt bränsle behöver fyllas på. Om man kan säga att människan med maskinen skapat sin egen avbild så får väl förbränningsmotorn i det närmaste uppfattas som en kopia.

Liksom människan en gång i tiden gjorde uppror mot sin skapare har den sentida maskinen börjat visa tecken på att göra uppror mot sin uppfinnare. Om maskinerna automatiseras och rent av ges möjlighet att på egen hand anpassa sig efter nya omständigheter och tillverka kopior av sig själva behövs människan inte längre. Människan har då reducerats till en förste "rörare" som satte igång maskinsystemet, men sedan inte kunnat vara annat än en passiv och möjligen ganska sorgsen betraktare. Kanske hoppas hon att den förlorade sonen ska återvända, men än troligare är att hon kommer att känna en växande rädsla för vad maskinernas nyvunna frihet och självständighet kan komma att medföra.

Pietro da Cortonas anatomiska teckningar föll i glömska efter hans död och publicerades inte förrän drygt 70 år senare, 1741.

TAB. V.



REFERENSER

Förändrade egenskaper – om Darwin, tekniken och kroppspolitiken

Litteratur

• Frostegård, Johan. *Nästan allt om människan: evolutionen, generna, moralen och lite till.* Stockholm: Karolinska Institutet University Press, 2008.
• Harari, Yuval, Noah. *Sapiens: en kort historik över mänskligheten:* Natur & Kultur, 2015.
• Huxley, Aldous. *Brave New World:* Harmondsworth: Penguin Books, 1955.
• Sörlin, Sverker. *Den blinde skaparen: en essä om Darwin och livets sammanhang:* Weyler förlag, 2009.
• Wållgren, Ingrid. "På spaning efter den tid som förestår – en idékritiskt analys av biopolitikens ideologier. Kandidatuppsats." Statsvetenskap, Lunds universitet, 2010.

Elektroniska källor

• http://www.maxmore.com/
• http://www.thetimes.co.uk/tto/news/world/europe/article2594684.ece

Muntliga källor

• Ingrid Wållgren, doktorand, Avdelningen för idé- och lärdomshistoria, Institutionen för kulturvetenskaper, Lunds universitet.
• Sverker Sörlin, professor i miljöhistoria, Avdelningen för historiska studier av teknik, vetenskap och miljö, KTH.
• Karin Jebari, fil. dr och forskare, Institutet för Framtidsstudier.

Träben, robothänder och odlade organ – om proteser och artificiella kroppsdelar

Litteratur

• Allard, Bertil. *Svensk ortopedteknik under 100 år: människor, företag, marknad, teknik.* Helsingborg: Bertil Allard Holding, 2006.

Muntliga källor

• Steward Emmens, curator of Community Health, Science Museum, London.
• Christian Smith, biträdande lektor, Centrum för Autonoma System, KTH.
• Nigel Ackland, bärare av protesen Bebionic från RLS Steeper, Leeds, Storbritannien.
• Colette Shaw, tidigare affärsutvecklingschef, RLS Steeper, Leeds, Storbritannien.
• Rickad Brånemark, professor i ortopedi, Sahlgrenska akademin; University of California, San Francisco; Integrum.
• Max Ortiz Catalan, tekn. dr, Chalmers tekniska högskola, Integrum.
• May Griffith, professor i regenerativ medicin, Universitetssjukhuset i Linköping.
• Karl-Henrik Grinnemo, läkare och med. dr, thoraxkirurgi, Karolinska Institutet.

Det återskapade sinnet – om Knut som hör fast han är döv

Litteratur

• Anmyr, Lena, Mariann Olsson, Kjerstin Larson and Anders Freijd. "Children with Hearing Impairment – Living with Cochlear Implants or Hearing Aids." *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology* 75, no. 6 (2011): 844–849.

• Karltorp, Eva. "Congenital CMV Infection and Connexin 26 Mutations in Childhood Deafness: Intervention with Early Cochlear Implantation." PhD Thesis, Karolinska Institutet, 2013.
• Rask-Andersen H., Liu, W. E. Erixon, A. Kinnefors, K. Pfaller, A. Schrott-Fischer and R. Gueckert. "Human Cochlear Anatomical Characteristics and Their Relevance for Cochlear Implantation." *Anatomical Record* 298 (2012): 1791–1811.

Muntliga källor

• Knut, Mia och Tomas Kerstis, informanter.
• Gunnar Eskilsson, ingenjör på Cochlear Medical Team, Karolinska sjukhuset, Huddinge.
• Helge Rask-Andersen, professor i experimentell otologi vid Institutionen för kirurgiska vetenskaper, Öron-, näs- och halssjukdomar, Uppsala universitet, Akademiska sjukhuset i Uppsala.

Elektroniska källor

• http://whm02.louhi.net/~satakiel/wp-content/uploads/2013/10/OM-INNER%C3%96RATS-HEMLIGHETER-Helge-Rask-Andersen.pdf
http://www.medel.com/se/cochlear-implants
• http://www.barnplantorna.se/
• http://sverigesradio.se/sida/artikel.aspx?programid=406&artikel=5696711
http://www.sbu.se/sv/Publicerat/Alert/Bilaterala-cochleaimplantat-CI-hos-barn/

Universum bakom pannbenet – om chip, stamceller och tekniken i hjärnan

Litteratur

• Hochberg, L. R., M. D. Serruya, G. M. Friehs, J. A. Mukand, M. Saleh, A. H. Caplan, A. Branner, D. Chen, R. D. Penn and J. P. Donoghue. "Neuronal Ensemble Control of Prosthetic Devices by a Human with Tetraplegia." *Nature* 442, no. 7099 (2006): 164–71.
• Horgan, J. "The Forgotten Era of Brain Chips." *Scientific American* 293, no. 4 (2005): 66–73.
• Johansson, Veronica. "Stimulating the Brain: Ethical Perspectives on Deep Brain Stimulation & Nano Scaled Brain Machine Interfaces." PhD thesis, Lunds universitet, 2015.
• Leuthardt, Eric C., Jarod Roland, L. and Wilson Z., Ray. "Neuroprosthetics." *The Scientist* November, (2014).
• Nicolelis, M. A. and M. A. Lebedev. "Principles of Neural Ensemble Physiology Underlying the Operation of Brain-Machine Interfaces." *Nat Rev Neurosci* 10, no. 7 (2009): 530–40.
• O'Doherty, J. E., M. A. Lebedev, P. J. Ifft, K. Z. Zhuang, S. Shokur, H. Bleuler and M. A. Nicolelis. "Active Tactile Exploration Using a Brain-Machine-Brain Interface." *Nature* 479, no. 7372 (2011): 228-31.
• Vidal, Jacques. "Toward Direct Brain-Computer Communication." *Annual Review of Biophysics and Bioengineering* 2 (1973): 157–180.

Elektroniska källor

• http://bnci-horizon-2020.eu/
• http://www.the-scientist.com/?articles.view/articleNo/41324/title/Neuroprosthetics/
• http://forskarbladet.se/artiklar/hjarnsjukdomar-kostar-oss-165-miljarder-ar/
• http://www.thecrimson.com/article/1974/1/16/mindbending-controversy-pimost-neurosurgeons-now-agree/
• http://web.stanford.edu/~palanker/lab/retinalpros.html

Muntliga källor

• Jens Schouenborg, professor i neurofysiologi, Neuronano Research Center, Lunds universitet.
• Sten Grillner, professor i neurofysiologi, Institutionen för neurovetenskap, Karolinska institutet.
• Ola Hermanson, seniorforskare neurovetenskap, Karolinska Institutet.
• Veronica Johansson, teol. dr, Centrum för teologi och religionsvetenskap, Lund, Eberhard Karls Universität Tübingen, Institut für Ethik und Geschichte der Medizin.
• Karl Deisseroth, professor i bioteknik, psykiater, Stanford University, USA.
• Petter Kallioinen, forskningsassistent, Institutionen för lingvistik, Stockholms universitet.

Snabbare, starkare, smartare – om human enhancement och drömmen om supermänniskan

Litteratur

• Bostrom, Nick and Anders Sandberg. "Cognitive Enhancement: Methods, Ethics, Regulatory Challenges." *Science and Engineering Ethics* 15, no. 3 (2009): 311–341.
• Bostrom, Nick and Anders Sandberg. "The Wisdom of Nature: An Evolutionary Heuristic for Human Enhancement." i *Human Enhancement.* Oxford: Oxford University Press, 2009.
• Fukujama, Frances. *Our Posthuman Future: Consequences of the Biotechnology Revolution.* New York: Farrar Straus & Giroux, 2002.
• Jebari, Karim A. "Human Enhancement and Technological Uncertainty: Essays on the Promise and Peril of Emerging Technology." PhD thesis, KTH, 2014.
• Kotchetkov, I. S., B. Y. Hwang, G. Appelboom, C. P. Kellner and E. S. Connolly, Jr. "Brain-Computer Interfaces: Military, Neurosurgical, and Ethical Perspective." *Neurosurgical FOCUS* 28, no. 5 (2010): E25.
• Nelson, Jeremy T. *Enhancing Warfighter Cognitive Abilities with Transcranial Magnetic Stimulation: A Feasibility Analysis,* 2007.
• Pais-Vieira, M., M. Lebedev, C. Kunicki, J. Wang and M. A. Nicolelis. "A Brain-to-Brain Interface for Real-Time Sharing of Sensorimotor Information." *Scientific Reports* 3 (2013): 1319.
• WHO UNICEF. World Bank. *State of the World's Vaccines and Immunization.* 3rd ed. Geneva: World Health Organization, 2009.

Elektroniska källor

• http://www.theguardian.com/education/2004/jul/29/research.highereducation
• http://www.wired.com/2012/12/andrew-herr/
• http://www.bbc.co.uk/history/historic_figures/jenner_edward.shtml
• http://www.slate.com/articles/health_and_science/superman/2013/05/history_of_human_enhancement_how_plastic_surgery_birth_control_aspirin_ivf.html
• http://www.wired.com/2010/04/0413mk-ultra-authorized/
• http://www.army-technology.com/features/featurebrain-computer-interfacing-military-mind-control/
• http://www.eksobionics.com/
• http://www.wired.com/2012/05/combat-exoskeleton-afghanistan/
• https://www.youtube.com/watch?v=kwb0D-qrDm4g

Muntliga källor

• Karim Jebari, fil. dr och forskare, Institutet för Framtidsstudier.
• Kevin Warwick, professor i cybernetik, University of Reading, Storbritannien.

• Ingrid Wållgren, doktorand, Avdelningen för idé- och lärdomshistoria, Institutionen för kulturvetenskaper, Lunds universitet.

Tekniken och motivationen – om Caroline som förlorade ett ben men fick livet tillbaka

Muntliga källor

• Caroline Larsson, informant och bärare av Geniumprotes.
• Stefan Hultgren, Senior Project Manager, Ottobock Scandinavia.

Elektroniska källor

• http://www.ottobock.se/proteser/v%C3%A5ra-produkter/kn%C3%A4led-genium/
• http://www.ottobockus.com/prosthetics/lower-limb-prosthetics/solution-overview/genium-above-knee-system/
• http://media.ottobock.com/prosthetics/_general/files/ottobock_advanced_knee_technology_brochure.pdf
• http://ki.se/forskning/fran-traben-till-robotarm
• http://www.carolinelarsson.eu/i/a15015581/2011/

Maskinmänniskorna – om robotar i vardag och arbetsliv

Litteratur

• Deshmukh, Amol, Aidan Jones, Srinivasan Janarthanam, Helen Hastie, Tiago Ribeiro, Ruth Aylett, Ana Paiva, Ginevra Castellano, Mary Ellen Foster, Lee J. Corrigan, Fotios Papadopoulos, Eugenio Di Tullio and Pedro Sequeira. "An Empathic Robotic Tutor in a Map Application." i *Proceedings of the 2015 International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems,* 1923–1924 International Foundation for Autonomous Agents and Multiagent Systems, 2015.
• Fölster, Stefan. *Vartannat jobb automatiseras inom 20 år - utmaningar för Sverige.* Rapport från Stiftelsen för strategisk forskning, 2014.
• Fölster, Stefan. *De nya jobben i automatiseringens tidevarv.* Rapport från Stiftelsen för strategisk forskning, 2015.
• Johansson, Linda. "Autonomous Systems in Society and War: Philosophical Inquiries." PhD thesis, KTH, 2013.
• Johansson, Linda. *Äkta robotar.* Lidingö: Fri Tanke, 2015.
• Rosenthal-von der Pütten, Astrid M., Nicole C. Krämer, Laura Hoffmann, Sabrina Sobieraj and Sabrina C. Eimler. "An Experimental Study on Emotional Reactions Towards a Robot." *International Journal of Social Robotics* 5, no. 1 (2012): 17–34.
• Turkle, Sherry. *Alone Together: Why We Expect More from Technology and Less from Each Other.* New York: Basic Books, 2011.

Elektroniska källor

• http://www.softbank.jp/en/
• http://www.geminoid.jp/en/index.html
• https://www.aldebaran.com/en
• http://www.sony-aibo.com/
• http://singularityhub.com/2015/03/29/when-it-comes-to-jobs-automation-can-be-a-force-for-good/
• https://www.linkedin.com/pulse/20121210053039-22330283-the-future-of-linkedin-and-the-economic-graph
• http://singularityhub.com/2015/04/01/the-end-of-meaningless-jobs-is-a-win-for-us-all/
• http://robertreich.org/post/109894095095
• https://requester.mturk.com/

• http://singularityhub.com/2015/07/20/we-need-a-new-version-of-capitalism-for-the-jobless-future/
• http://www.brookings.edu/blogs/the-avenue/posts/2015/04/29-robots-manufacturing-jobs-andes-muro
• http://www.ibm.com/smarterplanet/us/en/ibmwatson/

Muntliga källor

• Danica Kragic, professor i datalogi, Centrum för autonoma system, KTH.
• Astrid Rosenthal von der Pütten, doktor i socialpsykologi, universitetet i Duisburg-Essen, Tyskland.
• Mattias Jacobson, forskare MDI, SICS.
• Ginevra Castellano, biträdande universitetslektor vid Institutionen för informationsteknologi, Visuell information och interaktion i Uppsala universitet.

Cyborgar och bioniska människor – om gränslandet mellan kropp och teknik

Litteratur

• Clynes, Manfred E. and Nathan S. Kline. "Cyborgs and Space." *Astronautics* September (1960): 26–27 and 74–75.
• Gray, Hables Chris. *The Cyborg Handbook.* New York: Routledge, 1995.
• Haraway, Donna. "A Cyborg Manifesto: Science, Technology, and Socialist-Feminism in the Late Twentieth Century." i *Simians, Cyborgs and Women: The Reinvention of Nature,* 149–181. New York: Routledge.
• Wollstonecraft Shelley, Mary. *Frankenstein eller den moderne Prometheus.* Lund: Bakhåll, 2008.
• Åsberg, Cecilia. "Pharmad-Ventures: A Feminist Analysis of the Pharmacological Imaginary of Alzheimer's Disease." *Body & Society* 15, no. 4 (2009): 95–118.

Muntliga källor

• Cecilia Åsberg, biträdande professor, Tema Genus, Linköpings universitet.

Hot eller möjlighet? – om maskinen som människans problemtyngda följeslagare

Litteratur

• Arvastson, Gösta. *Maskinmänniskan: arbetets förvandling i 1900-talets storindustri.* Göteborg: Korpen, 1987.
• Bud, Robert, Bernard Finn and Helmuth Trischler. *Manifesting Medicine: Bodies and Machines.* Amsterdam: Harwood Academic Publishers, 1999.
• Gustavsson, Daniel. *Monster i populärkulturen: död, levande död eller bara jävligt arg!* Lund: BTJ, 2014.
• Hager, Lena red. *Kroppen: konst och vetenskap.* Stockholm: Nationalmuseum, 2005.
Lindborg, Rolf. *Maskinen, människan och doktor La Mettrie.* Lund: Bokförlaget Doxa, 1984.
• Pico della Mirandola, Giovanni. *Om Människans Värdighet.* Stockholm: Atlantis, 1996.
• Quarfood, Christine. "Den mekaniska människan." i *Människobilder: tio idéhistoriska studier,* redaktörer Claes Ekenstam och Per Magnus Johansson: Gidlunds, 2007.
• Wibe, Sören. "Teknologisk arbetslöshet." *Ekonomisk debatt 8* (1986).

BILDFÖRTECKNING

4. Fotograf: Milis Smith. Ögonproteser.
7. Fotograf: Milis Smith. Pacemaker TM41138, Tekniska museets samlingar.
8. Fotograf: Milis Smith. Höftledsimplantat TM42105, Tekniska museets samlingar.
9. Fotograf: Milis Smith. Detalj av ögonlaserutrustning TM45273, Tekniska museets samlingar.
10–11. Fotograf: Carlos Arturo Torres Tovar. Protes för barn.
13. Collage: Nygren & Nygren. Ur Frederik Ruysch, 1721, Hagströmerbiblioteket.
15. Foto: Hagströmerbiblioteket. Charles Darwin.
16. Fotograf: E.O. Hoppé/Corbis. Julian Huxley, 1925.
19. Fotograf: Milis Smith. Ingrid Wållgren.
20. Anatomisk bild ur Bernhard Siegfried Albinus, 1747, Hagströmerbiblioteket.
23. Fotograf: Milis Smith. Sportklocka.
24. Fotograf: Milis Smith. Människo- och schimpanshand, Naturhistoriska riksmuseets samlingar.
27. Collage: Nygren & Nygren. Proteser i verk av Ambroise Paré, 1582, Hagströmerbiblioteket.
29. Foto: Science Museum/Science & Society Picture Library. Artificiell arm, 1840–1940.
30. Foto: Science Museum/Science & Society Picture Library. Protes från 1966.
32–33. Fotograf: Milis Smith. Nigel Ackland.
34. Fotograf: Milis Smith. Proteser, RSL Steeper.
37. Fotograf: Milis Smith. Robothand, KTH.
38. Fotograf: Milis Smith. Protesfot, Ottobock.
39. Fotograf: Milis Smith. Myoelektrisk proteshand, Ottobock.
41. Foto: Max Ortiz Catalan, Integrum. Magnus Niska.
42–43. Fotograf: Milis Smith. Myoelektriska proteshänder med och utan kosmetisk innerhand, Ottobock.
45. Fotograf: Patrik Andersson/Trunk Archive. Aimee Mullins.
49. Collage: Nygren & Nygren. Ur G. Varenius, 1845, Hagströmerbiblioteket.
51. Fotograf: Anna Gerdén, Tekniska museet. Knut Kerstis.
52. Illustration av örats anatomi: Med-el.
54–55. Figur: Helge Rask-Andersen, Akademiska sjukhuset Uppsala.
57. Fotograf: Milis Smith. Cochleaimplantat utan kapsling och simuleringselektroder, Karolinska sjukhuset Huddinge.
58. Fotograf: Milis Smith. Processor till cochleaimplantat, Karolinska sjukhuset Huddinge.
59. Fotograf: Milis Smith. Processor till cochleaimplantat, Karolinska sjukhuset Huddinge.
61. Collage: Nygren & Nygren. Ur René Descartes Le Cat Claude Nicolas, 1744, Hagströmerbiblioteket.
63. Fotograf: Milis Smith. Hjärnan Ypsilon av Henry Moore Selder.
65. Fotograf: Milis Smith. EEG-mössa, Institutionen för Lingvistik Stockholms universitet.
66. Fotograf: Milis Smith. Processor till cochleaimplantat, Karolinska sjukhuset Huddinge.
68. Fotograf: Johan Agorelius, NRC. Neuronano AB. Guldelektrod.
71. Fotograf: Milis Smith. Elektrod, patientförevisningsexemplar, Karolinska sjukhuset.
73. Fotograf: Milis Smith. Veronica Johansson.
75. Foto: Hermanson Lab. Stamceller.
76. Fotograf: Milis Smith. Ola Hermanson.
77. Fotograf: Milis Smith. Frysbox för cellprover och odlingar.
79. Foto: Inbal Goshen och Karl Deisseroth. Genmodifierad mus.
81. Collage: Nygren & Nygren. Ortopedisk rustning ur Girolamo Fabricius, Hagströmerbiblioteket.

83. Fotograf: Milis Smith. Preparat.
84. Fotograf: Milis Smith. Vingar.
87. Fotograf: Milis Smith. Piller.
89. Fotograf: Milis Smith. Exoskelettet HAL, Cyberdyne.
90. Fotograf: Milis Smith. Benproteser, Ottobock.
91. Fotograf: Milis Smith. Höftledsprotes, Ottobock.
92. Fotograf: Milis Smith. Tomater.
95. Fotograf: Milis Smith. Kevin Warwick.
96. Figur: Natasha Vita-More.
99. Collage: Nygren & Nygren. Skelett ur Ambroise Paré, Hagströmerbiblioteket.
101. Fotograf: Milis Smith. Caroline Larsson.
102. Fotograf: David Cannon/Getty Images. Caroline Larsson spelar golf.
105. Fotograf: Milis Smith. Caroline Larssons protessystem Genium.
106. Fotograf: Milis Smith. Benprotessystemet Genium, detalj, Ottobock.
109. Collage: Nygren & Nygren. Ur Ambroise Paré, Hagströmerbiblioteket.
111. Foto: Visual Studies Workshop/Getty Images. Roboten Elektro.
112. Fotograf: Milis Smith. Roboten Nao, KTH.
113. Foto: Hiroshi Ishiguro Laboratories (HIL) Hiroshi Geminoid ™ HI-4, Osaka universitet, Japan. Ishiguro tillsammans med sin tvillingrobot.
115. Fotograf: Milis Smith. Danica Kragic.
116. Fotograf: Milis Smith. Robot, KTH.
117. Fotograf: Milis Smith. Dumbo, KTH.
119. Fotograf: Milis Smith. Sälroboten Paro, Tekniska museet.
120. Foto: The British Museum Images. Karakuridocka.
122. Fotograf: Milis Smith. Skrivkula TM75753, Tekniska museets samlingar.
123. Fotograf: Milis Smith. Skrotrobot av Andreas Hammar.
125. Figur: Masahiro Mori.
126. Foto: ABB. Roboten Yumi.
129. Fotograf: Milis Smith. Robothunden AIBO.
131. Collage: Nygren & Nygren. Ur René Descartes, 1664, Hagströmerbiblioteket.
133. Fotograf: Emma Fredriksson. Tekniska museet. Omslag Astronautics september 1960, Tekniska museets arkiv.
134. Fotograf: Milis Smith. Näsepites.
135. Fotograf: Milis Smith. Ögonprotes.
136. Fotograf: Milis Smith. Glasögon TM45214, Tekniska museets samlingar.
139. Fotograf: Milis Smith. Näs- och öronepiteser.
140. Fotograf: Milis Smith. Del av IVF-utrustning TM45445, Tekniska museets samlingar.
143. Foto: Corbis. Frankensteins monster.
145. Collage: Nygren & Nygren. Ur Giovanni Alfons Borelli, Hagströmerbiblioteket.
147. Illustration, muskelmannekäng, Andreas Vesalius, 1543, Hagströmerbiblioteket.
149. Illustration, nerver, muskler, artärer, Antonio Scarpa, 1794, Hagströmerbiblioteket.
150. Illustration, Dykaren, Giovanni Alfonso Borelli, 1680, Hagströmerbiblioteket.
152. Illustration ur Fortunio Liceti, 1634, Hagströmerbiblioteket.
155. Träsnitt av Hans von Gersdorff, 1542, Hagströmerbiblioteket.
156. Illustration, precisionsvåg, Santorio Santorio, 1710, Hagströmerbiblioteket.
158. Illustration, kirurgi, Johannes Schultes, 1600-talet, Hagströmerbiblioteket.
161. Illustration, monster, Ulisse Aldrovandi, 1642, Hagströmerbiblioteket.
163. Anatomisk bild ur Pietro Da Cortona, 1788, Hagströmerbiblioteket.
171. Fotograf: Emma Fredriksson. Tekniska museet, medverkande i boken: Milis Smith, Sofia Seifarth, Magdalena Tafvelin Heldner, Lotten Wiklund. På bilden saknas Roger Qvarsell.



Från vänster: Milis Smith, Sofia Seifarth, Magdalena Tafvelin Heldner, Lotten Wiklund.

MEDVERKANDE

Sofia Seifarth var avdelningschef för Samling, dokumentation och forskning på Tekniska museet, t.o.m. oktober 2015. Hon disputerade 2007 med avhandlingen Råd i radion: Modernisering, allmänhet och expertis 1939–1968, vid Tema Kultur och samhälle, Linköpings universitet, och har publicerat ett flertal artiklar med mediehistorisk inriktning. Hon har även arbetat som forskningschef på Arbetets museum.

Milis Smith är fotograf, bildredaktör och konceptutvecklare med passion för teknik och populärkultur. Milis arbetar sedan flera år med Lotten Wiklund med projektet Humachina, om människa och maskin.

Magdalena Tafvelin Heldner är intendent på Tekniska museet med mångårig erfarenhet av dokumentation, samlingar och utställningar. Hon arbetar just nu bland annat med Tekniska museets satsning på medicinteknik och robotik.

Lotten Wiklund är journalist och skriver om vetenskap, teknik och psykologi i dagspress och magasin. Intresset för människa och maskin har präglat hennes arbete sedan 1990-talet. Lotten arbetar sedan flera år tillsammans med Milis Smith med projektet Humachina, om människa och maskin.

Roger Qvarsell är idéhistoriker och professor vid Tema Kultur och samhälle, Linköpings universitet. Han har mångårig erfarenhet av forskning kring människokunskapens historia, särskilt medicin, psykiatri, kriminologi och socialt arbete. På senare år har även mer allmänna kulturhistoriska frågor behandlats.

TACK

Varmt tack till er som på olika sätt bidragit till den här boken.

Gertie Johansson, Hagströmerbiblioteket
Anna Povse, Folktandvården
Susanne Palmcrantz, Rehab Danderyds sjukhus
Stefan Hultgren, Ottobock Scandinavia
Christian Smith, Datorseende och robotik, KTH
Danica Kragic Jensfelt, Datorseende och robotik, KTH
Norrvikens vårdcentral
Petter Kallioinen, Institutionen för lingvistik, Stockholms universitet
Daniela Kalthoff, Institutionen för zoologi, Naturhistoriska riksmuseet
Andreas Hammar, konstnär
Göran Lind, Neurologiska kliniken, Karolinska sjukhuset i Solna
Henry Moore Selder, B-Reel Films. Hjärnan Ypsilon, regissör och skådespelare i filmen En levande själ
Ola Hermanson, Institutet för neurovetenskap, Karolinska Institutet
Jens Schouenborg, Neurofysiologi, Lunds universitet
Rickard Brånemark, Integrum AB
Max Ortis Cartalan, Signaler och system, Chalmers tekniska högskola, Integrum AB
Sverker Sörlin, Miljöhistoria, KTH
Gunnar Eskilsson, Sektionen för cochlea-implantat, Karolinska sjukhuset, Huddinge
Knut, Mia och Tomas Kerstis, informanter
Helge Rask-Andersen, Uppsala universitet och Akademiska sjukhuset i Uppsala
Caroline Larsson, informant
Lova, Elsa och Fred Smith
Roger Qvarsell, Tema Q, Linköpings universitet
Karsten Larsen och Johan Martin-Löf
Tekniska Museets Vänner
Stiftelsen Strategisk Forskning
Kungliga Patriotiska Sällskapet

FILOSOFISKT OCH FAKTISKT OM TEKNIKEN I KROPPEN

Var börjar en kropp, och var slutar den? Frågan kan tyckas enkel. Men framsteg inom medicin, bioteknik, datalogi, nanoteknik och artificiell intelligens har på senare år skapat enorma möjligheter att ersätta förlorade kroppsdelar eller nedsatta funktioner. Och när tekniken flyttar in i våra kroppar, vad händer med oss då?

Det här är en bok om människa och maskin. Om intelligenta handproteser som styrs med tanken. Om hörhjälpmedel kopplade direkt till nervsystemet. Om möjligheten att odla organ och kroppsdelar i laboratorier.

Men det är också en bok om varför vi strävar efter att förstärka våra kroppar, om vad som är en duglig kropp och om vilka etiska frågeställningar som forskningen och teknikutvecklingen väcker. Här möter du forskare och användare, historia och framtid.

Idag har vi också möjlighet att ersätta allt fler av människans arbetsuppgifter med teknik. Robotik, automation och artificiell intelligens får allt större inflytande över våra liv när tekniken utför sysslor som förr enbart kunde skötas av människor.

Så hur förändrar tekniken i och utanför kroppen vårt sätt att se på oss själva? Var går gränsen mellan människa och maskin, mellan kropp och teknik?

ISBN: 978-91-7616-074-9
ISSN 0070-2528



NYGREN & NYGREN
The fine art of books

TEKNISKA MUSEET