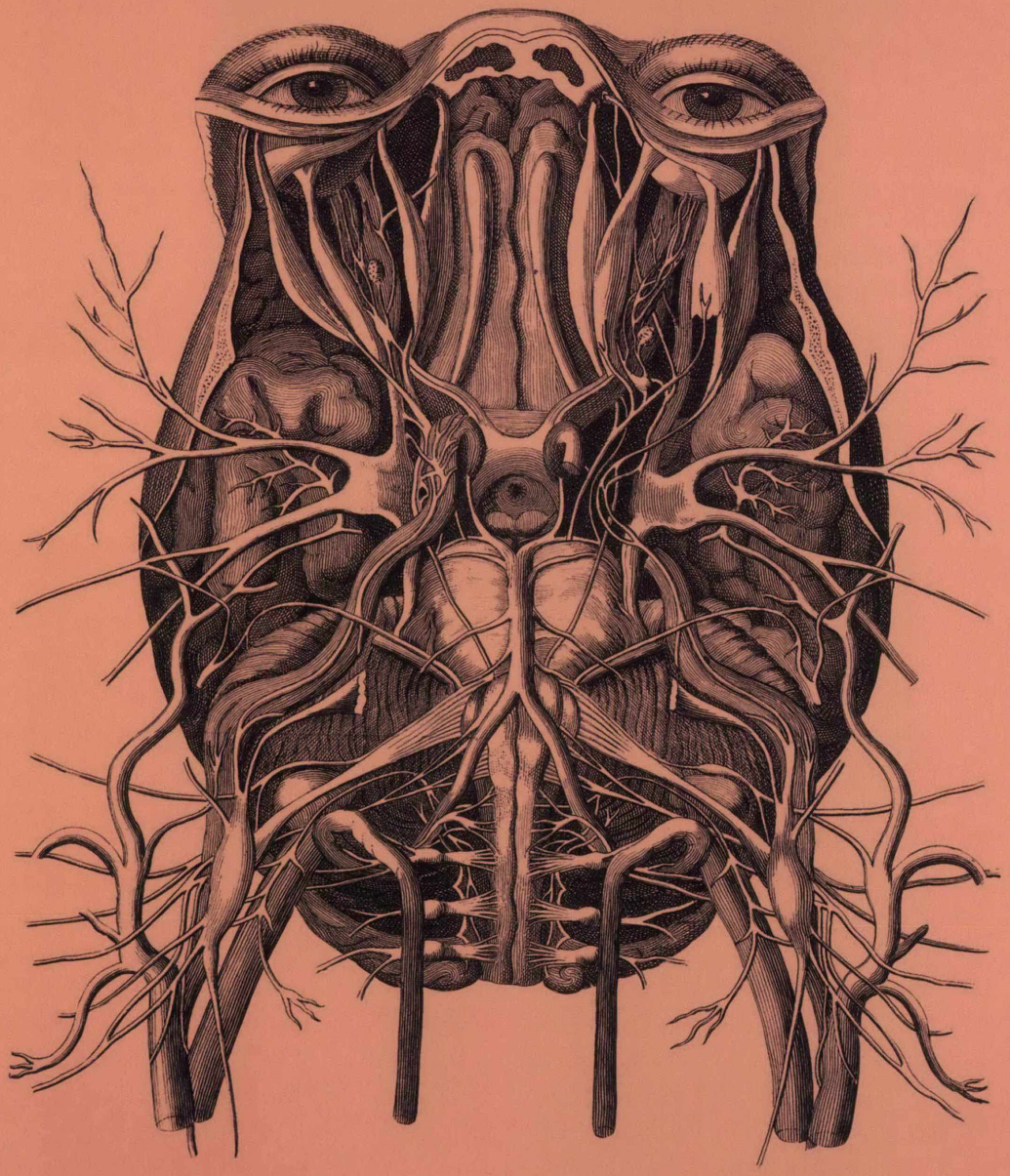
UNIVERSUM BAKOM PANNBENET

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.

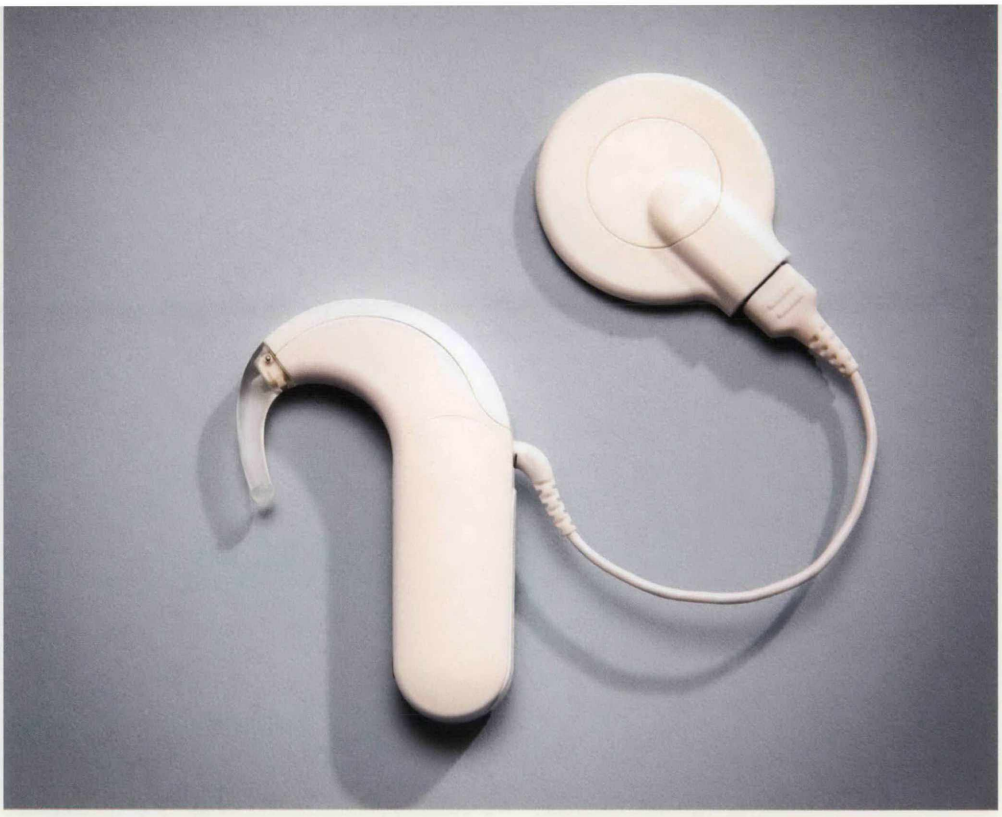
De elektroder på skallen som läser av EEG kan när som helst plockas bort och lämnar då inga spår efter sig. Idag går det att köpa kommersiella produkter för hemmabruk baserade på tekniken; dataspel, leksaker och underhållning. Tekniken är lättillgänglig men också trubbig. Den ger inte samma precision 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.

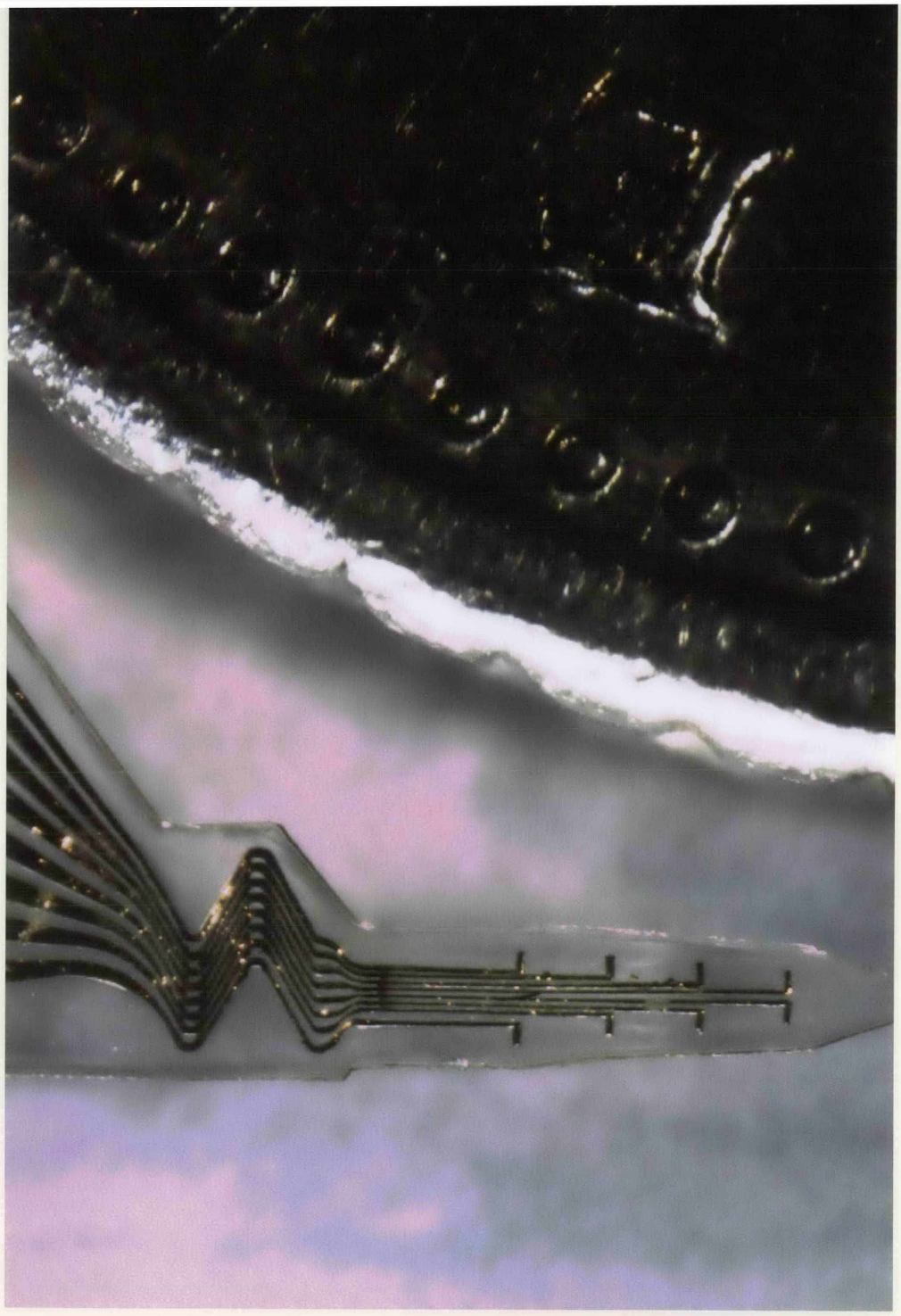
Andra sjukdomar eller tillstånd som kan förbättras med hjälp av DBS är exempelvis kronisk smärta, Tourettes syndrom och depressioner som är så svåra att de inte gått att behandla.

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.

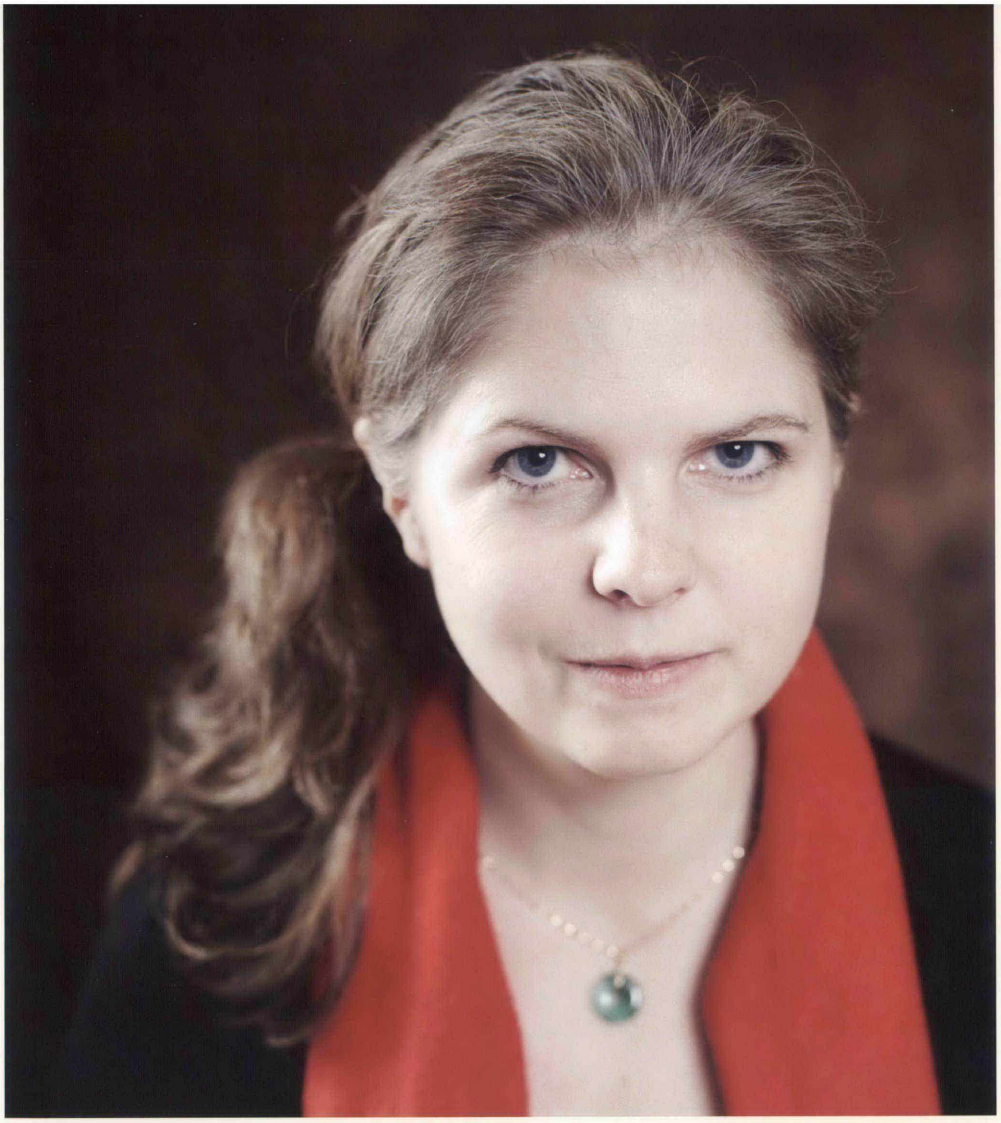
En invändning som till en början känns självklar är att man inte bör använda implantat för att påverka människors tankar, känslor och handlingar.

"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.

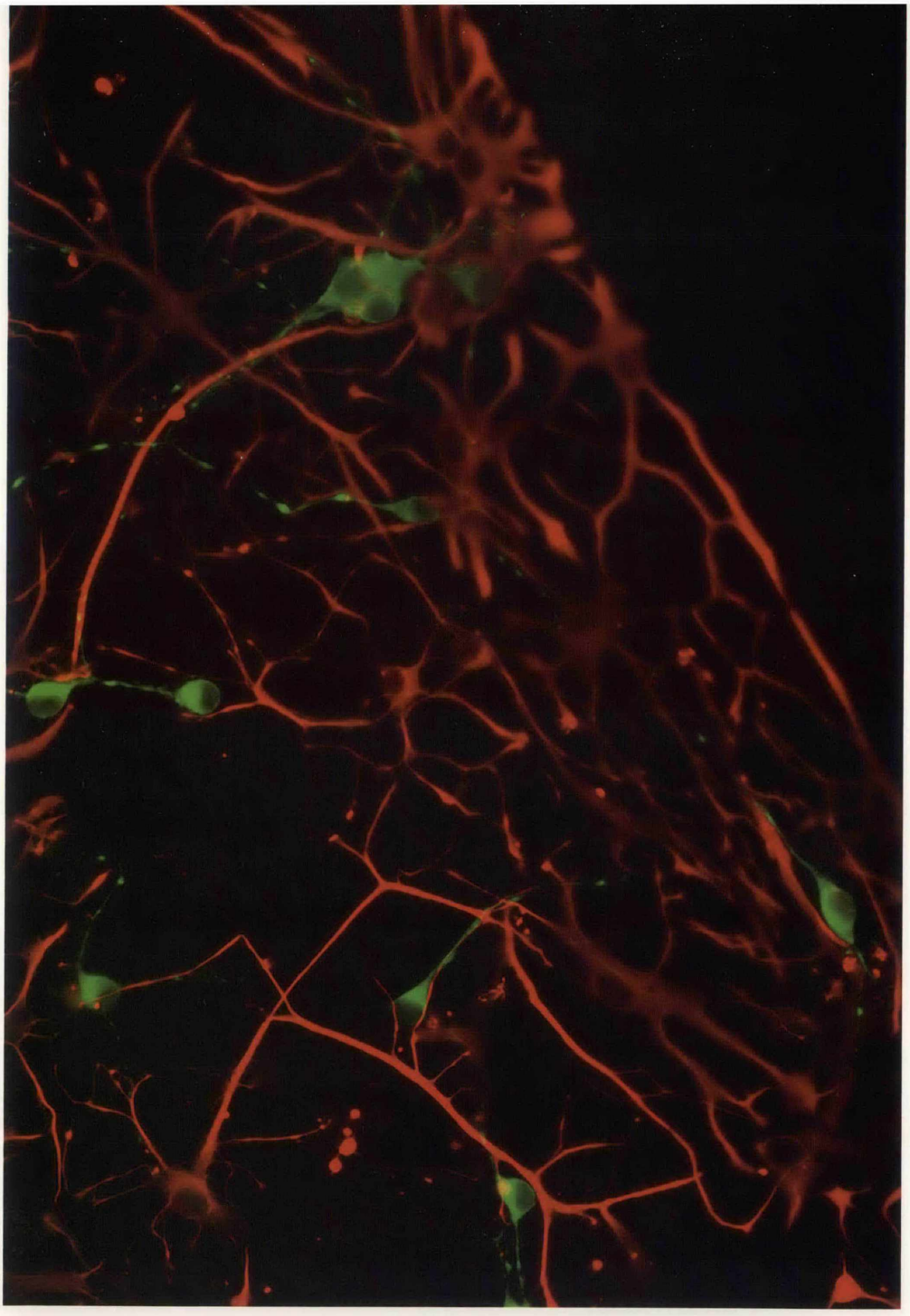
På detta sätt är det möjligt att skapa sig en mycket detaljerad bild av hjärnans aktiviteter. Optogenetik är främst en metod att kartlägga hur hjärnan fungerar och beter sig vid olika tillstånd. Allt från finmotorik till schizofreni eller sociala beteenden beforskas med hjälp av optogenetiken.

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."

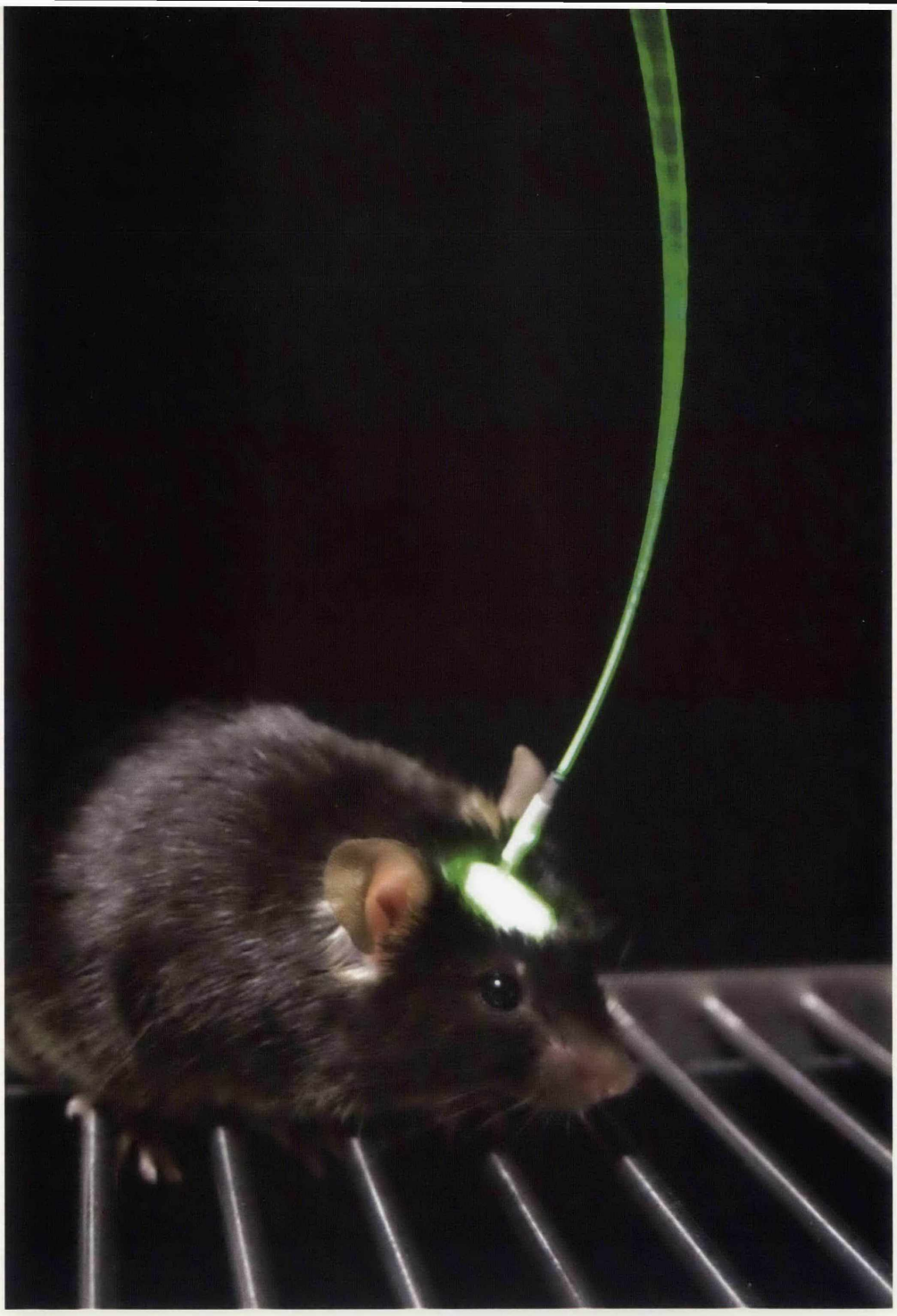
Att förstå hjärnan och utveckla tekniker för att bota och behandla hjärnans sjukdomar ligger högt på listan över prioriterade forskningsområden. Över hela världen, i Europa, USA och andra delar, satsas enorma forskningspengar på att i grunden förstå mer om hur hjärnan fungerar och hur vi kan bota dess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