

Kolofon

Titel: Debatoplæg om kloning og kloningsrelaterede teknikker

Forfatter: Det Ethiske Råd og Det Dyreetiske Råd

Anden bidragyder: Oktan, Peter Waldorph (design); J. H. Schultz Grafisk (tryk); J. H. Schultz Grafisk A/S (web)

Udgiver: Det Ethiske Råd

Ansvarlig institution: Det Ethiske Råd

Copyright: Det Ethiske Råd

Emneord: kloning, terapeutisk kloning, reservevæv, organdykning, gensplejsning, transgene dyr, embryonale stamceller, debat

Resumé:

Her nogle år efter opstandelsen over fødslen af det klonede får, Dolly, ser det ud til, at kloningsteknikkerne kan komme til at få betydning langt ud over, hvad der ligger i at kunne skabe genetisk identiske dyr - og i teorien også mennesker. Der forskes intensivt i at bruge teknikkerne til forskellige formål, nemlig at:

- a. skabe genetisk identiske individer;
- b. omprogrammere celler med henblik på at dyrke reservevæv til syge mennesker og med tiden måske dyrke hele, menneskelige organer;
- c. genetisk ændre kommende dyr og mennesker.

Det er disse forskellige anvendelsesmuligheder for kloning, som Det Ethiske Råd og Det Dyreetiske Råd her vil lægge op til offentlig debat med vedlagte Debatoplæg om kloning og kloningsrelaterede teknikker.

Sprog: dan

Den elektroniske versions ISBN:

Pris: 0 dkk

URL: http://www.etiskraad.dk/publikationer/klon1_00/index.htm

Alternativ URL:

Version: 1,0

Versionsdato: 2000-06-19

Format: html; jpg; gif

Inventarliste: 01.htm, 02.htm, 02_1.htm, 03.htm, 04.htm, index.htm, kolofon.htm, ren.htm, fors.jpg, logo_dk.gif, s04.gif, s07.gif, s08.gif, s10.gif, s13.gif, s24.gif, s30.gif

Den trykte versions ISBN: 87-90343-78-6

Udleveres så længe lager haves fra:

Det Ethiske Råds sekretariat

Ravnsborggade 2

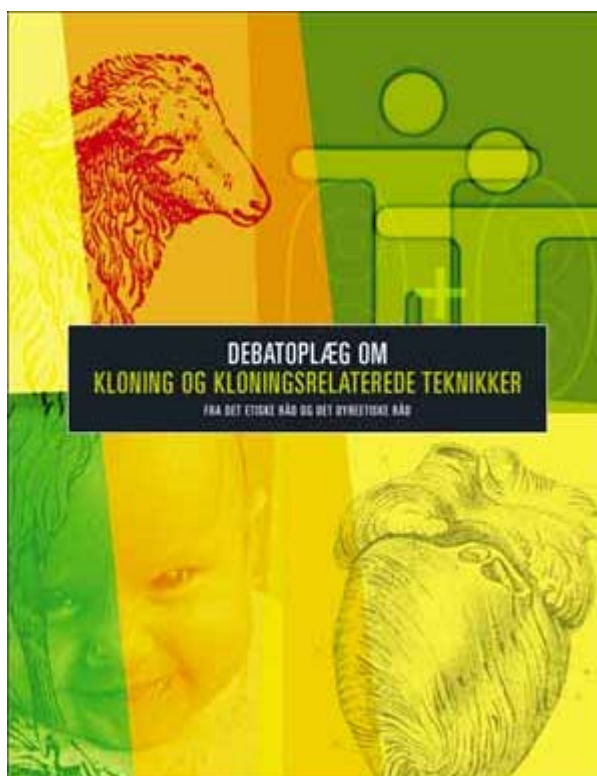
2200 København N

Telefon: 35 37 58 33

Telefax: 35 37 57 55

E-mail: etiskraad@etiskraad.dk

Debatoplæg om kloning og kloningsrelaterede teknikker



Resumé:

Her nogle år efter opstandelsen over fødslen af det klonede får, Dolly, ser det ud til, at kloningsteknikkerne kan komme til at få betydning langt ud over, hvad der ligger i at kunne skabe genetisk identiske dyr - og i teorien også mennesker. Der forskes intensivt i at bruge teknikkerne til forskellige formål, nemlig at:

- skabe genetisk identiske individer;
- omprogrammere celler med henblik på at dyrke reservevæv til syge mennesker og med tiden måske dyrke hele, menneskelige organer;
- genetisk ændre kommende dyr og mennesker.

Det er disse forskellige anvendelsesmuligheder for kloning, som Det Etiske Råd og Det Dyreetiske Råd her vil lægge op til offentlig debat med vedlagte Debatoplæg om kloning og kloningsrelaterede teknikker.

Indholdsfortegnelse

Kloning er meget andet end bare kloning

Kloning "classic" - og de nye anvendelser

Sikkerheden

Hvad kan kloningsteknikkerne bruges til?

Kloning for at skabe genetisk identiske individer

Kloning af landbrugsdyr

Kloning af forsøgsdyr

Kloning af kæledyr

Kloning af dyr af truede arter

Kloning af mennesker

Frembringelse af embryonale stamceller til vævs-og organdyrkning

Terapeutisk kloning til vævsdyrkning
-og til organdyrkning

Kloning og genmanipulation af kommende individer

Genetisk manipulerede transgene dyr
Genetisk manipulation af mennesker

Kønsellebehandling af sygdomme
Kønsellebehandling af normalegenskaber

Debatspørgsmål

Skal det tillades at anvende kloning til at frembringe identiske individer?

Kloning af dyr
Kloning af mennesker

Skal det tillades at skabe menneskeligt reservevæv fra klonede celler?

Skal det tillades at manipulere med kommende individer?

Transgene dyr
Kønsellemanipulation af kommende mennesker for at fjerne sygdomsgener
- og for at ændre ved normalegenskaber

Litteratur

Kolofon



KLONING ER MEGET ANDET END BARE KLONING

Det kan være en fordel at læse faktaboksene først

Kloning er blevet en del af vores verden, og hvis vi skal give et bud på, hvornår dette skete, vil de fleste nok pege på nogle forårsdage i 1997. Her blev det klonede får, Dolly, præsenteret for offentligheden i alle verdens nyhedsmedier. Faktum er dog, at forskning i kloning på det tidspunkt allerede havde foregået i flere årtier uden at vække særlig opmærksomhed.

Måske var det, fordi der pludselig på forsiden af alle verdens aviser var afbilledet et kønt, lille får som var undfanget uden sammensmeltning af æg- og sædceller, at kloning med et blev så virkeligt for os? Under alle omstændigheder blev det Dolly, som for alvor satte gang i debatten om kloning blandt lægfolk og politikere i hele verden. Umiddelbart efter offentliggørelsen af Dollys fødsel vedtog såvel EU Parlamentet som WHO resolutioner mod kloning af mennesker ^[1]. Også nationale parlamenter i de enkelte lande drøftede forholdsregler mod brugen af kloning. I for eksempel Italien, Norge og Holland forbød man arbejdet med kloning indtil videre, mens det er fortsat eller ligefrem intensiveret i andre lande (fx New Zealand, Australien, Japan, Frankrig, USA og Skotland) ^[2]. Der har dog været international enighed om, at man ikke må klonе mennesker.

Her nogle år efter hele Dolly-opstandelsen ser det imidlertid ud til, at kloningsteknikkerne kan komme til at få betydning langt ud over, hvad der ligger i at kunne skabe genetisk identiske dyr og - potentielt - mennesker. Teknikkerne har stor betydning for grundlæggende forskning i reproduktion og cellebiologi. Sammen med andre celle-biologiske procedurer kan de potentielt indgå i processer med forskellige formål, nemlig at:

- frembringe genetisk identiske individer;
- frembringe embryonale stamceller med henblik på at dyrke menneskeligt reservevæv og med

- tiden måske hele menneskelige organer;
- genetisk ændre kommende dyr og mennesker.

Det er disse forskellige anvendelsesmuligheder for kloning, som Etisk Råd og Dyreetisk Råd her vil lægge op til debat. Formålet er ikke mindst at opfordre til en offentlig debat om disse udviklingstendenser.

Først vil det imidlertid være en fordel kort at redegøre for, hvilke forskellige kloningsteknikker, der er udviklet. Det vil føre frem til at se, hvordan disse teknikker ville kunne bruges i en videre sammenhæng.

Kloning “classic” - og de nye anvendelser

Kloning betyder ukønnet formering. Dvs. at et individ kan skabes, uden at æg- og sædceller er involveret. Ved kloning skabes simpelthen en kopi af den klonede organismes arvmasse i modsætning til ved normal, kønnet formering, hvor afkommet bliver en *blanding* af gener fra æg- og sædcelle ^[3]. Der er forskellige former for kloning:

Kloning ved embryo-delning: hvor det befrugtede æg deles i to efter de første celledelinger. Det gør naturen også selv, bl.a. når et befrugtet æg deler sig i livmoderen og bliver til enæggede tvillinger, hvor den ene tvilling så at sige er en klon af den anden. (se faktaboks nr. 1)

Kloning ved kernetransplantation. (se faktabokse nr. 2, 3 og 4) Her er ikke blot tale om at udvikle et individ uden brug af æg- og sædceller, her frembringer man et individ uden mor (udover rugemoderen) og far i traditionel forstand.

Fåret Dolly er kommet til at repræsentere inkarnationen af en sådan klon, men Dolly er ikke bare resultatet af en kernetransplantation, hun er en *somatisk klon* (se faktabokse nr. 3 og 4), fordi hun er klonet af en celle fra kroppen (soma på græsk) på et voksent får. Det vil altså sige, at en celle, som allerede er specialiseret til fx en hudcelle eller en levercelle, kan omprogrammeres af den modne ægcelle. Det er en banebrydende ny erkendelse, som allerede har fået revolutionerende betydning for forskernes biologiske forståelse. Efter at dette var bevist, måtte alle lærebøgerne i biologi skrives om, fordi de indeholdt den hidtil gældende erkendelse: at cellers specialisering til bestemte funktioner var uigenkaldelig, når den først var sket.

Når cellekernen omprogrammeres af den modne ægcelle, vil den i første omgang, ligesom når et æg befrugtes på normal vis, dele sig i *embryonale stamceller* (se faktaboks nr. 5), der er totipotente, dvs. de kan udvikle sig til en hvilken som helst af kroppens celler, og til et helt individ. Muligheden for at føre celler tilbage til stamcellestadiet kan man potentielt bruge i *terapeutisk kloning*, (se faktaboks nr. 2) som er den metode, man arbejder på at kunne anvende til at dyrke reservevæv til mennesker - og som man også håber at kunne udvikle til at gøre det muligt at dyrke egentlige organer.

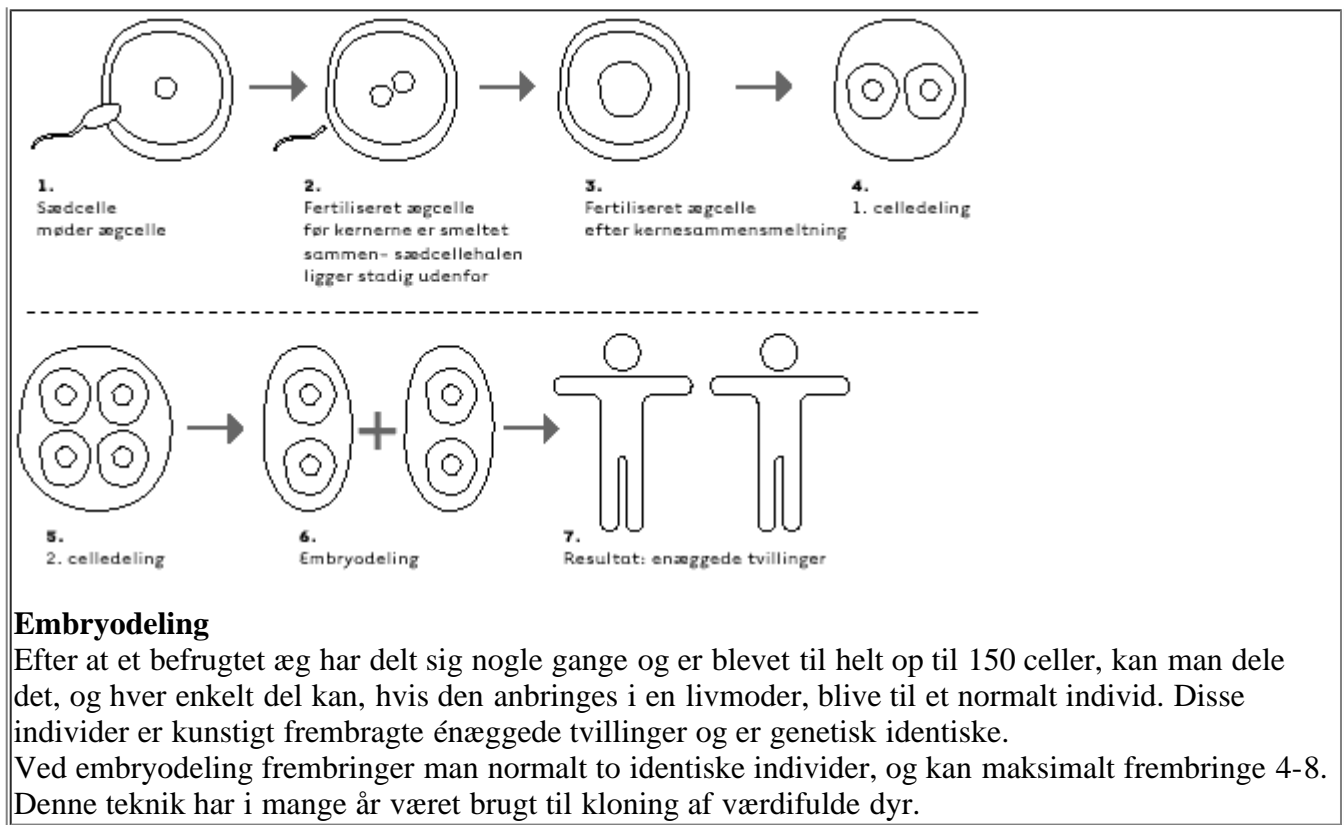
Endelig kan kernetransplantation kombineres med *gensplejsning*, som er den metode, man bruger, når man i dag foretager genetiske ændringer på dyr - og som man potentielt vil kunne bruge til at foretage genetiske manipulationer af mennesker. (se faktabokse side 2, 3 og 4).

Sikkerheden

Med kloningsteknikkerne bliver sikkerhedsspørgsmålet påtrængende, fordi der ikke findes nogen erfaring for, hvad der vil ske på lang sigt med de klonede individer. I det korte perspektiv har det vist sig, at køer, som er drægtige med en klon af celler fra befrugtede æg har en lettere forlænget drægtighedsperiode og markant forøgede kælvningsproblemer. Desuden har de kalve, som kommer ud af det, forøget fødselsvægt og dødelighed. ^[4]

Faktaboks 1

KLONING VED EMBRYO-DELING



Embryodeling

Efter at et befrugtet æg har delt sig nogle gange og er blevet til helt op til 150 celler, kan man dele det, og hver enkelt del kan, hvis den anbringes i en livmoder, blive til et normalt individ. Disse individer er kunstigt frembragte énæggede tvillinger og er genetisk identiske.

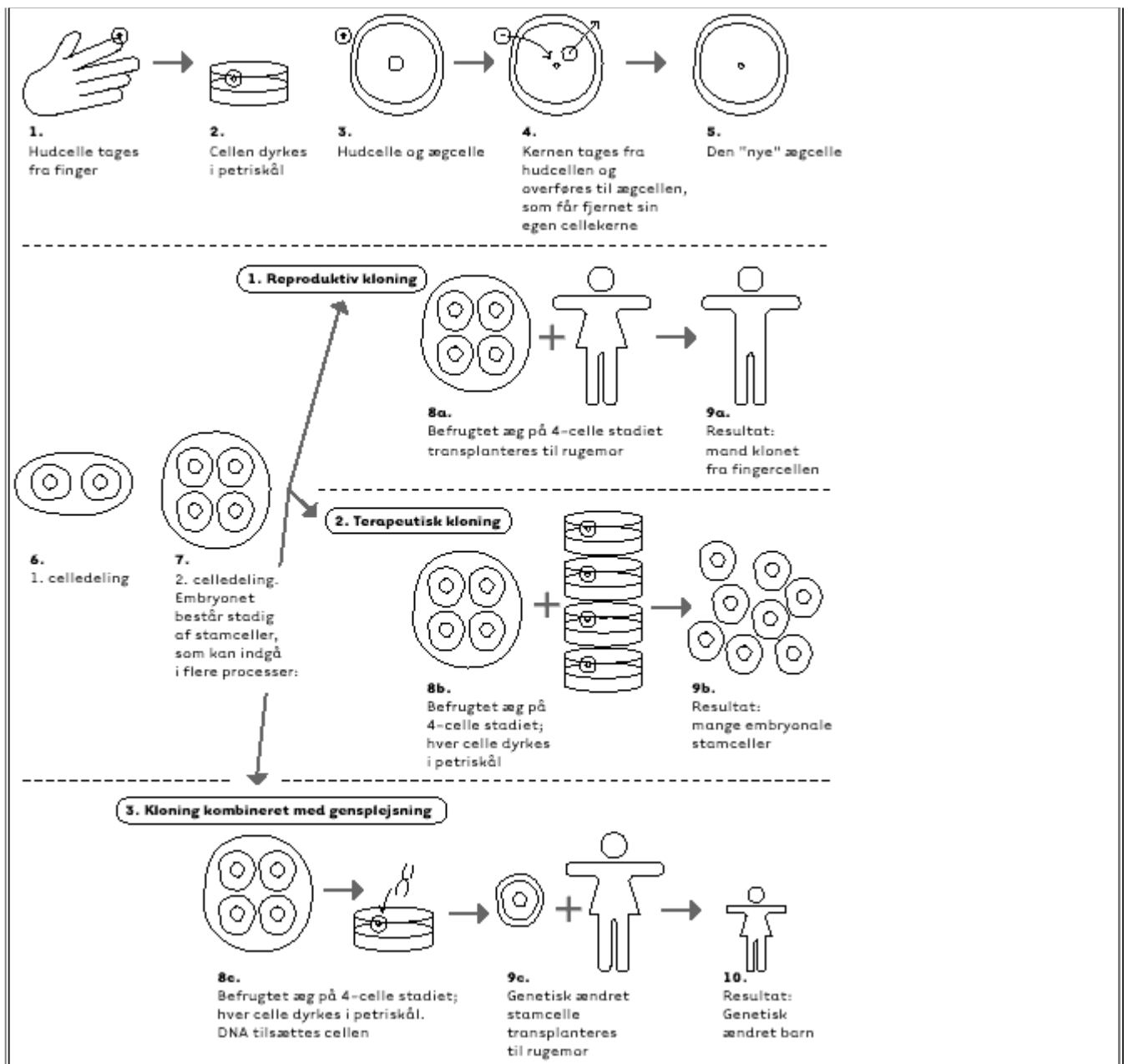
Ved embryodeling frembringer man normalt to identiske individer, og kan maksimalt frembringe 4-8. Denne teknik har i mange år været brugt til kloning af værdifulde dyr.

Ved kloning af somatiske celler ser det endnu værre ud. Frembringelsen af Dolly krævede fx knap 300 forsøg, inden det endelig lykkedes at få et livskraftigt lam - og adskilligt flere deformerede og dødfødte dyr. ¹⁵¹ For tiden resulterer kun 0,1-1,0% af alle æg, som modtager transplanterede cellekerner fra voksne pattedyr, i fødslen af et levende dyr. De fleste kernetransplantanter kan enten ikke dele sig, eller de udvikler sig unormalt. ¹⁶¹

Faktaboks 2

KLONING VED KERNETRANSPLANTATION





Faktaboks 3

KLONING VED KERNE RANSPLANTATION

Kroppen består af milliarder af specialiserede celler (hudceller, knogleceller, blodceller, hjerneceller osv.). Normalt kan en specialiseret celle ved celledeling kun blive til samme slags celler, dvs. en hudcelle vedbliver at dele sig til flere hudceller. Men hvis man flytter cellekernen fra en celle til en anden celle, som har fået fjernet sin egen kerne, vil den flyttede cellekerne overtage styringen af cellen.

Ved kloning ved kernetransplantation tager man en specialiseret celle fra et individ, dyrker den på en speciel måde i laboratoriet, tager cellekernen ud og overfører den til en ægcelle, hvor man har fjernet kernen. Ægcellen kan "omprogrammere" cellekernen, så den "glemmer", at den var i en specialiseret celle (fx en hudcelle) og begynder at fungere, som om den var kernen i et befrugtet æg. Dvs. at den begynder at dele sig og gradvis danne et embryon, som, hvis det anbringes i en livmoder, kan blive til et normalt individ, som for over 99% vedkommende har samme arvemateriale som det individ, cellekernen oprindeligt kom fra.

Hvis den cellekerne, man flytter til den modne ægcelle, er taget fra et embryon, taler man om "embryonal kloning" og hvis den kommer fra kroppen på et individ om "somatisk kloning".

Man har i en del år kunnet udføre embryonal kloning, mens fåret Dolly var den første somatiske klon af et pattedyr.

GENSPLEJSNING OG KLONING

Ved gensplejsning indfører man nyt arvemateriale i en cellekerne med det formål at tilføre et individ nye arvelige egenskaber. Hidtil har gensplejsning på pattedyr været foretaget ved, at man har indsprøjtet arvematerialet direkte i cellekernen på et befrugtet æg. Denne teknik har en stor spildprocent. Det nye arvemateriale sætter sig sjældent på det rigtige sted i cellens arvemateriale, og ofte betyder det, at det enten tabes igen eller ikke virker, som det skal. Man har i mange tilfælde måttet vente, indtil dyret var født, før man kunne se, om gensplejsningen var lykkedes. Og så måtte man vente på, at det fik afkom, før man kunne være helt sikker på, at ændringen var indlejret i dyrets arvemateriale, så den kunne gå i arv til dets unger.

Gensplejsning har derfor været en meget dyr og meget ineffektiv teknik på dyr; og bl.a. på grund af den store spildprocent har der været enighed om, at teknikken ikke kunne anvendes på mennesker.

Med kloningsteknikkerne er billedet ændret: Man kan nu anvende celler fra embryoner, fostre eller voksne, og gensplejse dem ved at indsætte de gener, som koder for de egenskaber, man ønsker at tilføje det kommende individ. Man kan få dem til at dele sig mange gange, og på den måde få et stort antal cellegrupper, som kan undersøges for, om gensplejsningen har virket, og om det nye arvemateriale er stabilt indlejret. Derefter kan man beslutte sig for, hvilke af disse celler, der skal anvendes til embryonal kloning. De klonede embryoner bliver så anbragt i en livmoder, så de kan udvikle sig videre. På denne måde kan man gøre gensplejsningsteknikken mere effektiv og mindre kostbar.

Man vil også, i forbindelse med terapeutisk kloning, kunne foretage gensplejsning, før man lader stamcellerne udvikle sig til de celler eller organer, man skal bruge i behandlingen.

Formålet er at tilføre cellerne ønskede egenskaber, fx resistens overfor en bestemt sygdom. Hvis en patients leversvigt fx skyldes kronisk leverbetændelse forårsaget af et bestemt virus, vil det være hensigtsmæssigt at gøre levercellerne i den nye lever, man dyrker i laboratoriet, modstandsdygtige overfor dette virus, så de ikke kan blive angrebet af det.

Fodnoter

[1] Se Shickle 2000, som dog også gør opmærksom på, at lignende resolutioner i internationale organer var vedtaget i ret stor ubemærkethed i det foregående 10-år.

[2] se Hyttel mf. 1999

[3] for en nærmere beskrivelse se Hyttel mf. 1999.

[4] Hyttel 2000

[5] Rosén 1999, 49.

[6] Gurdon and Colman 1999, 744.



HVAD KAN KLONINGSTEKNIKKERNE BRUGES TIL?

Som det er fremgået af det foregående, forskes der i at anvende kloningsteknikkerne i en hel række processer med meget forskellige formål:

Kloning for at skabe genetisk identiske individer

På verdensplan er der en del områder, hvor man allerede i dag anvender kloning af dyr med forskellige formål. Også i Danmark foregår en vis forskning, som involverer kloning af dyr. Justitsministeren har ifølge dyreværnsloven mulighed for at forbyde og på anden måde regulere brugen af bioteknologi på produktionsdyr i landbruget. Men eftersom bl.a. kloning ikke anvendes kommercielt inden for husdyrproduktionen, har Justitsministeriet ikke på nuværende tidspunkt skønnet det nødvendigt med lovregulering på området. Desuden pålagde Folketinget i en dagsorden den 22. maj 1997 regeringen at regulere både embryonal og somatisk kloning af dyr, således at denne må anvendes i forskningsøjemed, men ikke må føre til, at der fødes klonede individer. Den sidstnævnte dagsorden bortfaldt dog ved sidste folketingsvalg og har indtil nu ikke medført nogen lovgivnings- eller andre reguleringsinitiativer fra den nuværende regerings side. Danmark er i øvrigt forpligtet til at overholde diverse internationale bestemmelser (se faktabokse nr. 6 og 7).

Fælles for de nedenstående områder er, at man netop anvender kloning (enten ved embryodeling eller kernetransplantation), fordi man har brug for at få skabt genetisk identiske kopier af et givet individ. Desuden må kloning af mennesker medtages her, selv om det - såvidt vides - ikke er foretaget endnu.

Kloning af landbrugsdyr

Mange har antaget, at kloning af landbrugsdyr ikke ville få nogen kommerciel anvendelse, fordi

teknikken er for kostbar og desuden ikke kan bruges til at fremavle stadig bedre dyr. I avlsarbejdet gælder det netop om at forbedre egenskaberne i de kommende generationer af dyr, hvilket forudsætter kønnet formering. Kloning vil kun kunne bruges til at frembringe kopier af de for tiden bedste dyr. Dertil kommer, at teknikken som før nævnt er meget ineffektiv, og at kun en meget lille del af de klonede individer udvikler sig til fuldblødte unger, og af dem er der endda en del, som har forskellige misdannelser.

Det ser imidlertid ud til, at kloning af landbrugsdyr vil være kommercielt interessant i særlige tilfælde. Det gælder i toppen af avlspyramiden, hvor kloning til opformering af særligt værdifulde avlsdyr kan være en mulighed, fx inden for kvægavlen, hvor kloning vil gøre det muligt at lave kopier af en ko, der kan bruges i den videre avl. Desuden findes i Japan en kvægrace, hvis kød er en så kostbar delikatesse, at det kan betale sig at kloner de bedste eksemplarer af racen.

Kloning af forsøgsdyr

Når man skal bruge forsøgsdyr til fx at afprøve virkningen af medikamenter, er det en fordel, at de dyr, man afprøver på, er genetisk helt ens. Derved undgår man nemlig den variation, som opstår, fordi de stoffer, der afprøves, kan have en lidt forskellig virkning på genetisk forskellige dyr. Muligheden for at udelukke denne variation i afprøvningen betyder, at antallet af forsøgsdyr, der skal anvendes til forsøget, kan reduceres væsentligt. Da klonede dyr jo i sagens natur er genetisk helt identiske, vil man således kunne sammenligne deres reaktioner på forskellige stoffer og behandlinger direkte, så derfor et det et område, hvor kloning af dyr vil kunne være interessant. Nogle forskere mener dog, at den genetiske variation er nødvendig, hvis forsøgsresultaterne skal være repræsentative i en bredere sammenhæng.

Kloning af kæledyr

En anden mulig anvendelse af kloningsteknikkerne er at bruge den til at skabe kopier af kæledyr. Hvis et menneske er meget knyttet til fx en hund eller kat, og dyret snart skal dø som følge af sygdom eller alderdom, kan der opstå et ønske om at få en genetisk kopi af det elskede kæledyr. Forskere i USA giver indtryk af, at der her er et ikke uvæsentligt marked for anvendelse af kloningsteknikkerne.

Kloning af dyr af truede arter

Et af de store problemer i arbejdet for at bevare truede dyrearter er, at der er så få individer tilbage, at arten ikke kan overleve ved naturlig reproduktion. Kloning kan bruges til at opformere antallet af individer af en truet dyreart og dermed være en hjælp til at beskytte disse arter mod udryddelse. Således er der rapporter om, at kloningsteknikkerne er forsøgt anvendt til opformering af en stærkt truet fuglearter i Japan og pandaer i Kina. Der er desuden planer om at anvende teknikken til at kloner for længst afdøde mammuter fundet i Sibirien.

Kloning af mennesker

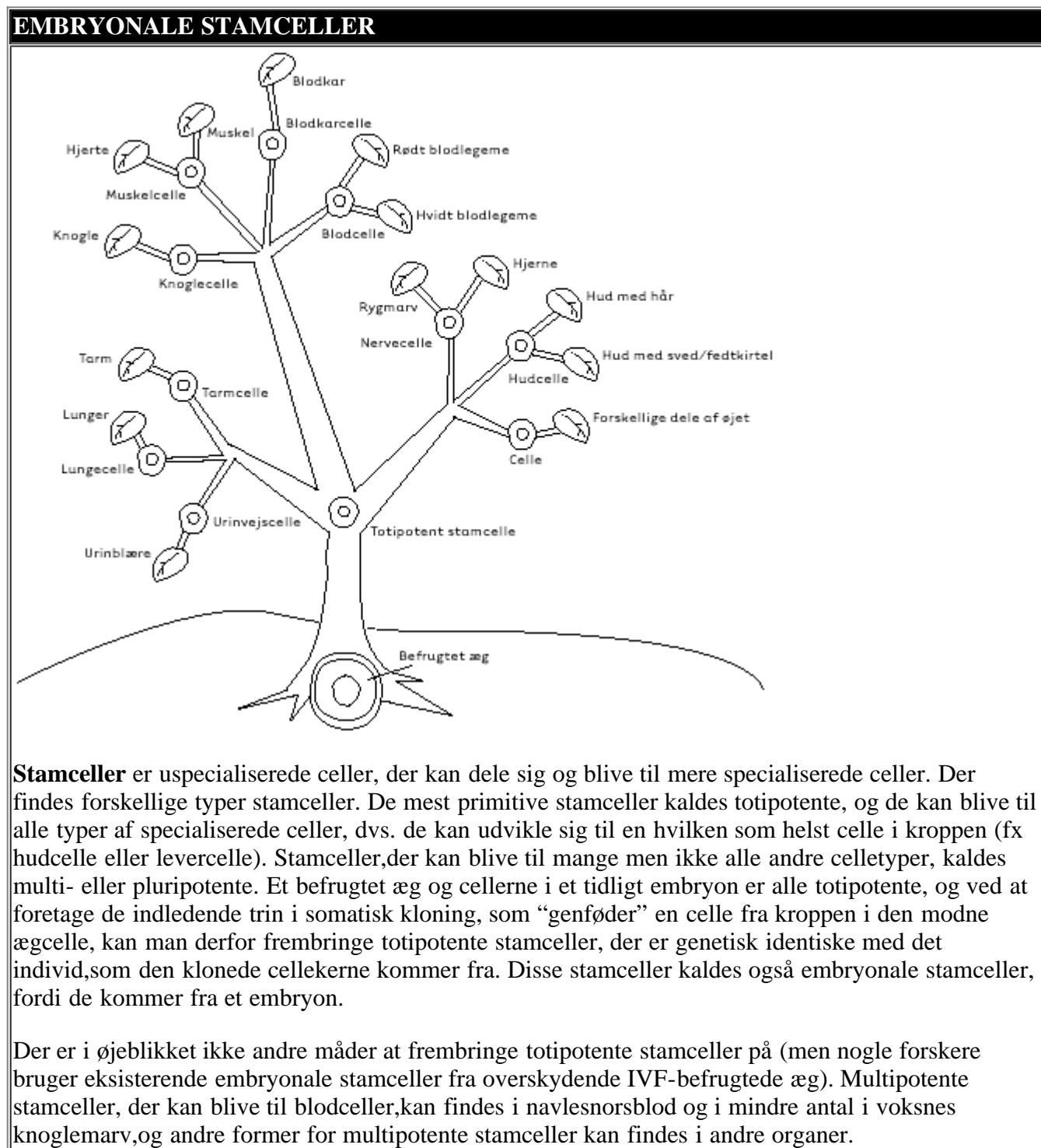
I tiden efter Dolly var den internationale stemning præget af overraskelse og afstandtagen fra tanken om, at kloning kunne anvendes på mennesker. Nu optræder der imidlertid fra tid til anden i den offentlige debat folk, som argumenterer for, at der kan være tilfælde, hvor kloning af mennesker kan være berettiget. For eksempel mener enkelte amerikanske fertilitetslæger, at det vil være ønskværdigt, hvis man kan kloner én af forældrene hos barnløse par, som ikke har andre muligheder for at få børn, der er genetisk beslægtet med dem.

Man vil dog for tiden løbe en meget stor risiko ved at forsøge at skabe et barn med så usikker en teknik, som kloning ved kernetransplantation er. Elisabeth Rosén argumenterer faktisk for, at et sådant forehavende ville være i strid med UNESCOs *Universal Declaration on the Human Genome and Human Rights*, fordi det ville krænke beskyttelsen af det kommende barns helbred og i det hele taget dets menneskelige værdighed. ^[7]

Der må siges stadig at eksistere en altovervejende enighed også internationalt om, at kloning med det formål at fremstille genetisk ens mennesker skal være forbudt. Men samtidig må det konstateres, at der ikke i alle lande - heller ikke de vestlige - eksisterer altomfattende forbud mod kloning af mennesker.

(se faktaboks nr. 6)

Faktaboks 5



Dertil kommer, at en række ikke-vestlige lande, som eksempelvis Kina og Korea, har langt mindre restriktiv lovgivning mod menneskekloning. Det kan få stor betydning på et felt, som er så internationalt i sin natur, som den biomedicinske forskning. Det vil være muligt for internationale virksomheder at flytte forskningen til lande med mindre restriktiv lovgivning.

Frembringelse af embryonale stamceller til vævs- og organdykning

Kloning af mennesker i den forstand, vi umiddelbart forestiller os det, når vi hører ordet kloning - altså det at skabe en nøjagtig, genetisk kopi af et eksisterende menneske - er trods alt stadig et område, som vækker til udbredt afstandstagen. Men måske er det også snarere en anden følge af kloningsforskningen, som kan komme til at skabe debat fremover: Nemlig den mulighed man med

kernetransplantationer har fået for at omprogrammere celler og gøre dem til (embryonale) stamceller igen. Denne viden er der forsøg i gang med at bruge ved terapeutisk kloning til at fremstille menneskeligt væv, og man håber - på lang sigt - at kunne fremstille hele menneskelige organer ved hjælp af metoden.

Den terapeutiske kloning er formentlig ikke omfattet af forbuddet mod kloning af mennesker. I *Lov om kunstig befrugtning i forbindelse med lægelig behandling, diagnostik og forskning m.v.* hedder det blot, at det er forbudt at udføre "forsøg, der har til formål at muliggøre fremstilling af arvemæssigt identiske menneskelige individer" - og det er jo netop ikke hensigten, når vi taler om terapeutisk kloning. Men spørgsmålet er, om der alligevel er ved at være behov for lovgivning på dette område - eller i hvert fald en diskussion af, om der skal gælde andre regler for denne brug af kernetransplantationsteknikken. Og om der gør sig andre etiske overvejelser gældende på dette område, end når det drejer sig om kloning af identiske individer.

Terapeutisk kloning til vævsdyrkning

Der forskes i dag en del i kunstigt at dyrke væv til erstatning af beskadigede celler i kroppen. Hvis man kunne dyrke menneskeligt væv og organer ud fra en celle taget fra det syge menneske, kunne man måske overvinde et af de store problemer både ved transplantation fra andre mennesker og fra dyr, nemlig afstødning af fremmed væv.

Kloningsforskningen har vist, at celler fra den menneskelige organisme kan omprogrammeres af den modne ægcelle. Denne erkendelse ønsker man at bruge i terapeutisk kloning, hvor man forsker i at "genføde" en celle fra kroppen - helst fra den patient, som selv skal modtage reservevævet - til embryonale stamceller.

Man forsøger så at kontrollere differentieringen af disse embryonale stamceller i en dyrkningskultur med det formål at frembringe specialiserede celler, som kunne transplanteres til patienten. Disse celler afstødes ikke af kroppen, fordi de er klonede og dermed er genetisk identiske med cellerne hos den patient, hvor de anvendes. Dette kunne bruges til at frembringe fx hjerteceller til at reparere skader i hjertet - fx efter en blodprop. Et andet eksempel, som sandsynligvis vil blive muligt i fremtiden, er at frembringe nerveceller, som kan anvendes til behandling af Parkinsons sygdom.

Man forsker i at kunne foretage hele celleomprogrammeringen i en petriskål, hvilket kræver kendskab til, hvad der får cellerne til at specialisere sig til fx en hjertemuskelcelle. I dag ved man noget om disse processer og kan i nogle tilfælde styre processen i en petriskål eller lade differentieringen gå af sig selv, for så at udvælge den celletype, man ønsker at dyrke videre på. Således kan man allerede i dag dyrke hud til fx brandsårpatienter. Her benyttes dog ikke embryonale stamceller fremkommet ved kernetransplantation, men multipotente hudceller, som findes i den fjernede forhud fra nyfødte drenge, som er blevet omskåret. I dag sker udforskningen af stamcellers differentieringsproces med brug af embryonale stamceller fra befrugtede æg, som er blevet til overs ved behandling af barnløse med reagensglasbefrugtning. Der er dog også forhåbninger om, at det måske bliver muligt at foretage omprogrammering på celler, der ikke hidrører fra æg, fx bindevævsceller.

- og til organdyrkning

Ved at kombinere kloning og differentiering kan man måske i fremtiden dyrke organer, som passer til den enkelte person. Et fremtidsscenario kan fx se sådan ud:

Når personen begynder at blive syg, fx med begyndende hjertesvigt, tager man en enkelt af hans celler og kloner den, hvorefter man dyrker de totipotente stamceller, man kan få på denne måde. Når man har fået tilstrækkeligt mange celler, tilsætter man de rette differentieringsfaktorer, og får cellerne til at begynde at udvikle sig i retning af hjertemuskelceller. Disse forstadier til hjertemuskelceller overfører man så til en hjerteformet form lavet af et bionedbrydeligt plasticmateriale (som fx det materiale nedbrydelig kirurgisk tråd er lavet af). Cellerne vokser videre og erstatter efterhånden formen, og ved at tilsætte andre differentieringsfaktorer - og måske begynde at stimulere det nydannede hjerte elektrisk - håber man til slut at få et bankende hjerte, som er lige klar til transplantation.

LOVGIVNING OM KLONING AF MENNESKER

På internationalt plan eksisterer der endnu ingen deklARATIONER, som specifikt behandler spørgsmålet om overførsel af somatiske cellekerner hos mennesker. Det nærmeste, man kommer, er UNESCO deklARATION fra 1997: *Universal Declaration on the Human Genome and Human Rights*, som dog ikke direkte indeholder regler om humankloning.

I Europa vedtog Europarådet det 12. januar 1998 en tillægsprotokol til *Konventionen om menneskerettigheder og biomedicin* (fra 1997), med et forbud mod ethvert tiltag til at skabe en genetisk kopi af et andet menneske. Men flere europæiske lande mangler stadig at underskrive traktaten.

I USA eksisterer der for øjeblikket ikke en føderal lov, som forbyder menneskekloning, når bare det ikke foregår med offentlige midler. Der er godt nok initiativer i gang for at få vedtaget et føderalt forbud, og det forekommer sandsynligt, at løsningen vil blive en form for tidsbegrænset moratorium for implantering af klonede embryoner i en kvindes livmoder.

Adskillige EU-lande har allerede vedtaget - eller er på vej med - forbud mod kloning af mennesker. Dog er der i Storbritannien nogen usikkerhed om, hvorvidt det lovfæstede forbud også gælder kloning ved kernetransplantation. (Pt forlyder det, at et ekspertpanel snart vil udsende en rapport, som anbefaler regeringen at ændre loven, således at det bliver tilladt at bruge klonede embryoner til at frembringe reservevæv og organer).

I Danmark er kloning af mennesker forbudt i *Lov om kunstig befrugtning i forbindelse med lægelig behandling, diagnostik og forskning m.v.*

Kilde mht. international lovgivning: Rosén 1999

Dette er stadig fremtidsmusik, men man kan allerede i dag dyrke kunstig hud og kunstige blodkar på denne måde, og man har også dyrket kunstige ører og næser ved at dyrke bruskceller på øre- og næseforme.

De tekniske problemer, der stadig må løses, før man kan dyrke hjerter og andre organer, er hovedsageligt af to slags:

For det første mangler man stadig viden om differentieringsfaktorer. Man kender nogle, men langt fra alle, og der er derfor grænser for, hvor præcist man kan styre differentieringsprocessen.

For det andet har nogle organer en relativt kompliceret tredimensionel struktur, hvor mange forskellige typer af celler skal være anbragt rigtigt i forhold til hinanden, for at organet kan udføre sin funktion. I nyren er der fx to meget komplicerede rørsystemer til henholdsvis blodet og urinen, og hvis de ikke "sidder rigtigt" i forhold til hinanden, og hvis ikke cellerne i de to rørsystemer sidder rigtigt, så fungerer nyren ikke. For at lave en nyre, er det altså ikke nok at kunne dyrke alle de forskellige former for celler, der indgår i nyren, man skal også kunne få dem til at sætte sig på den rigtige plads i forhold til hinanden. Dette problem er ikke løst, og vil måske tage mange år endnu at løse.

En "vokse-metode", der har været overvejet, er at placere den manipulerede ægcelle i en livmoder i en periode, mens organet bliver anlagt (4-8 uger). Derefter skulle "fosteret" udtages, og forskerne ville så dyrke videre på organet i laboratoriet.

Men er det nu et organ, som i givet fald vil vokse ud af ægget - eller er det faktisk et foster med mulighed for at udvikle sig til et barn? I USA har præsident Clinton i november 1998 spurgt *The National Bioethics Advisory Commission* om dette og fået det svar, at der for tiden ikke findes offentliggjort forskning, som kan svare på spørgsmålet.

For mange vil det også være væsentligt for deres etiske stillingtagen, hvorvidt processen med at frembringe embryonale stamceller ved at omprogrammere en celle i den modne ægcelle, faktisk indebærer, at man frembringer et menneskeligt foster. Det gør man jo ikke i traditionel forstand, da

kropscellen ikke normalt har potentialet til at udvikle sig til et nyt individ, og da den omprogrammerede ægcelle aldrig skal opsættes i en livmoder. Men uanset tilblivelsesformen, så bliver resultatet jo et embryon, som *kunne* udvikle sig til et individ, hvis det blev opsat i livmoderen.

Politisk er der forskellige holdninger til, hvad dette betyder. I USA udtalte et ekspertpanel, som the National Institute of Health havde nedsat af etikere og forskere, at man kan forestille sig tilfælde, hvor forskning på humane embryonale stamceller er etisk forsvarlig. Alligevel har kongressen vedtaget et forbud mod, at føderale midler kan bruges på forskning på menneskelige embryoner (private midler må derimod gerne bruges på sådan forskning!). Dog har The National Bioethics Advisory Commission i 1999 i en rapport til præsident Clinton anbefalet, at forbuddet ophæves pga. den store nytteværdi, forskningen kan få for sygdomsbehandlingen.¹⁸¹ Nogle lande, fx Storbritannien, har vedtaget, at forskning på menneskelige embryoner kan modtage offentlig støtte.¹⁹¹ I Danmark er det tilladt at foretage forskning på menneskelige befrugtede æg og kønsceller i op til 14 dage, hvis formålet er at forbedre in vitro-befrugtning eller sygdomsbestemmelse af det befrugtede æg, og under forudsætning af, at forsøgene godkendes inden for det videnskabetiske komitéssystem. Denne forskning kan modtage offentlig støtte.

Faktaboks 7

LOVGIVNING OM KLONING AF DYR

De danske regler om dyreforsøg og kloning

1. Efter § 12, stk. 2, i *dyreværnsloven* (lov nr. 386 af 6. juni 1991 med senere ændringer) kan justitsministeren fastsætte nærmere regler om, og herunder forbyde, anvendelse af bioteknologi, genteknologi og lignende på produktionsdyr i landbruget.

Der er endnu ikke administrativt fastsat regler om anvendelse af genteknologi mv. på produktionsdyr.

2. I det omfang, der foretages forsøg med genteknologi på dyr, kan forholdet være omfattet af *dyreforsøgsloven* (lovbekendtgørelse nr. 726 af 9. september 1993 som ændret ved lov nr. 1081 af 20. december 1995).

Efter dyreforsøgslovens § 1, stk. 1, må anvendelse af hvirveldyr til forsøg, der må formodes at være forbundet med smerte, lidelse, angst eller varigt mén for dyrene (dyreforsøg) kun ske med tilladelse fra Dyreforsøgstilsynet.

International regulering

1. I en ændringsprotokol til *European Convention for the Protection of Animals kept for Farming Purposes* fra 1976 er der indsat en ny artikel 3 i konventionen, hvoraf det bl.a. fremgår, at naturlige eller kunstige avlsprocedurer, som kan volde skade eller lidelse for dyrene, ikke må finde sted.

Danmark ratificerede protokollen den 20. januar 1993, men da den endnu ikke er ratificeret af samtlige kontraherende stater, er den ikke trådt i kraft endnu.

Der er endnu ikke udarbejdet rekommandationer til protokollen, som særligt behandler spørgsmålet om udvikling og anvendelse af genteknologi.

2. *EF-direktiv om beskyttelse af dyr, der holdes til landbrugsformål* (Rådets direktiv 98/58/EF) fastsætter mindstekrav for beskyttelse af dyr, som holdes til landbrugsformål.

Det fremgår af et bilag til direktivet, at der ikke må anvendes naturlig eller kunstig avl eller avlsmetoder, der påfører eller kan påføre de berørte dyr lidelse eller skade.

Ministerrådet har dog endnu ikke vedtaget regler vedrørende udvikling og anvendelse af genteknologi med hensyn til dyr.

3. Danmark har endvidere undertegnet *Den europæiske konvention om beskyttelse af hvirveldyr, der anvendes til forsøg og andre videnskabelige formål*.

Konventionen har til formål i videst muligt omfang at begrænse anvendelsen af dyr til forsøg, at

beskytte dyr, der anvendes i forsøg, der vil kunne forårsage smerte, lidelse, angst eller varigt men, og at sikre, at sådanne lidelser, hvis de er uundgåelige, reduceres mest muligt.

Konventionen indeholder endvidere en opregning af de formål, hvortil der må foretages forsøg med dyr.

Danmark har endnu ikke ratificeret konventionen, da man har afventet vedtagelsen af en rådsbeslutning om Fællesskabets tiltrædelse af konventionen. Baggrunden herfor er, at en del af konventionens område berører EU-direktivet om dyreforsøg, jf. pkt. 4 nedenfor.

Rådet har imidlertid for nyligt truffet beslutning om Fællesskabets tilslutning til Den europæiske konvention. Danmark arbejder derfor i øjeblikket på at få ratificeret konventionen.

Danmark har dog allerede i forbindelse med en revision af dyreværnsloven i 1993 (jf. lov nr. 470 af 30. juni 1993) ændret flere af dyreværnslovens bestemmelser med henblik på at bringe formuleringen i overensstemmelse med de internationale regler på området, dvs. Den europæiske konvention og EU-direktivet.

4. EF-direktiv om indbyrdes tilnærmelse af medlemsstaternes love og administrative bestemmelser om beskyttelse af dyr, der anvendes til forsøg og andre videnskabelige formål (86/609/EØF).

For at undgå unødigt gentagelse af forsøg med henblik på at efterkomme national lovgivning eller Fællesskabets forskrifter skal medlemsstaterne efter direktivet i så vid udstrækning som muligt anerkende gyldigheden af oplysninger om forsøg, der er udført i anden medlemsstat.

Kloning og genmanipulation af kommende individer

Et helt andet aspekt ved kernetransplantationsteknikken er, at den potentielt kan forenes med gensplejsning med det formål at skabe individer, som er genetisk manipulerede. Det gør man allerede i et vist omfang med dyr (de såkaldte transgene dyr), som man fx tilføjer menneskelige gener for at kunne bruge dem i medicinsk behandling af mennesker. Men de samme teknikker (kernetransplantation kombineret med gensplejsning) (se faktabokse nr. 2, 3 og 4) kan i princippet anvendes på kommende mennesker, hvis man ønsker at ændre ved de egenskaber, de vil få, når de bliver født. I dag er det dog forbudt i det meste af verden at manipulere med kommende mennesker, men spørgsmålet er, om det altid vil blive ved med at være sådan. Svaret herpå skal bl.a. findes gennem den etiske debat.

Genetisk manipulerede transgene dyr

Der satses i disse år mange ressourcer på at fremstille såkaldt transgene dyr, som fx kan fungere som medicinfabrikker eller organdonorer for mennesker, fordi de har fået tilført nogle menneskelige gener gennem gensplejsning. Ved gensplejsning indfører man nyt arvemateriale i en cellekerne, med det formål at tilføre et individ nye arvelige egenskaber - altså fx menneskelige gener til et dyr. Hidtil har gensplejsning på pattedyr været foretaget ved, at man har indsprøjtet arvematerialet direkte i cellekernen på et befrugtet æg. Denne teknik har en stor spildprocent (se faktabokse nr. 3 og 4). Derfor arbejder man nu på at frembringe de transgene dyr ved hjælp af kloning. Man foretager først sine genetiske ændringer på cellelinier, og når man har sikret sig, at man har en cellelinie, hvor man har opnået de ønskede genetiske ændringer, så benytter man kloningsteknikken til at skabe et nyt dyr på grundlag af en af de nye celler. Frembringelse af transgene dyr sker allerede i dag i flere sammenhænge:

- En metode til at producere *menneskelige proteiner til medicinsk behandling* er fremstilling af transgene dyr. Dyrene bærer gener fra mennesker og kan dermed, fx i deres mælk, producere et protein, som kan bruges i behandling af mennesker. På den måde fremstiller man i dag fx det menneskelige protein C, som styrer blodets evne til at størkne og bl.a. bruges til behandling af blødere. Ved at bruge transgene dyr til at fremstille proteinet kan man gøre det langt billigere, end ved den hidtil anvendte metode, og samtidig producere langt større mængder af det humane blod-protein. Dertil kommer, at blod-proteiner produceret på denne måde ikke har en mulig smitterisiko, sådan som dem, der er produceret fra menneskers blod, har.

Der foregår mange steder i verden forsøg med at frembringe organer fra dyr – især grise - som kan transplanteres til mennesker (*xenotransplantation*), da der overalt er en meget stor mangel på menneskelige organer til transplantation. Allerede i dag kan både hud, hornhinder og hjerteklapper transplanteres fra grise til mennesker. For at den menneskelige krop bedre skal kunne acceptere et dyreorgan, kan man gøre donorgrisene transgene; dvs foretage genetiske ændringer og fjerne de stoffer hos grisene, som menneskets immunsystem reagerer på. Når man har produceret en gris med den rette genetiske sammensætning, har man planer om at “masseproducere” den ved hjælp af enten normal forplantning eller kloning afhængig af arvbarheden af den pågældende egenskab. Der er imidlertid store, uløste problemer ved overførsel af organer fra dyr til mennesker på grund af risikoen for, at vira fra grisene vil kunne overføres til modtageren af organet og måske ligefrem starte epidemier af uhelbredelige sygdomme. I dag ved vi, at den spanske syge, som dræbte 100 mio mennesker i begyndelsen af 1900-tallet, var forårsaget af et grisevirus, som overførtes til mennesker. HIV er et andet eksempel på et virus, som i ændret form er overført fra dyr til mennesker.

- Ved at tilføre større dyr genetiske defekter, som svarer til menneskelige sygdomme, kan man forske i årsager til sygdomme og afprøve medicin, før man prøver den på mennesker. Mere generelt kan man bruge genetisk modificerede dyr til at skabe en større viden om, hvorledes generne spiller sammen i forbindelse med fx sygdomme. Eksempelvis har man skabt transgene mus, som enten har fået tilført eller inaktiveret gener, som spiller en rolle i forbindelse med udviklingen af cancer. Der er frembragt titusindvis af forskellige genetisk modificerede forsøgsdyr, især mus, men i de senere år også flere grise, får, geder og køer.

Genetisk manipulation af mennesker

De samme teknikker (kernetransplantation kombineret med gensplejsning, se faktabokse 2, 3 og 4) som muliggør genetisk manipulation af fosteranlæg hos dyr, vil i princippet også kunne anvendes på kommende mennesker. Den rationelle metode ville være at befrugte et eller flere af moderens æg med faderens sæd. Derefter ville man tage embryonale stamceller fra æggene og foretage genterapi på dem. Når man havde sikret sig, at genet var stabilt integreret og fungerende i stamcellen, kunne man indsætte cellen i en tømt ægcelle og implantere den i moderens livmoder. Formålet kunne være at ændre helbredsmæssige egenskaber som fx disposition for en given sygdom, og det kunne måske - endnu længere ud i fremtiden – også være at ændre normale egenskaber som fx højde, udseende, intelligens eller temperament.

Der har dog hidtil hersket international enighed om, at genterapi på/genmanipulation af kønscellerne (som går i arv til børnene) ikke bør tillades. For når ændringerne går i arv til den behandlede børn og børnebørn, bliver det umuligt at overskue de langsigtede konsekvenser for menneskeheden.

Da denne type forskning altså ikke må foretages på mennesker, bliver overvejelserne over, hvilken retning den vil tage, hvis den bliver tilladt, i sagens natur spekulative. Det samme gør overvejelserne over de konsekvenser, det ville få, hvis man foretager sådanne indgreb på mennesker. Men man kan pege på nogle tendenser og nogle holdninger, som optræder i den offentlige debat, og det er formålet med de næste afsnit.

Muligheden for, at man vil gå i gang med at manipulere med kommende menneskers gener inden for en tidshorisont på nogle årtier, er måske ikke helt så urealistisk, som man umiddelbart skulle tro. - I hvert fald ikke hvis man retter blikket mod fx USA, som har en anden tradition for at vægte individets ret til selv at beslutte over sit eget (og sine børns) liv, end man har i Danmark og det meste af Europa.

Såvel professor i molekylær biologi, Lee Silver, som fremtidsforskeren Joseph Coates, som begge holdt oplæg på Københavns Universitets og Det Etske Råds konference om Mennesker og Genteknologi i det Nye Årtusinde i november 1999, var overbeviste om, at lovgiverne i hvert fald i USA ville give efter for befolkningens krav om at kunne bruge genetisk manipulation til at give deres kommende børn de genetisk bedste betingelser, når først muligheden forelå. Og det mente de ville ske inden for de næste årtier, i hvert fald hvad angik muligheden for at behandle sygdomsgener hos kommende børn.

Kønscellebehandling af sygdomme

Lee Silver gjorde opmærksom på, at selv om genetisk manipulation har været brugt igennem 18 år med voksende succes på pattedyr som mus, grise og får, så overvejede de fleste videnskabsmænd indtil for nylig ikke seriøst at anvende teknikken på menneskelige embryoner. Teknikken var alt for ineffektiv, og der var stor risiko for at tilføre embryonet nye genetiske mutationer. Disse to forhindringer forventer man imidlertid snart at løse med de nye genetiske screeningsmuligheder, man forsker i. De vil kunne bruges til kun at udvælge de embryoner, hvor de genetiske ændringer er blevet indført, uden at skade andre funktioner i embryonet. Tilbage står den afgørende indvending: Selv hvis genmanipulationen er forløbet helt som beregnet, hvordan kan vi da vide, hvordan ændringen vil påvirke det kommende barn? Hvordan kan vi sikre det mod, at der opstår uventede og alvorlige bivirkninger?

Silvers bud er, at så længe man kun sigter mod at lave genetiske manipulationer, som er efterligninger af de gener, nogle mennesker er blevet udstyret med fra naturens hånd, vil man kunne overvinde den risiko. Ca. 1% af alle mennesker er for eksempel udstyret med et gen, som giver absolut modstandsdygtighed mod HIV virus, som forårsager AIDS. Andre mennesker har gener, som gør dem særligt modstandsdygtige over for kræft. Det er altså muligt at undersøge effekten af disse gener ved at studere de mennesker, som har dem naturligt, og derved kan man opdage det, hvis et givent gen skulle give anledning til bivirkninger. Det ved man fx, at HIV-resistens genet ikke gør, derfor mener Silver, man indenfor en overskuelig fremtid uden risiko ville kunne tilføre kommende mennesker dette gen. Han kalder denne tilførsel af kendte gener for Type-1 forbedringer. Han mener, at forældre med denne type genetiske forbedringer ville blive i stand til at give deres børn et gen, som andre børn får af naturen.

Når det gælder genetiske manipulationer, som ikke tidligere har optrådt hos mennesker (Silver kalder dem Type II manipulationer), er det imidlertid ikke muligt at forudse bivirkningerne ved et indgreb. Derfor mener Silver, man bør afholde sig fra at forsøge sig i denne boldgade i den nærmeste fremtid.

Fremtidforskeren Joseph Coates pegede på, hvor de første forsøg på at behandle genetiske sygdomme ved hjælp af genetisk manipulation af kommende mennesker efter hans mening ville blive foretaget: Banting og Bests opdagelse af insulinet har ført til, at et stort antal mennesker, som har diabetes, nu lever længe nok til at få børn. Tidligere levede få diabetikere så længe, og dermed gav de heller ikke sygdomsgenet videre til deres børn. Bagsiden af denne glædelige udvikling for dem, der lider af sukkersyge, er altså, at en stadig større del af befolkningen arver genet for sygdommen og igen giver det videre til deres børn. Den fælles genpulje er blevet svækket. Coates pointe er, at da vi nu har tilladt denne udvikling at forløbe i ca. 70 år, så er sukkersygegenet blevet en oplagt kandidat for genetisk korrektion. Hvis man kunne fjerne genet fra kommende børns kønsceller allerede mens de var embryoner, ville man ikke alene kunne forhindre, at de selv blev syge, men også at de leverede genet videre til deres efterkommere.

Kønscellebehandling af normalegenskaber

På samme måde, som fysiske egenskaber kan ændres ad genetisk vej, kan mentale egenskaber det formentlig også - og teknikken vil i givet fald være den samme: kernetransplantation kombineret med gensplejsning. Der er almindelig enighed om, at mentale egenskaber som fx intelligens ikke styres af et enkelt gen. Dels består intelligens af mange forskellige faktorer, hvor evnen til at lære og huske lærdom er to af de vigtige komponenter, men også evnen til at resonere, analysere og generalisere tidligere tillærte informationer har betydning. Dels skal flere gener spille sammen for at give intelligens og dels er miljøet, vores omgivelser og livsforløb, lige så afgørende for udviklingen af intelligens, som vores gener.

Når alt det er sagt, er det formentlig alligevel sådan, at de allerfleste mentale egenskaber *også* er genetisk bestemt. Dermed bliver de også mulige mål for forskeres eventuelle fremtidige forsøg på at ændre ved menneskers mentale egenskaber.

I efteråret 1999 offentliggjorde et forskerhold fra Princeton University fx, at de i deres forskning i hjernens læreprocesser havde frembragt en genetisk forbedret intelligent mus, Doogie. Doogie er bedre til at lære og huske end andre mus, fordi man tilførte det befrugtede æg et gen, som gør, at den

producerer mere af et bestemt protein (NMDA receptor). På spørgsmålet om, hvorvidt teknikken kunne bruges til at forbedre menneskers lære- og huskeevne svarer forskerne, at det er en teoretisk mulighed. Men fordi menneskers indlæringsmekanismer er mere komplekse end musens - og naturligvis pga de etiske problemer ved genetisk manipulation af mennesker - formoder forskerne, at det er mere sandsynligt, at det i første omgang vil være medicinalfirmaer, som vil udnytte opdagelsen til at udvikle medikamenter til mennesker med hukommelsesproblemer; fx Alzheimer-patienter. ^[10]

Der er jo allerede udviklet en række medikamenter, som har virkning på menneskelige normalegenskaber som hukommelse, koncentrationsevne, lykkefølelse, potens, energi, nervøsitet osv. En del af disse virker på genniveau, selvom virkningen naturligvis ikke er permanent, når det drejer sig om medicin.

Men vil vi gradvist nå dertil, at vores vilje til at acceptere ændringer af normalegenskaber bliver større - også når det gælder mennesker, som ikke er syge, men som bare mener, de ville kunne klare sig lidt bedre med fx en koncentrationspille hver morgen? Og vil sådan en accept videre kunne føre til, at vi vil acceptere, at sådanne ændringer bliver gjort permanente og kan nedarves af vores efterkommere, fordi de indføres ved manipulation af kønscellerne hos kommende børn?

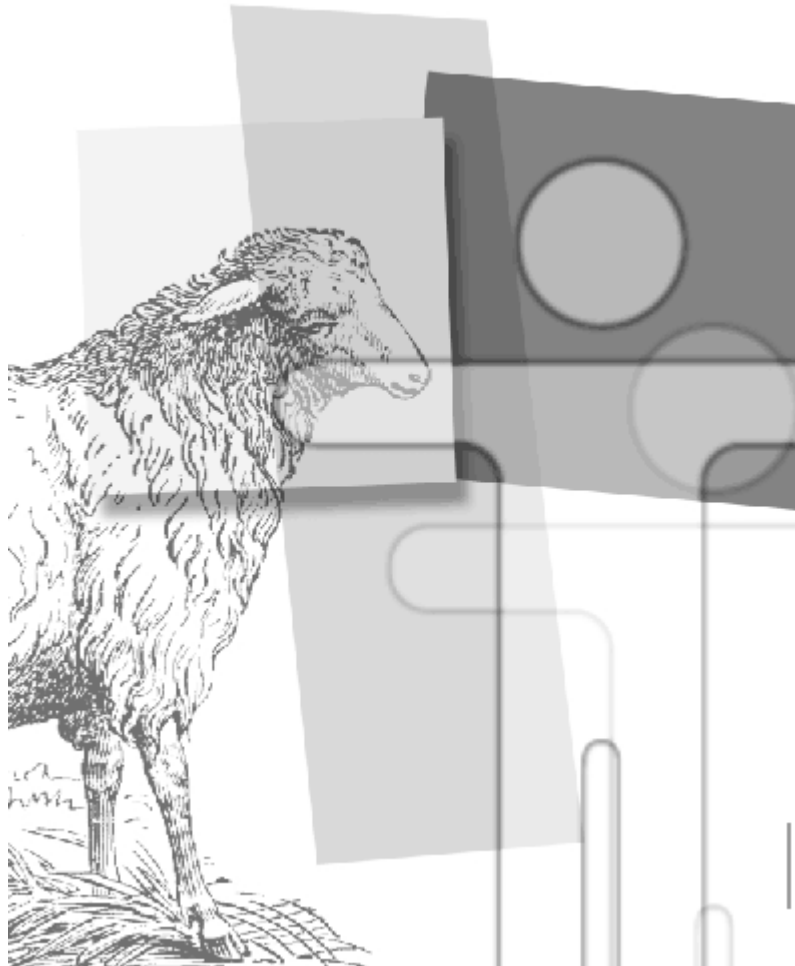
fodnoter

^[7] Rosén 1999

^[8] Fletcher 2000, 8

^[9] Pedersen 1999, 47

^[10] Tsien 2000, 44



DEBATSPØRGSMÅL

Kloningsdebatten vækker stærke følelser, hvilket formentlig hænger sammen med, at kloning - uanset hvilken variant vi taler om - rører ved noget helt fundamentalt, ved skabelsen af livet.

Man kan naturligvis hævde, at mennesker altid har skabt deres børn - i de seneste år også ved hjælp af kunstig befrugtning, hvor lægerne efterligner naturens måde at føre æg og sædceller sammen (for eksempel i et reagensglas), men uden at have til hensigt at ændre ved kønscellerne i processen. Ligeledes kan man hævde, at man gennem den selektive avl af vore husdyr har styret dyrenes evolution fra de oprindelige vilde arter.

Men kloning ved kernetransplantation er anderledes, fordi forskerne her påtager sig at frembringe liv uden brug af æg- og sædceller - af en celle, som aldrig af sig selv kunne udvikle sig til et nyt individ. Derudover får de i processen mulighed for at foretage ændringer ved det kommende individ ved hjælp af gensplejsning. Hermed kan mennesker måske for første gang få mulighed for *direkte* at påvirke deres egen og dyrenes evolution.

Denne potentielle mulighed førte umiddelbart til en verdensomspændende enighed om, at kloning af mennesker under ingen omstændigheder skulle være tilladt. Siden er andre anvendelser af teknikkerne - først og fremmest såkaldt terapeutisk kloning - kommet frem, og der har nu rejst sig røster, som anbefaler visse anvendelser af kloning.

Holdningerne til kloning - og til nye (gen)-teknikker i almindelighed - afhænger naturligvis meget af ens grundsyn på tilværelsen. Man kan sige "ja" eller "nej" til en teknik af forskellige årsager for eksempel afhængig af formålet med at anvende teknikken. Og det samme menneske kan have en positiv holdning til dyrekloning samtidig med, at vedkommende er helt afvisende over for anvendelsen af teknikken på mennesker. Andre er også negative over for dyrekloning, fordi de frygter, at fortsatte

forsøg hermed en dag vil føre til, at nogen også vil forsøge sig med menneskekloning. Hertil kommer, at både en positiv og en negativ holdning til kloning kan være meget forskelligt begrundet hos det enkelte menneske.

Med dette oplæg ønsker Det Ethiske Råd og Det Dyreetiske Råd i første omgang at lægge op til en offentlig debat om de forskellige anvendelser af kloningsteknikkerne. Hvilke etiske dilemmaer vil de enkelte anvendelser, alt efter ens grundsyn, give anledning til, og hvordan skal vi håndtere disse dilemmaer? Kloningsteknikkerne kan måske inden for få år komme til at influere på vores og vores efterkommeres liv, så det er vigtigt, vi gør os klart, hvordan vi vil forholde os til dem – og hvorfor.

Skal det tillades at anvende kloning til at frembringe identiske individer?

Kloning af dyr

- Er der en reel risiko for en “glidebaneeffekt” på den måde, at hvis man tillader kloning af dyr vil man i fremtiden lettere acceptere kloning af mennesker?
- Kloning af dyr vil måske kunne afdække anvendelsesmuligheder for kloning af menneskeceller til formål, der senere kunne vise sig at være acceptable og ligefrem ønskværdige. Eller forskningen kunne måske hjælpe til at opnå viden, som kunne være gavnlige i andre sammenhænge. Bør man på nuværende tidspunkt begrænse forskningen, og dermed risikere ikke at opnå en sådan viden - hvis den er opnåelig?
- Processen i forbindelse med skabelsen af klonede dyr kan være belastende for både moderdyr og afkom. Hvor meget stress og lidelse er det rimeligt at påføre dyrene for at frembringe en klon?
- For at frembringe ét klonet dyr kræves adskillige forsøg, hvor et stort antal embryoner eller dyr går til, før man får det ønskede resultat. Hvor stor en spildprocent er acceptabel for at lave en klon?
- Er det acceptabelt at anvende kloning af for eksempel køer til at effektivisere produktionen af animalske fødevarer?
- Hvor vitale humane interesser skal der være på spil, for at det er acceptabelt at klonе forsøgsdyr?
- Spiller det nogen rolle, at kloning vil kunne reducere antallet af forsøgsdyr?
- Bør det være tilladt at klonе kæledyr?

Kloning af mennesker

- Har alle mennesker en *ret* til at have deres *egen genetiske identitet*?
- Kan der være tale om en ret, når énæggede tvillinger, der jo er naturlige kloner, ikke har denne ret?
- Er menneskekloning udtryk for en tingsliggørelse af et andet menneske, som bringes til verden for at tjene som et middel for realiseringen af andres mål?
- Er der en afgørende forskel på at blive klonet ved embryodeling i fostertilstand - sådan som énæggede tvillinger jo bliver - og på at være en somatisk klon af et allerede født menneske?
- Vil det i højere grad være en krænkelse af et menneskes ret til sin egen identitet at blive bragt til verden som en kopi af et *allerede eksisterende menneske*, som dermed påtager sig rollen som original?
- Ville et klonet individ vokse op med omverdenens forventning om, at det skal blive som den anden - det “originale” individ?
- Ville personen blive reduceret til at være sin genetiske identitet, så omverdenen glemte påvirkningen fra miljøet, sjælen og personligheden - alt det som gør, at en klon ikke vil blive som sit genetiske forlæg?
- Vil det kunne få psykologiske konsekvenser for klonen ikke at kunne få lov at være sig selv?
- Eller har det i realiteten ikke den store betydning, om et menneske er en genetisk klon af en anden, når miljøpåvirkningerne alligevel er så afgørende for, hvordan vedkommendes personlighed udvikler sig?
- Kan man forestille sig tilfælde, hvor kloning vil kunne accepteres - for eksempel hvor et barnløst par ikke har andre muligheder for at få et genetisk beslægtet barn end at klonе den ene part?

- Ville en sådan accept i ét tilfælde blot føre til, at man ikke kunne afvise senere at tillade kloning anvendt til andre ting, som for eksempel ændringer af et kommende barns egenskaber?

Skal det tillades at skabe menneskeligt reservevæv fra klonede celler?

- Skal menneskelige embryonale stamceller, som er skabt ved at sætte en cellekerne fra kroppen ind i en moden ægcelle, betragtes som helt identisk med embryonale stamceller skabt på "normal" vis (ved sammensmeltning af æg- og sædceller)?
- Kan et menneskeligt embryon opdeles i embryonale stamceller og bruges til at dyrke reservedele som væv eller organer? Og gør det nogen forskel, hvordan stamcellerne er blevet til?
- Skal brug af menneskelige embryonale stamceller helt forbydes, eller kan der findes tilfælde, hvor målet helliger midlet?
- Er dyrkning af reservevæv og -organer i givet fald til så stor gavn, at metoden bør tillades i det tilfælde?
- Hvis terapeutisk kloning tillades, hvorfor så ikke tillade frembringelsen af "almindelige" embryoner med henblik på forskning?
- Hvis forskerne senere kunne gøre det muligt at foretage hele celleomprogrammeringen i petriskålen - det vil sige uden at bruge den modne ægcelle til at skabe embryonale stamceller og dermed uden mulighed for, at cellerne kunne udvikle sig til et færdigt menneske - ville dyrkningen af organer og reservevæv så blive mere acceptabel?

Skal det tillades at manipulere med kommende individer?

- Det er vanskeligt for mennesker at overskue konsekvenserne for de næste generationer af mennesker og dyr ved at manipulere med arvematerialet. Skal det alligevel være tilladt? Og er der i så henseende forskel på menneskers og dyrs arvemateriale?

Transgene dyr

- Er det acceptabelt at lave transgene dyr, og i så fald, til hvilke formål og under hvilke betingelser er det acceptabelt at anvende transgene dyr?
- Er det fx acceptabelt at klonе dyr med henblik på at høste organer til transplantationer?
- Har det nogen betydning, om dyret har fået tilført fremmede gener eller blot fået inaktiveret nogle af sine egne?
- Er der grænser for hvilke manipulationer, der må foretages med dyrenes gener?
- Skal transgene dyr holdes i indesluttede miljøer, så der ikke er kontakt med omverdenen og dermed risiko for udveksling af genetisk materiale?

Kønscellemanipulation af kommende mennesker for at fjerne sygdomsgener

Med den viden vi har i dag, kan ingen udelukke, at en genetisk ændring af et kommende barn vil vise sig at få nogle uoverskuelige konsekvenser (for eksempel en sygdom eller en karakterafvigelse) mange år efter, at barnet er voksent og måske selv har fået børn.

- Hvis risikoen for, at dette skulle ske, er forsvindende lille, skal man så acceptere denne, fordi fordelene i form af udryddelsen af alvorlige sygdomme er store?
- Eller er selv en lille risiko for stor på et så vitalt område?
- Hvis man kan forbedre menneskers sundhed ad denne vej, hvordan sikrer vi så, at forbedringerne bliver stillet til rådighed for alle mennesker, og ikke kun den rige del af befolkningen i de rige lande?

- og for at ændre ved normalegenskaber

- Hvis normalegenskaber kan ændres genetisk, vil det så nedsætte menneskehedens diversitet,

fordi alle vil gå efter de samme egenskaber til vores børn - nemlig de egenskaber, som er succeskriterier i vores nuværende samfund?

- Kan vi i dag overskue, hvilke egenskaber mennesker vil få brug for om 50 år eller mere?
- Hvad nu hvis genet for ordblindhed, som selvfølgelig er en hæmsko i en skriftbaseret kultur, senere viser sig også at kode for større kreativitet, mere empati eller andre egenskaber, som samfundet kan have god brug for?



LITTERATUR

Brock, Dan W. 1998. Cloning Human Beings: An Assessment of the Ethical Issues Pro and Con. In Nussbaum and Sunstein eds. *Clones. Facts and Fantasies About Human Cloning*.

Coates, Joseph F. 2000. Treatment of Disease in the 21st Century - Toward the Manipulatable Human/the Human as a Building Block. In *3 papers: Humans and Genetic Engineering in the New Millenium - How are we going to get "Gen-Ethics" just in time?* Virtuel bog udgivet på Det Ethiske Råds hjemmeside: www.etiskraad.dk

Daily Telegraph 3. april 2000: *Ban on human spare parts cloning research to be lifted.*

Fletcher, John C. 2000. The National Bioethics Advisory Commission's Report on Stem Cell Research: A Review. *American Society for Bioethics and Humanities, ASBH Exchange: Winter 2000.*

Gurdon J.B. and A. Colman. 1999. The Future of Cloning. *Nature* vol. 402, 16. December.

Holm, Søren. 1999. Nye "kloningsteknikker" - Baggrundsnotat til Etisk Råd. Upubliceret.

The Human Genetics Advisory Commission. 1998. *Cloning Issues in Reproduction, Science and Medicine*. United Kingdom: Department of Health.

Hyttel, Poul, H. Callesen og T. Greve. 1999. Kloning af husdyr - en ny verden af muligheder. I *Det menneskeskabte menneske - fremtiden med genetik og kloning*. København: Det Etske Råd.

Hyttel, Poul. 2000. *Det 21' århundredes kloner*. Virtuel bog fra Experimentarium og Det Etske Råd på hjemmesiden www.experimentarium.dk/dk/udstillinger/future_body/debatbog.html

Pedersen, Roger A. 1999. Embryonic Stem Cells for Medicine. In: Special Report: The Promise of Tissue Engineering. *Scientific American*. April 1999.

Rosén, Elisabeth. 1999. Kloningstekniker, ett vägsål för biotekniklagstiftning. En internationell översikt över lagstiftningsaspekter kring pågående instrumentella och emancipatoriska trender. *Retfærd* nr. 85, 22. årg. Shickle, Darren. 2000. When are we Capable of Understanding an Early Warning? In *3 papers: Humans and Genetic Engineering in the New Millenium - How are we going to get "Gen-Ethics" just in time?* Virtuel bog udgivet på Det Etske Råds hjemmeside: www.etiskraad.dk

Silver, Lee. 2000. Reprogenetics: How do a Scientist's Own Ethical Deliberations Enter into the Process? In *3 papers: Humans and Genetic Engineering in the New Millenium - How are we going to get "Gen-Ethics" just in time?* Virtuel bog udgivet på Det Etske Råds hjemmeside: www.etiskraad.dk

Tsien, Joe Z. 2000. Building a Brainier Mouse. In *Scientific American*. Vol. 282, no. 4.

Walters, L. and J.G. Palmer. 1997. *The Ethics of Human Gene Therapy*. New York: Oxford University Press.

Wilmot, Ian. 1998. Cloning for medicine. *Scientific American*. December 1998.

[Top/Bund](#) -