Xenotransplantatie

door mgr.dr. W.J. Eijk, bisschop van Groningen

Praktische overwegingen
Vanaf de jaren zestig van de vorige eeuw heeft de weefsel- en orgaantransplantatie zich een vaste plaats veroverd in de gezondheidszorg. Weefsels en organen kunnen door levende personen (donoren) aan zieken worden geschonken, die daaraan behoefte hebben (de recipiënten of ontvangers). Zij kunnen ook afkomstig zijn van overledenen. Van belang is dat tevoren is uitgezocht of de weefsels van de donoren en de ontvangers tot op zekere hoogte bij elkaar passen. Anders stoot het lichaam van de ontvanger het getransplanteerde weefsel of orgaan af als gevolg van een immunologische afweerreactie. Het getransplanteerde weefsel of orgaan wordt dan bejegend als een bacterie of een virus dat het lichaam bij een infectie is binnengedrongen.

Levende orgaan- en weefseldonoren zijn zeldzaam. Daarom is men vooral aangewezen op overleden orgaandonoren. Hieraan bestaat echter ook gebrek. In 1996 is een nieuwe wet op de orgaandonatie aangenomen. (1) Op basis hiervan ontvangen alle Nederlanders van 18 jaar en ouder een formulier waarop zij kunnen aangeven of zij bij overlijden hun weefsels en organen voor transplantatiedoeleinden ter beschikking willen stellen of daar bezwaar tegen hebben. De verwachting was dat toekomstige orgaandonoren op die wijze konden worden geregistreerd. De maatregel heeft echter niet het verhoopte effect gesorteerd, want het aantal beschikbare overleden orgaandonoren is in de laatste jaren juist teruggelopen. Bovendien blijkt in de praktijk dat van veel overleden orgaandonoren geen gebruik wordt gemaakt, omdat het uitnemen van de organen voor de ziekenhuizen een tijdrovende kwestie is. Het heeft daarom binnen het krappe budget van de gezondheidszorg geen prioriteit.

Het is dus zaak naarstig naar andere bronnen voor transplantatieweefsel en -organen te zoeken. Zouden dieren dat niet kunnen zijn? Bij transplantatie van cellen, weefsels en organen van de ene diersoort naar de andere of naar de mens spreekt men van ‘xenotransplantatie’: xenos is het Griekse woord voor ‘vreemd’. Een andere term is ‘heterologe transplantatie’: heteros betekent in het Grieks ‘anders’: de cellen, het weefsel of het orgaan zijn afkomstig van een andere soort. (2)

Veel mensen kijken van dit idee op. Toch is xenotransplantatie niets nieuws. In 1910 vond de eerste transplantatie van een apennier naar een mens plaats. De patiënt stierf binnen twee dagen. In de jaren twintig transplanteerde de Russische chirurg Voronoff in Italië testikels en eierstokken van chimpansees naar mensen. Na transplantatie verschrompelden deze organen echter spoedig als gevolg van afstotingsreacties. (3) De eerste xeno-harttransplantatie (1960) betrof een schapenhart dat na transplantatie slechts enkele uren functioneerde. In 1963/1964 werden 13 apenharten, waarvan 12 afkomstig van chimpansees, bij mensen ingeplant. Eén patiënt overleefde de ingreep 9 maanden. Christian Barnard, de Zuid-Afrikaanse chirurg die de eerste menselijke harttransplantatie had verricht in 1967, implanteerde in 1977 het hart van een chimpansee bij een man. Dit hart werd na vier dagen afgestoten. De beroemde ‘baby Fae’ uit de Verenigde Staten, geboren met een hart-defect dat met het leven onverenigbaar was, overleed 20 dagen na de transplantatie van het hart van een baviaan. Na de transplantatie van levers van bavianen in 1992 en 1993 overleden de betrokken patiënten na 70 respectievelijk 26 dagen. Naast organen kunnen ook weefsels of cellen van dieren bij de mens worden gebruikt. Zo is onderzocht of de injectie van cellen uit het beenmerg van chimpansees die resistent zijn tegen het HIV-virus, bij mensen een effectieve therapie tegen AIDS kan zijn, overigens zonder het gewenste resultaat. (4)

Toch maar varkens
Het lijkt een meesterlijke oplossing, maar er zitten nogal wat haken en ogen aan. Als weefsels en organen van

andere mensen al kunnen worden afgestoten, dan geldt dat des te meer wanneer zij van dieren afkomstig zijn. De kans hierop zal kleiner zijn, naarmate het donor-dier dichter bij de mens staat, bijvoorbeeld de gorilla of de chimpansee. Hiertegen bestaat echter veel verzet. De hogere apen zijn zeldzame dieren die met uitsterven worden bedreigd. Zij planten zich niet snel voort en kennen een lange zwangerschapsduur. Bovendien bestaat in de maatschappij het nodige verzet tegen het gebruik van mensapen voor experimenteel onderzoek. Zo heeft de Minister van Onderwijs en Wetenschappen op 2 juli 2001 onder druk van dierenrechtorganisaties aangekondigd research met mensapen in het Proefdierencentrum te Rijswijk bij wet te beperken c.q. te verbieden. Het motief was dat mensapen dicht bij de mens staan en daarom een hoge status hebben. Genoemd centrum mocht alleen een al gestart onderzoek naar infecties van chimpansees met het hepatitis C-virus afmaken. (5) De reeds besmette chimpansees mochten in het centrum blijven. Dit meerjarig onderzoek op Europees niveau afbreken zou niet alleen de ontwikkeling van een vaccin tegen hepatitis C vertragen, maar ook tot geldverlies leiden. Ethische principes zijn mooi, maar geld is altijd nog belangrijker. Voor de andere chimpansees werd, aldus de Minister, uitgekeken naar een goede bestemming, ofwel in een dierentuin ofwel in de vrije natuur. Hij had een plan uitgewerkt voor de pensionering en de verhuizing van de betrokken chimpansees. Experimenten met resusapen werden vooralsnog toegelaten bij gebrek aan alternatief.

Er zijn ook bezwaren van wetenschappelijke aard tegen het gebruik van mensapen als donoren. De vrees bestaat dat door de transplantaties van weefsels en organen gevaarlijke infecties kunnen worden overgebracht. (6) Wetenschappers vermoeden dat het ebola-virus en het HIV-virus in Afrika van apen op mensen zijn overgegaan. Virussen hebben erfelijk materiaal dat in het DNA van de gastheer wordt ingebouwd. Omdat mensapen en mensen qua DNA veel overeenkomsten hebben, is het risico van de overdracht van virussen bij gebruik van mensapen als donoren wellicht hoger dan bij gebruik van andere dieren. De kans op een infectie door de aldus overgedragen ziektekiemen is nog verhoogd, doordat na transplantatie het afweermechanisme van het lichaam met geneesmiddelen (immunosuppressiva) moet worden onderdrukt om afstoting te voorkomen. Ook valt de overdracht van prionen (eiwitmoleculen), zoals bijvoorbeeld bij BSE, niet uit te sluiten.

Tegen de achtergrond van de geschetste bezwaren zijn mensapen geen algemeen aanvaarde bron voor transplantatieweefsels en -organen. De Commissie van Ministers van de Raad van Europa beveelt daarom de lidstaten aan om het gebruik van mensapen (“non-human primates”) als bron voor xenotransplantatie te verbieden. Slechts bij uitzondering zouden zij de transplantatie van cellijnen afkomstig van mensapen mogen toestaan. (7) Er zijn echter nog andere dieren. Varkens kunnen op heel wat minder affectiviteit rekenen. (8) Zij zijn dieren die verder van de mens afstaan dan mensapen en daarom minder beschermwaardig zijn. Bovendien versmaden de meeste Nederlanders varkenslapjes allerminst. Als ze voedselbronnen kunnen zijn, dan kunnen varkens ook bronnen zijn voor transplantatieweefsels en -organen. Voortplanten doen ze zich gelukkig snel. Eén worp kan 10 tot 18 nieuwe biggetjes tegelijk opleveren en de zwangerschaps-duur is niet te lang (100 dagen). Varkens zijn daardoor onbeperkt beschikbaar tegen relatief lage kosten. De grootte van varkensorganen correspondeert met die van mensen. Bovendien hebben zij een vergelijkbare fysiologische werking als mensenorganen. Dat is belangrijk, want anders zouden ze de functies van menselijke organen niet kunnen overnemen. Dus toch maar varkensorganen, al vindt niet iedereen deze gedachte even aantrekkelijk. Overigens is ook hier de overdracht van virussen niet uitgesloten, al lijkt de kans geringer dan bij de transplantatie van weefsels en organen van mensapen. (9)

Wat te doen tegen de afstoting van varkensweefsels- en organen?
Omdat varkens minder met mensen verwant zijn dan mensapen, is de afstotingsreactie tegen hun organen heftiger. Na transplantatie van varkensorganen naar de mens is daarom een hogere dosis immunosuppressiva nodig (geneesmiddelen die het afweermechanisme van het lichaam onderdrukken en daardoor de afstoting van

het getransplanteerde orgaan voorkomen). Deze geneesmiddelen hebben echter veel bijwerkingen en verhogen de vatbaarheid voor infecties. Bij transplantatie van varkensorganen naar mensapen en mensen moet met vier typen afweerreacties rekening worden gehouden.

1) De transplantatie van varkensorganen brengt op de eerste plaats een hyperacute afstotingsreactie teweeg die al binnen enkele minuten tot uren begint. Daardoor treedt weefselversterf op. Het gaat hier om de vorming van antistoffen tegen suikermoleculen (α-galactose) die zich bevinden in de binnenbekleding van bloedvaten van het varkensorgaan. Als dit probleem niet wordt verholpen, blijft de transplantatie van varkensorganen een illusie. Maar er lijkt een mogelijke uitweg te bestaan waarnaar op dit moment onderzoek wordt verricht. Men heeft ontdekt dat de 'hinderlijke' suikermoleculen worden aangemaakt op geleide van een enzym (α-1,3 galactosyltransferase). In het DNA van varkens bevinden zich twee genen die voor de aanmaak van dit enzym verantwoordelijk zijn. Door deze genen met behulp van genetische manipulatie uit te schakelen zou de aanmaak van genoemde suikermoleculen en daarmee de hyperacute afstotingsreactie kunnen worden voorkomen. Inmiddels is het gelukt één van beide genen 'knock-out' te slaan. (10) Omdat dit slechts bij enkele varkens lukt, is het zaak deze zoveel mogelijk te vermenigvuldigen. Sinds 2000 is dat mogelijk door ze te kloneren met behulp van kerntransplantatie. (11)
2) Als het lukt de hyperacute afstoting te voorkomen, dan is een belangrijke hobbel genomen, maar niet de enige. Ook voor de latere afstotingsreacties moet een oplossing worden gevonden. Een tweede afstotingsreactie is de acute vasculaire afstoting, die na enkele dagen optreedt en zich eveneens manifesteert op het niveau van de bloedvaten van het getransplanteerde orgaan. Het gevolg is een ontsteking van de bloedvatwanden. Deze leidt tot trombose waardoor de doorbloeding van het getransplanteerde orgaan stokt en weefselversterf optreedt. Deze vorm van afstoting kan worden tegengegaan met immunosuppressiva. Ook hier kan door genetische manipulatie van de don-ordieren afstoting wellicht worden voorkomen. Een alternatief is dierlijke cellen of dierlijk weefsel in een capsule te plaatsen die de passage van een door deze cellen geproduceerde stof toelaat. De capsule is echter ondoorlaatbaar voor de antistoffen die de ontvanger tegen de dierlijke cellen aanmaakt (meestal zijn antistoffen relatief grote moleculen). Dierlijke cellen kunnen bijvoorbeeld genetisch gemanipuleerd worden waardoor ze geneesmiddelen, zoals pijnstillers of insuline, uitscheiden. De inplanting van deze cellen bij mensen die aan chronische pijn of suikerziekte lijden is mogelijk een waardevolle therapie. De eerste successen met dierlijke cellen die pijnstillers produceren zijn veelbelovend. (12)
3) Een derde afstotingsreactie, de acute cellulaire afstoting, treedt ook bij transplantatie van organen afkomstig van andere mensen op. Zij wordt onder meer door T-cellen (een bepaald type witte bloedcellen) bewerkt. Deze afstotingsreactie kan eveneens met behulp van imunosuppressiva onderdrukt en wellicht ook door genetische manipulatie van het donordier worden voorkomen.
4) Ten slotte is er nog de chronische afstoting, die maanden of jaren na de transplantatie optreedt. Deze bestaat uit een ongeremde groei van gladde spiercellen in de wanden van de bloedvaten van het getransplanteerde orgaan waar deze afgesloten raken.

Het is misschien een ingewikkeld verhaal, maar de boodschap is – denk ik – wel duidelijk: wie uitkijkt naar een varkenslever of -nier, moet nog even geduld hebben. Daar komt nog bij dat ook bij de transplantatie van varkensorganen ziektekiemen kunnen worden overgebracht. Er zijn enkele tientallen ziekteverwekkers bij varkens bekend die mogelijk ook bij mensen infecties veroorzaken.

Er zijn dus nogal wat praktische problemen, maar hoe staat het met de ethische overwegingen?

Mag dat wel: varkensorganen bij mensen transplanteren?
Mag je organen van dieren wel bij mensen inbrengen, zo luidt een voor de hand liggende vraag. Het is maar vanuit welk perspectief ernaar gekeken wordt. Dierenactivisten vinden het een schending van de rechten van het dier als zijn organen worden benut ter vervanging van zieke organen bij mensen. Organisaties voor de

dierenbescherming in Engeland en Nederland hebben gevraagd een moratorium (een tijdelijke stop) in te stellen op xenotransplantatie, omdat deze een schending van de intrinsieke waarde van het dier zou zijn. Bovendien zou het welzijn van de betrokken dieren in het geding zijn, omdat zij voor gebruik in een steriele omgeving moeten worden vastgehouden. (13)

Anderen vinden dat de status van het donordier en de menselijke ontvanger tegen elkaar moeten worden afgewogen. Volgens VanDeVeer zou men geen chimpanseehart moeten transplanteren om een kind met de ziekte van Tay-Sachs (een stofwisselingsziekte met ernstige neurologische uit vals verschijnselen waaronder dementie) van de dreigende dood te redden, omdat het kind minder psychische kwaliteiten heeft dan de volwassen chimpansee. Als er apen zouden bestaan met hoger ontwikkelde intellectuele en emotionele capaciteiten dan de mens, dan zouden zij bij een belangenconflict de voorkeur verdienen boven de mens. (14) De bekende Australische filosoof Peter Singer maakt de volgende vergelijking. In een Nederlands instituut voor mentaal gehandicapten is vrij seksueel verkeer tussen hen mogelijk. Een aantal vrouwelijke bewoonsters dat dientengevolge zwanger raakt, blijkt ondanks de mentale handicaps als moeder te functioneren. De vaders, zo die al bekend zijn, functioneren niet als zodanig. Binnen de groep treedt als regel een mannelijke leider op. Als zou worden voorgesteld deze mensen als orgaandonor te benutten, dan zou er een stroom van protest opsteken. Zou hetzelfde ten aanzien van chimpansees in Artis, de Amsterdamse dierentuin, worden geopperd, dan zou protest uitblijven. Maar waarom? Een vergelijking tussen de beschreven gedragingen van de mentaal gehandicapten en dieren dringt zich op. Waarom heeft een dier, wat betreft pijn lijden en gedood worden, geen recht op een gelijke beschouwing van zijn belangen (“equal consideration of inte-rests”)? Er zijn, volgens Singer, geen argumenten om aan te nemen dat de mens zonder meer een hogere status heeft dan het dier. Een anencefaal, een kind zonder grote hersenen, of een kind met een onomkeerbare uitval van de hogere hersenstructuren, komt eerder in aanmerking als orgaandonor dan een chimpansee met goed functionerende hersenen. Het ongefundeerd aannemen dat mensen meer zijn dan dieren noemt Singer ‘specisme’ (“speciesism”), het verachten van de soort (species), naar analogie van racisme en sexisme, het verachten van mensen wegens hun ras of geslacht. (15)

Nu is het natuurlijk waar dat dieren niet puur ‘materiaal’ zijn, dat naar believen kan worden geëxploiteerd. We moeten ons realiseren dat de ons omringende natuur een gave van de Schepper is, waar wij zorgvuldig en respectvol mee dienen om te gaan. Ook dieren brengen iets van de volmaaktheid van de Schepper tot uitdrukking. Naast een gebruikswaarde voor de mens hebben zij daarom ook een meerwaarde. Dieren mogen niet worden gebruikt zonder redelijk doel. We moeten hen ook geen onnodig leed aandoen. Bovendien mogen soorten niet volledig worden uitgeroeid. Echter, als de mens dieren mag gebruiken voor de productie van voedsel, kleding en medicamenten, is het ook toegestaan hen te benutten als weefsel- en orgaandonoren. In de Openbaring is de mens als beeld van God en rentmeester van de schepping een (beperkt) beschikkingsrecht over de dierenwereld toevertrouwd (vgl. Gen. 1,26-27.9,3).

De waardigheid van de mens

De omgekeerde benadering komt ook voor: ‘is het niet een schending van de waardigheid van de mens als men zijn organen door die van dieren vervangt’? Zoals altijd in de ethiek hangt het antwoord ook hier af van het mensbeeld dat men als uitgangspunt neemt. (16)

Wie de mens compleet identificeert met zijn lichaam, zal met de transplantatie van dierenorganen de grootste moeite hebben: welk orgaan afkomstig van dieren men ook transplanteert, het kan moeilijk anders dan een schending van de menselijke waardigheid zijn. Het tegenovergestelde gebeurt in onze samenleving nog het meest: dat men de mens compleet identificeert met zijn rationeel bewustzijn dat voor hem het meest specifiek is. Het lichaam is niet specifiek menselijk, maar iets van secundaire waarde dat de mens met de dieren gemeen

heeft. De mens staat dan tegenover het eigen lichaam als tegenover een object dat gemanipuleerd kan worden. Wanneer men daaruit extreme conclusies trekt, zou in principe elk orgaan voor transplantatie in aanmerking komen, behalve dat orgaan dat voor het bewustzijn onontbeerlijk is, namelijk de hersenen.

Vanuit katholiek gezichtspunt is de mens een wezen met een geestelijke en een lichamelijk dimensie. De vraag is wanneer de transplantatie van een dierlijk orgaan de identiteit van de mens als geestelijk-lichamelijke eenheid aantast. Daarnaast heeft de mens ook een psychologische identiteit, zijn ik-bewustzijn. Deze identiteit op gevoelsvlak wordt sterk bepaalde door iemands levensgeschiedenis, de perceptie die betrokkene van zichzelf heeft en zijn communicatie met medemensen en de omgeving. Daardoor is deze identiteit rechtstreeks gebonden aan de eigen lichamelijkheid, die een essentiële dimensie van de menselijke persoon is. Sommige orgaansystemen hebben een louter functionele fysiologische functie en zijn noch voor de mens als geestelijk-lichamelijk wezen, noch voor diens psychologische identiteit essentieel. Het maakt niet uit voor de menselijke identiteit of zijn bloed wordt gezuiverd door de eigen lever of nier of door die van een varken. Hetzelfde geldt voor het rondpompen van bloed: dit kan net zo goed door een dierenhart geschieden. Dat tast het mens-zijn of de persoonlijke identiteit niet aan. Anders ligt dat wanneer delen van hersenen die essentieel zijn voor de expressie van specifiek geestelijke activiteiten, zoals het denken en willen, of voor de psychologische identiteit, zoals het geheugen, worden vervangen door hersenonderdelen van dieren. Dat is een flagrante aantasting van de lichamelijk-geestelijke identiteit van de mens.

Iets vergelijkbaars gebeurt ook als de geslachtsorganen van de mens door die van dieren worden vervangen: man en vrouw geven binnen het huwelijk het leven inclusief hun eigen erfelijke aanleg door aan de volgende generaties. De mens heeft ook een identiteit op het vlak van de voortplanting.

In 1956 zei paus Pius XII: “Men kan niet zeggen dat elke weefseltransplantatie (voor zover biologisch mogelijk) tussen verschillende soorten moreel valt te veroordelen; het is echter nog minder waar dat geen enkele heterologe transplantatie die biologisch mogelijk is verboden is of bezwaren kan opleveren. Men moet onderscheid maken naar gelang het geval en zien om welk weefsel of welk orgaan het bij de transplantatie gaat. De transplantatie van de geslachtsorganen van dieren naar mensen valt te verwerpen als immoreel; daarentegen zal de transplantatie van het hoornvlies van een niet-menselijk organisme naar een menselijk organisme geen moreel bezwaar oproepen, als dat biologisch mogelijk en geïndiceerd is.” (17)

Met andere woorden, aldus Johannes Paulus II: – “… wil xenotransplantatie geoorloofd zijn, dan moet het getransplanteerde orgaan niet de psychologische of genetische identiteit aantasten van de persoon die het ontvangt.” (18)

Wanneer de transplantatie van dierlijke weefsels en organen naar de mens diens identiteit intact laten, bestaan er geen essentiële bezwaren tegen. Dat betekent uiteraard nog niet dat xenotransplantatie probleemloos zou zijn. De kans dat het dierlijk orgaan na transplantatie naar een menselijke patiënt aanslaat, moet worden afgewogen tegen het risico van de behandeling met immunosuppressiva en de eventuele overdracht van virusinfecties. Deze virusinfecties zijn niet alleen een risico voor de patiënt in kwestie, maar ook voor degenen met wie hij in contact komt, zijn artsen, verzorgers en naaste familieleden. Via hen kan de verspreiding van een agressief virus een bedreiging vormen voor de volksgezondheid. Een patiënt die een xenotransplantatie heeft ondergaan, zal ervoor moeten waken een mogelijk virus via seksuele gemeenschap over te dragen en van voortplanting moeten afzien gedurende de experimentele fase.19) Vooralsnog zal men in ieder geval heel wat dierexperimenteel onderzoek dienen te verrichten voordat aan de eerste klinische toepassingen kan worden gedacht. (20)

In Nederland is bij wet een verbod ingesteld op medische verrichtingen met toepassing van xenotransplantatie. Dat betekent echter niet dat xenotransplantatie in de toekomst volstrekt is uitgesloten. Bij algemene maatregel

van bestuur kan toestemming worden gegeven voor bepaalde vormen van xenotransplanatie “waarbij naar heersend medisch inzicht onaanvaardbare risico’s voor de patiënt en de volksgezondheid redelijkerwijs zijn uitgesloten.” (21)

Een lichtpunt, maar dan voor de toekomst

Bij veel mensen roept de gedachte aan transplantatie van dierlijke weefsels en organen, met name die van varkens bij mensen op het eerste gezicht een zeker afgrijzen op. Toch moeten we in alle objectiviteit vaststellen dat er tegen xenotransplantatie geen intrinsieke bezwaren bestaan, mits het niet om weefsels of organen gaat die voor de identiteit van de betrokken patiënt bepalend zijn. Op dit moment is het praktische bezwaar dat xenotransplantatie te weinig effectief is en teveel risico’s oplevert om tot klinische toepassingen over te kunnen gaan. We zijn er nog lang niet, maar wanneer de gesignaleerde hobbels eenmaal zullen zijn genomen, beschikken we over een schier onuitputtelijke bron van donorweefsels en -organen. Dan sterven er geen mensen meer die op de wachtlijst voor een transplantatie staan.

Noten

[size=x-small]1) ‘Wet op de orgaandonatie,” Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden (1996), 370.
2) Naast de transplantatie van cellen, weefsels en organen van dieren naar mensen wordt onder xenotransplantatie ook begrepen het inbrengen bij een menselijke ontvanger van menselijke lichaamsvloeistoffen, cellen, weefsels of organen die in het laboratorium met levende cellen, weefsels of organen van dieren in contact zijn geweest. Zie: Raad van Europa. Report on the state of the art in the field of xenotransplantation. Straatsburg, 21 februari 2003, nr. 4 (www.a coe.int/T/E/Legal_Affairs/…/XENO(2003) lE_state_of_art_final_website.as).
3) M.O. Faggioni, “II trapianto di gonadi: storia e attualita,” Medicina e morale 48 (1998), pp. 15-45, speciaal p. 19.
4) Zie voor een historisch overzicht van de klinische toepassingen van xenotransplantatie: Raad van Europa, Report on the state of the art in the field of xenotransplantation, op. cit. nr. 6.1.2., tabel 13.
5) “Verbod op proeven met chimpansees,” Trouw (2001), 3 juli, p. 3.
6) D.A. Muir, G.E. Griffin, Infection risks in xenotransplantation. Prepared for the Department of Health, London, april 2001 (www.doh.gov.uk/pub/docs/doh/76035_doh _infection_ risks.pdf).
7) Aanbeveling Rec (2003)10 van de Commissie van Ministers van de Raad van Europa (19 juni 2003), art. 11 (www.coe. int/T/E/Social_Cohesion/Health/Recom-mendations/Rec(2003)10.asp).
8) S.E. Wildevuur, “Xenotransplantatie. Het varken op de donorbank,” Medisch Contact 52 (1997), pp. 705-707.
9) Aangetoond is dat provirussen in het DNA van cellen van varkens menselijke cellen kunnen infecteren, waaruit zij vervolgens door hun hoge aantal moeilijk zijn te verwijderen, zie P. Le Tissier, J.P. Stoye, et al., “Two sets of human-tropic pig retrovirus,” Nature 389 (1997), pp. 681-682.
10) L. Lai, D. Kolber-Simonds et al, “Production of α-l,3-galactosyltransferase knock-out pigs by nuclear transfer cloning,” Science 295 (2002), pp. 1089-1092.
11) LA. Polejaeva, S.H. Chen, et al., “Cloned a pigs produced by nuclear transfer from adult somatic cells,” Nature 407 (2000), pp. 86-90; A. Onishi, M. Iwamoto, et al., “Pig cloning by microinjection of fetal fibroblast nuclei,” Science 289 (2000), pp. 1188-1190; voor een beschrijving van de methode van kerntransplantatie zie W.J. Eijk, “Het kloneren van mensen,” Zaken die God raken 13 (2003), nr. 3, pp. 21-24.
12) M.J. Lysaght, P. Aebischer, “Encapsulated cells as therapy,” Scientific American 280 (1999), pp. 52-58.
13) Nederlandse Dierenbescherming, Xenotransplantatie: Dieren gedegradeerd tot leverancier van reserve-organen, 1997. ,14) D. VanDeVeer, “Interspecific Justice,” Inquiry 22 (Summer 1979), pp. 55-79, speciaal p. 65.
15) P. Singer, “Xenotransplantation and speciesism,” Transplantation Proceedings 24 (1992), pp. 728-732.
16) A.G. Spagnolo, M. Pennacchini, “Bio-tecnologie e xenotrapianti: aspetti scientifici e questioni bioetiche,” in:

M.L. di Pietro, E. Sgreccia, Biotecnologie e futoro dell'uomo, Milano: Vita e Pensiero, 2003, pp. 160-162.
17) Pius XII, "Dirigentibus ac Sociis Sodalitatis Italicae oblatorum «corneae» et Unionis Italicae caecorum," AAS 48 (1956), p. 460; vgl. Pauselijke Raad voor het Pastoraat in de Gezondheidszorg, Handvest voor de werkers in de gezondheidszorg, Oegstgeest: Colomba, 1995, nr. 89 (vgl. ook nr. 88 waarin de zowel de homologe als de heterologe transplantatie van de hersenen en de geslachtsorganen wordt afgewezen); Pauselijke Academie voor het Leven. "La prospettiva degli xenotrapianti – aspetti scientifici e considerazioni etiche," 26 september 2001 (www. vatican.va/roman_ curia / pontifical_academies/acdlife), nrs. 10-12.
18) Johannes Paulus II, "Ad eos qui conventui de chirurgicis transplantationibus interfuereunt," AAS 92 (2000), nr. 7, p. 825.
19) Vgl. Pauselijke Academie voor het Leven, "La prospettiva degli xenotrapianti…," op. cit., nr. 14; Aanbeveling Rec(2003)10 van de Commissie van Ministers van de Raad van Europa, op. cit., art. 13,f.
20) Vgl. Pauselijke Academie voor het Leven, "La prospettiva degli xenotrapianti…," op. cit., nrs. 13-14; Aanbeveling Rec(2003)10 van de Commissie van Ministers van de Raad van Europa, op. cit., speciaal 12 art. 5 en 10.
21) "Wet van 16 mei 2002, houdende wijziging van de Wet op bijzondere medische verrichtingen betreffende invoering van een verbod op xenotransplantatie," Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden (2002), nr. 263; het citaat betreft de wijziging van art. 6,a,2.[/size]