

Stammzellen: Hoffnungen und Sorgen

Bisch. Józef Wróbel SCJ

Die Stammzellen (stem cells; le cellule staminali; les cellules souches) sind Objekt der zur Zeit besonders intensiv unternommenen Untersuchungen und biologischen Experimente. Die schon errungenen Entdeckungen scheinen einen neuerlichen qualitativen Umbruch in der Medizinwissenschaft anzusagen. Sie bringen nämlich völlig neue Chancen zur Überwindung bisher unheilbarer Krankheiten, oder zumindest der Überschreitung von Barrieren, die die Möglichkeiten der bisherigen medizinischen Techniken einschränkten.

Nachträglich sucht diesen Untersuchungen die ethische Reflexion nachzukommen. Die neueren Techniken, die auf Stammzellen bauen, ziehen nämlich eine Reihe axiologischer Fragen herbei. Einerseits können sie zwar Quelle der Hoffnung für den Menschen darstellen, der mit Krankheit und Behinderung gedemütigt ist. Doch andererseits vernichten sie des öfteren beabsichtigt den Menschen selbst in seiner embryonalen Form. Allerdings die neueren Errungenschaften im Bereich der Stammzellen-Biologie scheinen anzusagen, daß ihre wohltätige Wirkung nicht unbedingt mit Bitterkeit des Übels gewürzt sein muß. Nötig ist dabei aber die Determination der Welt der Wissenschaft in Richtung der Nachsuche nach vielleicht schwierigeren Lösungen, die aber den Menschen in seiner Würde völlig bestätigten.

1. Die Spezifik und die Typen der Stammzellen

Den Stammzellen sind zwei Merkmale eigen:

1) Es steht ihnen die Fähigkeit zu, sich auf unbeschränkte Art und Weise zu erneuern, ohne dabei ihre Eigenartigkeit einzubüßen;

2) Es steht ihnen auch die Fähigkeit zu, sich in spezifische Zellen des bestimmten Gewebes zu umgestalten, z.B. in Neuro-Zellen, Muskel-, Blutzellen¹. Diese Fähigkeit kann sich mit dem Merkmal der Totipotentialität auszeichnen (All-potentialität: also die Möglichkeit sich in Zellen eines beliebigen Gewebes zu umgestalten), Pluripotentialität (Möglichkeit sich ausschließlich in bestimmte Zellen umzuwandeln), oder Monopotentialität (also die Fähigkeit, sich ausschließlich in Zelle dieses Gewebes zu umgestalten, in dem sie existiert).

¹ Vgl. Pontificia Academia Pro Vita. *Dichiarazione sulla produzione e sull'uso scientifico e terapeutico delle cellule staminali embrionali umane*. Città del Vaticano: Libreria Editrice Vaticana 2000 S. 4; vgl. auch Por. R.A. Pederson. *Pierwotne komórki zarodkowe* [Ursprüngliche Keimzellen]. „Świat Nauki [Welt der Wissenschaft]” 1999 Nr. 6(94) S. 36-41.

– Stammzellen können auch einen unterschiedlichen Ursprung haben. Zur Zeit spielen die dominierende Rolle zwei ihre Hauptsorten:

1) „Fötale (embryonale) Stammzellen“ (ES, ESc, Embryo Stem Cells; cellule staminali embrionali (fetali); cellules souches embryonnaires); und:

2) „Erwachsene Stammzellen“ (ASC – Adult Stem Cells; cellule staminali adulte; cellules souches adultes).

1. Embryonale Stammzellen

Von totipotentionellen Fähigkeiten der Zellen eines menschlichen Fötusses wußte man schon, seitdem die ersten Entwicklungsstufen eines Embryo untersucht worden sind. Man bemerkte nämlich, daß jede Zelle des menschlichen Embryos auf der Stufe der Morula den Anbruch einer neuen Person zu geben imstande ist. So kommt es gerade eben zur Entstehung der ein-eiigen Zwillinge. Im Laufe der Zeit wurde festgestellt, daß totipotentionelle Fähigkeiten auch den nicht differenzierten Zellen des Embryonalknoten zusteht, die in der Blastozyste angesammelt sind. Erst im Laufe der weiteren Entwicklung unterliegen diese Zellen allmählich dem Spezifikationsvorgang, wobei sie den Anbeginn den einzelnen Geweben und Organen des menschlichen Organismus geben². Es sind die oben genannten Keimzellen (embryonale Zellen).

1998 ist es den Wissenschaftlern aus ein paar Zentren³ gelungen ursprüngliche totipotentionelle Keimzellen zu züchten und erstmals Experimente durchzuführen. Anfangs 1999 wurden erste positive Resultate im Bereich der Umgestaltung der embryonalen Keimzellen in andere Zellen erreicht. Derartige Experimente werden weiter unternommen⁴.

² Es ist eine ziemlich verwickelte Entwicklung, die im besonderen in Handbüchern der Medizin beschrieben werden (vgl. z.B. K. Ostrowski. *Embriologia człowieka* [Embryologie des Menschen]. Warszawa: Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich 1988³ S. 55nn; *Położnictwo i ginekologia* [Geburtenhilfe und Gynäkologie]. Red. T. Pisarski. Warszawa: Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich 1991 S. 199nn).

³ Unter anderen: James A. Thomson von der University of Wisconsin, John D. Gearhart von Johns Hopkins University und Teams von Geron Corporation aus Menlo Park in Kalifornien und von der University of California in San Francisco.

⁴ Vgl. z.B. J.A. Thomson [und andere]. *Embryonic Stem Cell Lines Derived From Human Blastocysts*. „Science” 1998 Nr. 282 S. 1145-1147; G. Vogel. *Harnessing the Power of Stem Cells*. „Science” 1999 Nr. 283 S. 1432-1434; R.A. Pederson. *Pierwotne komórki zarodkowe* [Ursprüngliche Keimzellen] S. 37; S.-C. Zhang, M. Wernig, I.D. Duncan, O. Brüstle, J.A. Thomson. *In Vitro Differentiation of Transplantable Neural Precursors From Human Embryonic Stem Cells*. „Nature Biotechnology” 2001 Nr. 19 S. 1129-1133; R.P. Lanza, H. Yun Chung, J.J. Yoo, P.J. Wettstein, C. Blackwell, N. Borson, E. Hofmeister, G. Schuch, S. Soker, C.T. Moraes, M.D. West, A. Atala. *Genera-*

Mittlerweile wurde auch festgestellt, daß die Spezifikation der eingepfunden Stammzellen vom Organismus selbst des Nehmers gesteuert werden kann, indem der Organismus „genötigt wird“, sich in Zellen zu umgestalten, die das Gewebe des geschädigten Organs wiederaufzubauen imstande wären. So geschieht es z.B. nach einem Herzinfarkt: die dort eingepfunden Zellen bauen die geschädigte Gewebestruktur von allein wieder auf⁵, wobei andere imstande sind, Blutgefäße wiederaufzubauen.

Zur Quelle für Stammzellen kann eigentlich jedes Embryo werden. Allerdings die praktische Benutzung dieser Zellen schließt die Zufälligkeit ihrer genetischen Struktur aus, die von Erbgenen bestimmt werden. Die im Therapievorgang nötigen Gewebe und Organe müssen dieselbe oder zumindest eine ähnliche Eiweißstruktur haben, wie die somatischen Zellen des Nehmers. Diese Abhängigkeit ergibt sich aus Funktionsprinzipien des immunologischen Systems des Organismus. Dieses System erkennt nämlich jeden Fremdkörper und behandelt ihn als einen Eindringling⁶. Daher das Phänomen der Zurückweisung heterologischer Implantate und die Notwendigkeit, daß nach einer Transplantation in ihren Nebenfolgen sehr risikante Immuno-Suppressivmittel angewandt werden müssen⁷.

Die genannte Barriere kann auf zwei Arten und Weisen überwunden werden. Die erste beruht darauf, daß Zellen, Gewebe oder Organe eingepfunden werden, die vom Geber genommen werden, der die HLA-Antigene (Human Leucocyte Antigen) besitzt, die zur selben oder ähnlichen Gruppe gehören. In der Praxis ist es jedoch schwer einen Geber zu finden, der solche Bedingung erfüllen würde. Eine natürliche Art und Weise, wie diese Barriere überwunden werden könnte, besteht darauf, daß ein Transplantat zwischen homozygotischen Zwillingen übergebracht wird. Bei solchen Zwillingen ist die Übereinstimmung der Zellen und Antigene vollständig. Allerdings es ist bekannt, daß es solche Zwillinge nur wenige gibt. Diese Barriere möchte man überwinden, indem Geber der nötigen Zellen oder Gewebe mit der Methode des Klonens des Nehmers oder seiner Zellen „erzeugt“ werden. Gerade die Gewebe, die aufgrund Stammzellen erzeugt werden, die von Embryos-Klonen entnommen worden sind, bzw. aufgrund von Zellen-Klonen des betreffenden Patienten, schaffen

tion of Histocompatible Tissues Using Nuclear Transplantation. „Nature Biotechnology“ 2002 Nr. 20 S. 689-696.

⁵ Vgl. np. G.N. *Życie po śmierci* [Leben nach dem Tod]. „Wiedza i Życie [Wissenschaft und Leben]“ 2001 Nr. 9 S. 7; J. Stradowski. *Serce odbudowuje się po zawale* [Das Herz regeneriert sich nach dem Infarkt]. [Http://gazeta.pl/alfa/artukul.jsp?xx=204484&dzial=010600](http://gazeta.pl/alfa/artukul.jsp?xx=204484&dzial=010600) (z 2.04.2001).

⁶ Por. P. Wolf [u. andere]. *Transplantacja narządów* [Transplantation der Organe]. Wrocław: Wyd. Volumed 1993 s. 1-19.

⁷ Vgl. Wolf [i in.]. *Transplantacja narządów* [Transplantation der Organe]. S. 26-27.

die Möglichkeit, daß für ihn die geeignetsten Gewebe und Organe produziert werden können⁸.

Vom biologischen Gesichtspunkt aus möchte man dieses Ziel erreichen, indem eine der vier Methoden benutzt wird⁹:

1) Mit dem klassischen Klonen, also dem Transfer des Kerns der somatischen, von der klonierten Person entnommenen Zelle – in die Eizelle, die vorher ihres eigenen Kerns enthoben wurde. Der so erzeugte Keim wird in vitro bis zum Stadium der Blastozyste gezüchtet. Die gewonnenen Keimzellen werden dann stimuliert, so daß sie sich in Richtung des bestimmten Gewebes entwickeln. Die Zellen selbst oder das von ihnen erschaffene Gewebe wird letztlich dem Nehmer implantiert.

2) Mit der Übertragung des von der klonierten Person entnommenen Kerns in die Eizelle eines Tieres, die ihres eigenen Zellkerns enthoben wurde. Die Wissenschaftler setzen voraus, daß aus dem so initiierten Keim ein menschliches Embryo entwickelt wird. Beachtet man aber, daß beim Vorgang der Übermittlung der Erbmerkmale nicht ausschließlich das Kern-DNA teilnimmt, sondern auch jedes Mitochondrial-DNA, kommen Zweifel auf, ob die Erwartungen, die mit dieser Methode zusammenhängen, begründet bleiben;

3) Die Umprogrammierung des somatischen Zellkernes der Person, die Nehmer des Implantates sein soll, indem er in die Zytoplasme der früher erzeugten Stammzelle übertragen wird. Es ist eine Technik die noch in der Phase einführender Analysen stehen bleibt. Es scheint allerdings, daß auch diese Technik nach einer früher vorbereiteten Stammzelle verlangt, die vom menschlichen Embryo herkommen muß;

4) Die Technik des TNSA. In ihrem Anfangsstadium ist sie ähnlich wie beim klassischen Klonen. In die Zytoplasma des Oozytus wird der Kern einer reifen somatischen Zelle eingepflegt. Im weiteren Stadium wird die Umprogrammierung des Kernes der erhaltenen Zellen in bestimmter Richtung unternommen und es wird die Vermehrung initiiert. Auch diese Technik steckt im Stadium der wissenschaftlichen Vision. Mit ihrer ethischen Bewertung muß gewartet werden, bis alle Elemente dieser Methode erklärt werden. Jedoch schon einführend kommt hier die ethische Unruhe zum Vorschein. Es kommt nämlich die Frage auf, ob man mit der Anwendung dieser Methode mit Gewißheit die Klonierung eines Menschen vermeiden kann. Diese Technik enthält nämlich in sich selbst das Stadium, das dem Klonen eigen ist.

⁸ Diese Methode wurde im Artikel dargestellt: J. Wróbel. *Etyczne aspekty inżynierii komórkowej i tkankowej* [Ethische Aspekte der Zellen- und Gewebe-Ingengerie]. „Roczniki Teologiczne [Theologische Jahrgänge]” 49:2002 Heft 3.

⁹ Pontificia Academia Pro Vita. *Dichiarazione sulla produzione e sull’uso scientifico e terapeutico delle cellule staminali* S. 8.

Übrigens selbst die Wissenschaftler wenden bezüglich der so präparierten Zelle solche Bezeichnungen an, wie: Zygote, einzelliges Embryo, u.dgl¹⁰.

2. Erwachsene Stammzellen

Aus ethischen Gründen schaffen diese Perspektiven der Mehrheit von Wissenschaftlern keine Zufriedenheit. Die Entnahme der Keim-Stammzellen kommt unausbleiblich der Vernichtung des menschlichen Embryos gleich. Dieser Faktor dynamisierte andere Such-Richtungen, in denen zur Verwendung von Stammzellen nach dem Organismus eines schon ausgebildeten Wesens gestrebt wird, darunter auch eines erwachsenen Menschen. Es sind die schon oberhalb erwähnten erwachsenen Stammzellen.

Die Existenz solcher Zellen wurde von der Fähigkeit einiger Wesen angeboten, daß die Ausbildung verlorener Organe neuerlich zustandekommen kann, darunter auch die Fähigkeit jedes Organismus, einige Gewebe im Heilungsprozeß regenerieren zu können (z.B. bei Verwundungen der Haut und des Muskelgewebes, Knochenbruch, Risse der Knorpel), die Regeneration (z.B. der Darm-Oberhaut) oder auch der Blutproduktion¹¹. Mit der Untersuchung dieser Zellen wurde vor etwa 30 Jahren begonnen. Im Jahre 1981 ist es gelungen, diese Zellen zu herausisolieren¹².

Anfangs wurde angenommen, diese Zellen wären nicht imstande, alle Erwartungen der Wissenschaftler zu erfüllen, da sie sich nur im beschränkten Bereich umwandeln können, d.h. ausschließlich in Zellen dieses Gewebes, in dem sie existieren. Allerdings Ende 1998 haben Wissenschaftler bewiesen, daß auch in Geweben eines erwachsenen Organismus Stammzellen existieren, denen die Fähigkeit der Pluri-Potentialität zusteht (Multi-Potentialität). Heute ist es schon bekannt, daß solche Zellen reichlich im Knochenmark zugegen sind, im Fett (ein halbes Kilo des Fettgewebes enthält sie von 100-200 Mill.), im Blut der Nabelschnur und des Mut-

¹⁰ Vgl. Pontificia Accademia per la Vita. *Cellule staminali umane autologhe e trasferimento di nucleo*. „L'Osservatore Romano“ 141:2001 Nr. 3(42642) S. 6.

¹¹ Vgl. Pederson. *Pierwotne komórki zarodkowe* [Ursprüngliche Keimzellen] S. 37.

¹² Vgl. z.B. M. Loeffler, C.S. Potten. *Stem Cells and Cellular Pedigrees. A Conceptual Introduction*. In: *Stem Cells*. Red. C.S. Potten. London: Academic Press 1997 s. 1-27; D. Van Der Kooy, S. Weiss. *Why Stem Cells?* „Science“ 2000 Nr. 287 S. 1439-1441.

terkuchens, im Gehirn¹³. Sie können spezifiziert werden sowohl in vivo, wie in vitro¹⁴. Ziemlich bald wurden Selektions-Methoden solcher Gewebe erfunden, Methoden der Erhaltung der Lebensvorgänge in ihnen, der Unterstützung ihrer Entfaltung, und vor allem: wie die Initiierung ihrer Spezifikation in bestimmter Richtung erreicht werden kann¹⁵.

Ein weiterer Vorwärts-Schritt wurde von amerikanischen Wissenschaftlern aufgebrochen (von der Johns Hopkins School of Medicine, von der Yale University und von der New York University). Im vergangenen Jahr haben sie im Knochenmark Stammzellen entdeckt, die dieselben oder beinahe dieselben Fähigkeiten zur Umgestaltung haben, wie sie den embryonalen Stammzellen eigen sind¹⁶.

Es wird auch versucht, erwachsene Stammzellen von menschlichen Leichen zu erreichen. Genauer gesagt: Wissenschaftler vom Salk Institute suchen sie vom Gehirngewebe eines verstorbenen Menschen zu selektionieren¹⁷. Wissenschaftler gehen in ihren bestrebevollen Plänen schon auf eine weitere Stufe über. Sie haben nämlich mit Untersuchungen begonnen, somatische Zellen eines erwachsenen Wesens in andere Zellen zu umgestalten, und in weiterer Reihe in bestimmte Gewebe¹⁸. Im laufenden Jahr (Jahr 2002) haben amerikanische Wissenschaftler der Fir-

¹³ Vgl. z.B. M.F. Pittenger [u. andere]. *Multilineage Potential of Adult Human Mesenchymal Stem Cells*. „Science” 1999 Nr. 284 S. 143-147; G. Vogel. *Brain Cells Reveal Surprising Versatility*. „Science” 2000 Nr. 288 S. 1559-1561; D.L. Clarke [i in.]. *Generalized Potential of Adult Neural Stem Cells*. „Science” 2000 Nr. 288 S. 1660-1663; K.W. Liechty, T.C. MacKenzie, A.F. Shaaban, A. Radu, A.-M.B. Moseley, R. Deans, D.R. Marshak, A.W. Flake. *Human Mesenchymal Stem Cells Engraft and Demonstrate Site-Specific Differentiation after in Utero Transplantation in Sheep*. „Nature Medicine” 2000 Nr. 6 S. 1282-1286; R.M. Kline. *Krew pępowinowa – cudowny lek [Nabelschnur-Blut – Wunderbares Heilmittel]*. „Świat Nauki [Welt der Wissenschaft]” 2001 Nr. 6(118) S. 20-28.

¹⁴ Vgl. Liechty, MacKenzie, Shaaban, Radu, Moseley, Deans, Marshak, Flake. *Human Mesenchymal Stem Cells Engraft and Demonstrate Site-Specific Differentiation* S. 1282-1286.

¹⁵ Vgl. D.J. Watt, G.E. Jones. *Skeletal Muscle Stem Cells: Function and Potential Role in Therapy*. In: *Stem Cells*. Red. C.S. Potten. London: Academic Press 1997 S. 75-98; J.A. Nolta. D.B. Kohn. *Haematopoietic Stem Cells for Gene Therapy*. In: daselbst S. 447-460.

¹⁶ Vgl. D.S. Krause, N.D. Theise, M.I. Collector, O. Henegariu, S. Hwang, R. Gardner, S. Neutzel, S.J. Sharkis. *Multi-Organ, Multi-Lineage Engraftment by a Single Bone Marrow-Derived Stem Cell*. „Cell” 105:2001 Nr. 3 (4. May) S. 369-377.

¹⁷ Vgl. [G.N.] *Życie po śmierci [Leben nach dem Tod]* S. 7.

¹⁸ Vgl. [B.P.] *Komórki na zamówienie [Zellen auf Bestellung]*. „Wiedza i Życie [Wissenschaft und Leben]” 2001 Nr. 7 S. 5; vgl. auch Włodarski. *Najbardziej pierwotna komórka macierzysta [Die meist ursprüngliche Stammzelle]*.

ma Neucleotech verkündet, es wäre ihnen gelungen die Hautzellen in Lymphozyten T zu umprogrammieren¹⁹.

II. Moralische Aspekte der Techniken unternommen aufgrund der Stammzellen

Die oben dargestellten Untersuchungen und Experimente schaffen neue Herausforderungen für die bio-ethische Reflexion dar. Es soll einführungsgemäß hervorgehoben werden, daß eine ausführliche Präsentation dieser Problematik vorläufig unmöglich erfolgen kann, da sich viele der angebotenen Lösungen noch weiter in theoretischer Sphäre der Auseinandersetzungen befinden und es ist nicht mit voller Gewißheit sicher, ob ihre völlige Verwirklichung irgendwann möglich sein wird. Es ist auch nicht bekannt, in welcher Richtung die weitere Entwicklung der besprochenen Techniken ablaufen wird. Dennoch man kann schon heute die moralische Wertung fällen – sowohl bezüglich selbst der Hauptidee der dargestellten Projekte, wie auch mancher Elemente der vorgeschlagenen Lösungen, da sie im allgemeinen Abriß verhältnismäßig durchsichtig sind.

Die ethische Reflexion betreffs der Techniken, die auf Stammzellen beruhen, ist verwickelt. Allerdings nicht alle hier erscheinenden Fragen sind völlig neu. Viele von ihnen gehören zum Kreis der klassischen bio-ethischen Fragen, die Objekt Analysen der Ethiker oder auch Erklärungen des Magisteriums der Kirche schon gewesen sind. Als allgemein bekannt, zumindest im Kreis der Spezialisten, werden sie in dem hiesigen Vortrag übergangen. Es geht hier vor allem um den personalen Status des menschlichen Embryos, die zutiefste Unmoralität seiner Vernichtung und allen Experimentierens an ihm, die Unmoralität des Klonens des Menschen.

Die ethische Analyse der Techniken, die auf Stammzellen beruhen, muß die oben schon besprochenen zwei Typen dieser Zellen berücksichtigen. Der erste Teil der Analyse betrifft folgegemaß die Techniken, die erwachsene Stammzellen verwenden, die vom Gewebe einer schon ausgebildeten Person oder auch von einer menschlichen Leiche herausselektioniert worden sind. Der zweite Teil der Reflexion wird Fragen gewidmet, die mit der Benutzung der Keim-Stammzellen zusammenhängen.

1. Techniken die auf erwachsenen Stammzellen beruhen

Im Fall erwachsener Stammzellen ist den Experimenten, wie auch den darauf beruhenden therapeutischen Betätigungen ein und dasselbe Schema eigen. Vom

¹⁹ Vgl. A.-M. Håkelién, H.B. Landsverk, J.M. Robl, B.S. Skålhegg, Ph. Collas. *Reprogramming Fibroblasts to Express T-cell Functions Using Cell Extracts*. „Nature Biotechnology“ 2002 Nr. 20 S. 460-466.

Gewebe einer schon ausgestalteten Person – lebender oder verstorbener, werden Stammzellen entnommen. In nächster Reihe wird ihre Entwicklung in bestimmter Richtung stimuliert. Es wird mit der bio-chemischer Einwirkung, oder genetischer Umprogrammierung erreicht. Nachher werden sie in Form der Gewebe im Organismus des Nehmers implantiert. Bei anderen Typen der besprochenen Techniken werden die Zellen unmittelbar in den Organismus des Nehmers implantiert. Hier wird ihre Entwicklung vom Organismus selbst gesteuert²⁰.

Wie leicht zu bemerken ist, ist die besprochene Technik in ihrem Hauptumriß annähernd gleich zur Ingerenz bei der Transplantation. Es geht hier zuerst um die Entnahme der Zellen vom Geber, und nachher – nach ihrer biologischen Bearbeitung, werden sie im Organismus des Nehmers implantiert. Allein schon die Struktur dieser Betätigungen verlangt danach, daß dabei dieselben ethischen Prinzipien respektiert werden, nach denen die Transplantation der Organe, Gewebe und Zellen geregelt wird.

Zuerst muß also die Entnahme der Stammzellen von einer ausgestalteten Person mit ihrer persönlichen Zustimmung, oder ihres rechtlichen Vertreters unternommen werden. Es darf hier auch keine Gefährdung ihres Lebens und ihrer Gesundheit stattfinden. Diese Zellen dürfen nicht Objekt einer Kommerzialisierung werden. Bleiben die obigen Prinzipien erfüllt, werden Experimente an diesen Zellen zugelassen. Das folgert aufgrund der Tatsache, daß diese Zellen keine personale Natur haben. Folgerichtig wird ihre Manipulierung kein Akt ihrer Objektivierung, wie auch ihre Destruktion kein Akt der Vernichtung menschlichen Lebens. Zuletzt wird auch ihre Implantation in den Patienten zu therapeutischen Zwecken zum ruhmvollen Vorgehen – allerdings unter der Bedingung, daß diese Eingriffe gemäß den Prinzipien der medizinischen Kunst durchgeführt werden und daß das nicht proportionale Risiko ausgeschlossen wird.

Die gerade besprochenen allgemeinen Prinzipien verlangen noch nach einigen, eher wesentlichen Ergänzungen, vor allem aber nach Berücksichtigung der wesentlichen Aspekte und Umstände, wie solche Techniken angewandt werden können. Gemäß den allgemeinen ethischen Prinzipien, mit denen die Transplantation von Organen geregelt werden, darf die Entnahme selbst der Zellen eines Menschen seine personale Integralität nicht benachteiligen. Es geht hier also nicht um die Entnahme selbst der Zellen, sondern um solche Ingerenz, die für ihn destruktiven Charakter hätte – ob im ganzheitlichen-personalen Ausmaß, oder nur im teilhaften Ausmaß; ob im psychischen (geistigen), oder auch körperlichen Ausmaß. Es darf auch die personale Identität infolge der Implantation von Zellen und Geweben nicht geändert werden, die mit der besprochenen Technik erreicht wird²¹.

²⁰ Vgl. Liechty, MacKenzie, Shaaban, Radu, Moseley, Deans, Marshak, Flake. *Human Mesenchymal Stem Cells Engraft and Demonstrate Site-Specific Differentiation* S. 1282-1286.

Die gerade dargestellten Bedingungen stellen nicht die einzigen ethischen Kriterien der besprochenen Untersuchungen und medizinischen Eingriffe dar. Ein wichtiges Unterscheidungszeichen folgert auch aufgrund der Tatsache, daß in diesen Techniken – Objekt der bio-technologischer Bearbeitung Zellen und Gewebe eines Menschen bleiben. Auch wenn sie als solche nicht den personalen Status haben, gebührt ihnen doch infolge ihrer menschlichen Eigenart die angebrachte Ehre. Gehört es sich nach der menschlichen Empfindsamkeit, daß man sich angesichts der menschlichen Leiche mit gebührendem Ansehen benimmt, soll diese Voraussetzung zumindest auch im gleichen Grad auf lebendige Zellen und Gewebe angewandt werden²². Die Nutznießung des menschlichen Körpers – sei es in seiner Gesamtheit, oder auch in einem seiner Teile, allein als biologischen Stoffes, ohne gehörige Ehrachtung angesichts des Menschen und ohne klar bestimmten seines Wohles, wäre Anzeichen, daß hier die Wahrheit darüber, wer er ist, vermissen wurde. Auf unmittelbare Art und Weise wird dieses Prinzip von der Instruktion *Donum vitae* und vom *Katechismus der Katholischen Kirche* hervorgehoben, indem in ihnen erinnert wird, daß der Körper selbst einer verstorbenen Person mit besonderer Ehre gewürdet werden soll²³.

Das obige moralische Erfordernis verleiht auch den Inhalt der letzten der ethischen Grundbedingung. Die besprochenen Untersuchungen und Experimente könnten an sich als moralisch neutral anerkannt werden. Allerdings ihr Wert im konkreten Fall wird vom Zweck bestimmt, der dem Tun des Wissenschaftlers vorleuchtet. Daher werden die besprochenen Betätigungen gut, wenn sie mit guter Absicht motiviert bleiben. Analogisch gesehen werden sie böse, wenn der Betätigende nach

²¹ Mehr zu diesem Thema vgl.: Wróbel. *Człowiek i medycyna. Teologicznomoralne podstawy ingerencji medycznych* [Mensch und die Medizin. Theologisch-moralische Grundlagen für medizinische Eingriffe]. Kraków: Wydawnictwo Księży Sercanów 1999 III. Teil; und auch derselbe *Teologicznomoralne podstawy przeszczepiania organów* [Theologisch-moralische Grundlagen der Transplantation der Organe]. In: *W kręgu chrześcijańskiego orędzia moralnego. Księga Jubileuszowa poświęcona ks. prof. Antoniemu Młotkowi* [Im Kreis der christlichen moralischen Botschaft. Jubiläumsbuch gewidmet Herrn P. Prof. Antoni Mlotek]. Red. M. Biskup, T. Reroń. Wrocław 2000 S. 579-597; E. Sgreccia. *Manuale di bioetica*. Bd. 1: *Fondamenti ed etica biomedica*. Milano: Vita e Pensiero 2000³ S. 673ff., und vor allem 688-690; L. Siep, J.S. Ach, M. Quante. *Organtransplantation*. Teil 3: *Ethisch*. In: *Lexikon der Bioethik*. Red. W. Korff, L. Beck, P. Mikat. Bd. 2. Gütersloh: Gütersloher Verlagshaus 1998 S. 813-815; J. Dichgans, D. Rössler. *Neurobiologie*. In: ebd. S. 760-762.

²² Vgl. *Katechismus der Katholischen Kirche*. Oldenbourg Benno Paulusverlag Veritas 1993 Nr. 2300.

²³ Vgl. Kongregation für die Glaubenslehre. *Instruktion über die Achtung vor dem beginnenden menschlichen Leben und die Würde der Fortpflanzung. Antworten auf einige aktuelle Fragen «Donum vitae»*. Roma 1987 Nr. I, 4; *Katechismus* 2300-2301.

einem unmoralischen Ziel strebt, oder auch ohne proportional wichtigen Grund die Möglichkeit übergeht, daß seine Untersuchungen zu bösen Zwecken gebraucht werden können. Ist es tadelnswert das Böse zu tun, verdient um so mehr entschieden auf Abweisung jede Betätigung, die die Gesundheit, das Leben oder die personale Würde des Menschen angreift, an der in voller Fülle der Leib teilnimmt.

2. Techniken die auf embryonalen Stammzellen beruhen

Qualitativ neue Fragen kommen bei Techniken auf, die auf keim-embryonalen Stammzellen beruhen. Die ethische Analyse solcher Betätigungen umgreift die schon weit diskutierten Fragen, zumal das Klonen des Menschen, das Experimentieren an menschlichen Embryonen und ihrer Vernichtung. Denn wie schon oben hervorgehoben, diese Technik setzt die unmittelbar beabsichtigte Erzeugung menschlicher Embryonen voraus und die Verwendung überschüssiger Embryonen, die in technizierter Prokreation erschaffen werden.

Die Entnahme der Zellen vom menschlichen Keim (Embryo) in Form der Blastozyste verletzt unabwendbar seine feine innere Struktur, vernichtet seine Lebensvorgänge und verursacht unvermeidbar seinen Tod. Derartiger Akttypus kann in keinem Fall gerechtfertigt werden, da er unmittelbar seine personale Würde angreift und ihn zum Objekt herabwürdigt²⁴. Folgegerecht muß auch an den besprochenen Eingriff die Lehre Johannes Paul II. herangezogen werden, die mit höchster Autorität in der Enzyklika *Evangelium vitae* ausgedrückt wird: „... die direkte [= jede direkte Vernichtung des empfangenen menschlichen Lebens], das heißt als Ziel oder Mittel gewollte Abtreibung [stellt] immer ein schweres sittliches Vergehen [dar], nämlich die vorsätzliche Tötung eines unschuldigen Menschen“²⁵. Ein wenig weiter nähert sich der Text der Enzyklika noch mehr an die Betätigungen, die Objekt der hier unternommenen Analysen sind. Johannes Paul II. schreibt: „Die sittliche Bewertung der Abtreibung muß auch auf die neuen Formen des Eingriffs auf menschliche Embryonen angewandt werden, die unvermeidlich mit der Tötung des Embryos verbunden sind, auch wenn sie Zwecken dienen, die an sich erlaubt sind. [...]. – ... muß man jedoch geltend machen, daß die Verwendung von Embryonen als Versuchsobjekt ein Verbrechen darstellt gegen ihre Würde als menschliche Geschöpfe, die dasselbe Recht haben, das dem bereits geborenen Kind und jeder Person geschuldet wird. Aus sittlichen Gründen zu verwerfen ist ebenso auch die Vorgehensweise, die – bisweilen eigens zu diesem Zweck mit Hilfe der In-vitro-Befruchtung

²⁴ Vgl. Kongregation für die Glaubenslehre. *Instruktion über die Achtung vor dem beginnenden menschlichen Leben und die Würde der Fortpflanzung. Antworten auf einige aktuelle Fragen «Donum vitae»*. Roma 1987 Nr. I, 4.

²⁵ Nr. 62. Vgl. auch Kongregation für die Glaubenslehre, Erklärung zur vorsätzlichen Abtreibung «*Quaestio de abortu procurato*». Roma 1974.

'erzeugte' – noch lebende menschliche Embryonen und Föten mißbraucht, sei es als zu verwertendes 'biologisches Material' oder als Lieferanten von Organen oder Geweben zur Transplantation für die Behandlung bestimmter Krankheiten. Die Tötung unschuldiger menschlicher Geschöpfe, und sei es auch zum Vorteil anderer, stellt in Wirklichkeit eine absolut unannehmbare Handlung dar"²⁶.

Wie schon hervorgehoben, unumgängliches Element der besprochenen Technik ist das Klonen des Menschen. Diese Handlungsweise, die eine der Arten und Weisen der technizierter Prokreation darstellt, hat schon die Aussage des Magisterium der Kirche und eine weitausgearbeitete Analyse der Ethiker erfahren. Die negative Wertung des Klonens des Menschen wird praktisch allgemein geteilt. Allerdings um die Vorbehalte moralischer und rechtlicher Natur übergehen zu könnten, wird zur Zeit versucht, das therapeutische Klonieren zu verteidigen, indem es vom Reproduktions-Klonen unterschieden wird. Als Beispiel kann hier die Meinung des wissenschaftlichen Teams der Firma Advanced Cell Technology gelten, das als erstes eine teilweise gelungene Klonierung eines Menschen erreicht hat. Diese Wissenschaftler schreiben: „Das therapeutische Klonen, das auf der Benutzung des genetischen Materials eigener Zellen des Patienten beruht [...], stellt anderes dar, als das Reproduktions-Klonen, in dem der Keim in die Gebärmutter der Frau implantiert wird, was zur Geburt eines Babys führen soll, das Klon ist. Wir vertreten die Meinung, daß das Reproduktions-Klonen eine Gefährdung für die Gesundheit der Mutter und des Fötus schafft und zur Zeit unbegründet ist. Wir unterstützen also Handlungen, die den Verbot des Klonens zu Reproduktionszwecken anstreben (zumindest bis zum Zeitpunkt, wenn es völlig gefahrlos sein wird und die mit ihm verbundenen ethischen Fragen entschieden werden)"²⁷.

Beachtungswert sind auch die Schlüsse der ethischen Kommission, die von der Firma Advanced Cell Technology berufen worden ist bezwecks der ethischen Bewertung der Fragen, die mit dem Klonen des Menschen zusammenhängen. Wie Ronald M. Green vermittelt, diese Kommission ist zum folgenden Schluß gekommen: „Diejenigen, für die das menschliche Leben in der Zeit der Empfängnis beginnt und die Aktivierung der Eizelle als gleichbedeutend mit menschlichen Keimen betrachten, können Untersuchungen mit theoretischem Klonieren nicht akzeptieren. Sie sehen es an als gleichbedeutend mit der Tötung des Kindes, um seine Organe zugute der anderen zu entnehmen. [...] Diese Ansicht wird nicht von Personen an-

²⁶ Johannes Paul II. *Enzyklika «Evangelium vitae»* Nr. 63. Vgl. auch die Präsentation dieser Frage bezüglich unmittelbar zum Problem der Verwendung in biologischen Lehren und in Medizin der Stammzellen der Embryos: Pontificia Academia Pro Vita. *Dichiarazione sulla produzione e sull'uso scientifico e terapeutico delle cellule staminali*.

²⁷ J.B. Cibelli, R.P. Lanza, M.D. West, C. Ezzel. *Pierwszy ludzki klon* [Der erste menschliche Klon]. „Świat Nauki [Welt der Wissenschaft]“ 2002 Nr. 1(125) S. 30.

genommen, die behaupten, daß die moralischen Kriterien nicht angewandt werden sollen an Wesen, die im Laufe des therapeutischen Klonens kreiert werden. Sie meinen – ähnlich wie Mitglieder unserer Kommission – daß den Vorteilen solcher Untersuchungen und potentiellen neuen Behandlungsmethoden wesentlich größere Bedeutung gebührt, als das Recht zum Leben der aktivierten Eizellen“²⁸. Es ist schwer mit diesem Standpunkt einverständlich zu werden. Die dargestellte Unterscheidung betrifft nämlich die Betätigungszwecke, nicht aber ihr Wesen an sich. Es wird nämlich in jedem Fall die Erzeugung eines menschlichen Embryos angestrebt, was von Natur aus un-ethisch ist, da es in seine personale Würde schlägt.

Un-ethisch ist auch die Verwendung für obige Zwecke der Keim-(Embryo)-Stammzellen – sowohl in ihrer ursprünglichen Form, wie auch entwicklungsgemäß schon orientierter Form, die von anderen Zentren geliefert werden. Zwar läßt die Instruktion *Donum vitae* in bestimmten Fällen bei wissenschaftlichen Untersuchungen und Experimenten die Benutzung von Zellen und Geweben zu, die aus Leichen der Embryos herkommen, wenn sie gehörig geehrt werden und keine Anteilnahme am Schwangerschaftsabbruch im Spiel ist, und auch wenn es keinen Anstoß erweckt²⁹. Allerdings im besprochenen Fall setzt die Erreichung der embryonalen Stammzellen die Erzeugung, und nachher Vernichtung des lebenden menschlichen Embryos im strikt bestimmten Moment seiner Entwicklung voraus. Die Verwendung der embryonalen Stammzellen bleibt also im unmittelbaren Zusammenhang mit der direkten und beabsichtigten Vernichtung des menschlichen Wesens. Folgerichtig, die Instruktion der Päpstlichen Akademie *Pro Vita* hebt hervor, daß unabhängig von der Absicht daran interessierter Subjekte, eine nähere materielle Mitwirkung zwischen der Erzeugung der Zellen und den auf ihnen unternommenen Experimenten (*cooperatio materialis proxima*) besteht, die unerlaubt ist³⁰.

Die neuen Möglichkeiten, die die embryonalen Stammzellen zu schaffen scheinen, bilden eine noch fernegelegene Perspektive. Viele Wissenschaftler sind

²⁸ R.M. Green. *Dylematy etyczne* [Ethische Dilemmata] [bezüglich der menschlichen Klonierung]. „Świat Nauki [Welt der Wissenschaft]“ 2002 Nr 1(125) s. 32.

²⁹ In diesem Dokument wird festgestellt: „Die Leichen menschlicher Embryonen und Föten, seien sie nun vorsätzlich abgetrieben oder nicht, müssen geachtet werden wie die sterblichen Überreste von anderen menschlichen Wesen. Besonders dürfen sie nicht Verstümmelungen oder Obduktionen ausgesetzt werden, solange ihr Tod nicht mit Sicherheit festgestellt wurde, und nicht ohne die Zustimmung der Eltern oder der Mutter. Darüber hinaus muß immer die moralische Forderung bestehen bleiben, daß dabei keine Beihilfe zu einer gewollten Abtreibung stattgefunden hat und daß die Gefahr des Ärgernisses vermieden wird. Auch im Fall verstorbener Föten muß, wie bei den Leichen Erwachsener, jede kommerzielle Praxis als unerlaubt erachtet und verboten werden“ (DV I, 4).

³⁰ Vgl. Pontificia Academia Pro Vita. *Dichiarazione sulla produzione w sull'uso scientifico e terapeutico delle cellule staminali* S. 17.

überhaupt pessimistisch angelegt, was die Möglichkeiten der Beherrschung der Technik der präzisen Steuerung über die Spezifikation der pluripotenten, bzw. auch selbst der totipotenten Zellen angeht. Es können auch nicht, beispielsweise, die Schwierigkeiten überwunden werden, die die Technik selbst schafft, um Stammzellen hoher Qualität zu erlangen: sie müssen frei sein von genetischen Defekten. Dieses Erfordernis kann nicht ohne eine perfekte Beherrschung der Technik selbst des Klonens erreicht werden. Indessen, zur Zeit, ist diese Technik mit vielen Unbekannten belastet. Mitte Dezember 2001 haben Wissenschaftler der schon erwähnten Firma Advanced Cell Technology verlautbart, daß Eizellen mehr entwickelter Wesen, wie die Primaten, in sich Barrieren bergen, die ihr Klonen ernst erschweren oder selbst unmöglich machen. Die Mehrheit der bisher klonierten Wesen endet ihr Leben noch vor dem Kommen in die Welt, oder auch kennzeichnet sich mit seriösen genetischen Defekten. Im Kommunikat das nach den ersten Experimenten veröffentlicht wurde, die an Affen unternommen worden sind, wurde festgestellt, daß „auch wenn die Mehrheit der Affen-Keime auf den ersten Anblick normal aussehen, bei näherem Anschauen sie sich als ‘Galerie von Mißbildungen’ gezeigt hat. [...] Es kam zum Vorschein, daß in den scheinbar normalen Zellen der Embryos keine rechtmäßigen Kernzellen da sind, und die Chromosome, die normalerweise in ihrem Innern vorhanden sein sollen, schlechterdings in der ganzen Zelle herumgeworfen bleiben. Verborgene Defekte bei den ersten Zellteilungen und ihrer Entwicklung begannen nach 6-7 Tagen seit dem Beginn der Lebensvorgänge zum Vorschein zu kommen, demzufolge die Embryonen abzusterben begonnen haben. Dasselbe betrifft die geklonten menschlichen Embryos. Ihre Entwicklung ist es zum Stadium von 6 Zellen heranzuführen gelungen. Der Meinung nach einiger Wissenschaftler, der Schaden der in der Zelle bei der Beseitigung ihres Kernes verursacht wird, scheint so groß zu sein, daß es eine normale Entwicklung des Klonen unmöglich macht. Solche Abhängigkeit schieben auch Experimente vor, bei denen es versucht wurde, den Eizellen ihren eigenen vorher entnommenen Kern wieder zu implantieren. Aus diesen Untersuchungen folgert, daß es eher unmöglich ist, jedesmal gesunde menschliche Embryonen zu erlangen“³¹.

Auf für sich spezifische Art und Weise möchte diese Frage der bekannte Adhärenz des Klonens des Menschen lösen, der italienische Gynäkologe Severino Antinori. Er stellt zuerst fest, daß Schuld für solches Ergebnis der Experimente selbst die Wissenschaftler tragen, indem sie noch nicht gut erarbeitete Techniken anwenden. Weiter hebt er hervor, daß die Unvollkommenheiten selbst der Techniken auf dem Weg des Screenings überwunden werden können, das frühzeitig genug die Ent-

³¹ *Die Affen lassen sich nicht klonieren.* <http://wyborcza.gazeta.pl/info/artukul.jsp?xx=602298&dzial=010600>.

wicklung der Embryos zu stoppen erlaubt, wenn sie mit genetischen Defekten belastet sind³².

Zusammenfassung

Aus den dargestellten Analysen kann gefolgert werden, daß die besprochenen medizinischen Techniken, die auf Stammzellen beruhen, einen wichtigen Umbruch in der Medizin bilden und zur radikalen Verbesserung der Wirksamkeit der therapeutischen Handlungen beitragen können. Allerdings auch im Fall dieser Unternehmungen ist nicht alles, was möglich ist, zugleich auch moralisch erlaubt. Unter den zur Zeit vorgeschlagenen Techniken müssen entschieden diese verurteilt werden, die auf embryonalen Stammzellen beruhen. Für ethisch erlaubte sollen dagegen diese anerkannt werden, die auf erwachsenen Stammzellen beruhen³³. Aber auch in diesem Fall dürfen die oben bestimmten ethische Erfordernisse nicht umgangen werden. Hervorgehoben soll besonders die Notwendigkeit werden, daß ein nicht proportionelles Risiko für den Patienten, der sich solcher Therapie unterzieht, ausgeschlossen bleibt. Und daß diese Zellen mit Ehre behandelt werden, die mit dem menschlichen Sacrum gekennzeichnet sind.

Bibliographie

Quellen

Johannes Paul II. Enzyklika *Evangelium vitae*. Roma 1995.

Johannes Paul II. Ansprache an die Teilnehmer des XVIII. Internationalen Kongresses des Transplantations-Vereines (XVIII International Congress of the Transplantation Society). Roma 29.08.2000. „L'Osservatore Romano” 30.08.2000 S. 1, 5. (http://www.vatican.va/cgi-bin/w3-msql/news_services/bulletin/news/7511.html?index=7511&po_date=29.08.2000&lang=it).

³² Vgl. S. Pistoì. *Ojciec cudzych dzieci* [Vater fremder Kinder]. „Świat Nauki [Welt der Wissenschaft]” 2002 Nr. 6(130) S. 25.

³³ Diesen Standpunkt bestätigte Johannes Paul II. in der Ansprache an die Teilnehmer des XVIII. Internationalen Kongresses des Transplantations-Verbandes (XVIII International Congress of the Transplantation Society). Roma 29.08.2000. „L'Osservatore Romano” 30.08.2000 S. 1, 5 (http://www.vatican.va/cgi-bin/w3-msql/news_services/bulletin/news/7511.html?index=7511&po_date=29.08.2000&lang=it); vgl. auch Pontificia Accademia per la Vita. *Cellule staminali umane autologhe* S. 6.

Kongregation für die Glaubenslehre, Erklärung zur vorsätzlichen Abtreibung «*Quaestio de abortu procurato*». Roma 1974.

Kongregation für die Glaubenslehre. *Instruktion über die Achtung vor dem beginnenden menschlichen Leben und die Würde der Fortpflanzung. Antworten auf einige aktuelle Fragen* «*Donum vitae*». Roma 1987.

Pontificia Academia Pro Vita. *Dichiarazione sulla produzione e sull'uso scientifico e terapeutico delle cellule staminali embrionali umane*. Città del Vaticano: Libreria Editrice Vaticana 2000.

Pontificia Accademia per la Vita. *Cellule staminali umane autologhe e trasferimento di nucleo. Aspetti scientifici ed etici*. „L'Osservatore Romano (IT)“ 141:2001 Nr. 3(42641) S. 6.

Katechismus der Katholischen Kirche. Oldenbourg Benno PaulusVerlag Veritas 1993.

Literatur

Cibelli J.B., Lanza R.P., West M.D., Ezzel C. *Der erste menschliche Klon*. „Świat Nauki [Welt der Wissenschaft]“ 2002 Nr. 1(125) S. 28-37.

Clarke D.L. [i in.]. *Generalized Potential of Adult Neural Stem Cells*. „Science“ 2000 Nr. 288 S. 1660-1663.

Dichgans J., Rössler D. *Neurobiologie*. In: *Lexikon der Bioethik*. Red. W. Korff, L. Beck, P. Mikat. Bd. 2. Gütersloh: Gütersloher Verlagshaus 1998 S. 760-763.

[G.N.] *Życie po śmierci [Leben nach dem Tod]*. „Wiedza i Życie [Wissenschaft und Leben]“ 2001 Nr. 9 S. 7.

Green R.M. *Dylematy etyczne [Ethische Dilemmas]* [im Zusammenhang mit dem Klonen des Menschen]. „Świat Nauki [Welt der Wissenschaft]“ 2002 Nr. 1(125) S. 32-33.

Håkelién A.-M., Landsverk H.B., Robl J.M., Skålhegg B.S., Collas Ph. *Reprogramming Fibroblasts to Express T-cell Functions Using Cell Extracts*. „Nature Biotechnology“ 2002 Nr. 20 S. 460-466.

Kline R.M. *Krew pępowinowa – cudowny lek [Das Nabelschnur-Blut – wunderbares Heilmittel]* „Świat Nauki [Welt der Wissenschaft]“ 2001 Nr. 6(118) S. 20-28.

Krause D.S., Theise N.D., Collector M.I., Henegariu O., Hwang S., Gardner R., Neutzel S, Sharkis S.J. *Multi-Organ, Multi-Lineage Engraftment by a Single Bone Marrow-Derived Stem Cell*. „Cell“ 105:2001 Nr. 3 (4. May) S. 369-377.

Lanza R.P., Yun Chung H., Yoo J.J., Wettstein P.J., Blackwell C., Borson N., Hofmeister E., Schuch G, Soker S., Moraes C.T., West M.D., Atala A. *Generation of Histocompatible Tissues Using Nuclear Transplantation*. „Nature Biotechnology“ 2002 Nr. 20 S. 689 – 696.

Liechty K.W., MacKenzie T.C., Shaaban A.F., Radu A., Moseley A.-M.B., Deans R., Marshak D.R., Flake A.W. *Human Mesenchymal Stem Cells Engraft and Demonstrate Site-Specific Differentiation after in Utero Transplantation in Sheep*. „Nature Medicine” 2000 Nr. 6 S. 1282-1286.

Loeffler M., Potten C.S. *Stem Cells and Cellular Pedigrees. A Conceptual Introduction*. In: *Stem Cells*. Red. C.S. Potten. London: Academic Press 1997 S. 1-27.

Małpy nie chcą się klonować. [Affen lassen sich nicht klonen] [Http://wyborcza.gazeta.pl/info/artykul.jsp?xx=602298&dzial=010600](http://wyborcza.gazeta.pl/info/artykul.jsp?xx=602298&dzial=010600).

Nolta J.A., Kohn D.B. *Haematopoietic Stem Cells for Gene Therapy*. In: *Stem Cells*. Red. C.S. Potten. London: Academic Press 1997 S. 447-460.

Ostrowski K. *Embriologia człowieka* [Embryologie des Menschen]. Warszawa: Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich 1988³.

[P.B.] *Komórki na zamówienie* [Zellen auf Bestellung]. „Wiedza i Życie [Wissenschaft und Leben]” 2001 Nr. 7 S. 5.

Pederson R.A. *Pierwotne komórki zarodkowe* [Ursprüngliche Keimzellen]. „Świat Nauki [Welt der Wissenschaft]” 1999 Nr. 6(94) S. 36-41.

Pistoi S. *Ojciec cudzych dzieci* [Vater der fremden Kinder]. „Świat Nauki [Welt der Wissenschaft]” 2002 Nr. 6(130) S. 24-25.