

人性、人格與幹細胞研究

梁媛媛

摘要

很多人曾經預言幹細胞基礎研究是諾貝爾獎的應允之地，但沒想到這賜福來的如此之快。從另一個側面，這個獎項也說明了與幹細胞研究息息相關的各大生命醫學領域的科學家對於這一醫學或生物學發現是多麼的飢渴。本文著重探討“誘導多功能幹細胞”(iPSCs)研究所引發的生命技術在倫理學上的挑戰。傳統形而上學和宗教道德觀對人性的定義、對人格、家庭、人倫關係等等問題的看法，都會由於當前的幹細胞研究而產生前所未有的變化。面對全新的生命技術，我們人類是否準備好了這個挑戰呢？

【關鍵字】 誘導多功能幹細胞 生命倫理學 人類克隆 人性

英國詩人威廉·布萊克(William Blake)有一段簡單而美好的詩句：“一沙一世界，一花一天堂。手中握無限，瞬間即永恆。”人體中的幹細胞也具備同樣的“詩意”，每一個人都是開始於比一粒沙子還要細小的受精卵，再從受精卵進一步分裂為被稱為“萬能細胞”的胚胎幹細胞，它可以分化成不同類型的體細胞，最終發育成為身體的各種組織和器官。理想中的幹細胞研究在醫療方面的應用就是可

梁媛媛，鳳凰衛視編輯/記者，中國香港。

《中外醫學哲學》X:2 (2012年)：頁 149-162。
© Copyright 2012 by Global Scholarly Publications.

以源源不斷地供應人體各種組織細胞的更替與修復。但是這種研究面臨著巨大的倫理學爭議，因為在研究過程中需要消耗無數的人類受精卵和胚胎，因此一直以來世界各國都對幹細胞研究有著嚴格的限制和規管。

一、革命尚未成功，同志還需努力

2012年最新一屆的諾貝爾生理/醫學獎頒發給英國科學家古爾登(John Gurdon)和日本科學家山中伸彌(Shinya Yamanaka)，他們的研究工作成功地證明了成熟的體細胞可以被重新編程恢復為具有多能性的幹細胞，也稱為誘導多功能幹細胞(Induced Pluripotent Stem Cells；以下縮寫作 iPSCs)。

很多人曾經預言幹細胞基礎研究是諾貝爾獎的應許之地。但沒想到這賜福來的如此之快。尤其是對山中伸彌來說，令他進入諾貝爾獎評選雷達的研究成果見於他 2006 年首次發表在雜誌《細胞》上的一篇論文。¹ 這篇論文中，山中伸彌和他的同事們首先用 4 個幹細胞轉錄因數 OCT4、SOX2、KLF4 和 c-MYC，通過體細胞重程式設計將小鼠成纖維細胞轉化成具有胚胎幹細胞特徵的 iPSCs。這一研究為其後一系列的 iPSCs 研究奠定了基礎。

緊接著第二年，山中伸彌又發表了他的另一重要成果。² 在小鼠身上獲得成功的體細胞重編程技術在人體細胞中獲得同樣的效果，他與美國的 Thomson 實驗室分別用逆轉錄病毒與慢病毒載體將 4 種轉錄因數 OCT4、SOX2、c-MYC、KLF4 或 OCT4、SOX2、LIN28 和 NANOG 感染人體皮膚成纖維細胞後將其回轉成具有胚胎幹細胞特性的人體 iPSCs。這種技術不需要使用人類胚胎，卵細胞，它甚至也

-
- (1) Takahashi, Kazutoshi and Yamanaka Shinya, "Induction of Pluripotent Stem Cells from Mouse Embryonic and Adult Fibroblast Cultures by Defined Factors." *Cell* 126.4 (August 25, 2006): 663-676. <<http://www.cell.com/retrieve/pii/S0092867406009767>>.
 - (2) Takahashi, Kazutoshi, et al. "Induction of Pluripotent Stem Cells from Adult Human Fibroblasts by Defined Factors." *Cell* 131.5 (November 30, 2007): 861-872. <[http://www.cell.com/abstract/S0092-8674\(07\)01471-7](http://www.cell.com/abstract/S0092-8674(07)01471-7)>.

不涉及克隆技術。幾乎是一夜之間，有關幹細胞研究的種種爭論和質疑從美國各大報紙的頭版上消失了。³而五年後，它為山中伸彌帶來諾貝爾獎。

這個獎具有巨大的引申含義，有人甚至戲說應該也頒發給他們諾貝爾和平獎。因為這個成果似乎終於提供科學家一個安全的路徑繞過人類胚胎幹細胞(Human Embryonic Stem Cells，以下簡稱hESCs)。在此之前，與人有關的幹細胞研究都必須通過破壞人類胚胎的方式獲得hESCs。山中伸彌如此迅速地獲獎也從側面揭示出與幹細胞研究息息相關的各大生命醫學領域的科學家對於這一醫學或生物學發現是多麼的歡欣鼓舞。英國倫敦大學學院的神經科學家哈迪(John Hardy)就表示：“我相信從事發育生物學以及疾病機理研究的每一位研究人員都會為諾貝爾獎的這一傑出而明智的選擇叫好。無數實驗室的工作都構建在他們開創性的研究基礎之上。”⁴

不過，即便方向是正確的，道路仍然是曲折的。儘管山中伸彌自己在獲獎後也袒露心聲：“我畢生的目標便是將這種幹細胞技術帶到病床邊，帶到病患前，帶到診所中……”但是他馬上也冷靜地指出目前iPSCs應用到臨床的最大障礙仍然是安全性。⁵首先也是最重要的一點考量就是到底在多大程度上iPSCs可以取代hESCs。山中伸彌認為80%以上的iPSCs和hESCs是無法區分的。只有那些佔20%品質不是很好的iPSCs才會表現出差異性。⁶但是2009年來自加州大學洛杉磯分校，俄亥俄州立大學等處的研究人員發現了hESCs和皮膚細胞重新編程所獲得的iPSCs這兩者之間雖然有重疊，但是仍然具有

(3) Bottum, Joseph. “Stem cells: a political history.” *First Things* 187 (Nov 2008): 16.

(4) “Nobel awarded for stem cell, early cloning work.” 8 October 2012 <<http://cnsnews.com/news/article/nobel-awarded-stem-cell-early-cloning-work>>.

(5) Shinya, Yamanaka. “Induced Pluripotent Stem Cells: Past, Present, and Future.” *Cell Stem Cell* 10.6 (14 June 2012): 678-684. <<http://www.cell.com/cell-stem-cell/retrieve/pii/S1934590912002378#MainText>>.

(6) Ibid.

明顯的基因表達差異，因此具有內源性分子區別。⁷ 這一研究結果首次證明了這兩種細胞類型具有明顯的不同，同時也預示著兩者在功能和臨床應用價值上的潛在差異。這個差異在倫理學上意味著新科技（生成新的器官組織）是為了提高人類的身體素質還是為了徹底改變人類本來的屬性？

隨之而來的衝擊是加州大學聖地牙哥分校華裔科學家徐洋 (Yang Xu) 的實驗室發現應用在小鼠上的iPSCs會引發免疫排斥，形成畸胎瘤，這一問題追溯到生成細胞所用的一個重新編碼基因和逆轉錄病毒。⁸ 這項研究就iPSCs在人類治療中的安全性問題，提出了一個及時的警告，因為這種免疫排斥實際上說明了iPSCs在遺傳和表觀上的明顯差異。山中伸彌對這類研究結果的回應則是呼籲不要把hESCs作為評判iPSCs的標準。對他來說，這兩種幹細胞都是人工干預下的實驗室產物。它們只是幹細胞研究中會使用到的眾多實驗手段中的兩種。而且他也強調iPSCs未來的發展方向應該是用來生成新的器官組織而不是用於克隆。⁹

二、這是最好的時候，也是最壞的時候

可能將iPSCs技術真正用於臨床使用之前還需要三到五個諾貝爾獎級別的理論和技術上的飛躍。但是諾貝爾獎的社會普及效應是不可忽視的。iPSCs細胞技術的每一步研究和進展都會給大眾和決策機構造成不可忽視的樂觀影響，認為幹細胞研究已經可以在很大程度上脫離對人類胚胎的依賴，從而也就可以擺脫一直以來加諸在這一研究領域的重重桎梏。早在山中伸彌 2007 年底剛剛發表他的科研

(7) Clark, Amander T., Kathrin Plath and William E. Lowry. "Induced Pluripotent Stem Cells and Embryonic Stem Cells Are Distinguished by Gene Expression Signatures." *Cell Stem Cell* 5.1 (2 July 2009): 111-123.

(8) Zhao, T, et al. "Immunogenicity of induced pluripotent stem cells." *Nature* 474.7350 (13 May 2011): 212-215. <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21572395>>.

(9) Shinya, Yamanaka. "Induced Pluripotent Stem Cells: Past, Present, and Future." *Cell Stem Cell* 10.6 (14 June 2012): 678-684. <<http://www.cell.com/cell-stem-cell/retrieve/pii/S1934590912002378#MainText>>.

成果的次年，當時的美國總統小布希就已經在一次保守派的會議上做出了鬆動的表現。他興奮地說：科學家已經找到方法將成熟的皮膚細胞重新編碼成為胚胎幹細胞。¹⁰ 而最近擁有英國克隆技術專利、曾經克隆出多利羊的生物製藥巨頭Geron就宣佈：世界上最大規模幹細胞治療項目即將重新啟動。在美國FDA批准下，Geron公司曾進行了全球首宗人類胚胎幹細胞臨床試驗，該公司在第一期臨床試驗中治療了四人，隨後 2011 年公司宣佈中止這一專案。現在Geron的前首席執行官Thomas Okarma及公司創始人Michael West與加州生物技術公司BioTime合作，將支援幹細胞治療專案重新啟動。畢竟，在這個諾貝爾獎光環的背後是上億美元的研究資金和上千億美元的產業價值的虎視眈眈。

但事實上山中伸彌已經很清楚地指出了，在現階段，與人有關的幹細胞研究仍然無法離開 hESC。它將在很長一段時間裏和 iPSCs 同時並存。但因為宣傳和科學普及的偏頗，當大眾的視線主要集中在 iPSCs 上時，或者當決策機關一廂情願地相信 iPSCs 技術會在短時間內就可以取代 hESC 時，本來以為會給人類胚胎保護帶來一線生機的 iPSCs 立刻成為一個煙幕彈甚至催化劑，這一技術可能會比從前消耗掉更為大量的人類胚胎和生殖細胞。

或者，讓我們前進一萬步，即便 iPSCs 技術在短時間內獲得突飛猛進的進步，真的在很大程度上取代了 hESC 的使用，在倫理學上仍然會帶來很多問題。因為任何一種成體細胞，比如皮膚細胞，都能被誘導為 iPSCs，因此它的來源比 hESC 更容易，方法也更簡單，這意味著有更多研究者和實驗室會選擇這個簡便易行的方法。體細胞相比 hESC，好像地上的沙子和一顆尚未雕琢的鑽石。人對由體細胞引導而成的 iPSCs 的尊重和慎重態度會降低很多，但是在功能上，iPSC 又和 hESC 不分上下。這就好像當可以製作核彈的鈾像海灘上的沙子那樣俯拾皆是時，想像一下人們會拿這些鈾來做些什麼吧。

(10) 同注 3。

此外還有知情同意等更易被忽視的倫理問題。也許無意中我們遺留在公共場合的體細胞就會被收集起來送進實驗室作為原材料，這個過程絕對比獻血更為容易，更為低科技。但如果iPSCs可以如山中伸彌所希望的那樣只限於研究如何引導它們發育為新的組織器官，那麼我們遺落的生物原材料可能只是會拿去發育成某個器官。但當克隆技術也逐步滲透並成為主要關注時，我們遺落的就不僅僅是心肝肺那麼簡單了。

中科院生命科學研究所的研究人員2009年就通過四倍體囊胚注射得到完全由iPS細胞來源的小鼠。¹¹ 與此同時，中國科學院動物研究所和上海交通大學醫學院的研究組共同完成了首次利用iPSCs通過四倍體囊胚注射得到存活並具有繁殖能力的小鼠。¹² 相比起2007年中伸彌的研究小組只是使用第二代iPSCs和成鼠形成嵌合體並產生後代，這兩項來自中國的研究成果證明了中國在iPSCs研究技術方面的領先性。同時也在世界上第一次證明了iPSCs的全能性。

但同時這一研究成果也引來很多科學家發自倫理和技術安全角度方面的質問。因為在此之前科學家一般達成共識，即僅靠iPSCs本身是不可能發育為一個完整的胚胎。因為它缺乏使其啟動發育過程的外殼——胚囊，通常是四倍體胚囊。但在實驗室條件下，通過人工注射的方式，iPSCs可以成功發育成胚胎並存活，甚至具有繁殖能力。拋開實驗的低成功率和成活個體的質量不提，如果在小鼠身上這一過程可以成功實現，那麼理論上，在人體上也可以實現。所差的只是是否有人去實行。

但這並不是第一次有人驚呼克隆人來了。人類克隆一直是生命醫學和倫理學所關注和思考的焦點。那麼iPSCs對克隆的影響體現在

(11) Kang, Lan, et al. "iPS cells can support full-term development of tetraploid blastocyst-complemented embryos." *Cell Stem Cell* (July 2009).
<<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?term=19631602>>.

(12) Zhao, Xiao-yang, et al. "iPS cells produce viable mice through tetraploid complementation." *Nature* 461 (3 September 2009): 86-90.
<<http://www.nature.com/nature/journal/v461/n7260/abs/nature08267.html>>.

哪裡呢？如果按照基因決定論那樣將人的個體性等同於遺傳物質編碼的獨特性，那麼克隆技術其實正可以提供所謂的“保證”。只要某人的DNA遺傳編碼被恰當地保存起來，那麼這一套編碼可以像電腦裏的文檔一樣，複製無數次供編輯使用，而它的原始版本並沒有受到絲毫的損害。iPSCs作為全能細胞可以為克隆人鋪平所有的技術層面的道路，即克隆中所使用的任何原材料都可以從一個成體細胞中分化而來，不再涉及到對另外一個胚胎的破壞，或採集卵子等倫理問題。它完全可以自給自足，自己提供遺傳物質，自己引導生成一個全新的胚胎進行克隆。¹³ 無論現在的iPSCs有多麼不成熟，人們的確從中看到了一種前景，而且這種前景隨著實驗結果的產生和論文的發表而變得越來越清晰。

三、合成，不必結合

誠然克隆人是一個很明顯的禁區，但iPSCs技術還涉及到另一個領域：人的生殖。¹⁴ 表面上看，這是對那些有不孕問題的患者的福音。在這之前，如果一對夫婦其中一人的生殖細胞不具備生殖能力，就必須藉助一個外來第三者的精子或卵子，才可孕育出含有其中一人的遺傳基因的後代。這當然不是一個完美的解決方案。而iPSCs技術可以從成體細胞誘導出具有生殖力的精子和卵子，並成功繁殖出後代。¹⁵ 這樣，任何兩個人，甚至是兩個同性別的人也可以獲得包含了兩人生物遺傳資訊的後代，更妙的是，還可以選擇是作為生物學父親還是母親，因為用同一個體細胞既可以誘導出精子，也可以得到卵子。所以一位女性可以從自體產生來自自己的精子，同理一

(13) Lo, B, et al. "Cloning mice and men: prohibiting the use of iPSC cells for human reproductive cloning." *Cell Stem Cell* 6.1 (8 January 2010): 16-20.
<<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20085739>>.

(14) Burley, J., In Ariff Bongso and Eng Hin Lee. *Stem Cells: From Bench to Bedside*. 2nd ed. (London: World Scientific Publishing Company, 2012) 669-670.

(15) Lacham-Kaplan, Marques-Mari, et al. "Differentiation of germ cells and gametes from stem cells." *Hum Reprod* (28 January 2009), Update (2009).
<<http://humupd.oxfordjournals.org/content/early/2009/01/28/humupd.dmp001.full>>.

位男性也可以得到來自自己的卵子。¹⁶ 這難道不是比克隆人更讓人好奇和興奮百倍的期許嗎？然而，一旦這些技術成為現實，那麼傳統意義上的家庭、婚姻、父母、子女等等一系列倫理關係都會一一被顛覆。

iPSCs的生殖應用同樣迅速引起規管部門的關注。2011年的一份聯合國教科文組織的會議檔披露了這種涉及了iPSCs的生殖應用已經在世界範圍內加速了對人類胚胎、精子和卵子的需求與流通。¹⁷ 這是因為，現階段，實驗室的數據證明從hESC引導出的精子或卵子比從iPSC引導出的更為健康，更少基因方面的異常情況。¹⁸ 而就在去年澳大利亞政府正式任命了一個委員會針對這種新的生物醫學技術審定該國內有關克隆和胚胎研究的法規。委員會預估在未來5年內，這種生殖干預技術就會運用到臨床實踐，因此呼籲政府要開始思考未來將會蜂擁而至的同性婚姻和生育的問題。

表面上，iPSCs在人類生殖上的應用不像克隆人那麼令人擔憂，但其本質卻是一樣的，即進一步瓦解了人的“生殖力”。圍繞生殖所建立起的人類的婚姻、家庭乃至責任感和價值觀都在經受推敲和拷問。嬰兒可以不再是兩個人的愛情的結晶，完全可以來自同一個人，而且還免除克隆人的“罪名”，因為即便是同一個人的體細胞也可以分化出含有不同遺傳資訊的生殖細胞，因而配合出與自己的DNA完全不同的人。這樣產生出的人已經打破了生物學上的親子概念，因為她沒有來自異體的DNA。她也一定不是自己的克隆人，因為她的

(16) O'Connell, Brigid. "Woman may one day make their own sperm from skin cells." *Herald Sun* (6 November 2011).

<<http://www.heraldsun.com.au/news/more-news/woman-may-one-day-make-their-own-sperm-from-skin-cells/story-fn7x8me2-1226186635220>>.

(17) Baku, Azerbaijan. "Human Cloning and International Governance." (2 June 2011). *Report of the Eighteenth Session of the International Bioethics Committee*, UNESCO, 31 May - 2 June 2011.

<http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SHS/pdf/Human-Cloning-IBC18_2011.pdf>.

(18) Park, TS., et al. "Derivation of Primordial germ cells from Human embryonic and induced pluripotent stem Cells is significantly improved by co-culture with human fetal gonadal cells." *Stem Cells* 27.4 (April 2009): 783-795.

<<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19350678>>.

DNA 也是獨一無二的。但是她也不能算是自己的兄弟姊妹，因為令她產生的精卵配型裡，無論精子還是卵子裡的遺傳物質都已經是來自上一代的親本的混合體。她的而且確是一個全新的產物了。從這個意義上說，人誕生不再需要兩性的結合，而是分子水準上生物合成的產物。

四、人作為自身的衍生物

毫無疑問，iPSCs給生命科學開拓出巨大的研究空間。畢竟它所瞄準的是人體內的萬能細胞，更進一步說，它要找到一個方法可以簡便，廉價，安全的方法獲得無盡的萬能細胞，而且在道德和法律上免責。但是，如果真的可以令iPSCs和hESC之間的差別只是來源不同，其他生物活性都一樣，那麼iPSCs之中也同樣蘊含了作為個體的人的全部可能性和強大的生命力。而這種可能性和生命力將每天每小時每分鐘在實驗室的顯微鏡下被輕鬆地釋放和調整，以滿足各種實驗目的。iPSCs技術的濫用會導致怎樣的後果呢？首先，當人可以如此自由和輕鬆地誘導出具有生殖能力的精子和卵子時，受精卵乃至胚胎的地位可能並不是擺脫了侵害和威脅，而是整體的價值都隨之下降，因為在實驗室合成的情況下，而且是從成年人的體細胞重新編碼誘導而出的生殖細胞，可以很輕鬆地被視為不涉及倫理問題的生物學材料，被隨意的使用或棄置，在胚胎水準上的克隆和分化會被當成是家常便飯。

又或者 iPSCs 技術真的可以持守克隆人的禁令，不越雷池一步，它只是被使用在引導生成新的組織器官。但這一新的生物技術有可能從長遠上更進一步和更徹底地抹殺了胚胎的倫理學價值。因為一直以來，在倫理學的定義中，胚胎被視為包含了一個個體的所有可能性和潛能。簡言之，它就是一個未來的，尚待成型的人。之所以有成為人的可能性就是因為組成胚胎的幹細胞可以發育成人體的任何組織器官。但是 iPSCs 技術所瞄準的目標是完整的人，而是單一的

器官。也就是說，以前我們尊重胚胎因為它具備了成為人的可能，而現在，我們可以不用那麼“尊重”了，因為第一，它是人工引導生成的，第二，它的未來可能只是成為一個心臟或一隻耳朵。這裡並不是要貶低心臟和耳朵對人的重要性，而是想指出，iPSCs 技術具備讓人降格淪為工具的能力，而且出發點是以另外一些人甚至全人類為最終目的。更何況這背後還有巨大的利益牽動，當最先進的科學技術和天文數字的金融資本結合起來，我們能夠做到的其實微乎其微。

五、新福音，還是新異化

中國古人提出“贊同天地之化育”，並可以“與天地共參”。然而，人類的參與是否意味著要徹底改變天地之本性？誠然iPSCs技術提供了一個非常美好的未來：無法生育後代的人還是可以獲得自己和心愛的人的愛情結晶。甚至可以擺脫自然規律對人的限制，即便超過了生育年齡的女性也可以按照自己的意願隨時再“孕育”出自己的孩子。在衛生醫療方面，它在臨床治療上的潛力也是巨大的，我們的身體器官，乃至皮膚、牙齒、毛髮，都可以借助iPSCs技術進行更新換代。人們已經開始在樂觀地討論長生不老和青春永駐了。iPSCs技術堪稱是新的福音，它在承諾一個沒有疾病、衰老和死亡的未來，即便這不是科學家的本意，但在媒體的宣傳以及公眾的臆想中，征服死亡好像就是未來幾十年的事。

但是科學技術從來不會單純地改變我們的身體，它也一定會改變我們的行為方式、思想和價值取向。有一種對技術的哲學分類也許可以拿來分析iPSCs技術。按照這種類型學分類，人類的技術可以歸為四種類型：首先就是我們所熟悉的實物類型的技術，如電子產品；第二類是包含著一套完整知識的學科，比如心理學，社會學；第三類是不斷探索新領域，發現新知識，同時還創造新產品的共同體，比如歐洲原子能研究中心，比如美國的NASA；最後一種就是權

力和意志。¹⁹ 最後一種技術類型聽上去比較費解，但是如果舉個例子就簡單易懂了，比如金字塔，它包含了很多技術成份，甚至在建造金字塔的過程中還產生了很多新發明和新創造。但是金字塔建立的初衷完全出於奴隸主的個人意志和權力。在現代社會當然不允許再有奴隸主，不過這種驅策技術發展的意志和權力仍然存在：那就是人對無限自由的渴求。

iPSCs技術在今天的迅猛發展某程度上表達了人對擺脫疾病，衰老，死亡的渴求。與科學發現不同，技術總是包含了人的意志在內。iPSCs技術所承諾的美好世界裏，人越來越像電子設備，當有些部件出問題的時候，不是修理它而是替換它。因為修理的成本更高，而且維修之後會再次出問題的可能性也很高，但是替換一個全新的部件會更簡單和有效，當使用量增加後也能降低成本。

毫無疑問，人類多功能胚胎幹細胞研究以及再生技術革命是當代生命倫理學最具有挑戰性的話題。這裡涉及一系列與人性、人格以及倫理道德相關的問題。如何看待胚胎的道德地位？如何界定“人的本質”？如何看待“選擇權”和“生命權”的關係？如何定義幹細胞的歸屬權和保護權？如何限制胚胎的商業交易？其中最為重要的問題是：再生技術是造福人類，還是給人類帶來災難？iPSCs技術的確開啟了一個寶庫，同時也可能是一個潘朵拉的盒子。正因為它能賜予的禮物太美好，太強大，它對人所可能造成的異化也就越深入。iPSCs技術可以使人的異化進入到分子水準，因為它從技術角度實現了基因決定論對人的定義：人不再是一個完整統一的有機體，而是由不同外掛程式組成的合成物。人體的去魅造成人格的降低以及人性的碎散。人最終可以被歸為一種遺傳物質編碼的表達，而不再是一個靈肉交融的統一體，換言之，我們的DNA是我們的新靈魂。

(19) Mitcham, Carl. "Technology: Philosophy of Medical Technology." *Encyclopedia of Bioethics*, ed. Stephen Garrard Post (New York: Macmillan Reference USA Thomson/Gale, 2004) 2503–2511.

我們也曾經懷著美好的期望，期待原子能只要利用在能源、醫療、宇航和其他科研方面。事實上，任何一種技術一旦被發明出來，它會遭到“創造性的”濫用的可能性基本上是百分之百。這種濫用最終會導致人類成為技術的奴隸而喪失人類應有的自由。

但願生命倫理學家全部都是杞人憂天。AMEN。

參考文獻

- Baku, Azerbaijan. "Human Cloning and International Governance." (2 June 2011). *Report of the Eighteenth Session of the International Bioethics Committee*, UNESCO, 31 May - 2 June 2011. <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SHS/pdf/Human-Cloning_IBC18_2011.pdf>.
- Burley, J., In Ariff Bongso and Eng Hin Lee. *Stem Cells: From Bench to Bedside*. 2nd ed. London: World Scientific Publishing Company, 2012: 669-670.
- Bottum, Joseph. "Stem cells: a political history." *First Things* 187 (Nov 2008): 16.
- Clark, Amander T., Kathrin Plath and William E. Lowry. "Induced Pluripotent Stem Cells and Embryonic Stem Cells Are Distinguished by Gene Expression Signatures." *Cell Stem Cell* 5.1 (2 July 2009): 111-123.
- Kang, Lan, et al. "iPS cells can support full-term development of tetraploid blastocyst-complemented embryos." *Cell Stem Cell* (July 2009). <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?term=19631602>>.
- Lacham-Kaplan, Marques-Mari, et al. "Differentiation of germ cells and gametes from stem cells." *Hum Reprod* (28 January 2009). Update (2009). <<http://humupd.oxfordjournals.org/content/early/2009/01/28/humupd.dmp001.full>>.
- Lo, B, et al. "Cloning mice and men: prohibiting the use of iPS cells for human reproductive cloning." *Cell Stem Cell* 6.1 (8 January 2010): 16-20. <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20085739>>.
- Mitcham, Carl. "Technology: Philosophy of Medical Technology." *Encyclopedia of Bioethics*, ed. Stephen Garrard Post. New York: Macmillan Reference USA Thomson/Gale, 2004: 2503-2511.
- O'Connell, Brigid. "Woman may one day make their own sperm from skin cells." *Herald Sun*, 6 November 2011. <<http://www.heraldsun.com.au/news/more-news/woman-may-one-day-make-their-own-sperm-from-skin-cells/story-fn7x8me2-1226186635220>>.
- Park, T. S., et al, "Derivation of Primordial germ cells from Human embryonic and induced pluripotent stem Cells is significantly improved by co-culture with human fetal gonadal cells." *Stem Cells* 27.4 (April 2009):783-795. <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19350678>>.
- Shinya, Yamanaka. "Induced Pluripotent Stem Cells: Past, Present, and Future." *Cell Stem Cell* 10.6 (14 June 2012): 678-684. <<http://www.cell.com/cell-stem-cell/retrieve/pii/S1934590912002378#MainText>>.
- Takahashi, Kazutoshi and Yamanaka, Shinya. "Induction of Pluripotent Stem Cells from Mouse Embryonic and Adult Fibroblast Cultures by Defined Factors." *Cell* 126.4 (25 August 2006): 663-676. <<http://www.cell.com/retrieve/pii/S0092867406009767>>.
- Takahashi, Kazutoshi, et al. "Induction of Pluripotent Stem Cells from Adult Human Fibroblasts by Defined Factors." *Cell* 131.5 (30 November 2007): 861-872. <[http://www.cell.com/abstract/S0092-8674\(07\)01471-7](http://www.cell.com/abstract/S0092-8674(07)01471-7)>.

Zhao, Xiao-yang, et al. "iPS cells produce viable mice through tetraploid complementation." *Nature* 461 (3 September 2009): 86-90.

<<http://www.nature.com/nature/journal/v461/n7260/abs/nature08267.html>>

Zhao, T, et el. "Immunogenicity of induced pluripotent stem cells." *Nature* 474.7350 (13 May 2011): 212-5.

<<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21572395>>.

Ibid.

"Nobel awarded for stem cell, early cloning work." 8 October 2012.

<<http://cnsnews.com/news/article/nobel-awarded-stem-cell-early-cloning-work>>.