

手工複製將成細胞核移置的未來

早在1938年，發育生物學宗師——耶魯大學的Spemann教授就已經提出將細胞核移置到「去核卵」中以複製動物的構想。這個想法首先於1952年在兩棲類得到證實；1986年，哺乳類實驗也成功發表。不過這些實驗都是使用早期胚的細胞核，當時的看法認為，只有極早期胚的細胞才具有發育成完整個體的全能性(totipotency)。1997年英國羅瑟琳研究所I. Wilmut領導的團隊，用成羊乳腺上皮細胞作供核源複製出桃莉羊；該論文震驚全球，因為這實驗證明成年的體細胞可複製出完整的動物。

■傳統體細胞核移置複製

為了有所區隔，將一般實驗室使用的體細胞核移置(SCNT, Somatic Cell Nuclear Transfer)法叫作「傳統複製」(TC, Traditional Cloning)法，而丹麥農業科學研究所的G. Vajta所改良發展出來的稱為「手工複製」(HMC, Handmade Cloning)法。

傳統複製包含下列主要步驟：(1) 屠體卵巢取卵；(2) 卵體外成熟(如果由輸卵管取卵，則不需體外成熟步驟)；(3) 以顯微注射法去除卵源染色體；(4) 將體細胞以顯微注射置入透明帶，和去核卵細胞並排；(5) 電融合使兩細胞合而為一；(6) 激活開始細胞分裂；(7) 待胚發育到二細胞期到囊胚期間，將胚移入代理孕母的輸卵管或子宮(角)。

■手工複製的優點與缺點

手工複製與傳統複製之主要差別在：(1) 先去除體外成熟卵的透明帶；(2) 在簡單的解剖顯微鏡下，以第一極體為準，將卵以手工切成含第一極體與不含第一極體之兩個部分，收集不含第一極體的「細胞質球」；(3) 將細胞質球與體細胞貼排在電極間，進行電融合；(4) 將融合細胞和另一個細胞質球，做第二次電融合同時電激活。

手工複製的優點：

1. 不需昂貴的顯微操作儀器。
2. 步驟簡單快速易學，操作人員訓練容易。
3. 效率高。
4. 胚可冷凍保存。
5. 受孕率與分娩率和傳統複製相當。

手工複製的缺點：

1. 去除透明帶的卵和細胞質球較黏。
2. 做一個胚需要兩個卵。

■手工複製的未來

手工複製法經牛、羊和豬等經濟動物在實驗室與畜舍操作均成功

複製之案例，由於手工複製法之操作步驟非常簡單，因此利用微管路與微流體等技術，手工複製之自動化指日可待。Vajta 更宣言：未來的動物複製將是手工複製法的天下。

(莊景凱譯/李坤雄審 Trends in Biotechnology, 25:250-254, 2007)

ARTS