(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。Int. Cl.
C12N 5/08 (2006.01)
C12N 5/00 (2006.01)

(11) 공개번호 10-2007-0079586
(43) 공개일자 2007년08월07일

(21) 출원번호 10-2007-0011274
(22) 출원일자 2007년02월02일
심사청구일자 2007년02월02일

(30) 우선권주장 1020060009895 2006년02월02일 대한민국(KR)
1020060009913 2006년02월02일 대한민국(KR)
1020060009934 2006년02월02일 대한민국(KR)

(71) 출원인 고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내

(72) 발명자 김병수
서울 강남구 압구정1동 신사현대아파트 201동603호

(74) 대리인 이문섭
양부현
윤여강

전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 인간 태반기질세포를 이용한 인간 배아줄기세포 증식배양방법, 배아체 분화배양 방법 및 조혈모세포로의 분화배양방법

(57) 요약

본 발명은 정상 산모로부터 정상 분만 후 제공자에 해가 없이 채집 가능하면서 추가적 비용 없이 충분한 공급이 가능한 인간 태반기질세포를 지지세포로 이용하여 인간 배아 줄기세포의 증식배양 효과가 동물 유래 지지세포와 비견되거나 우월함을 증명함으로써 보다 안전하고 효율적으로 인체에 적용할 수 있는 인간 배아 줄기세포 증식배양방법에 관한 것이다. 또한, 본 발명은 인간 배아 줄기세포로부터 배아체(embryoid bodies) 생산을 목적으로 분화배양 시 지지세포(feeder cells)로 인간 태반기질세포(human placenta stromal cells)를 적용시키는 기술에 관한 것이다. 또한, 본 발명은 인간 배아 줄기세포로부터 제조된 배아체를 인간 태반기질세포와 복합배양함으로써 CD34+ 38- 인간 조혈모세포로의 분화를 촉진시키는 기술에 관한 것이다.

대표도

도 1

특허청구의 범위

청구항 1.

인간배아줄기세포를 인간 태반기질세포로 이루어진 지지세포위에 접종하는 단계, 접종된 인간배아줄기세포를 인간배아줄기세포 배양액을 첨가하여 배양하는 단계, 및 혈청이 제거된 인간배아줄기세포 배양액으로 세척 한 후 다시 인간배아줄기세포 배양액을 첨가하여 배양하는 단계를 포함하는, 인간 태반기질세포를 이용한 인간 배아줄기세포의 증식배양 방법.

청구항 2.

인간배아줄기세포를 인간 태반기질세포로 이루어진 지지세포위에 접종하는 단계, 접종된 인간배아줄기세포를 인간배아줄기세포 배양액을 첨가하여 배양하는 단계, 혈청이 제거된 인간배아줄기세포 배양액으로 세척 한 후 다시 인간배아줄기세포 배양액을 첨가하여 배양하는 단계, 인간배아줄기세포 종괴를 계대 배양할때의 크기보다 3-4배 크게 분리하여 배양액에서 응집시키는 단계, 및 상기 응집된 종괴를 둥글게 조작하면서 배양하여 배아체를 형성하는 단계를 포함하는, 인간 태반기질세포를 이용한 인간 배아줄기세포로부터 배아체의 분화배양 방법.

청구항 3.

인간배아줄기세포를 인간 태반기질세포로 이루어진 지지세포위에 접종하는 단계, 접종된 인간배아줄기세포를 인간배아줄기세포 배양액을 첨가하여 배양하는 단계, 혈청이 제거된 인간배아줄기세포 배양액으로 세척 한 후 다시 인간배아줄기세포 배양액을 첨가하여 배양하는 단계, 인간배아줄기세포 종괴를 계대 배양할때의 크기보다 3-4배 크게 분리하여 배양액에서 응집시키는 단계, 상기 응집된 종괴를 둥글게 조작하면서 배양하여 배아체를 형성하는 단계, 및 상기 배아체를 인간 태반기질세포에 첨가하여 복합배양을 하여 조혈모세포로 분화시키는 단계를 포함하는, 인간 태반기질세포를 이용한 인간 배아줄기세포 및 배아체로부터 조혈모세포로의 분화배양 방법.

청구항 4.

제 1항 내지 제 3항중 어느 한 항에 있어서, 상기 인간 태반기질세포는 산모의 분만 후 태반의 융모막 세포를 채취하고 DMEM 배양액에서 배양하고 여기서 자라나온 태반세포를 트립신-EDTA 처리하여 계대배양하고 계대배양된 세포를 마이토신-C를 처리하여 제조된 것을 특징으로 하는 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 인간 배아 줄기세포의 증식배양을 위한 지지세포(feeder cells)로 인간 태반기질세포(human placenta stromal cells)를 적용시키는 기술에 관한 것이다. 구체적으로, 본 발명은 인간 배아 줄기세포을 위한 지지세포로 인간 태반기질세포를 사용한 경우 그 증식배양 효율이 양호함을 증명함으로써 인간 배아줄기세포 증식배양을 위하여 인간 태반 기질세포를 적용시키는 본 기술은 인간 배아 줄기세포 증식배양 산물들의 실제 세포치료에 유용하게 응용될 수 있다.

또한, 본 발명은 인간 배아 줄기세포로부터 배아체(embryoid bodies) 생산을 목적으로 분화배양 시 지지세포(feeder cells)로 인간 태반기질세포(human placenta stromal cells)를 적용시키는 기술에 관한 것이다. 구체적으로, 본 발명은 인간 배아 줄기세포로부터 배아체 생산을 위한 지지세포로 인간 태반기질세포를 사용한 경우 기존의 쥐 유래 지지세포(STO cells)를 적용한 경우보다 그 증식배양 효율은 비슷하거나 매우 양호함을 증명함으로써 인간 배아줄기세포로부터 배아체 생산을 위한 분화 배양을 위하여 인간 태반 기질세포를 적용시키는 본 기술은 인간 배아 줄기세포 분화배양 산물들의 실제 세포치료에 유용하게 응용될 수 있다.

또한, 본 발명은 인간 배아 줄기세포로부터 제조된 배아체를 인간 태반기질세포와 복합배양함으로써 CD34+ 38- 인간 조혈모세포로의 분화를 촉진시키는 기술에 관한 것이다. 구체적으로, 본 발명은 인간 배아 줄기세포로부터 5일간 분화된 배아체를 정상 인간 태반기질세포와 복합배양한 경우에 현저하게 CD34+ 38- 인간 조혈모세포로의 분화를 촉진시킴을 증명함으로써 본 기술은 인간 배아 줄기세포로부터 조혈모세포의 분화/ 증식 촉진을 통하여 세포 치료를 위한 면역세포 공급 및 인공혈액의 생산에 유용하게 응용될 수 있다.

인간 배아 줄기세포는 내배엽, 중배엽, 외배엽 분화가 모두 가능한 전분화능(totipotency)을 지니고 있기 때문에 난치병 치료를 위한 중요한 연구대상으로 현재 주목을 받고 있다. 그런데, 현재까지 이와 같은 배아 줄기세포의 증식배양을 위한 지지세포로 쥐 등의 동물에서 유래된 기질세포들이 사용되어 왔으며, 이는 인간 배아 줄기세포 증식배양 산물의 실제 임상 적용을 어렵게 하는 요인으로 작용하고 있는 실정이다. 그러므로, 인간 배아 줄기세포의 증식배양을 위하여 인간 유래 기질세포를 적용하는 기술 개발이 필요하며 이에 관련된 연구 및 기술 개발이 전세계적으로 진행이 되고 있다.

본 기술 또한 인간 배아 줄기세포의 증식배양을 위하여 적용 가능한 인간 유래 기질세포를 탐색하는 과정에서 개발된 것으로, 본 발명과 같이 인간 배아 줄기세포의 증식, 배양을 위하여 인간 태반기질세포를 적용하여 그 효과를 증명한 내용은 아직 국내외적으로 보고되거나 개발된 바 없었다.

현재, 인간 배아 줄기세포의 증식배양은 쥐의 섬유아세포(fibroblast) 및 이를 세포주(cell line)으로 확립한 STO 세포 등 동물 유래 기질세포와의 복합배양 기법을 근간으로 하고 있다.

본 기술은 1998년 인간 배아 줄기세포의 증식 배양이 처음으로 발명된 1998 년 Thomson 등에 의하여 보고된 바 이후 현재까지 표준기술로 자리매김을 하고 있으나 이는 연구목적일 경우에는 모르겠으나 직접 인체에 적용을 하기 위한 목적으로 사용하기에는 문제(인간 배아 줄기세포와 동물 기질세포의 상호 작용 속에서 유전자적으로 변형된 인간 배아 줄기세포의 생산, 동물 유래 병원균의 침범 등)가 있을 수 있다고 여겨진다.

이에 인간 유래 지지세포를 개발하고자 하는 여러 연구(피하 섬유아세포, 자궁내막, 우방 기질세포 등)들이 있었으나 아직 대중적으로 상용화할 수 있는 기술이 개발되지 못하고 있는데, 그 이유는 현재까지 개발된 기술이 다음의 요건을 만족시키지 못하고 있기 때문이다.. 우선 인간 유래 지지세포를 공급하는 사람은 정상인이어야 하고 그 채집과정 중에 심각한 문제를 제공자에게 일으키지 말아야 한다. 또한 인간 유래 지지세포의 공급이 충분하면서도 원활하여야 할 뿐만 아니라 비용-효과 면에서도 적절하여야 한다. 마지막으로 인간 배아 줄기세포의 증식배양 효과가 동물 유래 지지세포와 비견되거나 우월하여야 한다.

본 출원인 등은 인간 배아 줄기세포 및 그 산물을 인간 유래 지지세포와 복합 배양하는 기술을 꾸준히 개발하고 있으며 인간 배아 줄기세포로부터 비롯한 배아체를 인간 골수기질세포와 복합배양하여 조혈모세포의 생산효율이 쥐 유래 기질세포에 비견할 만큼 효과적이었음을 증명한 결과를 국외내 저명학술지에 발표한 바 있었다 (김석진 등, 2004, Kim SJ *et al*, 2005).

본 기술 또한 인간 배아 줄기세포로부터 조혈모세포로의 분화 촉진을 위한 최적의 배양조건을 탐색하는 과정에서 개발된 것으로, 인간 배아 줄기세포로부터 배아체로 분화를 유도한 뒤 이를 인간 기질세포와 복합배양함으로써 조혈모세포의 생산을 촉진시키는 내용으로 국내외적으로 본 출원인이 인간 배아줄기세포에서 비롯한 배아체와 정상 성인 인간 골수기질세포와의 복합배양을 통하여 조혈모세포로의 분화를 보고한 논문(Kim SJ *et al*, 2005) 외에는 거의 찾아 볼 수 업소 본 특허 출원처럼 인간 태반기질세포를 사용한 보고는 전혀 없었다.

현재, 인간 배아 줄기세포로부터 조혈모세포로의 분화 촉진 기술은 배양 조건의 적절한 조절을 통하여 인간 배아 줄기세포로부터 분화된 여러 다양한 세포들 중 조혈모세포가 다른 계통의 세포들보다 상대적으로 잘 생존하게 하는 개념을 근간으로 하고 있다.

인간 배아 줄기세포로부터 조혈모세포로의 분화유도를 촉진하는 대표적인 기술은 2001 년 Kaufman 등에 의하여 최초로 보고된 바 있었다. Kauffman 등은 인간배아 줄기세포를 cytokine 첨가 없이 fetal bovine serum(FBS)만을 포함한 배지에서 H1 인간 배아 줄기세포 주를 바로 쥐의 기질세포인 S17 세포 혹은 배아 12 일째 쥐 난황에서 비롯된 C166 세포와 같이 배양하여 배양 3-5일에 기질세포에 약하게 부착되어 있는 작고 둥근 모양의 세포들을 관찰 후 이들을 17일간 계속 H1/S17 세포 혹은 H1/C166 세포로 분화시킨 다음 CD34+ 조혈모세포를 분리하고 hematopoiestic growth factor 가 포함된 semisolid methylcellulose-based medium 배양을 통하여 혈액세포 전구체(progenitors) 집락군을 관찰함으로써 조혈모세포의 존재와 기능을 증명한 바 있었다. 그 후 여러 기술 개발이 시도되고 있으나 모두 Kaufman 등이 제시한 기술을

근간으로 하고 있다. 그런데 Kaufman 등은 인간 배아 줄기세포를 쥐의 기질세포인 S17 세포 혹은 배아 12 일째 쥐 난황에서 비롯된 C166 세포와 같이 배양하였는데, 이는 연구목적일 경우에는 모르겠으나 직접 인체에 적용을 하기 위한 조혈모세포를 배양하는 목적으로 사용하기에는 문제(인간 배아 줄기세포와 쥐의 기질세포의 상호 작용 속에서 유전자적으로 변형된 인간 조혈모세포가 발생할 가능성)가 있을 수 있다고 여겨진다.

이에 본 출원인 등은 인간 배아 줄기세포를 인간 골수 기질세포와의 복합배양을 통하여 조혈모세포를 생산하는 기술을 개발하여 그 결과를 국내외 저명 학술지에 발표한 바 있었다. (김석진 등, 2004, Kim SJ *et al*, 2005) 그러나 아직 전세계적으로 배아체가 아닌 인간 배아줄기세포자체로부터 조혈모세포로의 분화를 촉진케하는 인간 유래지지세포의 발명은 이루어져 있지 않은 실정이다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명의 목적은 정상 산모로부터 정상 분만 후 제공자에 해가 없이 채집 가능하면서 추가적 비용 없이 충분한 공급이 가능한 인간 태반기질세포를 지지세포로 이용하여 인간 배아 줄기세포의 증식배양 효과가 동물 유래 지지세포와 비견되거나 우월함을 증명함으로써 보다 안전하고 효율적으로 인체에 적용할 수 있는 인간 배아 줄기세포 증식배양 기술을 개발함에 있다.

또 다른 본 발명의 목적은 정상 산모로부터 정상 분만 후 제공자에 해가 없이 채집 가능하면서 추가적 비용 없이 충분한 공급이 가능한 인간 태반기질세포를 지지세포로 이용하여 인간 배아 줄기세포로부터 배아체로의 분화배양 효과가 동물 유래 지지세포와 비견되거나 우월함을 증명함으로써 보다 안전하고 효율적으로 인체에 적용할 수 있는 인간 배아 줄기세포로부터 배아체 생산기술을 개발함에 있다.

또 다른 본 발명의 목적은 정상 인간 태반기질세포를 이용하여 인간 배아체로부터 조혈모세포로의 분화 촉진을 유도하는 기술을 개발함으로써 보다 효율적으로 인간 배아 줄기세포로부터 조혈모세포의 분화를 유도할 뿐만 아니라 보다 안전하게 인체에 적용할 수 있는 조혈모세포 생산 기술을 개발함에 있다. 특히 현재까지 배아체가 아닌 인간 배아줄기세포 그 자체로부터 조혈모세포를 생산케하는 인간 유래지지세포의 개발은 이루어져 있지 않기 때문에 본 발명은 매우 중요하다.

이를 위하여 출원인 등은 인간 배아 줄기세포로부터 배아체를 형성 후 이를 인간 태반기질세포와의 배양을 시도하였고 그 결과를 유세포분석법 및 배양을 통한 집락형성 단위 측정을 통하여 증명하였다. 본 기술 발명은 특히 세포 치료에 필요한 혈액세포 생산 및 인공 혈액의 생산에 매우 유용하게 응용될 수 있다.

발명의 구성

본 발명의 한 태양에 따르면, 본 발명은 인간배아줄기세포를 인간 태반기질세포로 이루어진 지지세포위에 접종하는 단계, 접종된 인간배아줄기세포를 인간배아줄기세포 배양액을 첨가하여 배양하는 단계, 및 혈청이 제거된 인간배아줄기세포 배양액으로 세척 한 후 다시 인간배아줄기세포 배양액을 첨가하여 배양하는 단계를 포함하는, 인간 태반기질세포를 이용한 인간 배아줄기세포의 증식배양 방법을 제공한다.

본 발명의 다른 태양에 따르면, 본 발명은 인간배아줄기세포를 인간 태반기질세포로 이루어진 지지세포위에 접종하는 단계, 접종된 인간배아줄기세포를 인간배아줄기세포 배양액을 첨가하여 배양하는 단계, 혈청이 제거된 인간배아줄기세포 배양액으로 세척 한 후 다시 인간배아줄기세포 배양액을 첨가하여 배양하는 단계, 인간배아줄기세포 종괴를 계대 배양할때의 크기보다 3-4배 크게 분리하여 배양액에서 응집시키는 단계, 및 상기 응집된 종괴를 둥글게 조작하면서 배양하여 배아체를 형성하는 단계를 포함하는, 인간 태반기질세포를 이용한 인간 배아줄기세포로부터 배아체의 분화배양 방법을 제공한다.

본 발명의 다른 태양에 따르면, 본 발명은 인간배아줄기세포를 인간 태반기질세포로 이루어진 지지세포위에 접종하는 단계, 접종된 인간배아줄기세포를 인간배아줄기세포 배양액을 첨가하여 배양하는 단계, 혈청이 제거된 인간배아줄기세포 배양액으로 세척 한 후 다시 인간배아줄기세포 배양액을 첨가하여 배양하는 단계, 인간배아줄기세포 종괴를 계대 배양할때의 크기보다 3-4배 크게 분리하여 배양액에서 응집시키는 단계, 상기 응집된 종괴를 둥글게 조작하면서 배양하여 배아체를 형성하는 단계, 및 상기 배아체를 인간태반기질세포에 첨가하여 복합배양을 하여 조혈모세포로 분화시키는 단계를 포함하는, 인간 태반기질세포를 이용한 인간 배아줄기세포 및 배아체로부터 조혈모세포로의 분화배양 방법을 제공한다.

본 발명의 방법에 있어서, 상기 인간 태반기질세포는 산모의 분만 후 태반의 융모막 세포를 채취하고 DMEM 배양액에서 배양하고 여기서 자라나온 태반세포를 트립신-EDTA 처리하여 계대배양하고 계대배양된 세포를 마이토신-C를 처리하여 제조된 것을 특징으로 한다.

본 기술은 인간 배아줄기세포의 증식배양을 위한 인간 태반 기질세포의 정제 생산 및 그의 인간 배아 줄기세포 복합배양 적용 등 크게 2단계로 이루어 진다.

먼저 정상 분만 후 채집된 태반으로부터 인간 배아줄기세포와의 복합배양을 위한 인간 태반기질세포의 정제 생산과정은 다음과 같다. 인간 유래지지세포로 사용하는 정상 태반은 분만 후 태반으로부터 융모막 세포를 채취하여 이를 dPBS에 3번 washing하고 수술용 가위로 충분히 잘게 잘라진 조직을 25m^2 flask에 넣고 DMEM 배양액을 2일에 한번 교체해주며 일주일간 배양한다. 본 조직에서 자라나온 태반 세포는 Trypsin-EDTA를 처리하여 계대 시행 위해 새로운 flask에서 배양한다. 이렇게 만들어진 태반 세포는 mitomycin-C를 처리하여 배양 지지세포로 사용하고 나머지는 계대배양 후 세포수를 늘려 이후의 사용을 위해 냉동 저장한다. 인간 태반 지지세포 준비는 배양 하루 전에 이루어진다. 0.1% gelatin으로 30분간 coating된 35mm 배양접시에 각각의 세포를 깔고 다음 날 transfer하기 직전에 배양액을 교체한다. 인간 태반 기질세포들이 올바르게 정제, 분리되었는지를 확인하기 위하여 중간엽세포(mesenchymal cells)의 증명을 위한 V9 면역화학염색 및 중간엽줄기세포(mesenchymal stem cells)의 증명을 위한 지방세포(adipocyte)분화 배양을 실시한다. 본 과정을 통하여 확립된 인간 태반기질세포의 현미경적 모습(X40), V9 면역화학염색 모습(X40), 그리고 지방세포 분화 배양 모습(X40)은 도1과 같다.

본 출원인은 과학기술부 세포응용사업단에서 공인한 배아줄기세포주인 SNUhES-3 (46 X,Y)를 사용하며 그 배양기법은 다음과 같다. 우선 SNUhES-3 인간 배아 줄기세포의 배양을 위하여 약 150-300 세포 정도로 구성된 인간 배아 줄기세포 종괴(clump)를 쥐 배아 섬유아세포로 이루어진 지지세포(STO cell, ATCC, USA) 위에 접종한다. 접종된 인간 배아 줄기세포를 DMEM/F-12(GIBCO, USA), 20% Knockout SR(GIBCO, USA), 0.1 mM nonessential amino acid(GIBCO, USA), 0.1 mM β- mercaptoethanol(Sigma, USA), 100 U/ml penicillin G(Sigma, USA), 100 g/mL streptomycin((Sigma, USA), 4 ng/mL recombinant human βFGF(invitrogen, USA)으로 구성된 인간 배아 줄기세포 배양액을 well 당 0.8 mL 를 첨가하여 37℃, 5% CO_2, 습도 95%의 조건에서 배양한다. 배양 48 시간 후 인간 배아 줄기세포가 지지세포 위에 정착하였음을 확인한 후 배양용기로부터 배양액을 제거하고 serum 이 제거된 인간 배아 줄기세포 배양액으로 세척한 다음 다시 인간 배아 줄기세포 배양액을 well 당 0.8 mL 를 첨가한다. 이러한 과정으로 배양액을 48시간마다 교환하였다. 약 6-7 일이 경과하면 인간 배아 줄기세포 종괴가 커지면서 내부에서는 분화가 발생하기 시작하기 때문에 지속적인 현미경 육안 관찰을 통하여 종괴의 크기가 충분히 커지고 내부에서 분화가 시작되는 증거가 관찰되면 미분화된 인간 배아 줄기세포 종괴를 물리적인 방법으로 분리하여 다시 계대배양을 시행한다. 인간 배아줄기세포의 증식배양을 위하여 인간 태반 기질세포를 사용한 경우에는 쥐 배아 섬유아세포 대신 인간 태반기질세포를 대신 사용하였을 뿐 나머지 기법은 모두 동일하다. 인간 태반기질세포를 지지세포로 사용하여 배양한 인간 배아줄기세포의 모습은 요약서의 도 2b와 같다.

인간 배아줄기세포의 배양을 위한 지지세포로 쥐 배아 섬유아세포와 본 특허 출원대상인 인간 태반기질세포와의 인간 배아줄기세포 증식배양효율을 비교, 분석한다. 그 결과 50 회의 계대배양까지 인간 태반기질세포를 지지세포로 사용한 인간 배아줄기세포의 증식배양 효과가 쥐 배아 섬유아세포를 지지세포로 사용한 인간 배아 줄기세포의 증식배양 효과와 차이가 없음을 확인할 수 있었다 (도 2)

그리고 배양된 인간배아 줄기세포의 성상 유지 확인을 위하여 ALP, SSEA, TRA 면역화학염색과 RT-PCR 기법을 통한 강력한 Oct-4 발현을 관찰함으로써 인간 배아줄기세포의 성상을 유지하고 있음을 확인한다. 그 결과 인간 태반기질세포를 지지세포로 사용한 인간 배아줄세포의 ALP, SSEA, TRA, Oct-4 모두 발현됨을 확인함으로써 인간 배아 줄기세포의 성상을 유지하고 있음을 확인할 수 있었다. (도 3,4) 또한 본 기술의 염색체 및 유전자적 안정성을 확인하기 위하여 시행한 염색체 karyotype 및 유전자 지문 DNA finger print 검사를 시행한다. 그 결과 모두 정상임을 확인함으로써 염색체 및 유전자적으로도 본 기술이 안전함을 확인할 수 있었다. (도 5,6). 마지막으로 인간 태반기질세포에 배양된 인간 배아줄기세포를 SCID 쥐에 피하주사한 후 8-12주 후에 형성된 Teratoma를 조직검사한다. 그 결과 내배엽, 중배엽, 외배엽 모두 확인할 수 있었다. (도 7.8.9) 이는 인간 태반기질세포와 복합배양된 인간 배아줄기세포의 성상이 잘 유지되고 있음을 증명한다.

또한, 본 발명자는 인간 배아 줄기세포로부터 배아체로의 분화 배양 기술을 개발하기 위하여, 과학기술부 세포응용사업단에서 공인한 배아줄기세포주인 SNUhES-3 (46 X,Y)를 사용하며 SNUhES-3 인간 배아줄기세포로부터 배아체로의 배양기법은 다음과 같다. 우선 SNUhES-3 인간 배아 줄기세포의 배양을 위하여 약 150-300 세포 정도로 구성된 인간 배아 줄

기세포 종괴(clump)를 쥐 배아 섬유아세포로 이루어진 지지세포(STO cell, ATCC, USA) 위에 접종한다. 접종된 인간 배아 줄기세포를 DMEM/F-12(GIBCO, USA), 20% Knockout SR(GIBCO, USA), 0.1 mM nonessential amino acid (GIBCO, USA), 0.1 mM β- mercaptoethanol(Sigma, USA), 100 U/ml penicillin G(Sigma, USA), 100 g/mL streptomycin((Sigma, USA), 4 ng/mL recombinant human βFGF(invitrogen, USA)으로 구성된 인간 배아 줄기세포 배양액을 well 당 0.8 mL 를 첨가하여 37℃, 5% CO_2, 습도 95%의 조건에서 배양한다. 배양 48 시간 후 인간 배아 줄기세포가 지지세포 위에 정착하였음을 확인한 후 배양용기로부터 배양액을 제거하고 serum 이 제거된 인간 배아 줄기세포 배양액으로 세척한 다음 다시 인간 배아 줄기세포 배양액을 well 당 0.8 mL 를 첨가한다. 이러한 과정으로 배양액을 48시간마다 교환하였다. 약 6-7 일이 경과하면 인간 배아 줄기세포 종괴가 커지면서 내부에서는 분화가 발생하기 시작하기 때문에 지속적인 현미경 육안 관찰을 통하여 종괴의 크기가 충분히 커지고 내부에서 분화가 시작되는 증거가 관찰되면 미분화된 인간 배아 줄기세포 종괴를 물리적인 방법으로 분리하여 다시 계대배양을 시행한다. 그리고 배양된 인간배아 줄기세포 종괴는 ALP 염색 및 SSEA 면역화학법으로 배아 줄기세포 주의 성상을 유지하고 있음을 확인한다. 배아 줄기세포로부터 배아체 분화, 형성을 위하여 배아 줄기세포 종괴를 계대 배양할 때의 크기보다 3-4 배정도 크게 분리한다. 분리된 종괴를 배양액(DMEM-F12, FBS, βFGF, GIBCO BRL, USA)에서 1시간 동안 응집시킨 후 다시 βFGF가 없는 DMEM-F12 배지에 혼합한다. 이를 48시간동안 incubator 에서 배양한 후 pasteur pipette 과 spoid 를 사용하여 종괴를 둥글게 조작하면서 배지를 1/2 정도 교환시켰다. 이런 방법으로 5 일 간 배양하여 배아체를 형성시킨다.

인간 배아줄기세포로부터 배아체로의 분화배양을 위하여 인간 태반 기질세포를 사용한 경우에는 쥐 배아 섬유아세포 대신 인간 태반기질세포를 대신 사용하였을 뿐 나머지 기법은 모두 동일하다. 인간 태반기질세포를 지지세포로 사용하여 인간 배아줄기세포로부터 생산된 배아체의 모습은 요약서의 도 10b와 같다.

인간 배아줄기세포로부터 배아체로의 분화배양을 위한 지지세포로 쥐 배아 섬유아세포를 사용한 경우와 본 특허 출원대상인 인간 태반기질세포를 사용한 경우와의 인간 배아줄기세포 증식배양효율을 비교, 분석한다. 그 결과 50 회의 계대배양까지 인간 태반기질세포를 지지세포로 사용한 인간 배아줄기세포로부터 배아체로의 분화배양 효과가 쥐 배아 섬유아세포를 지지세포로 사용한 인간 배아 줄기세포로부터 배아체로의 분화배양 효과보다 더 우수함을 확인할 수 있었다 (도 10)

그리고 생산된 배아체 내에 분화를 위한 외배엽, 중배엽, 내배엽이 다 존재하는지를 확인하기 위한 면역화학염색 결과 모두 양성으로 다분화능을 지니고 있음을 확인한다. 그 결과 인간 태반기질세포를 지지세포로 사용한 인간 배아줄기세포로부터 생산된 배아체에서 3배엽 모두 면역화학염색에 강하게 발현됨을 확인함으로써 생산된 배아체가 다분화능을 유지하고 있음을 확인할 수 있었다. (도 11,12,13) 또한 본 기술의 염색체 및 유전자적 안정성을 확인하기 위하여 시행한 염색체 karyotype 및 유전자 지문 DNA finger print 검사를 시행한다. 그 결과 모두 정상임을 확인함으로써 염색체 및 유전자적으로도 본 기술이 안전함을 확인할 수 있었다. (도 14,15).

또한, 본 발명자는 인간 배아 줄기세포 자체 및 배아체와의 복합배양을 통하여 조혈모세포로의 분화를 촉진케 하는 기술을 개발하기 위하여, SNUhES-3 인간 배아 줄기세포의 배양을 위하여 약 150-300 세포 정도로 구성된 인간 배아 줄기세포 종괴(clump)를 쥐 배아 섬유아세포로 이루어진 지지세포(STO cell, ATCC, USA) 위에 접종한다. 접종된 인간 배아 줄기세포를 DMEM/F-12(GIBCO, USA), 20% Knockout SR(GIBCO, USA), 0.1 mM nonessential amino acid(GIBCO, USA), 0.1 mM β- mercaptoethanol(Sigma, USA), 100 U/ml penicillin G(Sigma, USA), 100 g/mL streptomycin((Sigma, USA), 4 ng/mL recombinant human βFGF(invitrogen, USA)으로 구성된 인간 배아 줄기세포 배양액을 well 당 0.8 mL 를 첨가하여 37℃, 5% CO_2, 습도 95%의 조건에서 배양한다. 배양 48 시간 후 인간 배아 줄기세포가 지지세포 위에 정착하였음을 확인한 후 배양용기로부터 배양액을 제거하고 serum 이 제거된 인간 배아 줄기세포 배양액으로 세척한 다음 다시 인간 배아 줄기세포 배양액을 well 당 0.8 mL 를 첨가한다. 이러한 과정으로 배양액을 48시간마다 교환하였다. 약 6-7 일이 경과하면 인간 배아 줄기세포 종괴가 커지면서 내부에서는 분화가 발생하기 시작하기 때문에 지속적인 현미경 육안 관찰을 통하여 종괴의 크기가 충분히 커지고 내부에서 분화가 시작되는 증거가 관찰되면 미분화된 인간 배아 줄기세포 종괴를 물리적인 방법으로 분리하여 다시 계대배양을 시행한다. 그리고 배양된 인간배아 줄기세포 종괴는 ALP 염색 및 SSEA 면역화학법으로 배아 줄기세포 주의 성상을 유지하고 있음을 확인한다 (도 16). 배아 줄기세포로부터 배아체 분화, 형성을 위하여 배아 줄기세포 종괴를 계대 배양할 때의 크기보다 3-4 배정도 크게 분리한다. 분리된 종괴를 배양액(DMEM-F12, FBS, βFGF, GIBCO BRL, USA)에서 1시간 동안 응집시킨 후 다시 βFGF가 없는 DMEM-F12 배지에 혼합한다. 이를 48시간동안 incubator 에서 배양한 후 pasteur pipette 과 spoid 를 사용하여 종괴를 둥글게 조작하면서 배지를 1/2 정도 교환시켰다. 이런 방법으로 5 일 간 배양하여 배아체를 형성시킨다(도 17).

이와 같이 생산된 인간 배아줄기세포 혹은 배아체를 분리, 정제된 인간 태반기질세포에 첨가하여 복합배양을 시행한다. 이때 배지에는 IMDM(KDR, USA)를 사용하고 그 외에 fetal bovine serum, horse serum, L-glutamine, penicillin 등이 첨가되나 조혈성장촉진인자는 포함되지 않는다. 배지액은 1 주일마다 교환한다.

본 기술의 효과 판정을 위하여 CD34+ 38- 조혈모세포 분화 백분율 및 집락형성 단위(colony forming unit, CFU)의 측정, 비교를 시간의 흐름(배양 5일, 7일, 10일 14일, 21일)에 따라 시행한다. CD34+ CD38- 세포의 백분율을 측정을 위하여 유세포 분석법(flowcytometry, Beckton-Dickinson, USA)을 이용하였다. 우선 각 배양군으로부터 단핵구를 분리 후 단핵구에 FITC가 부착된 항 CD34 및 CD38 단클론 항체(anti-HPCA-2, Beckton-Dickinson, Mountain View, CA)를 20uL 씩 첨가한 후 암소에서 4°C로 25분간 반응시켰다. 이를 0.1%의 sodium azide(Sigma)와 2% 우태아혈청이 함유된 세척액 1mL 및 2mL로 300g에서 각각 7분씩 2회 원침세척한 후, 1mL의 세척액에 부유시켜 FACS scan(Becton-Dickinson, USA)을 이용하여 CD34+ CD45- 세포함유 정도를 측정하였다. 이 때 음성 대조군으로는 상기 CD34 양성 단클론 항체와 같은 종류인 anti-mouse IgG_2 단세포군 항체를 동일한 조건으로 반응시킨 상층액을 사용하였다.집락형성 단위(CFUs)의 측정, 비교를 위하여 Semisolid methylcellulose-based medium 배양 중 Methocult H4444(Terry Fox Laboratory, USA) 법을 이용하였다. 우선, 각 배양군으로부터 Ficoll-Hypaue(Histopaque: Sigma, USA)을 이용한 밀도 구배 원심 분리법(density gradient centrifugation) 을 통하여 단핵구를 분리하였다. 이 단핵구들은 5% 우 혈청 알부민(Bovine serum albumin, BSA, Sigma, USA)과 phosphate-buffered saline(PBS, Sigma, USA)로 1회 세척 후 거름망(30 um mesh)으로 걸러내었다. 그리고, 단핵구를 모아 CD34 단클론 항체 (QBend-10 mouse IgG1, Miltenyi reagent A2)를 이용하여 고 구배 면역자장 분리법(high gradient immunomagnetic separation, HGIS: MidiMACS, Miltenyi biotech, Sunnyvale, CA, USA)을 이용해서 분리하였다. 4℃에서 30 분간 단 클론 항체와 반응시킨 세포들을 PBS 로 1회 세척하며 자장이 걸려있는 분리 컬럼(column)을 통과시킨 CD34+ 세포를 분리하였다. 분리된 CD34+ 세포의. CFUs 집락 배양을 위하여 CD34+ 세포의 최종 농도를 $2X10^3$/mL 로 한 다음 이를 H-4444 배지와 10:1 의 비율로 혼합한 후 37℃, 5% CO_2, 습도 95%의 조건에서 배양하여 14일째에 도립 현미경을 통하여 집락 수를 측정한다.

이하, 본 발명을 실시 예에 의해 더욱 상세히 설명한다. 하기 실시 예들은 본 발명을 예시하는 것으로, 본 발명의 내용이 실시 예에 의해 한정되는 것은 아니다.

실시예 1: 인간 배아줄기세포 배양 지지세포로 인간 태반기질세포 제조 및 배양 기술

본 발명은 인간 배아 줄기세포의 증식배양을 위한 지지세포로의 역할을 수행할 수 있는 인간 태반기질세포를 제조하기 위한 기술에 관한 것이다.

우선 인간 유래지지세포로 사용하는 정상 태반은 분만 후 태반으로부터 융모막 세포를 채취하여 이를 dPBS에 3번 washing하고 수술용 가위로 충분히 잘게 잘라진 조직을 25m^2 flask에 넣고 DMEM 배양액을 2일에 한번 교체해주며 일주일간 배양한다. 본 조직에서 자라나온 태반 세포는 Trypsin-EDTA를 처리하여 계대 시행 위해 새로운 flask에서 배양한다. 이렇게 만들어진 태반 세포는 mitomycin-C를 처리하여 배양 지지세포로 사용하고 나머지는 계대배양 후 세포수를 늘려 이후의 사용을 위해 냉동 저장한다. 인간 태반 지지세포 준비는 배양 하루 전에 이루어진다. 0.1% gelatin으로 30분간 coating된 35mm 배양접시에 각각의 세포를 깔고 다음 날 transfer하기 직전에 배양액을 교체한다. 인간 태반 기질세포들이 올바르게 정제, 분리되었는지를 확인하기 위하여 중간엽세포(mesenchymal cells)의 증명을 위한 V9 면역화학염색 및 중간엽줄기세포(mesenchymal stem cells)의 증명을 위한 지방세포(adipocyte)분화 배양을 실시한다. (도1) 그리고 인간 태반기질세포에 복합배양된 인간 배아줄기세포의 복합배양 모습과 생산된 배아체의 모습을 관찰한다. 그 결과 인간 태반기질세포가 V9염색에 양성이고 지방세포로의 분화가 됨을 확인함으로써 인간 태반기질세포의 정제, 분리가 양호하였음과 인간 태반기질세포와 복합배양되는 인간 배아줄기세포의 colony 모양이 쥐 배아 섬유아세포의 그 것과 차이가 없음을 관찰함으로써 인간 태반기질세포가 배아체 생산을 위한 인간 배아줄기세포의 지지세포로 양호한 기능을 하고 있음을 확인할 수 있었다. 이들과 인간 배아 줄기세포 혹은 배아체를 첨가하여 복합배양을 시행한다. 이 때 배지에는 IMDM(KDR, USA)를 사용하고 그 외에 fetal bovine serum, horse serum, L-glutamine, penicillin 등이 첨가되나 조혈성장촉진인자는 포함되지 않는다.

실시예 2: 인간 태반기질세포와 복합배양된 인간 배아줄기세포의 증식배양 효과

본 기술발명의 핵심에 해당하는 인간 태반기질세포와 인간 배아줄기세포와의 복합배양 시 인간 배아줄기세포의 증식배양 촉진 효과를 증명하기 위하여 쥐 배아 섬유아세포와 복합배양한 인간 배아줄기세포의 경우와 증식배양 colony 수를 비교하여 분석하였으며 본 실험은 총 7회 반복되었다..

그 결과 쥐 배아 섬유아세포와 동일하게 평균 54회의 계대배양이 가능하였고 지지세포로서의 두께도 인간 배아줄기세포로의 배양에 적합하게 유지됨을 확인할 수 00있었다. 배양용기 당 평균 colony 수는 187(효율; 92%)로 쥐 배아 섬유아세포의 174(효율: 83%)보다 약간 양호함을 확인할 수 있었다. 그리고 colony 수가 100 배 증가하기까지의 기간도 32일(4-6 계대)로 쥐 배아 섬유아세포의 32일(3-7 계대)과 차이가 없었다. (도 2)

실시예 3: 인간 태반기질세포와 복합배양된 인간 배아줄기세포의 성상 유지 효과

본 기술발명의 핵심에 해당하는 인간 태반기질세포와 인간 배아줄기세포와의 복합배양시 인간 배아줄기세포의 성상 유지 확인을 위하여 ALP, SSEA, TRA 면역화학염색과 Oct-4 발현을 PCR 기법을 통하여 인간 배아줄기세포의 성상을 유지하고 있음을 확인하였다.

그 결과 인간 태반기질세포를 지지세포로 사용한 인간 배아줄기세포의 ALP(AP ase) 염색에서 강양성, SSEA 염색에서 SSEA-4 강양성, SSEA-1 음성, TRA 염색에서 TRA-1-81과 TRA-1-60에서 강양성을 보이고 Oct-4이 강력히 발현됨을 관찰함으로써 인간 배아 줄기세포의 성상을 유지하고 있음을 확인할 수 있었다. (도 3,4)

실시예 4: 인간 태반기질세포와 복합배양된 인간 배아줄기세포의 염색체, 유전자 적 안정성 유지 효과

본 기술발명의 핵심에 해당하는 인간 태반기질세포와 인간 배아줄기세포와의 복합배양시 인간 배아줄기세포의 염색체, 유전자 적 안정성 유지 확인을 위하여 염색체 karytype 분석과 DNA finger printing 검사(9 short tandem repeat (STR) loci DS1358, D5S818, D7S820, D8S1179, D13S137, D18S51, D21S11, FGA, and VWA)를 실시하였다.

그 결과 인간 태반기질세포를 지지세포로 사용한 인간 배아줄기세포의 경우 50 계대 배양까지 정상적인 46XY 소견을 보이고 있고 DNA finger printing 검사에서도 기존의 양상과 일치되는 소견을 관찰함으로써 염색체 및 유전자 적으로 안전하게 증식배양되었음을 확인할 수 있었다. (도 5,6)

실시예 5: 인간 태반기질세포와 복합배양된 인간 배아줄기세포의 Teratoma 형성 효과

본 기술발명의 핵심에 해당하는 인간 태반기질세포와 인간 배아줄기세포와의 복합배양시 인간 배아줄기세포의 Teratoma 형성 확인을 위하여 SCID 쥐에 배양된 인간 배아줄기세포의 피하 주사를 실시 후 8-12 주 후에 내배엽, 중배엽, 외배엽의 존재를 조직검사를 통하여 확인하였다.

그 결과 형성된 Teratoma 내에 내배엽, 중배엽, 외배엽의 존재를 공히 확인할 수 있었고 이는 인간 태반기질세포에서 배양된 인간 배아줄기세포가 온전함으로 증명한다. (도 ,7.8.9)

실시예 6: 인간 태반기질세포와 배양된 인간 배아줄기세포로부터 배아체 생산 효과

본 기술발명의 핵심에 해당하는 인간 태반기질세포와 인간 배아줄기세포와의 분화배양시 배아체 생산 효율을 증명하기 위하여 인간 배아줄기세포와 쥐 배아 섬유아세포와의 배양에서의 배아체 생산효율과 비교하여 분석하였으며 본 실험은 총 7 회 반복되었다..

그 결과 50 회의 계대배양 동안 인간 태반기질세포를 사용한 경우의 배아체 생산효율은 85.4%으로 쥐 배아 섬유아세포를 사용한 81.5% 보다 약간 더 우수하였음을 확인할 수 있었다. (도 10)

실시예 7: 인간 태반기질세포와 배양된 인간 배아줄기세포 생산 배아체의 다분화능 증명

본 기술발명의 핵심에 해당하는 인간 태반기질세포와 배양된 인간 배아줄기세포 생산 배아체의 다분화능을 확인하기 위하여 AFP, Sox17 (내배엽), Nestin (외배엽), Hnf3b (중배엽) 면역화학염색을 실시하였다.

그 결과 인간 태반기질세포와 배양된 인간 배아줄기세포 생산 배아체에서 AFP, Sox17 (내배엽), Nestin (중배엽), Hnf3b (내배엽) 면역화학염색에서 모두 강양성을 보임을 관찰함으로써 인간 배아 줄기세포로부터 비롯한 다분화능을 유지하고 있음을 확인할 수 있었다. (도 11,12,13)

실시예 8: 인간 태반기질세포와 배양된 인간 배아줄기세포 생산 배아체의 염색체, 유전자 적 안정성 유지 효과

본 기술발명의 핵심에 해당하는 인간 태반기질세포와 배양된 인간 배아줄기세포 생산 배아체의 염색체, 유전자 적 안정성 유지 확인을 위하여 염색체 karytype 분석과 DNA finger printing 검사(9 short tandem repeat (STR) loci D3S1358, D5S818, D7S820, D8S1179, D13S137, D18S51, D21S11, FGA, and VWA)를 실시하였다.

그 결과 인간 태반기질세포와 배양된 인간 배아줄세포 생산 배아체에서 정상 46XY 소견을 보이고 있고 DNA finger printing 검사에서도 기존의 양상과 일치되는 소견을 관찰함으로써 염색체 및 유전자 적으로 안전하게 생산되었음을 확인할 수 있었다. (도 14,15)

실시예 9: 인간 배아줄기세포 혹은 배아체와 인간 태반기질세포 복합배양시 CD34+ 38- 세포 생산 효과

본 기술발명의 핵심에 해당하는 인간 배아줄기세포 혹은 배아체와 인간 태반기질세포와의 복합배양시 CD34+ 38- 조혈모세포 분화 촉진 효과를 증명하기 위하여 유세포분석법(flowxytometry)과 집락형성단위(CFC) 측정을 위한 H4444 Methocult 배양을 배양 5, 7, 14, 21일에 실시하였다.

그 결과 유세포분석법에서는 배양 5일에는 공히 0.10% 이하였다가 인간 배아줄기세포 배양군과 배아체 배양군에서 각각 배양 7일에는 1.54%, 0.77%, 7.43%, 4.15%로 증가하고 배양 14일에는 9.31%, 6.34%, 18.47%,7.43%로 최고치를 보이다가 배양 21일에는 저하되는 양상을 보였다. (도 20, 도 18). 그리고 집락형성단위 배양(도 19)에서도 동일한 양상을 관찰할 수 있었다.

발명의 효과

이상 상술한 바와 같이, 본 발명으로 정상 인간 태반기질세포가 인간 배아줄기세포의 증식배양을 위한 지지세포로 탁월한 기능을 나타냄을 확인할 수 있다. 또한 상기 인간 태반기질세포는 기존 기술인 쥐 배아 섬유아세포를 이용하는 경우보다 안전하면서도 효율적으로 인체에 적용할 수 있는 인간 배아줄기세포를 생산할 수 있으리라고 기대된다. 또한, 본 발명으로 정상 인간 태반기질세포가 인간 배아줄기세포로부터 분화배양을 통한 배아체생산을 위한 지지세포로 탁월한 기능을 나타냄을 확인할 수 있다. 또한 상기 인간 태반기질세포는 기존 기술인 쥐 배아 섬유아세포를 이용하는 경우보다 안전하면서도 효율적으로 인체에 적용할 수 있는 인간 배아줄기세포 유래 배아체를 생산할 수 있으리라고 기대된다. 또한, 본 발명으로 인간 태반기질세포가 인간 배아줄기세포 및 배아체로부터 조혈모세포로의 분화를 촉진함을 확인할 수 있었다. 특히 인간 유래 지지세포를 사용한 연구, 발명으로는 처음으로 인간 태반기질세포가 인간 배아줄기세포 자체로부터 조혈모세포로의 분화를 촉진함을 증명하였다. 뿐만 아니라 배아체와의 복합 배양에서는 그 효율이 18.47%, 7.43%로 성정촉진인자를 사용하지 않은 점을 감안하면 매우 높은 분화효율을 보이고 있음도 확인할 수 있었다. 결국 상기 인간 태반기질세포는 동물 유래 지지세포를 이용하는 경우보다 안전하게 인체에 적용할 수 있는 조혈모세포를 생산할 수 있으리라고 기대된다. 본 기술발명은 특히 세포 치료에 필요한 혈액세포 생산 및 인공 혈액의 생산에 매우 유용하게 응용될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

도 1은 인간 태반기질세포의 모습 (X 40) (위: V9 염색, 아래: 지방세포 분화)이다.

도 2는 인간 태반기질세포와 복합배양한 인간 배아줄기세포의 증식배양효율을 나타낸다.

도 3은 인간 태반기질세포와 복합배양한 인간 배아줄기세포의 면역화학염색 모습 (X 40)을 보여준다.

도 4는 인간 태반기질세포와 복합배양한 인간 배아줄기세포의 OCT-4 발현 양상을 보여준다.

도 5는 인간 태반기질세포와 복합배양한 인간 배아줄기세포의 염색체 모습이다.

도 6은 인간 태반기질세포와 복합배양한 인간 배아줄기세포의 유전자 지문 모습이다.

도 7은 인간 태반기질세포와 복합배양한 인간 배아줄기세포의 Teratoma 형성 모습(내배엽)이다.

도 8은 인간 태반기질세포와 복합배양한 인간 배아줄기세포의 Teratoma 형성 모습(중배엽)이다.

도 9는 인간 태반기질세포와 복합배양한 인간 배아줄기세포의 Teratoma 형성 모습(외배엽)이다.

도 10은 인간 태반기질세포 배양 인간 배아줄기세포의 배아체 생산 효율을 나타낸다.

도 11은 인간 태반기질세포 배양 인간 배아줄기세포 생산 배아체 면역화학염색 모습 (내배엽) (AFP)이다.

도 12는 인간 태반기질세포 배양 인간 배아줄기세포 생산 배아체 면역화학염색 모습 (중배엽) (Hnf3b)이다.

도 13은 인간 태반기질세포 배양 인간 배아줄기세포 생산 배아체 면역화학염색 모습 (외배엽) (Nestin)이다.

도 14는 인간 태반기질세포 배양 인간 배아줄기세포 생산 배아체의 염색체 모습이다.

도 15는 인간 태반기질세포 배양 인간 배아줄기세포 생산 배아체의 유전자 지문 모습이다.

도 16은 인간배아 줄기세포 집락 배양 모습 (X 40)이다.

도 17은 인간 배아줄기세포로부터 배아체 분화 유도 5일 째 모습 (X 40) 이다.

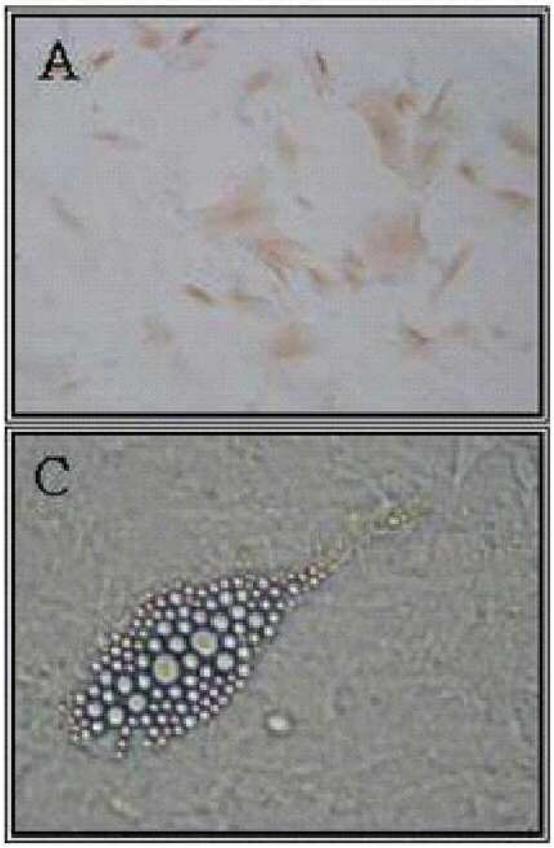
도 18은 CD34+ 38- 조혈모세포 분화 백분율의 비교 Graph: 인간 태반기질세포에 인간 배아 줄기세포와 분화 유도된 배아체를 복합 배양한 경우 배양 시간에 따른 CD34+ 38- 조혈모세포의 분화 유도 효과: 배양 14일째가 가장 최적 (a: Open bar: 인간 태반기질세포를 인간 배아 줄기세포와 배양

b: Dark bar: 인간 태반 기질세포를 배아체와 배양.)

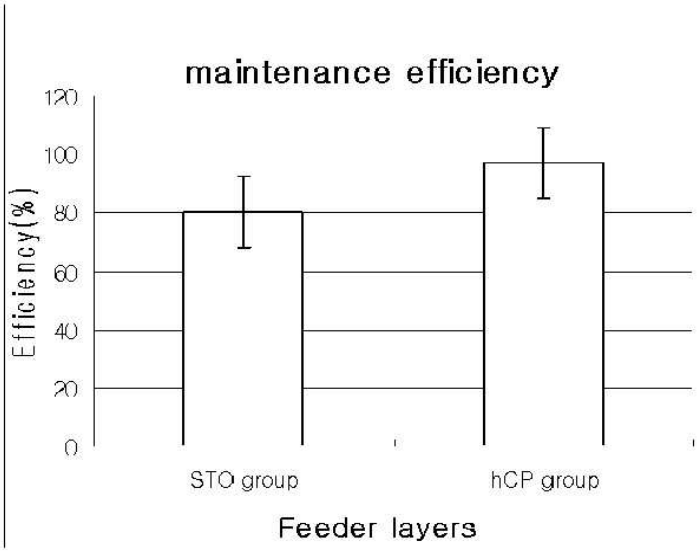
도 19: 배아체/인간 태반기질세포 복합배양시 집락형성 단위(colony forming unit, CFU) 형성 수의 배양 시간에 따른 변화: 배양 14일째가 가장 높은 효율을 보임.

도면

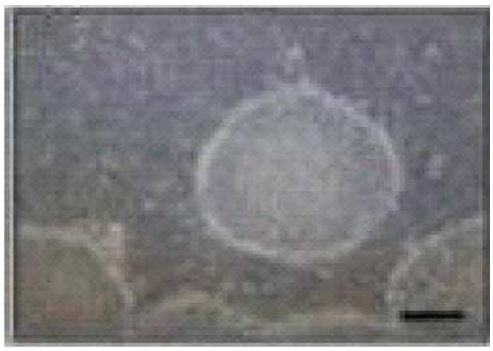
도면1


A
C

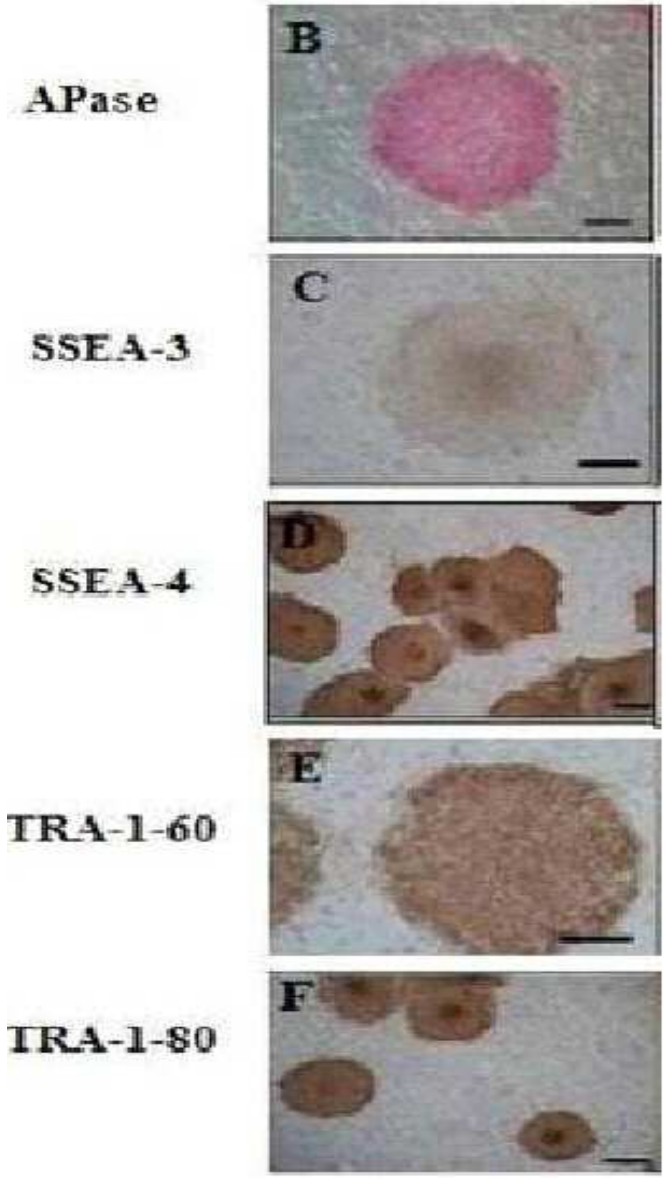
도면2a


maintenance efficiency
Efficiency(%)
120
100
80
60
40
20
0
STO group
hCP group
Feeder layers

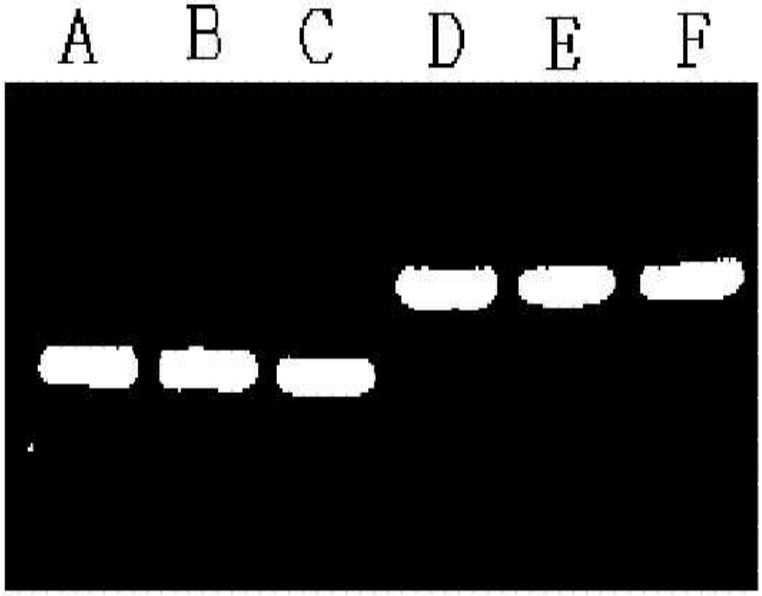
도면2b



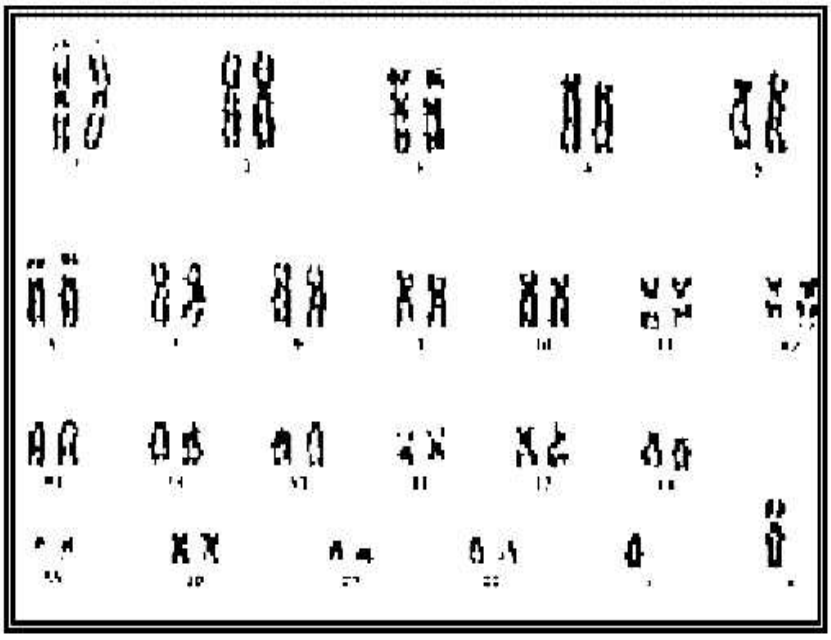
도면3



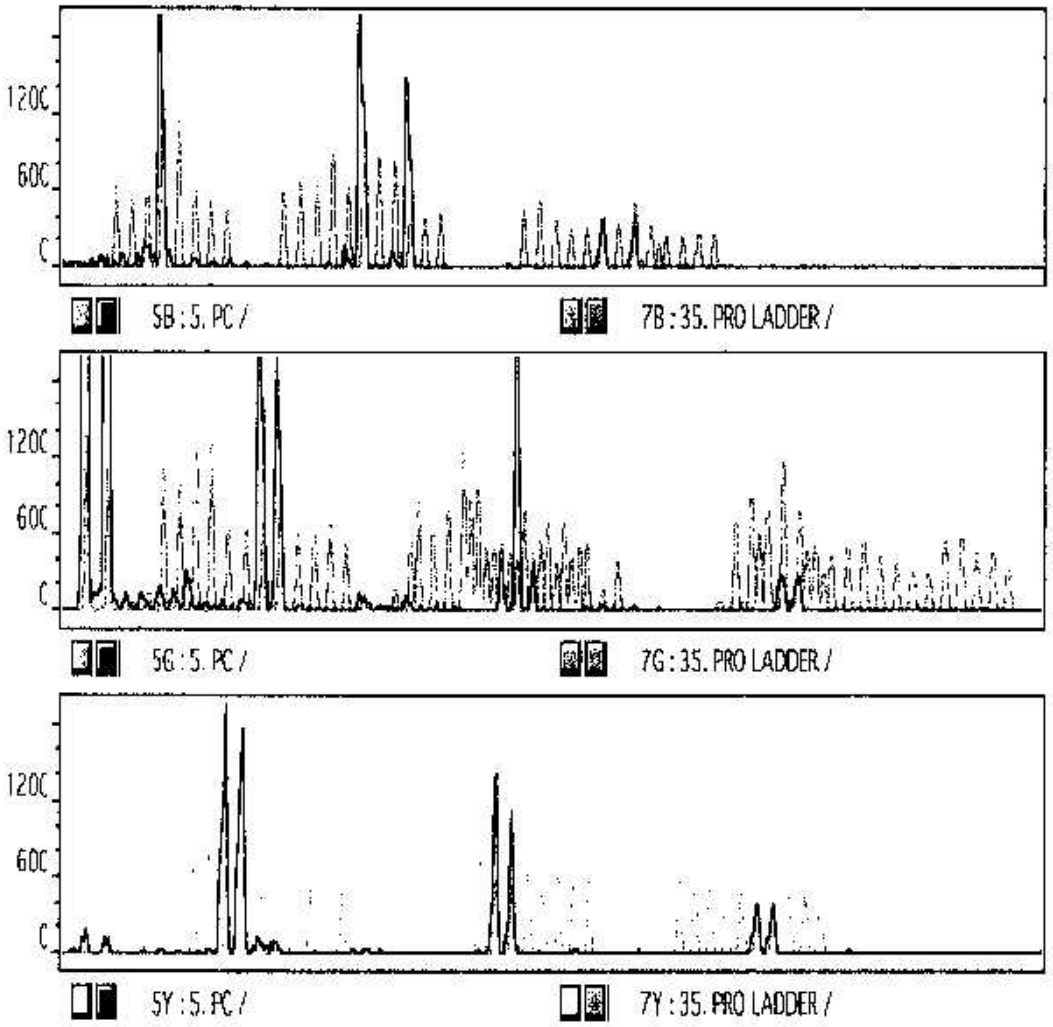
도면4



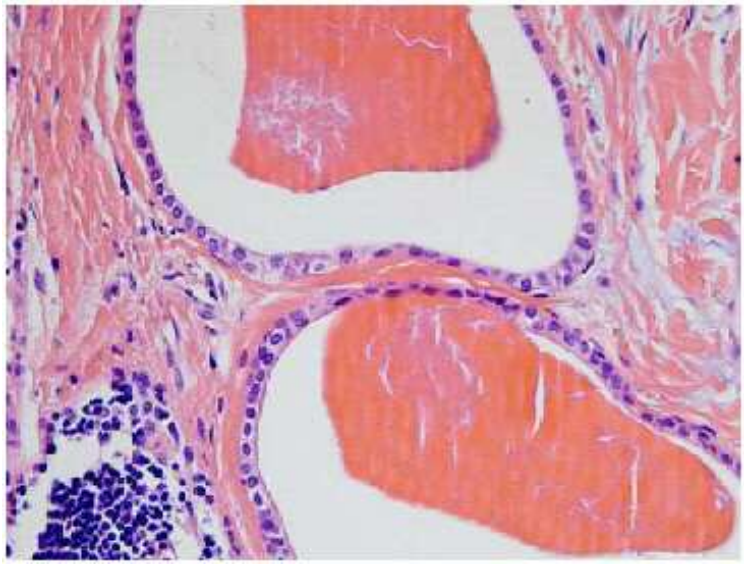
도면5



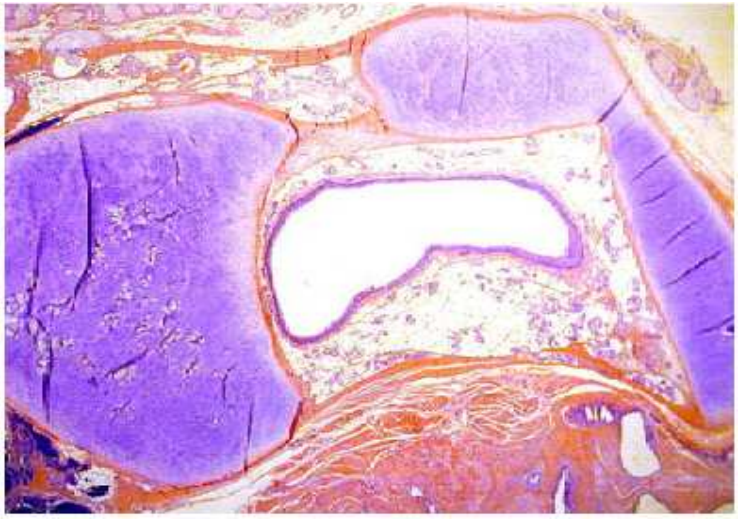
도면6


120C
60C
C
5B : 5. PC /
7B : 35. PRO LADDER /
120C
60C
C
5G : 5. PC /
7G : 35. PRO LADDER /
120C
60C
C
5Y : 5. PC /
7Y : 35. PRO LADDER /

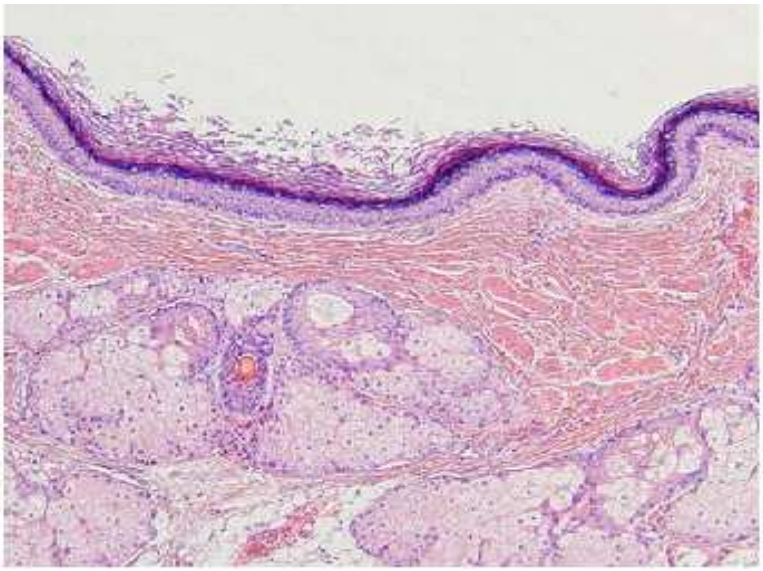
도면7



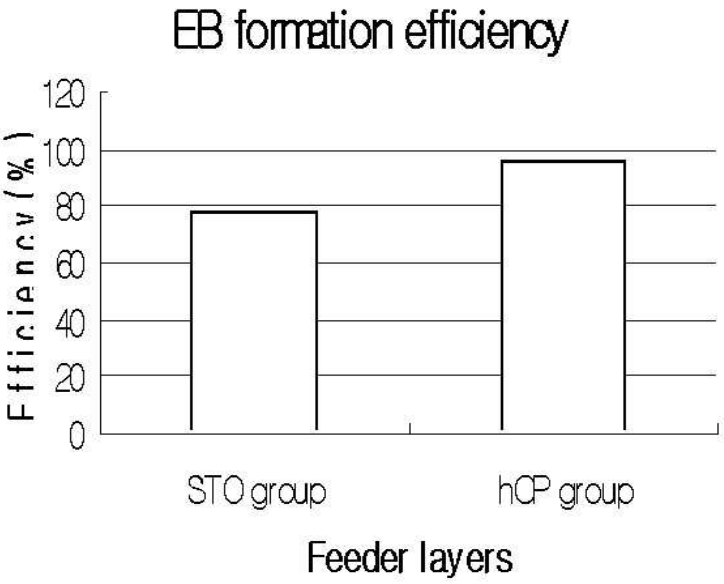
도면8



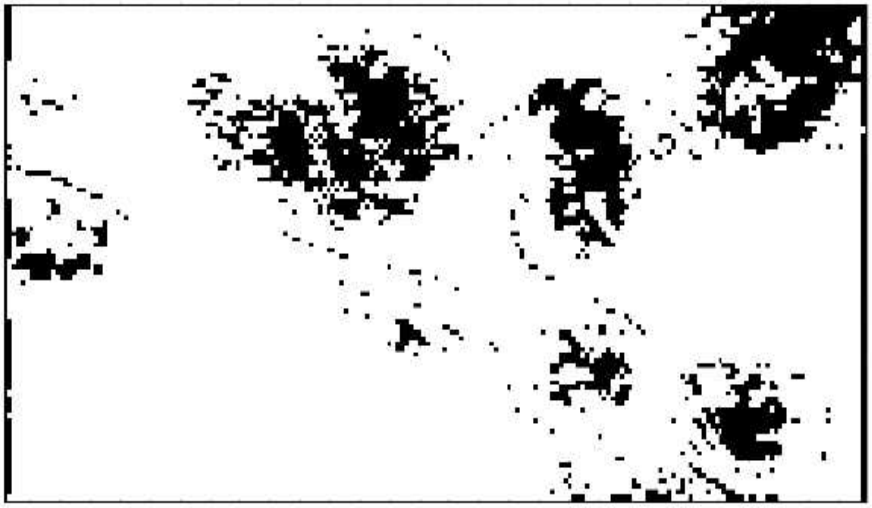
도면9



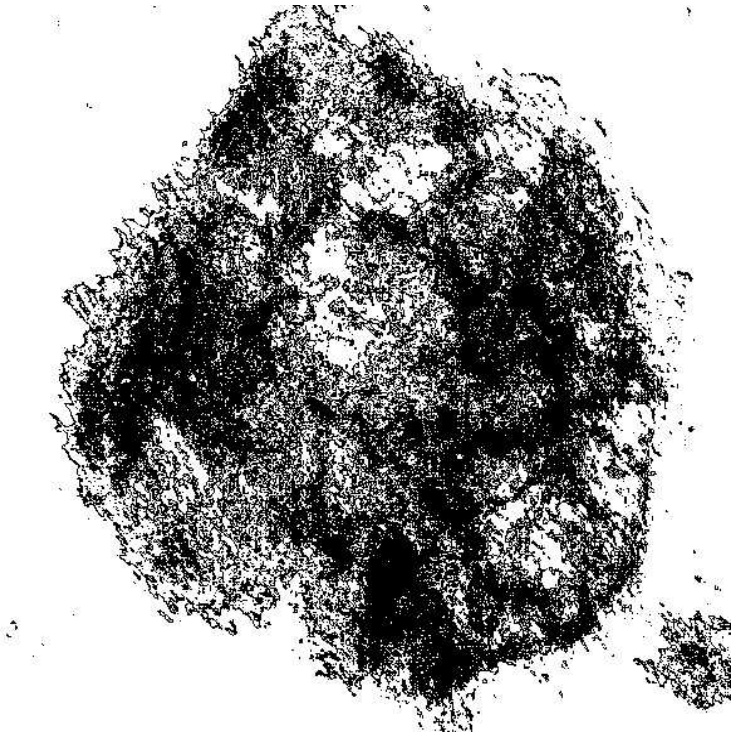
도면10a


EB formation efficiency
Efficiency(%)
120
100
80
60
40
20
0
STO group
hCP group
Feeder layers

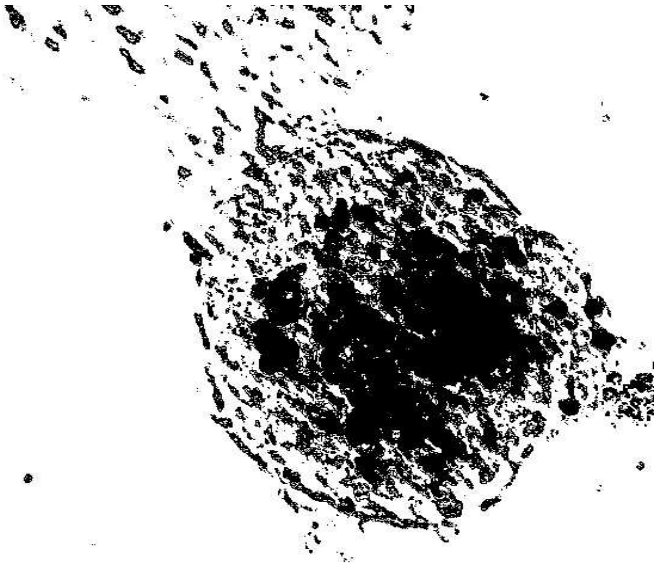
도면10b



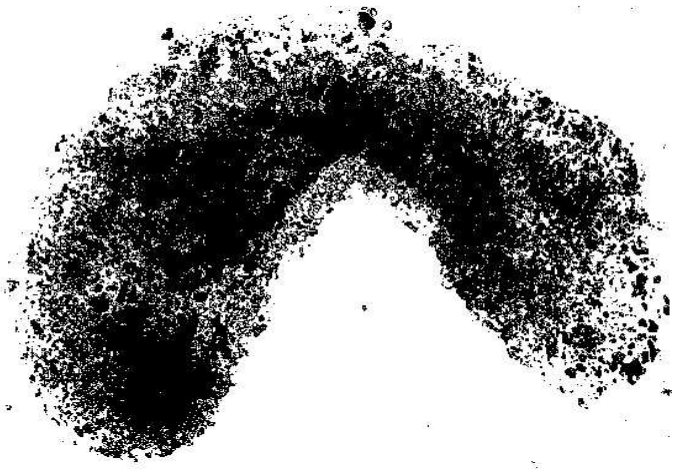
도면11



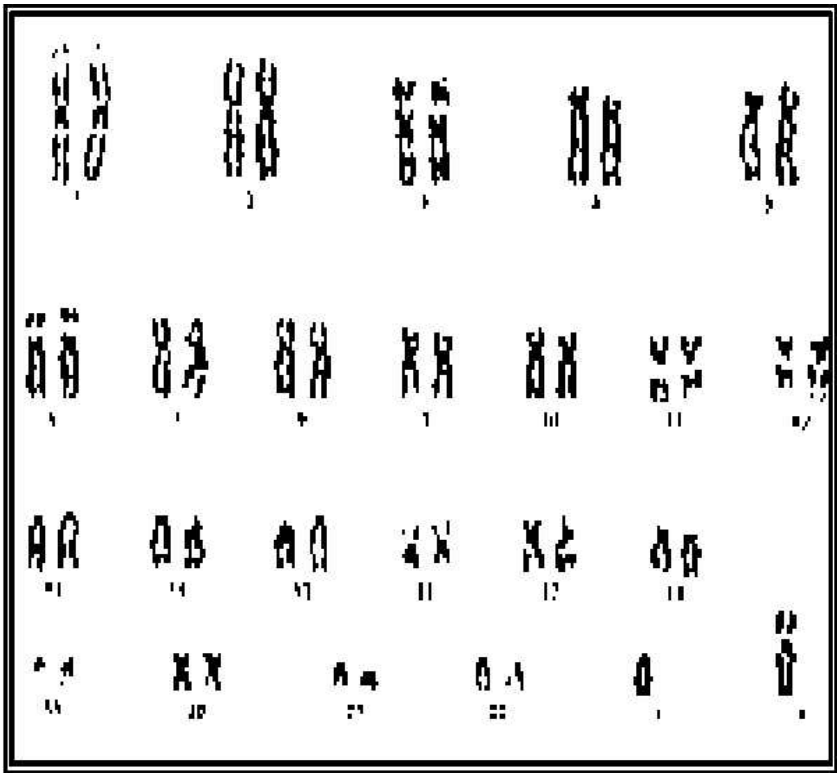
도면12



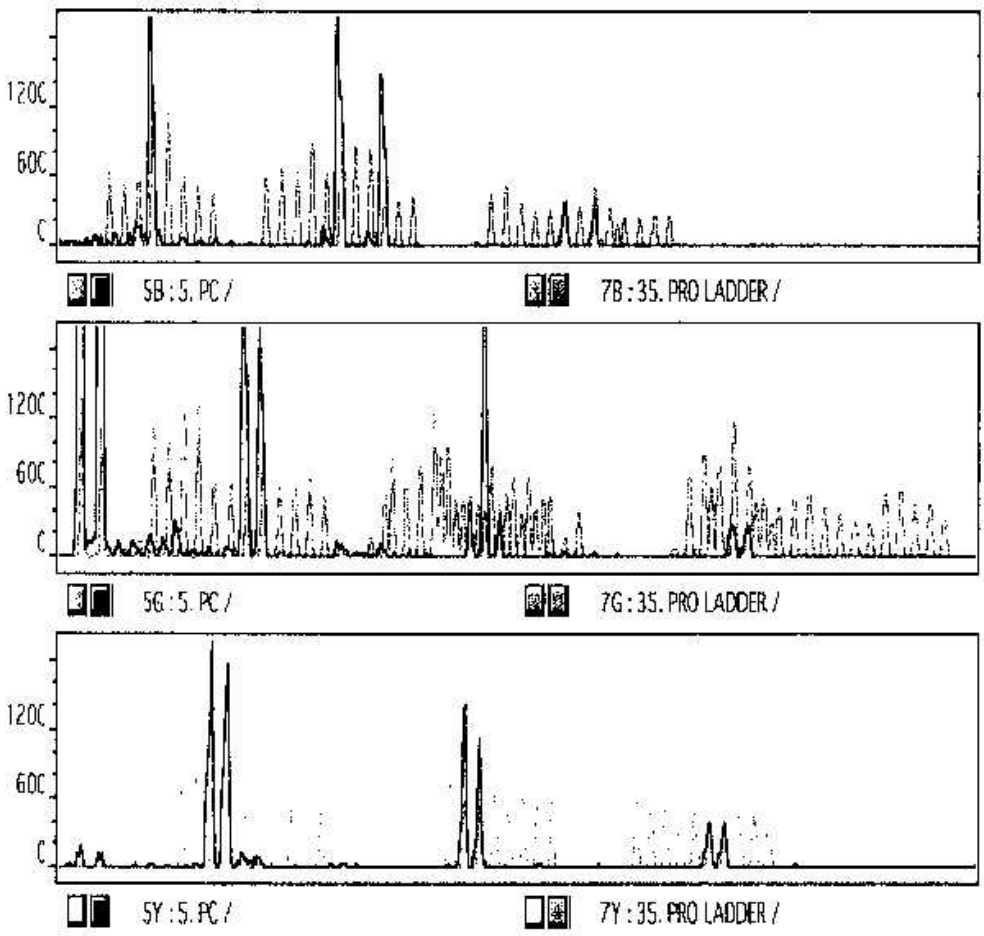
도면13



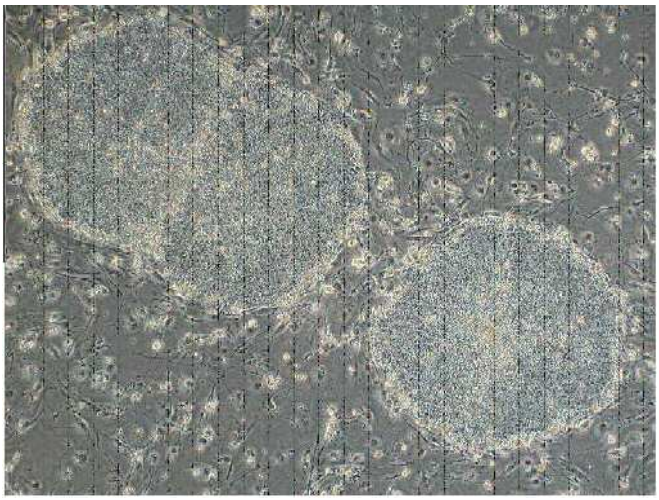
도면14



도면15


1200
600
0
5B : 5. PC /
7B : 35. PRO LADDER /
1200
600
0
5G : 5. PC /
7G : 35. PRO LADDER /
1200
600
0
5Y : 5. PC /
7Y : 35. PRO LADDER /

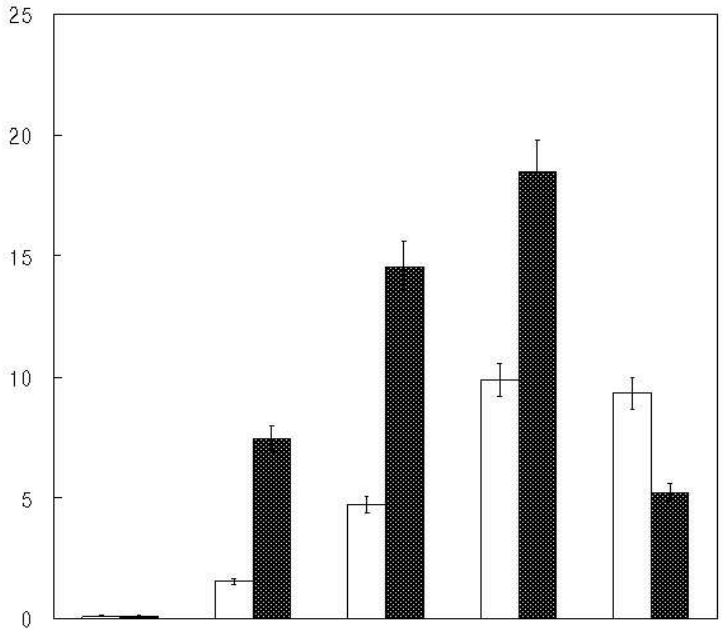
도면16



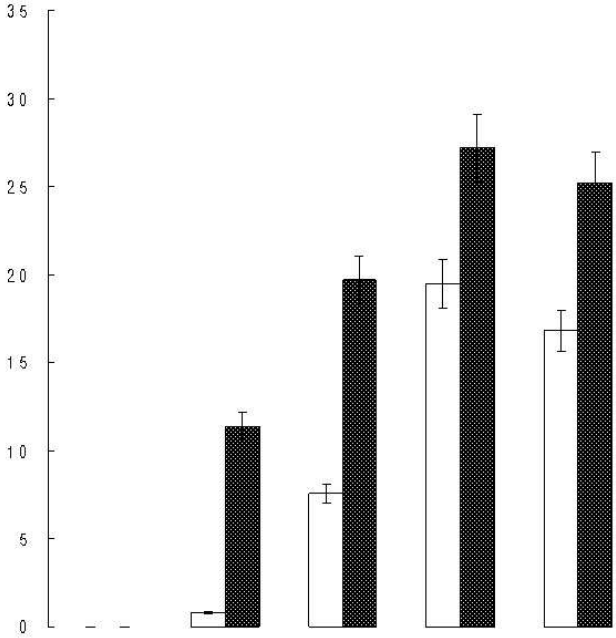
도면17



도면18



도면19



도면20

