

บทความพิเศษ

Stem Cell :

From Hematopoiesis to Other Organogenesis

สุรพล อิศโรกรศีล และ อรรถสิทธิ์ เวชชาชีวะ*

ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล,

*ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล



Stem cell หรือเซลล์ต้นกำเนิด เป็นเซลล์ที่แตกต่างจากเซลล์อื่น โดยที่สามารถแบ่งตัวเพิ่มจำนวนได้ (self renewal) และสามารถเจริญเป็นเซลล์ตัวแก่ได้ (differentiate) ปัจจัยที่ควบคุมการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ต้นกำเนิดคือ สิ่งแวดล้อมภายนอก (external micro-environment) และ intrinsic signal ต่างๆ เซลล์ต้นกำเนิดพบได้ในเนื้อเยื่อและอวัยวะของร่างกายมนุษย์และสัตว์ที่เจริญเติบโตแล้ว โดยพบได้ทั้งในเนื้อเยื่อที่มีการแบ่งตัวตลอดเวลา เช่น สมอง และตับอ่อน เป็นต้น เซลล์ต้นกำเนิดมี 2 ชนิด ชนิดแรกเรียก embryonic stem cell (ES cell) หรือเซลล์ต้นกำเนิดตัวอ่อน^{1,2} มีศักยภาพที่จะแบ่งตัวและเจริญเป็นเซลล์ชนิดต่างๆ ได้ทุกชนิดในร่างกาย เซลล์ต้นกำเนิดอีกชนิดเจริญมาจากชนิดแรกเรียก adult stem cell หรือเซลล์ต้นกำเนิดชนิดที่เติบโตแล้ว³ เดิมเชื่อว่า เซลล์ต้นกำเนิดชนิดนี้มีศักยภาพจำกัด โดยจะเจริญเป็นเนื้อเยื่อหรืออวัยวะชนิดใดชนิดหนึ่งเพียงชนิดเดียว จึงเรียก organ or tissue specific stem cell มีการศึกษาวิจัยเกี่ยวข้องกับเซลล์ต้นกำเนิดชนิดหลังอย่างกว้างขวางมานาน โดยเฉพาะ hematopoietic stem cell ในปัจจุบันเชื่อว่าเซลล์ต้นกำเนิดชนิดที่เติบโตแล้วมีความยืดหยุ่นในการเจริญเป็นเนื้อเยื่ออื่นๆ ได้มากขึ้น เชื่อกันว่าเซลล์ต้นกำเนิดเหล่านี้คงมีบทบาทในการซ่อมแซมเนื้อเยื่อหรืออวัยวะที่สึกหรอของร่างกายให้กลับคืนสู่สภาพปกติ

ที่มาและความสำคัญ

ในช่วงครึ่งหลังของศตวรรษที่เพิ่งผ่านไป วงการแพทย์ได้ให้ความสนใจในเรื่องการปลูกถ่ายอวัยวะเพื่อใช้รักษาโรคอวัยวะพิการเรื้อรัง ไม่ว่าจะเป็นโรคไต โรคตับ โรคหัวใจ หรือโรคเลือด ความสำเร็จในการปลูกถ่าย การผ่าตัด และประสิทธิภาพจากการใช้ยากดภูมิคุ้มกันเพื่อให้ร่างกายผู้ป่วยยอมรับอวัยวะที่ได้รับจากผู้อื่น ทำให้การรักษาด้วยการปลูกถ่ายอวัยวะประสบความสำเร็จและแพร่หลายทั่วโลก จนเกิดปัญหาการขาดแคลนผู้บริจาคอวัยวะ ในปัจจุบัน นักวิทยาศาสตร์และแพทย์จึงหันมาให้ความสนใจในการสร้างอวัยวะเทียมและค้นหาวิธีการที่จะซ่อมแซมหรือสร้างอวัยวะเหล่านั้นขึ้นมาใหม่ ความก้าวหน้าในเรื่องนี้ปรากฏเป็นรูปธรรมชัดเจนมากขึ้นเมื่อนักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษประสบความสำเร็จในการให้กำเนิดทารกในหลอดแก้วคนแรกในโลกในปี พ.ศ. 2521 สิบปีเศษหลังจากนั้นนักวิทยาศาสตร์จากมหาวิทยาลัยเคมบริดจ์ ประเทศอังกฤษ ประสบความสำเร็จในการเพาะเลี้ยงเซลล์ต้นกำเนิดจากตัวอ่อนของหนู ซึ่งนำไปสู่การเพาะเลี้ยงเซลล์นั้นจากตัวอ่อนของมนุษย์โดยนักวิทยาศาสตร์สหรัฐอเมริกาจากมหาวิทยาลัยวิสคอนซินเมื่อปี พ.ศ. 2541²

Embryonic stem cell หรือ ES cell

ES cell มีศักยภาพที่จะแบ่งตัวอย่างไม่จำกัดและเจริญเป็นเซลล์ชนิดใดชนิดหนึ่งได้ทุกชนิดในร่างกาย

มนุษย์ ES cell พบใน inner cell mass ของ embryo ระยะ blastocyst ES cell จะเจริญเป็น embryoid bodies ซึ่งประกอบด้วย embryonic germ layer ทั้ง 3 ชั้น ได้แก่ ectoderm, mesoderm และ endoderm ซึ่งจะเจริญต่อไปเป็นเซลล์เม็ดเลือด endothelial cell เซลล์กล้ามเนื้อ และเซลล์ประสาท การเจริญของ ES cell เป็นเซลล์ชนิดต่างๆ ในร่างกายอาศัยสารโปรตีนต่างๆ เช่น growth factor, cytokine และ adhesion molecule ต่างๆ⁴ กลไกภายในเซลล์ที่ควบคุมการเจริญเป็นตัวแรกของ ES cell ได้แก่ transcription factor และ telomerase

ในปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ได้ประสบความสำเร็จทั้งในหนูและในมนุษย์ในการที่นำเซลล์ต้นกำเนิดจากตัวอ่อนมาเพาะเลี้ยงให้เจริญเป็นเซลล์กล้ามเนื้อหัวใจ^{5,6} เซลล์ตับอ่อน⁷ เซลล์ประสาท^{8,9} และเซลล์เม็ดเลือด¹⁰ และมีการนำเซลล์เหล่านี้ไปปลูกถ่ายในสัตว์ทดลอง มีรายงานว่า ในหนูที่มีอาการของโรคพาร์กินสัน¹¹ ภายหลังได้รับการปลูกถ่ายเซลล์ประสาท พบว่าสารเคมีที่พร่องหายไปกลับคืนมาเป็นปกติ ทำให้หนูหายจากโรคได้ ในหนูที่มีไขสันหลังได้รับบาดเจ็บ และได้รับการปลูกถ่ายเซลล์ต้นกำเนิดตัวอ่อน¹² พบว่าเซลล์ต้นกำเนิดเจริญเป็นเซลล์ประสาทและทำให้หนูมีอาการดีขึ้น ความสำเร็จดังกล่าวทำให้วงการแพทย์คาดหวังว่าจะสามารถรักษาโรคต่างๆ เช่น โรคพาร์กินสัน โรคสมองเสื่อม โรคเบาหวาน โรคหลอดเลือดตีบ และโรคหัวใจวายได้ในอนาคตอันใกล้ หากสามารถค้นหาสูตรผสมของ growth factors ต่างๆ เพื่อกำหนดให้เซลล์ต้นกำเนิดตัวอ่อนผลิตเนื้อเยื่อของอวัยวะต่างๆ ตามที่ต้องการ

ข้อดีจากการใช้เซลล์ต้นกำเนิดตัวอ่อน ก็คือความสามารถเพาะเลี้ยงเพื่อเพิ่มจำนวนได้มากอย่างไม่จำกัด ทั้งยังสามารถทำให้มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางพันธุกรรม ทำให้ปลูกถ่ายให้กับผู้อื่นได้โดยไม่มีปัญหาทางภูมิคุ้มกันภาวะแทรกซ้อนซึ่งอาจเกิดขึ้นในระยะยาวจากการปลูกถ่ายเซลล์ต้นกำเนิดตัวอ่อนคือ การที่ไม่สามารถยับยั้งการ

เจริญเติบโตของเนื้อเยื่อที่เกิดขึ้นในโอกาสอันควร ทำให้เกิดเนื้องอก โดยเฉพาะ teratoma หรือแม้แต่มะเร็งได้¹¹

ปัญหาด้านจริยธรรม

การนำเซลล์ต้นกำเนิดจากตัวอ่อนของมนุษย์ไปใช้เพื่อการวิจัยในการสร้างเซลล์ชนิดต่างๆ ทำให้เกิดประเด็นปัญหาทางจริยธรรมขึ้นอย่างเด่นชัดและหลีกเลี่ยงไม่ได้ หลังจากที่รัฐสภาของประเทศสหราชอาณาจักรได้ออกพระราชบัญญัติอนุญาตให้มีการทำวิจัยโดยใช้ตัวอ่อนที่มีอายุไม่เกิน 15 วันเมื่อ พ.ศ. 2533¹³ โดยสามารถใช้ได้ที่ได้รับการผสมแล้วเพื่อทำวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการมีบุตรยาก การคุมกำเนิดโรคทางพันธุกรรมและความผิดปกติทางโครโมโซมต่างๆ

สำหรับการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเซลล์ต้นกำเนิดตัวอ่อนได้รับการรับรองเป็นครั้งแรกเมื่อวันที่ 22 มกราคม พ.ศ. 2544 นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษได้ดำเนินการวิจัยเรื่องเซลล์ต้นกำเนิดอย่างต่อเนื่องโดยใช้เซลล์ตัวอ่อนเพราะเชื่อว่าขณะนี้วิธีการดังกล่าวยังคงเป็นวิธีเดียวที่มีอยู่ และการปฏิเสธการใช้เซลล์ดังกล่าวเพื่อนำไปบำบัดรักษาโรคที่วิธีการรักษาด้วยเซลล์ต้นกำเนิดอาจใช้ได้ผลดีเป็นการไม่ยุติธรรมต่อผู้ป่วย

ในประเทศสหรัฐอเมริกา ประธานาธิบดีคนปัจจุบันก็เริ่มให้การสนับสนุนการวิจัยในเรื่องนี้ แต่จำกัดอยู่เฉพาะสถาบันที่มีห้องทดลองที่ได้มีการเพาะเลี้ยงเซลล์ต้นกำเนิดนี้ไว้แล้วในประเทศอื่นทั่วโลก¹⁴ ปัญหาที่ขึ้นอยู่กับศาสนาและความเชื่อของคนในชาตินั้นๆ เช่น ที่ประเทศอิสราเอล ศาสนายิวเชื่อว่าชีวิตคนเริ่มต้นเมื่อตัวอ่อนฝังตัวในครรภ์มารดา ทารกในหลอดแก้วจึงไม่ถือว่าเป็นคน การทำวิจัยจึงไม่ผิดกฎหมาย จึงมีการผลิตและวิจัยเซลล์ต้นกำเนิดประเภทนี้กันมาก ขณะที่ในประเทศสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมันที่มีประชากรส่วนใหญ่นับถือคริสต์ศาสนา ซึ่งถือเคร่งครัดว่าชีวิตเริ่มต้นเมื่อมีการปฏิสนธิ ไม่ว่าจะอยู่ในหรือนอกครรภ์มารดา จึงทำการทดลองไม่ได้เพราะถือว่าการกระทำดังกล่าวเป็นการฆ่าสิ่งมีชีวิต ส่วนในประเทศฝรั่งเศสที่ผู้คนนับถือคริสต์ศาสนามากเช่นกัน ก็ห้ามผลิต

เซลล์ต้นกำเนิดแบบนี้ แต่รัฐบาลไม่ห้ามการนำเข้าเซลล์ต้นกำเนิดจากต่างประเทศ นักวิทยาศาสตร์จึงพอทำการวิจัยได้

เมื่อหันมาดูประเทศแถบเอเชีย¹⁵ จะพบว่า ที่สิงคโปร์ มีผู้เชี่ยวชาญที่ทำวิจัยในเรื่องนี้มากมานานนับ 10 ปี มีบริษัทที่ผลิตและส่งออกเซลล์ต้นกำเนิด แต่ยังไม่มีการกฎหมายรองรับชัดเจน เพิ่งจะมีการแต่งตั้งคณะกรรมการด้านจริยธรรมเพื่อพิจารณาเรื่องนี้เมื่อต้นปีนี้เอง ในขณะที่ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนห้ามทำการทดลองดังกล่าว สำหรับในประเทศไทยขณะนี้แพทยสภา กำลังพิจารณาเรื่องนี้อยู่ หลักทางพุทธศาสนาเชื่อว่าการฆ่าสิ่งมีชีวิตเป็นบาป ประเด็นจึงอยู่ที่ว่าเราจะถือชีวิตเริ่มต้นเมื่อใด

เซลล์ต้นกำเนิดชนิดที่เติบโตแล้ว

เซลล์ต้นกำเนิดชนิดที่เติบโตแล้วที่ได้รับความสนใจ และมีการศึกษาวิจัยกันอย่างกว้างขวางคือเซลล์ต้นกำเนิดเม็ดเลือด เช่น การศึกษาด้านเซลล์ต้นกำเนิดเม็ดเลือดในไขกระดูก ทำได้โดยการนับจำนวนโคลนีที่มาจากเซลล์ที่ได้รับการฉายรังสีปริมาณสูงทั่วร่างกายภายหลังการฉีดไขกระดูกเข้าไปในท้อง นอกจากนี้ มีการคิดค้นวิธีการต่างๆ ในการเพาะเลี้ยงเซลล์ต้นกำเนิดของเม็ดเลือดชนิดต่างๆ ทำให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับขบวนการและกลไกต่างๆ ที่ควบคุมการสร้างเม็ดเลือด ความรู้ความเข้าใจดังกล่าวทำให้สามารถทำการปลูกถ่ายเซลล์ต้นกำเนิดเม็ดเลือดในการรักษาโรคต่างๆ ทั้งโรคเลือด โรคมะเร็ง โรคทางพันธุกรรม และโรคที่มีภาวะพร่องภูมิคุ้มกัน ให้หายขาดได้ เดิมเข้าใจว่าพบมีเซลล์ต้นกำเนิดที่เติบโตแล้วเฉพาะในระบบเลือด ถ้าไล่เล็ก และผิวหนังเท่านั้น ในปัจจุบันมีรายงานว่าพบมีเซลล์ต้นกำเนิดในเนื้อเยื่อและอวัยวะอื่นๆ ด้วย เช่น เนื้อเยื่อสมอง กล้ามเนื้อ และไต นม เป็นต้น

ก่อนหน้านี้เชื่อกันว่า เซลล์ต้นกำเนิดชนิดที่เติบโตแล้วที่พบในเด็กและผู้ใหญ่มีความจำเพาะที่จะเจริญเป็นเซลล์ชนิดใดชนิดหนึ่งเพียงชนิดเดียวเท่านั้น เช่น เซลล์

ต้นกำเนิดระบบประสาทจะเจริญให้ลูกหลานที่เป็นเซลล์ประสาทเท่านั้น และเซลล์ต้นกำเนิดเม็ดเลือดจะเจริญเป็นเซลล์เม็ดเลือดเพียงอย่างเดียว ในปัจจุบันพบว่า เซลล์ต้นกำเนิดชนิดที่เติบโตแล้วในผู้ใหญ่สามารถเจริญเป็นเซลล์หรือเนื้อเยื่ออื่นนอกเหนือจากเซลล์หรือเนื้อเยื่อดั้งเดิมที่มันอยู่ได้ โดยการให้เซลล์ต้นกำเนิดนั้นอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนไปจากเดิม เรียกการเปลี่ยนแปลงและการเจริญเป็นเซลล์หรือเนื้อเยื่ออื่นว่า stem cell plasticity กล่าวคือเซลล์ต้นกำเนิดชนิดที่เติบโตแล้วยังมีความยืดหยุ่นอยู่ งานวิจัยแรกที่สนับสนุนคือ การที่เซลล์ต้นกำเนิดเม็ดเลือดจากไขกระดูกสามารถเจริญเป็นเซลล์กล้ามเนื้อได้¹⁶ ต่อมายังพบว่า เซลล์ต้นกำเนิดประสาทสามารถเจริญเป็นเซลล์เม็ดเลือดได้ ปัจจุบันมีรายงานว่า เซลล์ไขกระดูกเจริญเป็นเซลล์ประสาท¹⁷ เซลล์ไขกระดูกเจริญเป็นเซลล์ตับ เซลล์ผิวหนังเจริญเป็นเซลล์สมอง เซลล์สมองเจริญเป็นเซลล์กล้ามเนื้อหัวใจ¹⁸ เป็นต้น

มีรายงานการปลูกถ่ายเซลล์ต้นกำเนิดจากกล้ามเนื้อตับ และสมอง ในหนูที่ได้รับการฉายรังสีขนาดสูงเพื่อทำลายการสร้างเม็ดเลือดในไขกระดูกทั้งหมด พบมีการสร้างเม็ดเลือดกลับมาเป็นปกติได้หลังการปลูกถ่าย¹⁹ นอกจากนี้เซลล์ต้นกำเนิดเม็ดเลือดในไขกระดูก เมื่อนำมาปลูกถ่ายในหนูที่ได้รับการฉายรังสีขนาดสูง และมีการอุดตันของหลอดเลือดแดงโคโรนารี พบมีการเจริญของเซลล์กล้ามเนื้อหัวใจและเซลล์เยื่อบุเอ็นโดทีเลียมจากเซลล์ต้นกำเนิดที่ปลูกถ่ายได้²⁰ มีการนำเซลล์ต้นกำเนิดจากสมองของสัตว์ทดลองไปปลูกถ่ายให้สัตว์ตัวอื่น ทำให้เกิดเซลล์ประสาทและเซลล์ตัวประกอบอื่นๆ ในระบบประสาทได้ เซลล์ที่เกิดใหม่ที่มีหน้าที่สร้าง myelin หรือฉนวนคลุมรอบเส้นประสาทก็ทำงานได้เช่นเดียวกับเซลล์ปกติ²¹

จากหลักฐานดังกล่าวทำให้ความเข้าใจที่ว่าเซลล์ต้นกำเนิดที่เติบโตแล้วในผู้ใหญ่จะเจริญเป็นเซลล์หรือเนื้อเยื่อชนิดใดชนิดหนึ่งเพียงชนิดเดียว ต้องเปลี่ยนไปอย่างสิ้นเชิง อาจเป็นไปได้ว่า เซลล์ต้นกำเนิดชนิดที่เติบโตแล้วเมื่ออยู่ในสิ่งแวดล้อมอื่น ทำให้สามารถมีการเจริญเป็นเซลล์

หรือเนื้อเยื่ออื่น (transdifferentiation) หรืออาจเป็นไปได้ว่าเซลล์ต้นกำเนิดชนิดที่เติบโตแล้วที่จริงอาจไม่ต่างไปจากเซลล์ต้นกำเนิดตัวอ่อนเลยก็ได้

การค้นพบดังกล่าวมีความสำคัญมาก โดยเฉพาะในการนำมาใช้รักษาผู้ป่วยแทนเซลล์ต้นกำเนิดตัวอ่อน ซึ่งอาจจะเหมาะสมกว่าและจะลดความขัดแย้งด้านจริยธรรมที่อาจเกิดขึ้นหากใช้เซลล์ต้นกำเนิดตัวอ่อน โรคที่อาจรักษาด้วยการปลูกถ่ายเซลล์ต้นกำเนิดชนิดที่เติบโตแล้ว ได้แก่ โรคที่ myelin เสีย ซึ่งที่พบบ่อยมากในประเทศทางตะวันตกก็คือโรค multiple sclerosis²² โรคไขสันหลังได้รับการกระทบกระเทือน โรคที่มีความผิดปกติของกล้ามเนื้อ เช่น โรค muscular dystrophy โรคตับวาย โรคกล้ามเนื้อหัวใจวาย ผู้ป่วยโรคเหล่านี้อาจรักษาให้หายได้ด้วยการปลูกถ่ายเซลล์ต้นกำเนิดชนิดที่เติบโตแล้วจากไขกระดูก ซึ่งในปัจจุบันมีข้อมูลจำนวนมากเกี่ยวกับการปลูกถ่ายเซลล์ต้นกำเนิดเม็ดเลือดในไขกระดูกให้กับผู้ป่วยจำนวนเป็นพันๆ คนแล้ว นอกจากนี้การใช้เซลล์ต้นกำเนิดชนิดที่เติบโตแล้วในการปลูกถ่ายยังมีข้อได้เปรียบ กล่าวคือเซลล์ต้นกำเนิดจากเนื้อเยื่อหรืออวัยวะบางชนิดอาจเพิ่มจำนวนภายนอกในร่างกายได้ยาก เช่น เซลล์ต้นกำเนิดเม็ดเลือด หากจำเป็นต้องใช้เซลล์ต้นกำเนิดจำนวนมากให้เพียงพอในการปลูกถ่าย อาจใช้เซลล์ต้นกำเนิดประสาทซึ่งเพาะเลี้ยงและเพิ่มจำนวนได้ง่ายกว่าแทน ในทางตรงข้าม หากต้องการเซลล์ต้นกำเนิดประสาทในการปลูกถ่าย เซลล์ต้นกำเนิดประสาทหาได้ยาก อาจใช้เซลล์ต้นกำเนิดเม็ดเลือดซึ่งหาได้ง่ายกว่าแทนได้

การใช้เซลล์ต้นกำเนิดชนิดที่เติบโตแล้วอาจมีปัญหาและอุปสรรคเช่นเดียวกัน การเก็บเซลล์ต้นกำเนิดชนิดนี้ค่อนข้างลำบาก ทั้งนี้เพราะยากที่จะบอกว่าเป็นเซลล์ต้นกำเนิดและพบมีเซลล์ต้นกำเนิดกระจายอยู่ทั่วไปในเนื้อเยื่อและอวัยวะต่างๆ การเพิ่มจำนวนเซลล์ต้นกำเนิดก็ทำได้ยาก การแยกเซลล์ต้นกำเนิดจากอวัยวะบางชนิด เช่น

สมอง ทำให้เกิดการกระทบกระเทือนต่ออวัยวะนั้น ข้อดีของการใช้เซลล์ต้นกำเนิดที่เจริญเติบโตแล้วก็คือสามารถนำเซลล์ต้นกำเนิดของตัวเองมาทำการปลูกถ่าย ทำให้ไม่มีปัญหาทางภูมิคุ้มกันเกิดขึ้น แต่เซลล์ต้นกำเนิดที่นำมาปลูกถ่ายจำเป็นต้องนำไปเพาะเลี้ยงก่อนซึ่งต้องใช้เวลา และเซลล์ต้นกำเนิดของตัวผู้ป่วยเองอาจมีความผิดปกติทางพันธุกรรมและทำให้เกิดโรค นอกจากนี้เซลล์ต้นกำเนิดของผู้สูงอายุ มีศักยภาพในการเจริญและแบ่งตัวได้น้อยลง

อย่างไรก็ตาม แม้ขณะนี้จะมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเซลล์ต้นกำเนิดที่เจริญเติบโตแล้วที่พบในผู้ใหญ่อย่างมากมาย และมีความหวังอย่างยิ่งว่าจะนำมาใช้ประโยชน์ในการรักษา รวมทั้งไม่มีปัญหาทางจริยธรรมอย่างเช่นในเซลล์ต้นกำเนิดตัวอ่อนก็ตาม แพทย์และนักวิทยาศาสตร์จะต้องทำงานวิจัยอีกมาก เพื่อศึกษาเซลล์ต้นกำเนิดชนิดที่เจริญเติบโตแล้ว ทั้งในด้านกว้างและลึกมากขึ้น ก่อนที่จะนำไปใช้ในการรักษาโรคต่างๆ ในมนุษย์ มีคำถามหลายอันที่ขณะนี้ยังไม่มีความชัดเจน เช่น เมื่อปลูกถ่ายเซลล์ต้นกำเนิดแล้ว และมีการสร้างเซลล์ หรือเนื้อเยื่ออื่นเกิดขึ้น เซลล์หรือเนื้อเยื่ออื่นนั้นจะทำหน้าที่ได้เหมือนกับในเซลล์หรือเนื้อเยื่อปกติหรือไม่ เป็นต้น

สรุป

งานวิจัยเกี่ยวกับเซลล์ต้นกำเนิดได้จุดประกายให้เกิดความหวังว่าจะสามารถนำเซลล์ต้นกำเนิดมาใช้ในการรักษาโรคต่างๆ เช่น โรคสมองเสื่อม โรคพาร์กินสัน โรคหลอดเลือดตีบ โรคเบาหวาน โรคหัวใจวาย อย่างไรก็ตาม ยังมีปัญหาต่างๆ ที่ต้องแก้ไข โดยเฉพาะปัญหาทางจริยธรรมในการใช้เซลล์ต้นกำเนิดตัวอ่อน รวมทั้งยังต้องการความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเซลล์ต้นกำเนิดให้เพียงพอก่อนที่จะนำเซลล์ต้นกำเนิดมาใช้ในการรักษาผู้ป่วย

เอกสารอ้างอิง

1. Annas GJ, Caplan A, Elias S. Stem cell politics, ethics and medical progress. *Nature Med* 1999;5:1339-41.
2. Thomson JA, Itskovitz - Eldor J, Shapiro SS, Waknitz MA, Swiergiel JJ, Marshall VS, Jones JM. Embryonic stem cell lines derived from human blastocysts. *Science* 1998;282:1145-7.
3. Anderson DJ, Gage FH, Weissman IL. Can stem cells cross lineage boundaries? *Nature Med* 2001;7:393-5.
4. Rao MS, Mattson MP. Stem cells and aging : expanding the possibilities. *Mech Aging Dev* 2001; 122:713-34.
5. Kehat I, Kanyagin - Karsenti D, Snir M, Segev H, Amit M, Gepstein A, et al. Human embryonic stem cells can differentiate into myocytes with structural and functional properties of cardiomyocytes. *J Clin Invest* 2001;108:407-14.
6. Hescheler J, Fleischmann BK, Lentini S, Mattsev VA, Rohwedel J, Wobus AM, Addicks K. Embryonic stem cells : a model to study structural and functional properties in cardiomyogenesis. *Cardiovasc Res* 1997; 36:149-62.
7. Lumelsky N, Blondel O, Laeng P, Velasco I, Ravin P, McKay R. Differentiation of embryonic stem cells to insulin-secreting structure to pancreatic islets. *Science* 2001;292:1389-94.
8. Okabe S, Forsberg - Nilsson K, Spiro AC, Segal M, McKay RD. Development of neuronal precursor cells and functional postmitotic neurous from embryonic stem cells in vitro. *Mech Dev* 1996;59:89-102.
9. Svendsen CN, Caldwell MA, Ostenfeld T. Human neural stem cells : isolation, expansion and transplantation. *Brain Patho* 1999;9:433-513.
10. Kaufman DS, Hanson ET, Lewis RL, Auerbach R, Thomson JA. Hematopoietic colony -forming cells derived from human embryonic stem cells. *Proc Natl Acad Sci USA* 2001;98:10716-21.
11. Folkerth RD, Durso R. Survival and proliferation of nonneural tissues, with obstruction of cerebral ventricles, in a parkinsonian patient treated with fetal allografts. *Neurology* 1996;46:1219-25.
12. McDonald JW, Liu X-Z, Qu Y, Liu S, Mickey SK, Turetsky D, et al. Transplanted embryonic stem cells survive, differentiate and promote recovery in injured rat spinal cord. *Nature Med* 1999;5:1410-2.
13. Human Fertilisation and Embryology Act 1990. Chapter 37, London HMSO.
14. นริศ เจนวิริยะ, การเมืองเรื่อง stem cell มองไปในโลกกว้าง เมติคอลไทม์ 1-15 กันยายน 2544 หน้า 27.
15. Asiaweek August 24, 2001. Asia's stem cell savant :34-7.
16. Ferrari G, Cusella - De Angelis G, Colette M, Paolucci E, Stomaivola A, Cossu G, Mavilio F. Muscle regeneration by bone marrow - derived myogenic progenitors. *Science* 1998;279:1528-30.
17. Woodburg D, Schwartz EJ, Prockup DJ, Black IB. Adult rat and human bone marrow stromal cells differentiate into neurons. *J Neurosci Res* 2000;61:364-70.
18. Morrison SJ. Stem cell potential : Can anything make anything? *Curr Biol* 2000;11:R7-R9.
19. Goodell MA, Jackson KH, Majka SM, Mi T, Wang H, Pocius J, et al. Stem cell plasticity in muscle and bone marrow. *Ann NY Acad Sci* 2001;938:208-10.
20. Orlic D, Kajstura J, Chimenti S, Jakoniuk I, Anderson SM, Li B, et al. Bone marrow cells regenerate infarcted myocardium. *Nature* 2001;410:640-1.
21. Zhang SC, Ge B, Duncan ID. Adult brain retains the potential to generate oligodendroglial progenitors with extensive myelination capacity. *Proc Natl Acad Sci USA* 1999;96:4089-94.
22. Mancardi GL, Saccardi MD, Filippi M, Gualandi F, Murialdo A, Inglese M, et al. Autologous hematopoietic stem cell transplantation suppresses Gd - enhanced MRI activity in MS. *Neurology* 2001;57:62-8.

