

ธรรมชาติบำบัด ความมหัศจรรย์ของร่างกาย

แนวทางธรรมชาติบำบัดมีคนสนใจมากขึ้นส่วนหนึ่งจะมาจากรอคางโรคที่วงการแพทย์ยังไม่อาจจะสามารถรักษาให้หายได้ ทั้งนี้เพราะการแพทย์แผนปัจจุบันจะพยายามตรวจหาสาเหตุของโรค และรักษาแก้ไขที่ต้นเหตุ นั่นซึ่งต้องมีการวิจัยค้นคว้าและต้องใช้ ขบวนการทางวิทยาศาสตร์เขามากำกับตรวจสอบ จึงจำเป็นต้อง มีการวิจัยและทดสอบด้วยขั้นตอนที่มากมายและต้องเริ่มจาก หลอดทดลองก่อนแล้วมาสัตว์ทดลอง แล้วนำมาทดลองกับอาสาสมัคร จนแน่ใจว่าไม่มีอันตรายและได้ผลจึงจะนำมาใช้ ทำให้ได้รับการยอมรับและเชื่อถือและทำให้ผลการรักษาได้รวดเร็ว แต่ร่างกายคนเราก็มีระบบการทำงานที่สลับซับซ้อนและเทคนิคในปัจจุบันยังตรวจสอบไม่ได้ ต้องเสียเวลาที่จะค้นคว้าหาเทคนิคใหม่ๆมาตรวจ จึงทำให้ความก้าวหน้าในบางด้านไม่เร็วเท่าที่ควร โรคหลายโรคยังไม่สามารถหาสาเหตุได้ ทำให้ยังไม่สามารถ ตอบสนองในการรักษาโรคอีกหลายโรค แต่ในแนวทางธรรมชาติ บำบัดนั้นมนุษย์อาศัยการสังเกตจากการปฏิบัติต่างๆ ที่มีผลดีต่อ ร่างกายและกายทอดกันมาเป็นร้อยเป็นพันๆปี สามารถปฏิบัติและมีผลดีต่อร่างกายได้ แต่ไม่มีการพิสูจน์ยืนยันทางวิทยาศาสตร์ แต่ หัวใจสำคัญคือให้ร่างกายรักษาตัวเอง โดยเชื่อว่าร่างกายมนุษย์นั้น ธรรมชาติได้สร้างมาอย่างดีที่จะดูแลตัวเองได้ เพียงแต่เราต้อง คอยดูแลปรับสมดุลต่างๆของร่างกายให้ปกติ และผลนั้นจะเป็น ไปอย่างซาๆ ขึ้นกับผูปฏิบัติว่าทำได้ถูกต้องและเข้าใจได้แค่ไหน และความสามารถของร่างกายที่จะรักษาตัวเองได้ดีขนาดไหน ซึ่ง บางอย่างก็ต้องเป็นการเปลี่ยนแปลงวิถีการดำเนินชีวิตจากเดิม ตลอดไป ซึ่งไม่ถ่วงนัก เช่นเราจะได้เห็นหรืออ่านจากหนังสือที่ผู้ เขียนได้รับการตรวจพิสูจน์ว่าเป็นมะเร็ง หลายคนเป็นมะเร็งชนิดที่ ข้อมูลทางการแพทย์บ่งบอกว่าจะมีชีวิตอยู่ได้ไม่นานเช่น 6 เดือน

ถึงหนึ่งปี แต่เมื่อเบี่ยงเบนวิถีชีวิตมาใช้แนวทางธรรมชาติบำบัด ก็สามารถจะมีชีวิตที่มีคุณภาพดีขึ้นเหมือนคนปกติ บางคนก็ยังคงอยู่มานานเกิน 10 ปี หรือในคนที่ เป็นโรคหลอดเลือดหัวใจตีบก็มี รายงานทางการแพทย์ของอเมริกาโดย ดร. ออร์นิจ ดีและคณะได้ ใช้แนวทางธรรมชาติบำบัด เปรียบเทียบกับการรักษาทางแพทย์ ปัจจุบันมีคนไข้ทั้งหมด 48 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม 28 คนใช้อาหาร มังสวิรัติที่มีไขมัน 10% ร่วมกับการออกกำลังกายแอโรบิค การฝึกควบคุมความเครียด หยุดสูบบุหรี่และมีการใช้จิตวิทยา บำบัดเป็นหมู่ โดยกลุ่มนี้ไม่ไช่ยาลดไขมัน และอีก 20 คนเป็นกลุ่ม ควบคุม ใช้วิธีการรักษาทางแพทย์ตามปกติติดตามผล 5 ปี พบว่า กลุ่มที่ใช้ธรรมชาติบำบัดหลอดเลือดหัวใจตีบลดน้อยลง โดยปีที่ 5 ก็ลดลงมากกว่าปีที่ 1 ในขณะที่กลุ่มควบคุมหลอดเลือดหัวใจตีบ มากขึ้น โดยที่มีผู้ป่วยติดตามครบ 5ปี จำนวน 35 คน กลุ่มที่ใช้ ธรรมชาติบำบัด 20 คน (JAMA : 1998, Dec.280)

แสดงให้เห็นว่าร่างกายมนุษย์มีศักยภาพในการซ่อมแซม และรักษาตัวเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ถ้าพิจารณาดูร่างกายมนุษย์เกิดจากเซลล์ ๆ เดียวที่ได้ จากสเปอร็มผสมกับไข่จากหนึ่งเซลล์จะแบ่งตัวเป็นสอง,สี่และทวีคูณ เรื่อย ๆ เป็นบลาสโตซิส(Blastocyst) ซึ่งมีลักษณะคล้ายถุงน้ำกลม ๆ เล็ก ๆ มีกลุ่มเซลล์ (Inner cell mass) อยู่ข้างหนึ่ง ซึ่งกลุ่มเซลล์นี้จะมีสามชั้น จากนั้นก็จะฝังตัวที่ผนังมดลูก ส่วนหนึ่งผนังถุงน้ำนั้นก็ จะกลายเป็นรก ส่วนกลุ่มเซลล์ภายในชั้นนอก(Ectoderm) จะพัฒนา เป็นเซลล์ผิวหนัง เซลล์ประสาทและต่อมอะดรีนอล ต่อมพิทิวตารี, ตา หู เซลล์ให้สี ส่วนเซลล์ชั้นกลาง(Mesoderm) จะพัฒนาไปเป็น เซลล์กล้ามเนื้อหัวใจและเซลล์กล้ามเนื้อลายและกล้ามเนื้อเรียบของ ทางเดินอาหาร เซลล์ไขกระดูก ต่อมน้ำเหลือง หลอดเลือด ส่วน เซลล์ชั้นใน(Endoderm) จะพัฒนาไปเป็นต่อมไทมัส(Thymus)

ต่อมไทรอยด์ พาราไทรอยด์ ปอด หลอดลม กระเพาะปัสสาวะ ระบบทางเดินอาหาร ตับ ตับอ่อน จะเห็นได้ว่าร่างกายมนุษย์พัฒนาจากเซลล์หนึ่งเซลล์ และยิ่งกว่านั้นร่างกายมนุษย์ยังมีเซลล์ต้นกำเนิด(Adult stem cell)อยู่

เซลล์ต้นกำเนิด(Stem cell) จะมีลักษณะ 2 ประการคือ สามารถจะกอบปัวตัวเองเพิ่มจำนวนเป็นระยะเวลานาน(Proliferation) และสามารถพัฒนาเป็นเซลล์ของอวัยวะอื่นๆในร่างกายได้คือเซลล์ที่มีรูปร่างเฉพาะและหน้าที่เฉพาะ เช่นเซลล์กล้ามเนื้อ (สามารถ Differentiation)โดยปกติจะสร้างเป็นเซลล์ต้นแบบก่อน(Progenitor or Precursor cell) ดังนั้นเซลล์ไข่ที่ผสมแล้วก็เป็นเซลล์ต้นกำเนิด (เรียกว่า Totipotent stem cell) จะพัฒนาเป็นรกและเซลล์ของร่างกายทั้งหมด ส่วนกลุ่มเซลล์ภายในบลาสโตซิสส(Inner cell mass) ก็เป็นเซลล์ต้นกำเนิด(เรียกว่า Pleuripotent stem cell) ที่จะพัฒนาเป็นเซลล์ของร่างกายทั้งหมด

ส่วนเซลล์ต้นกำเนิดที่พบในเด็กและผู้ใหญ่(Adult stem cell) ที่มีรายงานในปัจจุบัน พบในสมอง(Neural stem cell) ไขกระดูก เลือด หลอดเลือด กล้ามเนื้อลาย เยื่อระบบทางเดินอาหาร และผิวหนัง หนองฟัน(Dental pulp) ไขสันหลัง(Spinal cord) ตา (Cornea, Retina) ตับและตับอ่อน ที่มีการศึกษามากที่สุดคือจากไขกระดูก(Bone marrow) และจากเลือด ข้อมูลในปัจจุบันพบว่าในไขกระดูก(Bone marrow) จะมีเซลล์ต้นกำเนิดสองชนิดคือเซลล์ต้นกำเนิด(HSC=Hematopoietic Stem Cell)ที่สร้างเม็ดเลือดและเกร็ดเลือด เซลล์ต้นกำเนิด(Bone marrow stroma cell หรือ Mesenchymal stem cell) ที่จะสร้างกระดูก กระดูกอ่อน เนื้อเยื่อและเครือข่ายระหว่างเซลล์ที่ค้ำจุนเม็ดเลือด(Fibrous connective tissue และ Reticular network) ในเลือด(Peripheral blood) นอกจากเซลล์ต้นกำเนิด(HSC)ที่สร้างเม็ดเลือดและเกร็ดเลือด ยังพบ

เซลล์ต้นกำเนิด 2 ชนิดที่เกี่ยวข้องคล้ายกับเซลล์ต้นกำเนิด (Bone marrow stromal stem cell) ที่สร้างกระดูกและเนื้อเยื่อ เซลล์ต้นกำเนิดจากไขกระดูกและเลือดในปัจจุบัน นอกจากเซลล์เม็ดเลือดและเกร็ดเลือด พบว่าจะพัฒนาไปเป็นเซลล์สมอง, กล้ามเนื้อลาย และกล้ามเนื้อหัวใจ, ตับ การศึกษาทำไปได้ช้าเพราะอุปสรรคที่สำคัญ คือไม่สามารถเพิ่มจำนวนในห้องทดลองได้ จึงทำให้ได้จำนวนไม่มากและในไขกระดูกจะมีเซลล์ต้นกำเนิด(HSC)ในอัตราส่วน 1:10,000-15,000 และในเลือดจะมีน้อยลงไปอีก 1:100,000 ฉะนั้นจำเป็นต้องวิจัยหาวิธีเพิ่มจำนวนในห้องทดลองให้ได้ก่อน

กระดูกคือส่วนที่แข็งที่สุดและคงทนที่สุดในร่างกายเราเพราะเป็นส่วนที่มีเซลล์ต้นกำเนิด(Adult stem cell) ซึ่งจะเป็นส่วนที่สำคัญที่จะสร้างภูมิคุ้มกันปกป้องและซ่อมแซมส่วนต่างๆของร่างกาย โดยอยู่ที่ไขกระดูก(Red marrow) ซึ่งได้มีการศึกษามานานแล้วว่า เซลล์ต้นกำเนิด(HSC) จะพัฒนาเป็นเม็ดเลือดขาว(นิวโทรฟิล, อีโอซิโนฟิล เบโซฟิล โมโนไซต์ ลิมโฟไซต์), เม็ดเลือดแดง, เกร็ดเลือด และเซลล์ที่คอยทำลายกระดูก(Osteoclast) ซึ่งในไขกระดูกจะมีเซลล์ต้นกำเนิดอีกชนิดหนึ่ง(Bone marrow stromal stem cell) จะพัฒนาเป็นเซลล์สร้างกระดูก(Osteoblast) ก็จะสร้างกระดูกและเนื้อเยื่อ ดังนั้นกระดูกก็จะมีการสร้างและทำลายไปอยู่ตลอดเวลาไม่หยุดนิ่งตลอดอายุ ซึ่งเราพบว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงของแคลเซียมในกระดูกเท่ากับ 100% ต่อปี ในทารกแรกคลอดและลดลงเหลือ 18% ต่อปีในผู้ใหญ่

โดยปกติที่ไขกระดูก(Bone marrow) จะเป็นเม็ดเลือดขาว 75% และเม็ดเลือดแดง 25% แต่ในเลือดจะมีเม็ดเลือดแดงมากกว่าเม็ดเลือดขาว มากกว่า 500 เท่า ทั้งนี้เพราะเม็ดเลือดแดงจะมีอายุยืนยาวกว่า (คือ 120 วัน) แต่เม็ดเลือดขาวจะอยู่ในหลอดเลือดชั่วคราวระยะเวลาสั้นๆและจะออกนอกเส้นเลือดไปตามเนื้อเยื่อต่างๆ

เช่น เม็ดเลือดขาวชนิดนิวโทรฟิล(PMN=Polymorphoneuclear cell) ซึ่งมีจำนวนมากที่สุดในเลือด(50-70%) จะมีจำนวนน้อยลงครึ่งหนึ่ง(half life) ใน เวลา 6 ชม. โดยที่จำนวนหนึ่งจะเกาะติดที่ผนังหลอดเลือดและเคลื่อนที่คล้ายกับการหกละเม็นต์ลึงกาไปตามผนังหลอดเลือด และจำนวนมากจะเคลื่อนแทรกตัวออกจากหลอดเลือดฝอย(Diapedesis) เข้าสู่อวัยวะต่างๆ จำนวนมากจะออกไปในทางเดินอาหารและออกจากร่างกายไป เมื่อเข้าสู่อวัยวะต่างๆ จะทำหน้าที่อยู่ประมาณ 1-2 วันหรือเมื่อหมดหน้าที่ก็จะสลายตัวเอง (Apoptosis=Programmed cell death) โดยไม่ก่อให้เกิดการอักเสบแต่อย่างใด แต่ถ้าถูกทำลายโดยวิธีอื่น เช่นการบาดเจ็บจะเกิดการอักเสบขึ้น ดังนั้นไขกระดูกจะต้องสร้างเม็ดเลือดขาวนิวโทรฟิลถึงวันละ 100 พันล้านเซลล์ เพื่อจะรักษาระดับของเม็ดเลือดขาวชนิดนี้อยู่คงที่ (3,000-6,000 เซลล์/ μ l) ในสภาวะปกติ

ยังมีเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดนิวเคลียสหลายปม(Multi segment) เหมือนกับเม็ดเลือดขาวนิวโทรฟิลแต่แกรนูลติดสีที่เป็นกรดสีแดงเรียกว่าเม็ดเลือดขาวอีโอซิโนฟิล(Eosinophil) จะมีจำนวนน้อย 1-4% (หรือ 150-300 เซลล์/ μ l) ก็จะคล้ายกัน อยู่ในกระแสเลือดไม่นานก็ออกจากหลอดเลือดแต่จะไปอยู่บริเวณเซลล์เยื่อของทางเดินอาหารและหลอดลมและทางเดินปัสสาวะคอยป้องกันกำจัดพวกพยาธิ

เซลล์เม็ดเลือดขาวนิวเคลียสหลายปมซึ่งแกรนูลจะติดสีที่เป็นด่างเป็นสีน้ำเงินเรียกว่าเซลล์เม็ดเลือดขาวเบโซฟิล(Basophil) ภายในแกรนูลจะเป็นพวกฮีสตามีน(Histamine) และเฮพพาริน(Heparin) ลักษณะคล้ายแมสเซลล์(Mast cell) ซึ่งอยู่ในเนื้อเยื่อต่างๆของร่างกายโดยเฉพาะในเยื่อเมือก เมื่อที-เซลล์ตรวจจับแอนติเจนได้ก็จะสร้างสารสื่อเซลล์(คือ Histamine releasing factor) ส่วนเม็ดเลือดขาวเบโซฟิลจะมีตัวรับและมีการปล่อยแกรนูลออก

มา ซึ่งเราพบในอาการแพ้ลมพิษ(Urticaria) แพ้อากาศ(Rhinitis) จนถึงภาวะแพ้จนช็อค(Anaphylactic shock) ส่วนแมสเซลล์ (Mast cell) จะต้องให้โปรตีนภูมิต้านทานหรือแอนติบอดีจับกับแอนติเจนก่อน(IgE coated Antigen) จึงจะมาจับตัวรับที่ผิวนองแมสเซลล์แล้วจึงมีการปล่อยแกรนูลออกมาเช่นเดียวกัน

เซลล์เม็ดเลือดขาวที่มีนิวเคลียสกลมจะมีสองชนิดคือ ชนิดตัวโตเรียกว่าโมโนไซต์ (Monocytes) มีประมาณ 2-8% (300-600 เซลล์/ μ l) เมื่ออยู่ในกระแสเลือดประมาณ 72 ชม. ก็จะออกนอกเส้นเลือดไปตามอวัยวะต่างๆ เปลี่ยนเป็นเซลล์มาโครฟาจ (Macrophage) ข้อมูลบ่งชี้ว่าอยู่ได้ประมาณ 3 เดือน นอกจากนี้ บางส่วนก็จะเป็นคัพเฟอร์เซลล์ของตับ (Kupffer cell) และไมโครเกลียในสมอง(Microglia cell) ชนิดที่สองคือเซลล์ขนาดเล็ก เรียกว่าลิมโฟไซต์ (Lymphocytes) โดยมีสองชนิดคือที-เซลล์ (T-cell หรือ T-lymphocytes) โดยในช่วงทารกในครรภ์เซลล์ต้นแบบของลิมโฟไซต์จากไขกระดูกจะเข้าไปพัฒนาที่ต่อมไทมัส(Thymus) และเปลี่ยนเป็นที-เซลล์ อีกกลุ่มหนึ่งเข้าไปที่ตับหรือหลังคลอดที่สร้างจากไขกระดูกจะเป็นบี-เซลล์(B-cell หรือ B-lymphocyte) ซึ่งหลังคลอดทั้งทีและบี-เซลล์จะเข้าไปอยู่ในต่อมน้ำเหลืองทั่วร่างกาย ต่อมไทมัสและม้ามและจะเข้าสู่การไหลเวียนของเลือดทางท่อน้ำเหลือง(Thoracic duct)ที่เปิดเข้าสู่หลอดเลือดดำที่คอ (Subclavian vein) ซึ่งปริมาณของทีและบี-เซลล์ในเลือดจะมี 2% ของร่างกายทั้งหมด ซึ่งประมาณกันว่าจะมีลิมโฟไซต์เข้ากระแสการไหลเวียนของเลือด 3.5×10^{10} เซลล์ต่อวัน ส่วนหนึ่งจะเกาะติดผนังและออกจากหลอดเลือดเหมือนเม็ดเลือดขาวนิวโทรฟิล และเข้าสู่เนื้อเยื่อและเข้าท่อน้ำเหลืองที่กระจายไปตามต่อมน้ำเหลืองที่ต่างๆ บางส่วนก็จะเข้าไปในระบบการไหลเวียนของเลือดอีกมากกว่าหนึ่งครั้ง(ผ่านทาง Thoracic duct) โดยปริมาณที-เซลล์ใน

เลือดจะมี 70-80% ที่เหลือเป็นบี-เซลล์และในท่อน้ำเหลืองใหญ่ (Thoracic duct) จะมีที-เซลล์ 90%, ในต่อมน้ำเหลืองจะมีที-เซลล์ 30-40% และที่ม้ามจะมี 20-30% โดยที่บี-เซลล์จะพัฒนาเป็นพลาสมาเซลล์(Plasma cell) มีลักษณะนิวเคลียสกลมคล้ายซีลอรก และจะเป็นเซลล์ที่ผลิตโปรตีนภูมิต้านหรือแอนติบอดี (คือ Immunoglobulin มี 5 กลุ่ม G, A, M, D และ E เขียนย่อเป็น IgG, IgA, IgM, IgD, IgE) ส่วนที-เซลล์หลังจากที่สามารถผลิตโมโนโคลนแอนติบอดี(Monoclonal Antibody) จากพลาสมาเซลล์ในห้องทดลองได้ ซึ่งเป็นแอนติบอดีเฉพาะแอนติเจนแต่ละชนิด ซึ่งปกติที่ผนังของเซลล์จะมีแอนติเจน(Antigen) เป็นไกลโคโปรตีน (Glycoprotein) ทำให้ แยกชนิดของเซลล์ได้ตามลักษณะแอนติเจน (เรียกว่า Cluster of Differentiation (CD) Classification) พบว่าที-เซลล์จะมี 2 ชนิดคือ ซีดี 4 ที-เซลล์(CD4 helper T-cell หรือ Th₀) และซีดี 8 ที-เซลล์(CD8 Cytotoxic T-cell หรือ Tc₀)

เซลล์ในร่างกายมนุษย์จะติดต่อสื่อสารกันมีอยู่ 4 ชนิด คือ ผ่านผนังเซลล์ที่ติดกันโดยตรง (Gap junction), ผ่านทางระบบประสาท(Neural communication) โดยมีสารสื่อประสาท(Neurotransmitter) ออกมาบริเวณรอยเชื่อมต่อ(Synapse), โดยสร้างฮอร์โมนหรือโกรทแฟคเตอร์(Hormone or Growth Factors) เข้าไปในเลือดสู่ระบบการไหลเวียนของเลือด ไปสู่เซลล์ต่างๆ (Endocrine communication) และสุดท้ายคือสร้างสารสื่อเซลล์ (Cytokines) ที่จะซึมแพร่กระจายไปตามของเหลวนอกเซลล์ (Extracellular Fluid) ซึ่งจะไปยังเซลล์ข้างเคียง(Paracrine communication) หรือจะมายังเซลล์ตัวเอง(Autocrine communication) โดยที่ผนังเซลล์ต่างๆจะมีตัวรับเฉพาะที่แตกต่างกันไป สารสื่อเซลล์แต่ละชนิดจะมาจับกับตัวรับนั้นที่ผนังเซลล์และเกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลงเฉพาะเซลล์นั้นขึ้น

ในเซลล์เม็ดเลือดขาวจะสร้างสารสื่อเซลล์นี้(Cytokines) ซึ่งเป็นสารคล้ายฮอร์โมน ซึ่งจะมีผลให้เซลล์ที่มีตัวรับเกิดการกระตุ้น (Activation) แบ่งตัวเพิ่มจำนวน(Division) หรือเข้าโปรแกรมสลายตัว(Apoptosis) หรือเคลื่อนไหวเข้าหา ฯลฯ ซึ่งเริ่มแรกเราจะเรียกชื่อตามลักษณะการทำงาน (เช่น TNF=Tumor Necrosis Factor ทำให้เกิด Vascular thrombosis and Tumor necrosis หรือ Chemokine ซึ่งจะกระตุ้นให้เม็ดเลือดขาวเคลื่อนที่เข้าหา หรือ IFN = Interferons ซึ่งจะรบกวนการแบ่งตัวของเชื้อไวรัส หรือ TGF- β =Transforming Growth Factor- β ซึ่งจะทำให้Fibroblastแบ่งตัวช่วยให้แผลหาย,ทำให้บี-เซลล์สร้าง IgA,ยับยั้งการแบ่งตัวของเซลล์มาโครฟาจและลิมโฟไซต์และลดการอักเสบ) แต่บางตัวเมื่อเรารู้การเรียงลำดับของกรดแอมมิโนแล้วเราก็จะตั้งชื่อเฉพาะใหม่ (เช่น ตัวที่กระตุ้นให้ บี-เซลล์แบ่งตัวเดิมเรียกว่า B-cell-stimulating factor เปลี่ยนเป็น Interleukin-4 หรือ IL-4 เป็นต้น)

หน้าที่ของเซลล์เม็ดเลือดขาวคือการปกป้องคุ้มกันร่างกาย เมื่อแรกคลอดร่างกายเราจะมีระบบภูมิคุ้มกันซึ่งมีมาแต่กำเนิด (Innate immunity) โดยจะมีเม็ดเลือดขาวนิวโทรฟิลและเซลล์มาโครฟาจ ซึ่งสามารถตรวจจับแอนติเจนไม่เฉพาะเจาะจง โดยอาศัยส่วนประกอบไขมันและน้ำตาลที่มีลักษณะเฉพาะของผนังเซลล์ของเชื้อโรค ไม่พบในเซลล์ร่างกายมนุษย์(เช่น Lipopolysaccharide ของเชื้อ gram negative หรือ Lipotechoic acid ของเชื้อ gram positive หรือ Mannans บนผนังเซลล์ยีสต์) ซึ่งตัวรับบนผนังเซลล์เม็ดเลือดขาวเหล่านี้จะมีผลต่อเซลล์ คือทำให้เซลล์เม็ดเลือดขาวกินเชื้อนั้นเข้าไปในเซลล์(Endocytosis)ซึ่งในส่วนเม็ดเลือดขาวนิวโทรฟิลก็จะรวมเข้ากับแกรนูลในไซโตพลาสซึมเป็นส่วนในเซลล์ ที่มีผนังเซลล์หุ้มอยู่ (เรียกว่า Phagolysosome) จากนั้น

1) จะฆ่าเชื้อนี้ โดยสองกลไกคือจะใช้ออกซิเจนทำให้เกิด

เป็นไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ อนุมูลอิสระไฮดร็อกซิล หรือซิงเกิร์ต ออกซิเจน (โดยใช้ NADPH Oxidase ในผนังเซลล์) หรือไม่ใช้ออกซิเจน เช่น เปลี่ยนคลอไรต์ไอออน(Cl^-) เป็นกรดไฮโปคลอไรต์ ($HOCl$) (โดยใช้ Myeloperoxidase) ซึ่งจะทำให้เชื้อตายได้ ร่วมกับ เอนไซม์ไนโลโซไซมย่อยสลายต่อไป ส่วนในเซลล์มาโครฟาจบางเซลล์ก็จะใช้วิธีเหมือนในเซลล์เม็ดเลือดขาวนิวโทรฟิล แต่บางเซลล์ก็จะย่อยสลายบางส่วนแล้วแสดงลักษณะของแอนติเจนของเชื้อ ออกมาที่ผนังเซลล์ (เป็น MHC Class II Antigen Presenting Cell ซึ่งจะกล่าวต่อไป) เพื่อช่วยในการสร้างโปรตีนภูมิต้านทานหรือ แอนติบอดีเฉพาะของ บี-เซลล์

2) จะกระตุ้นให้ยีนที่สร้างโปรตีนต่อต้านเชื้อราออกมา (เราเรียกว่า TLRs=Toll-Like Receptors ซึ่งปัจจุบันพบแล้ว 5 ชนิด)

3) จะสร้างสารที่ออกฤทธิ์ที่ผนังเซลล์ทำให้เม็ดเลือดขาว มาจับเชื้อนั้นได้ดีขึ้น (Opsonization คล้ายกับ Opsonin ในระบบ Complement System และ IgG ที่บี-เซลล์สร้างขึ้น ซึ่งตัวอย่างนี้ คือ Mannan binding lectin)

เซลล์ลิมโฟไซต์(Lymphocyte) อีกชนิดหนึ่งเราเรียกว่า เซลล์นักฆ่า(NK = Natural Killer) แต่ไม่ใช่เซลล์เพชฌฆาตที-เซลล์ (CD8-Cytotoxic T-cell) เพราะไม่มีแอนติเจนซีดี 8 ที่ผนังเซลล์ โดยจับเซลล์ที่ผิดปกติที่ถูกแอนติบอดีหรือโปรตีนภูมิต้านทานโจมตี เกาะยึดแล้ว (ปกติ โปรตีนภูมิต้านทาน(Immunoglobulin) มี 2 ส่วน คือ Fab portion จะเป็นส่วนที่จะจับกับ Antigen อีกส่วนหนึ่งเรียกว่า Fc portion เป็น Effector portion โดยที่ NK cell จะมีตัวรับ (FcR)ที่จะจับกับส่วนของโปรตีนภูมิต้านทานที่จับแอนติเจนแล้ว) และเซลล์นักฆ่า(NK)นี้จะมีตัวรับอีกตัวที่จะตรวจจับแอนติเจนบน ผนังเซลล์นั้น(เป็น MHC Class I) ว่าเป็นเซลล์ของร่างกายหรือไม่

ถ้าใช้ตัวรับนี้ถูกจับเซลล์นักฆ่าก็จะไม่ดำเนินการใดๆ ถ้าไม่ใช่ตัวรับนี้จะไม่ถูกจับเซลล์นักฆ่าจะทำให้เกิดรูที่ผนังเซลล์นั้นตรงบริเวณที่ เกาะยึด(โดย Perforins)แล้วปล่อยเอ็นไซม์(Granzymes) เข้าไปในรูนั้นทำให้เซลล์นั้น ดี เอ็น เอ แตกสลายเข้าไปโปรแกรมสลายเซลล์ (Apoptosis)

นอกจากนี้ในเลือดยังมีเอ็นไซม์ที่สร้างจากตับโดยเมื่อปฏิกิริยาเริ่มต้นก็จะเกิดปฏิกิริยาลูกโซ่ตามมาทำให้เชื้อโรคหรือเซลล์นั้นตายได้ เรียกว่าระบบคอมพลีเมนต์ (Complement System) โดยขบวนการเริ่มต้นจากโปรตีนภูมิคุ้มกันต้านทานจับกับแอนติเจนหรือโดยโปรตีนในเลือด(Factor I) ที่สามารถจับกับผนังเซลล์ของเชื้อโรคที่มีลักษณะการเกาะกลุ่มน้ำตาลเฉพาะที่ไม่พบในร่างกายคน (คือ Polyglucose หรือ Polyfructose membrane) อีกกลไกหนึ่งมีการกระตุ้นจากน้ำตาลแมนโนสที่มีโปรตีนและน้ำตาลตัวอื่นอยู่ (เรียกว่า Mannan binding lecithin path way) ซึ่งทั้งสามขบวนการจะเกิดการกระตุ้น ซี3(C₃)ในระบบคอมพลีเมนต์ ซึ่ง ซี3(C₃) นอกจากจะทำให้ผนังของเชื้อโรคถูกเม็ดเลือดขาวจับกินง่ายขึ้น (Opsonization) แล้ว ซี3 จะมีปฏิกิริยาเหนี่ยวนำต่อไปกระตุ้น ซี5 (C₅) เป็นลูกโซ่ถึง ซี9(C₉) ผลสุดท้ายจะทำให้เกิดรูที่ผนังเซลล์ของเซลล์เชื้อโรค กลไกเหมือนเซลล์นักฆ่า(NK cell) ทำให้เซลล์ตายได้

นอกจากนี้ในน้ำนมแม่ครั้งแรกหลังคลอด (Colostrum) พบว่ามีโปรตีนภูมิคุ้มกันของแม่สูง(Immunoglobulin A (IgA)) ซึ่งทารกจะดูดซึมโปรตีนภูมิคุ้มกันนี้ได้ทีละไสส่วนต้นและดีที่สุดที่ไล่ไสส่วนปลาย (Review of Medical Physiology 20th edition William F. Ganong, 2001, p.456) จึงทำให้ทารกได้รับโปรตีนภูมิคุ้มกันจากแม่ในระยะแรกซึ่งทารกยังสร้างโปรตีนภูมิคุ้มกันนี้ไม่ได้ สมมุติเมื่อมีเชื้อโรคเข้าในร่างกาย เซลล์มาโครฟาจก็จะ

ตรวจพบก็จะจับกินเชื้อโรคนั้นขณะเดียวกันก็จะสร้างสารสื่อเซลล์ (Cytokines) มาหลายชนิดและโกรธแฟคเตอร์ (G-CSF = Granulocyte Colony Stimulating Factor) ไปยังเซลล์ต้นแบบในไขกระดูก ทำให้มีการแบ่งตัวเพิ่มจำนวนเม็ดเลือดขาวนิวโทรฟิล จะทำให้ปริมาณเม็ดเลือดขาวนิวโทรฟิลออกมาในเลือดมากขึ้น (Leucocytosis) ขณะเดียวกันเซลล์มาโครฟาจก็จะสร้างสารสื่อเซลล์มาที่ตัวรับที่เซลล์เม็ดเลือดขาวนิวโทรฟิลให้เคลื่อนที่เข้าหาบริเวณที่เชื้อโรคลุกล้ำเข้ามา (คือ Chemokines) ซึ่งสารสื่อเซลล์ตัวนี้จะมีผลให้โมเลกุลเกาะยึด (Selectin) ของผนังเม็ดเลือดขาวและเยื่อบุหลอดเลือดมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น (Upregulate) ทำให้เม็ดเลือดขาวนิวโทรฟิลยึดเกาะผนังหลอดเลือดมากขึ้นและจะมากที่สุดบริเวณที่เชื้อโรคเข้ามาและเม็ดเลือดขาวก็จะเคลื่อนออกนอกผนังหลอดเลือดฝอย (Diapedesis) เข้าสู่บริเวณที่เชื้อโรคและเซลล์มาโครฟาจอยู่ มีการรุมล้อมทำลายเชื้อโรคเหล่านั้น จะเห็นว่าถ้าเชื้อโรคที่สามารถเข้าไปอยู่ในเซลล์ เช่น เชื้อไวรัส หรือเชื้อวัณโรค หรือเชื้อโรคที่มีแคปซูลหุ้มอยู่ เช่น พวกนิวโมค็อกคัสหรือ ฮีโมฟิลลัส (Pneumococcus or Haemophilus) ตัวจับที่เซลล์เม็ดเลือดขาวไม่สามารถจะจัดการได้ ร่างกายเราจะมีการสร้างภูมิคุ้มกันเฉพาะ (Acquired Immunity) ซึ่งจะค่อยๆ พัฒนาขึ้นมาหลังได้รับเชื้อ เหล่านี้จึงเป็นระบบภูมิคุ้มกันที่มีความสำคัญที่จะปกป้องร่างกายให้มีชีวิตได้ยืนยาว ในกรณีที่เชื้อโรคหรือเชื้อไวรัสเข้าไปอยู่ในเซลล์หรือเซลล์มะเร็งหรือเซลล์แปลกปลอมก็จะมีที-เซลล์เพชรรฆาต (CD8 Cytotoxic T-cell) เป็นตัวกำจัดเซลล์ที่ติดเชื้อหรือเซลล์แปลกปลอมนั้น (เป็น Cellular Immunity) ขณะเดียวกันก็จะมีบี-เซลล์ (B-cell) ซึ่งจะเปลี่ยนเป็นพลาสมาเซลล์ (Plasma cell) สร้างโปรตีนภูมิคุ้มกัน (Immunoglobulin หรือ Antibody) มากอัยกำจัดเชื้อก่อนที่มันจะโจมตีเข้าไปในเซลล์ (เป็น Humoral Immunity) จะเห็นว่าการที่ที-เซลล์เพชรรฆาตจะต้องแยกแยะว่าเซลล์ตัวไหนปกติ

ตัวไหนมีเชื้อโรค, ไวรัสหรือเป็นเซลล์แปลกปลอม(เช่นกรณีเปลี่ยนไต) จะต้องสร้างตัวจับที่เฉพาะแอนติเจนนั้นจริงๆ มิฉะนั้นเซลล์ร่างกายปกติก็จะถูกฆ่าตาย โดยปกติเซลล์ทุกเซลล์จะมียีน(Gene) ที่จะสร้างโปรตีนที่เป็นแอนติเจนที่ผนังเซลล์ ตัวที่สำคัญเราเรียกว่า เอ็ม เฮช ซี ยีน (MHC gene = Major Histocompatibility Complex gene) ซึ่งของมนุษย์จะอยู่ที่ด้านแขนสั้นของโครโมโซมคู่ที่ 6 ซึ่งจะสร้างโปรตีนแอนติเจนที่ผนังเซลล์(HLA=Human Leucocyte Antigen) ซึ่งเราใช้ในการตรวจการเข้ากันของเนื้อเยื่อ ก่อนที่จะผ่าตัด เปลี่ยนอวัยวะ ซึ่งทางสัณตัญญาติพี่น้องกันมีโอกาสจะเข้ากันได้หนึ่งในสี่ ดังนั้นเซลล์ที่มีนิวเคลียสทุกเซลล์จะมี เอ็ม เฮช ซี โปรตีนชนิดที่ 1 (MHC-Class I หรือ HLA Class I) เป็นแอนติเจนที่ผนังเซลล์ โดยโปรตีนชนิดนี้จะสร้างจากโปรตีนที่สร้างขึ้นภายในเซลล์ ดังนั้นกรณีเชื้อไวรัสหรือเชื้อแบคทีเรียที่เข้าไปอยู่ในเซลล์ เช่น เชื้อวัณโรคหรือเซลล์ที่กลายเป็นมะเร็ง ก็จะมีโปรตีนของเชื้อแบคทีเรียหรือของเซลล์มะเร็งหรือของเชื้อไวรัส(จะเป็น RNA หรือ DNA หรือทั้งสองอย่างแล้วแต่ชนิด) ทำให้มีลักษณะแอนติเจนแตกต่างกันออกไป ซึ่งที่-เซลล์เพชรฆาตตรวจพบได้

นอกจากนี้แอนติเจนหรือเชื้อโรคภายนอกเซลล์ก็จะถูกเซลล์มาโครฟาจ, บี-เซลล์, เดนไดรติคเซลล์ในต่อมน้ำเหลือง (Dendritic cell) และลางเกอร์ฮานเซลล์ของผิวหนัง (Langerhan's cell of skin) กินเข้าไปในเซลล์แล้วย่อยสลาย นำส่วนที่เป็นเปปไทด์ (Peptide) สร้างเป็น เอ็ม เฮช ซี โปรตีนชนิดที่ 2 (MHC-Class II หรือ HLA Class II และเรียกเซลล์กลุ่มนี้ว่า APCs = Antigen-Presenting Cells)เป็นแอนติเจนที่ผนังเซลล์ที่ชนิดที่ 4 ที่-เซลล์ตรวจพบได้

เซลล์ต้นแบบลิมโฟไซต (Lymphocyte progenitor cell) จากไขกระดูกก่อนจะมาเป็นชนิดที่ 4 ที่-เซลล์ หรือชนิดที่ 8 ที่-เซลล์ หรือ

บี-เซลล์จะผ่านขบวนการปรับแต่งยีน(Gene rearrangement) โดยที่เซลล์ต้นแบบลิมโฟไซท์(Lymphocyte progenitor cell) จะเข้าไปพัฒนาในต่อมไทมัสในระยะแรกจะมีซีดี8 และซีดี4 แอนติเจน บนผนังเซลล์ จากนั้นจะเข้าขบวนการเลือกโดยเซลล์บุทีคอร์เท็กซ์(Cortical epithelium) เลือกเหลือเซลล์ที่มีตัวรับ เอ็ม เฮช ซี ชนิด 1 จะมีซีดี8 แอนติเจนและเซลล์ที่มีตัวรับ เอ็ม เฮช ซี ชนิด 2 จะมีซีดี4 แอนติเจน (คือได้ CD 4 helper T-cell ซึ่งมี Receptor ต่อ MHC Class II และ CD 8 Cytotoxic T-cell ที่มี Receptor ต่อ MHC Class I)จากนั้นก็ถูกรองครั่งสุดท้ายโดยเซลล์มาโครฟาจหรือเดนไดรติคเซลล์ ทำลายที-เซลล์ที่จับกับแอนติเจนของตัวเองเป็นการปรับความไว โดยเลือกเอา ซีดี4 ที-เซลล์ที่มีปฏิกิริยาเฉพาะต่อแอนติเจนบน เอ็ม เฮช ซี ชนิด 2 (MHC Class II) และซีดี8 ที-เซลล์ที่มีปฏิกิริยาเฉพาะต่อแอนติเจน เอ็ม เฮช ซี ชนิด1 (MHC Class I) แต่ไม่ทำปฏิกิริยาต่อแอนติเจนของตัวเอง (เรียกว่าเป็นการปรับ Self tolerance) ซึ่งมากกว่า 90% ของที-เซลล์จะถูกกำจัดออกไป(Clonal delete) โดยโปรแกรมสลายตัวของเซลล์(Apoptosis) จึงเหลือแต่ที-เซลล์ ซึ่งไม่มีปฏิกิริยาต่อแอนติเจนของตัวเอง จากนั้นที-เซลล์ทั้ง 2 ชนิดที่ได้ก็จะออกจากต่อมไทมัสและจะไปแบ่งตัวอยู่ในต่อมน้ำเหลือง,ม้าม,ทอนซิล,กลุ่มเซลล์ลิมโฟไซต์ไต่เยื่อของลำไส้,ทางเดินหายใจ,ทางเดินปัสสาวะ,ไส้ติ่ง,และเพeyerแพตช์ที่ผิวยูเรีย(Peyer's patches of antimessenteric border) ปกติ 95% จะแยกอยู่ในระบบต่อมน้ำเหลืองดังได้กล่าวแล้วและเซลล์ลิมโฟไซต์จะเคลื่อนที่จากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่งซาทัวตัวในเวลา 1-2 วันและเมื่อพบกับแอนติเจนจะมีปฏิกิริยาตอบสนองในเวลา 2-3 วัน ดังนั้นซีดี8 ที-เซลล์(CD 8 Cytotoxic T- cell) จะมีตัวรับจับกับแอนติเจนที่เป็น เอ็ม เฮช ซี ชนิด 1 (MHC Class I) และซีดี4 ที-เซลล์(CD 4 helper T-cell) จะมีตัวรับจับเฉพาะแอนติเจนที่เป็น เอ็ม เฮช ซี ชนิด 2 (MHC Class II)

ส่วนที่จะเป็นบี-เซลล์จะพัฒนาทำการปรับแต่งยีน (Gene rearrangement) ในไขกระดูก โดยมีเซลล์ต้นกำเนิดที่จะพัฒนาเป็นเซลล์สร้างกระดูก(Bone Marrow Stromal stem cell) จะมีบทบาทในการแต่งยีนที่จะสร้างโปรตีนภูมิต้านทาน (Ig gene rearrangement) โดยเริ่มตั้งแต่จากเซลล์ต้นแบบลิมโฟไซต (Lymphocyte Progenitor Cell) จนได้เป็นบี-เซลล์ ซึ่งบี-เซลล์ก็จะเข้าสู่กระแสเลือดและเข้าไปแบ่งตัวอยู่ตามต่อมน้ำเหลือง ม้าม ทอนซิล ฯลฯ เหมือนกับที-เซลล์และมีการเคลื่อนไหวไปทั่วร่างกาย ในลักษณะแบบเดียวกับที-เซลล์

ที-เซลล์ที่ยังไม่ถูกกระตุ้น(Th₀ หรือ Naive T-cell ซึ่งจะมี CD45RA ที่ผนังเซลล์)ประมาณ 10%จะเป็นแกมมาเดลต้า ที-เซลล์ (γδ T-cell คือมีตัวรับที่เป็น Polypeptides 2 หน่วยเป็น γ และ δ) จะพบมากที่เยื่อทางเดินอาหาร โดยตัวรับชนิดนี้จะตรวจจับแอนติเจนของเชื้อโรคหรือเชื้อไวรัสได้และสร้างสารสื่อเซลล์(คือ Chemokine และ IL4=Interleukin 4) เชื่อกันว่าเป็นตัวเชื่อมระหว่างภูมิต้านทานแต่กำเนิด(Innate Immunity)และภูมิต้านทานเฉพาะ (Acquired Immunity)

ส่วนมาก 90%จะเป็น แอลฟา เบต้า ที-เซลล์(αβ T-cell คือมีตัวรับเป็น α และ β Polypeptides โดยจะเป็นตัวรับที่จับกับ เอ็ม เฮช ซี โปรตีน) ซึ่งจะจับกับ เอ็ม เฮช ซี แอนติเจน(MHC Class I or II) โดยมี ซีดี4 หรือ ซีดี8 โปรตีนเป็นตัวช่วยให้จับได้ดีขึ้น แต่จะยังไม่ถูกกระตุ้น จนกว่าตัวรับรวม(Co-receptor เช่น CD80 CD86 CD40) จะถูกจับด้วยจึงจะถูกกระตุ้น(เปลี่ยนเป็น Effector T-cell ซึ่งเราพบว่า T-cell 1 เซลล์จะเปลี่ยนเป็น Effector T-cell ได้ถึง 1000 เซลล์) ที-เซลล์ที่ตรวจพบแอนติเจนแล้วส่วนหนึ่งจะเป็นที-เซลล์ที่จำแอนติเจนนั้นได้ (เป็น Memory T-cell ซึ่งจะมี CD45RO ที่ผนังเซลล์) และจะอยู่ได้นานและจะตอบสนองต่อแอนติเจนนั้นเร็วขึ้นเมื่อพบแอนติเจนนั้นในครั้งที่สอง

เมื่อซีดี 4 ที-เซลล์(Th_0)ตรวจพบแอนติเจนที่เป็น เอ็มเฮช ซี ชนิด 2 (MHC class II จาก APC = Antigen presenting cell เช่น Macrophage ที่กินเชื้อโรคย่อยสลายแล้วแสดง Antigen ที่ผนังเซลล์) ก็จะถูกระตุ้น (เราเรียกว่าเปลี่ยนเป็น Effector CD4 helper T-cell ซึ่งมี 2 ชนิด T helper1= Th_1 และ T helper2= Th_2 ตามแต่สารสื่อเซลล์ที่ผลิตออกมา) แบ่งได้เป็น 2 ชนิด ชนิดหนึ่ง (Th_1)จะสร้างสารสื่อเซลล์ ไซโตไคน์ IL2(=Interleukin 2)ที่จะทำให้ที-เซลล์ (ทั้งซีดี 4 และ ซีดี 8) มีการแบ่งตัวเพิ่มจำนวนและยังกระตุ้นซีดี 8 ที-เซลล์เพชรรฆาต(โดยลด Activation threshold) นอกจากนี้ยังสร้างแกมมาอินเตอร์เฟอรอน(Interferon- γ) ซึ่งจะกระตุ้นให้เซลล์มาโครฟาจฆ่าเชื้อโรคภายในเซลล์ เช่นเชื้อวัณโรค, เชื้อรา หรือโปร-โตซัว และยังกระตุ้นให้เซลล์นักฆ่า(NK cell)ทำงาน นอกจากนี้ยังมีวงจรวบคุมกลับ(Positive feed back) โดยที่แกมมาอินเตอร์เฟอรอนจะทำให้ ซีดี 4 เซลล์ที่ยังไม่ถูกระตุ้น(Th_0) ให้สร้างสารสื่อเซลล์ชนิดนี้(เป็น Th_1)มากขึ้นและยับยั้งการเปลี่ยนเป็นชนิดที่ 2(Th_2) และแกมมาอินเตอร์เฟอรอนนี้ยังกระตุ้นเซลล์มาโครฟาจให้สร้างสารสื่อเซลล์ ไซโตไคน์ IL2(=Interleukin 2)นี้อีก ทำให้เพิ่มจำนวนซีดี 4 ที-เซลล์ ชนิดที่ 1(Th_1) และแกมมาอินเตอร์เฟอรอนมากขึ้นไปอีก (Th_1 จะเกี่ยวข้องกับ Cellular Immunity)

ส่วนซีดี 4 ที-เซลล์ชนิด 2(Th_2) จะสร้างสารสื่อเซลล์ ไซโตไคน์ IL4(=Interleukin-4), ไซโตไคน์ IL5(=Interleukin 5), ไซโตไคน์ IL6(=Interleukin 6) และ ไซโตไคน์ IL10(=Interleukin 10) โดยจะมีผลทำให้มีการสร้างโปรตีนภูมิต้านทาน(เป็น Humeral Immunity) เช่น ไซโตไคน์ IL4 ทำให้บี-เซลล์แบ่งตัวเพิ่มจำนวนและเปลี่ยนเป็นพลาสมาเซลล์สร้างโปรตีนภูมิต้านทานและยังทำให้ซีดี 4 ที-เซลล์(Th) และซีดี 4 ที-เซลล์ชนิด 2(Th_2) แบ่งตัวเพิ่มจำนวนมากขึ้นอีก ส่วน ไซโตไคน์ IL5 จะทำให้เซลล์เม็ดเลือดขาวอีโอซิโนฟิล

แบ่งตัวเพิ่มจำนวน ซึ่งจะเป็นลักษณะตอบสนองในเรื่องภูมิแพ

ส่วนซีดี8 ที-เซลล์(Tc₀) เมื่อจับกับแอนติเจนที่เป็น เอ็มเฮช ซี ชนิด1(MHC Class I)ก็จะถูกกระตุ้นจะกลายเป็นที-เซลล์เพชรรฆาต(Effector CD8 Cytotoxic T-cell) จะเจาะผนังของเซลล์ตรงที่เกาะยึดเป็นรู(โดย Perforins)แล้วปล่อยเอนไซม์(Granzyme) ผ่านรูนั้น ไปทำให้ ดี เอน เอ แตกสลายเข้าไปแกรมสลายเซลล์ที่ติดเชื่อนั้น นอกจากนี้ ที-เซลล์เพชรรฆาตก็อาจจะปล่อยสารสื่อเซลล์(Fas Ligands) มาจับตัวรับ(Fas receptor) ซึ่งจะกระตุ้นเซลล์ให้เซลล์เข้าสู่โปรแกรมสลายตัว(Apoptosis) ทั้งสองแบบเป็นการฆ่าเซลล์ที่มีเชื้อภายในเซลล์ เช่นเชื้อวัณโรคหรือเชื้อไวรัสหรือเซลล์แปลกปลอมหรือเซลล์มะเร็ง

ส่วนบี-เซลล์จะมีการตอบสนองต่อแอนติเจน 2 รูปแบบคือ โดยอาศัยซีดี 4 ที-เซลล์ชนิด2(Th₂) โดยที่บี-เซลล์ตรวจจับแอนติเจนและนำเขาเซลล์ย่อยบางส่วนและแสดงออกเป็น เอ็มเฮช ซี ชนิด 2 (MHC Class II คือบีเซลล์จะเป็น APC = Antigen Presenting Cell) ซึ่งจะเป็นแอนติเจนที่จะกระตุ้นซีดี 4 ที-เซลล์ให้สร้างสารสื่อเซลล์(Cytokine) ที่จะทำให้บี-เซลล์แบ่งตัวเพิ่มจำนวนและเปลี่ยนเป็นเซลล์ที่จะสร้างโปรตีนภูมิตานทานคือพลาสมาเซลล์(Plasma cell และสารสื่อเซลล์นั้นเรียกว่า B-cell growth factors หรือ IL-4) นอกจากนี้ซีดี 4 ที-เซลล์ชนิด2(Th₂) จะสร้างสารสื่อเซลล์(CD40 ligand) ซึ่งจะจับกับ ซีดี40 บนผนังบี-เซลล์ที่เป็นพลาสมาเซลล์ ทำให้เปลี่ยนจากการสร้างโปรตีนภูมิตานทาน เอ็ม(IgM)ในระยะแรกเป็นสร้างโปรตีนภูมิตานทาน จี (IgG = Immunoglobulin G) แล้วส่วนหนึ่งก็จะอยู่นานเป็นบี-เซลล์ที่มีความจำต่อแอนติเจนนั้นได้(Memory B-cell) และจะตอบสนองต่อแอนติเจนที่จะเข้ามาอีกภายหลังได้อย่างรวดเร็ว และสร้างเป็นโปรตีนภูมิตานทาน จี (IgG)เลย โดยที่บี-เซลล์ที่จำได้เหล่านี้บางตัวก็จะอยู่ตลอดชีวิต เช่น

ภูมิคุ้มกันต้านต่อโรคหัด(Immunity to Measles) โดยบี-เซลล์เมื่อถูกกระตุ้นจะเข้าไปแบ่งตัวในต่อมน้ำเหลืองส่วนใกล้กับผนังแคปซูลที่หุ้มห่ออยู่ (ส่วนของ Cortex) โดยจะรวมตัวเป็นกลุ่มกลมๆ (คือFollicle ตรงกลาง เป็น B-cell centroblasts แทรกด้วย Follicular dendritic cells และรอบนอก เป็น B-cell centrocytes และล้อมด้วย CD 4 helper T-cell) กระจายเป็นหย่อมๆ รอบๆขอบในต่อมน้ำเหลือง

นอกจากนี้บี-เซลล์จะตอบสนองต่อแอนติเจนอีกลักษณะหนึ่งโดยไม่ต้องพึ่งซีดี 4 ที-เซลล์ชนิด2(Th₂) โดยที่บี-เซลล์เมื่อจับกับแอนติเจนก็จะถูกกระตุ้นและเปลี่ยนเป็นพลาสมาเซลล์สร้างโปรตีนภูมิคุ้มกัน เอ็ม(IgM) ไม่เปลี่ยนเป็นผลิตภัณฑ์โปรตีนภูมิคุ้มกัน จี(IgG) และบี-เซลล์กลุ่มนี้มีอายุสั้น โดยกลุ่มเซลล์ที่เกิดขึ้นเซลล์ตรงกลางกลุ่มจะไม่ใช้เซลล์ที่จะแบ่งตัวเพิ่มจำนวนได้ (คือเป็น B-cell Centrocytes ไม่ใช่ B-cell Centroblast)

จะเห็นว่าระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายจะเป็นผลการทำงานของเม็ดเลือดขาวหลายชนิดที่จะประสานกันโดยสื่อสารถึงกันโดยสร้างสารสื่อเซลล์เป็นระบบเครือข่าย(Net work) ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงของสารสื่อเซลล์ย่อมมีผลต่อระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย นอกจากนี้เซลล์อื่นๆในร่างกายก็จะสร้างฮอรโมน, โกรทแฟคเตอร์อื่นๆ(Growth factors ซึ่งคือพวกPolypeptides หรือโปรตีนคล้ายฮอรโมนที่เซลล์ต่างๆสร้างขึ้นและมีบทบาทสำคัญต่อการทำงานของเซลล์ซึ่งเราแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มแรกเป็นกลุ่มที่สนับสนุนช่วยให้แบ่งเซลล์เพิ่มจำนวนและการเจริญเติบโตของเซลล์ชนิดต่างๆ เช่น Nerve growth factor, Insulin-like growth factor 1 (IGF-1), Activins, Inhibins, Epidermal growth factor(EGF) เป็นต้นซึ่งปัจจุบันเราค้นพบกว่า 20 ชนิด กลุ่มที่ 2 คือ Cytokines สารสื่อเซลล์ซึ่งเซลล์เม็ดเลือดขาวสร้างขึ้น ซึ่งมีบทบาทที่สำคัญใน

การควบคุมภูมิิตานทานของร่างกาย ขณะนี้ตรวจพบกว่า 20 ชนิดแล้ว และกลุ่มที่ 3 คือ Colony Stimulating Factor ซึ่งจะควบคุมการแบ่งเซลล์เพิ่มจำนวนและการเจริญเติบโตของเม็ดเลือดแดงและขาว --Review of Medical Physiology William F. Ganong 20th Edition 2001:p.44) ซึ่งก็ต้องมีผลถึงเซลล์เม็ดเลือดขาว ซึ่งมีตัวรับด้วยหรือในทางกลับกันซึ่งต้องมีผลต่อระบบภูมิิตานทานของร่างกายด้วย ดังนั้นระบบภูมิิตานทานของร่างกาย ณ ขณะหนึ่งจะขึ้นกับความสมดุลของสารสื่อเซลล์, ฮอรโมนและโกรทแฟคเตอร์ในขณะนั้น ซึ่งก็มีรายงานแสดงถึงการมีปฏิกริยาตอบสนองกัน ระหว่างระบบประสาทและต่อมไร้ท่อกับเม็ดเลือดขาวและสารสื่อเซลล์ที่เม็ดเลือดขาวสร้างขึ้น (Immunology Today 1994;15 :511-17) เซลล์เม็ดเลือดขาวก็ยังมีตัวรับต่อสเตียรอยด์ฮอรโมนและฮอรโมนที่คล้ายอินซูลิน(IGF=Insulin-like growth factor) ที่กระตุ้นให้ร่างกายเจริญเติบโต ซึ่งสร้างจากตับและเซลล์ในเนื้อเยื่อต่างๆ ซึ่งจะทำให้มีการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับฮอรโมน เช่นในสภาวะความเครียด ต่อมพิทูตารีใต้สมองจะหลั่งฮอรโมน(ACTH)ซึ่งจะทำให้ต่อมหมวกไตสร้างสเตียรอยด์ฮอรโมนหรือคอร์ติซอลออกมามากขึ้นซึ่งคอร์ติซอลก็จะมีผลทำให้เซลล์เม็ดเลือดขาวลิมโฟไซต์หยุดแบ่งตัว และยับยั้งการสร้างสารสื่อเซลล์ด้วยเช่นไอ แอล2(Interleukin-2 ซึ่งเป็นสารสื่อเซลล์ที่ทำให้ทั้งทีเซลล์และบี-เซลล์มีการแบ่งตัวเพิ่มจำนวน) ซึ่งจะมีผลทำให้เซลล์เหล่านี้เข้าโปรแกรมสลายตัวเอง(Apoptosis)ด้วย ผลของสเตียรอยด์ฮอรโมนหรือคอร์ติซอลนี้จะทำให้ต่อมน้ำเหลืองและต่อมไทมัสลดขนาดลงปริมาณเม็ดเลือดขาวลิมโฟไซต์ในเลือดลดลงทั้งบี-เซลล์และที-เซลล์ ซึ่งมีผลทำให้ระบบภูมิิตานทานเฉพาะ(Acquired Immunity) ลดลง

ในทางกลับกันสารสื่อเซลล์ที่เม็ดเลือดขาวสร้างขึ้น เช่น

ไอลูอิน (Interleukin1) ก็จะมีผลต่อระบบต่อมไร้ท่อในสมอง (Central Hypothalamic Pituitary axis) ดังนั้น จึงจำเป็นต้องศึกษาวิจัยเพิ่มขึ้นเพื่อจะได้เข้าใจว่าผลของจิตใจ สังคมและสิ่งแวดล้อมจะก่อให้เกิดโรคต่างๆ ได้อย่างไร

ไขกระดูกและต่อมน้ำเหลืองและม้ามและกลุ่มเซลล์ลิมโฟไซต์ ใต้เยื่อต่างๆ จะมีการผลิตเม็ดเลือดขาวชนิดต่างๆ ออกมาตลอดเวลา เช่น ไขกระดูกประมาณว่าใน 1 วันจะผลิตเม็ดเลือดขาวนิวโทรฟิล (Neutrophil) มากกว่า 100 พันล้านเซลล์ (100 billion) ในสภาวะปกติและเพิ่มขึ้นเมื่อมีการติดเชื้อ ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องได้รับวัตถุดิบครบถ้วนและมีคุณภาพ คือ อาหาร อากาศและน้ำ เพื่อให้เซลล์เม็ดเลือดขาวเหล่านี้มีคุณภาพและประสิทธิภาพในการทำงานที่อาหารในทางธรรมชาติบำบัดจะเน้นไปที่อาหารสดตามธรรมชาติที่ไม่ปรุงแต่ง เช่น พืชผักสด ผลไม้สด

โดยปกติไมโทคอนเดรีย (Mitochondria) ภายในเซลล์จะใช้ 90% ของออกซิเจน (O_2) ที่ร่างกายมนุษย์ใช้ ในจำนวนนี้ 80% ไมโทคอนเดรียจะใช้สร้างสารฟอสเฟตพลังงานสูง เอ ที พี (ATP) ที่อัตราเผาผลาญพื้นฐาน (Basal Metabolism) โดยปกติ 27% ของ เอ ที พี (ATP) ที่สร้างเซลล์จะใช้ในการสร้างโปรตีน, 9% จะใช้เพื่อผลิตน้ำตาลกลูโคส (Gluconeogenesis), 3% จะใช้ในขบวนการที่ทำให้เกิดยูเรีย (Ureagenesis), 6% จะถูกใช้โดยปั๊มแคลเซียมที่ผนังเซลล์ (Ca^{++} -ATPase = Calcium Adenosine Triphosphatase) , และ 24% จะถูกใช้โดยปั๊มโซเดียมโปแตสเซียม ที่ผนังเซลล์ (Na^+ - K^+ -ATPase = Sodium Potassium Adenosine Triphosphatase) เพื่อขับ 3 โซเดียมไอออน (Na^+) ออกนอกเซลล์และนำ 2 โปแตสเซียมไอออน (K^+) เข้าเซลล์ เพื่อรักษาปริมาตรและแรงดันออสโมซิส (Osmotic Pressure) ภายในเซลล์และรักษาความต่างศักย์ทางไฟฟ้าที่ผนังเซลล์ ซึ่งถ้าเป็นเซลล์ประสาท ปั๊มนี้จะใช้ 70% ของ เอ

ที่ พี(ATP) ที่ผลิต (Review of Physiology 20th edition 2001:p277)

โดยที่เซลล์ที่ฝักสดจะมีลักษณะส่วนประกอบคล้ายเซลล์ในร่างกายเราคือมีไมโทคอนเดรียเป็นตัวสร้างสารฟอสเฟตพลังงานสูง (ATP=Adenosine Triphosphate) เป็นแหล่งพลังงานแก่เซลล์ในการดำเนินขบวนการตามปกติ เช่นสร้างโปรตีนหรือสารอื่นๆ ตามแต่ชนิดและการแบ่งเซลล์ นอกจากนี้จะมีเอนไซม์ต่างๆเก็บไว้เป็นสัตส่วนเช่นไรโบโซมและในขบวนการสร้างสารต่างๆก็จะเกิดสารระหว่างกลาง(Intermediate substance เช่น ATP สร้างจาก ADP (Adenosine diphosphate) สร้างจาก AMP (Adenosine Monophosphate)และในทำนองกลับกัน เมื่อ ATP สลายให้พลังงานก็จะเปลี่ยนเป็น ADP เป็นต้น) ซึ่งในอาหารสดเซลล์เหล่านี้ยังมีชีวิตและมีการผลิต เอ ที พี(ATP)เพื่อใช้ในขบวนการต่างๆอยู่ เมื่อเซลล์เหล่านี้เข้าไปสลายตัวในร่างกาย สารต่างๆ เหล่านี้ซึ่งคล้ายๆกับที่เซลล์ในร่างกายมีอยู่จะถูกนำไปใช้ได้มากน้อยแค่ไหน เรายังไม่มีเทคนิคในการตรวจสอบ

ในปัจจุบันพบว่าโปรตีนในลำไส้เล็ก 50% มาจากอาหาร 25% มาจากโปรตีนในน้ำย่อยและ 25% มาจากเซลล์เยื่อบุที่หลุดลอก นอกจากนี้ยังพบว่า 2-5% ของโปรตีนในลำไส้จะไม่ถูกย่อย บางส่วนจะผ่านไปที่ลำไส้ใหญ่ถูกเชื้อแบคทีเรียย่อยสลายต่อไป ในเด็กทารกโปรตีนที่ไม่ถูกย่อยปริมาณพอสมควรสามารถดูดซึมเข้าสู่ร่างกายได้เช่นโปรตีนภูมิต้านทานในน้ำนมแม่(IgA) และลดลงตามเมื่ออายุมากขึ้นแต่ในผู้ใหญ่ก็ยังพบได้แต่ปริมาณน้อย (Review of Physiology 20th edition,2001:p 457)

มีการศึกษาในหนูทดลองใช้ ดี เอน เอ ต้นแบบ(DNA of bacteriophage M13) ผสมในอาหารหนู พบบางท่อนของดี เอน เอ ต้นแบบในเซลล์เม็ดเลือดขาว ตับ ม้าม และถ้าให้ในหนูที่ท้องลูกที่เกิดมาจะมีบางท่อนของดี เอน เอ ต้นแบบนี้ในหลายๆ อวัยวะ

(Wien Klin Wochenschr 1998 Jan 30;110(2):40-4)

เนื่องจากในเซลล์พืชจะมีไมโทคอนเดรียตั้งแต่ 2-3 อันจนถึง 2000-3000 อันต่อเซลล์ขึ้นกับอัตราการเผาผลาญของเซลล์ ดังนั้นบริเวณยอดอ่อนที่มีการเจริญเติบโตเร็วจะมีอัตราการเผาผลาญสูงก็จะมีจำนวนไมโทคอนเดรียมาก ขณะที่เมื่อคนที่อายุมากขึ้นอัตราการแบ่งเซลล์ซอมแซมจะลดลงและตัวไมโทคอนเดรียเป็นจุดที่ใช้ออกซิเจนมากที่สุด เพื่อสร้างสารฟอสเฟตพลังงานสูง เอ ที พี (ATP) จึงเป็นจุดที่เกิดอนุมูลอิสระมากที่สุด ทำให้เสื่อมเสียมากที่สุดทำให้ประสิทธิภาพในการสร้าง เอ ที พี ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานของเซลล์ลดลงทำให้เซลล์เสื่อมลง ขณะที่ผู้ได้รับอาหารสดเหล่านี้จะรู้สึกดีขึ้น แข็งแรงขึ้น เราจึงมักจะได้ยินคำว่าพลังสด พลังชีวิตที่ไซ้เรียกกัน จึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจศึกษาว่าไมโทคอนเดรียจากพืชนอกจากจะเป็นแหล่งของกรดแอลฟาไลโปอิก(ALA=Alpha Lipoic acid) ซึ่งจัดว่าเป็นแอนติออกซิแดนท์ที่ดี (Universal Antioxidant) ภายในเซลล์เหมือนกลูตาไทโอนที่เซลล์สร้างขึ้นจะมีผลอื่นอย่างไร เซลล์ในร่างกายเราสามารถจะรับเอาไมโทคอนเดรียเหล่านี้เข้ามาในเซลล์และไซ้เป็นแหล่งผลิตพลังงานของเซลล์ได้หรือไม่?

สำหรับสารฟอสเฟตที่ให้พลังงานสูง เอ ที พี (ATP) มีรายงานว่ามีอยู่ภายนอกเซลล์ก็จะมีผลต่อผนังเซลล์ชนิดต่างๆ ในหลอดทดลอง ทำให้ระดับแคลเซียมไอออนในเซลล์เพิ่มขึ้น กระตุ้นตัวรับที่ผนังเซลล์ที่ควบคุมพวกไอออนเข้าออกเซลล์ (เช่น ทำให้เซลล์เยื่อบุลำไส้ใหญ่หนูในหลอดทดลองหลังไซ้เดียมคลอไรด์ Pflugers Arch 1997 May;434(1):77-83 หรือทำให้เซลล์เยื่อบุหน้าดีในหลอดทดลองขับไซ้เดียมออกและดึงไฮโดรเจนไอออนเข้าเซลล์ คือทำหน้าดีเป็นด่างมากขึ้น --Gastroenterology 1996 Nov;111(5):1321-32 หรือทำให้เซลล์เยื่อบุหนูในหลอดทดลองขับคลอไรด์ไอออนออกมา --Br J Pharmacol 2000 May;130(2):367-74

เป็นต้น)

และแม้แต่ ดี เอ็น เอ (DNA) ก็พบว่ามีความสมบัติเป็น เอ็นไซม์ในการช่วยเร่งปฏิกิริยา (เช่น Catalyzes porphyrin metallation -J Mol Biol 2000 Jun 23;299(5):1387-98 หรือช่วยเร่งขบวนการแบ่งแยก RNA Phosphoester ที่ใช้ Mg^{+2} -- Chem Biol 1995 Oct;2(10):665-60)

ทั้งนี้สาร เอ ที พี และ ดี เอน เอ ต้องมาจากอาหารสดซึ่งยังไม่ถูกทำให้เสียคุณสมบัติโดยความร้อนที่ทำอาหาร

ในพืชยังมีรงควัตถุสีเขียวคือ คลอโรฟิล(Chlorophyll) ซึ่งนอกจากจะไขแสงมาเปลี่ยนน้ำและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้เป็นแป้งและออกซิเจนแล้ว ยังเป็นอีกแหล่งหนึ่งที่เกิดสารฟอสเฟตพลังงานสูง เอ ที พี (ATP) ให้กับเซลล์พืช ซึ่งคลอโรฟิลนี้มีการศึกษากันมากตั้งแต่สมัยสงครามโลกครั้งที่ 2 พบว่าช่วยให้แผลที่ติดเชื้อหายเร็วและช่วยให้สุขภาพดีขึ้นโดยจะช่วยชะล้างและขับสารพิษต่าง ๆ ออกจากร่างกาย ในปัจจุบันมีความสนใจในเรื่องเป็นสารต้านมะเร็ง พบว่าเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่แรงกว่าวิตามินซี, กลูตาไทโอน (โดยใช้ Chlorophyllin ซึ่งคือเกลือ Sodium-Copper ของคลอโรฟิล(Chlorophyll)ที่ละลายในน้ำได้ให้ผสมในน้ำดื่ม 1% แก่หนูโดยตรวจดูความเสียหายของไมโทคอนเดรียของเซลล์ตับ, สมอง และอวัยวะของหนูที่ได้รับจาก ROS(Reactive oxygen species) เช่น Hydroxyl radical, singlet oxygen จากรังสีแกมมา, Photosensitization, peroxy radical generating agent etc.--Biochem Biophys Acta 2000 Sep 27;1487(2-3):113-27) และยังพบว่าพืชผักสีเขียวสามารถป้องกันการกลายพันธุ์ (Mutagen) และการแตกแยกของโครโมโซม(Clastogen)จากสารพิษต่อยีน (เช่น Chromium oxide, Pesticide chlordane หรือ Potassium dichromate) แม่นว่าคลอโรฟิลบริสุทธิ์จะเป็นสารที่ทำให้โครโม-

โซมแตกแยกได้ (ดังรายงานการใช้ผักโขมจีน(Spinach),คลอโรฟิล
บริสุทธิ์และ Chlorophyllin ป้องกันพิษจากสาร Potassium dichro-
mate ในหนู :Environ Mol Mutagen 1996;28(2) :121-6) นอกจากนี้
นี้ยังพบว่าพืชผักสีเขียวช่วยให้ขับถ่ายสารไดออกซิน(Dioxin) ที่ปน
เปื้อนมาในอาหารออกทางอุจจาระได้มากขึ้น (โดยใช้สารไดออกซิน
เช่น PCDD=Polychlorinated dibenzo-p-dioxin congeners และ
PCDF=Polychlorinated dibensofuran congeners ในหนูและใช้
สาหร่ายคลอเลลา--J Nutr 1999 Sep; 129(9) :1731-6 หรือใช้ผัก
โขมจีน(Spinach),Mitsuba,คะน้า(Kale),Perilla,พริกยักษ์หรือพริก
หวาน(Sweet pepper),Komatsuna,ผักกาดหอม(Green lettuce),
หอมจีน(Chinese Chive) --Fukuoka Igaku Zasshi 1999 May;
90(5) :171-83)

ปัญหาเรื่องการย่อยสลายหรือดูดซึมและการเปลี่ยนแปลง
ของคลอโรฟิลนี้มีการศึกษากันน้อย ซึ่งเฟอร์ริซซี เอ็มจีและคณะ
ได้จำลองสภาพการย่อยในห้องทดลอง โดยให้เซลล์ผนังลำไส้เล็ก
จากการโคลน(Clonal TC7 line of human Caco-2 cells) โดยใช้
ผักโขมจีน(Spinach) เป็นแหล่งของคลอโรฟิล พบว่าเมื่อผ่าน
ขบวนการย่อยคลอโรฟิลจะเปลี่ยนเป็นอนุพันธ์ที่ไม่มีแมกนีเซียม
(Magnesium free pheophytin derivatives และส่วนที่ใช้ ZnCl
treated Spinach ก็จะได้ Zn-pheophytin derivatives) และเซลล์บุ
ลำไส้เล็กสามารถจะจับคลอโรฟิลไว้ในเซลล์ได้ 5-10% จับสารพวก
คาโรทีนอยด์(Carotenoid) ได้ 20-40% (J. Agric. Food Chem
2001 Apr;49(4):2082-9) เนื่องจากสูตรโครงสร้างของคลอโรฟิล
เหมือนกับฮีมโกลบินของเม็ดเลือดแดง(ส่วนที่เป็น Heme) ต่างกัน
ที่มีแมกนีเซียมอยู่ที่ศูนย์กลาง(ของ Porphyrin) แทนที่เหล็กในเม็ด
เลือดแดง ซึ่งปกติผนังเซลล์เยื่อบุที่ลำไส้เล็ก (Enterocytes) จะมี
โปรตีนตัวรับที่จะนำเอาฮีม(Heme) ในลำไส้เข้าไปในเซลล์ จากนั้น

จะแยกเอาเหล็ก(Fe^{+2})ออกในเซลล์ส่วนเหล็กในรูปอื่นก็จะมีโปรตีนตัวรับที่ผนังเซลล์อีกชนิดหนึ่งนำเขาเซลล์และเหล็ก(Fe^{+2}) ภายในเซลล์ก็จะมีบีมที่ผนังเซลล์ที่จะส่งเหล็กนี้เข้าสู่เลือดจำนวนเท่าที่ร่างกายต้องการเท่านั้น เพื่อป้องกันพิษจากเหล็กที่มากเกินไป (Review of Medical Physiology : William F. Ganong 20th edition 2001:p 462) และเม็ดเลือดแดงที่หมดอายุเมื่อถูกทำลายที่ม้าม โปรตีนโกลบิน(Globin) ถูกแยกออกจากฮีม(Heme) ส่วนฮีมจะถูกเปลี่ยนเป็นสารสีในน้ำดีขับถ่ายออกมาทางลำไส้และเป็นสีน้ำตาลของอุจจาระที่เห็น (ขั้นแรกเป็น Biliverdin ในเลือดและถูกเปลี่ยนเป็น Bilirubin ขับออกมาในน้ำดี) ส่วนเหล็กจะถูกนำไปสร้างเป็นฮีม(Heme) อีกที่ไขกระดูกและที่ตับ

วิตามินบี 12 จะมีโคบอล(Co)อยู่ที่ศูนย์กลาง(ของ Porphyrin) แทนที่เหล็กหรือแมกนีเซียม แต่ยังมีโมเลกุลอื่น มาจับที่แขนด้านข้างอีก ทำให้โครงสร้างต่างไปบาง ถ้าขาดจะทำให้เกิดโรคเลือดจางชนิดที่มีเซลล์ต้นแบบเม็ดเลือดแดง(Megaloblast) ออกมาในเลือด(เรียกว่า Pernicious Anemia) วิตามินบี 12 นี้จะพบในเนื้อสัตว์ และเชื้อจุลินทรีย์ในลำไส้จะสร้างขึ้น จะไม่พบในพืช และจะต้องมีโปรตีนชนิดหนึ่งที่เซลล์เยื่อบุกระเพาะสร้างขึ้น (Intrinsic factor) มาจับ จึงจะมีโปรตีนตัวรับที่ผนังเซลล์ลำไส้เล็กจับเข้าไปในเซลล์ ดังนั้นผู้ที่ตัดกระเพาะออกจึงจำเป็นต้องได้วิตามิน บี 12 ฉีดเข้าร่างกายเท่านั้น

จะเห็นว่าคลอโรฟิลล์(ผลิโตออกซิเจนในพืช),ฮีม(นำออกซิเจนไปให้เซลล์ในการหายใจของเซลล์ของสัตว์)และวิตามินบี 12(จัดว่าเป็น Siroheme ของเชื้อจุลินทรีย์) นั้นจะมีบทบาทสำคัญในการเป็นตัวรับถ่ายอิเล็กตรอน ซึ่งจะเหมือนตัวเร่งในปฏิกิริยารีดอกซ์ (Redox reaction คือ Reduction-Oxidation reaction) หรือคือสารต้านอนุมูลอิสระนั่นเอง

พีชยังมีรงควัตถุชนิดอื่นที่รับแสงและส่งผ่านพลังงานไปให้คลอโรพลาสไตด์แก่คาโรทีนอยด์(Carotenoid) ส่งถ่ายพลังงานได้ 20-50% เช่นโทฟิลลอสถ่ายพลังงานได้ 80% และไฟโคบิลิน(Phycobilin) ส่งถ่ายพลังงานได้ 60-100% ซึ่งรงควัตถุเหล่านี้ต่างก็เป็นสารต้านอนุมูลอิสระและมักจะเรียกรงควัตถุเหล่านี้ว่าเป็นสีสรรแห่งสุขภาพ

นอกจากนี้พีชผักใบเขียวซึ่งนอกจากจะมีโฟเลตและวิตามินเคแล้วยังจะมีแคลเซียม,แมกนีเซียมและโปแตสเซียมมาก ส่วนผลไม้จะมีแต่โปแตสเซียมมาก โปแตสเซียมจะมีบทบาทที่สำคัญในการรักษาความตึงตัวของไฟฟ้าของผนังเซลล์ซึ่งจะเป็นส่วนสำคัญต่อระบบประสาทและกล้ามเนื้อส่วนแมกนีเซียมซึ่งจะเป็นสารที่มีมากอันดับสองภายในเซลล์รองจากโปแตสเซียม ซึ่งส่วนใหญ่ของแมกนีเซียมภายในเซลล์จะจับอยู่กับ เอ ที พี (ATP) และจะมีสมดุลกับระดับของแมกนีเซียมไอออนอิสระ(Free Magnesium ion) ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงของแมกนีเซียมไอออนก็จะช่วยควบคุมปริมาณของ เอ ที พี(ATP)หรือในทางตรงข้าม คือถ้าปริมาณเอ ที พี(ATP)ลดลงทันที เช่นจากการให้น้ำตาลฟรุทโทสทางหลอดเลือดก็จะทำให้แมกนีเซียมไอออนออกมาออกเซลล์ ทำให้ระดับแมกนีเซียมในเลือดสูงขึ้น เนื่องจากเอ ที พี(ATP)เป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญของเซลล์ ดังนั้นแมกนีเซียมจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อเซลล์ในการดำรงชีวิต นอกจากนี้ยังพบว่าการขาดแมกนีเซียม,โปแตสเซียมหรือฟอสฟอรัสอย่างใดอย่างหนึ่งจะทำให้อีกสองอย่างขาดไปด้วยเช่นในอาหารที่ขาดแมกนีเซียมจะทำให้ระบบกล้ามเนื้อละลายขาดโปแตสเซียมและฟอสฟอรัสด้วย,หรือการขาดฟอสฟอรัสก็จะทำให้ระดับของแมกนีเซียมและโปแตสเซียมในเนื้อเยื่อลดลง หรือถ้าขาดโปแตสเซียมจะทำให้ระดับของแมกนีเซียมและฟอสฟอรัสลดลง(Harrison's Principles of Internal Medicine -14th Edition Chapter 357)

อาหารอีกกลุ่มคือพวกเชื้อจุลินทรีย์หรือยีสต์ที่มีประโยชน์ ซึ่งได้แก่ น้ำพริกกะปิ, ปลาร้า, ขาวหมาก ที่มีการศึกษามาก คือนมเปรี้ยว ซึ่งมีเชื้อแลคโตบาซิลลัส และพวกยีสต์ (ที่ไซ่มากคือ Brewer yeast) ซึ่งเชื้อจุลินทรีย์เหล่านี้นอกจากไม่มีอันตรายต่อร่างกายแล้วยังผลิตสารอาหารที่จำเป็นแก่ร่างกาย เช่น วิตามินบี 12 และเมื่ออาศัยในลำไส้ยังช่วยป้องกันไม่ให้เชื้อที่ทำให้เกิดโรคเจริญเติบโตอีกด้วย

ปกติที่ลำไส้ใหญ่จะมีจำนวนเชื้อโรคมากที่สุดซึ่งมาจากเชื้อที่ปนเปื้อนจากอาหารและอาหารที่ย่อยหรือดูดซึมได้ไม่หมดและอุณหภูมิร่างกาย 37^o เซลเซียสที่เหมาะสมจะเป็นที่เพาะเชื้ออย่างดี โดยเฉพาะการบริโภคมากเกินไปเช่นโปรตีน ซึ่งเชื้อโรคพวกนี้จะสร้างสารที่เป็นพิษต่อร่างกาย เช่นแอมโมเนีย ซึ่งปกติตับจะเป็นตัวกำจัดออกในกรณีเป็นโรคตับแข็งจนตับไม่สามารถกำจัดแอมโมเนียออกจากเลือดได้ก็จะเกิดภาวะไม่รู้สึกตัว (Hepatic Encephalopathy) ซึ่งเราจำเป็นต้องใช้ยาปฏิชีวนะฆ่าเชื้อเหล่านี้ และลดการบริโภคโปรตีนลงก็จะลดจำนวนแอมโมเนียลงอาการจะดีขึ้น รู้สึกตัวได้

นอกจากนี้โดยตัวเชื้อโรคเองและที่อกซินที่มันสร้างขึ้น ก็จะต้องอาศัยเซลล์มาโครฟาจและเซลล์เม็ดเลือดขาวนิวโทรฟิลมาคอยกำจัดออกทำให้ต้องเสียเม็ดเลือดขาวนิวโทรฟิลไปจำนวนมากในระบบทางเดินอาหาร และพวกที่อกซินของมันก็ต้องอาศัยพวก บี-เซลล์ซึ่งจะอยู่ในกลุ่มลิมโฟไซต์ไต้เยื่อบุ เปลี่ยนเป็นพลาสมาเซลล์เมื่อถูกกระตุ้น เพื่อสร้างโปรตีนภูมิคุ้มกันมากำจัดที่อกซิน (Antitoxin) ทำให้เซลล์บริเวณนี้ต้องมีการแบ่งตัวเพิ่มจำนวนมาก ซึ่งเราพบว่าคนที่ถูกกัมมันตรังสี (Ionizing radiation) จะทำให้เม็ดเลือดขาวเหล่านี้ลดจำนวนลงภูมิคุ้มกันจะลดน้อยลง จะเกิดการตายจากเชื้อโรคในลำไส้ใหญ่เหล่านี้ (เรียกว่า Radiation poisoning)

(Review of Medical Physiology William F. Ganong 20th edition 2001:p.494)

ดังนั้นในแนวทางธรรมชาติบำบัดเราจึงจะมีการกินอาหารล้างพิษ อดอาหารล้างพิษ หรือสวนล้างพิษจากลำไส้ใหญ่ การอดอาหาร, ดื่มน้ำหรือน้ำต้มผัก, น้ำผักสด, น้ำผลไม้สด, หรือรับประทานแต่ผลไม้สดจะทำให้อาหารส่วนที่ไม่ย่อยหรือดูดซึมไม่หมดที่จะไปหมักหมมบูดเน่าในลำไส้ใหญ่ ไม่มีหรือลดน้อยลงและการสวนล้างลำไส้ใหญ่เพื่อเอาเชื้อโรคและสารพิษต่างๆที่ตกค้างออกก็จะทำให้ปริมาณเม็ดเลือดขาวนิวโทรฟิลสูญเสียทางลำไส้น้อยลงและพลาสมาเซลล์ก็จะไหลลดจำนวนลง ลดการสร้างโปรตีนกำจัดท็อกซิน(Antitoxin)ในลำไส้ใหญ่ เหล่านี้ย่อมมีผลทำให้สามารถไปทำหน้าที่อย่างอื่นได้ดีขึ้นคือมีภูมิต้านทานดีขึ้น ซึ่งจำเป็นมากสำหรับผู้สูงอายุเพราะความสามารถในการสร้างเม็ดเลือดขาวจะลดน้อยลงเรื่อยๆตามอายุเริ่มเมื่ออายุเกิน 20 ปีเป็นต้นไป

ในเรื่องอาหารล้างพิษ ถ้าเราได้รับผักสด ผลไม้สดและส่วนที่มีสารเสนไยสูงก็ย่อมจะทำให้การหมักบูดเน่าของอาหารชาลงและน้อยลงยังมีกากมากออกจากระบายออกได้เร็วก็จะลดจำนวนเชื้อโรคในลำไส้ใหญ่ได้มาก ทำให้สารพิษที่เกิดน้อยลงด้วย และยังได้รับรังควมจากพืช คือคอลโรฟิลและคาโรทีนอยด์ซึ่งจะช่วยเพิ่มการขับสารพิษออกทางอุจจาระด้วย

อีกหนึ่งในแนวทางธรรมชาติบำบัดคือ เรื่องการรักษาความสมดุลของจิตใจและร่างกายคือพยายามควบคุมความเครียด คิดแต่ในสิ่งที่ดีงาม ให้มีความสุขอย่าวิตกกังวลตลอดจนการฝึกลมปราณ, ชี่กง, ไทเก๊ก, โยคะและการทำสมาธิจะมีผลต่อสมดุลของฮอร์โมน, โกรธแฟกเตอร์และสารสื่อเซลล์ ซึ่งจะมีผลต่อภูมิต้านทานของร่างกาย ซึ่งจะต้องมีการศึกษาอีกมาก ตัวอย่างเช่น ความเครียดจะทำให้มีสเตียรอยด์ฮอร์โมนออกมามากขึ้น(เป็นผลจากต่อม

พิทิวตารีหลัง ACTH เพิ่มขึ้น) ซึ่งมีผลลดจำนวนของบี-เซลล์และที-เซลล์ตั้งได้กล่าวแล้ว เฉพาะที-เซลล์อาจลดลงถึง 40% มีผลให้ภูมิ ตานทานเฉพาะ(Acquired Immunity)ลดน้อยลง ซึ่งถ้าเรื้อรังจะ เป็นผลเสียต่อร่างกาย

นอกจากนี้การทำสมาธิ นอกจากจะมีผลต่อสมดุลย์ของ ฮอร์โมน, โกรทแฟคเตอร์และสารสื่อเซลล์แล้ว จะทำให้การหายใจ ลึกขึ้นและสม่ำเสมอซาลง และจะเป็นการหายใจโดยใช้กระบังลม ซึ่งจะมีผลให้ระบบประสาทอัตโนมัติพาราซิมพาติกทำงานมากขึ้น มีผลให้เลือดไหลเวียนเข้าสู่หลอดเลือดฝอยในเนื้อเยื่อมากขึ้น(เพิ่ม Microcirculation) ขณะเดียวกันการหายใจซาลง และลึกขึ้นและใช้ กระบังลมก็จะช่วยให้เลือดดำและน้ำเหลืองเข้ามาที่หัวใจมากขึ้น ก็เป็นการเพิ่มการหมุนเวียนของระบบน้ำเหลืองด้วย ซึ่งก็จะทำให้ ที-เซลล์และบี-เซลล์เคลื่อนไหวหมุนเวียนทั่วตัวได้เร็วขึ้น และ ปริมาณเม็ดเลือดขาวนิวโทรฟิลจะมาที่เนื้อเยื่อต่างๆมากขึ้น ก็จะมี ผลทำให้ระบบภูมิคุ้มกันดีขึ้น

การฝึกชี่กง ไทเก๊ก หรือโยคะก็จะเป็นการฝึกการหายใจ โดยใช้กระบังลมเป็นพื้นฐาน ผสมผสานกับการเคลื่อนไหวของ ร่างกายด้วยท่าทางต่างๆซึ่งจะมีลำดับการเคลื่อนไหวที่นุ่มนวลและ กลมกลืนไปกับจังหวะการหายใจด้วยกระบังลม โดยเน้นไปที่ความ ผ่อนคลายและกำหนดสมาธิไปที่จุดต่างๆเช่นที่ฝ่ามือที่เคลื่อนไหว ซึ่งจะมีผลทำให้เลือดไหลเวียนไปในเนื้อเยื่อดีขึ้น(เพิ่ม Microcirculation)และเพิ่มการไหลเวียนของระบบน้ำเหลืองและผ่อนคลาย

การออกกำลังกายที่ถูกต้องไม่เคร่งเครียดไม่เร่งรีบจิตใจ ผ่อนคลาย เช่น การเดินหรือวิ่งช้าๆ เมื่อถึงจุดหนึ่งก็จะทำให้หายใจ ลึกแต่เร็วและใช้กระบังลมร่วมกับทรวงอกจัดว่าเป็นการหายใจแบบ สมบูรณ์ ซึ่งก็มีผลเพิ่มการไหลเวียนของเลือดและน้ำเหลือง ผนวก กับหัวใจที่สูบฉีดเลือดแรงและเร็วขึ้น จะทำให้เลือดไปยังเนื้อเยื่อ

ต่างๆมากขึ้น แน่นนอนเซลล์เม็ดเลือดขาวนิวโทรฟิลก็จะออกไปยังเนื้อเยื่อต่างๆมากขึ้น ไช้กระดูกจะถูกกระตุ้นให้สร้างเซลล์เม็ดเลือดขาวเพิ่มขึ้น ซึ่งความจริงในเลือดมนุษย์จะมีเซลล์ต้นกำเนิด (HSC) ออกมาด้วย ซึ่งเราพบว่าเซลล์กลุ่มนี้แม่จะมีจำนวนน้อยประมาณ 1 ใน 100,000 ซึ่งนอกจากจะพัฒนาตัวเองเป็นเซลล์เม็ดเลือดขาว,แดงและเกร็ดเลือดแล้วยังสามารถจะเปลี่ยนเป็นเซลล์ของอวัยวะต่างๆ ซึ่งจะเป็นการซ่อมแซมอวัยวะนั้น เช่น กล้ามเนื้อ, ตับ

เซลล์ต้นกำเนิด (HSC=Hematopoietic Stem Cell) จะมีส่วนดีเจน ซีดี 34 (CD 34⁺) ซึ่งในระยะแรกการปลูกถ่ายไขกระดูกเราจะเจาะดูดจากไขกระดูก เนื่องจากจะมีปริมาณเซลล์มากกว่าคือ 1:10,000 แต่ในระยะ 3 ปีมานี้ในอเมริกาการปลูกถ่ายไขกระดูกจะใช้เซลล์ต้นกำเนิดจากเลือดโดยจะให้โกรทแฟคเตอร์ที่จะเพิ่มจำนวนเซลล์ต้นกำเนิดและเซลล์ต้นแบบในเลือด (คือ GCSF = Granulocyte Colony Stimulating Factors) ฉีดแก่ผู้ป่วยจาก 2-3 วัน หลังจากนั้นก็จะนำเลือดจากผู้ป่วยมาคลายกับการบริจาดเลือดแต่แค่ผ่านตัวกรองพิเศษ ซึ่งจะจับเซลล์ซีดี 34(HSC) และเซลล์เม็ดเลือดขาวอื่นๆไว้แล้วปล่อยให้เลือดกลับเข้าสู่ตัวผู้ป่วยดั้งเดิม ซึ่งเซลล์เม็ดเลือดขาวที่ได้จะเป็นเซลล์ซีดี 34(HSC) ประมาณ 5-20% นอกนั้นเป็นเซลล์ต้นแบบและเซลล์เม็ดเลือดขาวระยะต่างๆ ซึ่งวิธีนี้จะได้เซลล์ซีดี 34(HSC)มากกว่าการเจาะจากไขกระดูก ซึ่งการเจาะไขกระดูกจะเจ็บกว่าและอันตรายกว่า และนำมาให้ผู้ป่วยคลายกับการให้เลือด โดยที่เซลล์ซีดี 34(HSC) จะกลับไปสู่ไขกระดูกของผู้รับและแบ่งตัวเพิ่มจำนวนและพัฒนาไปเป็นเซลล์เม็ดเลือดขาว,แดงและเกร็ดเลือด ซึ่งการปลูกถ่ายไขกระดูกจะสำเร็จมากขึ้น(Engraft) ถ้าปริมาณเซลล์ซีดี 34(HSC) มีมากขึ้น ซึ่งการแบ่งเซลล์ของเซลล์ต้นกำเนิดจากผู้ให้และผู้รับจะเป็นลักษณะ

แข่งขันกัน นอกจากนี้ที-เซลล์ของผู้รับก็อาจทำลายเซลล์ต้นกำเนิดจากผู้ให้ ซึ่งจำเป็นต้องเลือกผู้ให้ที่มีลักษณะแอนติเจนหนึ่งเซลล์เหมือนกับของผู้รับมากที่สุด (HLA matching) ในทำนองกลับกันเมื่อปลูกถ่ายสำเร็จ ที-เซลล์จากผู้ให้จะทำลายเซลล์ต่างๆของผู้รับ (เกิดเป็น โรค GVHD = Graft Versus Host Diseases) ซึ่งในระยะเฉียบพลันทำให้ถึงตายได้ ถ้าแอนติเจนที่ผหนึ่งเซลล์ผู้ให้และผู้รับไม่เหมือนกัน ดังนั้นในกรณีที่เป็นไขกระดูกตัวเอง (Autologous Hematopoietic Stem Cell Transplant) หรือของแฝดที่มาจากไขใบเดียวกันก็จะมีปัญหานี้เลย นอกนั้นก็ได้รับจากบุคคลอื่น (Allogenic Hematopoietic Stem Cell Transplant) จะเกิดโรคนี้ได้ ถ้าแอนติเจนที่ผหนึ่งเซลล์เหมือนกันมาก ความรุนแรงน้อยลงและมักจะเป็นเรื้อรัง สามารถควบคุมได้ด้วยยากดภูมิต้านทาน มีผู้พัฒนาเทคนิคในการแยกที-เซลล์จากผู้ให้ออกก่อน ผลทำให้การเกิดโรคที-เซลล์จากผู้ให้ทำลายเนื้อเยื่อของผู้รับ (GVHD) ลดความรุนแรงลง แต่มีผลทำให้โรคมะเร็งมีอัตราการกลับมาเป็นใหม่สูงขึ้น จึงมีการใช้ที-เซลล์ จากผู้ให้และให้หลังจากปลูกถ่ายไขกระดูกแล้ว เป็นระยะ ปรากฏว่าอัตราการเกิดใหม่ของมะเร็งลดลง

เลือดจากสายรกของเด็กแรกคลอดก็มีเซลล์ต้นกำเนิดแต่มีจำนวนไม่มาก แต่ก็เพียงพอที่จะให้ในผู้ป่วยเด็กได้

เนื่องจากทารกแรกคลอดที-เซลล์ยังเพิ่งจะพัฒนา คือยังไม่มีภูมิต้านทานเฉพาะ (Naive T-cell) ทำให้อัตราการเกิดโรคที-เซลล์ทำลายเซลล์ผู้รับ (GVHD) น้อยลง นอกจากนี้ยังพบว่าการแบ่งตัวเพิ่มจำนวนของเซลล์ต้นกำเนิดก็จะเร็วและดีกว่าเซลล์ต้นกำเนิดจากคนที่อายุมาก โดยพบว่าที่ปลายของโครโมโซม (เรียกว่า Telomeres) เมื่ออายุมากขึ้นก็จะสั้นขึ้นเรื่อยๆ และถ้าไม่มี เซลล์นั้นจะหยุดแบ่งตัวและแก่ตัวตายไป (และส่วนปลาย Telomeres จะสร้างโดย Telomerase) เราพบว่าในเด็กเล็กจะมีส่วนปลายของโครโมโซม (Telomeres) ยาว เหมือนที่เป็นเซลล์มะเร็ง (หรือในนม

กลับจะมีปริมาณ Telomerase มากนั่นเอง)และค่อยๆสั้นขึ้นเรื่อยๆตามอายุที่มากขึ้น

นอกจากนี้จากการศึกษาอันกลับผู้ป่วยที่ได้รับการปลูกถ่ายไขกระดูกในการรักษาโรคต่างๆ จำนวน 6978 คน ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1987-1999 พบว่าอัตราการที่ชีวิตอยู่รอด 5 ปี จะแปรกลับอายุของผู้บริจาค คือ อายุ 18-30 ปีจะมีอัตราการรอดชีวิต 5 ปี 33%, อายุ 31-45 ปี เท่ากับ 29% และอายุมากกว่า 45 เท่ากับ 25%

หลังจากปลูกถ่ายไขกระดูกเม็ดเลือดขาวนิวโทรฟิลจะกลับขึ้นมาปกติประมาณ 2 อาทิตย์ ส่วนเกร็ดเลือดประมาณ 3 อาทิตย์ ส่วนที-เซลล์จากไขกระดูกใหม่จะตรวจพบประมาณ 3 เดือน ดังนั้นในระยะแรกหลังการปลูกถ่ายไขกระดูก ร่างกายจะไม่มีภูมิต้านทานเลยต้องระวังการติดเชื้อ ซึ่งจะทำให้ผู้ป่วยตายได้ นอกจากนี้ในช่วง 3เดือนแรกก่อนที่ที-เซลล์จะเริ่มทำหน้าที่ได้ โรคติดเชื้อไวรัสที่เป็นปัญหาในอเมริกาคือ ซี เอ็ม วี (CMV=Cytomegalovirus)

เมื่อนำการปลูกถ่ายไขกระดูกมาใช้รักษาโรคมะเร็งเม็ดเลือดขาวและต่อมน้ำเหลือง โดยให้หลังจากการไขเคมีบำบัดรวมกับการฉายแสงในขนาดที่จะกำจัดเซลล์มะเร็งให้หมด พบว่าทำให้อัตราการมีชีวิตอยู่ 5 ปี ดีขึ้นมาก จึงมีการนำมารักษาโรคมะเร็งอื่นๆเพิ่มเช่นในมะเร็งเต้านม, รังไข่, อัณฑะ ฯลฯ

ในโรคภูมิต้านทานตัวเอง (Autoimmune diseases เช่น SLE = Systemic Lupus Erythematosus, Rheumatoid arthritis, Multiple Sclerosis, Juvenile Diabetes Mellitus etc.) โดยเชื่อว่าเป็นผลของที-เซลล์ที่ผิดปกติทำลายเนื้อเยื่อตัวเอง ซึ่งการทำลายที-เซลล์ที่มีอยู่ให้หมดแล้วและปลูกถ่ายไขกระดูกให้เซลล์ต้นกำเนิด(HSC) ให้พัฒนาไปเป็นที-เซลล์ในต่อมไทมัสใหม่ เพื่อให้ได้ที-เซลล์ชุดใหม่ที่ปกติ จะเริ่มโดยเตรียมผู้ป่วยให้ไครธแฟคเตอร์

(GCSF) กระตุ้นให้เซลล์ซีดี 34(HSC) ในไขกระดูกเพิ่มจำนวนและออกมาในเลือด(เช่น Filgrastim) มักใช้รวมยากดภูมิต้านทาน(เช่น Cyclophosphamide) เพื่อไม่ให้อาการกำเริบขึ้น เนื่องจากที-เซลล์เดิมจะเพิ่มจำนวนด้วย แล้วใช้ตัวกรองจับเซลล์ซีดี34(HSC) วิธีการเหมือนการบริจาคเลือดแล้วให้เลือดผ่านตัวกรองที่จะเก็บเซลล์ซีดี 34 ไวและเลือดก็ผ่านกลับเข้าตัวผู้ป่วยดังเดิม เมื่อได้จำนวนเซลล์เม็ดเลือดขาวมากพอ ก็จะนำแยกแช่แข็งเก็บไว้ ทั้งนี้ต้องกำจัดที-เซลล์ที่ติดมาออกให้หมดด้วย หลังจากนั้นก็เริ่มกำจัดที-เซลล์ในร่างกายด้วยเคมีบำบัดรวมกับการฉายแสงแล้วจึงนำเซลล์ซีดี 34 ที่เตรียมไว้นำมาใส่ทางหลอดเลือดดำเหมือนให้เลือด(เป็น Autologous Stem Cell Transplant) ซึ่งริชาร์ด เบิร์ท และคณะได้ใช้รักษาโรคภูมิต้านทานตัวเอง ลูปัส (SLE) 7 คน ติดตาม 1-3 ปี พบว่าผู้ป่วยดีขึ้นไม่ต้องใช้ยากดภูมิต้านทานเลย (Burt R.K et al : Lancet 356; 701-707)

ในโรคพันธุกรรมทางเลือด เช่น ธาลัสซีเมีย(Thalassemia) โรคเลือดจางซิกเกิ้ล(Sickle cell anemia) โรคภูมิคุ้มกันบกพร่องแต่กำเนิด (Severe Combine Immunodeficiency) มีการใช้เซลล์ซีดี 34 จากผู้บริจาคที่มีแอนติเจนที่ผนังเซลล์เหมือนกับผู้รับมากที่สุด (HLA matching เป็น Allogenic Hematopoietic Stem Cell Transplant) ไม่สามารถใช้เซลล์ซีดี 34 ของตัวเองได้เพราะมีความผิดปกติที่ยีนอยู่แล้ว ส่วนการทำลายเซลล์ซีดี 34 ของผู้ป่วยก็ไม่ต้องกำจัดจนหมดทำเพียงเพื่อให้เซลล์ซีดี 34 จากผู้บริจาคเขาไปแบ่งเซลล์อยู่ในไขกระดูกผู้ป่วยได้เท่านั้น(Engraft) ซึ่งจากการติดตามรวบรวมผลระยะแรกพบว่า 26 คนใน 295 คน พบว่ามีลักษณะพันธุกรรม 2 อย่างในผู้ป่วย (Mixed Chimerism) ตลอดเวลา 2-11 ปีที่ติดตาม โดยผู้ป่วยเหล่านี้ไม่ต้องให้เลือดเลย โดยมีระดับฮีโมโกลบินอยู่ที่ 8.3-14.7 กรัม%(Bone Marrow Transplant

2000:Feb;25(4):401) ระยะต่อมาจากการรายงานของเมนท์เซอร์
ดับบลิว ซี และโควาน เอ็ม เจ ในผู้ป่วยธาลัสซีเมีย 17คน พบว่า
12คนไม่มีอาการของโรคเลยมี 4คนเกิดการต่อต้านทำลายไข
กระดูกจากผู้บริจาค(Graft rejection) และไขกระดูกกลับฟื้นตัว
เป็นโรคธาลัสซีเมียเหมือนเดิม(Autologous Recovery) และหนึ่ง
คนตายจากโรคแทรกซ้อน (J. Pediatr. Hematol. Oncol 2000
Nov-Dec; 22)

การปลูกถ่ายไขกระดูกและมีปัญหาเรื่องการต่อต้าน
ไขกระดูกใหม่และอาจเกิดโรคแทรกซ้อนที่ที-เซลล์จากผู้บริจาคจะ
ทำลายเนื้อเยื่อของผู้รับ(GVHD) และมีอันตรายถึงชีวิตได้และอาจ
ต้องเฝ้าระวังติดตามหาด้วยจึงจำเป็นต้องพิจารณาเป็นทางเลือก
สุดท้าย

เนื่องจากโรคพันธุกรรมผิดปกติสามารถตรวจพบได้ตั้งแต่
อยู่ในครรภ์และที-เซลล์จะยังไม่พัฒนา ปัญหาการต่อต้านเซลล์จาก
ผู้บริจาค(Graft rejection) ปัญหาที่ ที-เซลล์จากผู้บริจาคจะทำลาย
เซลล์เนื้อเยื่อผู้รับ(GVHD) ก็จะไม่มีการเลือกเซลล์ต้นกำเนิดจาก
เลือดจากสายรกหรือจากทารกที่แท้งตาย โดยใช้เซลล์จากตัวแม่
จะมีแอนติเจนที่ผนังเซลล์ไม่เข้ากัน (HLA mismatch) ซึ่งทอเรน
เจ แอล ได้รายงานการทำในทารกในครรภ์อายุ 12-28 สัปดาห์
จำนวน 6 ราย ทำโดยใช้เซลล์ต้นกำเนิดจากตัวทารกที่แท้งอายุ
10 สัปดาห์ โดยให้ผ่านทางเส้นเลือดของรกในรายที่เป็นโรคภูมิคุ้ม
กันบกพร่องแต่กำเนิดและเข้าทางช่องท้องในรายที่เป็นธาลัสซีเมีย
หนึ่งราย ผล 2 รายแท้ง 3 ราย หลังคลอดก็จะมีภูมิคุ้มกันมาจาก
ผู้บริจาคและอยู่ได้อย่างปกติ อีกหนึ่งรายที่เป็นธาลัสซีเมียมีอาการ
ดีขึ้นบางส่วน คือ มีเม็ดเลือดแดงที่ดีจากเซลล์ต้นกำเนิดผู้บริจาค
และยังมีเม็ดเลือดแดงของตัวเองที่เป็นธาลัสซีเมีย (ทั้งหมดแม่จะ
เป็น HLA mismatch แต่ไม่พบว่าจะมี GVHD(Graft-Versus-Host-

Disease)เลย นั่นคือมี Tolerance ได้ :J.Hematother 1996 Apr;5(2) :195-9)

ตั้งแต่ปี ค.ศ.1981 เมื่ออีแวนส์และตีออปแมนและมาร์ตินสามารถนำเอากลุ่มเซลล์ภายในตัวอ่อนของหนูระยะบลาสโตซิสต์มาเพาะเลี้ยงในหลอดทดลองได้สำเร็จเป็นเซลล์ต้นกำเนิดจากตัวอ่อนหนู (Mouse embryonic stem cell) ก็ได้มีการศึกษาเซลล์ต้นกำเนิดเหล่านี้และพบว่าสามารถจะพัฒนาไปเป็นเซลล์ต่างๆ ของอวัยวะของหนู ขึ้นกับสภาพแวดล้อม เช่น สารสื่อเซลล์ (Cytokines) จนกระทั่งในปี ค.ศ.1998 ทอมสัน และคณะก็สามารถจะเพาะเซลล์ต้นกำเนิดจากตัวอ่อนของมนุษย์ในหลอดทดลองได้สำเร็จ โดยใช้กลุ่มเซลล์ภายในบลาสโตซิสต์ที่ได้จากการผสมเทียม ในการรักษาผู้ป่วยที่เป็นหมัน(ซึ่งมักจะทำการผสมหลายใบ เมื่อตั้งครภภได้แล้วที่เหลือมักจะถูกกำจัดทิ้ง) ทำให้มีการศึกษากันอย่างละเอียดและพบคล้ายกันกับในหนูสามารถจะพัฒนาไปเป็นเซลล์ต่างๆ ของอวัยวะมนุษย์ทุกชนิด ซึ่งต่อมาเกียรฮาร์ดและคณะก็สามารถเพาะเลี้ยงเซลล์ต้นกำเนิดจากเนื้อเยื่อบริเวณที่จะพัฒนาไปเป็นอวัยวะสืบพันธุ์(Genital ridge และเรียกเซลล์ต้นกำเนิดนี้ว่า Embryogenic germ cell)ของทารก 5-9อาทิตย์ที่ถูกทำแท้ง พบว่าเซลล์ต้นกำเนิดจากกลุ่มเซลล์ในบลาสโตซิสต์จากไข่(Embryogenic stem cell)เพาะเลี้ยงแบ่งตัวกว่า 300 ครั้ง ขณะที่เซลล์ต้นกำเนิดจากทารก 5-9 อาทิตย์ (Embryogenic germ cell) จะแบ่งตัวเพิ่มจำนวนได้ 70-80 ครั้งก็จะหยุด

เมื่อพบว่าเซลล์ต้นกำเนิด (Stem cell) มีศักยภาพภายในพร้อมที่จะเปลี่ยนเป็นเซลล์ชนิดต่างๆของร่างกายได้ ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมภายนอกกว่าจะกำหนดเป็นเซลล์ชนิดใดนั้นนอนส่วนหนึ่งจากสารสื่อเซลล์(Cytokines) ซึ่งในหลอดทดลองจะใช้การเคลือบภาชนะที่ใช้เพาะเลี้ยงด้วยสารเกาะยึดชนิดต่างๆเพื่อให้เซลล์

ต้นกำเนิดเหล่านี้มียืดเกาะแล้วเติมโกรทแฟกเตอร์ที่จะช่วยกระตุ้นหรือยับยั้งการทำงานของยีนต่างๆ เซลล์ก็จะพัฒนาไปเป็นเซลล์ชนิดต่างๆ ได้

นอกจากนี้เซลล์ต้นกำเนิดจากไขกระดูกและเลือดได้มีการศึกษากันมากและนำมาใช้รักษาโรคทางเลือดมานานจึงมีการศึกษาเพิ่มเติมว่าจะสามารถเปลี่ยนไปเป็นเซลล์อื่นของร่างกายได้หรือไม่ แต่เนื่องจากในปัจจุบันยังไม่สามารถเพาะเลี้ยงเซลล์เหล่านี้ในห้องทดลองได้เพราะไม่แบ่งตัวในเทคนิคปัจจุบันที่มีอยู่ แต่เมื่อนำเข้าสู่ร่างกายก็จะแบ่งตัว การศึกษาส่วนใหญ่จึงได้จากสัตว์ทดลองคือหนู ข้อมูลในมนุษย์ที่มีคือผู้ป่วยหญิงที่ได้รับเซลล์ต้นกำเนิด (Hematopoietic Stem Cell) จากผู้ชาย จะพบเซลล์ตับ (Hepatocyte) ที่มีวายโครโมโซม (Y Chromosome) ในหญิงนั้น แสดงว่าเซลล์ตับบางส่วนมาจากเซลล์ต้นกำเนิดของผู้ให้ที่เป็นชาย

ในหนูทดลอง ครอสส์ได้แสดงว่าเซลล์ต้นกำเนิด (HSC) หนึ่งเซลล์ นอกจากจะพัฒนาไปเป็นเซลล์ของเลือดทั้งหมดแล้วยังพบว่าเซลล์จากผู้ให้ยังเจริญไปเป็นเซลล์ เยื่อบุของปอด, ทางเดินอาหารและผิวหนังของหนูที่ได้รับเป็นการซอมแซมแทนเซลล์เก่าที่อาจจะเสียหายจากการติดเชื้อ หรือจากการฉายแสง (Cell. 105: 369-377) หรือลากาสส์และคณะ ได้ใช้หนูตัวเมียที่มีโรคตับจากพันธุกรรม (Genetic Liver Diseases) ซึ่งจะหยุดโรคไว้ด้วยยาจากนั้นฉายแสงขนาดที่ทำให้หนูตายได้ คือทำลายเซลล์ตัวอ่อนในไขกระดูกหมดแล้วให้เซลล์ต้นกำเนิด (HSC) จากหนูตัวผู้ปกติ เมื่อเข้าไปเจริญในไขกระดูกได้ผลดีแล้วประมาณ 2-3 เดือนก็หยุดยาที่ป้องกันตับ ทำให้ตับหนูตัวเมียนั้นถูกทำลาย ตับเริ่มแยลง และได้ให้เซลล์ต้นกำเนิดจากหนูตัวผู้ปกติตัวเดิมอีกครั้ง พบว่าจำนวนเซลล์ที่โต 50 เซลล์ ก็จะพัฒนาไปเป็นเซลล์ตับทั้งหมดของหนูตัวเมียได้ (Nat. Med. 6,1229-1234) บิตเนอร์และคณะได้ใช้หนู

ตัวเมียที่ถูกแปลงพันธุกรรมเป็นโรคกล้ามเนื้อลีบ(Progressive Muscular Dystrophy) คลายที่เกิดในหนูเพศเมีย (Mdx female mice) แล้วให้การปลูกถ่ายไขกระดูกจากเลือดหนูตัวผู้ปกติ(Non-Mdx male mice) พบว่าหลังจาก 70 วัน เซลล์จากหนูตัวผู้ปกติจะไปแทนที่เซลล์กล้ามเนื้อลายและกล้ามเนื้อหัวใจของหนูตัวเมียนั้นทั้งหมด (Ant. Embryol (Berl)199, 391-396)

ออร์ลิตและคณะได้รายงานการใช้เซลล์ต้นกำเนิด(HSC)ของหนูให้เข้าไปบริเวณกล้ามเนื้อหัวใจห้องล่าง(Ventricle) ที่ตายจากการผูกหลอดเลือดหัวใจด้านซ้าย พบว่าเซลล์หัวใจใหม่จะเกิดขึ้นบริเวณกล้ามเนื้อหัวใจที่ตายประมาณ 68% ในเวลา 9 วัน นอกจากนี้ยังมีระบบหลอดเลือดใหม่เกิดขึ้นด้วย (Nature : 410,701-705)

หรือรายงานจากศูนย์โรคหัวใจมหาวิทยาลัยแพทยศาสตร์จากญี่ปุ่น โดยคามิฮาดะ เฮซ และคณะ โดยแยกเซลล์นิวเคลียสเดี่ยวที่มาจากไขกระดูกในหนู แล้วให้กลับไปในหนูหลังผูกหลอดเลือดหัวใจให้กล้ามเนื้อหัวใจตายได้ผลดีเช่นเดียวกันติดตาม 3 อาทิตย์และยืนยันว่าปลอดภัยไม่พบว่ามีเซลล์ต้นแบบ เช่น เซลล์ที่จะเจริญไปเป็นกระดูก อยู่บริเวณกล้ามเนื้อหัวใจเลย และไม่พบการเต้นผิดจังหวะของหัวใจ (Malignant Ventricular arrhythmia) พบว่ามีหลอดเลือดเกิดใหม่ที่นำเลือดมาเลี้ยงหัวใจบริเวณที่เสียหายนี้เพิ่ม 5.7 เท่า (Circulation 2001;Aug.28;104(9); 1046-52)

แจ๊คเซอร์และคณะได้นำเซลล์ต้นกำเนิด(HSC)จากหนูที่โตแล้วทำเครื่องหมายที่เซลล์ไว้เพื่อตรวจจับ หลังจากนั้นเอาหนูที่จะทำการทดลองฉายแสงเพื่อกำจัดเซลล์ในไขกระดูกทั้งหมด หลังจากนั้นนำเซลล์ต้นกำเนิดที่เตรียมไว้มาให้รอเวลาให้เซลล์ต้นกำเนิดที่ให้เข้าไปแบ่งตัวในไขกระดูกพัฒนาเป็นเซลล์เม็ดเลือดและส่วนประกอบมาทดแทนจนปกติประมาณ 10 อาทิตย์ จากนั้นจึงผูก

หลอดเลือดหัวใจด้านซ้าย(Left Anterior Descending artery) กล้ามเนื้อหัวใจห้องล่างจะตายและมีอัตราการรอดชีวิต 26%หลังจากนั้น 2-4 อาทิตย์ จึงเอาหนูที่รอดชีวิตมาตรวจ พบว่ามีเซลล์หัวใจและเนื้อเยื่ออย่างอื่นของหัวใจที่ต้องซ่อมแซมมาจากเซลล์ต้นกำเนิดที่ทำเครื่องหมายไว้ แสดงว่าเมื่ออยู่ในไขกระดูกแล้ว เมื่อเซลล์มีการเสียหายมีการส่งสัญญาณมาให้เซลล์ต้นกำเนิดให้เขามาบริเวณที่เสียหายและพัฒนาเป็นเซลล์กล้ามเนื้อหัวใจ และเซลล์อื่นๆที่เป็นส่วนประกอบของหัวใจ(J.Clin.Invest. 107, 1-8)

นอกจากนี้ก็มีการใช้เซลล์ต้นกำเนิด(HSC)จากไขกระดูกมนุษย์มาใช้แทนของหนู เซลล์เหล่านี้ก็จะเปลี่ยนเป็นเซลล์หัวใจในหนูที่ถูกผูกหลอดเลือดหัวใจให้หัวใจห้องล่างตายและเป็นเซลล์หลอดเลือดและเนื้อเยื่อต่างๆของหัวใจของหนูได้เหมือนกัน (Nat. Med. 7,430-434)

การเสียหายของประสาทไขสันหลังจากอุบัติเหตุที่ทำให้เป็นอัมพาตของแขนขา(Quadriplegia) หรือของขา(Paraplegia) ส่วนมากเซลล์ประสาท(Motor Neurone) และเส้นประสาท(Axon) จะยังอยู่แต่สูญเสียส่วนหุ้มที่มีการนำไฟฟ้าไปยังกล้ามเนื้อ(Myelin sheath) ซึ่งจะมีเซลล์โอลิโกเดนโดรไซต์(Oligodendrocyte) เป็นตัวสร้าง แมคโคโดไนต์และคณะจากมหาวิทยาลัยแพทยในวอชิงตันอเมริกาได้ใช้เซลล์ต้นกำเนิดจากตัวอ่อน(Embryonic Stem Cell) ของหนูมาเพาะเลี้ยงให้เปลี่ยนเป็นเซลล์โอลิโกเดนโดรไซต์ จำนวนมากแล้วให้เข้าไปที่ส่วนของประสาทไขสันหลังด้านหลัง(Dorsum column) ของหนูที่ถูกสารเคมีทำลายเยื่อหุ้มเส้นประสาท(Myelin sheath)แล้ว 3 วัน และอีกกลุ่มหนึ่งใช้พื้นที่ที่ไม่มีเยื่อหุ้มเส้นประสาท พบว่าเซลล์เหล่านี้จะไปยังบริเวณเส้นประสาทและสร้างเยื่อหุ้มเส้นประสาทได้ (Proc. Natt. Acad. Sci. USA. 97: 6126-6131 และ Nat. Med. 5; 1410-1412)

ซาซากิ เอ็มและคณะจากมหาวิทยาลัยแพทยฮ็อกไกโด ญี่ปุ่นได้ใช้เซลล์นิวเคลียสเดี่ยวจากไขกระดูก (Hematopoietic Stem Cell และ Precursor cell และLymphocyte) แล้วให้แก่หนูที่ถูกทำลายเซลล์เยื่อหุ้มเส้นประสาท (Demyelinated) โดยรังสีและสารเคมี พบว่าเซลล์ต้นกำเนิดนี้จะเปลี่ยนเป็นเซลล์ที่หุ้มเส้นประสาท นอกจากนี้ยังพบเซลล์ซีดี 34 อยู่บริเวณที่ปลูกถ่ายแต่ไม่สร้างเยื่อหุ้ม (Myelin sheath) แสดงว่าเซลล์นิวเคลียสเดี่ยวจากไขกระดูกสามารถเปลี่ยนเป็นเซลล์ที่สร้างเยื่อหุ้ม (Myelin sheath) ของเส้นประสาทได้ (Glia 2001, Jul; 35(1):26-34)

นอกจากนี้ อาคิยามา วายและคณะได้ใช้เซลล์ต้นกำเนิดจากสมองมนุษย์ (Cloned Neural Stem Cell) ที่ได้จากการผ่าตัดรักษาผู้ป่วย มาใช้ในการปลูกถ่ายรักษาหนูที่ถูกทำลายเยื่อหุ้มปลายประสาท(Demyelinate) พบว่าได้ผลเช่นเดียวกัน (Exp. Neurol 2001, Jan; 167(1):27-39)

ที่เป็นที่สนใจคือการที่เซลล์ประสาทที่ควบคุมการเคลื่อนไหว (Motor neurone) ที่ประสาทไขสันหลังถูกทำลาย ทำให้เดินไม่ได้ (เช่น โรค Lou Gehrig's disease หรือ ALS = Amyotrophic Lateral Sclerosis ซึ่ง 5% จากพันธุกรรมและ 40% เกิดจากการกลายพันธุ์ของยีนที่ 21 ที่ควบคุมการสร้าง SOD = Superoxide dismutase ทำให้อนุมูลอิสระสะสมมากและทำลายเซลล์ประสาทที่ควบคุมการเคลื่อนไหว) ในที่ประชุมสมาคมวิทยาศาสตร์ประสาทวิทยาของอเมริกา (Society of Neuroscience) เมื่อเดือนกันยายน 2543 ดร.ตักลาส เคอร์ และดร.เกียรฮาร์ด เจ.ดี แห่งมหาวิทยาลัยจอห์นฮอปกินส์อเมริกา ได้รายงานไขหนูทำให้ติดเชื้อไวรัสซินบิส (Sindbis Virus)ทางระบบประสาทส่วนกลาง ซึ่งจะทำลายเซลล์ประสาทที่ควบคุมการเคลื่อนไหว(Motor neurone)ที่ประสาทไขสันหลัง หนูที่รอดชีวิตจะเป็นอัมพาตเคลื่อนไหวไม่ได้ หลังจาก

นั้นแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งใช้เซลล์ต้นกำเนิดจากตัวอ่อนมนุษย์ (Embryogenic germ cell) ซึ่งดร.เกียร์ฮาร์ด ใต้เพาะเลี้ยงไว้ในห้องทดลองตั้งแต่ปี ค.ศ. 1998 ดังได้กล่าวไว้แล้ว นำมาฉีดเข้าทางไขสันหลัง(เหมือนการเจาะไขสันหลัง)หลังจากนั้นประมาณ 3 เดือนพบว่าหนูพวกนี้จะสามารถเคลื่อนไหวได้และเดินได้ แม่จะงุ้มงำม แต่อีกกลุ่มยังเป็นอัมพาตเหมือนเดิม ซึ่งจากการผ่าตัดตรวจ พบว่าประมาณ 6% ของเซลล์ต้นกำเนิดที่ให้สามารถเข้าไปภายในประสาทไขสันหลังและเปลี่ยนเป็นเซลล์ที่ควบคุมการเคลื่อนไหว (Motor neurone) แสดงว่าแม่จะให้เซลล์ต้นกำเนิดอีกทีหนึ่ง แต่เซลล์ก็สามารถติดต่อสื่อสารกันและไปถึงบริเวณที่เสียหายและซ่อมแซมได้

โรคอัมพาตครึ่งซีกที่เกิดจากเซลล์ประสาทในสมองตายจากอุบัติเหตุทางหลอดเลือด (CVA = Cerebrovascular accident หรือ Stroke) เช่น หลอดเลือดตีบตัน คอนซิโอลกา ดี (Kondziolka D) และคณะหลังจากประสบความสำเร็จในการใช้เซลล์ต้นกำเนิด (Embryonic carcinoma cells จาก Layton Bioscience CA. USA) ปลูกถ่ายลงในหนูที่สมองตายจากโรคอัมพาตหลอดเลือด(Stroke) ที่เป็นอัมพาตและการรับรู้เสียทำให้กลับมาดีขึ้น ได้นำมาทดลองในระยะที่หนึ่งกับผู้ป่วยจำนวน 12 คน ชาย 9 คน หญิง 3 คน อายุตั้งแต่ 44-75 ปี มีเซลล์สมองบางส่วนตายมาแล้ว 6 เดือนถึง 6 ปี (Basal ganglia storke and fixed motor defecit) เมื่อได้เซลล์ต้นกำเนิด 2-6 ล้านเซลล์ โดยการฉีดเข้าไปใกล้กับบริเวณเซลล์สมองที่ตายและได้รับยากดภูมิคุ้มกัน(Cyclosporin) เพื่อป้องกันที่เซลล์ผู้ป่วยทำลายเซลล์ต้นกำเนิดนี้ พบว่า 6 คน อาการอัมพาตดีขึ้น (3-10 point ตาม European Stroke Scale Score) และทั้ง 6 คนตรวจพบว่ามีการใช้น้ำตาลกลูโคสบริเวณที่ฉีดเซลล์ต้นกำเนิดเข้าไปตรวจเมื่อ 6 เดือน (ตรวจโดยเครื่อง PET Scan = Positron

Emission Tomography) โดยสรุปว่าการปลูกถ่ายเซลล์ต้นกำเนิดสามารถรักษาเซลล์ประสาทที่คุมการเคลื่อนไหวในสมอง (Motor neurone) ที่ตายได้ (Neurology 2000; Aug.22; 55(4) : 565-9)

นอกจากนี้ในโรคกล้ามเนื้อหัวใจตายจากหลอดเลือดตีบตันมีรายงานการใช้เซลล์ต้นกำเนิดจากเลือด(HSC=Hematopoietic Stem Cell)รักษาได้ผล โดยคณะแพทย์ชาวเยอรมัน (Strauer B.E. et al)เป็นผู้ป่วยชายอายุ46ปีเขา ร.พ.ด้วยอาการเจ็บหน้าอกด้านซ้ายมา 14 ชั่วโมง ตรวจโดยการฉีดสีเข้าหลอดเลือดหัวใจพบว่าหลอดเลือดหัวใจเส้นซ้ายอุดตัน ทำให้หัวใจห้องซ้ายกลางตาย (เป็น Transmural Infarction และได้รับการรักษาโดยการทำ Angioplasty and Stent placement ทาง Percutaneous Transluminal Catheter) เมื่ออยู่โรงพยาบาลในวันที่ 6 เซลล์นิวเคลียสเดียวจากไขกระดูกของผู้ป่วยเองได้ถูกรวบรวมจนได้ปริมาณ 1.2×10^7 เซลล์ จึงถูกนำเข้าไปทางหลอดเลือดแดงของหัวใจข้างเคียงกับเส้นที่อุดตัน หลังจากนั้น10อาทิตย์ตรวจพบว่าบริเวณกล้ามเนื้อหัวใจที่ตายลดลงจาก 24.6%เหลือ 15.7% หลอดเลือดใหม่มาเลี้ยงหัวใจมากขึ้น รวมถึงการทำงานของหัวใจดีขึ้น(เช่น Cardiac index และ Stroke volume เพิ่มขึ้น 20-30%และ On Exercise Endiastolic volume ลด 30% :Dtsds Med Wochensdir 2001:Aug;166(34-35):932-8)

นับเป็นความก้าวหน้าครั้งสำคัญของวงการแพทย์หลังจากที่ค้นพบยาปฏิชีวนะที่นำมารักษาโรคจากการติดเชื้อ คราวนี้เป็น การนำเอาเซลล์ต้นกำเนิดซึ่งสามารถซ่อมแซมอวัยวะต่างๆของร่างกายได้ เป็นการเริ่มต้นยุคแห่งการปลูกถ่ายอวัยวะต่างๆโดยเซลล์ ซึ่งจะสมบูรณ์ที่สุดเสมือนกับที่มีมาแต่กำเนิด แต่ปัญหาคอนนี้ยังไม่สามารถจะนำเซลล์ต้นกำเนิดของแต่ละคนมาเพาะเลี้ยงเพิ่มจำนวนได้ในห้องปฏิบัติการ ซึ่งคงต้องรอการวิจัยต่อไป เพราะถ้าใช้เซลล์ต้นกำเนิดจากบุคคลอื่น นอกจากแฝดที่มาจาก

ไขว่ไปเดียวกันแล้ว นอกนั้นจะเป็นปัญหาโรคแทรกซ้อนจากปฏิกิริยาของระบบภูมิคุ้มกัน เช่นที่-เซลล์จากผู้รับทำลายเซลล์ต้นกำเนิดที่ได้รับ หรือจากที-เซลล์ของผู้บริจาคทำลายเซลล์ต่างๆของผู้รับ (GVHD = Graft Versus Host Disease) ซึ่งควรใช้เซลล์ต้นกำเนิดจากตัวอ่อนก็จะลดความรุนแรงอันนี้ได้ แต่ถ้าวจะใช้เทคนิคการโคลน เช่นของแกะดอลลี่ คือ นำไขมาแล้วเอานิวเคลียสออก แล้วนำเซลล์ของผู้ป่วยมาแยกเอาแต่นิวเคลียส แล้วนำไปใส่แทนที่นิวเคลียสในไข่ หลังจากนั้นทำให้เซลล์ไข่และนิวเคลียสสมานกัน โดยใช้กระแสไฟฟ้า(Electrofusion) จากนั้นนำไปเพาะเลี้ยงเหมือนไข่ที่ได้จากการผสมเทียม เมื่อได้เซลล์ที่เจริญเป็นบลาสโตซิสต์(Blastocyst) แยกเอากลุ่มเซลล์ภายในของบลาสโตซิสต์มาเพาะเลี้ยง จะได้เป็นเซลล์ต้นกำเนิดของผู้ป่วยนั้น ซึ่งจะมีลักษณะพันธุกรรมเหมือนผู้ป่วยทุกประการ สามารถนำมาใช้ได้ทันทีในปริมาณมาก แต่วิธีนี้ก็จะมีปัญหาทางจริยธรรม เพราะเป็นการทำลายชีวิตที่กำลังจะเกิด คือ บลาสโตซิสต์

ส่วนในโรคพันธุกรรมผิดปกติ เช่น ธาลัสซีเมีย ปัจจุบันเรายังไม่สามารถปรับเปลี่ยนแก้ไขยีนที่ผิดปกติได้ เราจึงต้องใช้เซลล์ต้นกำเนิดจากบุคคลอื่นที่ปกติ (Allogenic Stem Cell Transplant) ต่อไปในอนาคตถ้าเราสามารถเพาะเลี้ยงเซลล์ต้นกำเนิดของผู้ป่วยได้และเมื่อการผ่าตัดแก้ไขพันธุกรรมสามารถทำได้ในหลอดทดลอง แล้วนำกลับมาให้ผู้ป่วย ก็จะช่วยรักษาได้ดีขึ้นปลอดภัยมากขึ้น คงต้องใช้เวลาในการวิจัยต่อไป

จะเห็นว่าเซลล์ต้นกำเนิดในไขกระดูกนอกจากจะพัฒนาไปเป็นเซลล์เม็ดเลือดของร่างกายแล้วยังสามารถไปซ่อมแซมอวัยวะต่างๆได้ (แม้ในขณะนี้เรายังวิจัยได้เพียงบางอวัยวะ) แสดงถึงความมหัศจรรย์ของร่างกาย ซึ่งมีต้นกำเนิดจากเซลล์ที่ไข่ที่ผสมกับเชื้ออสุจิ เริ่มจากหนึ่งเซลล์และพัฒนาเป็นร่างกายเรา และยัง

มีเซลล์ต้นกำเนิดในร่างกายเช่น ไขกระดูกซึ่งจะพัฒนาเป็นเซลล์เม็ดเลือดขาวที่คอยป้องกันร่างกายจากเชื้อโรคหรือสิ่งแปลกปลอมหรือสารพิษ และยังสมารถที่พัฒนาเป็นเซลล์ชนิดต่างๆ เพื่อจะซ่อมแซมอวัยวะต่างๆที่เสียหายได้

ในปัจจุบันจะพบว่าโรคต่างๆที่เกิดจากการเสื่อมของร่างกายกำลังเป็นปัญหาทางสุขภาพที่สำคัญ เช่นเบาหวานในผู้ใหญ่, โรคข้อเสื่อม, โรคสมองเสื่อม ตลอดจนโรคความดันเลือดสูง, โรคหลอดเลือดหัวใจตีบ, โรคหลอดเลือดสมองตีบที่ทำให้เกิดเป็นอัมพฤกษ์หรืออัมพาต, โรคมะเร็งต่างๆ ย่อมเป็นกระจกที่จะส่องให้เห็นถึงวิถีการดำเนินชีวิตในปัจจุบันนี้ไม่ถูกต้อง จึงควรปรับเปลี่ยน เริ่มตั้งแต่อาหารควรเพิ่มพืชผักสดและผลไม้สดและธัญญาพืชในอาหารแต่ละมื้อให้มากขึ้นโดยเฉพาะที่มีสีเขียว เพิ่มให้มากพอที่จะได้รับสารเส้นใยและคลอโรฟิลที่จะเข้าไปทำความสะอาดในระบบทางเดินอาหารทุกวัน นั่นคือขับถ่ายได้ทุกวันไม่ตกค้างหมักหมมเป็นพิษในลำไส้ใหญ่ โดยที่คลอโรฟิลจะช่วยปกป้องเยื่อทางเดินอาหารและช่วยให้สารพิษต่างๆที่มีในอาหารหรือที่เกิดในทางเดินอาหารถูกขับถ่ายออกไปในอุจจาระมากขึ้น และสารเส้นใยจะช่วยดูดซับไขมันและน้ำตาลบางส่วนช่วยลดแนวโน้มที่จะบริโภคน้ำตาลซึ่งเป็นผลเสียต่อสุขภาพอีกด้วย ซึ่งเราพบว่ากลุ่มประชากรที่บริโภคสารเส้นใยจากพืชผักมากจะมีอุบัติการณ์ของโรคเบาหวาน, มะเร็งลำไส้ใหญ่, โรคหลอดเลือดหัวใจตีบน้อยลง

สารเคมีจากพืช(Phytochemical compound)หลายชนิด เช่นจากพืชสมุนไพร, เครื่องเทศ ก็จะมีผลต่อสมดุลของฮอร์โมน, โกรทแฟกเตอร์และสารสื่อเซลล์ ซึ่งจะมีผลต่อการทำงานของเซลล์ต่างๆ ทำให้มีผลต่อภูมิคุ้มกันและการซ่อมแซมของร่างกาย จึงจำเป็นต้องศึกษาและเลือกใช้ให้เหมาะสมกับแต่ละคน

การดื่มน้ำสะอาดวันละอย่างน้อย 1 ลิตรจะทำให้เลือดไม่ข้น ส่งผลให้การไหลเวียนเลือดดีขึ้นยังช่วยพาของเสียหรือสารพิษ

ออกทางไตอีกทางหนึ่ง

หลีกเลี่ยงที่มีมลภาวะเป็นพิษในอากาศสูง ๆ หรือที่มีควันทบหรือมาก พยายามปลูกต้นไม้ในบริเวณบ้านให้มาก ๆ ภายห้องที่มีเครื่องปรับอากาศควรมีการระบายอากาศบ่อย ๆ เพราะพวกสารระเหยจากเครื่องใช้ต่าง ๆ เช่น สีที่ทาผนังหรือแลคเคอร์ที่ทาเตียง ตู้โต๊ะ ภาชนะที่เป็นยางหรือพลาสติกที่เพิ่งผลิตใหม่ ๆ แม้นกระทั่งน้ำยาที่เคลือบหลอดทองแดงในเครื่องใช้ไฟฟ้าเมื่อใช้งานจะร้อนและระเหยออกมา ผ่าที่อบน้ำยาเพื่อป้องกันแมลงเป็นต้น สารพวกนี้จะระเหยออกมาช้า ๆ และจะสะสมและมีอันตรายต่อปอดและสุขภาพ ควรหาโอกาสไปในที่ๆมีอากาศบริสุทธิ์ตามสวนหรือที่มีต้นไม้มาก ๆ มีควันทบที่ไอเสียน้อย ๆ ตามชนบทเป็นครั้งคราว เพื่อให้ออกได้พักฟื้นบ้าง

ออกกำลังกายสม่ำเสมอซึ่งนอกจากจะเพิ่มการไหลเวียนของหลอดเลือดฝอย(Microcirculation) ซึ่งจะช่วยชะล้างของเสียที่ตกค้างให้ออกมากำจัดที่ตับและไตแล้ว ต่อมเหงื่อก็จะช่วยขับสารพิษออกมาทางเหงื่อได้อีกทางหนึ่งแล้วยังจะทำให้เม็ดเลือดขาวและเซลล์ต้นกำเนิดกระจายไปตามเนื้อเยื่อต่าง ๆ มากขึ้นและจะกระตุ้นให้ไขกระดูกสร้างเซลล์ต้นกำเนิดและเซลล์เม็ดเลือดขาวมาทดแทนซึ่งจะทำให้มีภูมิคุ้มกันต้านทานดีขึ้นและการซ่อมแซมอวัยวะต่างๆ ได้ดีขึ้น

การปรับสมดุลของร่างกายและจิตใจ เพื่อให้ฮอร์โมน, โกรทแฟคเตอร์(Growth factor)และสารสื่อเซลล์(Cytokines) อยู่ในสมดุลที่เสริมสร้างร่างกายให้แข็งแรง เช่น การควบคุมความเครียด การคิดแต่ในทางสร้างสรรค์ มองโลกในแง่ดี มีเมตตา พร่อมใหลอภัยบุคคลอื่น ตลอดจนการฝึกชี่กง, โยคะ, ทำทีเอ็ม(TM=Transcendental Meditation) หรือการทำสมาธิ, วิปัสสนา ซึ่งควรทำสม่ำเสมอเหมือนการออกกำลังกาย จึงจะได้ผลดี

จะเห็นว่าธรรมชาติได้มอบสิ่งที่ดีที่สุด ที่คอยปกป้องและซ่อมแซมร่างกายของทุกคนคือเซลล์ต้นกำเนิด เพียงแต่ถา

ทุกคนเข้าใจและดูแลอย่างถูกต้องก็จะมีชีวิตอย่างมีคุณภาพได้นาน

ธนชัย ดำรงค์วานิช
พฤศจิกายน 2544

