

Concept 12-3

1. กระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของคน

spermatogenesis ⇒ กระบวนการสร้าง ตัวอสุจิ	oogenesis ⇒ กระบวนการสร้างไข่
เกิดขึ้นในหลอดสร้างอสุจิ (semiferous tubule) ในอัณฑะ	เกิดในรังไข่ (ovary)
Primordial germ cell (2n) ⇒ กลุ่มเซลล์จากช่องท้อง (เจริญจากกลุ่มเนื้อเยื่อของ embryo ที่อยู่นอกอัณฑะและรังไข่) เคลื่อนเข้ามาอยู่ในอวัยวะสืบพันธุ์ระหว่างที่เกิดอวัยวะสืบพันธุ์ ⇒ เปลี่ยนในระยะแรกเกิดทั้งหมด	
spermatogonium (2n) mitosis เพิ่มจำนวนตลอดเวลา	oogonium mitosis เปลี่ยนเป็น 1° oocyte ตั้งแต่แรกเกิด (8 เดือนในครรภ์มารดา) และจะไม่เพิ่มอีก (ในคนและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม)
อายุ 12-13 ปี บางเซลล์ ⇒ 1 primary spermatocyte (2n) นิวเคลียสขนาดใหญ่ —1° meiotic— • 1° spermatocyte สร้างได้ตลอดระยะเวลาการสืบพันธุ์จนกระทั่งตาย	บางเซลล์ ⇒ 1 primary oocyte (2n) นิวเคลียสขนาดใหญ่ ⇒ อายุ 12-14 ปี —1° meiotic— • แรกเกิดมี 1° oocyte 2 ล้านใบ ต่อมาลดลงเรื่อย ๆ จนถึงวัยก่อนมีประจำเดือน (อายุ 12-14 ปี) จะเหลือ 400,000 ใบ
2 secondary spermatocyte (n) —2° meiotic— 4 spermatid	2 secondary oocyte (n) ใหญ่ 1 เล็ก 1 (first) polarbody ในสัตว์มีกระดูกสันหลัง ไข่ระยะนี้ (metaphase II) จะหลุดออกจากรังไข่ (ovulation) ทุก ๆ 28 วัน ⇒ ถ้าไข่ถูกผสม จะ 2° meiotic (ถึง telophase II) ⇒ ovum (เซลล์ไข่) ขนาดใหญ่ 1 เซลล์ (second) polarbody (polarocytes) ขนาดเล็ก 3 เซลล์ สลายไป • ตลอดช่วงอายุของเพศหญิง จะมีไข่ตก ได้ไม่เกิน 400 ฟอง ⇒ ดังนั้น เมื่อเพศหญิงเข้าสู่วัยหมดประจำเดือน ไม่ได้หมายความว่า oocyte จะหมดไปด้วย
spermatid เปลี่ยนรูปร่าง (differentiate) เป็น spermatozoa (ตัวอสุจิ, sperm)	ovum เติบโต สะสมไข่แดง, สารอื่น ๆ ทำให้มีขนาดใหญ่
Pg → Stg → 1°Stc —mI— 2°Stc —mII— stid → sperm	Pg → Og → 1°Oc —mI— 2°Oc

- ไม่ว่าชายหรือหญิง จะมี 1° meiotic ก็ต่อเมื่ออายุ 12-13-14 ปี
- 2° oocyte (metaphase II) มีปริมาณโครโมโซม = zygote [อธิบาย - ดูรูปหน้า 6]
- ถ้ามี 1° oocyte A เซลล์ จะเจริญถึงขั้นตกไข่ได้ ไข่ จำนวน ⇒ ไม่เกิน A เซลล์
- การสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียของพืชมีดอกและสัตว์ชั้นสูง มีความแตกต่างกันในเรื่อง ⇒ จำนวนเซลล์ที่ได้ และ จำนวนครั้งของการแบ่ง mitosis ของเซลล์ได้จากเซลล์ดิพลอยด์
- ระบบสืบพันธุ์

ระบบสืบพันธุ์เพศชาย	ระบบสืบพันธุ์เพศหญิง
---------------------	----------------------

Concept 12-3

<p>ภายนอก</p> <p>ถุงอัณฑะ (scrotum, scrotal pouch)</p> <p>ของทารกในครรภ์จะอยู่ที่ด้านหลังของช่องท้อง ใกล้เคียง ๆ กับที่เกิดไต ก่อนคลอดประมาณ 1 เดือน จึงเคลื่อนลงมาอยู่ในถุงอัณฑะ</p> <p>บางครั้ง อัณฑะจะไม่เคลื่อนลงมาอยู่ในถุงอัณฑะทั้ง 2 อัน หรือลงมาอยู่เพียง 1 อัน ซึ่งในกรณีหลังเรียก อัณฑะทองแดง (Cryptorchism) ซึ่งอาจให้กำเนิดบุตรได้ (ส่วนน้อย)</p> <p>อัณฑะที่อยู่ในช่องท้องตัวอสุจิจะตายหมด เพราะอุณหภูมิสูงเกินไป</p> <p>ประกอบด้วยกล้ามเนื้อเรียบ</p> <p>มีความสำคัญต่อการปรับอุณหภูมิของอัณฑะ ให้ต่ำกว่าอุณหภูมิปกติของร่างกายประมาณ 2-3°C (เฉลี่ยประมาณ 34°C) เพื่อให้เหมาะสมต่อการสร้างตัวอสุจิ</p> <p>ลึงค์ (penis)</p> <p>เป็นทางผ่านของน้ำปัสสาวะ</p> <p>เป็นอวัยวะที่ใช้ร่วมเพศและเป็นทางผ่านของตัวอสุจินอกร่างกาย</p>	<p>ภายนอก</p> <p>clitoris = pennis ในชาย</p> <p>labia majora (แคมนอก)</p> <p>labia minora (แคมใน)</p>
---	---

Concept 12-3

ภายใน

อัณฑะ (testis)

- มี 1 คู่
 - เป็นอวัยวะสืบพันธุ์ที่สำคัญที่สุดของเพศชาย
- หลอดสร้างตัวอสุจิ (seminiferous tubules) ❶
- เป็นท่อจุดไปมา แยกกันอยู่เป็นตอน ๆ
- ภายในมี spermatogonium มากมาย
- ผนังประกอบด้วยเซลล์ 2 ชนิด คือ เซลล์ที่จะกลายเป็นตัวอสุจิ (spermatogonium ถึง spermatid) และ sustentacular cell (เซลล์ที่เลี้ยง)
- ทำหน้าที่สร้างอาหารและหลังของเหลว (จำนวนลดลงเมื่ออายุเกิน 60)
- สร้างตัวอสุจิ (12-13 ปี จนตลอดชีวิต)
- โรคคางทูม ทำลายเยื่อหลอดสร้างตัวอสุจิ
- interstitial cell of Leydig
- อยู่ระหว่างหลอดสร้างตัวอสุจิ
- สร้างฮอร์โมนเพศชาย \Rightarrow Androgen \Rightarrow Testosterone เป็นส่วนใหญ่

ท่อ (accessory ducts)

rete (รีตี) testis ❷

เป็นท่อรวม ที่หลอดสร้างตัวอสุจิไปเปิดรวมกัน

หลอดเก็บตัวอสุจิ (epididymis) ❸

ตัวอสุจิเจริญเต็มที่ ปฏิสนธิได้

มีกล้ามเนื้อเรียบตามวง ช่วยขับอสุจิ

เป็นที่พัก+เพิ่มสมรรถนะ อาจนานถึง 6 สัปดาห์ แต่หลังจากนี้อสุจิจะสลายไปสร้างอาหารมาเลี้ยง

ท่อนำตัวอสุจิ (vas deferens) ❹

(ตอนต้นยังอยู่ในถุงอัณฑะ \Rightarrow ทำหมัน) วกขึ้นไปเหนือขอบกระดูกเชิงกราน

ที่ผนังมีกล้ามเนื้อช่วยบีบขับ

ตอนปลายสุดโป่งเป็นกระเปาะ \Rightarrow ampula of vas deferens เป็นที่เก็บ อาจนาน 2-3 เดือน (คั้งนั้นทำหมันแล้ว ยังอาจมีบุตรต่อไปได้อีก 2-3 เดือน)

ท่อฉีดอสุจิ (Ejaculatory duct)

ท่อปัสสาวะ (Urethra)

ต่อม (Accessory glands)

ต่อมสร้างน้ำเลี้ยงตัวอสุจิ (seminal vesicle)

อยู่ระหว่างกระเพาะปัสสาวะ กับ ลำไส้ตรง มี 1 คู่

สร้างอาหาร \Rightarrow ฟรุกโตส วิตามินซี โปรตีน

พวกไกลบูลิน สารเมือก ฯลฯ เข้าไปในท่อนำตัวอสุจิ

โดย ประพันธ์ สุขสมบูรณ์

เป็นอวัยวะของคนที่ผลิตน้ำตาล fructose ได้

ภายใน

รังไข่ (ovary) = testis ในชาย

- เป็นอวัยวะสืบพันธุ์ที่สำคัญที่สุดของเพศหญิง
- มีอยู่ 2 ข้างของมดลูก ข้างละ 1 อัน อยู่ลึกเข้าไปในอุ้งเชิงกราน มีเยื่อ mesovariumยึดรังไข่ไว้ น้ำหนักประมาณ 2-3 g มีขนาดเท่านิ้วหัวแม่มือ
- สร้างไข่ จะเริ่มขึ้น เมื่ออย่างเข้าสู่วัยสืบพันธุ์ โดย oocyte จะสุกทุก ๆ เดือน
- สร้างฮอร์โมน
 - Estrogen : จากกลุ่มเซลล์ Theca interna ที่อยู่รอบ ๆ primary follicle \Rightarrow ควบคุมลักษณะเพศหญิง และการเจริญเปลี่ยนแปลงของผนังชั้นในของมดลูก
 - Progesterone : สร้างจาก corpus luteum \Rightarrow ทำหน้าที่ควบคุมการตั้งครรภ์และยับยั้งการเจริญของ follicle

ท่อนำไข่, ปีกมดลูก (fallopian tube, Uterine tube, oviduct)

- ระยะเวลาการเดินทางของไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิในท่อนี้ \Rightarrow 4-7 วัน

มดลูก (uterus)

- เป็นส่วนของท่อนำไข่ที่ขยายตัว
- อยู่ข้างหลังกระเพาะปัสสาวะ มีขนาดยาวประมาณ 7-8 cm ติดต่อกับท่อนำไข่หรือปีกมดลูก (เป็นส่วนยื่นออกมาจากตัวมดลูก) มดลูกตอนล่างจะแคบเข้าหากันเป็นปากมดลูก (cervix) ติดต่อกับช่องคลอด
- มีเอ็นยึดให้อยู่กับที่ติดกับผนังลำตัว
- หน้าที่ : ที่ฝังตัว (implantation) ของไข่ที่ถูกผสมแล้ว , ที่เจริญของตัวอ่อนจนถึงกำหนดคลอด , แผลงมีประจำเดือน (menstrual cycle) , เป็นทางผ่านของตัวอสุจิเข้าไปปฏิสนธิกับไข่
- ประกอบด้วยผนัง 3 ชั้น คือ
 - ชั้นเอนโดเมทริียม (endometrium) \Rightarrow ชั้นในสุด มีความสำคัญมาก \Rightarrow เนื้อเยื่อคล้ายฟองน้ำ , มีการเปลี่ยนแปลงทุกวันในรอบเดือน , เมื่อเกิดการตั้งครรภ์ เป็นชั้นที่มีการสร้างรก เพื่อเป็นแหล่งแลกเปลี่ยนก๊าซและส่งอาหารให้แก่เอมบริโอ
 - ชั้น myometrium \Rightarrow ชั้นกลาง \Rightarrow ชั้นกล้ามเนื้อ (เรียบ) \Rightarrow ผนังหนา

Concept 12-3

1. semen \Rightarrow สารที่เพศชายหลั่งออกมาตอนร่วมเพศ ประกอบด้วย สารจากต่อมสร้างน้ำเลี้ยงตัวอสุจิ 75-80 % จากต่อมลูกหมาก 15-20 % จากหลอดเก็บตัวอสุจิและอัณฑะ 2-5 % น้ำหล่อลื่นจากต่อมคาวเปอร์ปริมาณน้อยมาก ปริมาตร 2-7 (3) cm^3 /ครั้ง มีอสุจิ 300-500 ล้านตัว
2. ผู้ที่มีอสุจิต่ำกว่า 30 ล้านตัว/1 cm^3 หรือรูปร่างผิดปกติเกิน 25 % มีโอกาสเป็นหมันหรือมีลูกยาก
3. ตัวอสุจิที่ออกมาจากอวัยวะเพศชายแล้ว มีชีวิตอยู่ได้ 2-3 ชั่วโมง ข้างนอก หรือ 48 ชั่วโมง ($2\frac{1}{2}$ วัน) ในมดลูกหรือท่อไข่
4. อสุจิใช้เวลามากกว่า 2 เดือน จึงจะเจริญพัฒนาเป็นอสุจิที่สมบูรณ์
5. ตัวอสุจิของคนมีขนาดเล็กกว่าไข่ประมาณ 50,000 เท่า
6. ส่วนประกอบของตัวอสุจิ
 - 6.1. ส่วนหัว
 - 6.1.1. ปลายสุดด้านหน้าของส่วนหัว \Rightarrow acrosome เปลี่ยนมาจาก golgi complex \Rightarrow สร้างเอนไซม์ hyalurodinase ทำหน้าที่ย่อยเยื่อหุ้มไข่
 - 6.1.2. นิวเคลียส
 - 6.2. ส่วนแรกของหาง \Rightarrow middle piece \Rightarrow ทรงกระบอก ยาว mitochondria มาก เป็นแหล่งพลังงาน มี centriole 1 อัน \Rightarrow ออร์แกเนลล์ที่มีมากที่สุด คือ mitochondria
 - 6.3. ส่วนท้ายของหาง \Rightarrow มี centriole อีกอันหนึ่งจะกลายเป็นแฟลกเจลลัมอยู่ใ้ใช้ในการเคลื่อนที่ \Rightarrow ออร์แกเนลล์ที่มีมากที่สุด คือ microtubule
7. การเปลี่ยนแปลงของไข่ในรังไข่
 - 7.1. ภายในรังไข่ทั้งสองข้างของเด็กแรกเกิดจะมีไข่ที่ยังไม่เจริญเต็มที่หรือ 1^o oocyte อยู่ประมาณ 2 ล้านเซลล์ โดยมีกลุ่มเซลล์ที่เรียกว่าฟอลลิเคิลเซลล์ (follicular cell) หุ้มในลักษณะคล้ายกับถุงหุ้มเรียกรวมกันว่า ฟอลลิเคิล (follicle, primordial follicle)
 - 7.2. เมื่อถึงวัยรุ่น (14-15 ปี)
 - 7.2.1. 1^o oocyte หนึ่งเซลล์จะไม่โอซิสครั้งที่ 1 กลายเป็น 2^o oocyte ซึ่งจะมีขนาดใหญ่ขึ้น
 - 7.2.2. ฮอร์โมนจากต่อมใต้สมอง คือ FSH (Follicle Stimulating Hormone) จะกระตุ้น primordial follicle \Rightarrow primary follicle \Rightarrow secondary follicle \Rightarrow grafian follicle เคลื่อนที่มายู่ที่ขอบรังไข่
 - follicle บางกลุ่มจะขาดอาหารและตายไป ทำให้เกิดช่องว่างขึ้นภายใน และมีสารที่เป็นของเหลวบางอย่างสะสมอยู่
 - 7.2.3. ไข่จะถูกดันไปอยู่ตามริมของ follicle
 - 7.2.4. ในระยะนี้ฟอลลิเคิลจะสร้างฮอร์โมนเพศ \Rightarrow estrogen เพิ่มมากขึ้น
 - 7.3. เซลล์ไข่เจริญเต็มที่แล้ว (2^o oocyte) \Rightarrow ผนัง grafian follicle แตกออก \Rightarrow การตกไข่ (ovulation)
 - ขบวนการที่ grafian follicle เจริญเต็มที่และแตกออก จะอยู่ภายใต้อิทธิพลของ

Concept 12-3

ฮอร์โมน LH (Luteinizing Hormone) ที่หลั่งมาจากต่อมใต้สมอง

- 7.3.1. ระยะตกไข่นี้อาจสังเกตได้จากการลดของอุณหภูมิของร่างกายแล้วเพิ่มขึ้น
 - รังไข่แต่ละข้าง จะมีไข่ตกไม่พร้อมกัน เมื่อเซลล์ไข่ตกที่รังไข่ข้างหนึ่งแล้ว ครั้งต่อไปจะมีเซลล์ไข่ตกที่รังไข่อีกข้างหนึ่ง ปกติจะมีเซลล์ไข่ตกครั้งละ 1 เซลล์ แต่ถ้าตัดรังไข่ออก 1 ข้าง รังไข่ข้างที่เหลืออยู่ข้างเดียวนั้น จะทำหน้าที่ตกไข่ทุกเดือน
- 7.3.2. ส่วนเซลล์ที่เป็นฟอลลิเคิลเดิม (LH) \Rightarrow เนื้อเยื่อสีเหลือง \Rightarrow คอร์ปัสลูเทียม (corpus luteum) (LH) \Rightarrow สร้างฮอร์โมน Progesterone
 - เนื้อเยื่อของ corpus luteum ส่วนใหญ่จะสร้างมาจาก granulosa cells
 - ในเซลล์ของ corpus luteum มีเอนไซม์ที่ผลิตฮอร์โมนซึ่งทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการสร้างฮอร์โมน progesterone \Rightarrow SER
 - สิ่งที่ยกจำนวนไข่ที่ตกจากรังไข่ได้ถูกต้องมากที่สุด \Rightarrow จำนวน corpus luteum จากรังไข่ทั้งสองข้าง
 - progesterone
 - ทำงานร่วมกับฮอร์โมนจากฟอลลิเคิล (estrogen) ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเอนโดเมเทรียมให้หนาขึ้นและมีเส้นเลือดฝอยมากขึ้น
 - ยับยั้งการตกไข่ \ กระตุ้นต่อมน้ำนม
- 7.4. เซลล์ไข่เข้าไปในปีกมดลูก (fallopian tube) หรือ ท่อนำไข่ (oviduct) โดยการโบกพัดของขนที่บุเซลล์ภายในท่อ และการหด-คลายตัวของท่อนำไข่
- 7.5. ถ้าเซลล์ไข่ได้รับการผสมกับอสุจิที่ท่อนำไข่ (จะเกิดที่ตอนต้น ประมาณ 1/3 ทางด้านที่อยู่ใกล้รังไข่) ก็จะได้ไซโกต (zygote) ซึ่งจะพัฒนาเป็นเอ็มบริโอ (embryo) ต่อไป
 - 7.5.1. เอ็มบริโอจะเคลื่อนที่มาฝังอยู่กับผนังของมดลูก เยื่อที่เจริญมาหุ้มเอ็มบริโอ จะหลั่งฮอร์โมน HCG เพื่อกำหนดให้คอร์ปัสลูเทียมทำงานต่อไป
- 7.6. ถ้าหากเซลล์ไข่ไม่ถูกผสม
 - 7.6.1. เซลล์ไข่ก็จะสลายตัวไป
 - 7.6.2. คอร์ปัสลูเทียมจะสลายตัวภายในเวลา 2 สัปดาห์ + หยุดสร้างฮอร์โมน กลายเป็น corpus albicans \Rightarrow เกิดการสลายตัวของเนื้อเยื่อเอนโดเมเทรียม \Rightarrow มีรอบประจำเดือนรอบใหม่
- 7.7. กระบวนการนี้โดยปกติจะเกิดขึ้นเรื่อย ๆ ไปจนถึงวัยที่ไม่มีเซลล์ไข่ตกอีก เรียกว่า วัยหมดประจำเดือน
8. เซลล์ไข่
 - 8.1. ของคนและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมชั้นสูง \Rightarrow มีเยื่อหุ้มเซลล์ไข่ + สารเคลือบเซลล์ไข่ที่สร้างมาจากฟอลลิเคิลเซลล์ห่อหุ้มป้องกันอันตราย
 - 8.2. ไข่ที่หลุดออกจากรังไข่ ถ้าไม่ได้รับการปฏิสนธิภายใน 1-2 วัน ก็จะสลายไป

Concept 12-3

9. การปฏิสนธิ
 - 9.1. ตัวอสุจิจะเข้าไปถึงบริเวณที่มีการปฏิสนธิได้โดย \Rightarrow ว่ายน้ำ
 - 9.2. สารเคลือบเซลล์ไข่ จะถูกย่อยของตัวอสุจิ
 - 9.3. ตัวอสุจิเจาะสารเคลือบเซลล์ไข่ลงไปเป็นช่อง โดยเอนไซม์ hyalurodinase จากส่วนหัว และเจาะไปถึงผิวเยื่อหุ้มเซลล์ไข่
 - โดยทั่วไปแล้ว อสุจิจะมีเพียงตัวเดียวเท่านั้นที่มีโอกาสเข้าไปผสมกับเซลล์ไข่ เพราะไข่มีกลไกในการสร้างสารเคมีป้องกันไม่ให้ตัวอสุจิอื่น ๆ ผ่านเข้าไปได้อีก ในทันทีที่ตัวอสุจิตัวแรกเข้าไปสัมผัสกับเยื่อหุ้มเซลล์ไข่
 - 9.4. 2° oocyte ไมโอซิสครั้งที่ 2 ได้เป็นเซลล์ไข่และโพลาร์บอดีอีก 1 เซลล์
 - 9.5. นิวเคลียสของตัวอสุจิเข้าไปปฏิสนธิกับนิวเคลียสของเซลล์ไข่
 - เหตุการณ์ใดที่ถือว่าเป็นการปฏิสนธิ เมื่อตัวอสุจิเจาะไข่ไปแล้ว \Rightarrow โครมาทิดแยกออกจากกัน (Anaphase II) และหลุดออกไปนอกเซลล์ขูดหนึ่ง (polarbody) แล้วนิวเคลียสของไข่และของตัวอสุจิเข้ารวมกัน
 - 9.6. หลังปฏิสนธิแล้วสารเคลือบเซลล์ไข่ยังคงหุ้มเซลล์ไข่อยู่ และจะแตกออกเมื่อเอ็มบริโอฝังตัวกับผนังมดลูก โดย เอ็มบริโอเจริญเติบโตเต็มที่พร้อมที่จะฝังตัวเมื่ออายุได้ 1 สัปดาห์
 - 9.7. หลังจากเอ็มบริโอฝังตัวในมดลูก ผนังมดลูกจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมากโดยฮอร์โมนต่าง ๆ (Progesterone) เพื่อรองรับเอ็มบริโอ
10. การศึกษาการปฏิสนธิในการรวมกันของเซลล์สืบพันธุ์ มักศึกษาในเม่นทะเล (sea urchin)
11. รอบประจำเดือน
 - 11.1. การมีประจำเดือน (menstruation) \Rightarrow การที่เส้นเลือดในผนังมดลูกชั้นในเกิดการแตกออก เนื่องจากอิทธิพลของฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองและรังไข่
 - 11.2. จะเสียเลือดประมาณ 25 cm³ ต่อ 1 รอบประจำเดือน
 - 11.3. ช่วงระยะเวลาที่เพศหญิงจะมีบุตรได้คือช่วงอายุ 15-45 ปี เนื่องจากมีการตกไข่ ดังนั้นการมีประจำเดือนก็จะเกิดในช่วงอายุนี้นี้
 - 11.4. รอบประจำเดือนจะใช้เวลารอบละประมาณ 25-35 วัน
 - 11.4.1. วันแรกของการมีประจำเดือน (ระยะที่มีประจำเดือน 2-5 วัน) \Rightarrow มีการพังทลายของผนังมดลูกชั้นใน \Rightarrow เลือดออก
 - 11.4.2. 13-15 วัน ต่อมา \Rightarrow ตกไข่ \Rightarrow ช่วงกลางของรอบประจำเดือน
 - 11.4.3. 24 ชั่วโมงต่อมา \Rightarrow ไข่สลายตัว
 - 11.4.4. 13-15 วันต่อมา เกิด 1) ใหม่
12. การเกิดฝาแฝด
 - 12.1. เซลล์ไข่โกตแยกเป็น 2 เซลล์ แต่ละเซลล์จะเจริญพัฒนาเป็นเอ็มบริโอ \Rightarrow ทารกแฝดที่เกิดจากไข่

Concept 12-3

โกดเซลล์เดี่ยว \Rightarrow แผลเหมือน (Identical twins) \Rightarrow มีเพศเดียวกัน ลักษณะเหมือนกันทุกประการ

- แผลอิน-จัน ไชมิสทวินคู่แรกของโลก \Rightarrow ไข่ใบเดียว อสุจิตัวเดียว \Rightarrow กลุ่มเซลล์เกิดแยกตัวจากกันอย่างไม่สมบูรณ์ ในช่วงคลีเวจระยะต้น ๆ

12.2. เซลล์ไข่ตกพร้อมกัน 2 เซลล์ หรือมากกว่า แต่ละเซลล์มีอสุจิเข้าผสม เกิดเป็นไข่โกดที่เจริญพัฒนาเป็นเอ็มบริโอและทารกแฝด \Rightarrow ทารกจะมีลักษณะต่าง ๆ รวมถึงอาจมีเพศเหมือนกันหรือแตกต่างกันก็ได้ เนื่องจากเกิดการปฏิสนธิแยกกันเป็นฝาแฝดที่เกิดจากไข่โกดต่างกัน \Rightarrow แผลคล้าย (Fraternal twins)

- หญิงคนหนึ่งคลอดลูกแฝดชายหญิง 4 คน แสดงว่า \Rightarrow egg > 1 + sperm > 1 (อย่างน้อยต้อง 2 + 2)

13. สาเหตุของภาวะการมีบุตรยาก

ชาย	หญิง
1. ตัวอสุจิ \Rightarrow ผิดปกติ จำนวนน้อยหรือไม่มี หรือไม่มีการเคลื่อนที่ของตัวอสุจิเลย ท่อทางผ่านของตัวอสุจิ \Rightarrow ตีบตัน ตัวอสุจิไม่สามารถเดินทางออกสู่ภายนอกได้ ความผิดปกติในน้ำอสุจิ - ความเป็นกรด-เบสของน้ำอสุจิผิดไป - การขาดน้ำตาลฟรักโทส - มีการติดเชื้อ ทำให้ตัวอสุจิตาย	1. มีอวัยวะเพศพิการมาแต่กำเนิด เช่น ไม่มีช่องคลอด ช่องคลอดหรือท่อนำไข่ ตีบตัน มีผนังกัน หรือมีก้อนเนื้อออกหรือเป็นแผล เกิดการอักเสบเนื่องจากติดเชื้อ เช่น พยาธิ รา แบคทีเรีย และไวรัส ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงภาวะกรด-เบส ของช่องคลอดหรือปากมดลูก ทำให้ตัวอสุจิตายได้ เชื้อบูมดลูกผิดปกติ หรือเนื้องอกที่กล้ามเนื้อมดลูก ทำให้ตัวอสุจิตายได้ การขาดฮอร์โมนโดยเฉพาะโปรเจสเตอโรน ทำให้เชื้อบูมดลูกเจริญผิดปกติ ไม่เหมาะที่จะให้ไข่ที่ผสมแล้วฝังตัว
สาเหตุอื่น ๆ \Rightarrow การเป็นโรคติดต่อที่เกิดจากเพศสัมพันธ์ เช่น โรคเอดส์ ซิฟิลิส ฯลฯ ถ้าเป็นเรื้อรังนาน ๆ ก็จะทำให้ไม่สามารถมีบุตรได้เช่นกัน และยังเป็นอันตรายถึงชีวิตได้	

1. ทารกในหลอดแก้ว (in-vitro fertilization , test tube babies)
 - 1.1. \Rightarrow การนำเอาเซลล์สืบพันธุ์มาผสมในหลอดทดลองแล้วนำกลับไปใส่ในมดลูกแม่ เพื่อให้เจริญเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์
 - 1.2. ได้จากการนำไข่สุกเต็มที่ออกจากรังไข่ (ชักนำให้ไข่สุกพร้อม ๆ กัน หลาย ๆ ใบ โดยให้กินยา - สตรีที่ยังอายุมาก รังไข่ยิ่งสนองต่อยาน้อยลง) มาผสมกับอสุจิของฝ่ายชายในหลอดทดลอง เพื่อให้เกิดการปฏิสนธิ
 - 1.3. เลี้ยงเอ็มบริโอในน้ำยาและสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมระยะหนึ่ง (ไข่โกดแบ่งเซลล์จนถึงระยะเอ็มบริโอได้เป็น 8 เซลล์ แล้วจึงนำเอ็มบริโอเข้าสู่โพรงมดลูก เพื่อให้เอ็มบริโอฝังตัวในมดลูกเจริญตามธรรมชาติในมดลูกต่อไป
 - 1.4. วิธีการและขั้นตอนต่าง ๆ ต้องอยู่ในการดูแลของแพทย์โดยตลอด จนกว่าจะครบกำหนดคลอด
2. in-vivo fertilization \Rightarrow การเกิดทารกขึ้นในร่างกายของผู้เป็นแม่ตามธรรมชาติ