

## குன்றற் பிரிவு (MEIOSIS)

குன்றற் பிரிவு நடைபெறும் பொழுது குரோமோசோம்கள் ஒரு முறையும், உட்கரு மற்றும் சைட்டோபிளாசம் இரு முறைகளும் பிரிவடைகின்றன.

இதன் விளைவாக குன்றற் பிரிவின் மூலம் ஒரு இரட்டைமயச் செல்லிலிருந்து நான்கு ஒன்றைமயச் செல்கள் தோன்றுகின்றன.

பால் இனப்பெருக்கஞ் செய்யும் உயி ரிகளில் குன்றற் பிரிவின் பொழுது,

இனச் செல்களில் இரட்டை மய குரோமோசோம்கள் ஒற்றைமயமாக்கப்படுவதால் அவை இணையும் பொழுது கருமுட்டையில் குரோமோசோம் எண்ணிக்கை இயல்பான இரட்டைமயமாக இருக்கின்றது.

பொதுவாக குன்றற் பிரிவு எல்லா தாவரங்களிலும் மற்றும் விலங்குகளிலும் ஒரே மாதிரியாக நடைபெறுகின்றது. ஆனால் உயிரினத்தின் வாழ்க்கைச் சுழற்சியில் அது நடைபெறும்

### முதல் குன்றற் பிரிவு (First Meiotic Division)

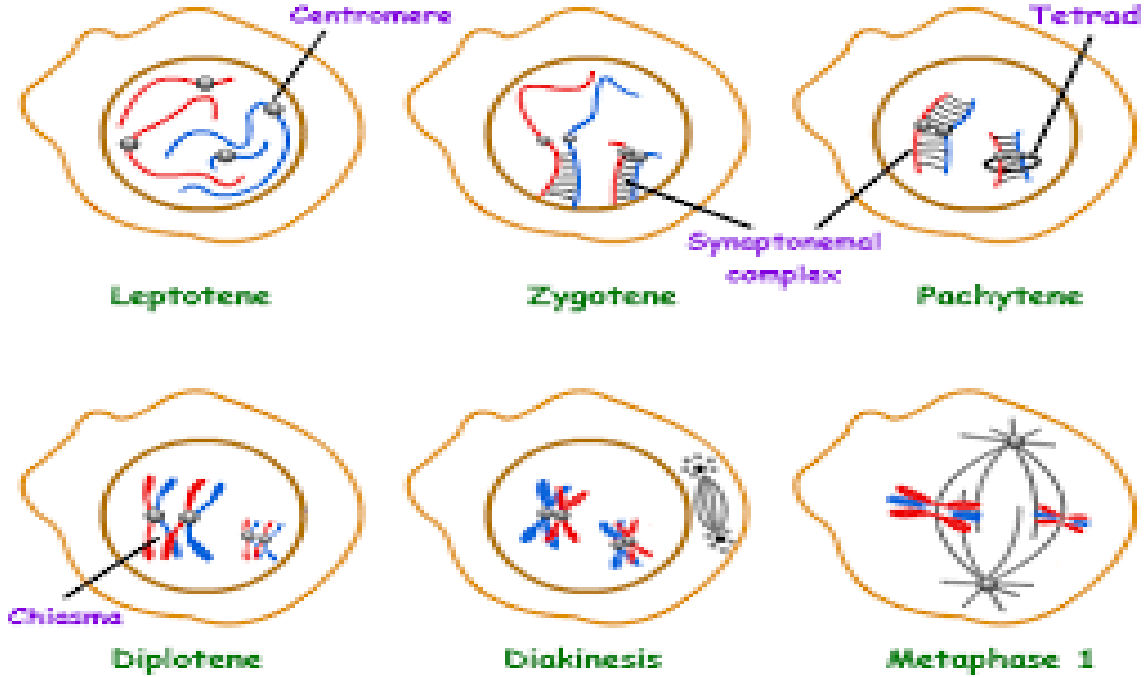
#### இடைநிலை (Interphase)

முதல் குன்றற் பிரிவு துவங்கும் முன் செல் ஓய்வு நிலையில் இருக்கின்றது. இந்நிலையில் செல்லில் கீழ்வரும் முக்கியச் செயல்கள் நடைபெறுகின்றன.

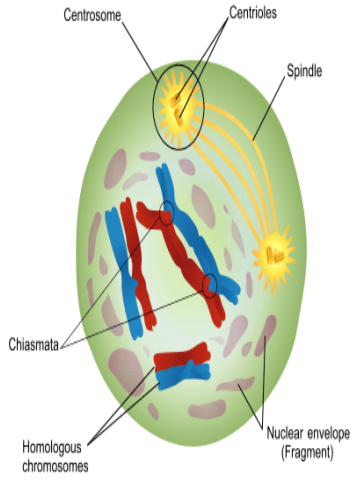
1. DNA இரட்டிப்படைகின்றது. DNA உருவாக்கம் ஒரே சம யத்தில் இரு முறுக்கிழைகளிலும் நடைபெறுகின்றது.

2. அதிக அளவு ஹிஸ்டோன் புரோட்டீனும் உருவாக்கப்படுகின்றது.

3. மியோசைட்டின் உட்கரு சைட்டோபிளாசத்தில் உள்ள நீரை உட்கிரகித்துக் கொண்டு மூன்றுமடங்கு பெரிதாக விரிந்து கொள்கின்றது. இதன் விளைவாக உட்கருப் பொருட்கள் மாற்றம் டைகின்றன. இம்மாற்றங்கள் அடைந்தவுடன், செல் குன்றற் பிரி வின் புரோபேஸ் நிலையை அடைகின்றது.

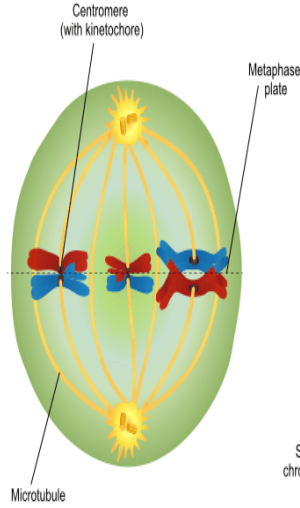


## Prophase I



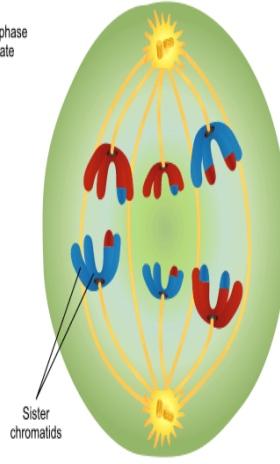
The chromosomes condense, and the nuclear envelope breaks down. Crossing-over occurs.

## Metaphase I



Pairs of homologous chromosomes move to the equator of the cell.

## Anaphase I



Homologous chromosomes move to the opposite poles of the cell.

## Telophase I & cytokinesis



Chromosomes gather at the poles of the cells. The cytoplasm divides.

## முதல் புரோபேஸ் (First Prophase)

முதல் புரோபேஸ் குன்றற் பிரிவின் பிரிவின் படிநிலை எில் மிக நீண்ட படிநிலையாக இருக்கின்றது. இது ஆறு துணைப் படி நிலைகளைக் கொண்டிருக்கின்றது. அவை:

1. முன் லெப்டோட்டின் அல்லது முன் லெப்டோனீமா
2. லெப்டோட்டின் அல்லது லெப்டோனீமா
3. சைகோட்டின் அல்லது சைகோனீமா
4. பாக்கிட்டின் அல்லது பாக்கினீமா
5. டிப்ளோட்டின் அல்லது டிப்ளோனீமா
6. டையக்கைனேசிஸ்

1. **முன் லெப்டோட்டின் அல்லது முன் லெப்டோனீமா (Preleptotene or preleptonema)**: இந்நிலையில் குரோமோசோம்கள் மிக மெல்லியதாக நீண்டு, சுருள்களற்று, ஒற்றையாக நூலிழைகள் போன்று காணப்படுகின்றன.

2. **லெப்டோட்டின் அல்லது லெப்டோனீமா**: இந்நிலை

- a. குரோமோசோம்கள் முற்றிலுமாக சுருள்களற்று நீண்ட நூலிழை வடிவு கொள்கின்றது.
6. சென்ட்ரியோல்கள் எதிரெதிர் துருவங்களை நோக்கி நகர் கின்றன.

C.குரோமோசோம்கள் சென்ட்ரியோல்களின் அமைப்பிற்கி சைந்து ஒரு பூச் செண்டினையொத்த வடிவில் அமைகின்றன.

**3. சைகோட்டின் அல்லது சைகோனிமா (zygotene or zygonema):** இந்நிலையில் ஒத்த குரோமோசோம்களின் இணைதல் நடைபெறுகின்றது.

a. தாய்வழி மற்றும் தந்தை வழி வந்த ஒத்த குரோமோ சோம்கள் (homologous chromosomes) ஒன்றோடொன்று இணைந்து கொள்கின்றன. இதற்கு ஒன்றிணைதல் (Synapsis) என்று பெயர்.

b. ஒன்றிணைதல், குரோமோசோம்களின் முழு நீளத்தில் ஒன்று அல்லது பல இடங்களில் நடைபெறுகின்றன. மூன்று விதமான ஒன்றிணைதல் செல்களில் காணப்படுகின்றன.

**4. பாக்கிடைன் அல்லது பாக்கினிமா (Pachytene or pachynema)**

(a) ஒன்றிணைதல் முற்றுப் பெறுகின்றது.

(b) ஈரிணைகள், நீள்வசமாகச் சுருங்குவதினால், குட்டையா கவும் கனமாகவும் ஆகின்றன.

(c) ஒவ்வொரு ஒத்த குரோமோசோமும் சென்ட்ரோமியர் பகுதி தவிர பிற இடங்களில் நீள்வசமாகப் பிரிவடைகின்றன. இதனால் ஒவ்வொரு ஈரிணை குரோமோசோம்களும் நான்கு குரோ மாட்டிகளைக் கொண்டிருக்கின்றன. இந்நிலையில் ஒத்த குரோமோசோம்கள் நான்மயம் (tetrad) எனப்படுகின்றன.

(d) ஒவ்வொரு ஒத்த குரோமோசோமிலும் ஒரு குரோமாட் டிட் எண்டோ நியூக்ளியேஸ் நொதியின் உதவியினால் குறுக் காகப் பிரிகின்றது.

(e) பிரிந்த குரோமாட்டிகள், தங்கள் துண்டுகளை அடுத்த குரோமோசோமின் குரோமாட்டிடோடு மாற்றிக் கொள்கின்றன. உடைந்த குரோமாட்டிட் துண்டுகள் ஒட்டிக்கொள்ள லைகேஸ் நொதி உதவுகின்றது. இவ்வாறு ஒத்த குரோமோசோம்களுக்கி டையே, குரோமாட்டின் பொருள் மாற்றிக் கொள்ளப்படுவது குறுக்கெதிர் மாற்றம் (crossing over) என்று அழைக்கப் படுகின்றது.

(f) குறுக்கெதிர் மாற்றத்தையடுத்து கையாஸ் மேட்டா அல் லது குறுக்கெதிர் அமைப்பு (chiasmata) உண்டாகின்றது. ஒத்த குரோமோசோம்களில் ஒரு குறுக்கெதிர்மைப்போ அல்லது இரண்டு அதற்கு மேற்பட்ட குறுக்கெதிரமைப்புக்களோ உண்டா கின்றன.

(g) உட்கருமணி இந்நிலை வரை மறையாமலிருக்கின்றது.

**5. டிப்ளோட்டின் அல்லது டிப்ளோனிமா (Diplonema - diplonema)**

(a) இந்நிலையில் ஒத்துகுரோமோசோம்களின் ஈர்ப்புச்சக்தி குறைவதினால் அவை ஒன்றைவிட்டொன்று பிரியத்துவங்குகின்றன.

(b) ஆனால் குறுக்கெதிரமைப்புப் பகுதியில் அதாவது குரோமாட்டிட் துண்டுகளை மாற்றிக் கொண்ட பகுதிகளில் பிரியவில்லை .

**6. டையகைனேசிஸ் (Diakinesis)**

(a) ஈரிணைக் குரோமோசோம்கள் மிகக் குறுகி உறைந்து உட்கருவில் சீராகப் பரவுகின்றன.

(b) உட்கருமணி மறைந்து விடுகின்றது.

(c) குறுக்கெதிரமைப்பு இணைப்புக்கள், சென்ட்ரோமியரி னின்று விலகி முனைகளுக்குச் செல்கின்றன. நடுவே உள்ள இணைப்புக்கள் மறைந்து விடுகின்றன.

(d) குரோமாட்டிட்கள் இப்பொழுதும் ஒன்றோடொன்று முனைகளில் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

### புரோமெட்டாபேஸ் I (Prometaphase I)

இதில் கீழ்வரும் நிகழ்ச்சிகள் நடைபெறுகின்றன.

- உட்கருப் படலம் மறைந்து விடுகின்றது.
- இரு சென்ட்ரியோல்களுக்கிடையே நுண்குழல்கள் உரு வாகி ஸ்பின்டில் இழைகளாகின்றன.
- குரோமோசோம்கள் சுருளாகச் சுருண்டு ஸ்பின்டில் இழைகளின் மையப்பகுதியில் அமைகின்றன.

### மெட்டாபேஸ் I (Metaphase I)

- ஸ்பின்டிலின் நுண்குழல்கள் ஒத்த குரோமோசோம்க வின் சென்ட்ரோமியர்களோடு இணைகின்றன.
- ஒவ்வொரு குரோமோசோமின் சென்ட்ரோமியரும் எதிரெதிர் துருவங்களை நோக்கி அமைகின்றன.
- ஒத்த குரோசோம்களுக்கிடையே உந்தித் தள்ளும் ஆற் வல் அதிகரிக்கத் துவங்குகின்றது. இதனால் குரோமோசோம்கள் விலகத் தயாராகின்றன.

### அனாபேஸ் I (Anaphase I)

- குரோமோசோமின் இழைகள் அல்லது நுண்குழல்கள் சுருங்குவதினால் ஒவ்வொரு ஒத்த குரோமோசோமும் அதன் ஒரு குரோமாட்டிட்களோடு செல்லின் எதிரெதிர் துருவங்களை அடைகின்றது.
- முனைகளில் உள்ள இணைப்புக்கள் பிரிந்து விடுகின்றன.
- முனைகளை அடைந்த ஒத்த குரோமோசோமில் ஒன்று தாய் வழி வந்ததாகவோ, அல்லது தந்தை வழி வந்ததாகவோ இருக்கின்றது.
- குரோமோசோம் எண்ணிக்கைக் குறைப்பு இந்நிலை யில் நடைபெறுகின்றது.

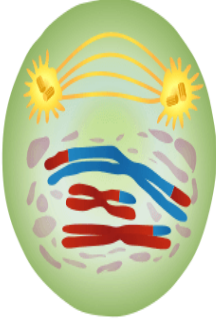
### டெலோபேஸ் I (Telophase I)

- எண்டோபிளாச வலை உட்கருப்படலத்தை உருவாக்கு கின்றது.
- குரோமோசோம்கள் சுருள் அவிழ்கின்றன.
- உட்கருமணி உண்டாகின்றது.
- இரு சேய் உட்கருக்கள் உண்டாகின்றன.
- கேரியோகைனிசிசை அடுத்து சைட்டோகைனிசிஸ் நடைபெறுகின்றது.
- முடிவில் ஒற்றைமயக குரோமோசோம்கள் கொண்ட இரு சேய்ச் செல்கள் உருவாகின்றன.

## இரண்டாம் குன்றற் பிரிவு

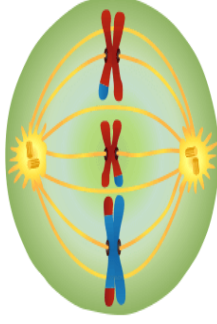
(Second Meiotic Division) இரண்டாம் குன்றற் பிரிவு இரு சேய் ஒற்றைமயச் செல்க ளில் நடைபெறும் மறைமுகப் பிரிவு ஆகும். இதன் விளைவாக ஒவ்வொரு ஒற்றைமயச் செல்லும் இரு சேய் ஒற்றைமயச் செல்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இரண்டாம் குன்றற் பிரிவில் கீழ்வரும் படிநிலைகள் காணப்படுகின்றன.

### Prophase II



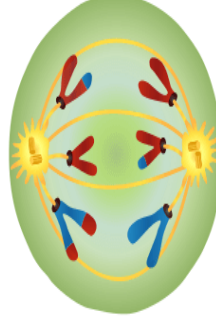
A new spindle forms around the chromosomes.

### Metaphase II



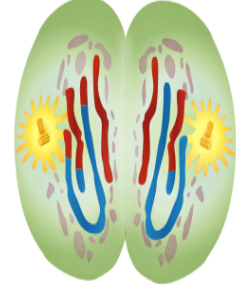
Metaphase II chromosomes line up at the equator.

### Anaphase II

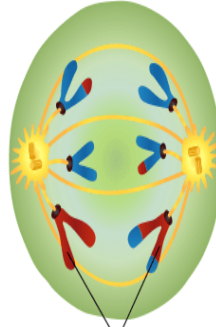
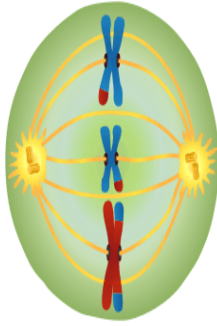
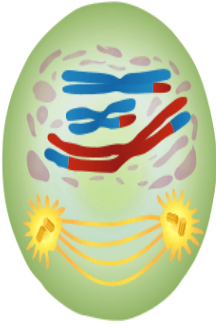


Centromeres divide. Chromatids move to the opposite poles of the cells.

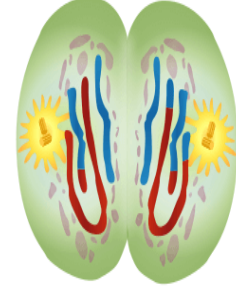
### Telophase II & cytokinesis



A nuclear envelope forms around each set of chromosomes. The cytoplasm divides.



Sister chromatids separate



### புரோபேஸ் II (Prophase II)

(a) சென்ட்ரியோல் இரண்டாகப் பிரிந்து ஒவ்வொன்றும் ஒவ்வொரு துருவத்தை நோக்கிச் செல்கின்றன.

(b) நுண் குழல்கள் ஸ்பின்டிலாக உருவாகின்றன. இது முதல் குன்றற் பிரிவின் ஸ்பின்டிலுக்குச் செங்குத்தாக அமைகின்றது.

(c) உட்கருப் படலமும், உட்கருமணியும் மறைந்துவிடுகின்றன.

(d) இரு குரோமாட்டிட்கள் கொண்ட குரோமோசோம்கள் குட்டையாகவும் கனமாகவும் மாறுகின்றன.

### மெட்டாபேஸ் II (Metaphase II)

(a) குரோமோசோம்கள் ஸ்பின்டிலின் மையக்கோட்டில் அமைகின்றன.

(b) சென்ட்ரோமியர்கள் இரண்டாகப் பிரிந்து ஒவ்வொரு குரோமோசோமும் இரு குரோமாட்டிட்களாகின்றன.

(c) ஸ்பின்டிலின் நுண் குழல்கள் குரோமோசோம்களின் சென்ட்ரோமியரோடு இணைகின்றன.

## அனாபேஸ் 1 (Anaphase II)

(a) குரோமாட்டிகள் எதிரெதிர் துருவங்களை நோக்கி குரோ மோசோமல் இழைகளின் சுருக்கத்தினால் இழுக்கப்படுகின்றன.

## Telophase II

(a) எதிரெதிர்த் துருவங்களை நோக்கி இழுக்கப்பட்ட குரோ மாட்டிகள் இப்போது குரோமோசோம்கள் எனப்படுகின்றன.

(b) எண்டோபிளாச வலை குரோமோசோம்களைச் சுற்றி உட்கருப் படலத்தைத் தோற்றுவிக்கின்றது.

(c) உட்கருமணி உருவாகின்றது.

(d) சைட்டோபிளாசப் பிரிவு நடைபெற்று இரு ஒற்றைமய சேய்ச் செல்கள் உருவாகின்றன.

## குன்றற் பிரிவின் முக்கியத்துவம்

1. குன்றற் பிரிவு, ஒரு நிரந்தரமான, திட்டமான குரோமோ சோம் எண்ணிக்கையை உயிரினங்களில் நிலைப்படுத்துகின்றது.
2. குறுக்கெதிர் மாற்றங்கள் மூலம் ஜீன்களை மாற்றிக் கொண்டு மரபுவழிப் பண்புகளிடையே வேறுபாடுகளை, உயிரி னங்களிடையே உண்டாக்குகின்றது. இவ்வேறுபாடுகள் முடிவில் பரிணாமத்தின் மூலம் புதிய உயிரினங்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன.