

## Cell Division

**সংজ্ঞা:** যে প্রক্রিয়ায় জীবের দৈহিক বৃদ্ধি, ক্ষত নিরাময় ও বংশগতির উদ্দেশ্যে একটি মাতৃকোষ (mother cell) বিভক্ত হয়ে একাধিক অপত্য কোষ (daughter cells) সৃষ্টি করে সে প্রক্রিয়াকে কোষ বিভাজন বলে।

**ফলাফল:** কোষ বিভাজনের মাধ্যমে কোষের সংখ্যাবৃদ্ধি ঘটে এবং এর ফলে নতুন কোষগুলো মাতৃকোষের অনুরূপ বা ভিন্ন হতে পারে, যা বিভাজনের ধরনের উপর নির্ভর করে।

### কোষ বিভাজনের প্রকার (Types of Cell Division) :

বিভাজনের ধরন অনুসারে কোষ বিভাজনকে নিম্নোক্ত তিনভাগে ভাগ করা যায়। যথা-

১। অ্যামাইটোসিস কোষ বিভাজন (Amitosis Cell division) বা প্রত্যক্ষ কোষ বিভাজন;

২। মাইটোসিস কোষ বিভাজন (Mitosis Cell division) বা সমীকরণিক কোষ বিভাজন;

৩। মিয়োসিস কোষ বিভাজন (Meiosis Cell division) বা হ্রাসমূলক কোষ বিভাজন।

### অ্যামাইটোসিস কোষ বিভাজনের বৈশিষ্ট্য:

i) নিউক্লিয়াসের আকৃতির পরিবর্তন : প্রকৃত কোষ বিভাজনের সময় নিউক্লিয়াসটি প্রথমে লম্বা হয়ে ডাঙেলের মতো আকৃতি ধারণ করে (এ সময় ক্রোমাটিন তন্তুও বিভাজিত হয়) এবং পরে মাঝখান থেকে দুটি ভাগে ভাগ হয়ে যায়। আদি কোষে ক্রোমাটিন বিভাজিত হয়ে ছবছ দুটি ক্রোমাটিন উৎপন্ন করে দুটি কোষে চলে যায়।

ii) স্পিন্ডল যন্ত্র : স্পিন্ডল যন্ত্রের আবির্ভাব ঘটে না।

iii) ক্রোমোজোমের পৃথকীকরণ হয় না: মাইটোসিস বা মিয়োসিস কোষ বিভাজনের মতো এখানে ক্রোমোজোমের পৃথকীকরণ ঘটে না অর্থাৎ ক্রোমাটিন টুকরা টুকরা ও কুণ্ডলিত হয় না।

iv) নিম্নশ্রেণীর জীবে দেখা যায়: সাধারণত ব্যাকটেরিয়া, নীলাভ সবুজ শৈবাল, ছত্রাক ও কিছু প্রোটোজোয়ার মতো এককোষী জীবে এই বিভাজন ঘটে।

v) সংঘটনের সময় কাল: তুলনা মূলক দ্রুত সংঘটিত হয় যেমন: *E. coli* ব্যাকটেরিয়ার ক্ষেত্রে ২০ থেকে ৩০ মিনিটে সম্পন্ন হতে পারে।

vi) কোষের বৃদ্ধি ও বংশবৃদ্ধিতে ভূমিকা: নিম্নশ্রেণীর জীবদের সংখ্যা বৃদ্ধিতে অ্যামাইটোসিস গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে।

vii) দুটি অপত্য কোষ সৃষ্টি: একটি মাতৃকোষের বিভাজনের মাধ্যমে সবশেষে দুটি অপত্য বা শিশু কোষ তৈরি হয়।

**সংজ্ঞা:** নিম্ন শ্রেণীর জীব কোষ যে প্রক্রিয়ায় স্পিন্ডল যন্ত্র সৃষ্টি এবং ক্রোমাটিনের ভাঙ্গন ও কুণ্ডলন ব্যতিরেকে সরাসরি দুটি অপত্য কোষে পরিণত হয় সে প্রক্রিয়াকে অ্যামাইটোসিস কোষ বিভাজন বলে।

**অথবা** যে প্রক্রিয়ায় স্পিন্ডল যন্ত্র সৃষ্টি এবং ক্রোমাটিনের ভাঙ্গন ও কুণ্ডলন ব্যতিরেকে সরাসরি দুটি অপত্য কোষে পরিণত হয় সে প্রক্রিয়াকে অ্যামাইটোসিস কোষ বিভাজন বলে।

### মাইটোসিস কোষ বিভাজনের প্রধান বৈশিষ্ট্যসমূহ:

i) কোষ বিভাজনের স্থান: এই বিভাজন প্রক্রিয়া সাধারণত জীবের দেহকোষে ঘটে।

ii) অপত্য কোষের সংখ্যা: একটি মাতৃকোষ বিভাজনের মাধ্যমে দুটি অপত্য কোষ সৃষ্টি করে।

iii) ক্রোমোজোম সংখ্যা: সৃষ্ট অপত্য কোষগুলোর ক্রোমোজোম সংখ্যা মাতৃকোষের ক্রোমোজোম সংখ্যার সমান থাকে।

iv) জিনগত অভিন্নতা: অপত্য কোষগুলো মাতৃকোষের জিনগতভাবে সম্পূর্ণ অভিন্ন হয়, কারণ এরা একই ধরনের বৈশিষ্ট্য বহন করে।

v) বিভাজনের পর্যায়: মাইটোসিসে প্রথমে নিউক্লিয়াস বিভাজিত হয় (ক্যারিওকাইনেসিস) এবং এরপর সাইটোপ্লাজম বিভাজিত হয় (সাইটোকাইনেসিস), যার ফলে দুটি নতুন কোষ তৈরি হয়।

vi) নিউক্লিয়াস ও ক্রোমোজোমের বিভাজন : নিউক্লিয়াস ও ক্রোমোজোম উভয়ই একবার করে বিভাজিত হয় (এ ক্ষেত্রে স্পিন্ডল যন্ত্রের আবির্ভাব ঘটে)।

vii) প্রয়োজনীয়তা: জীবদেহের বৃদ্ধি, অঙ্গ-প্রত্যঙ্গ মেরামত, এবং পুরনো কোষের স্থান পূরণের জন্য মাইটোসিস অপরিহার্য।

viii) কোষের প্রকারভেদ: হ্যাপ্লয়েড, ডিপ্লয়েড এবং পলিপ্লয়েড-এই সব ধরনের কোষে মাইটোসিস বিভাজন ঘটতে পারে।

**সংজ্ঞা:** জীবের দেহকোষ যে প্রক্রিয়ায় নিউক্লিয়াস ও ক্রোমোজোমের একক বিভাজনের ফলে মাতৃ কোষের সমগুন সম্পন্ন দুটি কোষে পরিণত হয় সে প্রক্রিয়াকে মাইটোসিস কোষ বিভাজন বলে।

### মিয়োসিস কোষ বিভাজনের বৈশিষ্ট্যসমূহ:

i) হ্রাস বিভাজন: মিয়োসিসে একটি মাতৃকোষ থেকে চারটি অপত্য কোষ তৈরি হয় এবং এই অপত্য কোষগুলোতে ক্রোমোজোম সংখ্যা মাতৃকোষের অর্ধেক হয়। এই কারণে একে হ্রাস বিভাজন বলা হয়।

ii) দুইটি ধারাবাহিক বিভাজন: মিয়োসিস প্রক্রিয়াটি দুইটি ধারাবাহিক ধাপে সম্পন্ন হয়: মিয়োসিস-১ (প্রথম মিয়োটিক বিভাজন) এবং মিয়োসিস-২ (দ্বিতীয় মিয়োটিক বিভাজন)। এক্ষেত্রে দুইবার স্পিন্ডল যন্ত্রের আবির্ভাব ঘটে।

iii) নিউক্লিয়াস ও ক্রোমোজোমের বিভাজন : নিউক্লিয়াস দুইবার কিন্তু ক্রোমোজোম একবার বিভাজিত হয়।

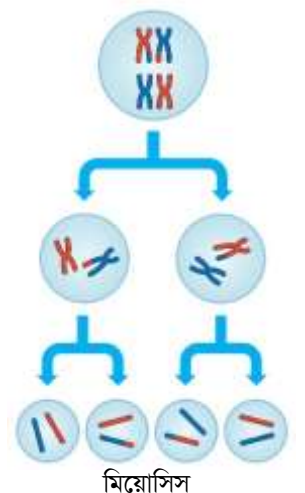
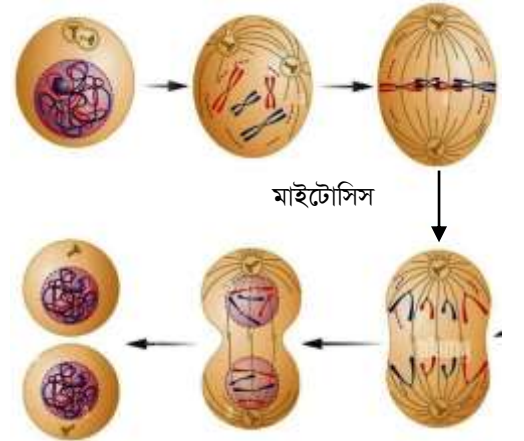
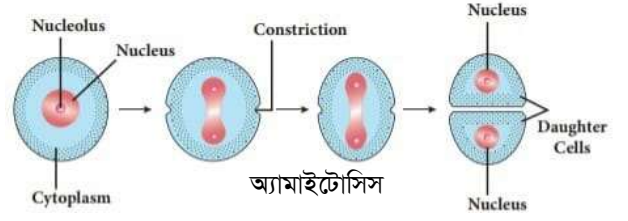
iv) সংঘটনের স্থান ও ফলাফল: যৌন প্রজননকারী জীবের জনন মাতৃকোষে ও নিম্ন শ্রেণীর জীবের জাইগোট্টে ঘটে এর ফলে গ্যামেট (শুক্রাণু ও ডিম্বাণু) তৈরি বা নিম্ন শ্রেণীর জীবের সংখ্যা বৃদ্ধি হয়।

v) ক্রসিং ওভার ও জিনগত বৈচিত্র্য: হোমোলোগাস ক্রোমোজোমের নন-সিস্টার ক্রোমাটিডের মধ্যে অংশের বিনিময় ঘটে, যাকে ক্রসিং ওভার বলা হয়। এর ফলে নতুন চারিত্রিক বৈশিষ্ট্যযুক্ত জিনগত বৈচিত্র্যপূর্ণ গ্যামেট তৈরি হয়।

**সংজ্ঞা:** সাধারণত জীবের জনন মাতৃকোষ যে প্রক্রিয়ায় নিউক্লিয়াস দুইবার কিন্তু ক্রোমোজোমের একবার বিভাজনের মাধ্যমে মাতৃকোষের অর্ধেক সংখ্যক ক্রোমোজোম বিশিষ্ট চারটি অপত্য কোষে পরিণত হয় সেই প্রক্রিয়াকে মিয়োসিস কোষ বিভাজন বলে।

**অ্যামাইটোসিস-এর কৌশল :** অ্যামাইটোসিস বিভাজনকালে প্রথমে কোষস্থ ক্রোমাটিন বস্তুটি DNA সংশ্লেষণের মাধ্যমে দ্বিগুন (duplication) হয়। ক্রমেই দ্বিধাবিভক্ত ক্রোমাটিন দুটি দুই মেরুর দিকে গমন করে এবং কোষটি আকারে বড় হয়। এবার কোষটির মধ্যভাগ সঙ্কু হয়ে খাঁজ সৃষ্টির মাধ্যমে ডাঙেলের আকৃতি ধারণ করে। খাঁজটি ক্রমশ গভীর থেকে গভীরতম হবার ফলে ক্রোমাটিন বস্তুসহ কোষটি দুভাগে বিভক্ত হয়ে যায়। ক্রোমাটিন বস্তুর সরাসরি বিভাজন ঘটে বলে অ্যামাইটোসিসকে প্রত্যক্ষ কোষ বিভাজনও বলে। উচ্চ শ্রেণীর জীবের কোষে অ্যামাইটোসিস ঘটে না।

**অ্যামাইটোসিসের গুরুত্ব :** বিজ্ঞানী স্ট্রাসবার্জার (১৮৯২)-এর মতে, অ্যামাইটোসিস প্রক্রিয়া থেকেই জটিল ও উন্নত কোষ বিভাজন পদ্ধতির উৎপত্তি হয়েছে। কোনো কোনো এককোষী জীবের সংখ্যা বৃদ্ধির ক্ষেত্রে এ প্রক্রিয়াটি অত্যন্ত ফলপ্রসূ।



## কোষচক্র (Cell Cycle)

**সংজ্ঞা:** কোষের প্রস্তুতি পর্যায় বা ইন্টারফেজ দশা এবং বিভাজন পর্যায়কে (প্রোফেজ, প্রোমেটাফেজ, মেটাফেজ, অ্যানাফেজ এবং টেলোফেজ) সমষ্টিগতভাবে কোষচক্র বলে। একে মাইটোটিক চক্রও বলা হয়।

**আবিষ্কার:** বিজ্ঞানী Howard এবং Pelc, ১৯৫৩ সর্বপ্রথম এক ইন্টারফেজ থেকে পরবর্তী ইন্টারফেজ পর্যন্ত সময়কালকে কোষচক্ররূপে প্রকাশ করেন।

**পর্যায় সমূহ:** সমগ্র কোষচক্রকে Howard এবং Pelc, দুটি ভাগে বিভক্ত করেন। যথা-(ক) ইন্টারফেজ এবং (খ) এম. ফেজ বা মাইটোটিক ফেজ বা মাইটোসিস। তাঁদের মতে একটি কোষচক্র সম্পন্ন করতে যদি ১০০% সময় ধরা হয় তাহলে এর ইন্টারফেজেই সময় লাগে ৯০-৯৫%। মাত্র ৫-১০% সময় ব্যয় হয় বিভাজন পর্বে অর্থাৎ মাইটোটিক চক্রে। কোষচক্রের ইন্টারফেজ দশাটি সুদীর্ঘ এবং এটি কোষ বিভাজনের জন্য প্রস্তুতি দশা হিসেবে কাজ করে ইন্টারফেজকে তিন ভাগে ভাগ করা হয় যথা: i) G<sub>1</sub>(Gap<sub>1</sub>) দশা ii) s (synthesis) দশা iii) G<sub>2</sub>(Gap<sub>2</sub>) দশা M ফেজ বা মাইটোটিক ফেজ আবার দুটি ভাগে ভাগ করা হয় যথা: i) মাইটোসিস (ক্যারিওকাইনেসিস) ii) সাইটোকাইনেসিস। মাইটোসিস পাঁচটি ধাপে সম্পন্ন হয় যথা: i) প্রোফেজ ii) প্র-মেটাফেজ iii) মেটাফেজ iv) অ্যানাফেজ v) টেলোফেজ নিম্নে সেল সাইকেলের সকল পর্যায়ের উল্লেখযোগ্য ঘটনা উপস্থাপন করা হলো:

### i) G<sub>1</sub>(Gap<sub>1</sub>)দশা:

- ⇒ একটি কোষ পরবর্তীতে বিভাজন প্রক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করবে কিনা, তার সিদ্ধান্ত গৃহীত হয় এই পর্যায়ে।
- ⇒ বিভাজনের সিদ্ধান্ত গৃহীত হলে সাইক্লিন নামক প্রোটিন তৈরি হয় যা cdk এর সাথে যুক্ত হয়।
- ⇒ বিভাজিত না হতে চাইলে অবিভাজিত কোষটি ১ সপ্তাহ, ১ বছর বা আমৃত্যু G<sub>1</sub> ধাপে রয়ে যাবে।
- ⇒ সমগ্র প্রক্রিয়ার ৩০%-৪০% সময় ব্যয় হয়।

### ii) s (synthesis) দশা:

- ⇒ প্রধান কাজ নিউক্লিয়াসে ক্রোমাটিনের কপি তৈরির জন্য DNA সূত্রের রেপ্লিকেশন হয়।
- ⇒ DNA অণুদৈর্ঘ্য বরাবর দুটি দ্বিসূত্রী DNA গঠন করে।
- ⇒ প্রতিটি ডিপ্লয়েড কোষে DNA এর পরিমাণ দ্বিগুন হয়ে যায়।
- ⇒ হিস্টোন- প্রোটিন সংশ্লেষণ হয়।
- ⇒ সমগ্র প্রক্রিয়ার ৩০%-৫০% সময় ব্যয় হয়,

### iii) G<sub>2</sub>(Gap<sub>2</sub>) দশা:

- ⇒ M. Phase এ প্রবেশের পূর্বপ্রস্তুতি পর্যায়,
- ⇒ প্রধান কাজ মাইক্রোটিউবিউল গঠনকারী পদার্থ সংশ্লেষণ
- ⇒ একটি সেন্ট্রোসোম থেকে দুইটি সেন্ট্রোসোম সৃষ্টি হয়।
- ⇒ ATP উৎপন্ন হয়।
- ⇒ ম্যাচুরেশন Programming ফ্যাক্টর উৎপন্ন হয়।
- ⇒ সমগ্র প্রক্রিয়ার ১০%-২০% সময় ব্যয় হয়

### মাইটোসিসঃ

সম্পূর্ণ বিভাজন প্রক্রিয়া দুটি প্রধান ভাগে বিভক্ত।

#### i) ক্যারিওকাইনেসিস বা নিউক্লিয়াসের বিভাজন

#### ii) সাইটোকাইনেসিস বা সাইটোপ্লাজমের বিভাজন

**ক্যারিওকাইনেসিস :** মাইটোসিস কোষ বিভাজনে মাতৃকোষের নিউক্লিয়াস থেকে দুটি, অপত্য নিউক্লিয়াস সৃষ্টি হওয়াকে ক্যারিওকাইনেসিস বলে।

**মাইটোসিস (ক্যারিওকাইনেসিস) পাঁচটি ধাপে সম্পন্ন হয়। নিম্নে এ ধাপ গুলোর বর্ণনা দেওয়া হলো..**

#### প্রোফেজ (Prophase) আদ্য পর্যায়:

- ⇒ সবচেয়ে দীর্ঘস্থায়ী পর্যায়।
- ⇒ নিউক্লিয়াস আকারে বড় হয়।
- ⇒ ক্রোমাটিডের কুন্ডলোনের ফলে ক্রোমোসোম গুলো খাটো, মোটা ও স্পষ্ট হতে থাকে।
- ⇒ শেষের দিকে ক্রোমোজোমগুলো অনুদৈর্ঘ্য বরাবর বিভাজিত হয়ে (সেন্ট্রোমিয়ার ব্যতিত) দুটি ক্রোমাটিডে পরিণত হয়।
- ⇒ নিউক্লিয়ার মেমব্রেন ও নিউক্লিওলাস বিলুপ্ত হতে থাকে।
- ⇒ মাইক্রোটিউবিউল থেকে স্পিন্ডল যন্ত্র সৃষ্টি হয়।

#### প্রো-মেটাফেজ (Pro-metaphase) প্রাক- মধ্য পর্যায়

- ⇒ স্বল্পস্থায়ী পর্যায়।
- ⇒ স্পিন্ডল যন্ত্রে বিষুবীয় ও দুটি মেরু অঞ্চল দেখা যায়।
- ⇒ ট্র্যাকশান ফাইবার গঠিত হয়ে ক্রোমোজোমের সেন্ট্রোমিয়ারের কাইনোটোকরে যুক্ত হয়।
- ⇒ Traction fibre ক্রোমোজোমকে দুই মেরুর দিকে টানতে থাকে।
- ⇒ এসময় ক্রোমোজোমীয় নৃত্য দেখা যায়।

**ক্রোমোজোমীয় নৃত্য:** মাইটোসিস বিভাজনের প্রোমেটাফেজ ধাপে ক্রোমোসোমের সেন্ট্রোমিয়ারগুলো traction fibre এ সংযুক্তির পরে ক্রোমোসোমের মধ্যে যে নড়াচড়া বা আন্দোলন লক্ষ্য করা যায় তাই বলে ক্রোমোজোমীয় নৃত্য।

### মেটাফেজ (Metaphase): মধ্য পর্যায়

- ⇒ ক্রোমাটিডের সুপার কয়েলিং এর ফলে কন্ডেনসেশন হয়।
- ⇒ এ পর্যায়ে ক্রোমোসোম সবচেয়ে মোটা, খাটো ও স্পষ্ট দেখা যায়।
- ⇒ ক্রোমোসোমের সংখ্যা, আকার ও আকৃতি নির্ণয় করা যায়।
- ⇒ traction fibre এর আকর্ষণের ফলে ক্রোমোজোম গুলো স্পিন্ডল যন্ত্রের বিষুবীয় অঞ্চলে সজ্জিত হয়।
- ⇒ শেষের দিকে প্রতিটি সেন্ট্রোমিয়ার দুইভাগে ভাগ হয়ে গেলে দুটি এক ক্রোমাটিড বিশিষ্ট অপত্য ক্রোমোজোমে পরিণত হয় অর্থাৎ মেটাকাইনেসিস ঘটে।

মেটাকাইনেসিসঃ কোষ বিভাজনের মেটাফেজ দশায় স্পিন্ডল যন্ত্রের বিষুবীয় অঞ্চলে ক্রোমোজোমের বিভাজন হওয়াকে মেটাকাইনেসিস বলে।

কন্ডেনসেশনঃ মাইটোসিসের মেটাফেজ ধাপে ক্রোমোজোমগুলোর সবচেয়ে খাটো ও মোটা হওয়াকে কন্ডেনসেশন বলে।

সুপার কয়েলিংঃ একটি অতিমাত্রায় কয়েলিং প্রক্রিয়ায় কন্ডেনসেশন হয়ে থাকে বলে একে বলে সুপার কয়েলিং।

### অ্যানাফেজ (Anaphase):

- ⇒ অপত্য ক্রোমোজোম গুলো বিষুবীয় অঞ্চল থেকে মেরুমুখী হতে থাকে।
- ⇒ সেন্ট্রোমিয়ার অগ্রগামী এবং বাহু অনুগামী হয়।
- ⇒ অপত্য ক্রোমোজোম গুলো V, L, J, I এর মতো আকৃতি ধারণ করে।
- ⇒ ক্রোমোজোমগুলো মেরুর কাছাকাছি চলে যায়।

### টেলোফেজ (Telophase):

- ⇒ জলযোজন হয়।
- ⇒ অপত্য ক্রোমোজোম গুলি পঁচ খুলে ও পরস্পরের সাথে যুক্ত হয়ে ক্রোমাটিন তন্তু গঠন করে।
- ⇒ স্পিন্ডল যন্ত্রের বিলুপ্তি ঘটে।
- ⇒ নিউক্লিওলাস ও নিউক্লিয়ার মেমব্রেনের আবির্ভাব ঘটে।
- ⇒ কোষের দুই প্রান্তে দুটি অপত্য নিউক্লিয়াস সৃষ্টি হয়।

### সাইটোকাইনেসিস:

উদ্ভিদ কোষের ক্ষেত্রেঃ সাইটোকাইনেসিসের সময় একটি নতুন কোষ প্রাচীর তৈরি হয় যা দুটি কন্যা কোষকে পৃথক করে।

প্রাণী কোষের ক্ষেত্রেঃ একটি সংকোচনশীল বলয় (ক্লিভেজ ফারো) তৈরি হয় যা কোষের ঝিল্লিকে দুই ভাগে বিভক্ত করে, ফলে দুটি পৃথক কোষ উৎপন্ন হয়।

**নোটঃ** আমাদের দেহে অসংখ্য (প্রায় ১০০ ট্রিলিয়ন) কোষ থাকে। দেহকে সুস্থ রাখতে হলে সঠিক সময়ে এইসব কোষের বিভাজন প্রয়োজন। কিছু কোষ আছে যারা খুব দ্রুত বিভাজিত হয়, যেমন- ক্রণকোষ, মূলের শীর্ষস্থ কোষ, মেরিস্টেম ইত্যাদি। কিছু কোষ আছে যারা কখনোই বিভাজিত হয় না, যেমন-পেশিকোষ, স্নায়ুকোষ, উদ্ভিদের স্থায়ী কোষসমূহ ইত্যাদি। আবার কিছু কোষ আছে যারা প্রয়োজনীয় উদ্ভীপনা পেলেই কেবল বিভাজিত হয়। তবে একটি বিষয় উল্লেখ্য যে, নির্দিষ্ট একটি সময়ে সামান্য কিছু কোষ বিভাজন দশা তথা মাইটোসিস পর্যায়ে থাকে এবং একই সময়ে অধিকাংশ কোষই ইন্টারফেজ পর্যায়ে থাকে। ইন্টারফেজ পর্যায়ের পর কোষ বিভাজনের জন্য প্রয়োজন হয় অভ্যন্তরীণ ও বাহ্যিক কিছু সিগন্যাল। এক্ষেত্রে একটি জেনেটিক প্রোগ্রাম দ্বারা কোষচক্র নিয়ন্ত্রিত হয়। অভ্যন্তরীণ উদ্ভীপনা প্রদান করে সাইক্লিন-cdk যোগ আর বাহ্যিক উদ্ভীপনা প্রদান করে বিভিন্ন হরমোন এবং গ্রোথ ফ্যাক্টর।

মাইটোসিস কোষ বিভাজন পর্যায় (৫-১০%)

উদাহরণ হিসেবে আমরা বলতে পারি আমাদের দেহের কোনো স্থান যখন কেটে যায়, রক্তের অনুচক্রিকা তখন বাতাসের অক্সিজেনের সাহায্যে একটি গ্রোথ ফ্যাক্টর তৈরি করে। এই গ্রোথ ফ্যাক্টর ক্ষতস্থানের চারপাশের কোষকে বিভাজনে উদ্ভীপিত করে এবং ক্ষতস্থান জোড়া লাগিয়ে দেয়। আবার দেহের ইমিউনিটি সিস্টেমের জন্য প্রয়োজনীয় কোষসমূহের বিভাজনের ক্ষেত্রে শ্বেত রক্তকণিকা গ্রোথ ফ্যাক্টর তৈরি করে। আমাদের বৃক্কও ইরাথ্রোপ্রোটিন নামক একধরনের রাসায়নিক যৌগ তৈরি করে যা 'বোন ম্যারো' তে লোহিত রক্তকণিকা কোষের সংখ্যা বৃদ্ধি করে।