الفصل الأول

البيولوچيا الجزيئية والرياضة

- مقدمة عن الوراثة
- البيولوچيا الجزيئية
- تكوين البروتين
- تقسيم البروتين
- تقسيم البروتينات من حيث الوظائف
- نظرية أوبرون
- كيفية تكوين البروتين من الدنا
- الشفرة الوراثية
- استخدام الأحماض الأمينية لتكوين البروتين
- منع تكوين البروتين
- دائرة الخلية

obeikandl.com

obeikandl.com

مقدمة عن الوراثة

الوراثة هى نقل الصفات الوراثية عبر الأجيال المختلفة.

وتعتبر الوراثة بوجه عام ووراثة الإنسان بشكل خاص ذات أهمية كبيرة من الناحية النظرية والتطبيقية.

والأسس الوراثية وآلية التوريث واحدة فى جميع الكائنات الحية، كذلك الإنسان. ولو أن الإنسان بامتلاكه جهازا عصبياً متفوقاً يستطيع أن يعدل ويتحكم فى كثير من ظروف بيئته والسيطرة عليها نسبياً من أجل تحسين ظروف معيشته. ولكن الإنسان ليس نموذجاً مثالياً للأبحاث الوراثية لأسباب كثيرة منها:

١ - لا يمكن التحكم فى التزواج فى الجنس البشرى.

٢ - طول عمر الإنسان لايسمح للباحث فى تتبع أجيال كثيرة.

٣ - طول مدة البلوغ لإنتاج الخلايا التناسلية.

٤ - قلة الإنتاج البشرى من سيدة واحدة.

٥ - كثرة عدد الكروموسومات ٤٦ كروموسوَم.

٦ - تحكم أكثر من جين فى صفة معينة أو مادة معينة مثل الهيموجلوبين يتحكم به عدد من الجينات.

٧ - طول مدة الحمل للسيدات وهى حوالى ٩ أشهر فترة طويلة فى المعايير البيولوچية.

لكل هذه الأسباب فإن دراسة الصفات الوراثية للإنسان ليست بالأمر الهين. وتعتمد دراسة الوراثة فى الإنسان على دراسة العائلات وسجلات النسب. أو دراسة التوائم سواء كانت متشابهة(متطابقة) أو غير متشابهة (غير

متطابقة). ويضاف لكل ذلك العدد الهائل من الجينات التى تقدر ما بين ٥٠ إلى مائة ألف جين.. بجانب الطرق العلمية للتعرف على تركيب هذه الجينات كانت تمثل صعوبة كبيرة حتى تم اكتشاف الوسائل الحديثة المعملية مثل طرق تحليل الدنا بطريقة سلسلة تفاعل البلمرة واستخدام الكمبيوتر لتجميع النتائج وسرعة القيام بالعمليات الالكترونية.

وقد تم حديثاً استخدام الوراثة فى الرياضة، وذلك لانتقاء اللاعبين ذوى الصفات الجسدية المتميزة، بجانب استخدامها فى تحسين الأرقام الرياضية المذهلة وتحسين مستوى اللياقة البدنية والتدريب، لذلك كان من الأهمية بمكان التوصية بأخذ أسباب العلم الحديث للتقدم فى المجال الرياضى فى مصر.

البيولوجية الجزيئية والرياضة:

البيولوجية الجزيئية:

من أكثر المجالات العلمية نمواً فى عصرنا هذا. وتعرف **البيولوجية الجزيئية** بأنها: دراسة للتركيب الجزيئى على مستوى الخلية أى تختص بتحليل تركيب وعمل الدنا DNA، والرنا RNA، والتعرف على العلاقة بين الجينات وخصائص الخلية.

يوجد بكل خلية ٥٠-٠٠٠,١٠٠ جين، وكل جين مسئول عن تكوين بروتين خاص. وتُنظم الإشارات الخلوية إنتاج البروتين من الجينات عن طريق التنشيط أو التثبيط.

ومسئولية **علماء الفسيولوچيا** : التعرف على العوامل التى تقوم بعمل الإشارات التى تزيد أو تقلل إنتاج البروتين.

ويؤدى **التدريب** لتغير كمى ونوعى فى بروتين العضلات، وتعمل التدريبات المنتظمة للقوة على زيادة الحجم العضلى الناتج عن زيادة البروتين الانقباضى.

وتمد البيولوچية الجزيئية **علماء التدريب** بالأداة للتعرف على كيفية تحكم التدريب فى عمل الجين، وكيفية تأثير هذا التدريب على إنتاج البروتين العضلى. وتنظيم استنساخ التعبير الجينى بالعضلات مما يسمح **للعاملين بالتدريب** بتخطيط البرامج المناسبة لتحسين مستوى الأداء البدنى. أى أن **البيولوچية الجزيئية** تساهم فى الإمداد بالمعلومات العلمية لتحسين الأداء البدنى.

التقنيات البيولوچية تشمل:

١ - عزل الكروموسومات.

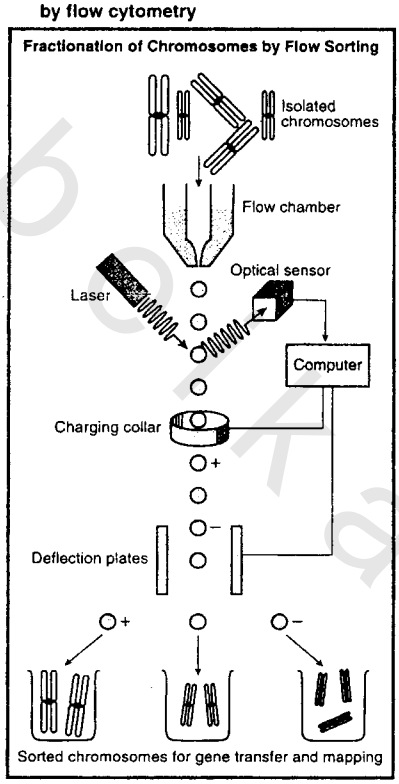
٢ - عمل خرائط الجينات من الكروموسومات.

٣ - استخدام طرق مختلفة لعمل الخرائط الجينية.

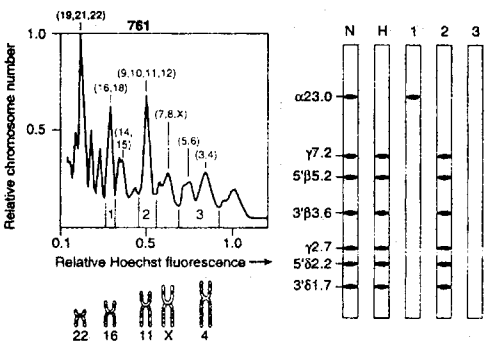
وهى ممثلة فى الشكل التالى.

obeikandl.com

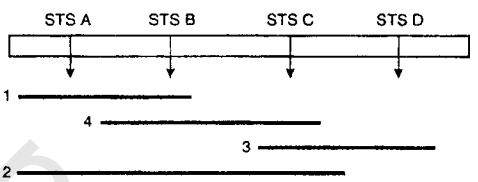
A Isolation of individual chromosomes by flow cytometry



B Use of sorted chromosomes for mapping human genes



C Use of YACs and STSs in physical mapping



YAC clone	STS present			
	A	B	C	D
1	+	+	–	–
2	+	+	+	–
3	–	–	+	+
4	–	+	+	–

D Important techniques used in physical mapping

Approach	*Technique*	*Size resolution*
Chromosome	Flow cytometry, microcell hybrids	2×10^8 kb
Cytogenics	Banding, FISH	2×10^3 kb
YACs	Fragments cloned, overlapping order	100–1000 kb
BACs	Fragments cloned, overlapping order	150–350 kb
Restriction sites	Order restriction sites	200 kb
STS sites	Order STS sites on YAC clones	100 kb
Cosmids	YAC clones cut and recloned	40 kb
Plasmid/M13	Cosmid clones cut and recloned	1–5 kb
Sequencing	Each isolated fragment sequenced	1 bp

Note: *BACs* = bacterial artificial chromosomes; *FISH* = fluorescent in situ hybridization; *STS* = sequence-tagged sites; YACs = yeast artificial chromosomes

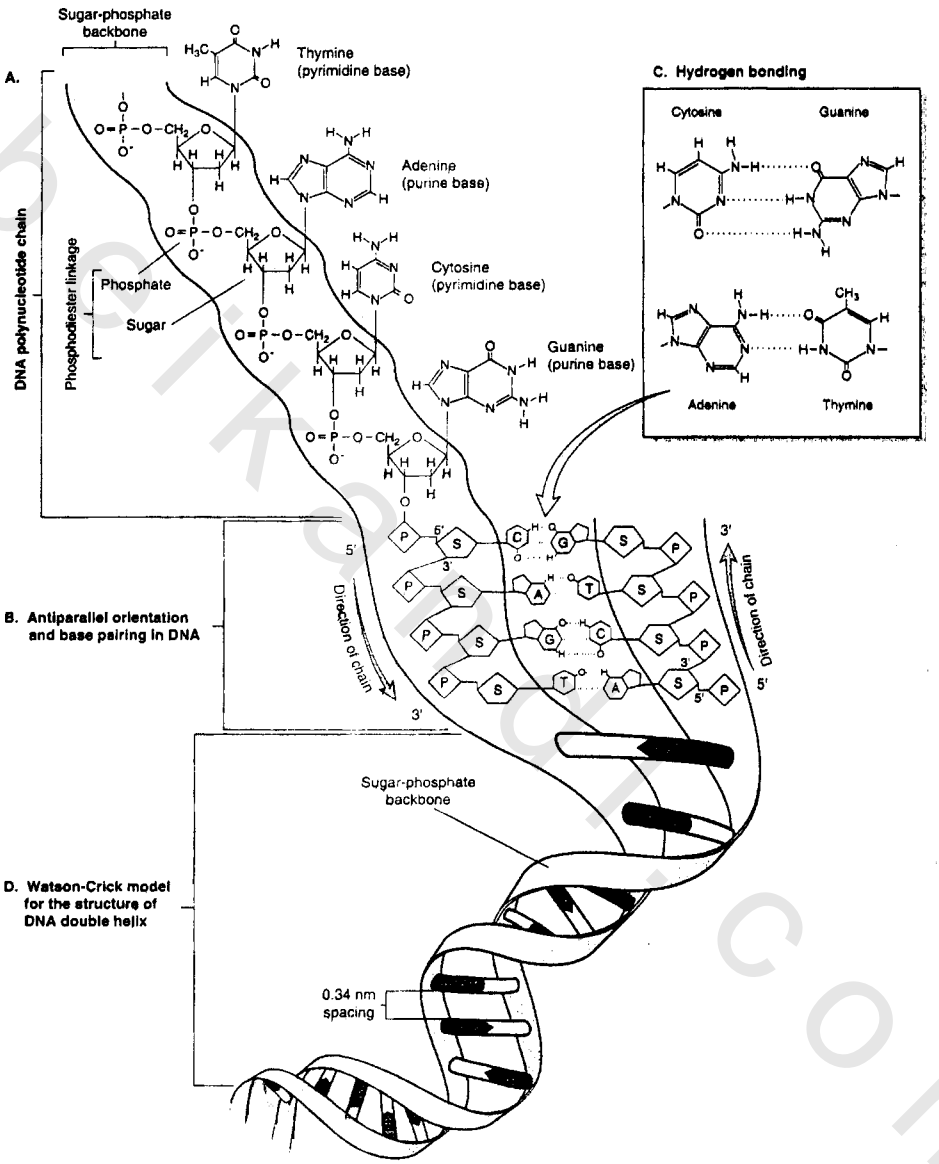
طريقة عزل الدنا من الدم:

- تستخدم شرائح تحتوى على فراغات لتحتوى الدم والمواد الكيميائية الداخلة فى عملية العزل.
- يتم وضع ٥٠ ميكرو لتر من الدم على السائل المذيب للكرات الحمراء.
- يترك المخلوط ١٠ دقائق فى درجة حرارة الغرفة.
- يتم وضع المخلوط فى جهاز الطرد المركزى ٨٠٠ × ج لمدة خمس دقائق.
- يتم عزل المجموعة المتكونة من كرات الدم البيضاء (الخلايا التى بها نواة).
- يوضع سائل لذوبان الكرات البيضاء.
- يوضع ١٦,٥ ميكرو لتر من المخلوط المرسب للبروتين.
- يتم تشغيل جهاز الطرد المركزى بسرعة أعلى ١٤٠٠×ج لمدة ١٠دقائق.
- يرسب الدنا.
- يوضع ١٠٠ ميكرو لتر من ٧٠٪ أثانول.
- استخدام الجهاز للطرد المركزى.
- يتم سحب الأثانول بالأثير.
- يتم إضافة ٢٥ ميكرو لتر من مخلوط إعادة هدرجة الدنا.
- يخزن الدنا المتكون فى الثلاجة عند درجة حرارة ٢-٨°م.

والشكل التالى يوضح تركيب الدنا DNA.

obeikandl.com

تركيب الدنا DNA



obeikandl.com

تشخيص الدنا بطريقة التقنية البيولوجية :

وتشمل :

١ - التقطيع لقطع صغيرة بالأنزيمات أكثر من ١٠٠ نوع تم استخدامها.

٢ - إعادة التكوين لعمل ما يسمى DNA دنا جديد.

٣ - تكرار الدنا DNA.

٤ - الهندسة الوراثية، تنظيم وعمل الجين.

٥ - تفاعل سلسلة البلمرة.

تكبير الجزء المختار من الدنا DNA بواسطة تكنيك PCR ١٩٨٥ وتم عزل DNA لأول مرة ١٨٦٩.

مميزات طريقة PCR :

١ - سريعة - حساسة.

٢ - تستخدم DNA & RNA، فى الدنا والرنا.

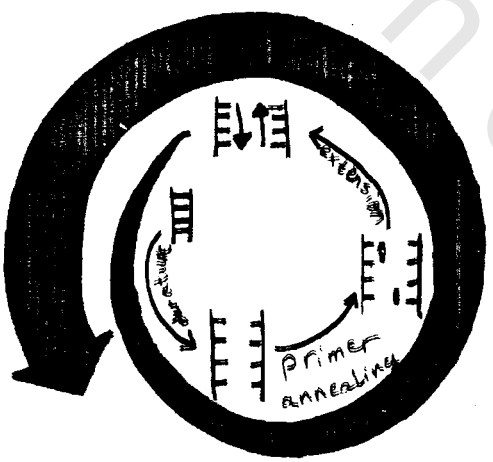
٣ - التعرف على الأمراض.

٤ = طب شرعى.

٥ = التعرف على المومياوات.

٦ = فى الرياضة.

٧= البصمة الوراثية.



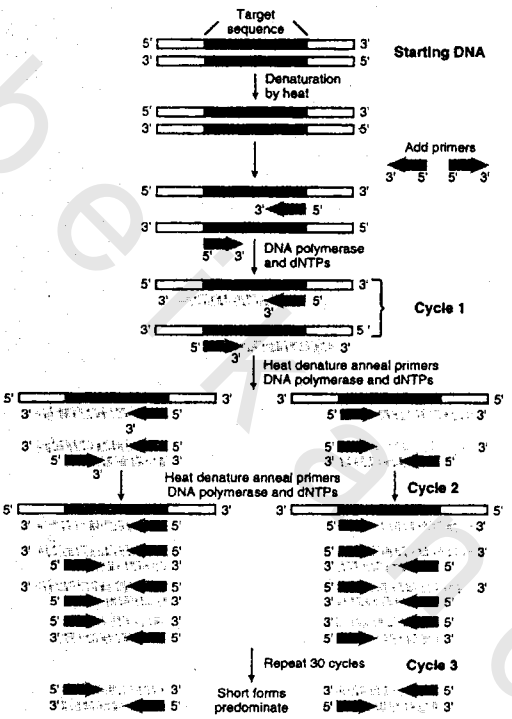
طريقة PCR

ويستطيع هذا التكنيك تكبير DNA المختار

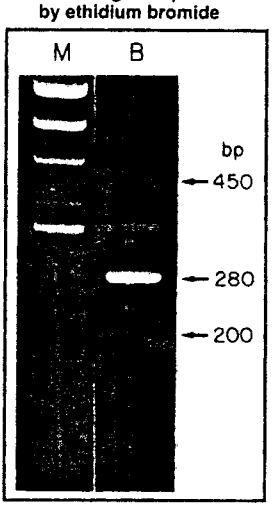
فى خلال ساعات لمليون مرة

تفاعل سلسلة البلمرة

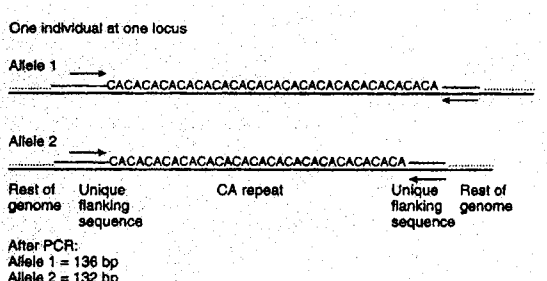
A Polymerase chain reaction



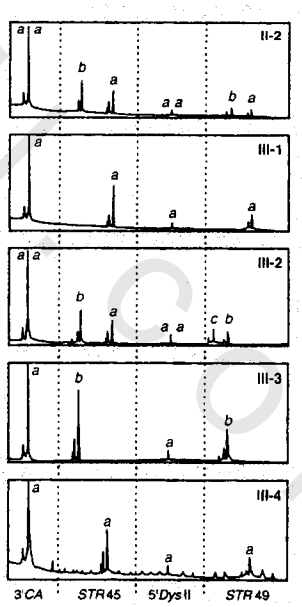
B Detecting PCR products by ethidium bromide



C Amplification of CA repeats by PCR



D Detecting PCR products in an automated DNA sequencer by fluorescence



تفاعل سلسلة البلمرة PCR :

هو تكنيك يعتمد على تكرارات متعددة باستخدام الحرارة المرتفعة لتغيير طبيعة الدنا.

وذلك يؤدى لتكبير الجزء المختار من الدنا، كما يستخدم بريمر متخصص والبلمرة مع كل تكرار لتفاعل سلسلة البلمرة يتضاعف عدد النسخ للجزء المختار من الدنا مؤدياً لزيادة كبيرة فى كمية الدنا المختار.

ودور البريمر هام فى هذه العملية وكذلك الأنزيم بوليمريز الذى يختص بعملية التكرار للدنا.

كما تستخدم هذه الطريقة الفعالة للتعرف على:

١ - الأمراض المختلفة خاصة الفيروسية.

٢ - عمل البصمة الجينية.

٣ - فى الطب الشرعى.

٤ - فى الرياضة للتعرف على الجينات واستخدامها فى الانتقاء الرياضى.

٥ - إنتاج الهرمونات مثل هرمون النمو.

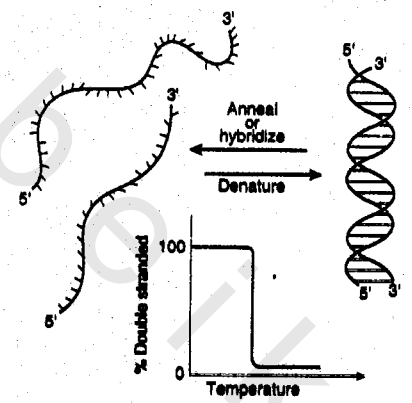
٦ - التعرف على المومياوات والتحقق من الشخصية.

والشكل التالى يوضح تصوير الدنا.

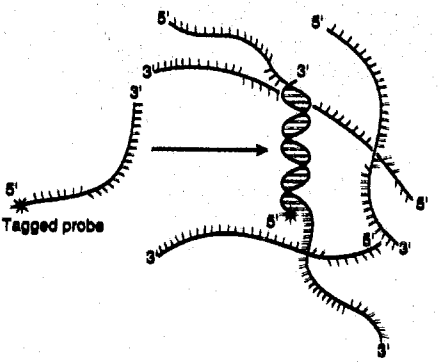
obeikandl.com

تصوير الدنا

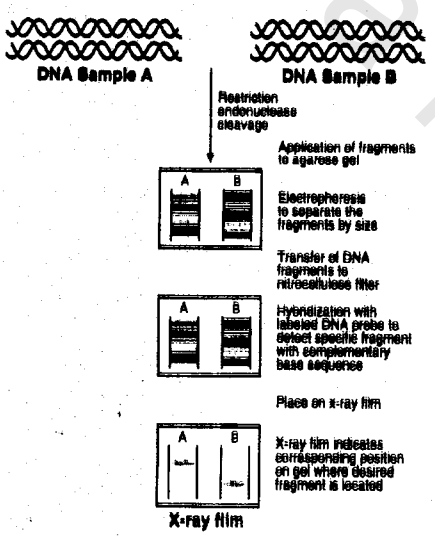
A Nucleic acid hybridization



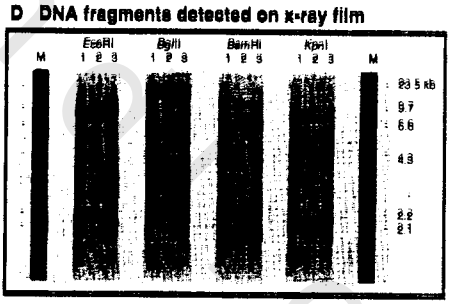
B Nucleic acid probes



C Southern blot analysis



D DNA fragments detected on x-ray film



openkan.com

تكوين البروتين:

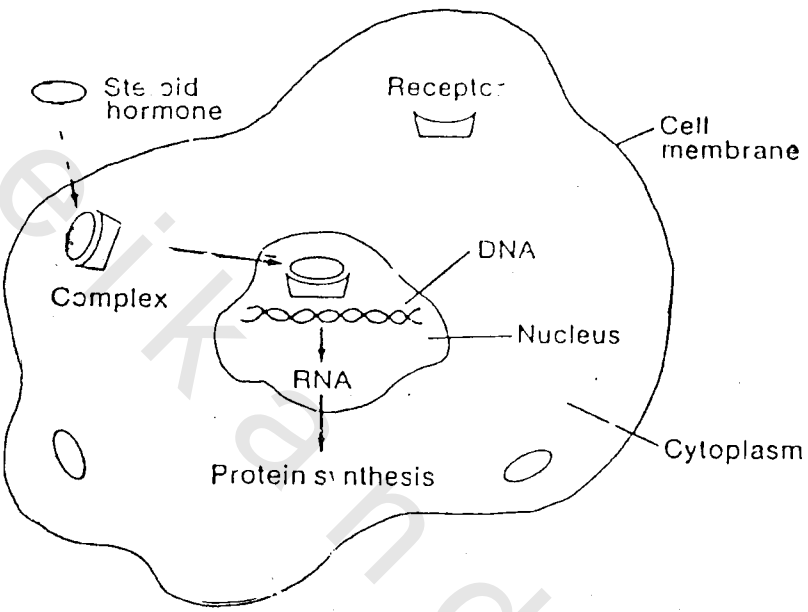
كيف يتم تحفيز تكوين البروتين بواسطة الهورمونات الاستيرويديه؟

إن الهرمون الاستيرويدى (البناء) يتحد مع مستقبل خاص فى الخلية الهدف. ثم يتكون هورمون مركب مع المستقبل، وهذا المركب يتجه نحو نواة الخلية. وعند إثارة الدنا يزيد إنتاج الرنا والذى بدوره يعمل على إنتاج بروتين جديد. وهذا البروتين المتكون متعدد، قد يكون تركيب مثل بروتين العضلات، أنزيمات تعمل على تنشيط العمليات الحيوية بالخلية، هورمون مثل هورمون النمو، وغير ذلك من البروتينات العاملة بالجسم.

والشكل التالى يوضح تكوين البروتين بواسطة الهرمونات الاستيرويديه.

obeikandl.com

Steroid hormones activate genes for protein synthesis in target cells



Steroid hormones bind to receptors in cytoplasm of target cells. Hormone/receptor complex then migrates to cell nucleus, binding to DNA and activating specific genes. The resulting increase in RNA production leads to synthesis of new proteins. These may be structural proteins like those in muscle or enzymes that activate other cell function.

obeikandl.com

تقسيم البروتين من حيث الوظائف :

النوع	مثال	وظيفته
١ - التركيب :	الكولاجين	يتواجد فى الأنسجة الضامة أكثر البروتينات بالجسم
٢ - التخزين :	أوفال البيومين	مصدر للطاقة فى مراحل التكوين الأولية.
٣ - الانتقال :	هيموجلوبين	ناقل الأكسچين وثانى أكسيد الكربون
٤ - المستقبل :	مستقبل الإنسولين	داخل أغلفة الخلايا مما يسمح بدخول الجلوكوز للخلايا
٥ - هورمون :	هرمون النمو	يفرزه الغدة النخامية. يعمل على النمو
٦ - حماية :	الأجسام المضادة	وتنتج استحابة لوجود الأجسام الغريبة
٧ - الانقباض :	الأكتين والمايوسين	عند اتصالها يتسبب ذلك فى انقباض العضلة
٨ - منظم :	مستقبلات الاستيرويدات فى الخلايا الهدف	تعمل على التأثير على الجين المتأثر
٩ - الأنزيمات :	كرياتين كينيز	وغيرها تساعد فى عمليات الأيض وبعضها يعمل كمؤشر بيولوچى

نظرية أوبرون:

مشاهدات نظرية أوبرون لتكوين البروتين.

لتفسير طريقة السيطرة على الاستنساخ، اقترح موناد وجاكوب (١٩٦١) نظرية اعتماداً على المشاهدات التالية:

١ - وجود ثلاث جينات فى نفس منطقة دنا البكتريا (ترتبط بتحويل اللاكتوز) تتناسق فيما بينها، حيث أنها تنفتح وتنغلق معاً وبنفس الدرجة.

٢ - يحتاج استنتساخ هذه الجينات إلى توافر اللاكتوز، كمادة خاضعة لإنزيم بيتا جالكتوسايديز.

٣ - عند فقد اللاكتوز تستمر البكتريا المصنعة للأنزيمات بالرغم من عدم حدوث طفرات فى الجينات الثلاثة المتقاربة الموقع.

وبذلك فإن هذه المشاهدات أدت إلى افتراض أن استنساخ الجينات الثلاثة يتحفز بواسطة أنزيم البوليمريز من الرنا.

كما افترض موناد وجاكوب وجود جزئ كابح يتنافس مع بوليمريز الرنا لموقع على سلسلة الدنا.

نظرية أوبرون Operon Concept:

وآلية تكوين البروتين:

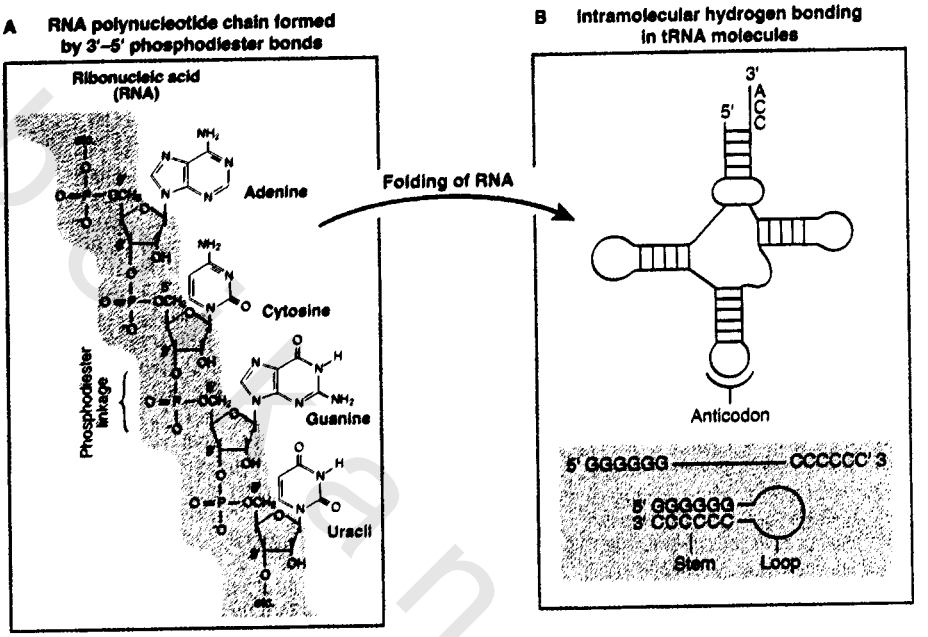
قام كل من موناد وجاكوب Monad & Jacob بتوضيح هذه النظرية ١٩٦١ حيث أوضحا آلية تكوين البروتين أى التحكم الجينى فى ذلك. وذكرا أن الكروموسومات يحملان نوعين من الجين.

١ = الجين التركيبى Structural.

٢ = الجين العامل Operator.

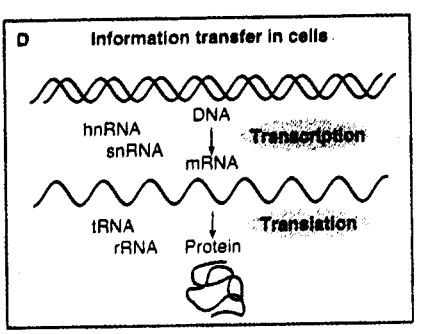
والشكل التالى يوضح تركيب الرنا RNA.

تركيب الرنا



C Classes of RNA molecules found in human cells

RNA Class	*Size*	*Function*
hnRNA	Heterogeneous	Precursors to other RNAs
snRNA	58–220 nucleotides	RNA processing
mRNA	Heterogeneous	Carry information to the protein synthesis machinery
tRNA	74–95 nucleotides	Transfer amino acids
rRNA	28S, 18S, 5.8S, 5S	Make up the ribosome structure



الجين التركيبى :

وهو يوجه لإنتاج الإنزيم وغيره من البروتين عن طريق رنا المرسال mRNA، بينما يتحكم الجين العامل op.g. فى الجينات التركيبية المجاورة على نفس الكروموسوم. حيث أن تكوين رنا المرسال mRNA يمكن أن يكون فاعل فقط عند نقطة على الدنا حيث يوجد الجين الفاعل OP.G.

وبالتالى فلايستطيع الجين التركيبى إنتاج بروتين إلا تحت شروط معينة بالخلية. لذا فإن جين أو مجموعة جين تركيبى بالإضافة للجين العامل يكونان التركيب الجينى وهو أوبرون Operon.

عمليتا قمع (كبح) وسماح :

العامل الثالث فى التحكم الجينى لتكوين البروتين داخل الخلية ويربط الأوبرون Operon بالأحداث الأيضية، وهو الجين المنظم Regulator gene الذى يتحكم فى الجين العامل؛ ويقوم بذلك من خلال إنتاج وحدات البروتين المسماه ربرسور Repressors. ومع اتحاد الجين العامل بالربرسور فإنه غير قادر لإحداث نشاط فى الجين التركيبى، وفى هذه الحالة يقال أن الأوبرون Operon تم قمعه (كبحه). وعندما يكون الأوبرون نشط، وذلك بأن يكون جهاز القمع غير نشط، فى هذه الحالة يكون الأوبرون فى حالة سماح.

بجانب عامل هام فى عملية نشاط الأيض الإنزيمى داخل الخلية هو تركيز مركب أيضى معين، والذى يؤدى إلى تنشيط الجهاز الإنزيمى والذى يلعب دوراً هاماً فى عملية الأيض نفسه. هذه الظاهرة تتدخل فى تكوين الأنزيم وهى عامل هام فى تنظيم عمليات النمو والأيض داخل الخلية.

كيفية تكوين البروتين من الدنا :

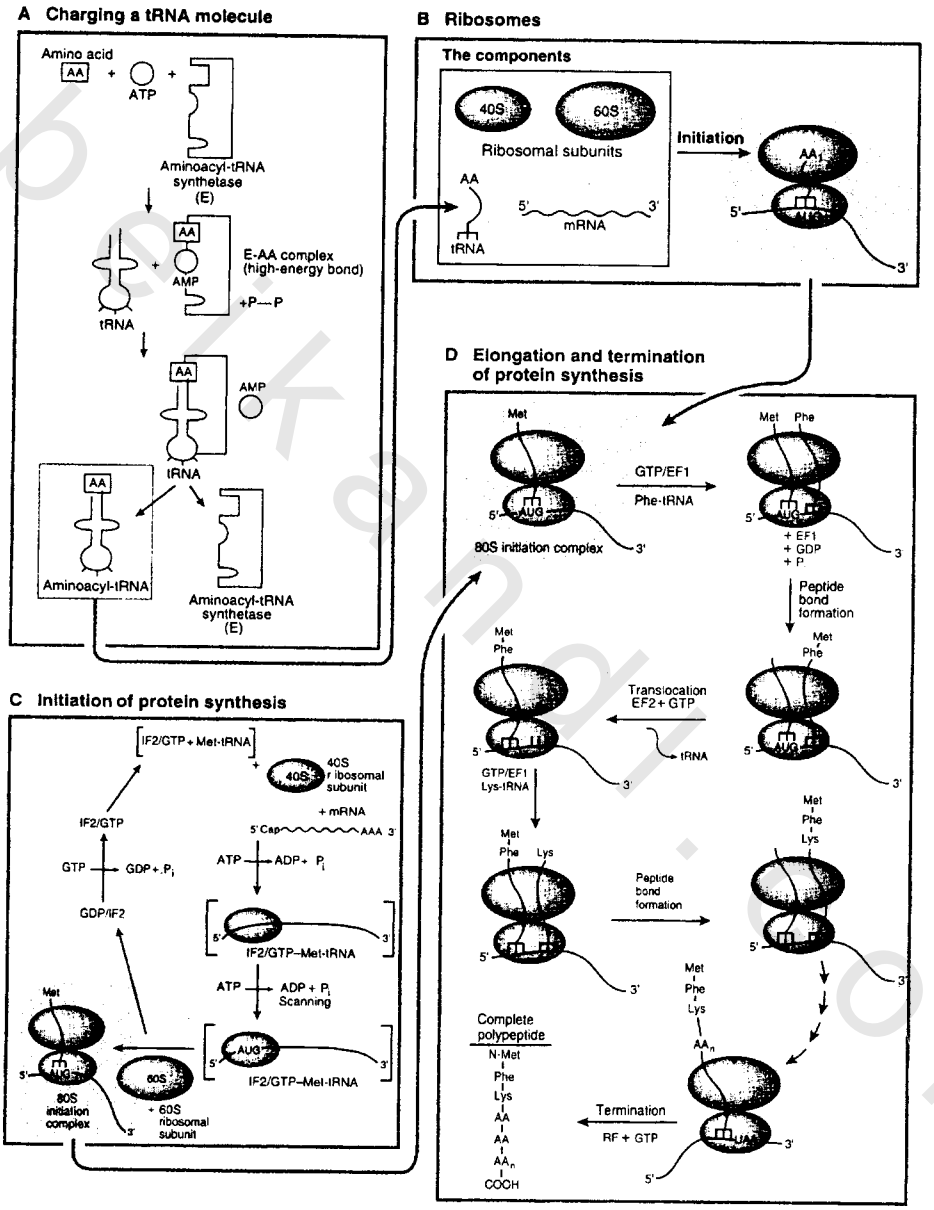
يوجد داخل الخلايا الريبوسوم Ribosome وهى الأماكن الخاصة بتكوين البروتين.

كما يوجد داخل النواة الدنا، ويقدر أن كمية البروتين التى يمكن للدنا تكوينها بنظام الكود أو الشفرة ٧ مليون بروتين. ويساهم فى ذلك أنزيم بليمريز Polymerase وتبدأ هذه العملية بتكوين الرنا المرسال mRNA بعملية تسمى نسخ Transcription أى أن الدنا DNA الزوجى ينسخ الرنا المرسال الفردى. وينتقل الرنا المرسال mRNA من النواة إلى السيتوبلازم الخلوى حيث يتحد مع الرنا الريبوزى لتكوين البروتين عن طريق عملية تسمى الترجمة Translation.

والشكل التالى يوضح كيفية تكوين البروتين من الدنا.

obeikandl.com

تكوين البروتين من الدنا



الشفرة الوراثية Genetic Code :

تتابع قواعد البرين والبريمدين على الرنا المرسال، المتكون من الدنا يمد الجسم عن طريق سلسلة الأحماض الأمينية بالبروتين اللازم.

وقواعد النيوكلوتيد فى الدنا DNA هى T - A - C - G بينما فى الرنا المرسال U - A - C - G وتنقل المعلومات عن طريق تتابع ٣ نيوكلوتيد أى أن الشفرة الجينية تتكون من ٣ نيوكلوتيد.

وباعتبار وجود ٤ نيوكلوتيد فى الرنا المرسال، فإن تتابع ٣ نيوكلوتيد يحتاجه الكود أى الشفرة لتكوين حامض أمينى ٦٤ ($٤^٣$) من المكونات الممكن تكوينها، ووجد أن ٦١ من ٦٤ ثلاثى نيوكلوتيدى تشفر لعدد ٢٠ حامض أمينى لتكوين البروتينات، وبالتالى يمكن أن يكون هناك أكثر من كلمة كودية Code Word أو كودون Codon لكل حامض أمينى. كما أن ٣ من ٦٤ ثلاثى نيوكلوتيد لاتشفر لتكوين أى حامض أمينى، بل تعمل كإشارة فقط لإنهاء عدد من الببتيدات من سلاسل البروتين.

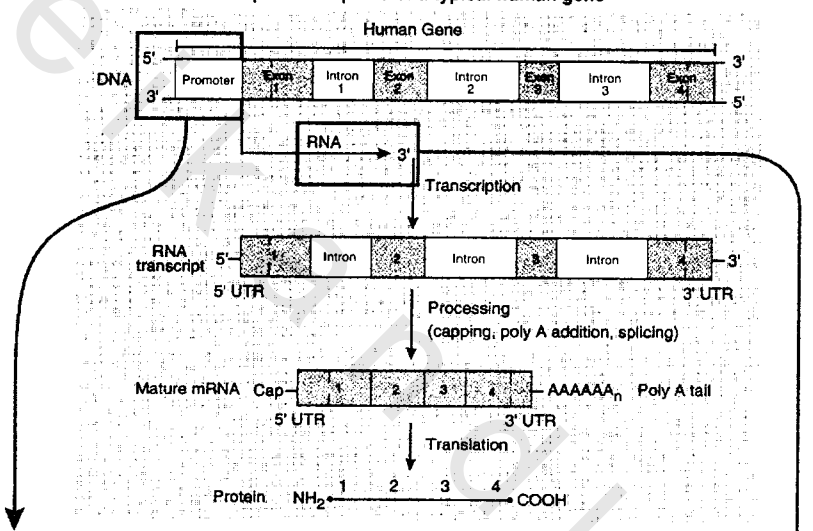
openkandl.com

عملية النسخ

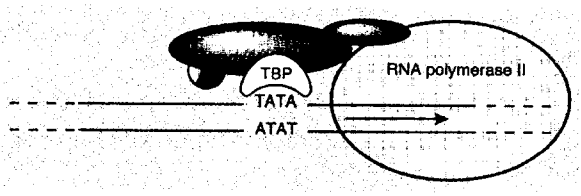
A **RNA polymerases involved in transcription**

RNA polymerase	*Location*	*RNAs synthesized*
I	Nucleus	rRNAs—28S, 18S, 5.8S
II	Nucleus	precursor mRNA, snRNAs
III	Nucleus	tRNAs, 5S rRNA
Mitochondrial	Mitochondria	Mitochondrial RNA

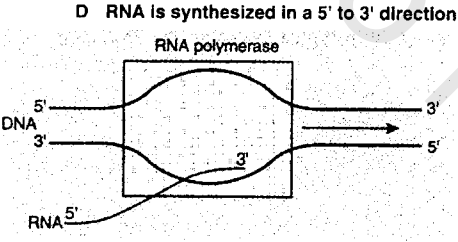
B **Important aspects of a typical human gene**



C **Initiation of transcription**



D **RNA is synthesized in a 5' to 3' direction**



يوضح الجدول التالى الدنا، والرنا الثلاثية والأحماض الأمينية فى الشفرة الجينية .

القاعدة الأولى رنا ↓	دنا ↓	A U	G C	T A	C G	رنا ↓	دنا	
				القاعدة الثانية				
A	U	UUU UUC فينايل الانين UUA UUG لوسين	نسرين	ثيروسين	سيستين تربتوفان	U C A G	A G T C	
القاعدة G الأولى	C	CUU CUC CUA لوسين CUG	برولين	هستدين جلوتامين	أرجنين	U C A G	A G T C	القاعدة الثالثة
T	A	AUU ايزو AUC لوسين AUA AUG منشط مثايونين	ثريونين	اسبرجين ليسين	سرين أرجنين	U C A G	A G T C	
C	G	GUU GUC فالين GUA CUG	الأنين	حمض اسبرتك حمض جلوتاميك	جليسين	U C A G	A G T C	

قواعد الدنا G T C A

قواعد الرنا G U C A

يتكون من ثلاث قواعد من الرنا المرسال .

أحماض أمينية ثلاثية القواعد من أمثلة ذلك :

فينايل الانين U U U أو U U C

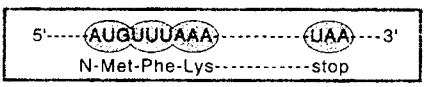
لوسين U U A أو U U G أو C U U

وباقى الأمثلة فى الجدول .

obeikandl.com

عملية الترجمة

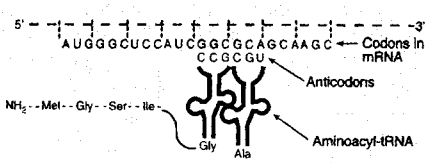
A mRNA molecule



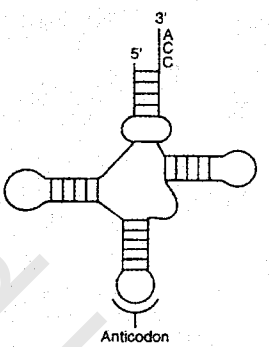
B The genetic code

First position	Second position: U	C	A	G	Third position
U	UUU Phe	UCU Ser	UAU Tyr	UGU Cys	U
	UUC Phe	UCC Ser	UAC Tyr	UGC Cys	C
	UUA Leu	UCA Ser	UAA Stop	UGA Stop	A
	UUG Leu	UCG Ser	UAG Stop	UGG Trp	G
C	CUU Leu	CCU Pro	CAU His	CGU Arg	U
	CUC Leu	CCC Pro	CAC His	CGC Arg	C
	CUA Leu	CCA Pro	CAA Gln	CGA Arg	A
	CUG Leu	CCG Pro	CAG Gln	CGG Arg	G
A	AUU Ile	ACU Thr	AAU Asn	AGU Ser	U
	AUC Ile	ACC Thr	AAC Asn	AGC Ser	C
	AUA Ile	ACA Thr	AAA Lys	AGA Arg	A
	AUG Met/start	ACG Thr	AAG Lys	AGG Arg	G
G	GUU Val	GCU Ala	GAU Asp	GGU Gly	U
	GUC Val	GCC Ala	GAC Asp	GGC Gly	C
	GUA Val	GCA Ala	GAA Glu	GGA Gly	A
	GUG Val	GCG Ala	GAG Glu	GGG Gly	G

D Interactions of codons and anticodons



C tRNA: Translator of the genetic code



E Mutations: Changes in the DNA base sequence

Base Pair Substitution

Missense mutation

	Normal	Mutant
DNA	AAA	AGA
RNA	UUU	UCU
Protein	Phe	**Ser**

Nonsense mutation

	Normal	Mutant
DNA	AGC	ATC
RNA	UCG	UAG
Protein	Ser	**Stop**

Base Pair Addition or Deletion

Frameshift mutation

	Normal	Addition
DNA	TAC AAA TTT CAA AGC	TAC AAA **C**TT TCA AAGC
RNA	AUG UUU AAA GUU UCG	AUG UUU **G**AA AGU UUCG
Protein	Met-Phe-Lys-Val-Ser	Met-Phe-**Glu**-**Ser**-**Phe**

obeikandl.com

استخدام الأحماض الأمينية لتكوين البروتين :

تحتاج **الخطوة الأولى** لاستخدام الأحماض الأمينية لتكوين البروتين إلى تنشيط بواسطة ثالث أدينوزين الفوسفات + أنزيم

الحامض الأميني $\xleftarrow[\text{أمينو سيل رنا سنستيز}]{ATP}$ حامض أميني نشط

والخطوة التالية فى تكوين البروتين

الحامض الأميني النشط $\xleftarrow[\text{رنات سنستيز}]{\text{أميني أسيل}}$ انزيم منشط لحامض أميني

تحويل الحامض الأميني النشط إلى انزيم منشط لحامض أميني.

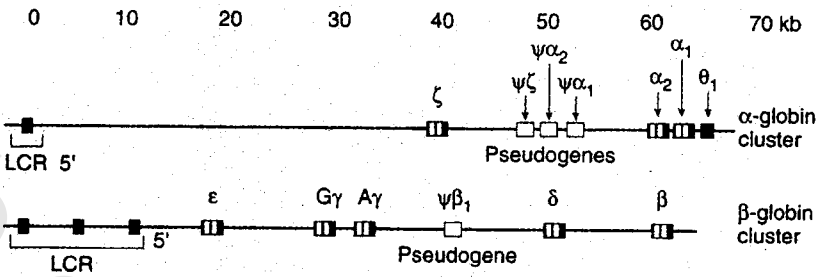
الخطوة الثالثة :

مع اتصال المرسال رنا مع رنا الريبوزى فإن t RNA رنا الناقل تنضم لهما ويتصل بالكود المضاد مكون من نيوكلوتيد ثلاثى على المرسال رنا الذى يحوى الكود الثلاثى المناسب. والنتيجة تكوين أحماض أمينية فى تتابع معين كما أملاه المرسال رنا.

يتصل منشط خاص للسلسلة المكونة للببتيدات العديدة بالرنا الناقل، كما يتصل بالريبوسوم، كما فى الشكل التالى.

تكوين الهيموجلوبين

A Alpha-globin and beta-globin gene clusters

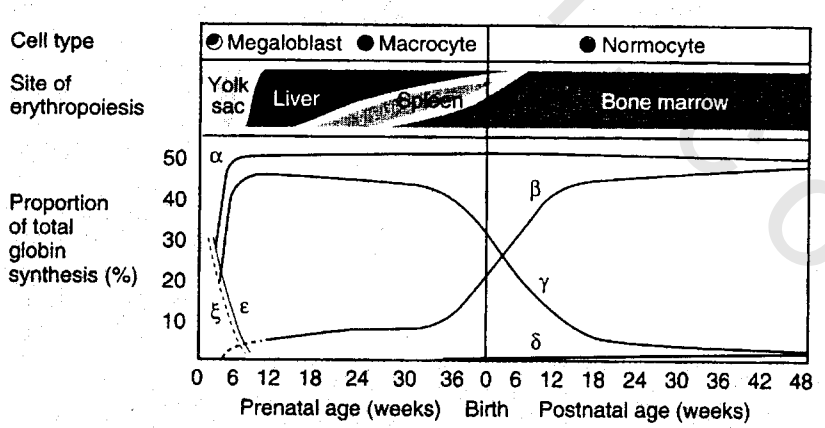


B Hemoglobin subunit composition during development

Hemoglobin subunit composition	*Designation*	*Developmental period*
$\zeta_2\varepsilon_2$	Hb Gower 1	Embryonic
$\zeta_2\gamma_2$	Hb Portland	Embryonic
$\alpha_2\varepsilon_2$	Hb Gower 2	Embryonic
$\alpha_2\gamma_2$	HbF	Fetal
$\alpha_2\beta_2$	HbA	Adult, major form
$\alpha_2\delta_2$	HbA_2	Adult, minor form

Note: Hb = hemoglobin; *HbA* = adult hemoglobin; *HbF* = fetal hemoglobin

C Globin synthesis at various stages of development



ثم تزيد السلسلة طولاً مع إضافة الأحماض الأمينية فى تتابع، والجانب الآخر من السلسلة المتصلة بالرنا الناقل.

وأثناء تكوين البروتين، يتصل الرنا الناقل بالريبوسوم، وعلى فترات يحمل كل ريبوسوم سلسلة من الببتيدات النامية، وتتباعد السلسلة مع إضافة حامض أمينى جديد.

ويكون اتصال الرنا بالريبوسوم ويتحرك الريبوسوم لاستقبال وحدة جديدة من الرنا الناقل لتكوين وحدة جديدة من الحامض الأمينى وتنمو السلسلة البروتينية. لتكون فيما بعد حسب عدد الوحدات والمكونات أنواع مختلفة من البروتين سواء أحادية، ثنائية، ثلاثية، أو رباعية السلاسل.

ومن أبرز أمثلة تكوين الهيموجلوبين.

منع تكوين البروتين:

يتداخل فى منع تكوين البروتين أنواع مختلفة من المضادات الحيوية مثل المضاد الحيوى مينومايسين الذى يمنع فصل خطى الدنا من بعضهما.

بالنسبة للمضادات الحيوية تتراسيكلية، ستربتومايسين، وكلورنفنكول فإنها تثبط نشاط الريبوسوم. أى أن لكل نوع من المضادات الحيوية وسيلة مختلفة لمنع أو تثبيط تكوين البروتين الجديد، وهذا يوضح خطورة زيادة استخدام المضادات الحيوية بدون رقيب.

دورة الخلية Cell Cycle:

الوسيلة التى تكرر بها الخلية مكوناتها الجينية، تؤدى إلى انقسامها لجزئين متساويين، وتحولها لخليتين. هى فى نفس الوقت مفتاح النمو العادى، وتطور الكائن الحى، ويتم ذلك من خلال دورة الخلية.

وتتكون دورة الخلية إلى أربع مراحل مختلفة:

G1, 5, G2, M وتكون الزمن من هذه المراحل المختلفة G1, 5, G2 فى

دورة الخلية وهى الفترة ما بين انقسام الخلايا ويطلق عليها المرحلة الوسيطة لدورة الخلية.

وفى الخلايا التى لايحدث بها انقسام خلوى مثل الخلايا العصبية فلها نظام خاص غير دورة الخلية يسمى GO. والخلايا فى هذه المرحلة تثار للنمو، فإنها تدخل من مرحلة GO إلى مرحلة G1 وهى بداية الدورة.

ووظائف مرحلة G1 للبروتينات ومنظماتها ترتبط بالمتغيرات الكيميائية التى تنظم النمو، تميزها، التقدم فى العمر، السرطانات وبرمجة الموت. وتستجيب مرحلة G1 للمؤثر الخارجى مثل عوامل النمو حتى تصل نقطة تحديد تسمى (نقطة R) . ومجرد عبور هذه النقطة فإن الخلية تدخل فى مرحلة S وتنقسم. وفى مرحلة S لدورة الخلية فإن الدنا تتكرر بأمانة، لمرة واحدة فقط. وبعدها تدخل الخلية لمرحلة G2 وهناك يتركز الكروماتين ويكون شكل محدد. وفى مرحلة M فإن الكروموسوم يتم توزيعه على الخليتين الجديدتين وكل منهما يبدأ دورة جديدة.

الأهمية الأكلينيكية لدورة الخلية :

فى حالة فقد القدرة على إتمام دورة الخلية فإن هذا يؤدى لفقد التحكم فى النمو، وغالباً ما يؤدى ذلك لحدوث الأورام أو موت الخلية. وكثير من بروتينات التثبيط لتكوين الأورام مثل P53 ، تعمل أثناء دورة الخلية لتنظيم نمو الخلية وانقسامها، ويؤدى ذلك لمنع تكوين السرطان. وتوقف مرحلة G1 من دورة الخلية هام جداً عندما يحدث تلف الدنا ويجب إصلاح الخلل قبل أن تكرر الدنا نفسها.

A Proteins Involved in regulation of the cell cycle

Cell-cycle phase	Cdk	Cyclin	CKI: KIP[a]	CKI: INK[b]
G1	Cdk4	Cyclin D	p21, p27	p15, p16
G1/S	Cdk2	Cyclin E	p21, p27	
S	Cdk2	Cyclin A	p21	
G2/M	Cdc2	Cyclin B	p21	
M	Cdc2	Cyclin B, cyclin A		

[a] KIP proteins (p21, p27) bind multiple cyclin-Cdk complexes and prevent activation or block kinase activity.
[b] INK proteins (p15 and p16) are specific for Cdk4/6 and cyclin D. They bind Cdk and prevent the binding of cyclin D.

B Regulation of cell cycle progression by Cdk–cyclin complexes