



جامعة دمشق
كلية طب الأسنان
السنة الثانية



1 رويدة أبو سمرة



1

الكيمياء الطبية



Medical Chemistry

75



28



البروتينات

سنبدأ معكم في أولى محاضراتنا لمادة الكيمياء الطبية، حيث ستشتمل المحاضرات على
سلايدات الدكتوراة كاملة "للكيمياء الطبية ٢" بالإضافة الى شرح الدكتوراة الإضافي
ومراجعة من "الكيمياء الطبية ١" وذلك لفهم المعلومة كاملة دون نقصان...

الفهرس

٢ • الكيمياء الحيوية

٣ • البروتينات

٩ • البنية البروتينية

١٧ • هضم البروتينات

٢٠ • طرق دراسة البروتينات

٢٢ • طبي البروتينات



الكيمياء الحيوية Biochemistry

بالتعريف: هي أحد فروع العلوم الطبيعية، يختص بدراسة التركيب الكيميائي لأجزاء الخلية في مختلف الكائنات الحية، سواء كانت كائنات دقيقة كالبكتيريا، أو كائنات راقية كالإنسان.

← تقسم الكيمياء الحيوية إلى:

الكيمياء الحيوية الأساسية Basic biochemistry:

وهي أحد أقسام علم الكيمياء الذي يعنى بدراسة المركبات التي يتكون منها جسم الكائن الحي، بغض النظر عن كونها مركبات كبيرة أو صغيرة، كميتها قليلة أو كثيرة.

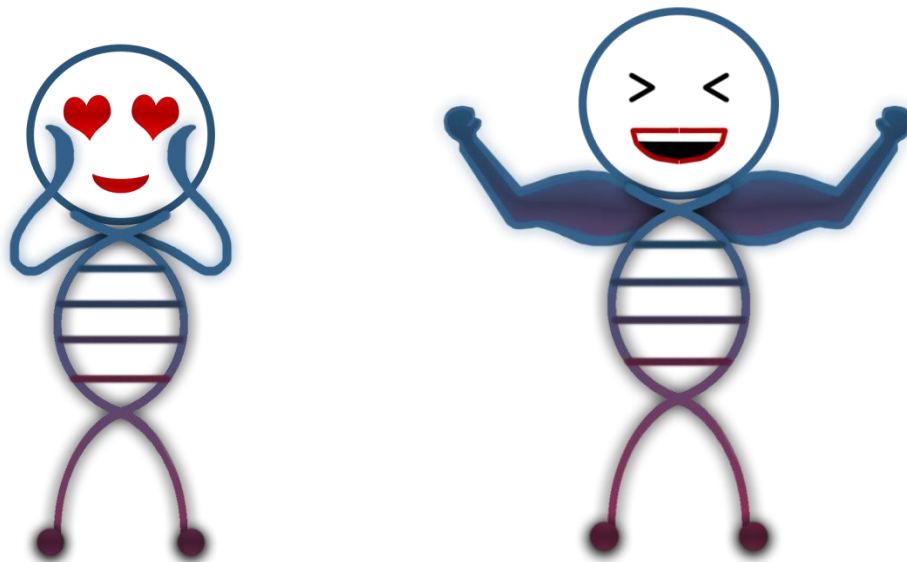
الاستقلاب Metabolism:

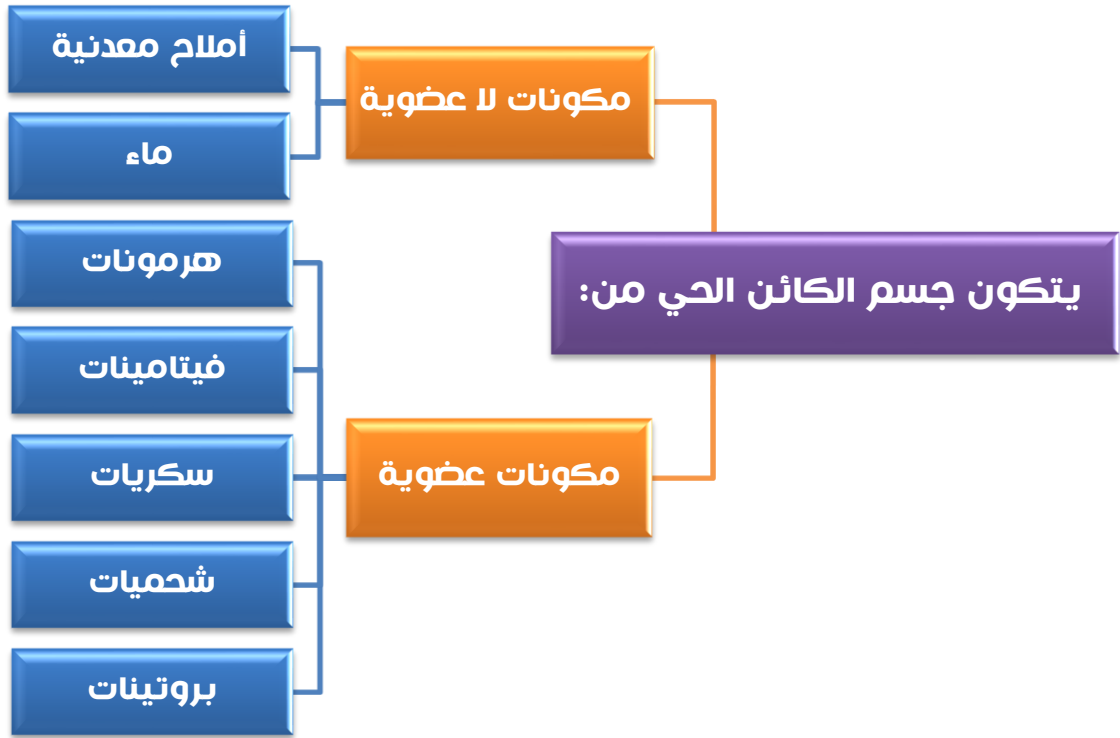
مجموع التفاعلات الحيوية التي تجري على هذه المركبات ضمن جسم الكائن الحي.

← وأضيف إليها حديثاً:

الكيمياء الحيوية الطبية Medical Biochemistry:

وتسمى أيضاً بالكيمياء الحيوية المرضية، أو السريية وهي أحد فروع علم الأمراض التي تهتم بشكل خاص بتحليل سوائل الجسم.





البروتينات:

البروتينات جزيئات ضخمة تتألف من أكثر من ١٠٠ ثمالة حمض اميني

تتواجد في جميع الكائنات الحية وتشكل من ٥٥ الى ٦٠٪ من مكونات الجسم الحي.

تتألف من سلسلة ببتيدية واحدة او اكثر حسب بنيتها ووظيفتها.

لكل سلسلة بروتينية:

NH_3^+ - نهاية امينية حرة

COO^- - نهاية كربوكسيلية حرة



الحموض الأمينية: (للإطلاع)

يعرف منها عشرون حمضاً أمينياً متشابهاً في البنية مختلفاً في الخواص الكيميائية.

يتألف كل حمض أميني من مجموعة أمينية أساسية (NH_2)، ومجموعة كربوكسيلية حامضية (COOH)، إضافة إلى جذر متغير R يميز الأحماض الأمينية بعضها من بعض.

ترتبط الأحماض الأمينية بعضها مع بعض بروابط ببتيدية مشكلة سلاسل ببتيدية، (إذ ترتبط المجموعة الكربوكسيلية للحمض الأميني الأول مع المجموعة الأمينية للحمض الأميني الثاني وتتحلل جزيئة ماء).

ويتحدد تتابع الأحماض الأمينية في السلسلة بإشراف جينات (مورثات).

تشكل هذه الروابط الببتيدية ما يعرف بالعمود الفقري لجزء البروتين، كما توجد روابط من نوع آخر تتشكل أيضاً في جزيئة البروتين مثل:

الرابط ثنائية الكبريت (-S-S-) والرابط الهيدروجيني (-OH-H-)
والرابط الأيوني ($\text{I}^+ \text{ -I}^-$)

وجميع هذه الروابط ضرورية لتفسير البنية البروتينية

وعلى الرغم من وجود عشرين حمضاً أمينياً تدخل في تركيب المواد البروتينية فإننا لا نعثر على جميع الأحماض الأمينية في كل نوع من أنواع المادة البروتينية.

إن أنواع البروتينات المشكلة عن هذه الحموض كبير جداً.
تكون الأحماض الأمينية التي تشكل بروتيناً معيناً موجودة ضمنه بنسب محددة تماماً خاصة بالبروتين نفسه، وتختلف عنها في أي بروتين آخر.
عدد الروابط الببتيدية = عدد الحموض الأمينية - ١

تصنيف الحموض الأمينية:

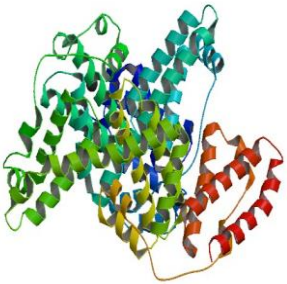
نوع الحموض الأمينية	عددها	الحموض الأمينية
اللاقطبية المعتدلة	٩	الغليسين Gly، الألانين Ala، الفالين Val، اللوسين Leu، الإيزولوسين Ile، الميثيونين Met، التريبتوفان Trp، البرولين Pro، الفينيل ألانين Phe
القطبية المعتدلة	٦	السيرين Ser، الثريونين Thr، التيروسين Tyr، الأسبارجين Asn، الغلوتامين Gln، السيستئين Cys
القطبية الحامضية	٢	الحمض الأسبارتي Asp، الحمض الغلوتامي Glu
القطبية الأساسية	٣	الأرجينين Arg، الليزين Lys، الهيستيدين His

=====

تصنيف البروتينات:

التصنيف تبعاً للتركيب:

١. بروتينات بسيطة Simple proteins:



تعطي بالحلمة حموض أمينية فقط. **مثال:** ألبومين المصل والبيض

٢. بروتينات معقدة Complex proteins:

تتألف من جزيء بروتيني يرتبط معه جزء غير بروتيني (جزء ضميم prosthetic group).

← وتصنف تبعاً لطبيعة الجزء غير البروتيني الى:

A. بروتينات سكرية glycoproteins: مثل الحليب.

B. بروتينات شحمية lipoproteins: مثل نواقل الكوليسترول (LDL-HDL).

C. بروتينات فوسفورية phosphoproteins: بروتين مع بقية حمض الفوسفور.

D. بروتينات نووية nucleoproteins: بروتين مع حموض نووية.

E. بروتينات معدنية metalloproteins: بروتين برفيريدي مع معدن.

F. بروتينات صباغية chromoproteins: بروتين مع جزء برفيريدي.



التصنيف تبعاً للشكل الفراغي:

١. بروتينات ليفية Fibrous Proteins:

غير ذوابه في الماء، تأخذ سلاسلها الببتيدية اشكلاً حلزونية بفضل روابط هيدروجينية وثنائية الكبريت. **مثال:**

الكيراتين Keratine: البروتين الرئيس في الشعر، الصوف، الجلد.

الميوزين Miosine: بروتين يوجد في العضلات ويتمتع بخاصية التقلص.

الكولاجين collagen: وهو بروتين النسيج الضام.

٢. بروتينات كروية Globular Proteins:

وهي من البروتينات الذوابة في الماء، كبروتينات مص الدم وآح البيض، وغالباً بنيتها ثالثة. وتكون كروية بسبب هروب الحموض الامينية غير القطبية والكارهة للماء الداخل البنية وتوجه القطبية المحبة للماء الى الخارج.

أمثلة: بروتينات مص الدم، وغلوبولينات البلازما، وإنزيمات.



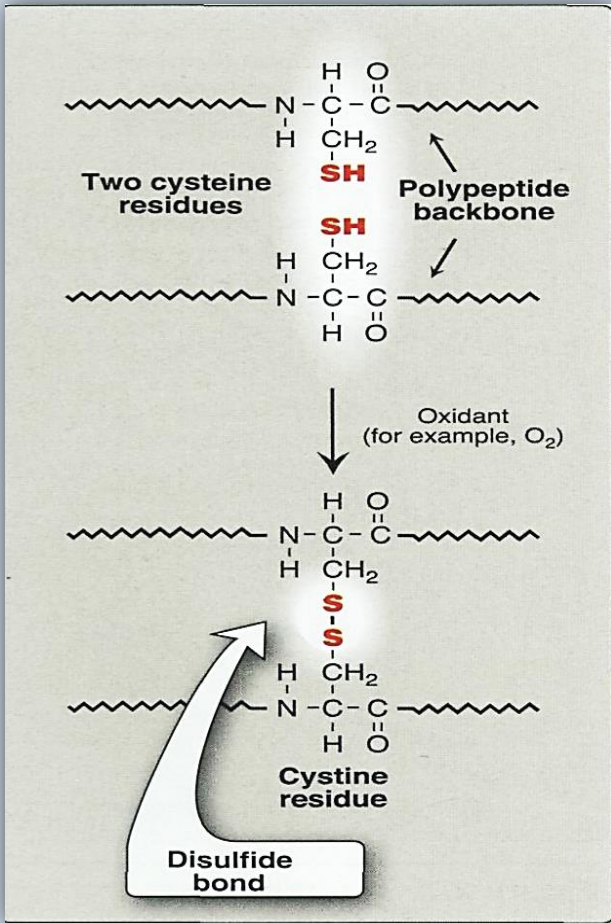
روابط البنية البروتينية:

الروابط القوية (الأولية):

- وهي التي تشكل البنية الأولية للبروتينات وتقاوم عملية المسخ البروتيني
- تحتاج لعوامل قوية لتتكسر خارج الجسم (حرارة عالية وضغط وحموض او قلويات مركزة)، اما داخل الجسم يوجد انزيمات خاصة لتحطيمها.
- نميز منها:

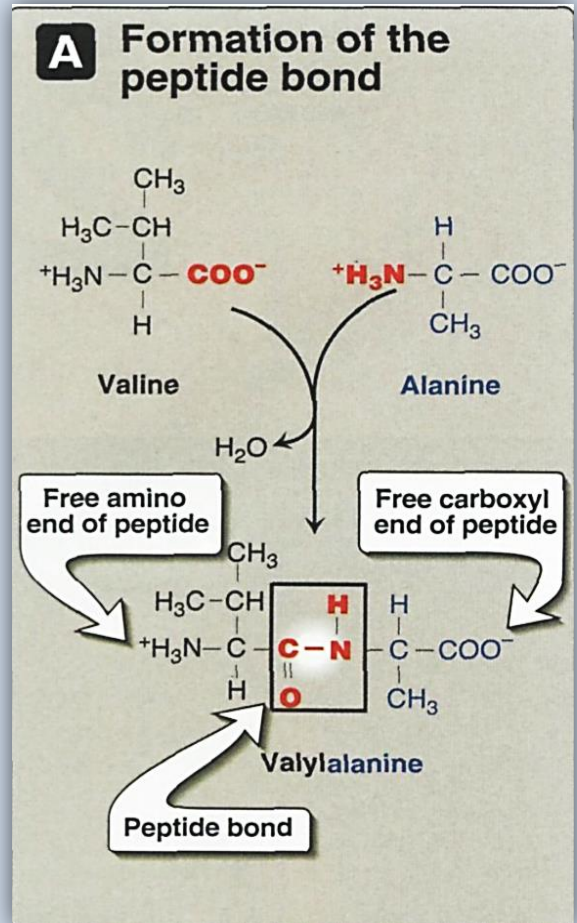
الروابط ثنائية الكبريت Disulfide bonds S-S:

تربط داخلياً سلسلتين عن طريق تشكيل جسور كبريتية بين نهايات (ثملات) السيستئين مؤدية الى تثني السلسلة البروتينية



الروابط الببتيدية peptide bonds:

وهي تربط زمرة كربوكسيل ألفا من حمض أميني مع زمرة امينية ألفا من حمض أميني آخر، وخروج جزيئة ماء.





الروابط الضعيفة:

تتفكك أثناء المسخ البروتيني، و هي ثلاثة أنواع:

(١) الروابط الهيدروجينية (Hydrogen bonds):

تتشكل بين الروابط الببتيدية غير المتجاورة، وتشكل بنيات منتظمة **مثل:** الحلزون الفا (α -Helix)، الوريقة المثانة بيتا (β -pleated sheet).

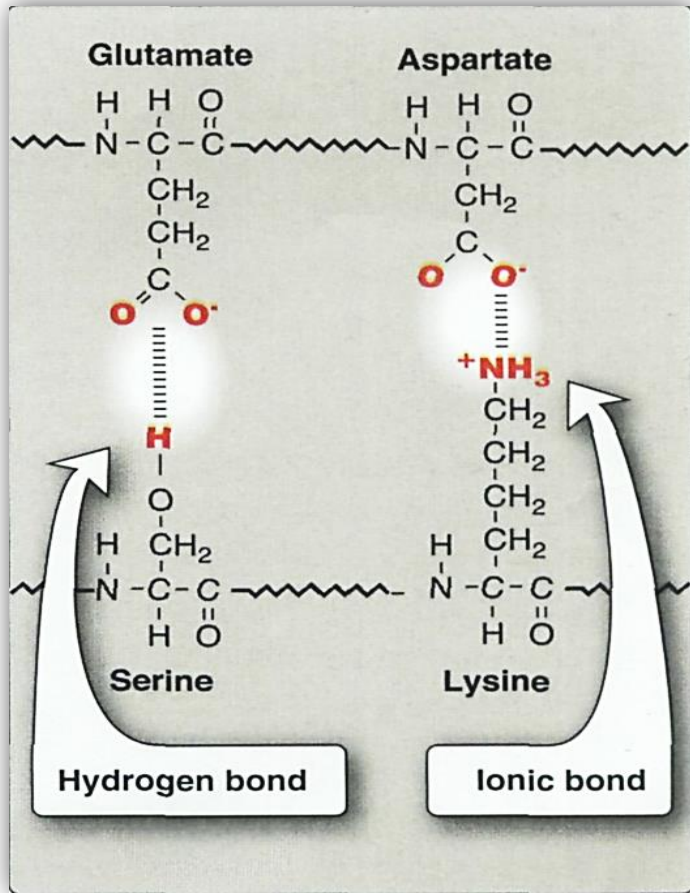
(٢) الروابط الكارهة للماء (Hydrophobic interaction):

و هي عبارة عن تأثيرات تشكلها الجذور R للحموض الأمينية الهيدروفوبية (الكارهة للماء) عندما تقترب سلاسل جانبية لا قطبية للحموض الأمينية المعتدلة من بعضها. وتتدخل في تركيب البنية الثالثة (بروتينات كروية).

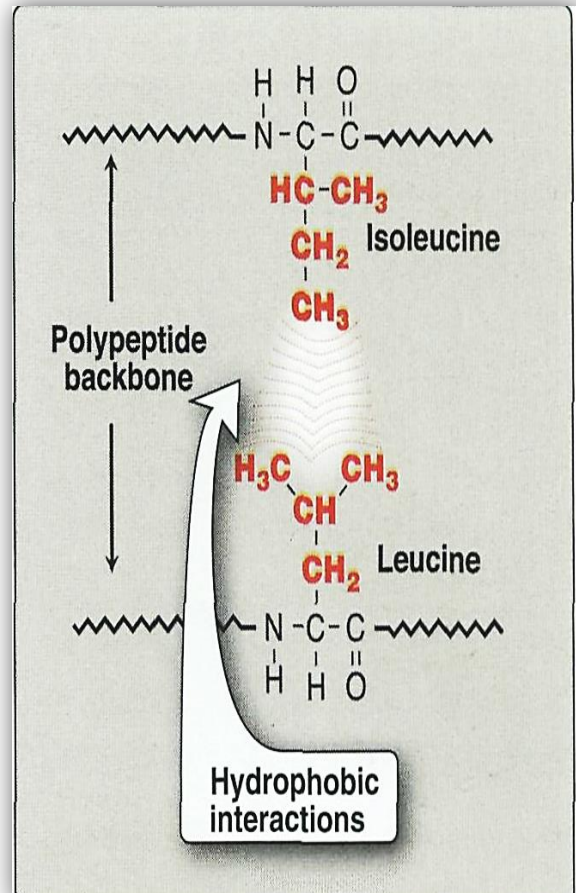
(٣) الروابط الشاردية (Ionic interactions):

تنشأ بين الزمر المشحونة عكساً في السلاسل الجانبية للحموض الأمينية.

الروابط الشاردية: الروابط الهيدروجينية:



الروابط الكارهة للماء:





البنية الثانوية Secondary structure:

- تتكون من التفاف السلسلة الببتيدية الواحدة بعضها على بعض ضمن مستوى فراغي واحد عبر روابط هيدروجينية دورية، وتؤدي عادة إلى بنية دورية متكررة.
- تعبر عن العلاقات الحاصلة نتيجة تجاوز الحموض الأمينية المختلفة سواء في نفس السلسلة أو في السلاسل المتجاورة.
- تساهم في تشكيل هذه البنية الروابط التالية:

الرابط الهيدروجيني NH - CO، الروابط ثنائية الكبريت، الرابط الهيدروجيني.

وتتجلى في بنيتين: الحلزون الفا والوريقة بيتا.

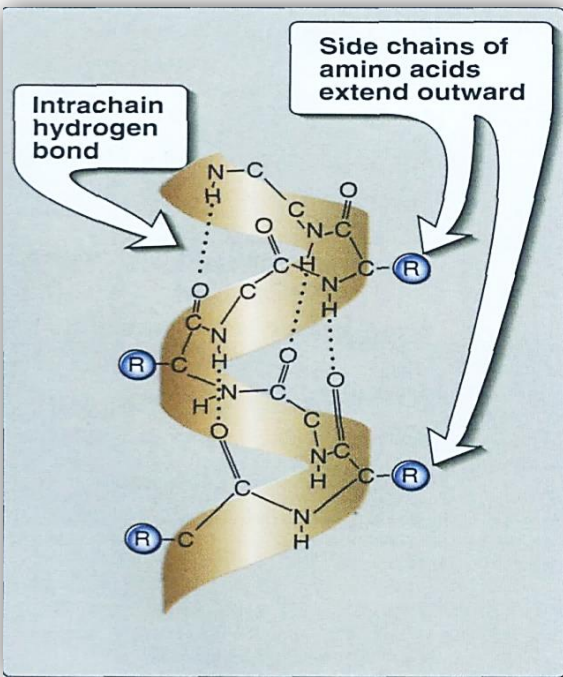
← الحلزون ألفا (α - helix):

في هذا النموذج تلتف السلسلة الببتيدية (المشكلة للبروتين) حول نفسها التفافاً حلزونياً (لولبياً) بشكل تلقائي و بأقل قدر ممكن من الطاقة بهدف تحقيق ثبات و استقرار السلسلة الببتيدية.

يتم تأمين الدعم اللازم للمحافظة على هذه

البنية الحلزونية من خلال تشكيل الروابط

الهيدروجينية بين الزمر C=O و NH-، حيث أن:



و بالتالي زيادة
استقرار
البروتين.

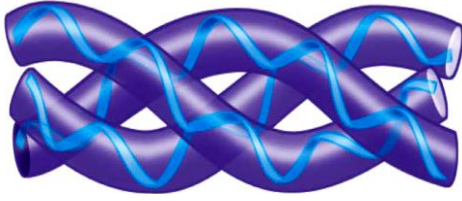
يعني نقصان
الطاقة الكامنة
إلى أصغر ما
يمكن

تشكيل أكبر قدر
ممكن من الروابط
الهيدروجينية في
بنية البروتين

تتشكل هذه الروابط الهيدروجينية بين ذرة الهيدروجين الأمينية لحمض أميني أول و ذرة الأكسجين الكربونيلية لحمض أميني آخر يبعد عن الأول بمقدار 4 حموض أمينية أو بالعكس: بين ذرة أكسجين كربونيلية لحمض أميني أول و ذرة هيدروجين أمينية لحمض أميني آخر يبعد عن الأول بمقدار 4 حموض أمينية.

بحيث تغلق كل اربع بقايا من الحموض الامينية مشكلة عروة الحلزون.

✳ اما الجذور R للحموض الامينية تتجه الى خارج الحلزون مكسبة اياه خواص كارهة للماء



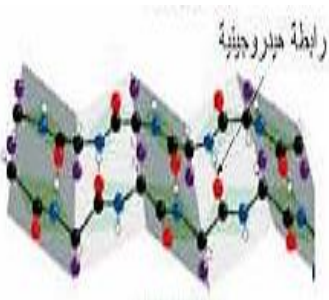
من أمثلتها: الكولاجين وهو بروتين ليفي مكون من ٣ سلاسل ببتيدية (حلزون ثلاثي).



ملاحظة هامة:



الحلزون الفا ناتج عن تشكيل روابط هيدروجينية في سلسلة ببتيدية واحدة، أما بنية **الورقة بيتا** فهي ناتجة عن تشكيل روابط هيدروجينية تربط بين سلاسل ببتيدية متوازية ومتجاورة.



← الورقة المثانة بيتا β -pleated sheet:

وهي روابط هيدروجينية تتشكل بين سلاسل ببتيدية متوازية و متجاورة،

تتوضع السلاسل الجانبية للحموض الأمينية R أعلى و أسفل مستوى الصفحة. ونميز فيها حالتين:

١-سلاسل متوازية ، الورقة المثانة موحدة الاتجاه Parallel β - Pleated Sheet:

✳ فيها تكون النهايات الأمينية N للسلاسل

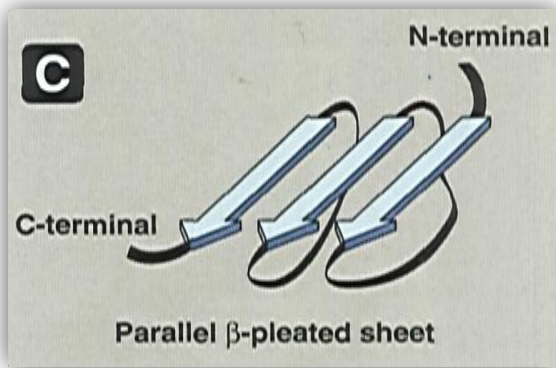
الببتيدية جميعها في جهة واحدة،

✳ وبالمقابل تكون النهايات الكربوكسيلية C

للسلاسل الببتيدية جميعها في الجهة

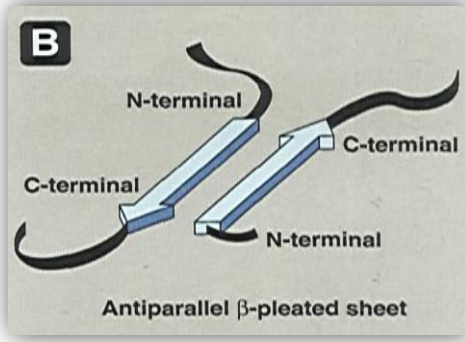
المقابلة.

من أمثلتها: بروتين الشعر و الصوف.



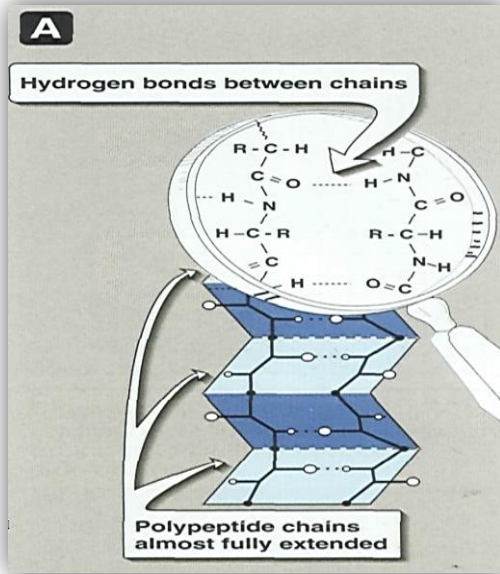


٢-سلاسل متضادة، الوريقة المثناة متعاكسة الاتجاه Antiparallel β - Pleated Sheet



❖ فيها تكون النهاية الأمينية N للسلسلة الببتيدية الأولى تقابل النهاية الكربوكسيلية C للسلسلة الببتيدية الثانية، و النهاية الكربوكسيلية للثانية تقابل الأمينية للثالثة، وهكذا...

من أمثلتها: بروتين الحرير.



نُفكر:

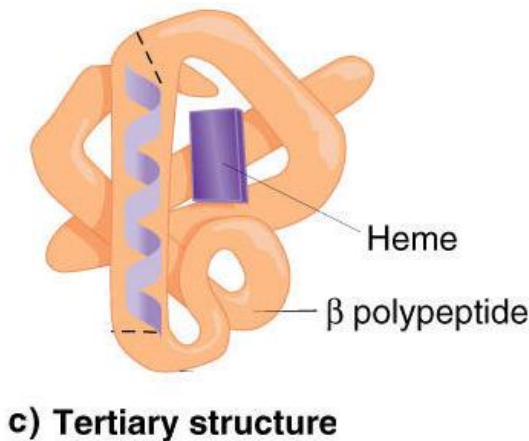
يوجد بعض البروتينات تحوي الببتين (α) و (β) معاً بالإضافة الى بنية عشوائية غير منتظمة.

البنية الثالثية (Tertiary structure):

❖ وهي الشكل الهندسي أو التوضع الفراغي للسلاسل الببتيدية للبروتين بشكل أكثر تعقيد من الالتفاف الثانوي.

❖ تكتسب شكلاً كروياً تقريباً، وتتميز بحدوث درجة كبيرة من الالتفاف والطي.

❖ تتأثر بتغير الـ pH او وجود محاليل شديدة القطبية.



کھر بائیۃ



البنية الرابعة (Quaternary structure):

تحت وحدة:

هي عبارة عن سلسلة ببتيدية لها بنيتها الخاصة (الأولية، الثانوية، الثالثة).

هي الأكثر تعقيداً من بين البنى البروتينية.

ذات وزن جزيئي مرتفع.

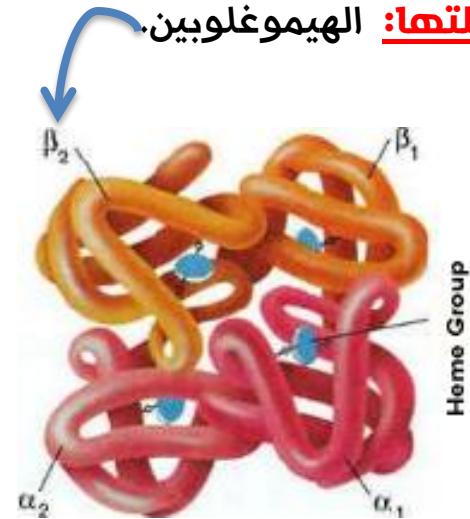
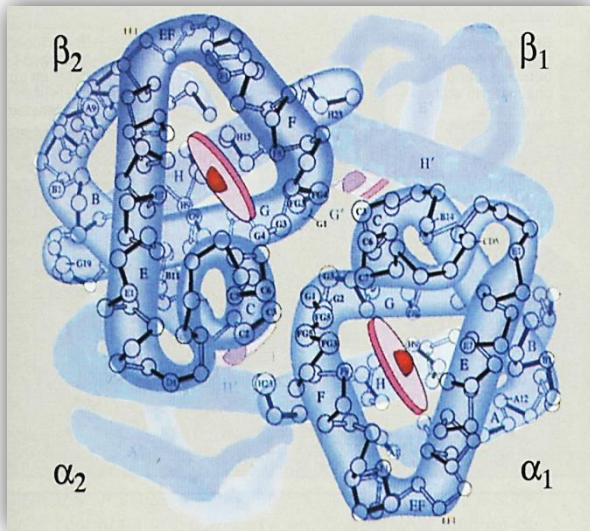
تتألف هذه البنية من اتحاد عدة (تحت وحدات (sub-units) مع بعضها البعض.

بروابط تآزرية غير مشتركة.

غالباً ما تحتوي على معدن.

يمكن القول انها اجتماع عدة بنى ثالثة.

من أمثلتها: الهيموغلوبين.

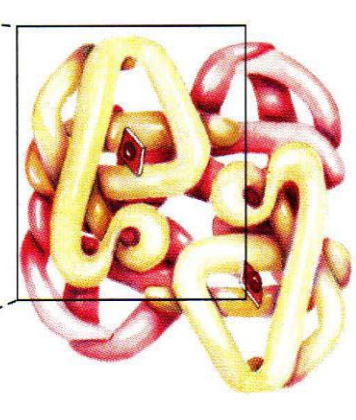
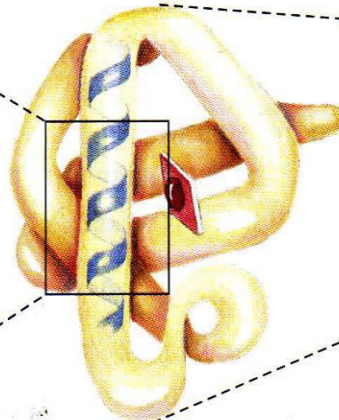
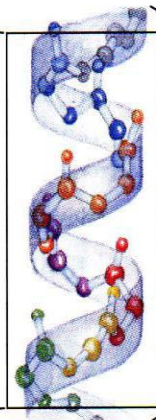


Primary structure

Secondary structure

Tertiary structure

Quaternary structure



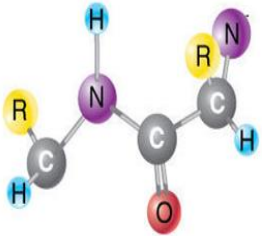
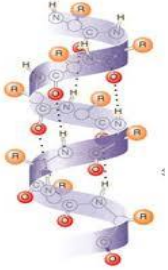
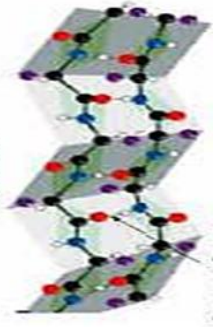
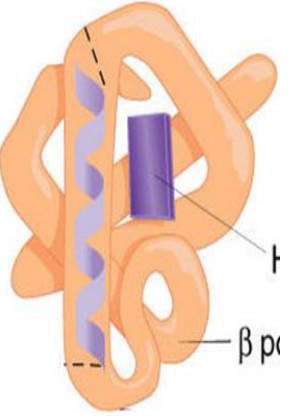
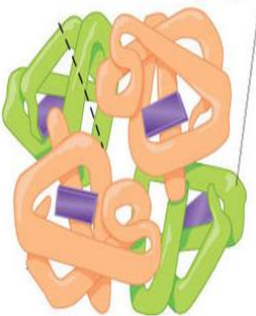
Amino acid residues

α Helix

Polypeptide chain

Assembled subunits

جدول بأهم أوجه المقارنة بين البنى الأربع

البنية	تعريفها	الروابط	مثال عنها	صورة توضيحية
أولية	نوع وترتيب وعدد الحموض الأمينية	روابط ببتيدية (أحياناً روابط ثنائية الكبريت)	_____	
ثانوية	α - helix	روابط ببتيدية روابط هيدروجينية	الكولاجين	
	β -pleated sheet	روابط هيدروجينية تتشكل بين سلاسل ببتيدية متوازية ومتجاورة	<u>موحدة الاتجاه:</u> بروتين الشعر والصوف <u>متعكسة الاتجاه:</u> بروتين الحرير	
ثالثية	تكتسب شكلاً كروياً تقريباً، وتتميز بحدوث درجة كبيرة من الالتفاف والطي.	روابط ببتيدية روابط ثنائية الكبريت روابط هيدروجينية روابط كهربائية روابط غير قطبية روابط شاردية	الميوجلوبيين	
رابعة	اتحاد عدة تحت وحدات مع بعضها البعض بروابط تآزرية غير مشتركة	جميع روابط البنية الثالثية بالإضافة إلى إمكانية احتوائها على معدن	الهيموجلوبيين	



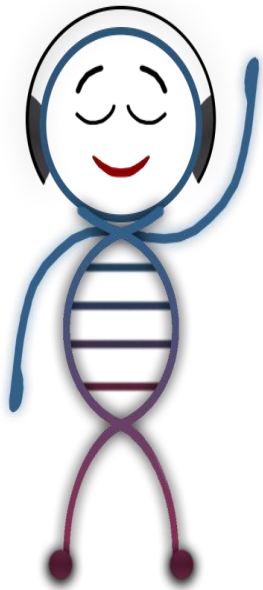
تمسيخ البروتينات (Denaturation of proteins)

وهي عملية تغيير لشكل البروتينات دون فقدان تركيبها الأولي الأساسي، أي تغيير عشوائي للهيئة الفراغية للسلاسل الببتيدية، وذلك بتخريب الروابط الضعيفة المسؤولة عن تماسك البنى الفراغية للبروتين (روابط البنية الثانوية أو الثالثة أو الرابعة). بينما لا تتأثر الروابط الببتيدية في البنية الأولية لأنها روابط قوية جداً وتتمتع جزئياً بخواص الرابطة المضاعفة.

بهذه العملية نفقد البروتينات " الهرمونات " وظائفها الفيزيولوجية.

أما مسببات التمسيخ فهي:

- الخش الآلي - ضغط عالي - حرارة مرتفعة - الأشعة السينية -
- كحول - تغيير كبير لدرجة PH الوسط - أيونات الهيدروجين والهيدروكسيل بتركيز خفيفة).



هل نعلم ؟

□ عملية سلق البيض

هي عملية تخريب بروتيني (تمسيخ)، لكن بالرغم من هذا فإننا نحصل على كامل القيمة الغذائية من البيضة!!؟ ذلك لأن التمسيخ البروتيني يغير البنية الفراغية فقط ولا يؤثر على الأحماض الأمينية في البنية الأولية والتي يحتاج إليها جسمنا ^{٨.٨}.



هضم البروتينات وامتصاصها

البروتينات جزيئات ضخمة جداً لا يمكن امتصاصها في الأمعاء الدقيقة، لذلك لابد أن تخضع لعملية هضم وتقطيع وتحليل، وذلك لاستخلاص ما تحويه من حموض أمينية التي من الممكن امتصاصها.

يتم إنتاج الأنزيمات البروتينية المسؤولة عن عملية هضم البروتينات من ثلاث أعضاء مختلفة هي:

المعدة *the stomach*

المعشكلة (البنكرياس) *the pancreas*

الأمعاء الدقيقة *the small intestine*

هضم البروتينات بالإفراز المعدي:

يبدأ هضم البروتينات بالمعدة أولاً، فبمجرد دخول البروتينات إليها فإنها تقوم بإفراز العصارة المعدية التي تحتوي بشكل أساسي على حمض كلور الماء $H-Cl$ ، وطيعة أنزيم هي طيعة الببسين *Pepsinogen*، يقوم كل منهما بدور في هضم البروتينات.

دور $H-Cl$:

إن حمض المعدة لا يملك فعالية كافية حتى يقوم بعملية هضم البروتينات، فيقتصر دوره على:

- ◀ قتل الجراثيم وتمسيخ البروتينات.
- ◀ تفعيل طليعة الببسين إلى أنزيم الببسين الفعال.
- ◀ تأمين الوسط الحمضي المناسب لعملية هضم البروتينات ($PH=1-1.5$).

دور الببسين:

يعمل هذا الأنزيم على تحطيم الروابط الببتيدية للبروتينات الغذائية، لينتج في النهاية حموضاً أمينية حرة، إضافة إلى سلاسل عديدة الببتيد مختلفة الأطوال.



هضم البروتينات بالأنزيمات البنكرياسية:

بمجرد الدخول إلى الأمعاء الدقيقة، فإن عديدات الببتيد الناتجة عن الهضم المعدي للبروتينات، تشطر أيضاً إلى سلاسل ببتيدية قليلة التعدد وحموض أمينية حرة، وذلك نتيجة عمل مجموعة من الأنزيمات البنكرياسية.

تمتاز هذه الأنزيمات بمجموعة من الصفات الخاصة:

- ← النوعية.
- ← إطلاق الزيموجينات Zymogens (مولدات الأنزيم).
- ← تفعيل الزيموجينات.
- ← التشوهات في بروتينات الهضم تؤدي إلى ظهور الدهون (إسهال دهني Steatorrhea).

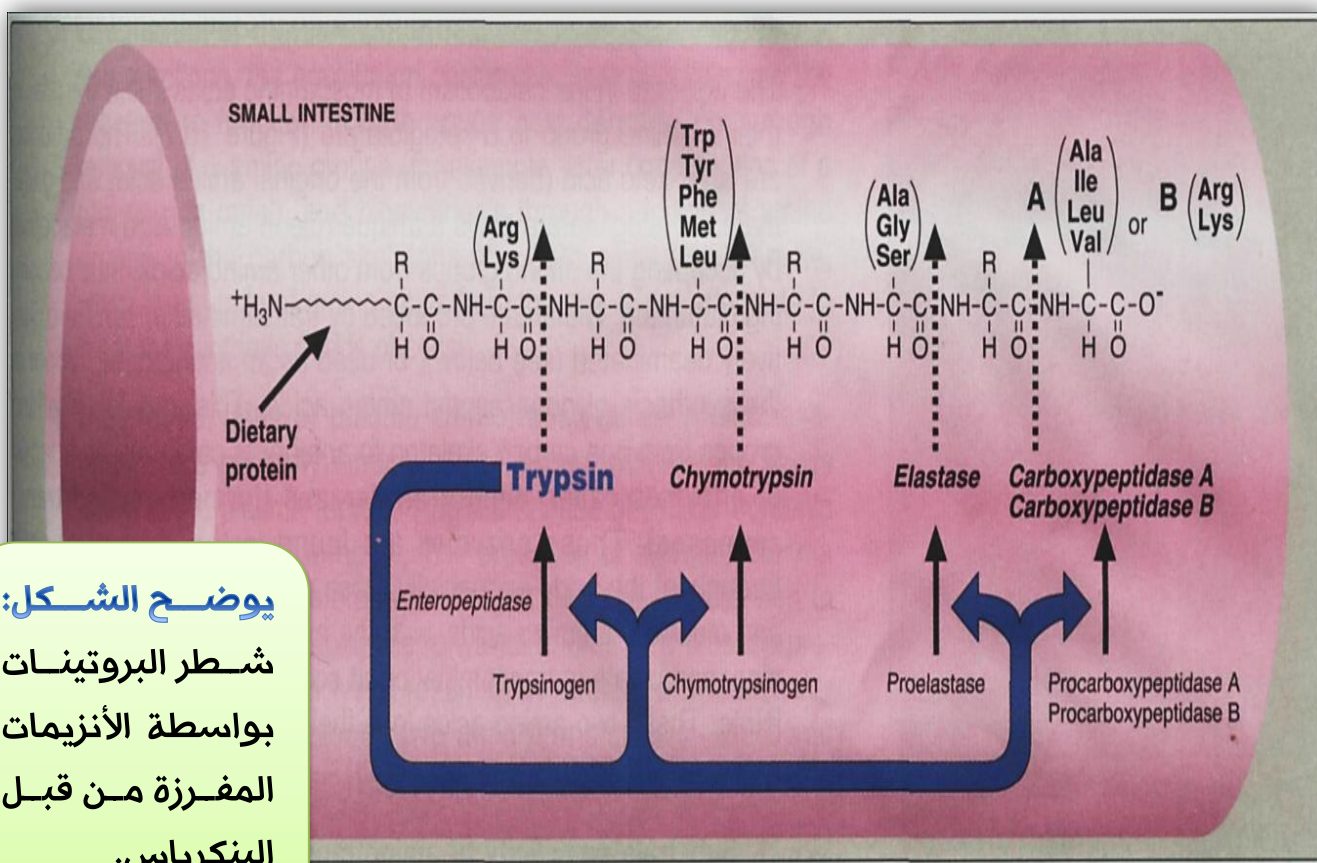
الزيموجين = مولد الأنزيم

= طليعة الأنزيم

Zymogen = Proenzyme

يوضح الشكل:

شطر البروتينات بواسطة الأنزيمات المفرزة من قبل البنكرياس.





الهضم المعوي للبروتينات:

يوجد على سطح لمعة الأمعاء أنزيمات حالة للروابط الببتيدية، وأنزيمات خارجية أخرى تعمل على شطر النهاية الأمينية N-terminal المتبقية في السلاسل الببتيدية قليلة التعداد، وتشطرها إلى حموض أمينية حرة وببتيدات صغيرة.

امتصاص البروتينات في الأمعاء الدقيقة:

إن كلاً من الحموض الأمينية الحرة والببتيدات الصغيرة (النواتج النهائية لعملية هضم البروتينات) تمتص من قبل الخلايا الظهارية المعوية.

حيث تتحلل الببتيدات الصغيرة ضمن عصارتها الخلوية إلى حموض أمينية حرة أيضاً.

ثم تنتقل إلى الدوران البابي، ليحملها الوريد البابي إلى الكبد حيث تخضع لعملية الاصطناع الحيوي.

بالنتيجة لا نجد في الدوران البابي إلا الحموض الأمينية الحرة بعد تناول وجبة غنية بالبروتين.

تعفن البروتينات في الأمعاء

تدخل بعض الحموض الامينية والبروتينات غير الممتصة الى الامعاء الغليظة، لتتفكك بالعضويات الموجودة فيها مؤدية إلى التعفن وتشكيل مواد سامة بنزع الكربوكسيل، نذكر من هذه النواتج:

البوترسين نتج من نزع CO_2 من الاورنيتين

كادافرين نتج من نزع CO_2 من الليزين

كريزول و فينول نتج من نزع CO_2 من التيروسين

السكاتول و الاندول نتج من نزع CO_2 من التربتوفان



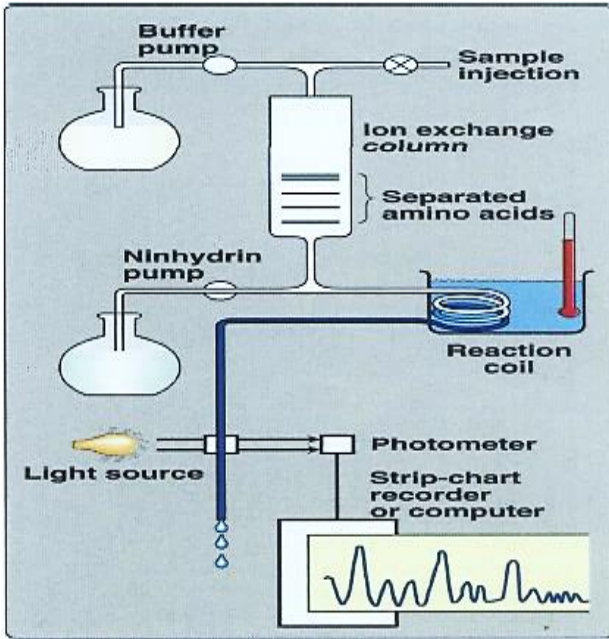


إزالة سميتها:

- ◀ تمتص هذه النواتج عبر الوريد البابي الكبدي.
- ◀ ترتبط مع حمض الكبريت أو حمض الغلوكورونيك الفعال.
- ◀ تعطي استر فينول حمض الكبريت وحمض كريسول الغلوكورونيك وهي مركبات عضوية غير سامة.

طرق دراسة البروتينات

تحليل الحموض الأمينية



- ◀ عينة نقية من البروتين توضع في وسط حمضي قوي بدرجة حرارة ١١٠ درجة مئوية، ولمدة ٢٤ ساعة، مما يؤدي إلى فصل الروابط الببتيدية وتحرير الحموض الأمينية الحرة.

- ◀ ويتم فصل المزيج بطريقة **الكروماتوغرافيا** ذات التبادل الشاردي الموجب.



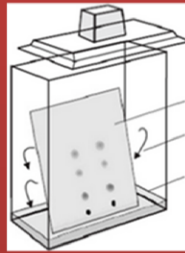
تم التوصل بفضل هذه التجارب إلى أن جميع البروتينات الموجودة بجسم الكائن الحي تتكون من ٢٠-٢١ حمض أميني.

آلية الكروماتوغرافيا (الاستشراب اللوني): (للإطلاع)

يتم من خلال هذه الآلية فصل الأحماض الأمينية المكونة للبروتينات. نستخدم ورق نشاف (ورق ترشيح) ونضع عليه قطرة من الحموض الأمينية (تكون معروفة التركيب والانحلالية)، وعلى بعد قليل من القطرة السابقة نضع قطرة أخرى من الحموض الأمينية غير معروفة التركيب والانحلالية. يتم بعدها **عملية الترحيل**:

في هذه العملية يتم وضع ورقة الترشيح ضمن وعاء يحوي مذيب، ثم يغلق الوعاء، فيصعد المذيب ضمن ورقة الترشيح على اساس الخاصية الشعرية (فتسمى كروماتوغرافيا صاعدة) وأثناء صعوده يعمل على نشر المركبات الموجودة بالمحلول بأماكن مختلفة على الورقة. ننتظر لمدة ٢٤ ساعة ثم نقوم بتنشيف ورقة الترشيح وتعرضها لمادة تسمى **النهدرين** (مادة كاشفة للحموض الأمينية) فيظهر على ورقة النشاء مجموعة من البقع باللون النهدي تدل على مكان وجود الحموض الأمينية.

ثم يتم التعرف على الحموض الأمينية المختلفة بقياس المسافة بين البقعة التي حصلنا عليها والنقطة التي بدأنا العمل منها، حيث تختلف المسافات التي تصلها الحموض الأمينية لأعلى باختلاف البناء الجزيئي للحموض.



تختلف المسافات التي تصلها المواد إلى أعلى باختلاف البناء الجزيئي للحموض الأمينية.

ظهرت بعدها العديد من الطرق، منها:

الرحلان الكهربائي (كروماتوغرافيا كهربائية).

الكروماتوغرافيا السائلة الفائقة **وهي الأكثر دقة**.

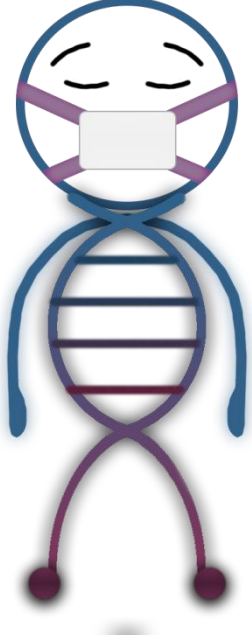


سلسلة التفاعلات المضخمة (PCR) Polymerase Chain Reaction:

تعريفها: تقنية حديثة يضخم فيها الـ DNA وذلك بصنع نسخ متعددة من جزء واحد من الـ DNA خلال وقت قصير جداً.

← يمكن تحليل الـ DNA من شعرة أو نقطة وحيدة.

التطبيقات السريرية لهذه التقنية هامة وكثيرة منها:



- ☒ لتشخيص الأمراض الوراثية.
- ☒ لتحري عن وجود فيروس الايدز (HIV).
- ☒ لمتابعة المعالجة الكيميائية للسرطان.
- ☒ للكشف عن الطفرات المؤدية للسرطان.
- ☒ للتعرف السريع على الأمراض الإنتانية.
- ☒ تنميط أنواع الالاشمانيا.
- ☒ تنميط أنواع التلاسيميا.
- ☒ تشخيص فقر الدم المنجلي.

طي البروتينات Protein Folding:

🔬 وهي عملية جذب أو تنافر السلاسل الطرفية للأحماض الأمينية بناء على خصائصها الكيميائية، بالإضافة إلى جميع الأنواع الأخرى من التفاعلات:

- ☞ هيدروجينية.
- ☞ كارهة للماء.
- ☞ ثنائية الكبريت.

إن نفوق قوى التنافر على قوى التجاذب يؤدي إلى
تشكيل الكتلة البروتينية

دور البروتينات النازمة :Role of Chaperones

- ان المعلومات اللازمة للطى موجودة في **البنية الأولية** للبروتينات.
- وتشرف على ذلك مجموعة من البروتينات النازمة المتخصصة Chaperones.

اضطرابات تشكّل البروتينات :Protein Misfolding

- وهي عملية إنتاج جزيئات بروتينية غير سليمة تفكك عادة داخل الخلية.
- تتراكم هذه الجزيئات ناقصة التركيب في أماكن متفرقة من الخلية وخاصة عند الأشخاص المسنين مسببة أمراض وراثية منها:

➤ **داء النشواني Amyloidoses.**

➤ **مرض الزهايمر (داء الخرف) Alzheimer.**

➤ **داء البريون Prion.**

الزهايمر:

وهو مرض يصيب خلايا الدماغ.



سببه: تحول بعض البروتينات من النمط ألفا (الذوابة بالماء) إلى بروتينات من النمط بيتا (غير الذوابة بالماء) بآلية غير معروفة. يتشكل بالنتيجة صفائح من البروتينات تترسب بالخلايا مسببة تموتها.

النشواني:

وهو عبارة عن مرض يصيب الإنسان قد يظهر مفرداً أو مرافقاً لأمراض أخرى.

سببه: تحول بعض بروتينات البلازما من النمط ألفا (ذوابة بالماء) إلى بروتينات من النمط بيتا (غير ذوابة بالماء بآلية غير معروفة). هذه البروتينات يمكن أن تتراكم بالعديد من الأعضاء (الكبد، القلب، الطحال، الكليتان) مما يسبب إعاقة في عمل العضو.



تذكر:



حمض أميني + حمض أميني = ثنائي ببتيد
 ١٠ أحماض أمينية = ببتيد قليل التعدد
 ١٠-١٠٠ حمض أميني = عديد ببتيد
 أكثر من ١٠٠ حمض أميني = بروتين

جدول بأهم المصطلحات الواردة بالمحاضرة

انكليزي

عربي

Basic biochemistry

الكيمياء الحيوية الأساسية

Metabolism

الاستقلاب

Medical Biochemistry

الكيمياء الحيوية الطبية

Simple proteins

بروتينات بسيطة

Complex proteins

بروتينات معقدة

glycoproteins

بروتينات سكرية

phosphoproteins

بروتينات شحمية

nucleoproteins

بروتينات نووية

metalloproteins

بروتينات معدنية

chromoproteins

بروتينات صباغية

Fibrous Proteins

بروتينات ليفية

Globular Proteins

بروتينات كروية

peptide bonds

الروابط الببتيدية

Disulfide bonds S-S

الروابط ثنائية الكبريت

Hydrogen bonds	الروابط الهيدروجينية
Hydrophobic interaction	الروابط الكارهة للماء
Ionic interactions	الروابط الشاردية
Protein structures	البنية البروتينية
interaction	تتأثر
Primary structure	البنية الأولية
Secondary structure	البنية الثانوية
α - helix	الحلزون ألفا
β - pleated sheet	الوريقة المثناة بيتا
Parellel β - Pleated Sheet	الوريقة المثناة موحدة الاتجاه
Antiparellel β - Pleated Sheet	الوريقة المثناة متعكسة الاتجاه
Tertiary structure	البنية الثالثية
Quaternary structure	البنية الرابعة
sub-units	تحت وحدات
Denaturation of proteins	تمسيخ البروتينات
the stomach	المعدة
the pancreas	المعككة
the small intestine	الأمعاء الدقيقة
Pepsinogen	طليعة الببسين
Zymogens, Proenzyme	مولدات الأنزيم
Steatorrhea	إسهال دهني
Polymerase Chain Reaction	سلسلة التفاعلات المضخمة (PCR)
Protein Folding	طي البروتينات
Chaperones	البروتينات النازمة
Protein Misfolding	اضطرابات تشكّل البروتينات
Amyloidoses	داء النشواني
Alzheimer	مرض الزهايمر (داء الخرف)
Prion	داء البريون



اختبر معلوماتك:

1	تعتبر من الروابط القوية:
D	A. الروابط الهيدروجينية B. الروابط الكارهة للماء C. الروابط الشاردية D. الروابط ثنائية الكبريت
2	توجد المعلومات اللازمة للطبي في:
A	A. البنية الأولية B. البنية الثانوية C. البنية الثالثية D. البنية الرابعة
3	تستخدم فقط الروابط الببتيدية والروابط ثنائية الكبريت في:
A	A. البنية الأولية B. البنية الثانوية C. البنية الثالثية D. البنية الرابعة
4	يتم تأمين الدعم اللازم للمحافظة على البنية الحلزونية بمساهمة:
C	A. الروابط الكهربية B. الروابط الكارهة للماء C. الروابط الهيدروجينية D. الروابط الشاردية
5	يبدأ هضم البروتينات في:
B	A. الفم B. المعدة C. الأمعاء الدقيقة D. الأمعاء الغليظة

6	كل ماييلي خاطئ حول عملية تمسيخ البروتينات ماعدا:
	A. يتم تخريب البروتين كاملا بما فيه من حموض أمينية
	B. تتخرب جميع بنى البروتين لكن يبقى محافظا على قيمته الغذائية
	C. لا تتأثر البنية الأولية لأنها قوية، ويحافظ البروتين على وظائفه
D	D. تتغير الهيئة الفراغية دون تأثر البنية الأولية
7	من وظائف حمض HCL بالمعدة:
	A. قتل الجراثيم وتمسيخ البروتينات
	B. تفعيل طليعة الببسين إلى أنزيم الببسين الفعال
	C. تأمين الوسط الحمضي المناسب لعملية هضم البروتينات. (PH=1-1.5)
D	D. كل ماسبق صحيح

فريق نظري الكيمياء الطبية

Kinan Hassan

Waseem Alloush

Abd Alsalam Halawek

Mouhammad Sharabi

