

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة محمد بوضياف المسيلة

مقياس : الكيمياء الحيوية
سنة أولى : جذع مشترك علوم وتقنيات
النشاطات البدنية والرياضية

إعداد :
بلبول فريد

المحاضرة الأولى:

مدخل عام للكيمياء الحيوية التركيبية
(السكريات الأحادية)

Les glucides: (الكربوهيدرات) السكريات

➤ **تعريف :** السكريات هي مركبات عضوية تركيبها الكيميائية تكون على النحو التالي: $C_nH_{2n}O_n/n \geq 3$.

تعرف السكريات عند الناطقين باللغة الفرنسية أو الإنجليزية بمصطلحين هما :
(Carbohydrates) أو (Saccharides).

➤ تقسيم السكريات :

نظرا لتنوع السكريات من مركبات بسيطة إلى مركبات معقدة فإن السكريات تم تقسيمها إلى ثلاث أقسام هي : السكريات الأحادية (البسيطة) ، والمركبة والمعقدة ويعتمد هذا التقسيم على درجة التعقيد وكذلك قابلية التحلل عند التسخين أو عند المعاملة بالأحماض والإنزيمات المتخصصة .

1- السكريات الأحادية (السكريات البسيطة) : Monosaccharides

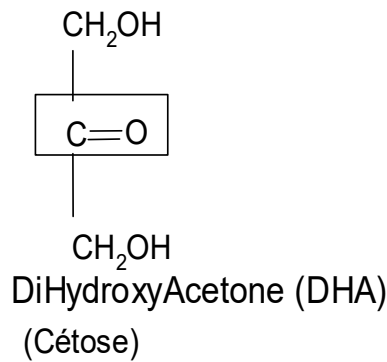
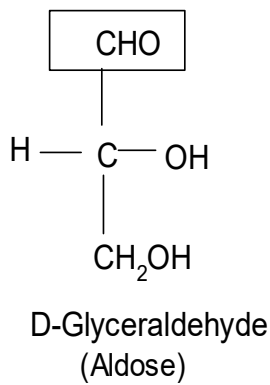
تعرف السكريات الأحادية على أنها مشتقات ألدهيدية أو مشتقات كيتونية والتي لا يمكن تحليلها مائيا أو إنزيميا إلى وحدات أصغر .

➤ تقسيم السكريات البسيطة :

تقسم السكريات البسيطة وفق معيارين هما :

✓ الطبيعة الكيميائية للوظيفة الكربونية (طبيعة ألدهيدية أو كيتونية)

✓ عدد ذرات الكربون 3C triose , 4C tétrose , 5C pentose , 6C hémose



يعتبر سكر الجليسير ألديهيد أبسط السكريات الألديهيدية (الألدوزات) بينما يمثل ثنائي هيدروكسي أستون أبسط السكريات الكيتونية (الكيتوزات) ، وأشهر السكريات الألديهيدية وأوسعها إنتشاراً هو الجلوكوز في حين أن الفركتوز يمثل أشهر السكريات الكيتونية .

➤ طريقة تسمية السكريات البسيطة :

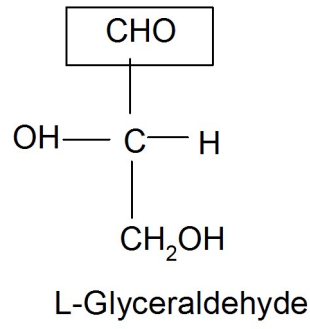
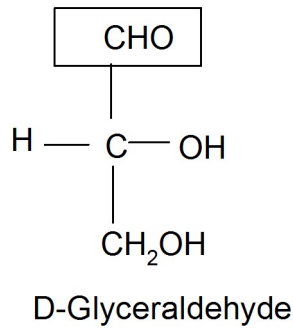
- يتكون الإسم العام للسكر من ثلاث أجزاء :
 - الجزء الأول يدل على نوع الوظيفة الكربونية .
 - الجزء الثاني يدل على عدد ذرات الكربون .
 - الجزء الثالث هو اللاحقة (أوز) (ose) المميزة للسكريات والجدول التالي يوضح ذلك :
- جدول يوضح الإسم العام للسكريات الألديهيدية والكيتونية حسب عدد ذرات الكربون

عدد ذرات الكربون	السكر الألديهيدي	السكر الكيتوني
3	ألدوتريوز Aldotriose	كيتوتريوز Ketotriose
4	ألدوتتروز Aldotetrose	كيتوتتروز Ketotetrose
5	ألدوبنتوز Aldopentose	كيتوبنتوز Ketopentose
6	ألدوهكسوز Aldohexose	كيتوهكسوز Ketohehexose

➤ ظاهرة التشابه الضوئي :

تحتوي كل السكريات الأحادية (باستثناء DHA) على ذرة كربون غير متناظرة على الأقل لذلك تكون السكريات نشطة ضوئياً وتعدد صورها الضوئية Stereoisomers بتعدد عدد ذرات الكربون غير المتناظرة .

- مثال : Glyceraldehyde يوجد في صورتين متماثلتين مرآتياً لأنه يحتوي على كربون غير متناظرة واحدة (متشابهان ضوئياً) يدير أحدهما الضوء نحو اليمين والآخر نحو اليسار



ملاحظة : يزداد عدد المتشابهات الضوئية كلما زاد عدد ذرات الكربون غير المتناظرة حسب القاعدة

$n / 2^n$ يمثل عدد ذرات الكربون غير المتناظرة للسكر .

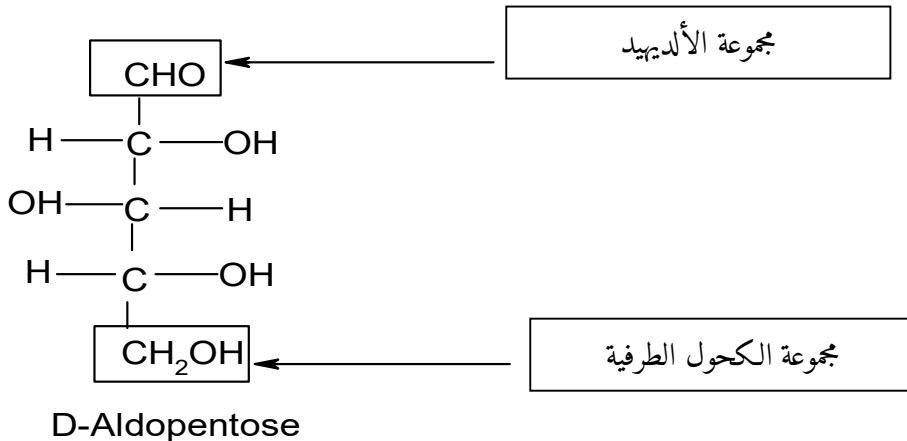
مثال : الألدوهكسوزات تحتوي على 4 ذرات كربون غير متناظرة لذلك يكون لها 16 متناظر ضوئي يدير نصفها الضوء المستقطب نحو اليمين والنصف الآخر نحو اليسار .

➤ طريقة كتابة صيغة السكريات البسيطة :

نظراً لتوضع الذرات المرتبطة بالكربون في الفراغ فإنه يصعب كتابتها بالصيغة الفراغية عند تعدد ذرات الكربون لذلك إقترح العلماء صيغة أبسط تسمى الصيغة الإسقاطية ليفيشر حيث يتم كتابة كل الذرات والروابط وكأنها في مستوى واحد (مستوى الورقة) .
- مميزات الصيغة الإسقاطية ليفيشر :

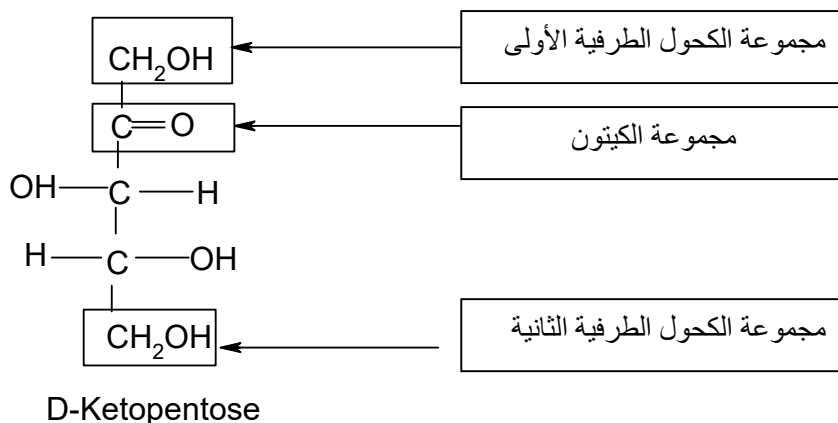
1- في حالة الألدوزات تكتب مجموعة الألدريد (CHO) في الأعلى ومجموعة الكحول الطرفية في الأسفل .

مثال : Aldopentose



أما في الكيتونات فتكتب مجموعة الكحول الطرفية الأولى (CH₂OH) في الأعلى تليها مباشرة (C=O) مجموعة الكيتون بينما تكتب مجموعة الكحول الطرفية الثانية في الأسفل.

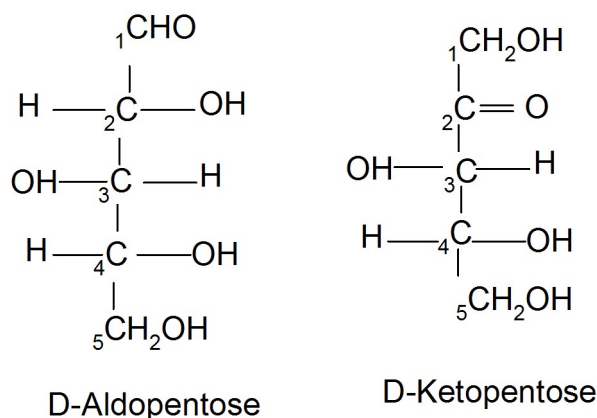
مثال: Ketopentose



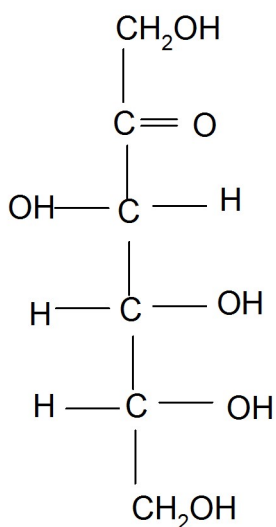
2- تكتب مجموعات (OH) الوسطية على اليمين أو اليسار في ذرات الكربون غير المتناظرة .

3- يبدأ ترقيم ذرات الكربون من مجموعة الألدريد في الألدوزات بينما يبدأ من مجموعة الكحول الطرفية الأولى (القريبة من الكيتون) في الكيتونات .

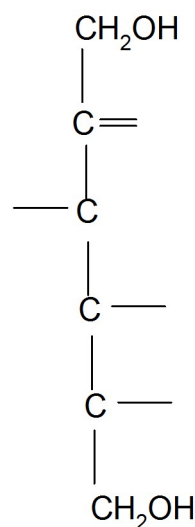
مثال :



4- قد تكتب الصورة كاملة أو مختصرة بدرجات متفاوتة



D - Fructose



D - Fructose

- ملاحظات:

1- متى يكون السكر من النوع D أو L ؟

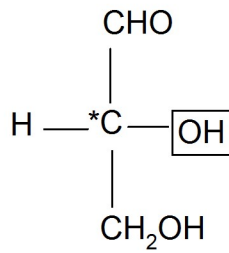
نظرا لوجود عدد كبير من المتشابهات الضوئية Stereoisomers فقد إتفق العلماء على إتخاذ سكر Glyceraldehyde كمركب مرجعي لتحديد نوع السكر من النوع D (Dextrogyre) أو L (Levogyre).

في هذا السكر الصورة D هي التي تكون فيها مجموعة OH - المرتبطة بذرة الكربون غير المتناظرة - على يمين القارئ ، بينما الصورة L لهذا السكر فتكون فيها مجموعة OH على يسار القارئ (الصورة المرآتية) .

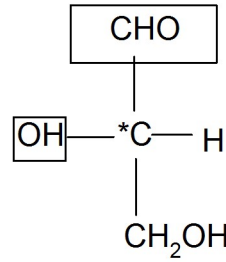
في السكريات الأخرى التي تحتوي على أكثر من 3 ذرات كربون :

يسمى السكر D : إذا كانت مجموعة OH في ذرة الكربون ما قبل الأخيرة على اليمين .

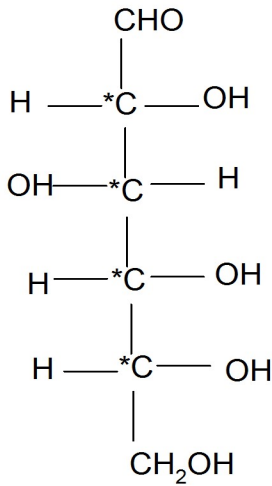
يسمى السكر L : إذا كانت مجموعة OH في ذرة الكربون ما قبل الأخيرة على اليسار .



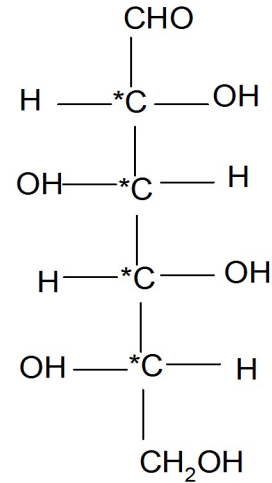
D-Glyceraldehyde



L-Glyceraldehyde



D-Glucose



L-Glucose

2- للإشارة إلى جهة دوران الضوء في السكر تضاف الإشارة (+) أو (-) أمام السكر للدلالة على دوران الضوء نحو اليمين أو اليسار .

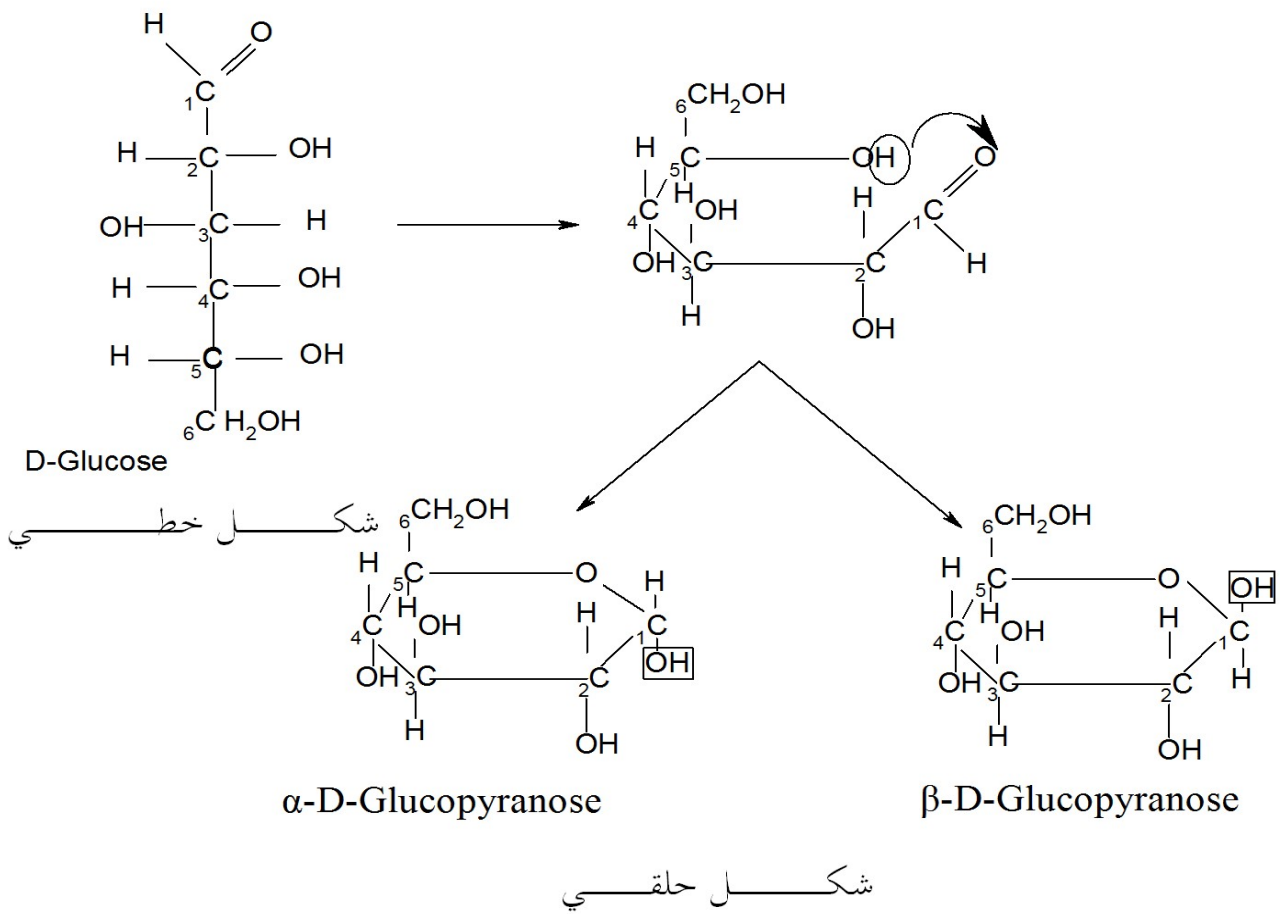
3- يمكن من الناحية العملية تصنيع السكريات من بعضها البعض بزيادة عدد ذرات الكربون تدريجياً أو هدمها تدريجياً .

➤ الصيغة الحلقية للسكريات البسيطة :

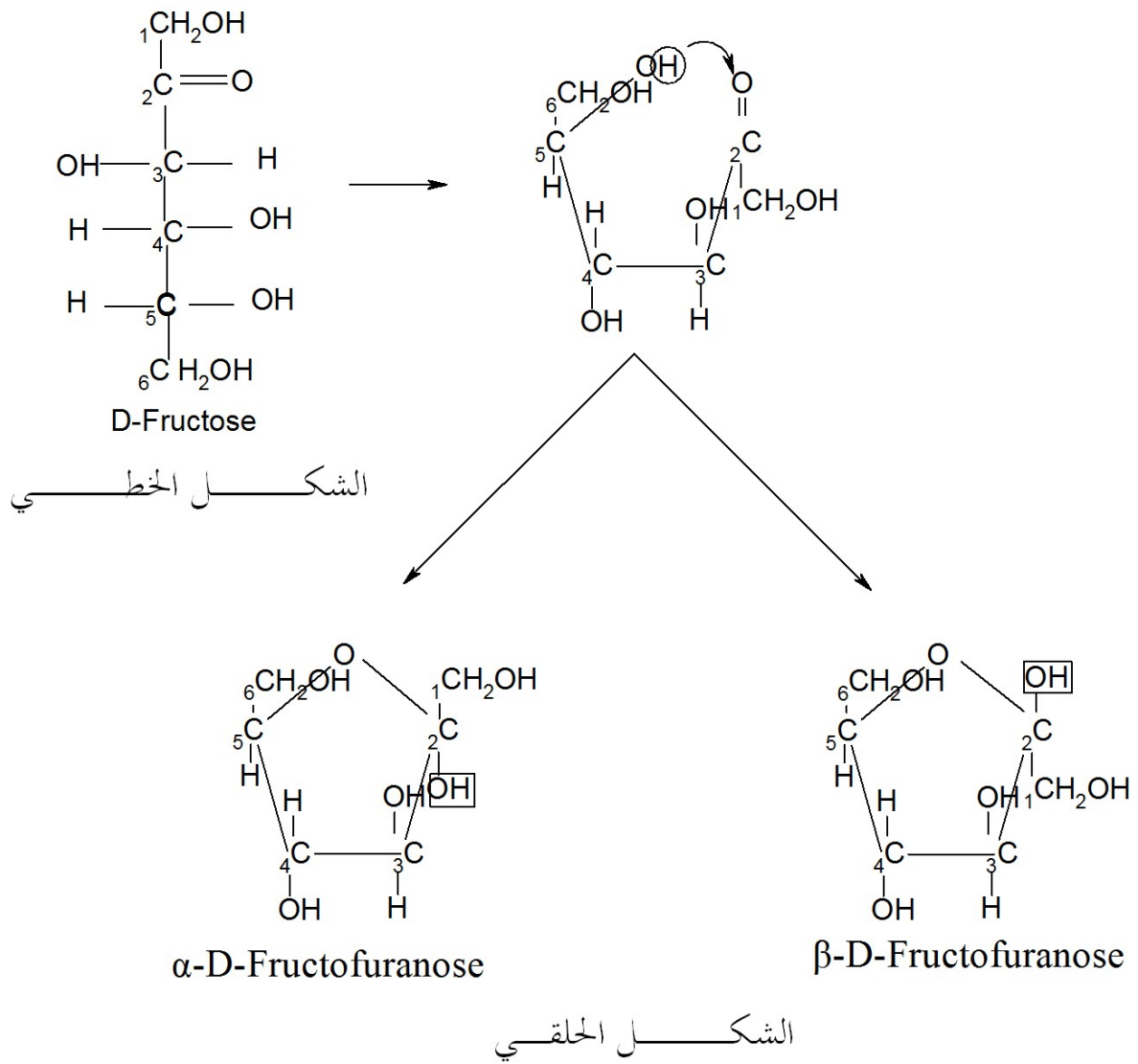
تسمى الصيغ المكتوبة سابقاً بالصيغ الخطية أو المفتوحة هذه الصيغ صحيحة في حالة التريوزات أو التروزات لكن السكريات الخماسية والسداسية فإنها تتواجد غالباً في صيغة أخرى تسمى الصيغة الحلقية .

قد تكون البنية الحلقية :

- بستة أضلع ويعرف في هذه الحالة الشكل الحلقي للسكريات بـ: Pyranose نسبة إلى أبسط مادة حلقيه بستة أضلع وهي مادة : Pyrane .
 - بخمسة أضلع ويعرف في هذه الحالة الشكل الحلقي للسكريات بـ: Furanose نسبة إلى أبسط مادة حلقيه بخمسة أضلع وهي مادة : Furane .
- مثال أ- الجلوكوز الحلقي بستة أضلع :**



ب- الفركتوز الحلقي بمخسة أضلع :

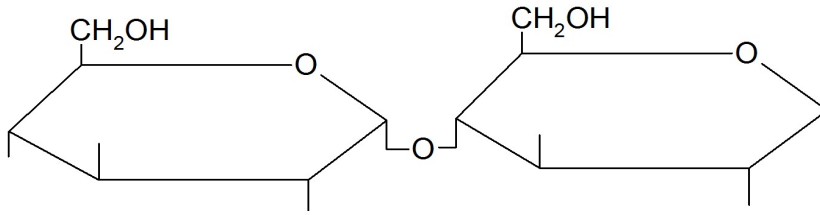


المحاضرة الثانية :
مدخل عام للكيمياء الحيوية التركيبية
(السكريات المركبة والمعقدة)

2- السكريات المركبة : Oligosaccharides

وتشمل كل السكريات التي تتكون من 02 إلى 10 وحدات من السكريات البسيطة وتتميز بقابليتها للتحلل المائي (كيميائاً أو إنزيمياً) .

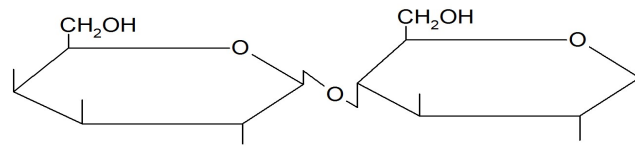
أكثر السكريات المركبة إنتشارا هي الثنائية وخاصة المالتوز واللاكتوز والسكروز .
- المالتوز : (Maltose) (سكر الشعير)



α -D-Glucopyranosyl-(1,4)- α -D-Glucopyranose (α -Maltose)

يتكون من وحدتين من الجلوكوز الحلقي ويتحلل إنزيمياً بواسطة : Glucosidase
- اللاكتوز : (Lactose) (سكر الحليب)

سمي بسكر الحليب لتواجده أساسا في الحليب بنسبة تقدر بحوالي 5% وهو السكر الوحيد ذو الأصل الحيواني إذ لا يوجد في النباتات ويتكون من وحدتين (Glucose+Galactose)
يتحلل اللاكتوز بواسطة إنزيم Lactase

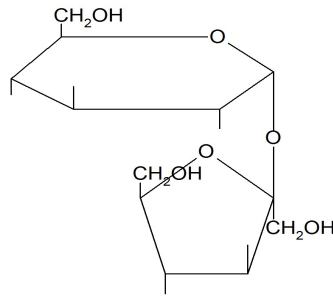


β -D-Galactopyranosyl-(1,4)- α -D-Glucopyranose (α -Lactose)

- السكروز : (Saccharose) (سكر القصب)

وهو سكر نباتي إذ لا يوجد في الحيوانات ويتكون من وحدتين (Fructose+Glucose)

يتحلل السكروز إنزيميا بواسطة Saccharase (الأنفرتاز) (Invertase)



α -D-Glucopyranosyl-(1,2)- β -D-Fructofuranose (Saccharose)

3- السكريات المتعددة : Polysaccharides

تتكون من عدد كبير من السكريات البسيطة (أكبر أو يساوي 10 وحدات) وهي أكثر أنواع الكربوهيدرات إنتشاراً وأهمها نجد النشاء - الجليكوجين - السيلوز .
يمكن تقسيم السكريات المتعددة حسب ما تحتويه من وحدات بسيطة إلى متجانسة وغير متجانسة .

3-1- السكريات المتعددة المتجانسة (Homo-polysaccharides)

وهي التي تعطي عند تحللها نوع واحد من السكريات البسيطة ومن أهمها :

- النشاء L'amidon :

يعتبر المخزون الغذائي الرئيسي في الخلايا النباتية ويتكون من نوعين من المكونات هي :
الأميلوز والأميلوبكتين .

يتكون الأميلوز من سلاسل غير متفرعة من وحدات الجلوكوز
يتكون الأميلوبكتين من سلاسل متفرعة من وحدات الجلوكوز

يتحلل النشاء إنزيميا بواسطة الأميلاز Amylase

- الجليكوجين Glycogène :

يمثل المخزون الغذائي في الخلايا الحيوانية ويخزن أساسا في الكبد كما يتواجد كذلك في خلايا القلب والعضلات .

يتكون من سلاسل متفرعة من وحدات الجلوكوز ومن خصائصه أنه يذوب في الماء الساخن .

- السلوز Cellulose :

أكثر المركبات العضوية إنتشاراً في الطبيعة حيث أن أكثر من 50% من الكربون الموجود في النباتات هو عبارة عن سلوز ، وهو عبارة عن مادة ليفية مقاومة لاتذوب في الماء الساخن لكن يمكنها الذوبان في بعض الأحماض .

يتكون السلوز من سلاسل طويلة (10 آلاف وحدة) مستقيمة من الجلوكوز ويتحلل بواسطة إنزيم Cellulase .

3-2- السكريات المتعددة غير المتجانسة (Hetero-polysaccharides)

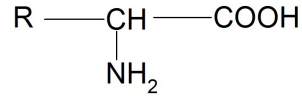
وهي التي تعطي عند تحللها أكثر من نوع واحد من السكريات البسيطة وأهم هذه السكريات نجد الهيبارين وحمض الهيالورونيك .

المحاضرة الثالثة :
(الأحماض الأمينية)

Les acides amines: الأمينية

يمثل الحمض الأميني الوحدة الأساسية لبناء البروتينات

الصيغة العامة للحمض الأميني هي :

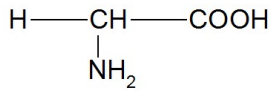


يوجد 20 حمض أميني أساسي داخلية في تركيب البروتينات والتي تختلف فيما بينها في السلسلة الجانبية R هذه الأخيرة هي التي تحدد الخصائص الكيميائية والفيزيائية للحمض الأميني .

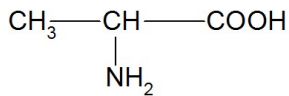
- تقسيم الأحماض الأمينية :

يوجد 20 حمض أميني موزعة كالتالي :

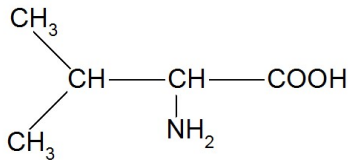
1- الأحماض الأمينية الخطية (الكارهة للماء) :



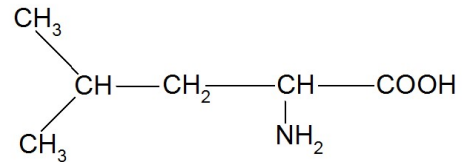
Glycine (Gly)



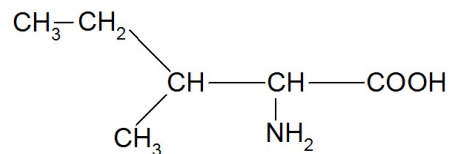
Alanine (Ala)



Valine (Val)

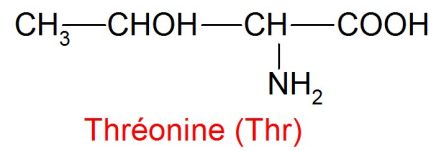
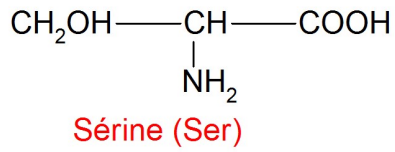


Leucine (Leu)

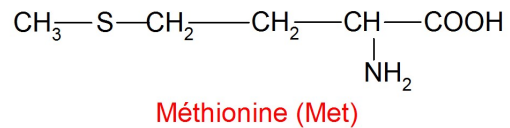
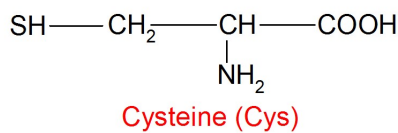


Isoleucine (Ileu)

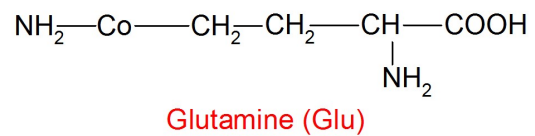
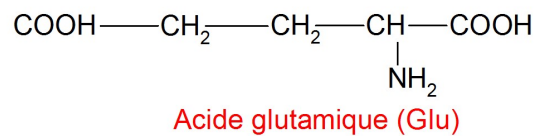
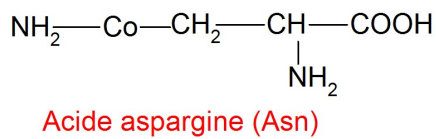
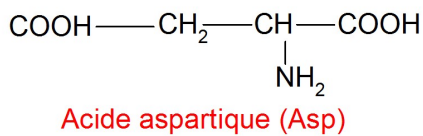
-2- الأحماض الأمينية الهيدروكسيلية :



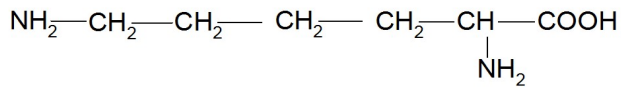
-3- الأحماض الأمينية الكبريتية :



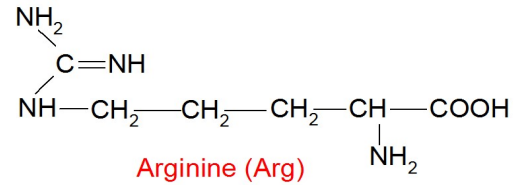
-4- الأحماض الأمينية الكربوكسيلية :



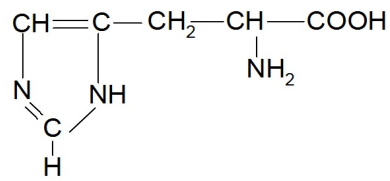
5- الأحماض الأمينية القاعدية :



Lysine (Lys)

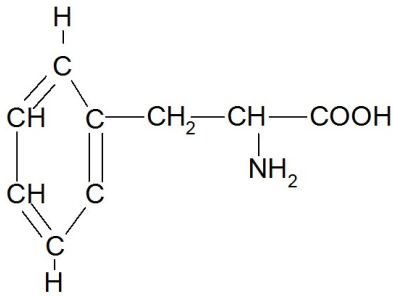


Arginine (Arg)

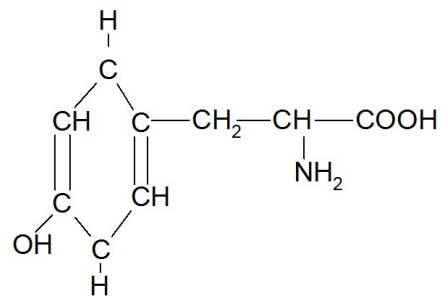


Histidine (His)

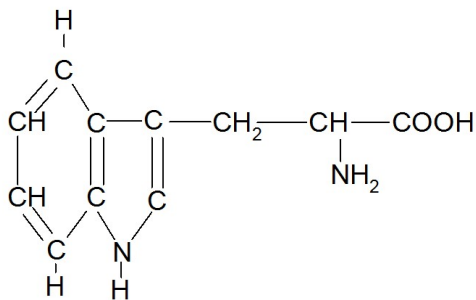
6- الأحماض الأمينية العطرية :



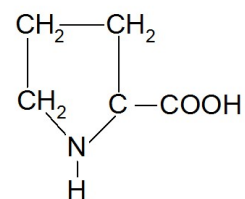
Phenyl alanine (Phe)



Tyrosine (Tyr)



Tryptophene (Trp)



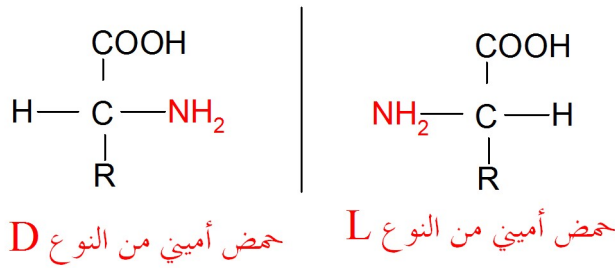
Proline (Pro)

➤ النشاط الضوئي للأحماض الأمينية :

كل الأحماض الأمينية (ما عدا الجليسين) تتميز بخاصية النشاط الضوئي وذلك لإحتوائها على ذرة كربون غير متناظرة (التي ترتبط بأربعة مجموعات مختلفة) .
تتماز الأحماض الأمينية بوجود صورتين متناظرتين مرآتيا D و L على حسب مجموعة الأمين إلى اليمين أو اليسار.

- ملاحظة :

الصورة L هي التي تدخل عادة في تكوين البروتينات الطبيعية



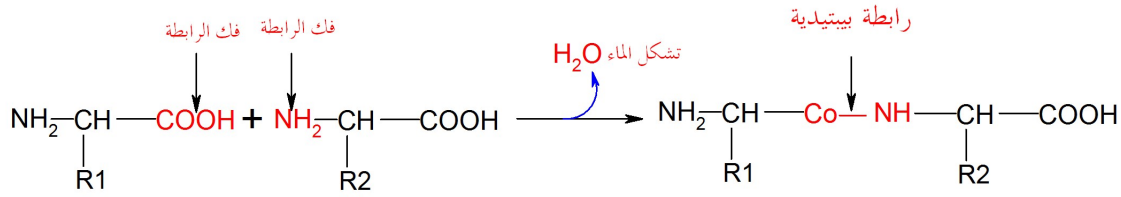
المحاضرة الرابعة :
(البيبتيدات والبروتينات والدهون)

Les peptides: البيبتيدات

Les protéines: البروتينات

Les Lipides: الدهون

تتحد الأحماض الأمينية بروابط بيبتيدية لتكوين البيبتيدات ويسمى المركب الناتج ثنائي أو ثلاثي أو رباعي على حسب عدد الأحماض الأمينية المكونة له .



مراحل تشكل بيبتيد ثنائي (Dipeptide)

ملاحظة :

2AA= dipeptide , 3AA= tripeptideetc

Oligopeptide=2 – 10 AA , Polypeptide = 10 < n< 100 AA , Proteine > 100 AA

Les protéines: البروتينات

تعتبر البروتينات أهم المركبات الحيوية وتتكون غالبا من عدد كبير من الأحماض الأمينية (أكثر من 100 حمض أميني) .

يرجع التنوع الكبير للبروتينات إلى الإحتمالات الكبيرة الناتجة عن الإختلاف في تسلسل الأحماض الأمينية فمثلا هناك 39 إحتمال لتكوين بيبتيد ثنائي يحتوي على

Alanine

ملاحظة : يزداد عدد الإحتمالات كلما زاد عدد الأحماض الأمينية المكونة (حيث يصل هذا العدد إلى أعداد لامتناهية) .

➤ تقسيم البروتينات :

أ- تقسيم البروتينات على حسب الوظيفة التي تقوم بها :

تقسم البروتينات على حسب الوظيفة إلى :

1- الإنزيمات : هي بروتينات متخصصة تساهم في سير التفاعلات الحيوية إذ أن لكل تفاعل حيوي إنزيم خاص به .

2- بروتينات النقل : مثل بروتينات الدم والتي تقوم بنقل الأيونات أو جزيئات أخرى من عضو إلى آخر وأهمها الهيموجلوبين الذي ينقل الأوكسجين من الرئتين إلى الأنسجة المختلفة لإتمام عملية أكسدة المواد الغذائية وتحرير الطاقة .

3- البروتينات الغذائية : مثل ألبومين البيض بالإضافة إلى العديد من البروتينات المخزنة في البذور النباتية الضرورية لنمو الجنين .

4- بروتينات الحركة : وهي البروتينات التي تكسب الخلايا والأنسجة قابلية الحركة والتقلص وتغيير الشكل ومن أهمها بروتينات الأكتين والميوزين في العضلات .

5- البروتينات التركيبية (البنائية) : مثل البروتينات المكونة للعظام ، الغضاريف ، الشعر ، إلخ.....

6- البروتينات المناعية : مثل الجلوبيولينات المناعية وهي بروتينات متخصصة تصنع من طرف كريات الدم البيضاء وتمتلك القدرة على التعرف والقضاء على البكتيريا والفيروسات .

7- البروتينات المنظمة : مثل الهرمونات

ب - تقسيم البروتينات على حسب التركيب الكيميائي :

1- بروتينات بسيطة : وهي التي تحتوي على أحماض أمينية فقط .

2- بروتينات مركبة : وهي التي تحتوي ضمن تركيبها على أجزاء أخرى وتضم :

البروتينات السكرية Glycoproteines ، البروتينات الدهنية Lipoproteines ، البروتينات

الفوسفورية Phosphoproteines ، البروتينات المعدنية Metalloproteines ،

البروتينات الملونة Chromoproteines ، البروتينات النووية Nucléoproteines

ملاحظة : هناك تقسيم آخر للبروتينات الذي يعتمد على الشكل الخارجي وبعض الخصائص الفيزيائية .

الدهون : Les Lipides

تميز هذه المجموعة من المركبات عن سابقتها (البروتينات والسكريات) بتنوعها الكبير وعدم تجانسها حيث تضم عدة أنواع من المركبات المختلفة من حيث التركيب الكيميائي والوظيفة .

ملاحظة : تشترك كل أنواع الدهون في قابليتها للذوبان في المذيبات العضوية في حين أنها غير قابلة للذوبان في الماء .

➤ وظائف الدهون :

لدهون عدة وظائف يمكن أن تقوم بها داخل جسم الكائن الحي نخص بالذكر منها مايلي :

- 1- تمثل الدهون مخزون طاقوي ذو مردود عالي حيث أنها تخزن بكميات كبيرة ولفترات أطول وتعطي عند احتراقها كمية من الطاقة أكبر من السكريات والأحماض الأمينية .
- 2- لا يحتاج تخزينها إلى ماء نظرا لطبيعتها الكارهة للماء .
- 3- للدهون أدوار تركيبية في الأغشية الحيوية .

4- الكثير من أنواع الدهون هي عبارة عن هرمونات أو فيتامينات أو مساعدات إنزيمية .

ملاحظة : تعتبر الأحماض الدهنية أهم مكون من مكونات الدهون وهي التي تحدد بشكل كبير الكثير من الخصائص الدهنية .

➤ الأحماض الدهنية :

هي أحماض عضوية تتكون من 4 إلى 36 ذرة كربون (تعتبر الأحماض الدهنية المكونة من 12 إلى 24 ذرة كربون الأكثر إنتشاراً) .

تحتوي الأحماض الدهنية على مجموعة كربوكسيل واحدة وسلسلة هيدروكربونية غير متفرعة قد تكون مشبعة (لا تحتوي على روابط مزدوجة) أو غير مشبعة (تحتوي على رابطة مزدوجة أو أكثر) .

يمكن كتابة الصيغة العامة للأحماض الدهنية المشبعة بالشكل التالي : $C_nH_{2n}O_2$ / n يمثل عدد ذرات الكربون.

بينما يمكن كتابة الصيغة العامة للأحماض الدهنية غير المشبعة بالشكل التالي : $C_nH_{2n-x}O_2$ /
n يمثل عدد ذرات الكربون و x يمثل عدد الروابط المزدوجة في الحمض الدهني .

➤ تقسيم الدهون :

تقسم الدهون عادة إلى عدة أقسام حسب تركيبها الكيميائية أو حسب درجة عدم القطبية (الكراهة للماء) ومن الناحية الوظيفية تقسم الدهون عادة إلى دهون تخزينية ودهون تركيبية .

المحاضرة الخامسة :
(الإنزيمات والفيتامينات والمساعدات الإنزيمية
والهرمونات)

Les enzymes: الإنزيمات

Les vitamines et les coenzymes: الفيتامينات والمساعدات الإنزيمية

Les hormones: الهرمونات

Les enzymes : الإنزيمات

- تعريف : الإنزيم هو عبارة عن محفز بيولوجي ذو طبيعة بروتينية .

➤ خواص الإنزيمات :

1- الطبيعة البروتينية : كل الإنزيمات ذات طبيعة بروتينية { أوزانها الجزيئية تختلف من إنزيم إلى آخر

(20 ألف دالتون ← 200 ألف دالتون) .

2- التأثر بالحرارة :

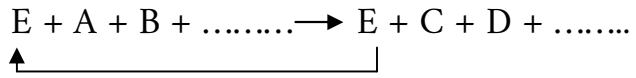
تأثير عكسي ← في درجة الحرارة المنخفضة (عند التجميد وإعادة إزالة التجميد تسترجع الإنزيمات نشاطيتها)

تأثير غير عكسي ← في درجة الحرارة المرتفعة تتخرب كليا (فقد للنشاطية)

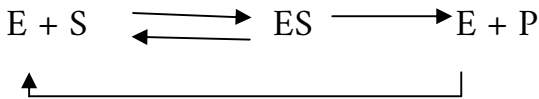
3- التخصص العالي في العمل : كل إنزيم ينشط تفاعل حيوي معين .

4- الإنزيمات تنشط تفاعلات حيوية ممكنة في غيابه .

5- تركيز ضعيف من الإنزيم يحول كميات هائلة من مادة التفاعل .



(الإنزيم يحتفظ بتركيزه الأولي إذ لا يعتبر ككاتب تفاعل)



S= Substra , P= produit

➤ تسمية الإنزيمات :

يشتق الإسم العام للإنزيم من إسم مادة التفاعل مضاف إليه اللاحقة (ase)

مثال : الإنزيم المتخصص بالبروتينات يسمى Proteinase

تعتبر هذه التسمية بسيطة وغير دقيقة إذ أنها لا تُمكن من معرفة نوع التفاعل الخاص .

أُستبدلت فيما بعد بتسمية أخرى روعي فيها ذكر نوع التفاعل

مثال : Lactate dehydrogénase

➤ تصنيف الإنزيمات :

تم تصنيف الإنزيمات تبعا لنوع التفاعلات إلى 06 أقسام رئيسية وكل قسم يوجد به تحت أقسام

الأقسام الرئيسية للإنزيمات هي :

- إنزيمات الأكسدة والإرجاع .
- إنزيمات الإماهة .
- إنزيمات القطع .
- إنزيمات التركيب .
- إنزيمات النقل .
- إنزيمات التماكب .

Les vitamines et les coenzymes : الفيتامينات والمساعدات الإنزيمية :

المساعدات الإنزيمية هي عبارة عن فيتامينات وأكبر مساعد إنزيمي في جسم الإنسان هو CoA المشتق من الفيتامينات .

المساعدات الإنزيمية لها دور كبير في الميتابوليزم (الإستقلاب الحيوي) وعملها يكمن في مساعدة الإنزيمات على أداء عملها بشكل فعال ، ويمكن الفرق بين الإنزيم ومساعد الإنزيم في كون أن الإنزيم يكون متخصص في تفاعل معين في حين أن مساعد الإنزيم يمكن له العمل مع عدد كبير من الإنزيمات (غير متخصص في تفاعل معين) .

- ملاحظة : الإنزيم يمكن له العمل في حالة عدم وجود مساعد الإنزيم بينما هذا الأخير لا يمكن له العمل إلا في وجود الإنزيم .

الفيتامينات هي عبارة عن مركبات لا يتم تصنيعها من طرف العضوية لكنه يتم التزود بها عن طريق المواد الغذائية وتستعمل كلمة فيتامين في غالب الأحيان للدلالة على عامل غذائي يحتاج إليه الكائن الحي بكميات صغيرة ويؤدي غيابه أو نقصه إلى ظهور أعراض مرضية .

- ملاحظة : الفيتامينات غالبا هي مركبات لا تتشابه كثيرا في تركيبها الكيميائية وتختلف الكائنات الحية فيما بينها في نوع الفيتامينات التي تحتاجها لأداء أنشطتها الحيوية .
كما أشرنا سابقا تحتاج الإنزيمات لأداء عملها إلى عوامل مساعدة غير بروتينية تسمى المساعدات الإنزيمية Coenzymes وتدخل العديد من الفيتامينات في تركيب المساعدات الإنزيمية .

- ملاحظات :

1- الدراسات الأولى للفيتامينات تركزت حول الأعراض المرضية التي ظهرت لدى حيوانات الإختبار والتي تم تزويدها بأغذية خالية (أو فقيرة) من أحد الفيتامينات ، هذه الدراسات مكنت العلماء من تحديد المناطق والأنسجة التي ظهر بها الخلل .
2- في البداية وقبل تحديد التركيب الكيميائي للفيتامينات كانت تعطى لها رموز بشكل أحرف وأرقام لاتينية مثل : A₁ , B₂ , B₁ ، ثم أستخدم فيما بعد أسماء تعتمد على التركيب الكيميائي للفيتامين أو مصدره الغذائي أو دوره .

- تقسيم الفيتامينات :

تقسم الفيتامينات حسب خاصية الذوبان إلى قسمين :

- الفيتامينات الذائبة في الماء .
- الفيتامينات الذائبة في الدهون .

1- الفيتامينات الذائبة في الماء :

1- التيامين Thiamine (B₁) : هو مركب ضروري لغذاء الإنسان ويسبب نقصه ظهور مرض يعرف بإسم (البري - بري) Beri-Beri (يسبب البري بري خلا في الجهاز العصبي بدرجة أساسية ويظهر على إثر ذلك ضمور في العضلات ونقص في نبضات القلب وغيرها من الأعراض) .

يوجد بشكل كبير في الحليب و الكبد والأسماك بالإضافة إلى الخضر والفواكه ومن أعراض نقصانه اضطرابات معوية (فقدان للشهية) بالإضافة إلى اضطرابات عضلية و اضطرابات على مستوى الدورة الدموية .

2- الريبوفلافين (B₂) Riboflavine :

يوجد هذا الفيتامين بكثرة في الأغذية ذات المصدر الحيواني أو النباتي خاصة في الحليب ، الكبد ، الخضر غير أن الحبوب تكون فقيرة من هذا الفيتامين وهو عبارة عن مركب حساس للضوء لكنه قليل التأثير بالحرارة .

يلعب الريبوفلافين دور مساعد إنزيمي مهم في تفاعلات الأكسدة والإرجاع خاصة في السلسلة التنفسية في الميتوكوندريا ، كما يمكنه أيضا التحول إلى نوع آخر من المساعدات الإنزيمية هو :

(FAD (Flavine Adenine Dinucleotide) والذي يدخل في كثير من تفاعلات الأكسدة

والإرجاع وتسمى البروتينات المحتوية على الريبوفلافين بالفلافوبروتينات .

من أعراض نقصان هذا الفيتامين هو انخفاض الوزن - التقرحات الجلدية - التهابات اللسان والثثة - اضطرابات في عملية الهضمإلخ .

3- النيكوتين أميد B₃ Nicotinamide :

يدخل في تركيب نوعين من المساعدات الإنزيمية هي Nicotinamide Adenine Dinucleotide (NAD

و Nicotinamide Adenine Dinucleotide Diphosphate) NADP والتي تعمل على نقل ذرات

الهيدروجين (الإلكترونات) في تفاعلات الأكسدة والإرجاع .

يتواجد هذا الفيتامين في العديد من المصادر وخاصة الخميرة ، الكبد ، القلب ، الحليب ، الطماطمإلخ .

يؤدي نقصه إلى ظهور مرض البلاجرا Pellagre (التي معناها الجلد الخشن) .

4- حمض البانتوثينيك B₅ Acide pantothénique :

يعتبر جزء أساسي في تركيب مساعد الإنزيم A Coenzyme الذي يساهم في عمليات الإستقلاب الحيوي المنتجة للطاقة .

يتواجد هذا الفيتامين في كل المصادر الغذائية لذلك فإن أعراض نقصه لا تظهر إلا في حالات خاصة .

5- البيريدوكسين Pyridoxine B₆ :

يتحول في الجسم إلى صورة نشطة تسمى Pyridoxal Phosphate (PLP) و Pyridoxamine Phosphate (PMP) و الذي يقوم بدور مساعد إنزيمي في تفاعلات نقل الأمين Transamination مع إنزيمات نقل الأمين (Transaminases) .

يوجد في الكبد والبقول الجافة بالإضافة إلى الحليب واللحوم والأسماك والخضروات .

6- البيوتين Biotine (H) (B₈) :

يصبح الفيتامين نشطاً كمساعد إنزيمي بعد إرتباطه بالموقع الفعال للإنزيم ويساعد في بناء السكريات والأحماض الدهنية ، ينتشر هذا الفيتامين بكثرة في المصادر الغذائية الطبيعية ويكثر في صفار البيض ، الكلى ، الطماطم والخميرة وغيرها

7- حمض الفوليك Acide folique (B₉) :

يشارك هذا الفيتامين كمساعد إنزيمي في تفاعلات نقل مجموعات أحادية الكربون (CHO , CH= , CH₂ , CH₃) من مركب إلى آخر .

مثال : يساعد حمض الفوليك على إنتقال CH₃ إلى قاعدة اليوراسيل U لتتحول إلى قاعدة التيامين T

يوجد في النباتات كما يوجد في الخميرة والبيض وهو ضروري لتكوين كريات الدم الحمراء في نخاع العظم ويؤدي نقصه إلى ظهور مرض فقر الدم .

8- فيتامين B₁₂ Cobalamie :

يعتبر B₁₂ الفيتامين الوحيد الذي يحتوي على عنصر معدني وتعد الكبد المصدر الوحيد الغني بهذا الفيتامين ومن أهم أعراض نقصه هو فقر الدم (الذي يتميز بقلة عدد كريات الدم الحمراء وزيادة أجمامها وعدم إنتظام أشكالها) .

9- فيتامين C Acide ascorbique :

يتواجد هذا الفيتامين بكثرة عند النباتات (خاصة الحمضيات) ولا تظهر أعراض نقصه بسرعة نظرا لقدرة الجسم على تخزينه ، يتميز فيتامين C بحساسيته الكبيرة للحرارة والأكسدة.

يؤدي نقص هذا الفيتامين إلى ظهور نزيف دموي وتعرية الأسنان ويعتقد أن الجرعات العالية من هذا الفيتامين يمكن أن تلعب دورا في مقاومة الزكام .

2- الفيتامينات الذائبة في الدهون :

1- فيتامين (A) Rétinol :

وهو عبارة عن كحول يؤدي نقصه إلى جفاف الجلد ونقص في الوزن في حين أن أهم الأدوار المعروفة لهذا الفيتامين هو تأثير نقصه على حدة البصر .

يوجد في الكثير من الأغذية الحيوانية والنباتية خاصة في الكبد والبيض والحليب .

2- فيتامين (D) Calciférol :

يوجد بدرجة كبيرة في زيت كبد السمك والبيض ولا تحتوي الأغذية النباتية على هذا الفيتامين

من وظائفه أنه يساعد على إمتصاص الكالسيوم ويلعب دورا في تكوين العظام ويؤدي نقصه إلى ظهور مرض الكساح عند الأطفال أما عند البالغين فينتج عن نقصه مرض تلين العظام .

3- فيتامين (E) Tocophérol :

يوجد بشكل كبير في الزيوت النباتية بينما يقل وجوده في الحبوب والبقول والفواكه والخضروات والمنتجات الحيوانية ، من أهم أدوار هذا الفيتامين هو حماية الدهون وذلك بمنع أكسدة الأحماض الدهنية لذلك يعتبر هذا الفيتامين من أهم المركبات الطبيعية المانعة للأكسدة .

يؤدي نقصه إلى خلل في عملية التكاثر وخلل في تكوين الجنين وضعف في العضلات كما يمكن أن يؤدي نقصه إلى العقم .

4- فيتامين (K) Phylloquinone :

يوجد في صورتين K_1, K_2 ومن أهم مصادره النباتية نجد الخضروات في حين تعتبر الكبد من أهم مصادره الحيوانية ، من وظائفه أن له دور في عملية تخثر الدم .

Les hormones : الهرمونات

- **جهاز الإفراز الداخلي** : ويشمل جميع الغدد المفرزة للهرمونات داخل الجسم وظيفته تنسيقية تكميلية لعمل الجهاز العصبي ويكون تأثيره كيميائياً بحيث تفرز الخلايا الغدية مراسيل كيميائية إلى خلايا مستهدفة تمتلك مستقبل نوعي وذلك لغرض تنظيم عملها .

هناك إرتباط وثيق بين الجهاز العصبي وجهاز الإفراز الداخلي وهو ما يسمى بعلم الإفراز العصبي Neuroendocrinologie .

الجهاز العصبي يتأثر بالعوامل النفسية الداخلية والعوامل الخارجية البيئية وينعكس ذلك التأثير على جهاز الإفراز الداخلي .

ملاحظة : تؤثر خلية ما على خلية أخرى (تنظم عملها) بواسطة ثلاث طرق :

- التأثير التشريحي : يميز الجهاز العصبي .
- التأثير الكيميائي : يميز جهاز الإفراز الداخلي .
- التأثير بالتجاور .

- الهرمون :

- **تعريف** : الهرمون هو مركب كيميائي يجب أن تتوفر فيه الشروط التالية :

- يصنع في خلية حية .
- يفرز بكميات قليلة جداً تصل أحياناً إلى بعض البيكوغرامات .
- يجب أن يفرز الهرمون عن طريق الإطراح الخلوي دون أن تتأثر الخلية المفرزة له .
- يفرز الهرمون مباشرة في الدم .
- يؤثر الهرمون على مواقع متخصصة لأعضاء مستهدفة .
- ينظم الهرمون نشاط العضو أو النسيج المستهدف .
- الهرمون لا يعتبر مصدر للطاقة وإنما وظيفته تنظيمية .
- كميات قليلة من الهرمون كافية لإحداث الأثر الفيزيولوجي .

- أهم الغدد الموجودة في جسم الإنسان :

الغدة الصنوبرية - تحت السرير البصري - الغدة النخامية (في أرضية المخ وفوق الحلق) -
الغدة الدرقية - الغدة الزعترية - جزر لانجرهانس البنكرياسية - الغدة الكظرية (فوق
الكلية) .

غياب الغدة ← خلل فيزيولوجي (حالة مرضية) .

- خصائص الهرمونات :

1. تأثير الهرمون غير محلي (الهرمون لا يؤثر على الخلية المفرزة) .
2. الإستمرارية في الإفراز وبكميات كافية لإحداث الأثر الفيزيولوجي .
3. بعض الهرمونات لا تتميز بصفة التخصص النوعي ، مثال : هناك هرمون
يستخلص من الغنم ويؤثر على الأرنب .
4. تتطلب وجود مستقبلات على الخلايا المستهدفة
5. تتميز بنشاط بيولوجي عالي (كميات قليلة من الهرمون كافية لإحداث الأثر
الفيزيولوجي) .

- تقسيم الهرمونات :

يمكن تقسيم الهرمونات حسب تركيبها الكيميائية إلى ثلاث أصناف :

1. الهرمونات عديدة الببتيد : Polypeptide hormones

كل الهرمونات تتكون من عدد معين من الأحماض الأمينية وبترتيب معروف .
بعض هذه الهرمونات تكون على شكل بروتينات سكرية .
من أنواع هذه الهرمونات نجد الهرمونات العصبية (هرمونات تحت السرير البصري المغذية
للفص الأمامي للغدة النخامية) Hypothalamic Hypophysiotrophic Hormones
(HHH) وهي هرمونات منظمة لعمل الفص الأمامي للغدة النخامية .
من بين هذه الهرمونات نجد : TRH - LHRH - PRH - GHRH

2. الهرمونات الستيرويدية (مشتقات الكولسترول) : Stéroïde hormones

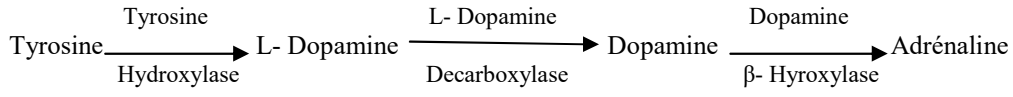
تصنع إبتداءً من الكولسترول وأنواعها تختلف باختلاف نوع الإنزيم الذي يتدخل في
عملية التصنيع .

من أهم أنواع هذه الهرمونات نجد الهرمونات الذكرية و الهرمونات الأنثوية .

3. الهرمونات مشتقات الأحماض الأمينية :

بعض الهرمونات تصنع بخطوات إنزيمية إنطلاقاً من حمض أميني معين .

- مثال :



المحاضرة السادسة :
(مفاهيم عامة حول الطاقة الحيوية)

مفاهيم عامة حول الطاقة الحيوية

- مفهوم الطاقة في الكائنات الحية :

يحتل موضوع الطاقة الحيوية مكانة هامة عند دراسة الميتابوليزم ويهتم بدراسة وحساب كمية الطاقة المتحولة في الخلايا والكائنات الحية ونوع التفاعلات الكيميائية ودورها في مختلف الوظائف التي يقوم بها الكائن الحي لذلك فإنه يتوجب على الدارس لهذا الموضوع أن يكون ملّم بمختلف أسس الطاقة والقوانين المتحكمة في تحولاتها وهو ما يعرف بالديناميك الحراري أو الترموديناميك .

- مفهوم الترموديناميك :

يهتم هذا العلم بدراسة القوانين والأسس التي تصف كيفية تدفق الطاقة وتحولاتها . تسمح لنا هذه القوانين بالتعرف على نوع التفاعلات الكيميائية التي تحدث داخل الخلايا الحية (الميتابوليزم) والطاقة الناتجة عنها أو اللازمة لحدوثها . الطاقة بالنسبة للأنظمة البيولوجية هي القدرة على العمل (أو الأعمال) التي تمكن الكائن الحي بالبقاء على قيد الحياة .

تقاس هذه الطاقة بالجول (Joule) أو وحدات الحرارة (الحرارة Calorie) حيث
 $1\text{Cal}=4,184\text{J}$

- النظام : هو مجموع العناصر التي يتم دراسة خصائصها الترموديناميكية .

قد يكون النظام معقد مثل الخلايا أو الكائنات الحية أو حتى النظام الشمسي أو حتى الكون ككل وقد يكون بسيط مثل تفاعل كيميائي معين .

قد يكون أيضا النظام مغلق أو مفتوح فالنظام المغلق هو النظام الذي لا يتبادل المادة والطاقة مع محيطه أما النظام المفتوح فهو النظام الذي يتبادل كل من المادة والطاقة مع محيطه الخارجي .

تعتبر الكائنات الحية أنظمة مفتوحة لأنها تتبادل المادة (الغذاء والفضلات) والطاقة (الحرارة الناتجة عن عملية الإستقلاب (الأيض) (الميتابوليزم)) .

من الصعب حساب الطاقة الكلية لأي جزء (نظام) لكنه من السهل تحديد التغير في الطاقة الكلية عند حدوث تفاعل ما . يمكن حساب التغير في الطاقة لتفاعل ما عن طريق حساب التغير في طاقة الروابط بين النواتج والتفاعل .

- قوانين الترموديناميك :

- القوانين الأول : ينص على أن كمية الطاقة الكلية في الكون أو نظام ما تبقى محفوظة وهذا يعني أن الطاقة لا يمكن تكوينها أو التخلص منها وإنما يتم تحويلها من صورة إلى أخرى .

تزداد طاقة النظام عندما يمتص الحرارة من محيطه وتخفض طاقته عندما يفقد الحرارة أو يؤدي عمل .

- القانون الثاني : ينص على أن الأنظمة تسير من حالة أكثر إنتظاما إلى حالة أقل إنتظاما ، ويعبر عن درجة عدم الإنتظام بالرمز S .

درجة عدم الإنتظام S للكون تزداد نظرا لإنتشار الحرارة من عدة تفاعلات مثل :الحرارة الناتجة عن الشمس + حركة الكائنات الحية مضاف إليها الحرارة الناتجة عن تحولات الطاقة من صورة إلى أخرى ومن كائن حي إلى آخر.....إلخ

في نهاية المطاف تؤدي هذه الحالة إلى توزيع متساوي للحرارة في الكون وتصبح عندها الجزئيات في حالة قصوى من عدم الإنتظام .

- الأنظمة البيولوجية :

تتميز الأنظمة البيولوجية بدرجة عالية من الإنتظام أي أن قيمة S تكون صغيرة أي أن هذه الأنظمة تسير عكس القانون الثاني لذلك فإنها تحتاج إلى إمداد مستمر من الطاقة . يقوم الميتابوليزم بالحفاظ على هذا النظام نظرا لأن التفاعلات تسمح للكائنات الحية بإنتاج الطاقة اللازمة لأداء مختلف أنشطتها الحيوية .

- مفهوم الطاقة الحرة : تسمى كذلك بطاقة (جيبس) الحرة نسبة إلى العالم William Gibbs ويرمز لها بالحرف G .

كما تم الإشارة إليه سابقا يصعب قياس الكمية الكلية للطاقة الحرة لذلك يلجأ إلى قياس التغير في الطاقة الحرة ΔG

حيث ΔG لتفاعل ما ($A \rightarrow B$) هو الفرق بين طاقة النواتج وطاقة المواد المتفاعلة :

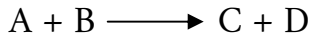
$$\Delta G = G_B - G_A$$

نميز حالتين :

- إذا كانت ΔG سالبة ($G_B < G_A$) فإن التفاعل تلقائيا ويسمى تفاعل ناشر .
 - إذا كانت ΔG موجبة ($G_B > G_A$) فإن التفاعل لا يسير تلقائيا (ماص) .
- ملاحظة : تسير التفاعلات تلقائيا نحو الحالة الأقل طاقة حرة (طاقة النواتج تكون ذات طاقة أقل من طاقة مواد التفاعل) .

- التغير في الطاقة الحرة القياسي : ΔG^0

يعتمد التغير في الطاقة الحرة ΔG لتفاعل ما على نوع وتركيز المواد المتفاعلة والناجئة والشروط التجريبية من حرارة و pH .
مثال : لنفترض التفاعل التالي :



يحدد التغير في الطاقة الحرة بالقانون التالي :

$$\Delta G = \Delta G^0 + RT \ln \frac{[C][D]}{[A][B]}$$

ΔG^0 : التغير في الطاقة القياسي .

R : ثابت الغازات .

T : درجة الحرارة المطلقة

Ln : اللوغاريتم النيبيري .

عند الإتزان تكون $\Delta G=0$ و $Keq = \frac{[C][D]}{[A][B]}$

Keq : ثابت الإتزان للتفاعل .

بعد التعويض نحصل على :

$$\Delta G^0 = - RT \ln Keq \longrightarrow \Delta G^0 = -2,3RT \log Keq \longrightarrow Keq = 10^{-\Delta G^0 / 2,3RT}$$

إذا إعتبرنا أن درجة الحرارة 25^0 تصبح : $T=273+25=298$

وبتعويض قيمة $R=1,98 \times 10^{-3}$ نحصل على :

$$\Delta G^0 = -1,36 \log Keq$$

$$Keq = 10^{-\Delta G^0 / 1,36}$$

من خلال هذا القانون يمكن حساب التغير في الطاقة الحرة القياسي وذلك عند تحديد ثابت الإتزان Keq للتفاعل

Keq	ΔG^0 (KJ/mol)	حالة التفاعل
10^4	-23	تلقائي (ناشر)
10^2	-11	تلقائي (ناشر)
$10^0=1$	0	إتزان
10^{-2}	11	غير تلقائي (ماص)
10^{-4}	23	غير تلقائي (ماص)

جدول رقم 01: يبين العلاقة بين Keq و ΔG^0

- أنواع العمل لدى الخلايا الحية :

تقوم الخلايا بعدة أنواع من العمل لغرض الحفاظ على حياتها وضمان بقائها . يمكن تقسيم هذه الأعمال إلى ثلاثة أنواع :

1- العمل الميكانيكي :

وهو التغير في الموضع أو الإتجاه بحيث يؤدي هذا العمل إلى تحرك الكائن الحي أو الخلية ضد قوى الجاذبية أو الإحتكاك ومن أمثلة هذا العمل تقلص العضلات عند الجري .

2- العمل الكهربائي أو النقل الفعال :

وهو إنتقال الجزيئات أو الأيونات عبر الغشاء البلازمي ضد التدرج .

3- العمل الكيميائي :

وهو العمل الذي يؤدي إلى تكوين الروابط الكيميائية لغرض بناء المركبات التي تحتاجها الخلايا (مثل عمليات بناء البروتينات ، السكريات ، الدهون.....)

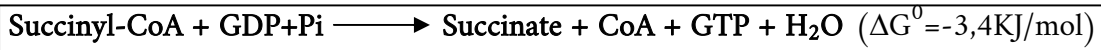
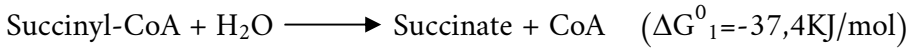
- مفهوم الإزدواج في التفاعلات الحية: Réactions couplées:

تسير العديد من التفاعلات الحيوية الأساسية ضد الإتجاه التلقائي ($\Delta G > 0$) (من أمثلة هذه التفاعلات عملية تصنيع المركبات الكبيرة) .

تم هذه التفاعلات غير التلقائية (الماصة للطاقة) عن طريق الإزدواج مع تفاعلات تلقائية (ناشرة للطاقة).

يمكننا تحديد الإتجاه التلقائي لزوج من التفاعلات الحيوية عن طريق حساب محصلة المعادلتين وجمع الطاقة في كلا التفاعلين .

- مثال :



GDP(guanosine diphosphate) , GTP(guanosine triphosphate)

يلاحظ أن محصلة الطاقة تكون سالبة مما يدل على أن محصلة التفاعلين تعطي تفاعل ناشر للطاقة .

المحاضرة السابعة :
(المركبات الغنية بالطاقة)

- المركبات الغنية بالطاقة

تنقسم الكائنات الحية من حيث مصدر الطاقة إلى ضوئية وكيميائية حيث تستمد الأولى طاقتها من الشمس في حين تستمد الثانية طاقتها من المركبات الكيميائية ، وبالرغم من هذا الاختلاف في مصدر الطاقة إلا أنها تشترك كلها في إنتاج صور محددة من الطاقة الكيميائية (تشترك كلها في إنتاج نفس النوع من المركبات الغنية بالطاقة) . أهم هذه الصور نجد المركبات الفوسفاتية الغنية بالطاقة والمساعدات الإنزيمية المرجعة .

هناك العديد من المركبات الغنية بالطاقة منها ما يعرف بأنهدريد الفوسفوريك (مثل ATP و ADP) ومركبات الإينول فوسفات (مثل PEP (phosphoenolpyruvate) والأسيل فوسفات (مثل ثنائي فوسفو جليسيريك $1,3DPG$ (diphosphoglycerate) ومركبات قوايندينوفوسفات (مثل الفوسفات كرياتين PC (phosphate créatine) ، كما تشمل المركبات الغنية بالطاقة مركبات الأستر الكبريتية (مثل AcetylCoA) .

- ملاحظة : تحرر المركبات الغنية بالطاقة عند إمامتها طاقة أكبر من المركبات الأيضية العادية (مثل الجلوكوز) ، وتتميز المركبات الغنية بالطاقة بكونها مستقرة في حين أنها لا تخزن لفترات طويلة .

- موقع ATP بين المركبات الغنية بالطاقة :

بالرغم من وجود العديد من المركبات التي تحرر طاقة أكبر مما تحرره جزيئة ATP إلا أن هذه الأخيرة تعتبر أهم المركبات الأساسية الغنية بالطاقة وذلك راجع لكون أن ATP يحتل موقعا وسطيا بين المركبات الغنية جدا بالطاقة

(مثل PEP ، $1,3(DPG)$ ، PC) وباقي المركبات الأخرى ذات الطاقة المنخفضة .

هذا الموقع الهام يمكن جزيء الـ ADP من إستقبال الفوسفات والطاقة من المركبات ذات الطاقة العالية لتكوين ATP ، كما يمكن لجزيئة ATP أن تتخلى عن الفوسفات والطاقة لصالح المركبات ذات الطاقة المنخفضة (وهي أغلب المركبات) .

يمكن إعتبار الزوج (ATP/ADP) كنظام مستقبل ومعطي وسطي خاصة مع العديد من الإنزيمات التي تنشط تفاعلات الإزدواج .

- أنواع المركبات الغنية بالطاقة :

1- أنهيدريد حمض الفوسفوريك :

مثل : GDP, GTP , ADP, ATP وغيرها من النيكليوتيدات ثلاثية وثنائية الفوسفات والنيكليوتيدات السكرية مثل : UDP-glucose وثنائي الفوسفات ppi .

2- أنهيدريد حمض الفوسفوريك والكربوكسيل : مثل : 1,3DPG

3- مركبات الإينول فوسفات : مثل : PEP

4- مركبات قوانيدين فوسفات : مثل : الفوسفات كرياتين و أرجينين فوسفات .

5- النيكليوتيدات الحلقية : مثل : AMP الحلقي و GMP الحلقي .

6- إسترات الـ: ARN مع الأحماض الأمينية :

وهو ما يعرف بتنشيط الأحماض الأمينية ونقلها لتصنيع البروتين (طاقة التحلل تعادل تقريبا تلك الناتجة عن تحلل ATP .

7- مركبات ثيول إستر : مثل : Acetyl CoA و Succinyl CoA .

8- المرافقات الإنزيمية البيريدينية : مثل : NADPH و NADH .

9- مركبات أخرى مثل : النيكليوتيدات السكرية ومركبات S-Adenosyl Methionine (SAM)

ΔG^0 (KJ/mol)	إسم المركب
-62	Phosphoenolpyruvate (PEP)
-49	1,3-Diphosphoglycerate (1,3-DPG)
-43	Phosphocréatine (PC)
-33	Pyrophosphate
-32	Phospho-arginine
-32	ATP \longrightarrow (AMP+PPi)
-32	Acetyl \longrightarrow A
-30	ATP \longrightarrow (ADP+PPi)
-21	Glucose,1-phosphate
-14	Glucose,6-phosphate
-9	Glycerol,3-phosphate

جدول رقم (02) يبين أنواع المركبات الغنية بالطاقة

ملاحظة : يقوم الـ ATP بدور فعال في جعل التفاعلات الماصة (غير التلقائية) ممكنة وذلك عن طريق توفير الطاقة اللازمة لحدوثها .

مثال :

ليكن لدينا التفاعل التالي : (A \longrightarrow B)

التغير في الطاقة الحرة القياسي لهذا التفاعل : ($\Delta G^0=4,08\text{Kcal/mol}$) عند درجة حرارة 25 درجة مئوية .

نقوم بحساب ثابت الإتزان

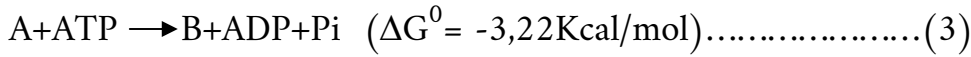
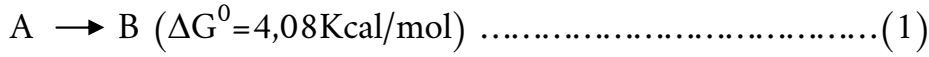
$$K_{eq}=10^{-\Delta G^0/2,3RT} = 10^{-\Delta G^0/1,36} = 10^{-4,08/1,36} = 10^{-3}$$

لدينا من ناحية أخرى :

$$K_{eq} = \frac{[B]}{[A]} = \frac{1}{1000}$$

هذه القيمة تدل على أن هذا التفاعل مستحيل لأن تركيز النواتج أقل بكثير من تركيز مواد التفاعل .

لحدوث هذا التفاعل يجب توفير طاقة عن طريق حدوث إزدواج مع تفاعل إماهة (تحلل) لـ ATP



$$K_{eq} = 10^{-\Delta G^0 / 2,3RT} = 10^{-(-3,22) / 1,36} = 10^{2,36} = 233,15$$

$$K_{eq} = \frac{[B][ADP][Pi]}{[A][ATP]} \longrightarrow \frac{[B]}{[A]} = \frac{[ATP]}{[ADP][Pi]} \times K_{eq} = \frac{[ATP]}{[ADP][Pi]} \times 233,15$$

$$/ \frac{[ATP]}{[ADP][Pi]} = 500 \longrightarrow \frac{[B]}{[A]} = 500 \times 233,15 = 116575$$

أي عند الإتزان يكون تركيز B أكثر بكثير من تركيز A مما يدل على أن التفاعل تام تقريبا .

المحاضرة الثامنة :
(الميتابوليزم)

الميتابوليزم

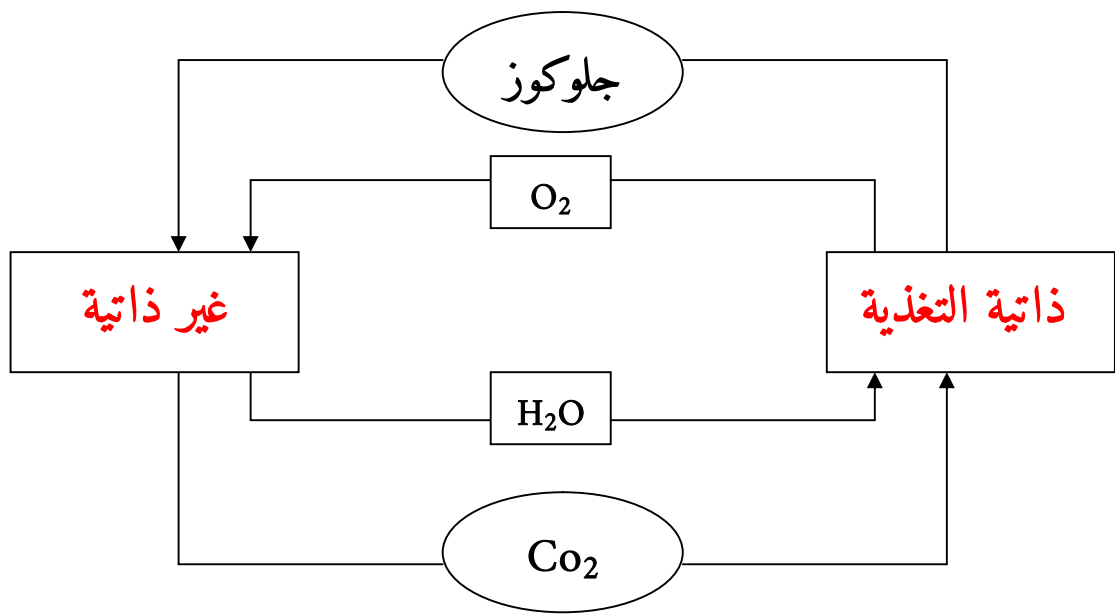
- مفهوم الميتابوليزم :

الميتابوليزم كلمة أتت من الإغريقية والتي تعني التحول أو التغير . يعرف الميتابوليزم على أنه مجموع التحولات الكيميائية التي تحدث داخل الكائنات الحية والضرورية للحفاظ على حياتها .

تم التفاعلات الكيميائية داخل الخلايا الحية بشكل منظم ومنسق وغالبا ما تتم هذه التفاعلات في صورة سلسلة مفتوحة أو حلقة (دورة) ، ويتم التداخل بين هذه السلاسل والدورات لينتج عن ذلك شبكة معقدة جدا من التفاعلات الحيوية . يسمى الميتابوليزم باللغة العربية الإستقلاب أو الأيض .

- ملاحظات :

- 1- رغم الإختلاف الكبير بين الكائنات الحية من حيث الحجم والشكل والوظائف التي تقوم بها إلا أنها جميعا تشترك في الكثير من الدورات الإستقلابية الأساسية .
- 2- يمكن تقسيم الكائنات الحية من حيث مصدر الطاقة (كيفية حصولها على الطاقة) إلى قسمين ذاتية التغذية وغير ذاتية التغذية ، كما يمكن تقسيمها حسب إحتياجها للأوكسجين إلى قسمين كائنات هوائية وكائنات غير هوائية (يعمل الأوكسجين كمستقبل للإلكترونات لإنتاج الطاقة) .



شكل تخطيطي رقم: 01 بين كيفية تبادل مختلف الجزيئات الحيوية بين الكائنات الحية ذاتية التغذية وغير ذاتية التغذية

- طرق الهدم وطرق البناء :

يمكن تقسيم التفاعلات الحيوية التي تحدث داخل الخلايا الحية إلى قسمين أساسيين :
 ميتابوليزم الهدم Catabolisme و ميتابوليزم البناء Anabolisme .

1- ميتابوليزم الهدم Catabolisme :

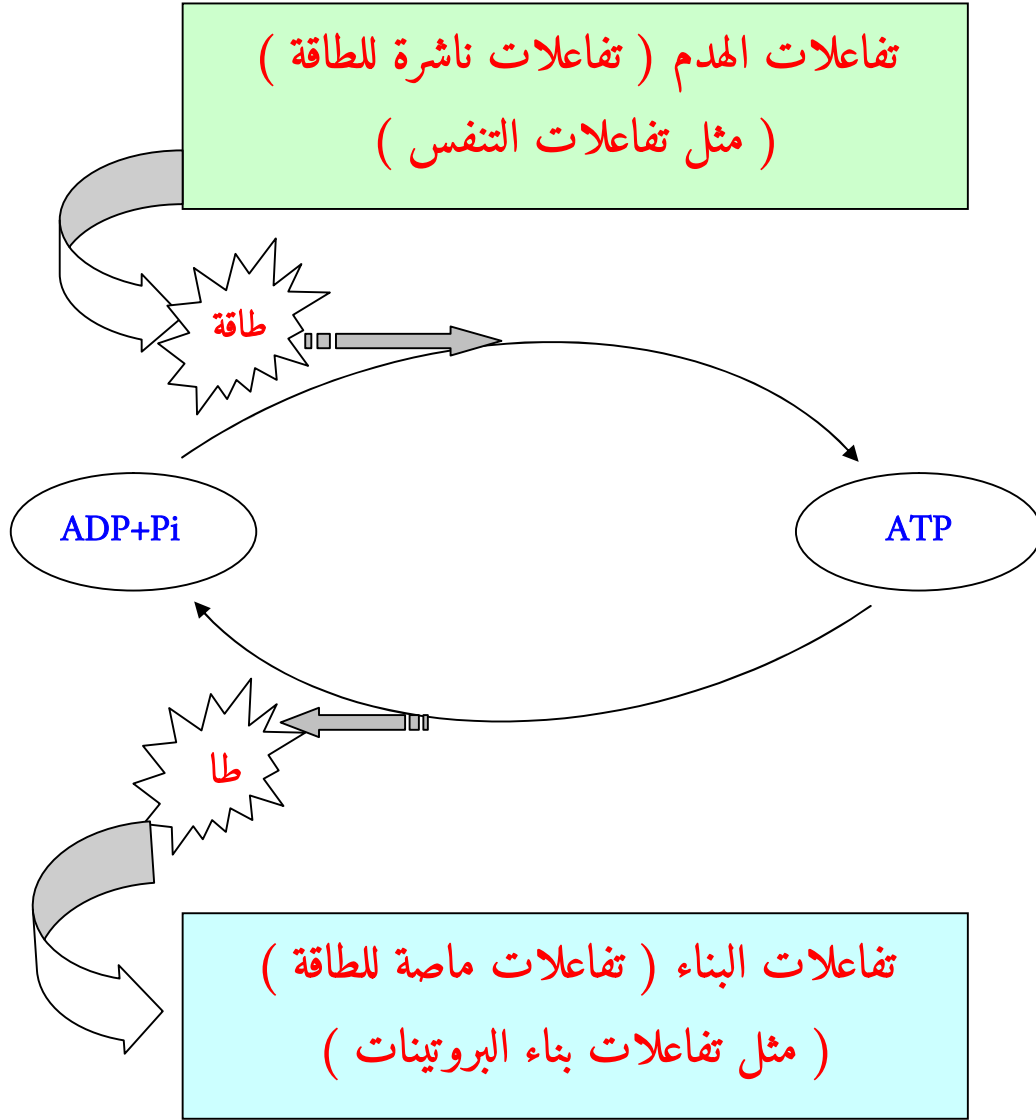
يشمل كل التفاعلات التي تؤدي إلى أكسدة وتفكك الجزيئات الغذائية (سكريات ، دهون ، بروتينات ...) إلى مركبات بسيطة (حمض اللبن ، الإيثانول ، CO_2 ...) .
 ينتج عن هذه العملية طاقة على شكل ATP ، كما يمكن أن تظهر على شكل إلكترونات محمولة على المرفقات الإنزيمية NAD^+ , $NADP^+$.

2- ميتابوليزم البناء Anabolisme :

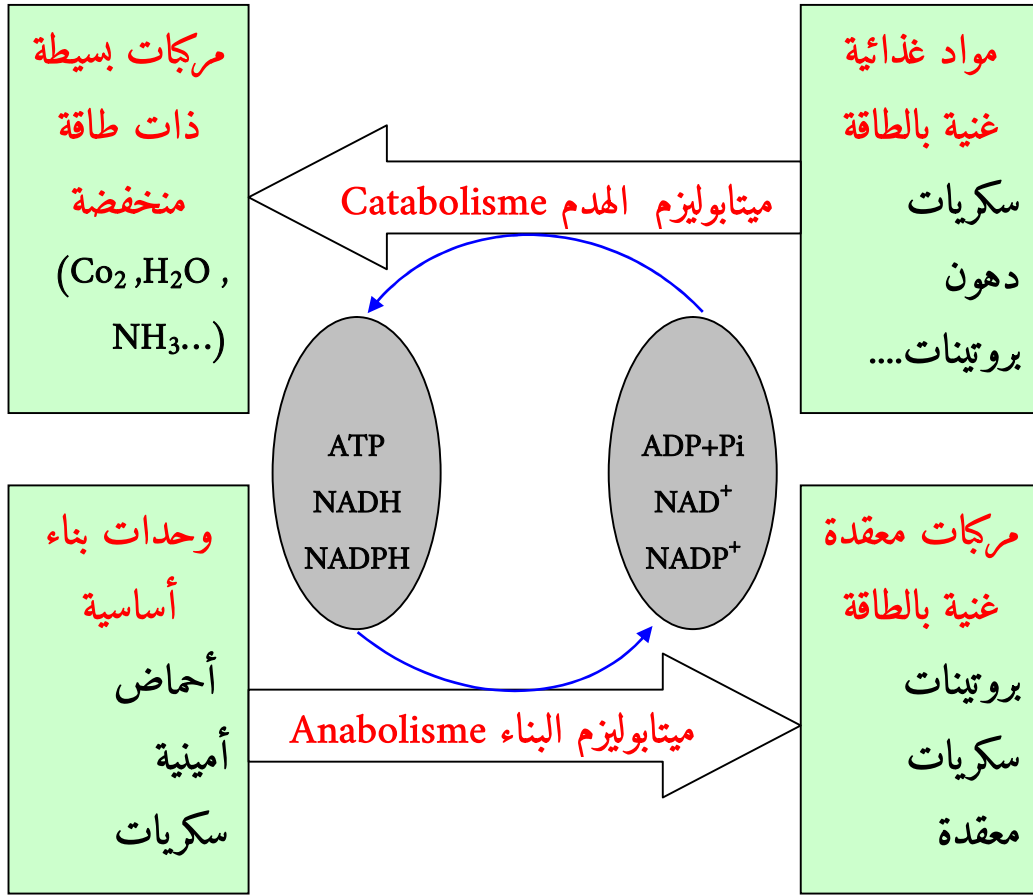
يشمل كل التفاعلات التي تؤدي إلى بناء المركبات التي تحتاجها الخلية إبتداءً من المركبات البسيطة .

من بين المركبات التي يتم بناؤها (البروتينات ، السكريات المعقدة ...) .

تفاعلات البناء هي تفاعلات (ماصة للطاقة) لذلك فإنها تحتاج إلى إمداد مستمر من الطاقة لتكوين الروابط الجديدة ، يوفر الـ ATP جزء كبير من هذه الطاقة كما يمكن لـ NADPH أن يوفر جزء من تلك الطاقة .



شكل تخطيطي رقم: 02 يوضح كيفية إنتقال الطاقة بين تفاعلات الهدم وتفاعلات البناء



شكل تخطيطي رقم: 03 يوضح درجة التداخل بين ميتابوليزم الهدم و ميتابوليزم البناء

- تنظيم الميتابوليزم :

يتم تنظيم الميتابوليزم بطريقة محكمة ودقيقة وسريعة التكيف حيث يتم هدم المركبات بالقدر اللازم لسد حاجيات الخلية من الطاقة ومواد البناء الأساسية ، بينما يتم تخزين الفائض لإعادة إستعماله عند الحاجة .

لوحظ أن أغلب الكائنات الحية يقوم بتخزين المواد المنتجة للطاقة من سكريات ودهون لإستعمالها عند الحاجة لكنها عادة لا تقوم بتخزين البروتينات والأحماض النووية .

تعيش الكائنات الحية في بيئة متقلبة وغير مستقرة كما أن الكائن الحي يمكن أن يتحول من حالة الراحة إلى حالة النشاط الأقصى في فترة زمنية وجيزة ، هذا التحول الفيزيولوجي يتطلب تغير سريع في الميتابوليزم لتوفير الطاقة اللازمة لهذا النشاط .

مثال : في سباقات السرعة تتضاعف سرعة تحلل الجلوكوز بمعدل 2000 مرة لتوفير كمية ATP اللازمة بالطرق اللاهوائية لأن الأكسدة الهوائية غير قادرة على توفير تلك الطاقة .

الطريق الهوائي لهدم الجلوكوز ينتج عنه حمض اللبن (حمض اللكتيك) الذي يؤدي إلى التعب .

في سباقات الماراتون يمكن للعداء (نتيجة التدريب المستمر) أن يحسن من مردود الطرق الهوائية مما يؤخر حدوث التعب لديه (الطرق الهوائية يكون قادرة على إنتاج الطاقة الضرورية للنشاط دون الحاجة إلى الإستعانة بالطرق اللاهوائية .

المحاضرة التاسعة :
(هدم السكريات - التحلل السكري)

هدم السكريات

هدم السكريات :

تمثل السكريات أهم المركبات المستعملة لإنتاج الطاقة وقبل إخضاعها لعملية الهدم الحيوي يتم تحويلها من الصور المعقدة (النشاء ، الغليكوجين ...) إلى صور بسيطة (جلوكوز أساسا) .

تبدأ عمليات الهدم الحيوي للسكريات بمرحلة التحلل السكري

- التحلل السكري : La glycolyse

تم مراحل التحلل السكري داخل سيتوبلازم الخلايا وتشمل عشر تفاعلات متتابعة تؤدي في النهاية إلى تحويل الجلوكوز إلى بيروفات . لا يحتاج التحلل السكري إلى أوكسجين ويعمل على توفير المركبات الضرورية لعملية الأكسدة الهوائية مثل حلقة كريبس بالإضافة إلى كون أن التحلل السكري يعتبر مصدرا إضافيا للطاقة عند نقص الأوكسجين في بعض الأنسجة الهامة كالعضلات الهيكلية .

يمكن تقسيم التحلل السكري إلى مرحلتين أساسيتين هما :

- مرحلة أولى : وتشمل 05 تفاعلات تبدأ بجزئية الجلوكوز وتنتهي بجزئتين من الجليسير ألديهيد -3- فوسفات GA-3-P وتعتبر مرحلة مستهلكة للطاقة .

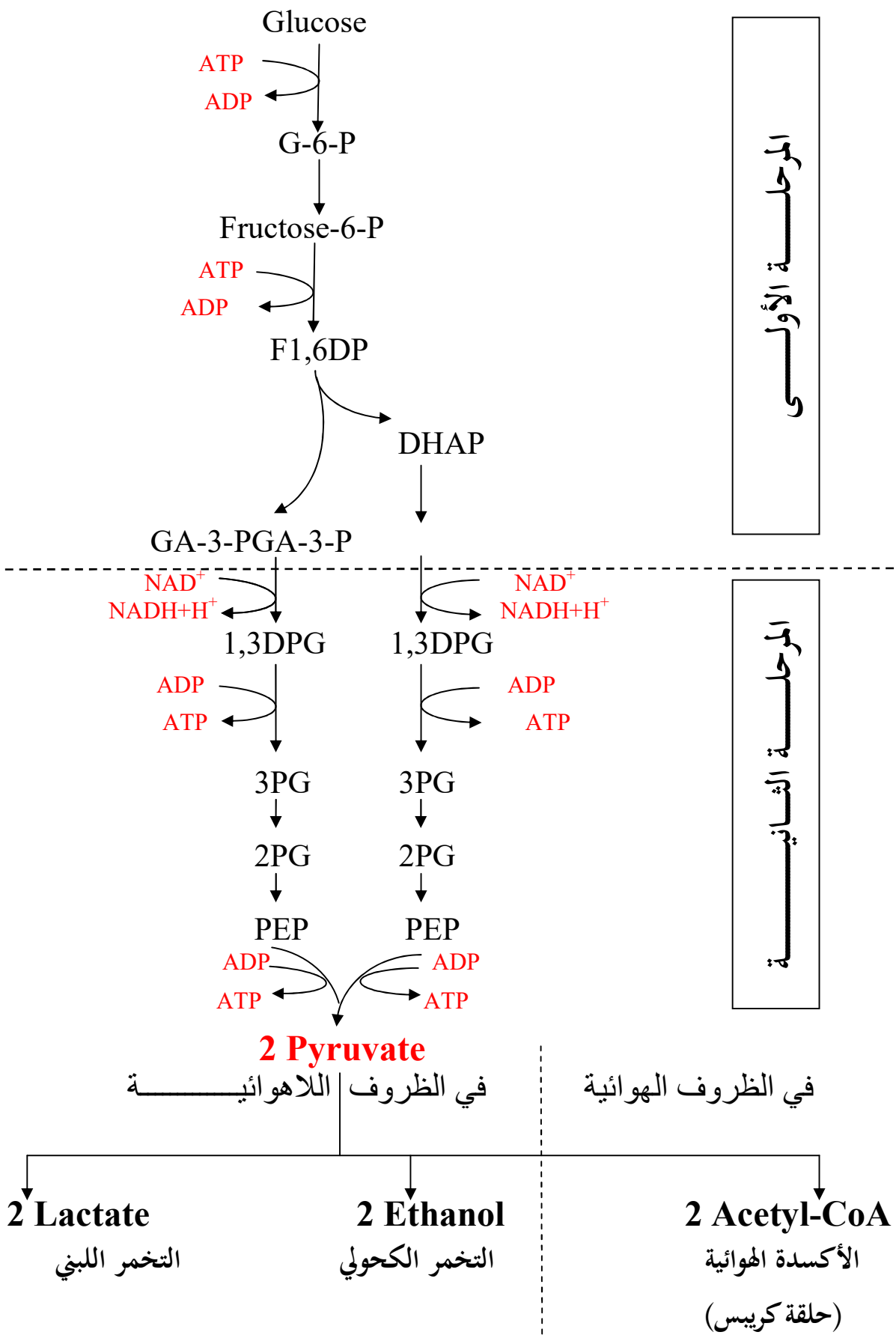
- مرحلة ثانية : وتشمل 05 تفاعلات المتبقية تبدأ بمركب GA وتنتهي بمركب Pyruvate وتعتبر مرحلة منتجة للطاقة .

ملاحظات :

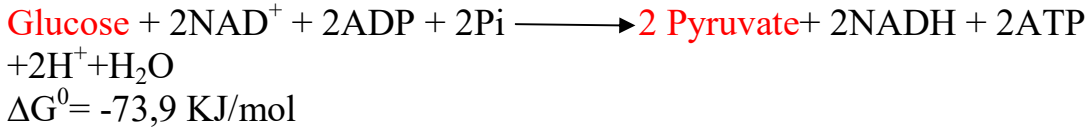
1- يختلف مصير البيروفات حسب نوع الكائن الحي وحسب الظروف (وجود

الأوكسجين أو عدمه) . (أنظر الشكل التخطيطي رقم :04)

2- في التفاعل الأول من مرحلة التحليل السكري يتم فسفرة الجلوكوز وذلك للحفاظ على كميته داخل الخلايا (الجلوكوز المفسفر يحمل شحنات سالبة تمنعه من المرور عبر الأغشية البلازمية .



شكل تخطيطي رقم: 04 يوضح مراحل التحلل السكري ومصير مركب البيروفات الناتج



- مصير النواتج الأساسية للتحلل السكري :

تعتبر ATP ، NADH ، Pyruvate أهم نواتج التحلل السكري
يتم إستغلال NADH لتجديد NAD بطرق مختلفة (حسب نوع الشروط هوائية أو لا هوائية)

في الظروف الهوائية يتم أكسدة مركب البيروفات عبر حلقة كريبس أما في الظروف اللاهوائية فإن مصير البيروفات يختلف حسب نوع الكائن الحي ففي الخمائر مثلاً يتم تحويل البيروفات إلى كحول الإيثانول (التخمير الكحولي) أما في بعض الكائنات الحية الدقيقة وبعض الأنسجة في الحيوانات الثديية مثل العضلات الهيكلية فإنه يتم تحويل البيروفات إلى لaktات (التخمير اللبني) .

ملاحظات :

- 1- يحدث التخمير اللبني في الأنسجة الحيوانية ذات الإتصال الضعيف بالدم أو في الأنسجة ذات النشاط المكثف .
- 2- يتم دخول السكريات الأخرى في عملية التحلل السكري سواءً البسيطة منها أو المعقدة .

المحاضرة العاشرة:
(هدم السكريات - دورة كريبس -)

- دورة كريبس : Cycle de Krebs

تحدث داخل الميتوكوندريا وهي عبارة عن سلسلة من تفاعلات الأكسدة الهوائية التي يتعرض لها مجموعة من المركبات لغرض إنتاج الطاقة .

ملاحظات :

1- تحمل هذه الدورة عدة تسميات :

- دورة كريبس نسبة إلى العالم الألماني الذي إكتشفها لأول مرة Hans Alexander Krebs .

- دورة السيترات Cycle de citrate نسبة إلى أول مركب ينتج عن الدورة citrate .

- دورة الأحماض ثلاثية الكربوكسيل Cycle des acides tricarboxylique نسبة إلى أن السيترات يتكون من ثلاث مجاميع كربوكسيلية .

2- تتكون هذه الدورة من 08 تفاعلات كما هو موضح في الشكل التخطيطي رقم : 05

3- هناك العديد من الإنزيمات التي تتدخل من أجل إكمال مراحل هذه الدورة فعلى سبيل المثال الإنزيم المسؤول عن تحول Oxalacetate إلى Citrate في التفاعل

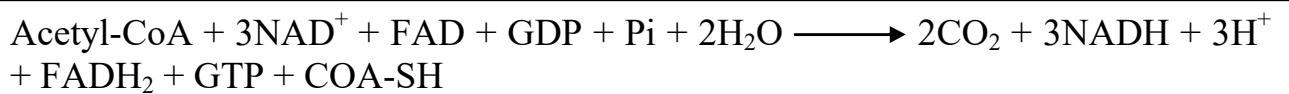
الأول هو Citrate Synthase وهكذا بالنسبة إلى باقي التفاعلات الأخرى .

4- أهمية دورة كريبس تكمن في كون أنها تمثل مصدر للطاقة عن طريق الهدم الحيوي ل : Acetyl-CoA والذي ينتج عنه طاقة :

- بشكل مباشر عن طريق تكوين GTP ، (GTP équivalent a un ATP)

- بشكل غير مباشر عن طريق تشكيل المرافقات الإنزيمية المرجعة , (NADH+H⁺ , FADH₂)

- محصلة الهدم الحيوي لحلقة كريبس :

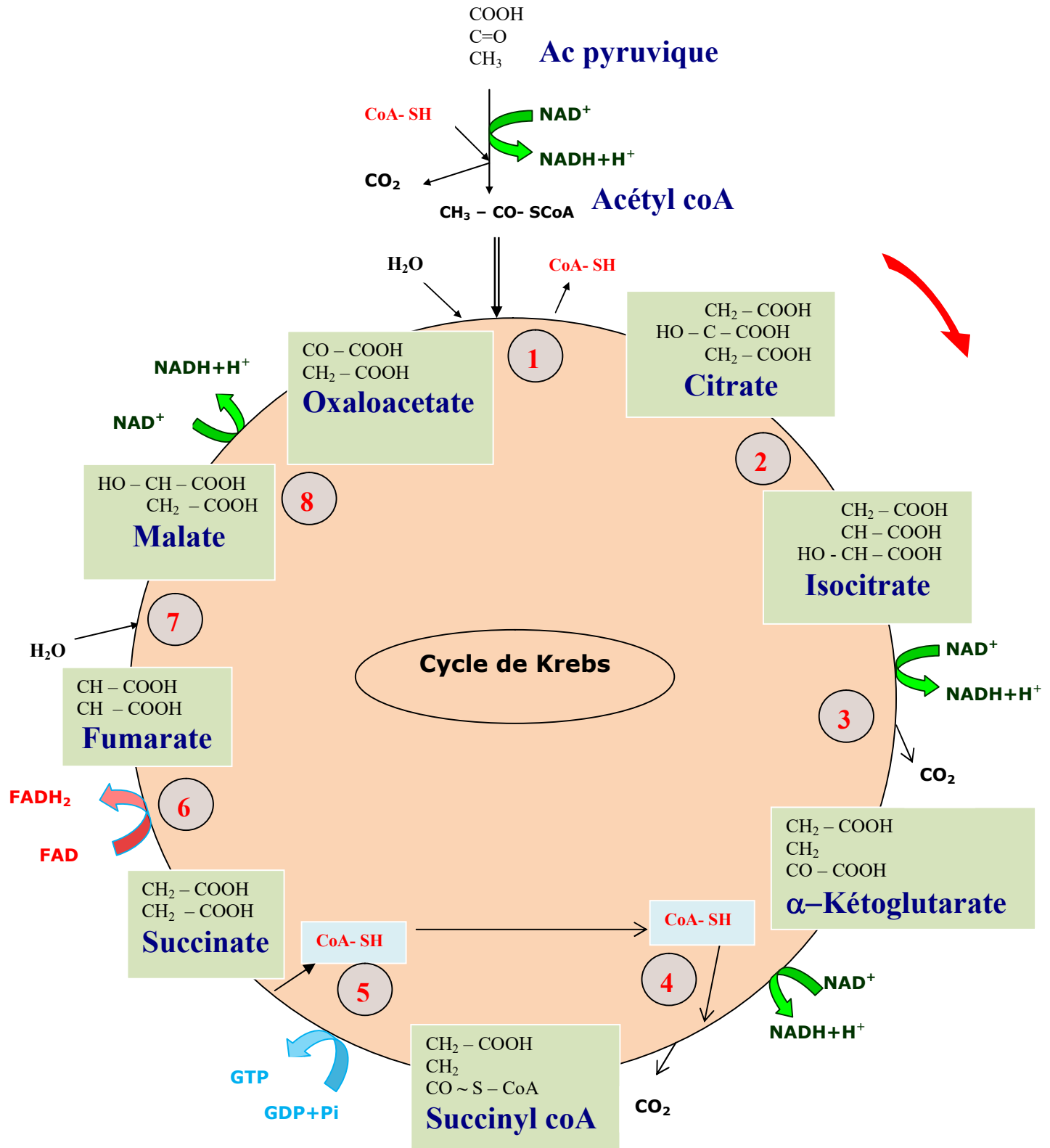


الحصيلة الطاقوية لحلقة كريس :

01 tour de cycle : $3\text{NADH}+\text{H}^+ + \text{FADH}_2 + \text{GTP} = 12 \text{ ATP}$

الحصيلة الطاقوية للأكسدة الهوائية لجزيء واحد من الجلوكوز (الحصيلة الطاقوية للتحلل السكري + الحصيلة الطاقوية لحلقة كريس) :

Aérobiose : $02 \text{ ATP (gly)} + 10 \text{ NADH,H}^+ \text{ (gly+CK)} + 02 \text{ FADH}_2 \text{ (CK)} + 02 \text{ GTP (CK)} = 38 \text{ ATP}$



شكل تخطيطي رقم : 05 بين مراحل دورة كريبس

ملاحظة : خلال مراحل التحلل السكري ودورة كريبس يتم إنتاج صورتين من الطاقة :

- **طاقة مباشرة :** ATP , GTP التي يتم إستعمالها بشكل مباشر في أداء مختلف الأنشطة الحيوية .

- **طاقة غير مباشرة :** مرافقات إنزيمية مرجعة (NADH , FADH₂) التي تتميز بإحتوائها على إلكترونات غنية بالطاقة . يتم إستخراج هذه الطاقة وتحويلها إلى الصورة القابلة للإستعمال (ATP) بواسطة عملية **الفسفرة التأكسدية** .

المحاضرة الحادية عشر :
(هدم الدهون)

هدم الدهون

تخزن الدهون عند الإنسان في خلايا متخصصة تدعى الخلايا الشحمية (الدهنية) حيث تحتل الجليسيريدات الثلاثية (Triglycérides) أغلب حجم الخلية .
الجليسيريدات الثلاثية هي عبارة عن مركبات مشكلة من جليسيرول + 03 أحماض دهنية .
قد تكون الجليسيريدات الثلاثية متجانسة عند إحتوائها على نوع واحد من الأحماض الدهنية مثل : ثلاثي البالميتين أو ثلاثي الأوليين أو قد تكون غير متجانسة عند إحتوائها على أكثر من نوع واحد من الأحماض الدهنية .
لا تعتبر الأنسجة الدهنية خلايا خاملة وإنما يتم فيها نشاط دائم في حركة المادة الدهنية من وإلى هذه الخلايا .

يتم تحرير الأحماض الدهنية من الجليسيريدات الثلاثية عند الحاجة إليها عن طريق إشارات هرمونية حيث ترتبط هذه الإشارات على مستقبلات خاصة موجودة على السطح الخارجي لغشاء الخلايا الدهنية مما يؤدي إلى تنشيط سلسلة من التفاعلات الإنزيمية تؤدي في الأخير إلى تحرير الأحماض الدهنية التي تنقل في الدم على شكل معقدات مع ألبومين مصل الدم.

-مصدر نواتج إماهة الجليسيريدات الثلاثية :

تؤدي إماهة الجليسيريدات الثلاثية إلى تحرير الجليسيرول Glycérol والأحماض الدهنية اللذان يتم هدمهما لإنتاج الطاقة.

+ مصدر الجليسيرول الناتج عن إماهة الجليسيريدات الثلاثية :

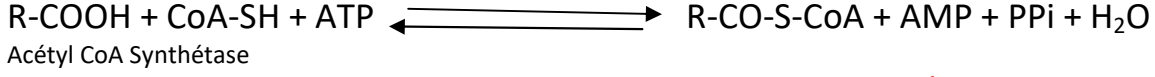
تم فسفرته ثم يدخل في مرحلة التحلل السكري - التي سبق ذكرها - لإنتاج الطاقة .

+ هدم الأحماض الدهنية :

لا تنطلق عملية الهدم إلا بعد تنشيط الحمض الدهني في السيتوبلازم ودخوله إلى الميتوكوندريا أين تمر الأكسدة بمرحلتين (أو ثلاث مراحل إذا إعتبرنا أن حلقة كريبس والفسفرة التأكسدية مرحلتين مستقلتين).

1- تنشيط الأحماض الدهنية :

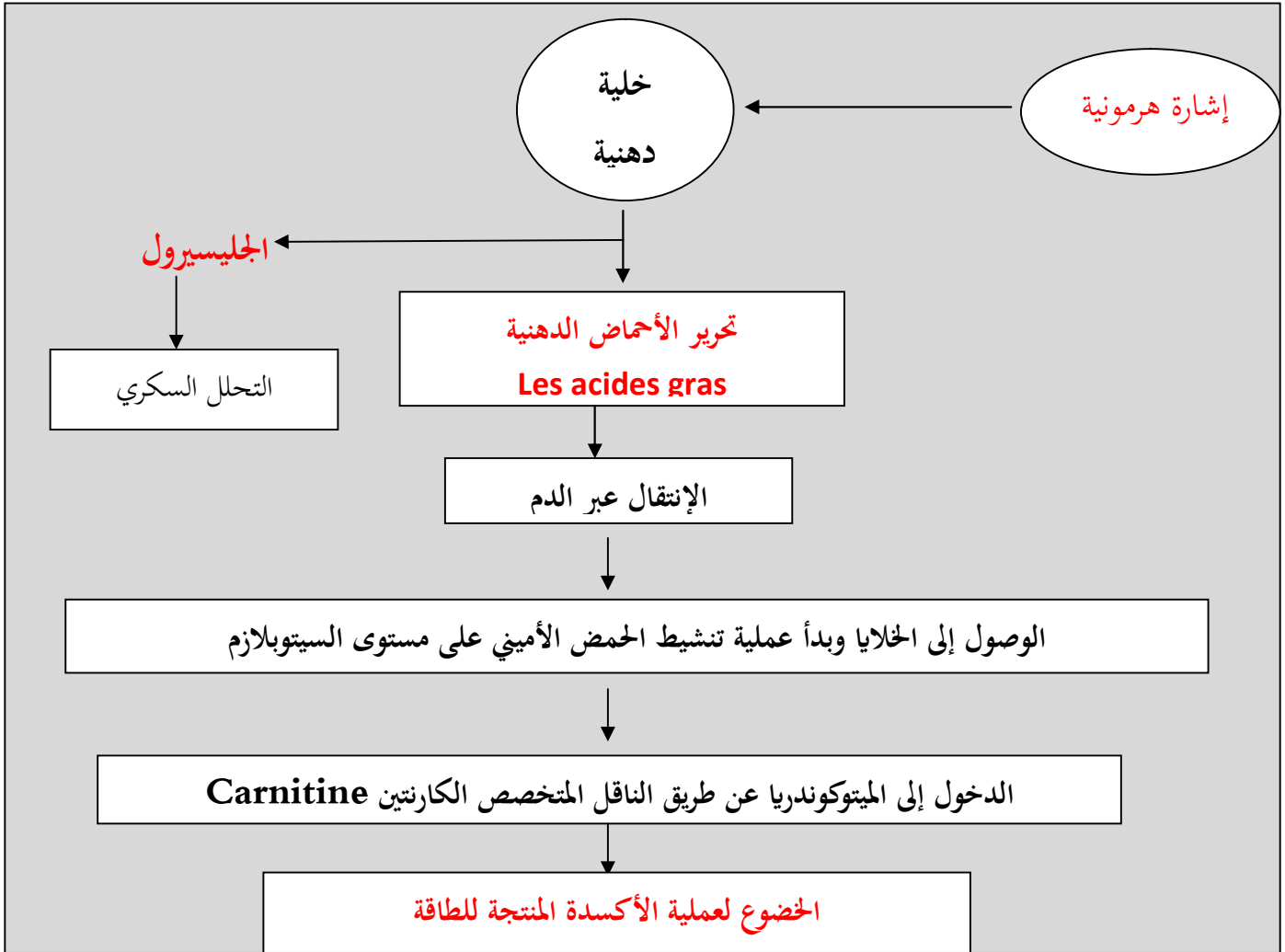
تم عملية تنشيط الحمض الدهني عن طريق تكوين رابطة أستر كبريتية بين الحمض الدهني ومجموعة ثيول أستر (SH) في CoA عن طريق Acétyl CoA Synthétase :



2- دخول الأحماض الدهنية إلى الميتوكوندريا :

لا يمكن للأحماض الدهنية أن تعبر الغشاء الداخلي للميتوكوندريا إلا عن طريق ناقل متخصص هو الكارنيتين .

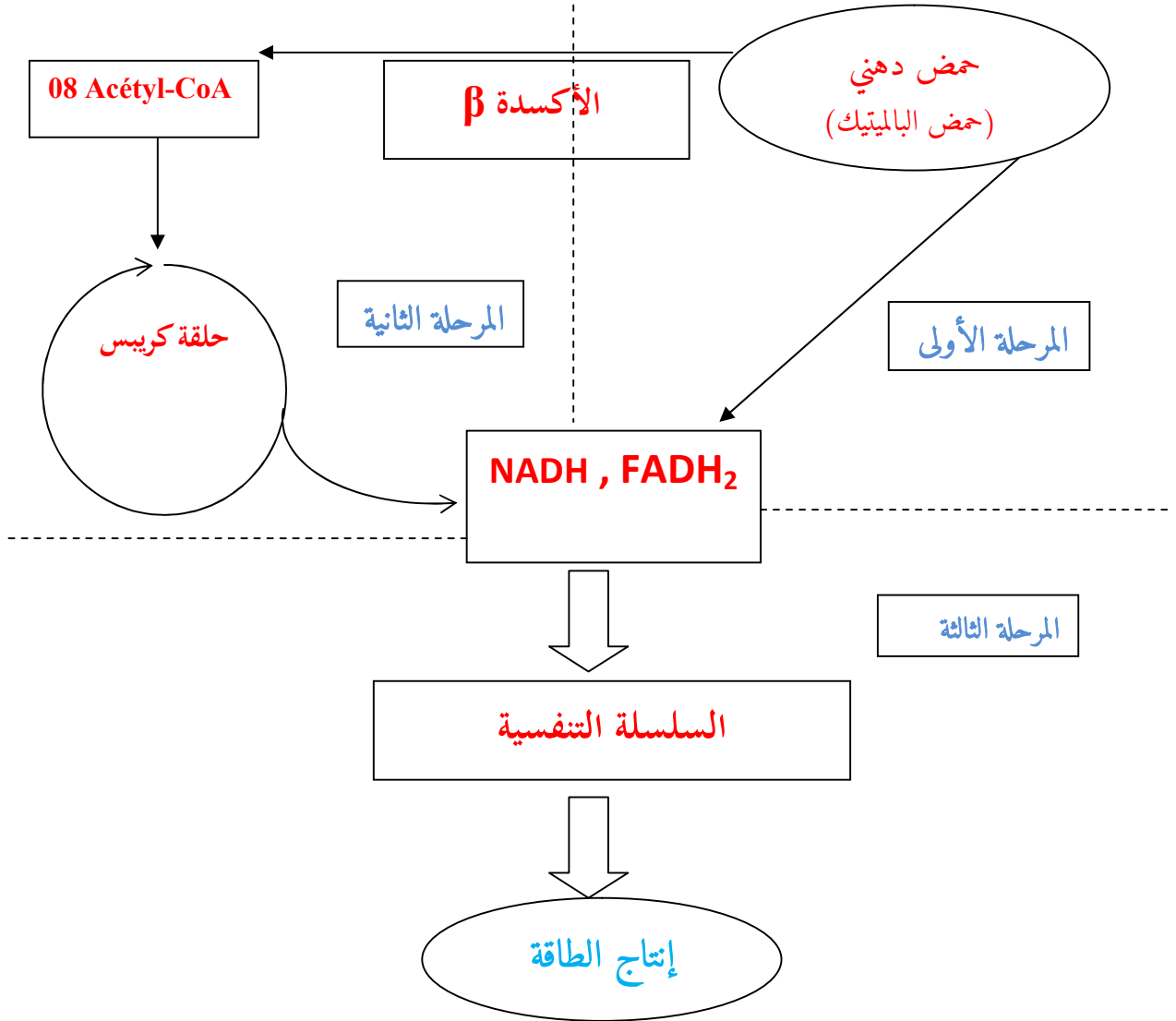
(لاحظ الشكل التخطيطي رقم : 06)



شكل تخطيطي رقم : 06 يوضح كيفية تحرير الأحماض الدهنية من الخلايا الشحمية ومراحل إنتقالها حتى وصولها إلى الميتوكوندريا

➦ مراحل أكسدة الأحماض الدهنية :

تمر الأكسدة بثلاث مراحل المرحلة الأولى منها تعرف بـ: الأكسدة β ويحدث فيها تجزئة للحمض الدهني إلى عدد من الوحدات ثنائية الكربون (Acetyl-CoA) في شكل دورات متتابعة بينما تشترك المرحلة الثانية والثالثة من الأكسدة مع السكريات والمركبات الأخرى (دورة كريبس + الفسفرة التأكسدية) .



شكل تخطيطي رقم: 07 بين مراحل أكسدة الأحماض الدهنية

المحاضرة الثانية عشر :
(الكيمياء الحيوية كأحد ركائز الطب الرياضي)

الطب الرياضي la Médecine du sport

يعتبر الطب الرياضي أحد التخصصات الطبية الحديثة ويهتم بتطبيق كل ما تم التوصل إليه في المجال الطبي على النشاط البدني عامة والممارسة الرياضية خاصة .
الطب الرياضي يركز على عودة الفرد (بعد المرض أو الإصابة) إلى مستوياته البدنية السابقة بينما الطب العادي يركز على عودة الفرد إلى حالته الطبيعية فقط .

مفهوم الطب الرياضي :

هو علم طبي حديث يهتم بالتغيرات الوظيفية أو التشريحية أو المرضية التي يتعرض لها الجسم والنتيجة عن ممارسة النشاط البدني الرياضي ، كما يهتم أيضا بتطبيقات الفروع الطبية المختلفة في المجال الرياضي .

- الطب الرياضي يجب عن التساؤلات التالية :

ما هي حدود القدرة البدنية ؟

كيف يمكن تجنب الإصابات الرياضية أثناء القيام بالتمارين الرياضية ؟

ما هو الغذاء الملائم ؟

ما هي المصادر الطاقوية الملائمة ؟

ما هو عدد الحصص التدريبية الملائمة ؟.....

ملاحظة : الطب الرياضي يدرس :

الفيزيولوجيا والبيولوجيا الرياضية ، الأيض الطاقوي ، طرق تأقلم الجسم مع القوة ، التدريب والإفراط في التدريب ، التعب والإسترجاع ، المنشطات ، التغذية ، القياسات الجسمية

أهمية دراسة الطب الرياضي : تلخص أهمية دراسة الطب الرياضي في النقاط التالية :

- إثراء المعارف عن طريق إكتشاف مختلف الأمراض والإصابات التي يمكن أن يتعرض لها الرياضي أثناء الممارسة.
- يساهم الطب الرياضي في تحديد الخصائص البدنية للرياضي مما يساعد في عملية الإنتقاء والتوجيه من جهة وإعداد برامج التدريب التي تتلاءم مع الصفات البدنية للرياضي وطبيعة النشاط المراد القيام من جهة أخرى .

- يساهم الطب الرياضي في الحماية من خطر التعرض للإصابات الرياضية وذلك عن طريق دراسة مسبباتها وكيفية تفاديها .
 - يساهم الطب الرياضي في تحديد الرواتب الغذائية تبعاً لحالة الرياضي البدنية وطبيعة النشاط المراد القيام به .
 - يساهم الطب الرياضي في إعادة التأهيل الرياضي .
 - تساهم دراسات الطب الرياضي في التعرف على أفضل السبل للإسترجاع .
 - يعمل الطب الرياضي على تفسير حالة التعب وأسبابه مما يساعد في تأخير حصوله بغية تطوير الأداء الرياضي.
 - يساهم الطب الرياضي في الكشف عن المذشطات مما يساعد القائمون على المجال الرياضي في مجابهة هذه الظاهرة .
- ملاحظة :** يوجد ثلاث تصنيفات للنشاط الرياضي :

1- النشاط الرياضي عالي المستوى : Le sport de haut niveau

التدريب فيه يكون بشكل دوري ومستمر ، ساعات التدريب تتجاوز 10 ساعات أسبوعياً .

2- النشاط الرياضي التنافسي : Le sport de competition

التدريب فيه يكون بشكل دوري ومستمر ، ساعات التدريب أقل من 10 ساعات أسبوعياً .

3- النشاط الرياضي الترويحي : Le sport de loisir

ويشمل عدة أنواع من الرياضات تصنف على حسب المعيار الطاقوي إلى صنفين :

أ- الرياضات الطاقوية : Les sports énergétiques

ترتكز على أداء الجهاز القلبي الوعائي cardiovasculaire مثل رياضات المداومة

sport d'endurance ، رياضات الدراجات الهوائية cyclisme ، الرياضات

الجماعية

ب- الرياضات غير الطاقوية : Les sports non énergétiques

وتشمل الرياضات التي تتطلب تركيزاً مثل رمي الرمح ، الجولف

- التكفل الطبي بالرياضي : Prise en charge médico-sportive

I. الفحص الطبي الأولي :

يخضع الرياضي القادم إلى النادي أو الفريق لمجموعة من الفحوصات الطبية التي تسمح بالوقوف على القدرات البدنية للرياضي .

قبل الخضوع للفحوصات الطبية الدقيقة يستجوب الرياضي حول النقاط التالية :

- وجود أمراض داخلية أو إصابات سابقة .
 - أسئلة تتضمن خبرته السابقة .
 - المردود الرياضي خلال ثلاث أو أربع مواسم الأخيرة (عدد المباريات التي شارك فيها الرياضي مثلا) .
 - تعرض الرياضي لتدخلات جراحية سابقة حتى ولو كانت في سنوات طفولته .
- ملاحظة :** من خلال هذه الأسئلة تتكون لدى الطبيب فكرة أولية عن الحالة الصحية للرياضي .

- الفحوصات الطبية الأولية تشمل فحص الأجهزة التالية :

1- فحص الجهاز القلبي الوعائي : Appareil Cardiovasculaire

الفحص يقوم به طبيب مختص ويتكون من :

- كشف عيادي .
- صور بيانية كهربائية للقلب électro-cardiovasculaire أثناء الراحة وأثناء العمل .
- مخطط صدى القلب échocardiogramme

يسمح هذا الفحص بالكشف عن المعايير الشاذة أو غير الملائمة لممارسة النشاط الرياضي لأن 90 % من هذه المعايير سببها الجهاز القلبي الوعائي .

ملاحظة : مخططات القلب للرياضي يتم تفسيرها بشكل خاص لذلك ينبغي للطبيب المختص الذي يشرف على عملية الفحص أن يكون مدركا لذلك وأن يكون على إطلاع على الطب الرياضي ، وإن تعذر عليه ذلك يمكنه الإستعانة بطبيب مختص في المجال الرياضي ليساعده في عملية التفسير .

2- فحص الجهاز الحركي: Appareil Locomoteur

- الفحص يقوم به طبيب رياضي ويشمل :
 - فحص الجهاز العظمي للتأكد من سلامته (كشف عيادي ، تصوير بالأشعة ، scanners ، Imagerie par Résonance Magnétique) إذا لزم الأمر .
 - فحص المفاصل والعضلات .
 - فحص لإكتشاف عدم التوازن أو اضطرابات في الجهاز الحركي .
- ملاحظة :** الجهاز الحركي يعتبر المصدر الثاني للمعايير الغير ملائمة لممارسة النشاط الرياضي .

3- فحص عيادي عام : Examen clinique général

ويشمل فحوصات دقيقة للأسنان ، الأذن ، الأنف ، الحنجرة ، الرؤية

4- القياسات الحيوية : Biométrie

الوزن ، الطول ، نسبة الدهون ، مؤشر الكتلة الحيوية (IMC (Indice de Masse Corporelle) ...

5- لمحة فيزيولوجية (قياس القدرات الفيزيولوجية) : Profil physiologique

قياس القدرات الهوائية : VO₂max (consommation maximal d'oxygène) (الإستهلاك الأقصى للأوكسجين) ، VMA (Vitesse Maximale Aérobie) ، PMA (Puissance Maximale Aérobie)
قياس القدرات اللاهوائية .
قياس القوة العضلية

6- فحص بيولوجي : Examen biologique

إجراء إختبارات لتحليل سوائل الجسم للتأكد من سلامته .

7- لمحة عن النمط الغذائي : Profil Alimentaire

تحليل للعادات الغذائية من الناحية الدينية والثقافية .

8- لمحة بسلوكية : Profil Psychologique

يقوم بها مختص نفسي psychologue للوقوف على القدرات النفسية للرياضي .

تسمح الفحوصات الطبية الأولية للطبيب بتحديد الخصائص البدنية للرياضي لممارسة النشاط الرياضي من عدمه .

II. المتابعة الطبية أثناء الموسم الرياضي (المنافسات) :

Suivi médico-sportif au cours de la saison

المتابعة الطبية أثناء الموسم الرياضي يجب أن تتضمن الإجراءات التالية :

1- متابعة للقياسات الحيوية : Suivi biométrique

الوزن ، الطول ، نسبة الدهون

2- متابعة فيزيولوجية : Suivi physiologique

بالتنسيق مع المدرب والمخضر البدني يتم تحديد شدة التدريب التي تتلاءم مع الخصائص الفيزيولوجية لكل رياضي .

متابعة شدة التدريب ومع إمتداد الموسم من أجل تحديد نمط تدريبي مناسب للأهداف المرجوة من العملية التدريبية.

3- متابعة طبية عامة ودورية : للأسنان ، الأنف ، الحنجرة

4- متابعة بيولوجية : Suivi biologique

عن طريق قياس المكونات الكيميائية للسوائل الحيوية من أجل تصحيح الإضطرابات الناتجة عن التغذية أو التدريب .

5- متابعة طبية وقائية : Suivi préventif

الوقوف على نقاط الضعف في الخصائص البدنية التي ظهرت على الرياضي نتيجة المنافسة والعمل على تعديلها من أجل وقاية اللاعب من خطر الإصابات الرياضية .

6- متابعة علاجية : Suivi thérapeutique

التدخل الطبي عند إصابة الرياضي أو تعرضه لمرض يحول دون مشاركته في المنافسة (ويشمل هذا التدخل التشخيص ، العلاج ، التأهيل بالنسبة للإصابات الرياضية) .

7- متابعة بسلوكية : Suivi psychologique

تحضير نفسي وعقلي للمنافسة .

ملاحظة : من خلال تحليل كل المعطيات الطبية وبشكل مستمر يتمكن الفريق الطبي من ضمان السلامة الصحية للرياضي وضمان ممارسته للنشاط الرياضي بأعلى جودة ممكنة .

أمراض القلب الوعائية :

حسب منظمة الصحة العالمية الأمراض القلبية الوعائية هي مجموعة الإضطرابات التي تصيب القلب والأوعية الدموية ، وتلك الإضطرابات تشمل ما يلي :

- أمراض القلب التاجية وهي أمراض تصيب أوعية الدم التي تغذي عضلة القلب .
- الأمراض الدماغية الوعائية وهي أمراض تصيب الأوعية التي تغذي الدماغ .
- الأمراض الشريانية المحيطية وهي أمراض تصيب الأوعية الدموية التي تغذي الذراعين والساقين .

• أمراض القلب الروماتيزمية وهي أضرار تصيب العضلة القلبية وصمامات القلب جراء حمى روماتيزمية ناتجة عن جراثيم العقديات .

- أمراض القلب الخلقية وهي تشوهات تلاحظ عند الولادة في الهيكل القلبي .
- الخثار الوريدي العميق أو الإنصمام الرئوي وهي عبارة عن جلطات دموية تظهر في أوردة الساقين والتي يمكن لها الإنتقال إلى القلب والرئتين .

تنجم النوبات القلبية والسكتات الدماغية عادة عن إنسداد يحول دون تدفق الدم وبلوغه القلب أو الدماغ وأكثر أسباب ذلك الإنسداد شيوعا تشكل رواسب دهنية في الجدران الداخلية للأوعية التي تغذي القلب أو الدماغ .

ويمكن أن تحدث السكتات الدماغية أيضا جراء نزيف من أحد الأوعية الدماغية أو من الجلطات الدموية .

ملاحظة : سبب النوبات القلبية والسكتات الدماغية عادة يكمن في النقاط التالية :

- تعاطي التبغ - الأنظمة الغذائية غير الصحية - السمنة - الخمول البدني - تعاطي الكحول
- الإرتفاع المفرط في ضغط الدم - داء السكري - ارتفاع نسبة الشحوم في الدم

أعراض أمراض القلب الوعائية :

أعراض الإصابة بالنوبة القلبية :

في غالب الأحيان لا توجد أعراض تنذر بحدوث الأمراض الكامنة التي تصيب الأوعية الدموية .

قد تكون النوبة القلبية أو السكتة الدماغية الإنذار الأول لحدوث تلك الأمراض ، وتشمل أعراض النوبة القلبية ما يلي :

- ألم أو إزعاج في وسط الصدر .
- ألم أو إزعاج في الذراعين أو الكتف اليسرى أو المرفقين أو الفك أو الظهر .
- قد يعاني الفرد علاوة على ذلك صعوبة في التنفس أو ضيق التنفس وغثيان أو تقيؤ ، إغماء ، عرق بارد ، شحوب الوجه ومن الأعراض التي تعانيها النساء بصفة خاصة ضيق التنفس والغثيان والتقيؤ وألم الظهر أو الفك .

أما السكتة الدماغية فأكثر أعراضها شيوعا حدوث ضعف من جزء في الوجه أو الذراع أو الساق وغالبا ما يحدث ذلك في جانب واحد من الجسم ، ومن الأعراض الأخرى شعور مفاجئ بما يلي :

- خدر في الوجه أو الذراع أو الساق في جانب واحد من الجسم على وجه التحديد .
- صعوبة في الكلام أو في فهم كلام الآخرين .
- صعوبة في الرؤية بعين واحدة أو كلتا العينين .
- صعوبة في المشي أو فقدان التوازن أو القدرة على التنسيق .
- صداع شديد بدون سبب ظاهر .
- الإصابة بالإغماء أو فقدان الوعي .

ملاحظات :

- 1- روماتيزم القلب هو عبارة عن التهابات حادة للأنسجة الضامة تسبب أضرار تلحق بصمامات القلب والعضلة القلبية ، وينتشر هذا المرض كثيرا عند الأطفال في مرحلة قبل البلوغ حيث تعتبر الحمى الروماتيزمية سببا رئيسيا لذلك (الحمى الروماتيزمية هي عبارة عن التهابات في الحلق والموزتين سببها بكتيريا عقدية -

ستبتوكوكس - وفي حالة عدم علاجها فإن تأثيراتها تمتد لتصيب صمامات القلب .(

2- الجلطة الدموية هي الناتج النهائي لعملية التخثر الدموي غير الصحية داخل الوعاء الدموي ، أما التخثر الدموي الناتج عن الجروح فهو عملية صحية تستهدف وقف النزيف الدموي .

أمراض الجهاز الحركي :

1-الكساح : هو مرض يحدث فيه تلين للعظام نتيجة نقص نسبة الكالسيوم والفوسفور والفيتامين D أو كنتيجة لعدم قدرة الجسم على إستخدام هذه المواد .

- أعراض المرض :

- في سنوات الطفولة الأولى تظهر ليونة في العظام وتلتوي مشكلة أشكال غير طبيعية ومع نمو الطفل تزداد العظام صلابة لكنها تبقى بنفس الأشكال التي إتخذتها مسبقا .
- الهزال والتعرق وآلام عظمية وليونة الجسم بشكل عام .
- قصر الطول لطبيعي للطفل .
- العلاج : تزويد الجسم بالكالسيوم والفيتامين D .

2- هشاشة العظام : هو مرض يحدث فيه نقص في كثافة العظام حيث تصبح العظام أكثر هشاشة .

- أسبابه :

- الشيخوخة .
- الجنس : النساء أكثر عرضة لهذا المرض
- عدم التعرض لأشعة الشمس مما يؤدي إلى نقص الفيتامين D .
- البنية المورفولوجية الضعيفة .
- قلة تناول الكالسيوم .
- قلة ممارسة الرياضة .
- بعض الأمراض الأخرى كالتقصير الكلوي .

- تناول المستمر لبعض الأدوية مثل الكورتيزون (هرمون يفرز من الغدة الكظرية ويعمل على تثبيط عمل الجهاز المناعي وبالتالي يقلل الإلتهاب والألم في المنطقة المصابة) وأدوية الصداع .

- **التشخيص:** قد لا تظهر أعراض على المصاب في المراحل الأولى حتى تنكسر إحدى العظام نتيجة سقطة بسيطة ، لكن بشكل عام يتم تشخيص المرض عن طريق قياس كثافة العظام بواسطة نوع خاص من الأشعة السينية .

- **العلاج:**

- تزويد الجسم بهرمون الأستروجين الذي يفيد في وقاية الجسم من الإصابة بهشاشة العظام .

- دواء ألندرونات الصوديوم .

- تزويد الجسم بفيتامين D والكالسيوم .

- **3- الروماتيزم:**

كلمة روماتيزم تستعمل للتعبير عن آلام وتيبس المفاصل والأنسجة المحيطة بها . هناك العديد من الأمراض الروماتيزمية : إلتهاب المفاصل الروماتيزمي - إلتهاب الأوعية الدموية الروماتيزمية - أمراض غدية واستقلابية تظهر فيها أعراض روماتيزمية - النقرس (هو عبارة عن إلتهاب حاد بالمفاصل وتنتصف هذه الحالة المرضية بتكرار حدوثها ويصيب عادة الإصبع الكبير للقدم) .

- **أسباب المرض:** أسباب المرض متعددة منها المرضي والإستقلابي والمناعي ...

ومن المعروف أن هذا المرض ينتشر بكثرة في البلاد الباردة كما أن التطور التقني الذي أدى إلى نحول الإنسان وقلة حركته إضافة إلى إلتباعه لأنظمة غذائية غير صحية ساعد على إنتشار هذا المرض .

- **العلاج:** تعطى مضادات الروماتيزم وفي الحالات المتقدمة تستعمل علاجات

كيميائية كالتي تستخدم في علاج السرطان لكن بشكل عام ينصح المريض بإنقاص الوزن واتباع نظام غذائي متوازن .

4- خشونة الركبة :

مفصل الركبة هو أكبر مفاصل الجسم و يربط بين أطول عظمتين في الجسم ويؤدي وظائف مهمة في أنشطتنا الحركية .

لكن نتيجة الضغوطات المستمرة على مفصل الركبة (لأسباب كثيرة كالسمنة أو إصابات الركبة أو تقدم في السن...) فإنه ينتج عن ذلك خشونة الركبة حيث يتحول سطح غضروف الركبة الأملس الذي يساعد في تسهيل الحركة إلى سطح خشن ومتآكل ويرق حجمه وهذا يؤدي بدوره إلى تشكل نتوءات عظمية مما يضعف الآلام والالتهابات .

- العوامل المساعدة في التقليل من مضاعفات هذا المرض :

- تجنب فترات الوقوف الطويلة وتكرار صعود ونزول السلالم لأن ذلك من شأنه أن يزيد من الضغط على مفصل الركبة .
- تجنب ثني الركبة .
- تجنب بعض أنواع الجلوس التي يمكن أن ينتج عنها مضاعفات لمفصل الركبة .
- المشي بانتظام من شأنه تحسين الدورة الدموية لغضاريف وأنسجة مفصل الركبة .
- تخفيض الوزن .
- إستخدام وسائل مساعدة أثناء المشي من أجل تخفيف الضغط على مفصل الركبة .

5- القدم المسطحة :

تكون القدم مسطحة أو مفلطحة وتفقد التقوس الطبيعي الموجود من الجهة الخارجية ، وتظهر هذه الصفات بشكل واضح في وضعية الوقوف .
معظم حالات تسطح القدم لا ينتج عنها آلام ولا تسبب أي مشاكل .
هناك بعض حالات التسطح التي تكون مصحوبة بتشوهات أخرى كالتواء راحة القدم من أسفل أو إلتحام في عظام القدم (حالة نادرة) .
بشكل عام وفي أغلب الحالات لا يوجد أعراض يشتكى منها إلا من بعض الآلام في أسفل القدم أو مؤخرة الرجل .

ملاحظة: تظهر هذه الحالة عند الأطفال لكن في أغلب الأحيان تبدأ في الإختفاء وترجع الرجل إلى حالتها الطبيعية عندما يصل الطفل لسن (7-9) سنوات .

الوقاية:

معظم حالات تسطح القدم لا يمكن تجنبها .

العلاج:

حالات تسطح القدم العادية لا يمكن علاجها ولكن في حالات حدوث ألم في القدم يمكن الإستعانة بقطع تفرش في أسفل الحذاء لتخفيف آلام القدم .
يمكن الحصول على هذه الأفرشة من الصيدليات أو أماكن العناية بالقدم حيث يتم تصنيع أفرشة للقدم وفق الطلب ، أما في المجال الرياضي فهناك أحذية تصنع خصيصا لهذا الغرض .

آلام الظهر:

أسبابها: يمكن أن تنتج آلام الظهر عن أحد الأسباب التالية :

- عرق النسا (إنزلاق عضروفي قطني) (الديسك) .
- إلتهاب المسالك البولية .
- تمزق عضلي أو شد مفاجئ لعضلات الظهر نتيجة حركة رياضية أو رفع أوزان ثقيلة أو الوقوف لمدة طويلة أو النوم على أفرشة غير طبية إضافة إلى ضعف عضلات البطن أو الظهر .
- الكسر المضغوط الذي يحدث في الفقرات القطنية للعمود الفقري .
- أمراض الكلى .
- إصابة في العمود الفقري .
- روماتيزم المفاصل .
- الذئبة الحمراء (مرض وراثي) (مرض روماتيزمي مزمن قد يصيب جزء أو عدة أجزاء من الجسم وقد يصيب الجلد أو المفاصل ، الكلى ، الجهاز العصبي ، الرئتين... وفي بعض الحالات يكون المرض محصورا بالجلد وتختلف أعراض المرض بين تعب عام وإرهاق إلى آلام بالمفاصل) .

- الضغوط النفسية .
- مشاكل في الحوض .
- ارتفاع تركيز حمض اليوريك وترسيب الدم .
- سرطان العظام .
- النقرس .

التشخيص :

X-ray ، IRM ، تخطيط كهربائي للقلب ، تحاليل الدم المختلفة

العلاج :

- استخدام أفرشة طبية مناسبة .
- التدليك و العلاج الطبيعي .
- تقليل الضغط الواقع على عضلات الظهر .
- تناول مسكنات (بوصفة طبية) .
- المشي المنتظم و الرياضة المحدودة و عدم الإجهاد .
- استخدام مشدات للظهر بوصفة طبية .
- رفع الاثقال بشكل صحيح .
- الجلوس الصحيح و الوقوف الصحيح .
- تقوية عضلات الظهر بممارسة الرياضة.....

المحاضرة الثالثة عشر :
(الكيمياء الحيوية والتدريب الرياضي)

القواعد الصحية للتدريب :

- التنظيم :

التدريب يجب أن يتم بطريقة محددة ولإتقان المهارة يجب التدريب عليها باستخدام بنفس المجموعات العضلية وبنفس الطريقة التي ستم في المنافسة .

- الجهد والراحة :

يجب وضع برنامج دقيق لأيام التدريب الشديد وأيام التدريب الخفيف .

- التدريب والإفراط في التدريب :

للوصول إلى مستويات أداء عالية يجب أن نزيد من مقدرة الجسم بزيادة التمرينات إلى حدها الأقصى دون أن يتجاوز ذلك حدود القدرة البدنية للرياضي .

- التدرج :

التدريب عملية متدرجة من السهل نحو الصعب .

- التخصص :

يجب على الرياضي أن يركز على نوع واحد من الرياضة لتحسين مستواه فيها ويجب عليه تطوير القدرات التالية :

التنسيق : يبدأ بالحواس التي ترسل إشارات للمخ الذي يعمل على تحليلها واتخاذ قرار يحدد فيه نوع المجموعات العضلية التي ستقوم بالحركة وكيف وبأي سرعة .

السرعة : يجب أن يتدرب الرياضي على السرعة في التمرينات والسبب في ذلك أن العضلات تتكون من نوعين من الألياف العضلية ، ألياف عضلية بطيئة الانقباض تكون غنية بالدم وتظهر حمراء اللون تحت المجهر ويتميز أصحابها بالتحمل وألياف عضلية سريعة الإنقباض تكون فقيرة بالدم وتظهر بيضاء اللون تحت المجهر ويتميز أصحابها بالسرعة والقوة .

إن نسبة النوعين السابقين محددًا مسبقًا قبل الولادة ولا دخل للرياضي في ذلك ولكن يستطيع الزيادة من كفاءتها عن طريق عملية التدريب .

القوة : يمكن تطوير المجموعات العضلية عن طريق رفع الأثقال بالطرق التقليدية لكن نجد أن أفضل الطرق لزيادة القوة العضلية هو تقوية المجموعات العضلية أثناء الأداء التي سيتم في المنافسة .

- التدريب العنيف :

ويقصد به الفترة التي يضع فيها الرياضي كامل جهده في عملية التدريب وعلى أي حال لا بد أن يتم إجهاد الجسم في أقل مقدار من الزمن لكي تحدث عملية التأقلم .
التدريب العنيف يصل بالرياضي لمرحلة اللهاث والتعرق وزيادة في ضربات القلب ،
فضربات القلب بالنسبة لرياضي مبتدئ تزيد 60% عن المعدل الطبيعي لتصل إلى
120 ضربة في الدقيقة ويجب أن يستمر ذلك لعدة دقائق أما الرياضي عالي المستوى فإن
ضربات قلبه تصل إلى 180 ضربة في الدقيقة لمدة أطول .

- الراحة :

تتأثر العضلات أثناء الإجهاد لذلك فإنها تحتاج إلى فترة من الزمن لتعود إلى حالتها
الطبيعية

تحتاج العضلات إلى الراحة للأسباب التالية :

- يحدث تلف للأنسجة العضلية نتيجة الإجهاد وهي بذلك تحتاج إلى فترة من الزمن لإعادة بناء تلك الأنسجة .
- نفاذ الجليكوجين العضلي ويحتاج فترة 10 ساعات إلى 10 أيام لكي يتم تعويضه .
- نفاذ البوتاسيوم الضروري لمختلف العمليات الحيوية ويحتاج الجسم إلى 48 ساعة لإعادة تخزين الكمية اللازمة .

ملاحظات :

- 1- يمكن تحديد درجة إصابة الأنسجة العضلية عن طريق تركيز بعض الإنزيمات في الدم .
- 2- فترة الراحة للرياضي لا تعتبر إطلاقاً التوقف التام عن أداء أي نشاط رياضي بل يجب عليه أن يواصل التدريب لكن بمستويات منخفضة .
- 3- لا يوجد حتى الآن إتفاقا بين المدربين حول مدة الراحة ويرى كثيرون أنهم يحتاجون لـ: 48 ساعة بعد المباريات أو التدريبات العنيفة .
- 4- السباحون يحتاجون لترات راحة أقل لأن جسم السباح يكون في وضعية أفقية في الماء والقلب لا يضخ ضد الجاذبية والطفو يخفف من جهد العضلات .

5-فترة الراحة بعد المنافسات تكون أكبر من فترة الراحة بعد التدريبات العنيفة وغالبا ما يحتاج متسابقوا الماراتون إلى فترة أسبوع إلى 10أيام وقد تصل إلى أسبوعين .

التدريب والإفراط في التدريب :

التحسن الكبير الذي طرأ على أداء الرياضيين كان بفضل تجاوزهم حدود القدرة الجسمية عند الإنسان .إلا أن حد أقصى للجهد البدني لا يمكن لأي رياضي أن يتجاوزه مهما بلغت لياقته البدنية .

هناك خيط رفيع بين الحد الأقصى والإفراط وهناك أمثلة كثيرة عن رياضيين تجاوزوا الحد الأقصى ودخلوا مرحلة الإفراط في التدريب مما أنهى حياتهم الرياضية .

علامات الإفراط في التدريب :

- ألم وتيبس في العضلات والمفاصل وثقل في الأرجل .
- توتر في الأعصاب وعدم الرغبة في التدريب واكتئاب ولامبالاة وعدم القدرة على الإسترخاء .
- هبوط حاد في المستوى .

ملاحظة :

من علامات التحذير فيما يخص الإفراط في التدريب الصداع وفقدان الشهية والإرهاق وفقدان الوزن وتورم الغدد اللمفاوية في الرقبة والإسهال وعدم ظهور الدورة الدموية لدى السيدات .

ذروة الأداء الرياضي :

الرياضيون المحترفون يعدون أجسامهم بطريقة تسمح لهم بتقديم أداء متميز في المنافسات الهامة .ويتحقق هذا باتباع طريقة تسمى الإعداد للذروة .

وتتلخص هذه الطريقة في تخفيض حجم العمل وتكثيفه كلما اقتربت المنافسة ويستخدم هذه الطريقة الرياضيون الذين يعتمد آداؤهم على القوة والتحمل .

في فترات الذروة يقوم الرياضي بنشاط قليل بدرجة عالية من الكثافة فمثلا رافع الأثقال يرفع أوزانا أثقل بتكرارها لمرات أقل ، وخلال هذه الفترة يقوم الرياضي بالتدريب لفترات

طويلة مما يساعد في تقوية عضلاته وتحسين أداء الدورة الدموية وتدريب العضلات على أخذ أكبر قدر من الأوكسجين .

ملاحظات :

1- لا يمكن للرياضي أن يبقى في مرحلة الذروة أكثر من (6-8) أسابيع وذلك للأسباب التالية :

- كلما زادت كثافة التدريبات كلما زادت احتمالية الإصابة .
- عدم إمكانية المحافظة على التدريبات العنيفة لمدة أطول .

2- ينصح بعدم تعجيل الوصول إلى الذروة لأن كثافة التدريب لا يمكن الاحتفاظ بها لمدة طويلة وإن حاول الرياضي زيادة مدة الذروة فقد يتعرض لإفراط في الجهد مما يؤثر على أدائه في المنافسة .

الإرتداد :

مهما كانت القدرات البدنية للرياضي فإنه سيفقدها في مدة لا تتجاوز (3-4) أسابيع إبتداءً من لحظة توقفه عن ممارسة النشاط الرياضي وهذه الظاهرة تسمى بالإرتداد . لا يوجد تفسير دقيق لهذه الظاهرة إلا أن بعض الدراسات أشارت إلى أن العضلات إن لم تتعرض للإجهاد وبصفة مستمرة فإنها ستفقد بصورة سريعة بعض قدراتها على استخدام الأوكسجين بفاعلية .

أي أن الإرتداد في المستوى يكون كبير عند الرياضيين الذين يمارسون رياضات التحمل ويكون أبطأ عند رافعي الأثقال و متسابقى مسافات السرعة لأن نشاطهم لا يحتاج إلى كميات كبيرة من الأوكسجين .

إضافة إلى إنخفاض المستوى يمكن ملاحظة علامات أخرى نوجزها كالتالي :

- صعوبة في التنفس فعند التوقف عن التدريب لمدة أسبوعين فإن الرياضي يلهث بسرعة في نفس المسافة التي كان يجريها مسبقا بارتياح ذلك أن العضلات تكون غير قادرة على استخدام الأوكسجين بكفاءة .

• ألم في العضلات ولا يعرف سبب ذلك بدقة والتفسير المقبول أنه خلال فترة الإرتداد يحدث انكماش في الأنسجة العضلية مما يجعلها ضعيفة وأكثر عرضة للتمزقات .

إن توقف الرياضي عن أداء النشاط الرياضي من شأنه أن يؤدي إلى فقدان في التوازن العضلي علما أن فترة إستعادة هذا التوازن تكون طويلة ، لذلك ينصح الرياضي بأن لا يتوقف بشكل نهائي عن ممارسة النشاط الرياضي وعليه اتخاذ كل السبل الممكنة لإبقاء عضلاته نشطة .

الإسعافات الأولية : Premiers Secours

تعريف : الإسعاف الأولي هو عناية طبية فورية ومؤقتة تقدم لمصاب لغرض الوصول به إلى وضع صحي أحسن بأدوات ومهارات علاجية بسيطة إلى حين وصول الرعاية الطبية الكاملة . كما يعرف على أنه القدرة على تقديم العلاج الأولي بمهارة وفعالية للمصاب (جاء حادث أو مرض) والحيلولة دون تدهور حالته الصحية أكثر وهو محدد زمنيا ويكون ضمن الإمكانيات المتوفرة إلى حين إيصال المصاب إلى الطبيب أين تنتهي مهمة المسعف .

متطلبات الإسعاف الأولي :

يجب على المسعف أن يكون على دراية كاملة بالحد الأدنى للمعلومات المتعلقة بالإسعاف الأولي من بينها :

- فهم وإدراك قواعد الإسعافات الأولية .
- إدراك أهمية تأمين موقع الحادث وعزل الجسم .
- معرفة كيفية فتح ممرات التنفس .
- معرفة أعراض وعلامات الخطر .
- معرفة علامات الإستجابة من عدمها .
- معرفة طرق تخفيف الألم .
- معرفة طرق وقف النزيف الدموي .
- معرفة كيفية التعامل مع إصابات العمود الفقري .
- إمتلاك معلومات عامة عن كيفية عمل وظائف الجسم الحيوية .

• معرفة الطرق الصحيحة لحمل المصاب .

أهداف الإسعاف الأولي : نتلخص أهداف الإسعاف الأولي في النقاط التالية :

1- المحافظة على الحياة ودعمها خاصة في الحالات الحرجة .

2- هدف إجتماعي عن طريق تنمية روح التعاون والتكافل الإجتماعي .

3- منع تدهور الحالة الصحية للمصاب عن طريق :

• العمل على إيقاف النزيف الدموي .

• العمل على تخفيف الألم .

• تنظيف الجروح وتعقيمها .

• العمل على تثبيت الكسور في حالة مريحة .

• وضع المصاب بشكل عام في وضعية مريحة .

4- إبعاد المصاب عن مصادر الأذى (كما في حالات الحروب والحوادث والكوارث

(الطبيعية)

5- تقديم الدعم النفسي للمصاب .

المسعف الأولي :

تعبير يطلق على أي شخص نال شهادة من هيئة رسمية مفوضة بالتدريب وتشير إلى أن حاملاها مؤهل لتقديم الإسعاف الأولي ، وقد أستخدمت هذه التسمية لأول مرة (منظمات الإسعاف الأولي عام 1894) .

تمنح شهادة المسعف الأولي للأفراد الذين تلقوا دورات تدريبية واجتازوا الإمتحان الذي تشرف عليه تلك الهيئة والشهادة الممنوحة صالحة لمدة معينة (غالبا ثلاث سنوات) مما يضمن أن المسعف الأولي :

• متدرب تدريب عالي المستوى .

• يجدد معلوماته ومهاراته .

الإسعاف الطبي :

يشمل الإجراءات الطبية التي يقدمها الطبيب للمصاب في المستشفى أو عيادة أو في مكان الحادث وتمثل تلك الإجراءات في المعاينة والتشخيص ووصف الدواء والتدخل الجراحي إذا لزم الأمر .

مسؤولية المسعف الأولي :

أثناء تقديم الإسعاف الأولي تنحصر مسؤولية المسعف الأولي فيما يلي :

- تقييم الوضع دون تعريض حياته للخطر .
- إبعاد المصاب عن مصادر الخطر .
- محاولة تحديد نوع المرض أو الإصابة التي يعاني منها المصاب .
- محاولة تقديم المعالجة الفورية للمصاب بما يتوافر من مواد علما أن المصاب يمكن له أن يشكو أكثر من إصابة ، وأن بعض المصابين قد يحتاجون للمساعدة أكثر من غيرهم (في حال وجود أكثر من مصاب) .
- العمل على نقل المصاب إلى عيادة طبية أو مستشفى حسبما تقتضيه حالته الصحية .

تنتهي مسؤولية المسعف الأولي عندما يسلم المصاب إلى طبيب أو ممرض أو أي شخص آخر قادر على تقديم مساعدة طبية أحسن ، وينبغي على المسعف أن يقدم المعلومات التي يعرفها إلى من يتولى الأمر .

الطرق الرئيسية للإسعاف الأولي :

يستطيع المسعف الأولي أن يوفر ضرورات الحياة المناسبة عن طريق :

- توفير مسلك هواء مفتوح .
- تنفس ملائم .
- دورة دموية منتظمة .

ملاحظة :

1-توفير الأوكسجين للأنسجة الحيوية ضروري ويجب أن يكون بشكل مستمر وأي إنقطاع يؤدي إلى موت الأنسجة الحيوية خاصة تلك الموجودة منها على مستوى الدماغ .

2-الحالات التي يتعرض فيها المصاب للخطر بسبب الإخلاق بضرورات الحياة هي :

- فقدان التنفس أو ضربات القلب أو كليهما معا .

- النزيف الشديد .

- حالات من فقدان الوعي التي تؤدي إلى إنسداد مسلك الهواء .

الإنعاش :

عندما يكون المصاب لا يتنفس أو قلبه لا ينبض فإن على المسعف أن يقوم بإجراءات

سريعة لضمان التهوية وتشغيل الدورة الدموية وذلك بإتباع الخطوات التالية :

1- ضمان مسلك هواء .

2- ضمان تنفس المصاب بواسطة ضخ الأوكسجين إلى رئتيه (التنفس الاصطناعي)

بشكل سريع وملائم .

3- ضمان دوران الدم عن طريق الضغط على الصدر .

إن استخدام التنفس الاصطناعي بشكل سريع مع الضغط الخارجي على الصدر إذا لزم

الأمر يمكن أن يحافظ على حياة المصاب إلى أن تتوفر مساعدة أحسن ويجب علينا

إنعاش المصاب حتى ولو كنا في شك من جدوى محاولة الإنعاش .

أ- فتح مسلك الهواء :

عندما يكون المصاب فاقدًا للوعي فإن مسلك الهواء قد يضيق أو يسد تماما وينتج عن

ذلك صعوبة في التنفس وذلك لعدة أسباب أهمها :

• ميلان الرأس للأمام مما يؤدي إلى ضيق مسلك الهواء .

• عدم التحكم في عضلات الحلق مما ينتج عنه سقوط اللسان إلى الخلف فيسد مجرى

التنفس .

• تجمع اللعاب والقيء في آخر الحلق بسبب تعطل الأفعال الإرادية مما يسد مسلك

الهواء .

طرق فتح مسلك الهواء :

- إجلس على ركبتيك بجانب المصاب .

- إرفع ذقن المصاب بإحدى يديك (إستعمل السبابة والوسطى) واضغط في نفس الوقت على الجبهة إلى الوراء بباطن اليد الأخرى ، وبهذا يدفع فكك لسانه إلى الأمام فيفتح مسلك الهواء .

ملاحظة : إذا صوحب تنفس المصاب بأصوات فإن ذلك يدل على وجود إنسداد في مجرى التنفس يستدعي التدخل لتسليك مجرى التنفس .

التحقق من التنفس :

لكي تتأكد من أن المصاب الفاقد الوعي يتنفس عليك - بعد فتح مسلك الهواء - أن تبحث عن أي علامة من علامات التنفس عن طريق :

- الإبقاء عن مسلك الهواء مفتوحا ووضع الأذن فوق فم أو أنف المصاب .
- النظر إلى صدر وبطن المصاب فإذا كان يتنفس فإنك ستشعر بأي حركة تنفسية على جانب وجهك .

تنظيف مسلك الهواء :

حتى بعد فتح مسلك الهواء لدى المصاب فإنه قد يسد ثانية بمواد غريبة كالقيء أو سن مخلخلة أو أسنان إصطناعية أو طعام وتمنع المصاب من التنفس لذلك يجب إزالة هذه العوائق عن طريق :

- أدر رأس المصاب إلى الجانب وأبق أنفه مرفوع نحو الخلف .
- ضم أصابعك السبابة والوسطى واثنهما وافرغ بهما ما يوجد في الفم دون أن تضيع الوقت في التفتيش عن تلك العوائق ، وانتبه إلى عدم دفع أي شيء نحو الحلق .
- تحقق من التنفس مرة ثانية .

المحاضرة الرابعة عشر :
(الكيمياء الحيوية والإصابات الرياضية)

- تعريف الإصابات الرياضية :

- تعريف سمعية خليل محمد : ((هي تعرض أنسجة الجسم المختلفة لمؤثرات خارجية أو داخلية تؤدي إلى إحداث تغييرات تشريحية أو فسيولوجية في مكان الإصابة مما يعطل عمل أو وظيفة ذلك الجهاز)).
- تعريف أسامة رياض : ((الإصابة هي تعطيل أو إعاقة مؤثر خارجي لعمل أنسجة وأعضاء جسم الرياضي المختلفة ، وغالبا ما يكون هذا المؤثر مفاجئاً وشديداً مما قد ينتج عنه غالباً تغييرات وظيفية (فسيولوجية) مثل كدم وورم مكان الإصابة مع تغير لون الجلد وتغيرات تشريحية تحد من العمل الحركي للعضلة أو المفصل)).
- تعريف حياة عياد روفائيل : ((هي تغيير ضار في نوع أو أكثر من أنسجة الجسم المختلفة تصحبها مراحل رد فعل فسيولوجي كيميائي نفسي نتيجة قوة غالبية داخلية أو خارجية)).

من خلال ما سبق يمكن تعريف الإصابة الرياضية على أنها نقص أو توقف تام عن الأداء الوظيفي لنسيج أو عضو ما من الجسم نتيجة تعرضه لمؤثر خارجي أو داخلي ، ويرافق هذا كله بأعراض ومضاعفات تتوقف درجة خطورتها على حسب كفاءة اللاعب البدنية وشدة المؤثر وطبيعة النسيج أو العضو المصاب .

- الأسباب العامة للإصابات الرياضية :

- نوع الرياضة .
- كفاءة اللاعب .
- مستوى المنافسة .
- برامج التدريب الخاطئة .
- التدريب الخاطئ في المدارس .
- انعدام الروح الرياضية .
- مخالفة المواصفات الفنية والقوانين الرياضية .

- عدم التقيد بنتائج الفحوص و الإختبارات الطبية .
- استخدام الأدوات الرياضية غير الملائمة .
- سوء المستلزمات الرياضية .
- استخدام اللاعب للمنشطات .
- عدم مراعاة العوامل والظروف المناخية .

الأعراض الرئيسة للإصابات الرياضية :

تختلف أعراض الإصابات الرياضية باختلاف نوع العضو المصاب وتزداد تملك الأعراض خطورة كلما زادت شدة الإصابة ، فمثلا الأعراض التي يمكن ملاحظتها عند إصابة الرأس تكون خطيرة ومعقدة ومختلفة تماما عن الأعراض التي يمكن ملاحظتها عند إصابة القدم وهكذا .

ينتج عن الإصابات الرياضية أعراض عامة يمكن ملاحظتها في جميع الرياضات وتسمى بالأعراض الرئيسة وفيما يلي بعض منها :

- الألم في الجزء المصاب أثناء السكون والحركة ضمن المدى الطبيعي .
- الألم عند الضغط على مكان الإصابة .
- ورم في مكان الإصابة نتيجة النزيف الدموي .
- حدوث تشوه في مكان الإصابة.
- عدم ثبات الجزء المصاب (حركة غير طبيعية خاصة عند إصابة المفاصل) .
- تيبس المفاصل المصابة والمفاصل القريبة من مكان الإصابة .
- عدم قدرة اللاعب على المشي أو الحركة الطبيعية.
- ضعف أو ضمور في العضلات.
- سماع أصوات عند الحركة في الجزء المصاب (خاصة في حالة الكسر).

مضاعفات الإصابات الرياضية :

فيما يلي أهم المضاعفات التي قد تحدث من جراء الإصابات الرياضية إذا لم يتم تقديم العلاج المباشر والصحيح :

- إصابات مزمنة :

قد تتحول الإصابات العادية إلى إصابات مزمنة إذا لم يتوافر لها العلاج المناسب مثل الخلع المتكرر لمفصل الكتف لدى حراس المرمى في كرة القدم .

- العاهات المستديمة:

عند حدوث خطأ في تنفيذ العلاج الطبي خاصة إذا استدعى ذلك التدخل الجراحي

- التشوهات البدنية :

وتنتج من جراء ممارسة أنواع معينة من الرياضات بطريقة مكثفة وغير مبنية على أسس علمية مثل النحافة والضعف البدني للأطراف العليا عند لاعبي كرة القدم .

- قصر العمر الرياضي الاقتراضي للاعب :

يؤدي تكرار إصابة اللاعب إلى اختصار زمن تواجده كبطل في الملاعب وتوضح هنا أهمية الجانب الوقائي والعلاجي من الإصابات في الإطالة الاقتراضية لزمن تواجده اللاعب بالملعب .

- أنواع الإصابات الرياضية :

لقد تم تقسيم الإصابات الرياضية وفق أربعة أسس هي :

- ✚ تقسيم الإصابات الرياضية على حسب السبب الذي أدى إلى تلك الإصابة .
- ✚ تقسيم الإصابات الرياضية على حسب شدة الإصابة .
- ✚ تقسيم الإصابات الرياضية على حسب نوع الجروح الناتجة (مفتوحة أو مغلقة) .
- ✚ تقسيم الإصابة الرياضية على حسب درجة الإصابة.

- أولاً : تقسيم الإصابات الرياضية على حسب السبب :

تقسم الإصابات الرياضية على حسب السبب إلى قسمين أساسيين هما :
الإصابات الأولية والإصابات الثانوية .

1- الإصابات الأولية :

تحدث في الملاعب نتيجة أداء جهد عنيف أو التعرض لحادث غير متوقع وهي تمثل النوع الرئيسي للإصابات وتقسم إلى ما يأتي :

- إصابات ذاتية (شخصية) يسببها اللاعب نفسه .
- إصابات بسبب عوامل خارجية (اللاعب المنافس ، الأجزاء والأدوات) .
- إصابات بسبب عوامل داخلية (تغيرات داخل أنسجة الجسم بسبب التدريب المستمر) .

1-1- الإصابات الذاتية (الشخصية) :

تحدث نتيجة لخطأ ما في التكنيك نظراً لوقوع اللاعب تحت أنواع متعددة من الضغوط النفسية والфизиولوجية خاصة عندما يحاول اللاعب الارتفاع بمستوى العبء البدني والذي يرتبط باستخدام الحركات الفجائية الحادة

وتحدث الإصابة لوقوع أو وجود خلل في التوافق أثناء أداء تلك الحركات الحادة وعل أية حال فإن هناك إصابات داخلية تكون بطبيعتها حادة قد بنيت أو جاءت نتيجة لوقت طويل مثل آلام أسفل الظهر ، إصابة الأصابع وكثير من الإصابات المزمنة والتي تحدث نتيجة لتكرار أعباء أو ضغوط معينة والتي لا يعطى لها وقت كاف للالتئام أو الشفاء عند حدوثها لأول مرة .

1-2- الإصابات الخارجية :

عادة ما تكون مفاجئة وسريعة ومؤلمة ذلك لأن قوة الإصابة تكون أكبر من قدرة اللاعب على التحمل وتحدث نتيجة لعوامل خارجية مثل اللاعب المنافس أو الأدوات المستخدمة.

وتكثر مثل هذه الإصابات في الرياضات ذات الاحتكاك البدني سواء الجماعية مثل لعبة كرة القدم أو الفردية مثل المصارعة وغيرها ، وهي أن الإصابة تحدث عن طريق اللاعب الآخر مما قد يؤثر على اللاعبين معا كما أن القوة الناتجة وقوة رد الفعل تكون أكبر خاصة إذا كان النشاط الممارس يتطلب الحركة السريعة.

1-3- الإصابة الداخلية :

تحدث نتيجة تغيرات في أنسجة الجسم جراء التدريب المستمر وتكرار الجهد إلى حد الإعياء مما ينتج عنه تراكم للفضلات والأحماض تؤدي في الأخير إلى خلل وظيفي لتلك الأنسجة .

إذ أن استمرار بذل المجهود الرياضي يؤدي إلى انتفاخ العضلة نتيجة زيادة سرعة جريان الدم وزيادة حجم السوائل الأخرى داخل الأنسجة ، وهنا يجب الركون إلى الراحة حتى يتمكن الجسم من تصريف تلك السوائل وإذا استمر اللاعب في بذل المجهودات البدنية دون أخذ قسط من الراحة فإنه يصل إلى درجة الإرهاق التي ينتج عنها ما يسمى بالتليف العضلي الأمر الذي قد يفقد العضلة وظيفتها كاملة أو جزء منها على الأقل .

وتحدث الإصابات الداخلية أيضا بسبب بعض المضاعفات فمثلا عند كدمة العضلة الشديدة قد يحدث ترسب الخلايا العظمية داخل العضلات مما قد يحولها إلى كتلة عظمية فتفقد وظائفها الحركية (ذلك عندما يحصل هرس الألياف العضلية بين جسمين صلبين ، الجسم الصلب المسبب للكدمة والعظم من الداخل) .

وقد تحدث هذه الإصابات أيضا نتيجة علاج أوتار لإصابة أولية وخاصة في حالات الحقن الموضعي في حالات الإصابات بالتهاب الأوتار والأربطة والمفاصل .

2- الإصابات الثانوية :

تحدث الإصابات نتيجة إصابة أولية أو بسبب علاج خاطئ لإصابة أولية أو عدم اكتمال العلاج لها وتؤثر على مكان آخر غير مكان الإصابة ، وتكون هذه الإصابة معقدة ومركبة فمثلا يمكن ملاحظة آلام الركبة (دون إصابتها) عند إصابة القدم .

يمكن للتشوهات الخلقية التي أهمل علاجها أن تؤدي إلى آلام وتشنجات عضلية وذلك عند القيام بجهود بدنية كبيرة ، فمن المعروف أن الزوائد العظمية في القدم تسبب آلاما على مستوى عضلة الساق التوأمية .

كما أن الرجل القصيرة بعد حالة الكسر مثلا تؤدي إلى حدوث انحراف جانبي بالعمود الفقري قد يكون بسيط أو مركب والنتيجة حدوث آلام في أسفل منطقة الظهر .

من هنا يتضح مدى أهمية الفحص الكامل للمصاب فلا نكتفي بفحص مكان الإصابة كما أن علاج مثل هذه الإصابات يتطلب معرفة نوع الإصابة الأولية التي سبق وتعرض لها اللاعب .

- ثانيا : تقسيم الإصابات الرياضية على حسب الشدة

تقسم الإصابات الرياضية على حسب شدتها إلى ثلاثة أقسام رئيسية هي :
إصابات بسيطة ، إصابات متوسطة ، إصابات شديدة .

1- إصابات بسيطة :

مثل التقلص العضلي و السحجات والشد العضلي والملمخ الخفيف (التمزق في أربطة المفاصل) .

2- إصابات متوسطة :

مثل التمزق غير المصاحب بكسور .

3- إصابات شديدة :

مثل الكسر والخلع والتمزق المصاحب بكسور أو بخلع .

وهذا النوع من التقسيمات يتميز بالبساطة والدقة في تطبيقه خاصة في مجال إصابات الملاعب .

- ثالثا: تقسيم الإصابات الرياضية على حسب نوع الجروح (مفتوحة أو مغلقة)
تقسم الإصابات الرياضية على حسب نوع الجروح الناتجة عنها إلى قسمين أساسيين هما :
إصابات مفتوحة مثل الجروح وإصابات مغلقة مثل الكدمات والتمزقات العضلية وغير ذلك من الإصابات الغير مصاحبة بجروح .

- رابعا: تقسيم الإصابات الرياضية على حسب درجتها
تقسم الإصابات الرياضية على حسب درجتها إلى ثلاثة أقسام رئيسية هي :

1- إصابات الدرجة الأولى:

ويقصد بها الإصابات البسيطة من حيث الخطورة والتي لا تعيق اللاعب أو تمنعه من تكملة المباراة ، وتشمل حوالي 80-90% من الإصابات مثل السحجات والرضوض والتقلصات العضلية .

2- إصابات الدرجة الثانية :

ويقصد بها الإصابات المتوسطة الشدة والتي تعيق اللاعب عن الأداء الرياضي لفترة حوالي من أسبوع إلى أسبوعين وتمثل غالبا حوالي 8% من المجموع الكلي للإصابات الرياضية ومن أمثلتها التمزق العضلي وتمزق الأربطة بالمفاصل .

3- إصابات الدرجة الثالثة :

ويقصد بها الإصابات شديدة الخطورة والتي تعيق اللاعب عن الاستمرار في الأداء الرياضي لمدة لا تقل عن شهر ، وهي وإن كانت قليلة الحدوث من 1-2% إلا أنها خطيرة مثل الكسور بأنواعه ، الخلع ، إصابات غضروف الركبة والانزلاق الغضروفي بأنواعهإلخ .

- تشخيص الإصابات الرياضية:

يتعرض الرياضيون لأنواع عديدة من الإصابات الرياضية ، وتزداد تلك الإصابات خطورة وتعقيدا كلما زادت حدة المنافسة خاصة في مستويات الإنجاز العالمي .

يتميز الرياضي بسرعة الاستجابة بكل ما يتعلق بالإصابة انطلاقا من الأعراض ثم التشخيص ووصولاً إلى العلاج وإعادة التأهيل وذلك سعياً منه إلى العودة إلى ممارسة الأنشطة البدنية ، وهناك بعض الرياضيين لا يستجيبون بالشكل الصحيح فتجدهم يتجاهلون الإصابة الرياضية رغبة منهم في الاستمرار في ممارسة تلك الأنشطة وعدم الانقطاع عن التدريب مما ينتج عنه تكرار للإصابة وتحولها من الحالة الحادة إلى الحالة المزمنة .

وعادة ما يتم التشخيص وفق الفحوصات السريرية والعلامات الفسلجية والتي تعد من المتطلبات الأساسية في تحديد نوع العلاج .

وتشمل الفحوصات السريرية ما يأتي :

- تفاصيل وقوع الإصابة .
- معاينة الإصابة (بالمقارنة بين الجزء المصاب وما يناظره في الجسم) .
- لمس وجس الإصابة .
- الفحوصات المخبرية (فحوصات الدورة الدموية والقلب ، تخطيط القلب ، ضغط الدم ، فحوصات الجهاز التنفسي ، فحص الإدراز ، الأشعة السينية ، الأمواج فوق الصوتية ، التخطيط العضلي العصبي وتخطيط الدماغ وفحوصات أخرى) .

أما العلامات الفسلجية فتشمل ما يأتي :

- قياس النبض (علما بأن النبض الطبيعي يكون من 80-90 ضربة /دقيقة) ويرقل لدى رياضي المطاولة والرياضيين حيث يصل إلى أقل من 50 ضربة /دقيقة .
- عدد مرات التنفس ، فالمعدل الطبيعي 12 مرة /دقيقة للبالغين وللأطفال 20-25 مرة /الدقيقة .
- قياس الضغط ، فمعدل الضغط الانقباضي يتراوح من (20-140 ملم) زئبقي وبين (60-90ملم) زئبقي للضغط الانبساطي .
- درجة الحرارة ، فدرجة الحرارة الطبيعية تقارب 37,2 درجة مئوية أو 98,6 فهرنهايت .
- لون الجلد إذ نميز ثلاث ألوان للجلد في حالة الإصابات الرياضية الأحمر والأبيض والأزرق ، فالأحمر يدل على قلة الأوكسجين أو الضغط العالي أو الضربة الحرارية والأبيض الشاحب يدل على وجود صدمة وأمراض القلب والدوران والأزرق يدل على وجود نسبة غاز الفحم عالية في الدم .
- حجم حدقة العين إذ تكون حساسة جدا للإصابات الرياضية حيث تتأثر في إصابات الجهاز العصبي والجمجمة وبعض إصابات القلب .
- قابلية الحركة إذ تتحدد قابلية الحركية أو عدم القدرة على الحركة في جزء من الجسم والإحساس به يدل على إصابة عصبية .
- الألم فوجود الألم ومكانه يقرران وجود الإصابة .

- التغيرات الفسيولوجية الناتجة عن الإصابة الرياضية :

عند حدوث الإصابة الرياضية تمر المنطقة المصابة بشكل خاص والجسم بشكل عام بجملة من التغيرات الفسيولوجية التي تهدف في الأخير إلى القضاء على آثار تلك الإصابة ويمكن تلخيص هذه التغيرات في النقاط التالية :

- تحطم التراكيب المكونة للجسم في المنطقة المصابة (العضلة ، الأنسجة الرابطة ، الأعصاب ، الأوعية الدموية) نتيجة الإصابة مما ينتج عنه طرح للفضلات الخلوية وتهدف هذه التغيرات إلى تعريف الجسم بوجود الإصابة .
- تقوم الأعصاب القريبة من مكان الإصابة بإرسال إشارات عصبية إلى المخ دالة على الخطر وتفسر هذه الإشارات على شكل ألم .
- حدوث نزيف دموي نتيجة تمزق الأوعية الدموية مما ينتج عنه تورم المنطقة المصابة لكن سرعان ما يتوقف هذا النزيف بسبب تدخل آلية التخثر التي تعمل على غلق الأوعية الدموية الممزقة .
- تقلصات في بعض العضلات مما يسبب تشنجات فيها وتثبيط آني لعمل عضلات أخرى .
- تغيرات فسيولوجية في الأوعية الدموية في المنطقة المصابة والمحيطة مما يولد سيالة حسية تحفز كريات الدم البيضاء على الهجرة نحو مكان الإصابة للتخلص من المخلفات .

يمكن أن ينتج عن التغيرات الفسيولوجية في الأوعية الدموية آثار سلبية فيما لو استمرت لوقت طويل ومن بين هذه الآثار التقليل من جريان الدم في المناطق الطرفية تبعا لقلة الجريان في الأوعية الممزقة الذي ينتج عنه انخفاض في إمداد الأوكسجين للخلايا القريبة من مكان الإصابة وبالتالي موتها .

إن موت الخلايا القريبة من مكان الإصابة يتسبب في هدم أنسجة أخرى (إصابة ثانوية) وبالتالي زيادة حجم الورم نتيجة لزيادة مساحة المنطقة المصابة .

قائمة المراجع :

- 1- أسامة رياض ، العلاج الطبيعي وتأهيل الرياضيين ، ط01 ، دار الفكر العربي ، القاهرة ، 1999 .
- 2- أسامة رياض ، إمام محمد حسن النجمي ، الطب الرياضي والعلاج الطبيعي، ط01 مركز الكتاب للنشر ، القاهرة ، 1999 .
- 3- كاملي عبد الكريم ، أساسيات الكيمياء الحيوية ، دار هومة للنشر ، الجزائر .
- 4- كاملي عبد الكريم ، البيوكيمياء الأيضية ، دار الوعي للنشر والتوزيع ، الجزائر .
- 5- حياة عياد روفائيل ، إصابات الملاعب وقاية - إسعاف - علاج ، دار المعارف ، الإسكندرية ، 1986 .
- 6- محمد حسن علاوي ، سيكولوجية الإصابة الرياضية ، ط01 ، مركز الكتاب للنشر القاهرة ، 1998 .
- 7- محمد حسن علاوي ، علم نفس التدريب والمنافسة الرياضية ، دار الفكر العربي ، القاهرة ، 2002 .
- 8- محمد حسن علاوي ، علم التدريب الرياضي ، ط13 ، دار المعارف ، القاهرة ، 1994 .
- 9- محمد حسن علاوي ، موسوعة الإختبارات النفسية للرياضيين ، ط01 ، مركز الكتاب للنشر ، القاهرة ، 1998 .
- 10- Jurgen Weinek , Biologie du Sport , Edition Vigo , Paris , 1996 .