جامعة تكريت / كلية التربية للبنات

القسم: الكيمياء

المرحلة: الرابعة

المادة : الكيمياء الحياتية

استاذ المادة : أ.د.اسراء اسماعيل ياسين الطائي

altaiiasr@tu.edu.iq

✓ايض الدهون

Lipids Metabolism

الدهون lipids .... تذوب الدهون جيدًا في المذيبات العضوية ولكنها غير قابلة للذوبان في الماء.

الأدوار البيولوجية للدهون: الدهون مصدر مهم للطاقة – فهي بمثابة وقود التمثيل الغذائي

الدهون هي المصادر الأساسية للأغشية الخلوية و بعضها عبارة عن اساس لتخليق مركبات أخرى (كأحماض الصفراء) وتعد الدهون عوازل ممتازة.

هضم الدهون Digestion Of Lipids

- **في الفم** : بسبب قصر المدة التي يبقى فيها الطعام داخل الفم لايجعل لهضم الدهون في الفم اهمية تذكر.
- **في المعدة** : لايوجد انزيمات خاصة بهضم الدهون بسبب الحموضة الشديدة للمعدة ولكن تؤدي تقلصات المعدة المتتالية الى مزج الدهون مع الماء وتكوين مستحلب EMULSION.

دور الكبد في عملية هضم الليبيدات:انتاج الصفراء بصورة مستمرة وتخزينها في المرارة وافرازها عند مرور الطعام من المعدة الى الامعاء.

- تساعد الصفراء على استحلاب الليبيدات اثناء الهضم اذ تمتاز الصفراء بقدرتها على تكوين مذيلات مع الدهون واستحلابها وبالتالي سهولة هضم الليبيدات بواسطة اللايبيز البنكرياسي.
- **تتكون العصارة الصفراء من :** الماء ، املاح الصفراء ، اصباغ الصفراء ، الكوليسترول
- دور البنكرياس في عملية هضم الدهون: يفرز البنكرياس عصارة قلوية تحتوي على انزيمات خاصة بهضم الليبيدات وغيرها من الجزيئات الحيوية.
- تحتوي هذه العصارة على انزيم اللايبيز البنكرياسي الذي يعمل في الامعاء الدقيقة على كسر الرابطة الاسترية بين الاحماض الدهنية والكليسرول في الاول والثالث ليكون 2– mono acyl fatty acid والاحماض الدهنية
- في الامعاء الدقيقة : تمتزج العصارة الصفراوية مع عصارة البنكرياس لتدخلان معا الى الامعاء لتكملا هضم الليبيدات الواردة من المعدة.
- عملية هضم الليبيدات تنتج خليط من الاحماض الدهنية ، الكليسرول ، الكليسريدات الاحادية.

امتصاص الليبيدات

تنفصل الاحماض الدهنية والكليسريدات الاحادية عن المذيلات التي تمر بجانب زوائد الامعاء لتدخل خلايا الامعاء بواسطة الانتشار البسيط.

يتم في خلايا الامعاء اعادة تصنيع الدهون من الاحماض الدهنية والكليسريدات الاحادية والكليسرول لتعطي ثلاثي اسيل الكليسرول لتنتقل نواتج الهضم هذه الى الدورة الدموية.

يتم تجميع جزيئات الكليسريدات الثلاثية المتكونة في خلايا الامعاء مع الكوليسترول والدهون المفسفرة وبروتين خاص في معقدات كبيرة تسمى الكيلومايكرون chylomicrons.

الكليسرول الناتج من عملية الهضم يمتص مباشرة دون الحاجة الى ناقل .

تعمل اللايبوبروتينات في عملية نقل وامتصاص الدهون وتحولها الى الانسجة والخلايا الخاصة لتجري عليها عملية التأيض .يتم استغلال الدهون في الانسجة المختلفة كالاتي:

- ✓ اكسدتها لانتاج الطاقة عبر اكسدة بيتا
- ✓ يخزن جزء منها في الخلايا الدهنية (النسيج الدهني)
- ✓ تدخل في تكوين الاغشية الدهنية
- ✓ اخراج جزء بسيط من الدهون عن طريق الغدد اللبنية في الحليب

تحلل الدهون في الأنسجة الدهنية

- الأنسجة الدهنية (الخلايا الدهنية) = تخزين الدهون
- يتم تحفيز تحلل TAGفي الأنسجة الدهنية (تحلل الدهونlipolysis) بواسطة **hormone sensitive lipase (HSL)**
- يتم تنشيط هذا الإنزيم بواسطة **epinephrine**و **glucagon** ويتثبط بواسطة الأنسولين.**insulin**

اكسدة بيتا للاحماض الدهنية β-oxidation of fatty acids

هي عملية لتكسير جزيئات الحامض الدهني داخل الميتوكندريا لإنتاج . Acetyl–CoA ويدخل Acetyl–CoAالناتج من تحلل الأحماض الدهنية ، ومن تحلل البروتينات، وتحلل الكربوهيدرات أثناء الأيض في دورة حامض الستريك . وهذه خطوة أولى نحو إنتاج ثنائي نوكليوتيد الأدنين وأميد النيكوتين NADH وثنائي نيوكليوتيد الفلافين والأدينين FADH ، اللذان يمدان الخلية بالطاقة مبدئيا.

بعد ذلك يتم في الميتوكوندريا في سلسلة تنفس إنتاج ثلاثي فوسفات الأدينوسين ATP عن طريق أكسدة NADH و FADH بالأوكسجين

1. مرحلة التفعيل

يتم تنشيط جزيئات الحامض الدهني بربطها بمرافق الأنزيم A الذي يحتوي تركيبه على مجموعة SH حرة فيصبح الحامض الدهني منشطا في هيئة RCOS-CoA . عملية التنشيط هذه تتطلب كل من ATP والانزيم fatty acyl coA synthase الذي يعمل على تحفيز التفاعل الاتي:

$$RCOOH + ATP + CoA-SH \Longrightarrow RCOS-CoA + AMP + ppi + H_2O$$

$$AMP + ATP \Longrightarrow 2ADP$$

2. مرحلة الانتقال للكارنتين

السلاسل الطويلة من الدهون المشبعة من الأحماض الدهنية لها قابلية ضعيفة جداً ومحدودة لاجتياز الجدار الداخلي للميتوكندريا عندما تكون على شكل CoA ، ولكن هذه القابلية تزداد بتحفيز الكارنتين .يحدث بها تفاعل بفعل أنزيم: Carnitine acyle transferase

$$R-CO-S-CoA + carnitine \Longrightarrow carnitine-COR + CoASH$$

3. مرحلة الانتقال للغشاء البيني للمايتوكوندريا

تتم بنوع آخر من أنزيم Carnitine acyle transferase موجود على السطح الداخلي من الغشاء الداخلي للمايتوكوندريا ، حسب التفاعل التالي:

$$Acyl\ carnitine + CoA \Longrightarrow acyl-CoA + carnitine$$

هذه المرحلة تمكن تجمعات مرافق الإنزيم-A الناتجة من الاحماض الدهنية من انفصالها بين الغشائين الداخلي والخارجي للميتوكندريا. ومع انتهاء هذه المرحلة فإن كل سلسلة التفاعلات الباقية لإتمام عملية الأكسدة ستتم داخل المايتوكوندريا

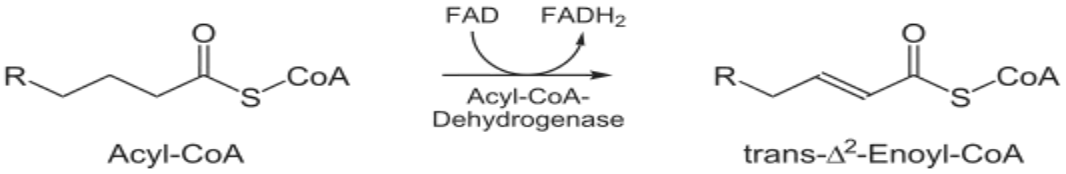
- **داخل الميتوكندريا**

تحدث عدة خطوات لتكسير الاحماض الدهنية التي لم تتحلل بعد ودخلت إلى المايتوكوندريا محمولة على الكارنتين ؛ وبالتتابع يتم إزالة ذرتي كربون من سلسلة الحامض الدهني (قد تتكون سلسلة الحامض الدهني من 16 ذرة كربون كما في **حمض البالمتيك**) (في كل خطوة لتكوين . Acyl-coA وهذا المنتج يعمل على

إنتاج اجمالي من الطاقة حوالي 100 جزئ من ATP تتشكل حسب عدد ذرات الكربون للسلسلة. وتتضمن 4 خطوات هي:

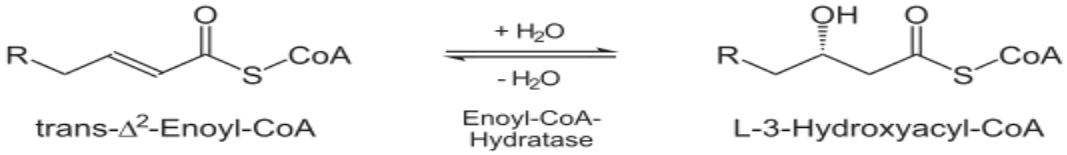
1. **إزالة الهيدروجين**

إزالة ذرة هيدروجين من السلسلة مما يسمح بإضافة رابطة تساهمية ثنائية ، مع تحول FAD إلىFADH2 ، حسب التفاعل :



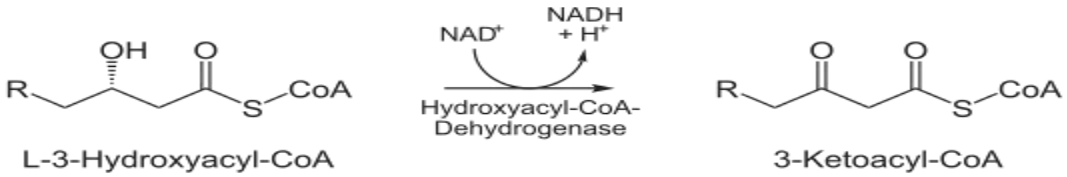
2. **إضافة ماء**

الرابطة في الموقع الثاني التي تم إنشاؤها سابقاً سيتم استغلالها وإزالها بإضافة الماء إلى السلسلة.



3. **إزالة الهيدروجين الثانية**

بإزالة ذرة الهيدروجين في OH وإضافة رابطة ثنائية في ذلك المكان مع ذرة الكربون



4. **الانشطار**

بالإنجليزية Thiolysis أو Cleavage وهي الخطوة الاخيرة في تحطيم السلسلة حيث يتم تجزأتها إلى سلاسل صغيرة وبهذا يكون الحمض الدهني الناتج في كل مرة مكون من ذرتي كربون فقط .

ثم تستمر هذه الخطوات الاربعة بالعمل مرة تلو الأخرى حتى يتم تكسير كل سلسلة الاحماض الدهنية.