

## المحاضرة الثالثة

نقل الليبيدات عن طريق البلازما .

تنقل الليبيدات في مجرى الدم عادة بشكل دقائق لمعقدات جزيئية متعددة تسمى البروتينات الليبيدية lipoproteins (انظر شكل 12-2) ، وذلك بسبب كونها لاتذوب في المحيط المائي . وتنقل الأحماض الدهنية الحرة بوساطة الألبومين ، بصورة رئيسة .



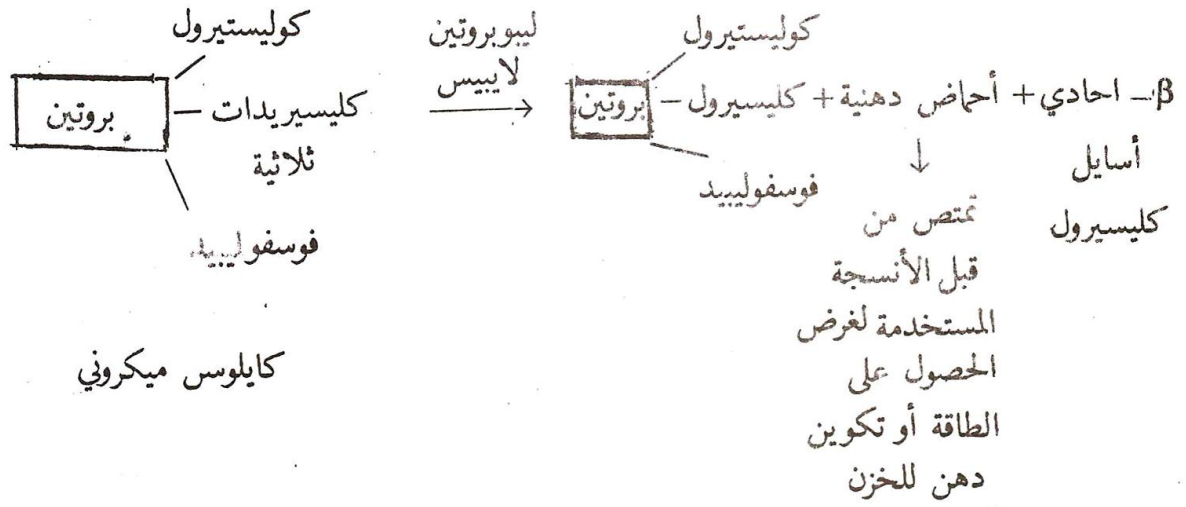
شكل (12-2) : رسم توضيحي لشكل إحدى دقائق البروتينات الليبيدية .

وتقسم البروتينات الليبيدية هذه الى اربعة اصناف رئيسة اعتماداً على الزيادة في كثافتها . وهذه الأصناف هي ، الكايلوس المايكروني (CM) ، البروتينات الليبيدية الواطئة الكثافة جداً (VLDL) very low density lipoprotein ، البروتينات الليبيدية الواطئة الكثافة low density lipoprotein (LDL) والبروتينات الليبيدية عالية الكثافة high density lipoprotein (HDL) Lipoprotein (HDL) ويبين الجدول ( 1-12 ) الوظائف الاساسية للبروتينات الليبيدية .

**جدول (12 - 1)**  
**الوظائف الأساسية للبروتينات الليبيدية**

الوظيفة	البروتينات الليبيدية
نقل الكليسيريدات الثلاثية الغذائية من الأعضاء الى الأنسجة المختلفة	الكايلوس المايكروني
نقل الكليسيريدات الثلاثية المتكونة في الكبد الى الأنسجة الاخرى	VLDL
نقل الكوليستيرول من الكبد الى الأنسجة الاخرى	LDL
نقل الكوليستيرول والبروتينات الليبيدية الأخرى من الأنسجة المختلفة الى الكبد	HDL

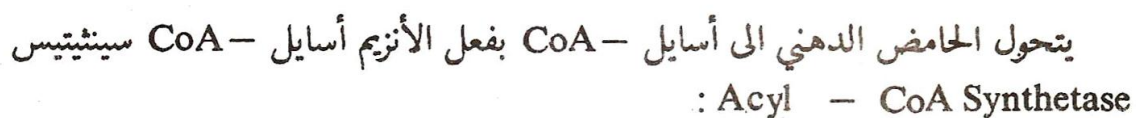
يعمل انزيم ليبوبروتين لايبيس lipoprotein lipase الموجود في الشعيرات الدموية للعديد من الانسجة على الكايلوس الميكروني والبروتينات الليبيدية الواطئة الكثافة جداً ( VLDL ) . إن هذا الانزيم يهاجم فقط ، ثلاثي أسايل كليسيول عندما يكون ضمن المعقد البروتيني الليبيدي ، وإن ناتج فعل هذا الانزيم هو  $\beta$  - أحادي أسايل كليسيول الذي ربما يعاد إلى الكبد ، والاحماض الدهنية ( انظر شكل 12-3 ) حيث تستخدم الاحماض الدهنية هذه من قبل العديد من الانسجة ( مثل القلب ، العضلة الحمراء ، الكبد ) لغرض أكسدها والحصول على الطاقة ، وهذا ما يحصل في ظروف كالجوع مثلاً ، حيث يصبح انزيم ليبوبروتين لايبيس فعال جداً في هذه الانسجة ، أما في الحالات حيث تكون الطاقة وافية ، فإن انزيم ليبوبروتين لايبيس هذا ، يكون فعال جداً في الانسجة الدهنية ، حيث تستخدم الاحماض الدهنية المتحررة بفعل هذا الانزيم لغرض تكوين دهون لل تخزين ، لكنه بنفس الوقت يكون ذو فعالية واطئة في الانسجة الاخرى ( مثل القلب ، العضلة الحمراء ، الكبد ) ، وهكذا فإن انزيم ليبوبروتين لايبيس يعمل كعامل منظم ومهم في عملية تحلل الدهن .



شكل (12-3) تحليل الكليسيريدهات الثلاثية للكايلوس الميكروني بفعل أنزيم ليبوبروتين كينيس

## أكسدة الاحماض الدهنية Oxidation of fatty acids

إن الاحماض الدهنية التي تنشأ من هدم الدهون ، وخاصة من الشحوم ( الكليسيريدهات الثلاثية المشبعة ) تتأكسد كلياً لتكون  $CO_2$  وماء و طاقة . أما قسم الكليسيرول للشحوم فإنه يتفسفر في الكبد ليكون كليسيروفوسفات ، الذي يتأكسد إلى ثنائي ( داي ) هيدروكسي استون فوسفات حيث يدخل كل من هذين الناتجين مسار الكلايكوليسيس للكاربوهيدرات ( انظر شكل 1-12 ) .



يدخل اسيتايل CoA دورة كريبس ( TCA ) ثم السلسلة التنفسية لينتج  $\text{CO}_2$  وماء وطاقة ، ويعود مشتق CoA للحامض الدهني الجديد ( الناتج ) ليدخل مباشرة ( دون الحاجة الى تنشيط ) الدورة ليفقد مرة اخرى جزيء اسيتايل CoA وبهذا فإن حامض البالميتيك مثلاً يستلزم مروره سبع مرات في مسار هذه الدورة ( شكل 4-12 ) ليكون بهذا ثماني جزيئات اسيتايل - CoA .

وثناء اكسدة حامض البالميتيك ، فإنه يتكون سبع جزيئات  $\text{FADH}_2$  وسبع جزيئات  $\text{NADH}$  ولدى دخول هذه الجزيئات السلسلة التنفسية ( سلسلة انتقال الالكترونات ) فإنه سينتج ٧ جزيئات ATP كما هو مبين أدناه :

ATP	14	←	$\text{FADH}_2$ 7
ATP	21	←	$\text{NADH}$ 7
ATP	1		استهلك في الخطوة الاولى للدورة
ATP	34		المحصلة

وعند اعادة الدورة (شكل 4-12) سبع مرات . فإنه يتكون 8 جزيئات اسيتايل - CoA . وكما هو مبين سابقاً في اكسدة الاسيتايل - CoA عبر دورة كريبس (TCA) (الفصل 10-III.11) فإن كل جزيء من هذا المركب يعطي 12 جزيء ATP وهكذا فإن جزيئات الاسيتايل - CoA المتكون من اكسدة حامض البالميتيك ستؤدي الى تكوين 96  $(96 = 12 \times 8)$  جزيء ATP .

وبهذا فإن المجموع  $130 = 96 + 34$  ATP هو كمية الطاقة الناتجة عن الاكسدة الكاملة لحامض البالميتيك . ان الاحتراق الكامل لحامض البالميتيك يولد 2338.0 كيلو سعرة وبالمقارنة مع الاكسدة الخلوية يتبين ما يأتي :

$$\% 41 = \frac{130 \times 7.3 \text{ كيلو سعرة / مول} \times 100}{2338.0}$$

وهذا يبين كفاءة خزن ( حفظ ) الطاقة بشكل جزيئات ATP عند الاكسدة الكاملة للحامض الدهني بالمتيك . وإن من العوامل المشاركة في كفاء الاستخدام هذه هو ان جميع انزيمات عملية الاكسدة -  $\beta$  ودورة كريس ( TCA ) والفسفرة التأكسدية وكذلك انتقال الالكترونات موجودة كلها في الميتوكوندريا للخلية .