محاضرة رقم 5	
الكلية	الزراعة
القسم	علوم الأغذية
المادة باللغة العربية	أسس تغذية الأنسان
المادة باللغة الانجليزية	Fundamentals of Human Nutrition
المرحلة	الثالثة
السنة الدراسية	2024-2023
الفصل الدراسي	الخريفي
المحاضر	م. د. فدوى وليد عبد القهار
العنوان باللغة العربية	الدهون (اللبيدات)
العنوان باللغة الانجليزية	Lipids
المصادر والمراجع	الكتاب المنهجي: تغذية إنسان المؤلف: الأستاذ الدكتور عبد الله محمد ذنون الزهيري جامعة الموصل- 1992
	Williams, S.R. 1985. Nutrition and Diet Therapy. Times Mirror/ Mosby, College Publishing, St. Luis.
	Benjamin Caballero, Lindsay Allen, Andrew Prentice. 2008. Encyclopedia of human nutrition [2ed.]. ISBN 9780080454283, Elsevier Science (E).

المحاضرة السادسة

الدهون (اللبيدات) Lipids

وهي المواد الدهنية والزيتية المصنفة ضمن العناصر الغذائية الرئيسة Major nutrient وهي مواد مختلفة تشترك جميعها في كونها لا تذوب في الماء والمذيبات القطبية Polar solvents بل تذوب في غير القطبية Nonpolar solvents والمذيبات العضوية Organic solvents مثل الإيثر والبترين والكلوروفورم والاسيتون. وتتكون من عناصر الكاربون والهيدروجين والاوكسجين وتحتوي بعضها على الفسفور والنتروجين. وتوجد اللبيدات في جسم الانسان اما بشكل مخزون Stored lipids في انسجة خاصة حيث تعد مصادر طاقة كامنة او تدخل في تركيب الخلايا والانسجة الجسمية Structural lipids وهي واسعة الانتشار في المملكة النباتية Plant lipids على شكل زيوت نباتية في بذور النباتات الزيتية وبذور النقول Nuts والمملكة الحيوانية Animal lipids على شكل دهون حيوانية في اللحوم والبيض ومنتجات الألبان.

تصنيف اللبيدات (الدهون)Classification of lipids

يمكن تصنيف اللبيدات نسبة الى تركيبها كما يأتي:

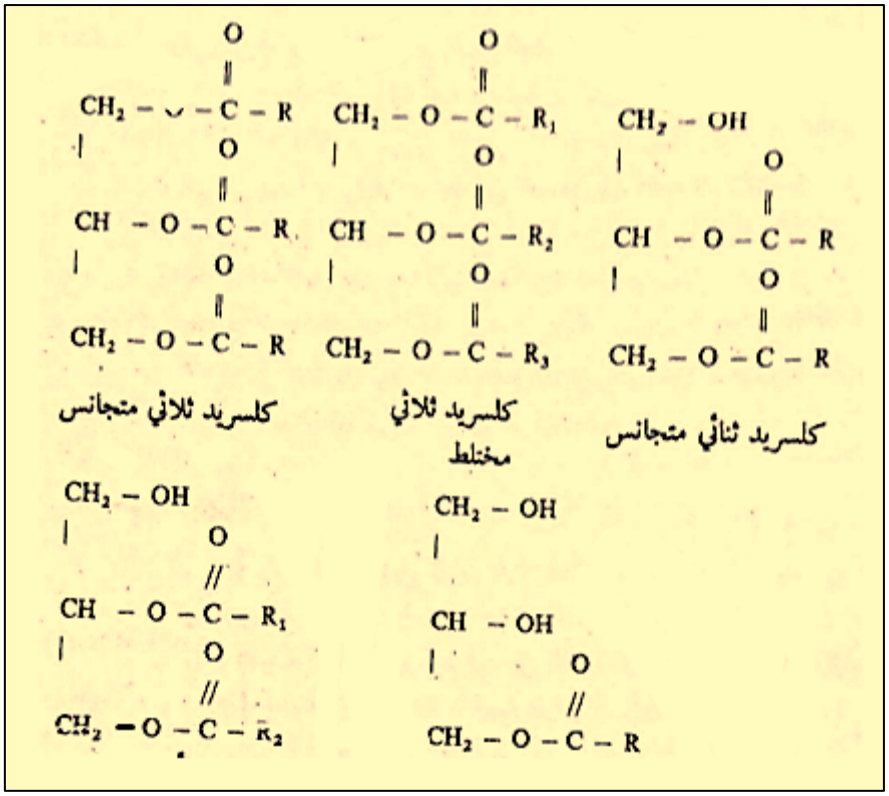
اللبيدات البسيطة واللبيدات المركبة واللبيدات المشتقة:

I- اللبيدات البسيطة Simple Fats

وهي استرات esters الأحماض دهنيةFatty acids مع الكحول وبدورها تنقسم الى:

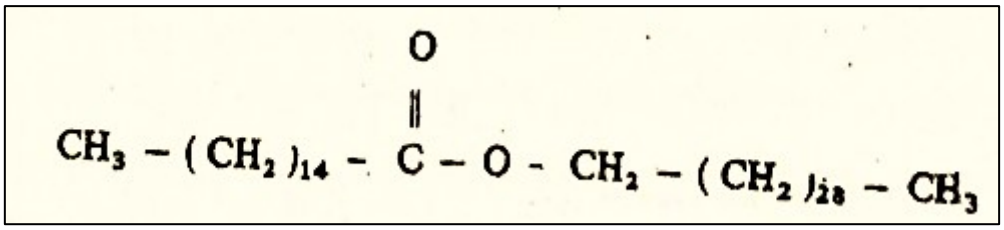
أ – الدهون والزيوت Fats and oils acylglycerol

وعادة ما يطلق عليها بالدهون المتعادلة Neutral fats وتتكون من استرات للأحماض الدهنية مع كحول ثلاثي هو الكليسرول Glycerol حيث ينتج ما يسمى بالكليسيريدات Glycerides وهي المكونات الأساس للدهون والزيوت في الطبيعة ومنها الغذاء. وقد تكون هذه الكليسريدات كلسريدات أحادية Monoglycerides وكلسريدات ثنائية نسبة لارتباط الاحماض الدهنية Triglycerides أو كلسريدات ثلاثية Diglycerides بجزئية الكليسرول فعندما ترتبط جزيئة واحدة من الاحماض الدهنية بالكليسرول تسمى كلسريدات احادية وعندما ترتبط جزيئتان من الاحماض الدهنية مع الكليسرول تسمى الكليسيريدات ثنائية وعندما ترتبط ثلاث جزيئات من الاحماض الدهنية بالكليسرول تسمى كليسيريدات ثلاثية. قد تكون هذه الكليسيريدات متجانسة اذا ارتبطت ثلاث جزيئات من نفس الحامض الدهني الكليسرول حيث يطلق عليها الكليسيريدات البسيطة Simple glycerides ومثال عليها عندما ترتبط ثلاث جزيئات من حامض الستياريك Stearic acid بالكليسرول فينتج ما يسمى Tristearin. اما إذا ارتبط الكليسرول اكثر من نوع واحد من الاحماض الدهنية فيسمى بالكليسيريدات المختلطة Mixed glycerides ومثال على ذلك عندما ترتبط جزيئة من حامض البالمتيك Palmitic acid وجزيئان من حامض الستياريك stearic acid لتكون كليسيريد ثلاثي هو أحادي البالمتيك ثنائي الستياريك Palmitodistearin او B–palmityl–a, a distearin والكلسريدات الثلاثية الموجودة في الطبيعة هي من النوع المختلط ولا يحتوي على نوع احمد مختلط بل من أنواع مختلطة وبهذا يكون الدهن خليطاً من الكليسيريدات الثلاثية المختلطة.



ب- الشموع Waxes

وهي استرات احماض دهنية مع كحولات ذات أوزان جزيئية عالية وهي مكونات الطبقة المغلفة لجسم الحيوانات كالجلد والفرو والريش وتغطي أوراق النباتات الشمعية والثمار وكذلك شمع النحل Bee wax الذي يتكون من استرات حامض البالمتيك Palmitic acid مع كحول طويل السلسلة يطلق على هذا التركيب اسم Myricyl palmitate>



II- اللبيدات المركبة Compound lipids

وتتكون من استرات احماض دهنية مع كحولات ومواد أخرى غير دهنية وتشمل:

أ- اللبيدات الفوسفاتية Phospholipids

متكون من استرات يرتبط فيها حامض الفوسفوريك Phosphoric acid محل جزيئة من الأحماض الدهنية ثم ارتباط قاعدة نتروجينية ومن الأمثلة على هذه المجموعة:

1- حامض الفوسفاتيديك Phosphatidic acid

يتكون من كليسيرول وحامض فوسفوريك وجزيئتين من الاحماض الدهنية وعادة ما يكون أحدهما حامض مشبع والآخر غير مشبع.

2- اللسيثينات Lecithins

ويطلق عليها يفوسفاتيديل كولين Phosphatidyl choline ويتكون من كليسيرول وحامض الفوسفوريك واحماض دهنية وقاعدة نتروجينية هي الكولين Choline ولهذه الفوسفولبيدات دور مهم في تمثيل الدهون في الكبد ودورها في تركيب الجسم وهي إحدى مركبات الجهاز العصبي وتوجد في البيض بنسبة جيدة

3- السيفالينات Cephalins

يطلق عليها بفوسفاتيديل ايثانول امين او فوسفاتيديل سيرين Phosphatidyl ethanolamine or Phosphatidyl serine مكونة من كليسيرول وحامض الفوسفوريك وأحماض دهنية وقاعدة نتروجينية هي الايثانول أمين ethanolamine وحامض الأميني السيرين Serine وهي مركبات موجودة في الدماغ او الجهاز العصبي والكبد.

4- السفنجولبيدات Sphingolipids

من الامثلة عليها السفينجومايلين Sphingomyelin تتكون من قاعدة نتروجينية هي السفنجوسين Sphingosine (وهي عبارة عن كحول أميني ذي مكملة كاربونية غير مشبعة وحامض دهني واحد فضلاً عن حامض الفوسفوريك. والأحماض الدهنية المشبعة التي يمكن أن ترتبط هي حامض البالمتيك لو الستياريك اما الاحماض الدهنية غير المشبعة الممكن أن ترتبط هي حامض الأوليك Oleic acid او حامض اللينولينيك Linolenic acid والسفنج ولبيدات موجودة في الاعصاب ولاسيما الدماغ.

5- بلازما لوجين Plasmalogen

يتكون من كليسيرول وحامض الفوسفوريك ويستبدل الحامض الدهني في الموقع الأول بأير غير مشبع طويل السلسلة فضلاً عن القاعدة النيتروجينية الكولين أو الايثانول أمين توجد هذه الفوسفولبيدات في المخ والعضلات والقلب.

ب- الليبيدات السكرية Glycolipids

وهي مركبات تحتوي على كاربوهيدرات وأحماض دهنية ولا تحتوي على حامض الفوسفوريك ومن الأمثلة عليها:

1- السيروبروسايد

وهي لبيدات تحتوي على كاربوهيدرات عادة تكون الكالاكتوز او الكلوكوز وأحماض دهنية ذات وزن جزيئي حال وسفتجوسين وعادة تكون الاحماض الدهنية المكونة لها هي حامض اللكنوسيرك lignoceric acid او البهنيك behenic acid او البالمتيك Palmitic acid وتوجد هذه المركبات في الجهاز العصبي في الدماغ والكبد والكليتين والطحال.

2- الكنكليوسايد Gangliosides

وهي لبيدات تحتوي على كاربوهيدرات عادة الكالاكتوز وحامض دهني طويل السلسلة وحامض النيورامينيك neuraminic acid والسفنجوسين وتكون مصاحبة للسيروبروسايد ان توجد في الأنسجة العصبية والطحال وكريات الدم الحمر، راجع الفصل الرابع.

جـ- السلفولبيدات Sulfolipids

هي مركبات شبيهة بالسيروبروسايد ماعدا وجود حامض الكبريتيك Sulfuric acid وتحتوي أيضا على السفنجوسين والكالاكتوز وحامض السيروبرونيك Cerobronic

د- الليبيدات البروتينية Lipoproteins

وهي لبيدات بروتينية موجودة في الدم تحتوي على الكولسترول والفوسفولبيدات وسوف تتكلم عليها في مكان آخر من هذا الكتاب.

III- الليبيدات المشتقة Derived lipids

وهي مواد ناتجة من تحلل اللبيدات أو مرتبطة بها مثل الاحماض الدهنية، الستيرولات.

الوظائف الحيوية والفسيولوجية للبيدات Function of Lipids

1- تعد الزيوت والدهون المصدر الرئيس والمركز للطاقة التي يحتاجها الجسم اذ ان الغرام الواحد من الدهون يعطي ٩ سعرات كبيرة عند احتراقها. وهذا تعطي ضعف ما يعطيه الغرام الواحد من الكاربوهيدرات أو البروتين. وهذا يعني أن كمية قليلة من الغذاء تكفي لإعطاء الطاقة موازنة بكمية

أكبر من الكاربوهيدرات أو البروتين لتعطي الطاقة نفسها من الدهن. كذلك الأنسجة الدهنية الموجودة في الجسم تعد مكان خزن لاستخدامها طاقة كامنة يحتاجها الجسم وقت الحاجة.

2- للدهون وظيفة فسيولوجية مهمة رحمي تكون طبقة عازلة تحت الجلد فتحافظ على درجة حرارة الجسم من التغيير السريع. فهي تمنع فقد كميات كبيرة من الطاقة او الحرارة ولاسيما عندما يحتاجها الجسم في المناطق الباردة. وكذلك تفرز الغدد الدهنية الجلدية الدهن في صورة احماض دهنية متحدة مع الكولسترول فتعطي الجلد نعومة خاصة ومن طبيعة هذه الاسترات انها تمتص الرطوبة من الهواء فتمنع جفاف الجلد وبنفس الوقت فان الدهن مقاوم للتعفن وقد لا يصلح نمو الجراثيم الى حد ما على الجلد.

3- يحيط اعضاء الجسم الداخلية مثل الكليتين والقلب طبقة دهنية تعد وسادة تقي هذه الاعضاء من الصدمات الخارجية.

4- للدهون وظائف تركيبية مهمة اذ تدخل في تركيب جدران الخلايا والميتوكوندريا وتدخل في تركيب كثير من الانسجة الجسمية ومنها الجهاز العصبي والدماغ.

5- تعمل الدهون كمواد حاملة للفيتامينات الذائبة في الدهن مثل فيتامينات A و D و E و K وبنفس الوقت تقي الدهون من التعرض للأكسدة.

6- تزود الجسم بالأحماض الدهنية الأساس Essential Fatty acids اذ لهذه الأحماض أهمية كبيرة الحيوية الجسم.

7- وجود الدهن في الغذاء يزيد من استساغته palatability وكذلك يعطي الشعور بالشبع Sensation of Satiety وذلك بسبب بطء الدهون في الهضم والامتصاص من خلال الجهاز الهضمي.

8- لقد وجد ان للدهون علاقة بالنضوج الجنسي حيث يزيد من كفاءة الانجاب ويزيد المقدرة على التوالد وخاصة للحيوانات.

9- الدهون مع البروتين تكون طبقة خارجية عازلة لنقل الاشارات العصبية في الخلايا العصبية وتنتج ما يسمى Myelinated nerve از تساعد في نقل الاشارات العصبية داخل الخلايا.

10- تقلل الدهون الفعل الديناميكي للغذاء Specific dynamic action وهذا يجعل كمية الحرارة الناتجة والمفقودة (الضائعة) قليلة.

1 - الاحماض الدهنية Fatty acids

وهي الوحدات الاساس لتكوين الزيوت والدهون او مشتقات للبيدات عندما تكون حرة Free fatty acid او جزءا من تركيب الكليسيريدات عند ارتباطها بالكليسرول كما ذكرنا سابقا. وهي مركبات عضوية مكونة من سلسلة كاربونية مختلفة الطول تنتهي بمجموعة كاربوكسيلية (COOH) وعادة تتكون من عدد زوجي

من ذرات الكاربون تتراوح بين ٤ – ٣٠ ذرة كاربون. وتكون الأحماض الدهنية المنتشرة في الطبيعة من سلاسل Short chain وهناك أحماض قصيرة السلسلة Straight chain مستقيمة غير متشعبة تحتوي على ٤ – ٨ ذرات كاربون او طويلة السلسلة long chain عندما تزيد عدد ذرات الكاربون عن ١٠.

تصنف الأحماض الدهنية بحسب وجود الأواصر المزدوجة Double bonds الى أحماض دهنية مشبعة Saturated fatty Acids عندما تكون السلسلة الكاربونية خالية من الأواصر المزدوجة والاحماض الدهنية غير المشبعة Unsaturated fatty Acids عندما تحتوي السلسلة الكاربونية آصرة أو أكثر من الأواصر المزدوجة. وعادة تكون نسبة الاحماض الدهنية المشبعة أكثر من نسبة الأحماض الدهنية غير المشبعة في الدهون والزيوت.

هناك عاملان مهمان لتحديد درجة صلابة وسيولة الدهن او الزيت وتحديد درجة انصهار الدهن والزيت Melting point وهذان العاملان هما طول السلسلة الكاربونية المكون منها الحامض الدهني ودرجة التشبع Degree of saturation فالأحماض الدهنية المشبعة كلما زاد طول السلسلة الكاربونية زادت درجة انصهار الدهن. فبوجود الاحماض الدهنية الطويلة السلسلة أكثر من ١٠ ذرات كاربون يجعل الدهن صلباً وبهذا يطلق عليه اسم الدهن او Fat. ويعرف بانه دهن عندما يكون صلباً في درجة حرارة الغرفة. وعند وجود الاحماض الدهنية القصيرة السلسلة اقل من ١٠ ذرات كاربون وعادة تكون طيارة وسائلة في درجة حرارة الغرفة تعطي صفة السيولة للزيت اما العامل المهم أكثر في تحديد درجة الانصهار فهي درجة التشيع. فبوجود الآصرة المزدوجة يجعل من الدهن او الزيت سائلا وبهذا يعرف الزيت Oil بأنه سائل في درجة حرارة الغرفة. فكلما زادت الأواصر المزدوجة في الاحماض الدهنية الموجودة في الزيت انخفضت درجة الانصهار وزادت سيولة الزيت (الجدول أدناه).

يبين الجدول فيه الأحماض الدهنية الشائعة الأكثر وجودا في الدهون والزيوت الحيوانية والنباتية. اذ ان حامض البالمتيك Palmitic acid وحامض الستياريك Stearic acid الحامضان الدهنيان المشبعان الأكثر انتشارا ووجودا في معظم الدهون والزيوت النباتية والحيوانية موازنة بغيرها من الاحماض الدهنية المشبعة، على حين بعد كل من حامض الأوليك Oleic acid وحامض اللينوليك linoleic acid من بين الأحماض الدهنية غير المشبعة الأكثر وجودا في الدهون والزيوت النباتية والحيوانية موازنين بغيرهما من الاحماض الدهنية غير المشبعة.

جدول يبين تأثير طول السلسلة الكاربونية (عدد ذرات الكاربون) والأواصر المزدوجة على درجة سيولة وصلابة الدهن او الزيت.

الحامض الدهني	عدد ذرات الكاربون	عدد الاواصر المزدوجة	درجة الانصهار م°
بيوترك Butyric	٤	لايوجد	٥,٣ –
كابرويك Caproic	٦	=	٣,٢–
كابريلك Caprylic	٨	=	١٦,٥
كابرك Capric	١٠	=	٣١,٦
لوريك Lauric	١٢	=	٤٤,٨
ميرستك Myristic	١٤	=	٥٤,٤
بالمتيك Palmitic	١٦	=	٦٢,٩
ستياريك Stearic	١٨	=	٧٠,١
اوليك Oleic	١٨	١	١٣,٤
لينوليك Linoleic	١٨	٢	٥–
لينولنك Linolenic	١٨	٣	١١–
اراكيدونك Arachidonic	٢٠	٤	٤٩,٥–

الأحماض الدهنية الاساس Essential Fatty Acids

من بين الاحماض الدهنية ولاسيما غير المشبعة منها أحماض دهنية اساس او ضرورية Essential Patty acids في تغذية الانسان والحيوان ونعني بذلك عدم استطاعة جسم الانسان من تخليقها من أحماض دهنية أخرى أو اي مادة أخرى داخل جسمه وبهذا يلزم تناولها عن طريق الغذاء ليلبي حاجات الجسم منها.

لقد وجد انه إذا أعطيت الجرذان غذاءا خاليا من الدهن ظهر عليها أعراض الالتهابات الجلدية ومنها ظهور البثور والزوائد الجلدية بعد ان توقف نموها. وقد اختفت هذه الاعراض عندما اعطيت هذه الحيوانات غذاءاً يحوي الاحماض الدهنية غير المشبعة linoleic acid ومن هذه الاحماض اللينوليك Polyunsaturated Fatty Acids واللينولينك linolenic acid والاراكيدونك Arachidonic acid. بعد ذلك تم علاج الاطفال المصابين بالالتهابات الجلدية Dermatitis وظهور الاكزما eczema بإعطائهم وصفات تحوي الأحماض الدهنية نفسها. وقد وجد في الفترة الاخيرة ان لهذه الأحماض أيضا اهمية كبيرة للكبار فنقصها يؤدي الى ظهور نفس الاعراض والمشاكل الجلدية ومنها تشقيق وتقشر وسقوط البشرة.

لقد البنت البحوث والدراسات الى ان من الممكن تخليق كل من حامض اللينولينك والأراكيدونك في الجسم من حامض اللينوليك إذا كانت كمياته كافية لاحتياجات الجسم وبهذا قد حامض اللينوليك linoleic acid هو الحامض الوحيد الاساس والضروري في هذه المجموعة طالما انه يمكن تخليق بقية الاحماض الدهنية منه. وقد كان سابقا يعرف بفيتامين ف Vitamin F وتعد الصيغة التركيبية المتناظرة او المتجاورة – Cis, 9.10–12–13 (Cis في الحامض وفي غيره من الاحماض الدهنية الاساس هي الصيغة الأكثر أهمية من الناحية الحيوية والفسيولوجية في معالجة النقص. وكذلك في تخليق الاحماض الدهنية الاساس الأخرى. وبهذا يجب ان تتوافر كميات معينة من الاحماض الدهنية الأساس ولاسيما حامض اللينوليك. وتقدر الاحتياجات بنحو ٧ ١٠ غم يومياً أو ما يعادل ٢– ٣٪ من جميع الطاقة المتناولة تكون على شكل حامض اللينوليك جدول ٦– – ٣ يبين فيه توزيع حامض اللينوليك والاوليك موازنة بالأحماض الدهنية المشبعة الموجودة في عدد من المصادر النباتية والحيوانية الشائعة في الطبيعة وتبين فيه المصادر الفنية بهذا الحامض.

الوظائف الحيوية والفسيولوجية للأحماض الدهنية الاساس

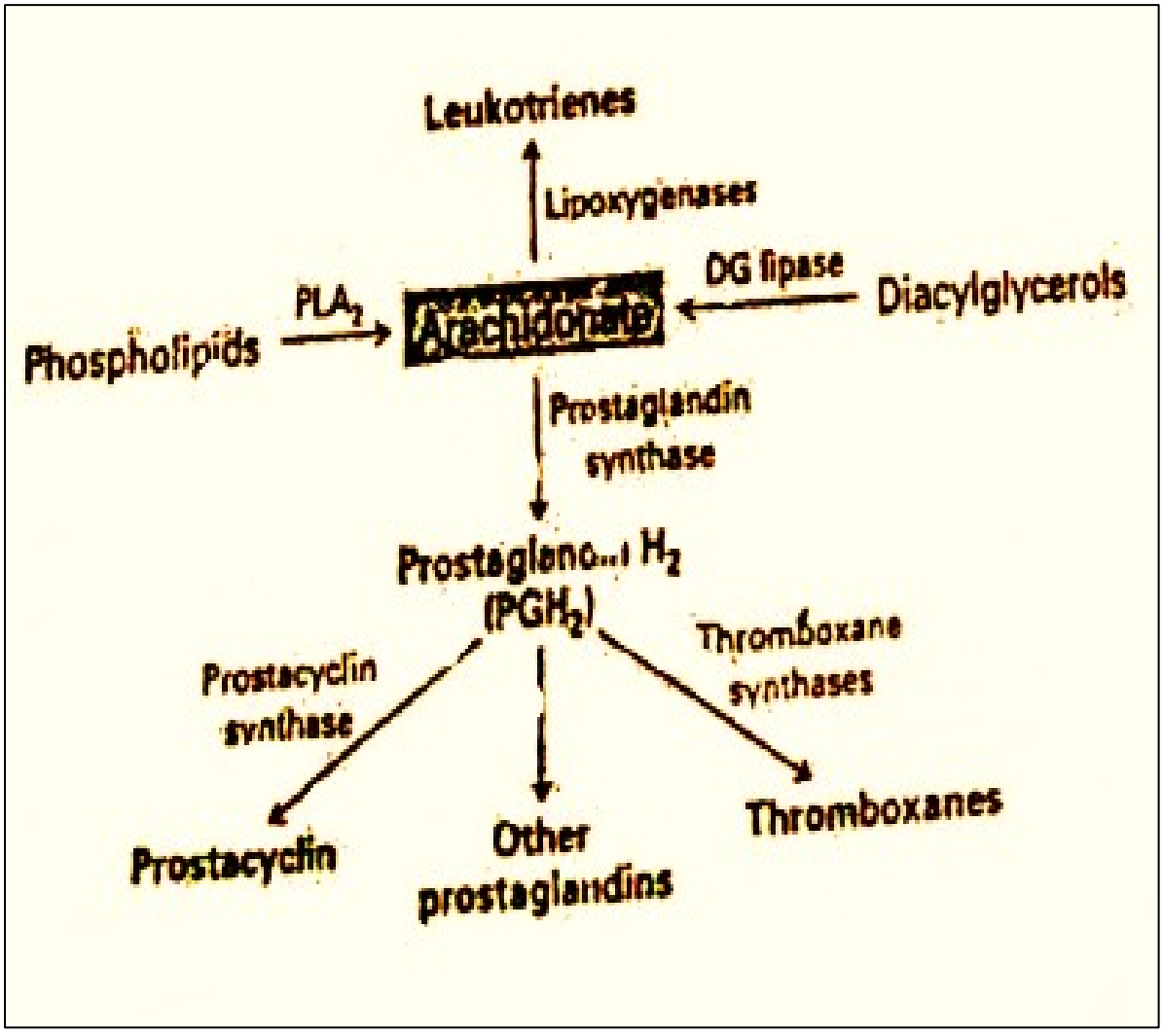
1– تعد من المركبات المهمة في تركيب جدار الخلية ان تكون الفسفوليبيدات المكونة للجدار الخارجي والميتوكوندريا. وكذلك تدخل في كثير من المركبات المهمة في تركيب اللبيدات المركبة المذكورة سابقاً.

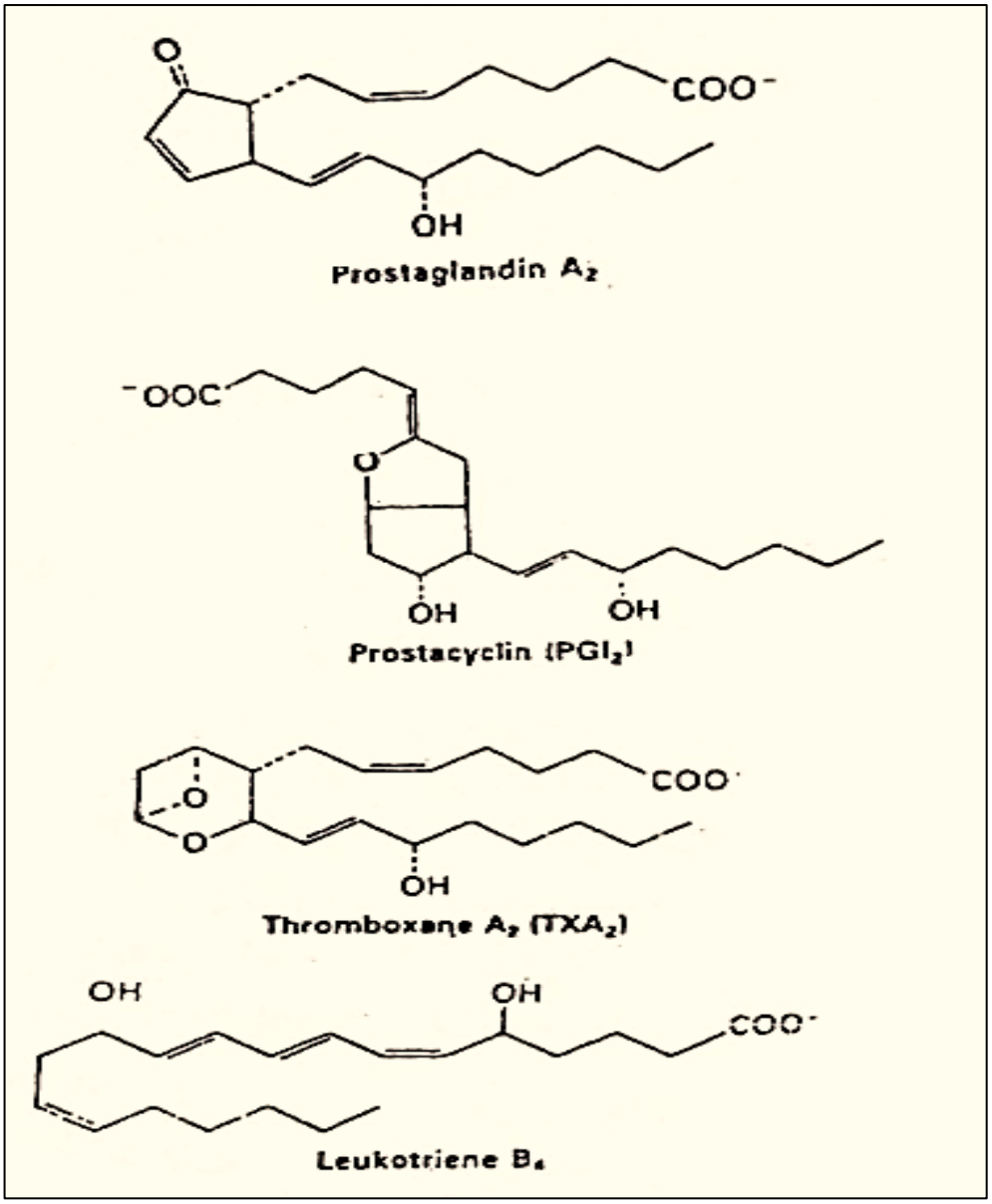
2– تقوي جدران الأوعية الدموية وتجعلها أكثر مقاومة وتقلل نفاذيتها. وكذلك تقوى جدران الخلايا ولاسيما الجلدية منها.

3– لقد ثبت ان عدد من الأحماض الدهنية الاساس ومنها حامض الأراكيدونك يطيل من فترة تخثر الدم ويزيد من تحلل الفايبرين Fibrin اذ يمتلك Fibrinolytic activity عالية وبهذا يكون سببا في تقليل فرص الاصابة بالجلطات Thrombus وبهذا يقلل من فرص الاصابة بأمراض القلب وتصلب الشرايين.

4- تعد هذه الأحماض وخاصة حامض الأراكيدونك المادة الأولية precursor لتخليق الهورمونات مثل البروستاكلاندين Prostaglandin والثرومبوكسين – Thromboxanes والليوكوترايين Leukotrienes وهي مركبات او هورمونات لها تأثيرات مختلفة في مختلف أنسجة الجسم فمثلا البروستاكلاندين يزيد افراز الغدة الدرقية ويثبط هدم الدهون ويقلل من أفراز المعدة ويقلل من ضغط الدم.

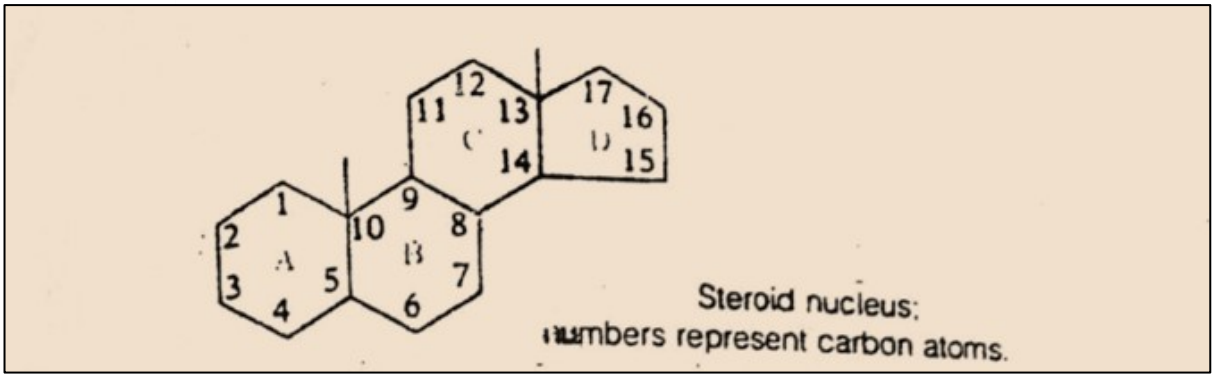
5- ان الاحماض الدهنية غير المشبعة ومنها حامض اللينوليك يحفظ من كولسترول الدم. وقد وجد ان الحامض اللينوليك دوراً مهما في نقل وتمثيل الكولسترول في الجسم. ان نقص هذه الاحماض الدهنية ولاسيما حامض اللينوليك يؤدي الى وقف نمو الفئران النامية والاطفال ويؤدي الى الالتهابات الجلدية وظهور الاكزما eczema عند الاطفال. فضلاً عن انه يؤدي الى ارتفاع الكولسترول في الكبد والدم. وجد ان الفئران نقل قدرتها على التوالد عند نقص هذه الأحماض الدهنية.





٣- الستيرويدات

وهي مجموعة من المركبات أو الكحول الحلقية ذات الأوزان الجزيئية المختلفة توجد بشكل حر او متحد بالأحماض الدهنية على شكل استرات esters ويتألف التركيب الاساس لهذه المركبات من مجموعة حلقات هايدروكاربونية يطلق عليها وتسمى برهيدروسايكلوبنتانو فينانثرين perhydrocyclopentano phenanthrene المركبات التابعة لهذه المجموعة الستيرويدات Steroids وهي تشمل مركبات مختلفة متمثلة بالفيتامينات والهرمونات واملاح الصفراء وغيرها من المركبات الشبيهة وهي كما يأتي:



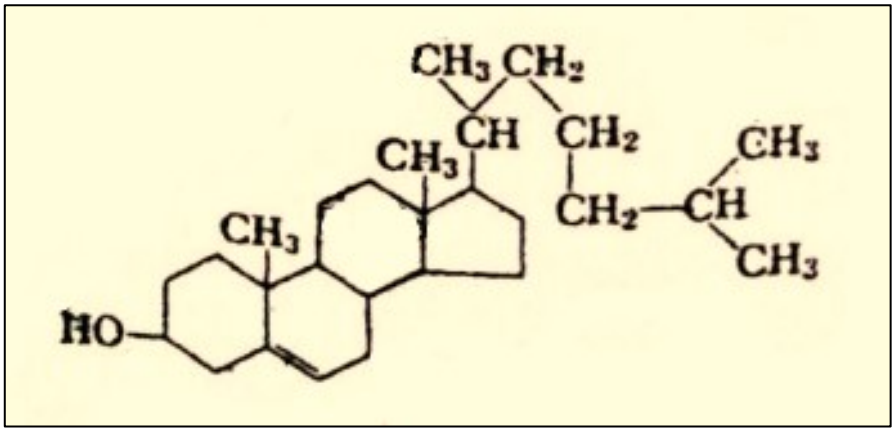
الستيرولات sterols واملاح او احماض الصفراء Bile salts الهورمونات الجنسية الذكرية والانثوية وهورمونات الادرينالين ومجموعة فيتامين D وبعض الكليكوسيدات Glycosides

الستيرولات Sterols

وهي مجموعة المركبات الستيرويدية التي تحتوي على سلسلة كاربونية جانبية طولها – ١٠ ذرات كاربون متصلة بذرة الكاربون أو الموقع ١٧ في التركيب الحلقي ووجود مجموعة هيدروكسيل (OH) في الموقع رقم ٣ فضلاً عني وجود مجموعتين مثيل في مواقع رقم ١٠ و ١٣ – توجد الستيرولات في الدهون النباتية والحيوانية اذ يطلق على الأولى بالفايتوستيرولات Phytosterols ويطلق على الثانية بالزوستيرولات Zoosterols وهناك ستيرولات خاصة بالفطريات يطلق عليها بالمايكوستيرولات Mycosterols واهم الستيرولات الحيوانية هو الكولسترول Cholesterol اما في النباتات فتوجد الارجستيرول Ergosterol

الكولسترول Cholesterol

وهو اهم الستيرولات Sterols الشائع وجوده في الحيوانات ولا وجود له في النباتات. يتكون تركيه من حلقات مشبعة من الفينانثرين Phenanthrene مع وجود رابطة مزدوجة Double bond بين ذرتي الكاربون المرقم ٥ و ٦.



الكوليسترول

يرتبط الكولسترول في الدم بالأحماض الدهنية طويلة السلسلة وغير المشبعة مكونا استرات وينقل عن طريق الليبيوبروتينات Lipoproteins المختلفة خلال الدم في الجسم. يوجد الكولسترول تقريبا في جميع خلايا الجسم اذ يوجد في جدار الخلايا. يوجد الكولسترول ايضا في الاعضاء الداخلية للجسم ولاسيما الكبد والكليتان كما يوجد في الدماغ بكميات كبيرة اذ تصل كمياته الى حوالي نسبة ١٧٪ من الوزن الجاف للدماغ. ويبلغ تركيز الكولسترول في الدم في الشخص الاعتيادي او الطبيعي Normal حوالي ١٥٠ – ٢٥٠ ملغم / ١٠٠ مللتر دم. يمكن للجسم أن يصنع الكولسترول في خلاياه خاصة الكبد ويستطيع أيضا ان يطرح الكولسترول عن طريق الامعاء، حيث يمكن للجسم ان يصنع حوالي ١–٢ غرام يوم ويتخلص من كمية بنحو ٠,١–٠,٣ غم /يوم عن طريق الجلد وينحو ٠,٢,٨٠ غم يوم عن طريق البراز

يمكن تصنيف الكولسترول الى:

1 – كولسترول مصدره خارجي Exogenous Cholesterol

ويأتي عن طريق تناول الغذاء المحتوي على الكولسترول. حيث يتم امتصاصه بعد عملية هضم الدهون الحاوية على الكولسترول.

2– كولسترول مصدره داخلي Endogenous cholesterol

وهو الكولسترول المتكون داخل الجسم. الى حد ما ان كل الانسجة الجسمية تستطيع ان تصنع الكولسترول لكن بتركيز تصنيعه في الكبد والجلد وكذلك الخلايا المبطنة للأمعاء.

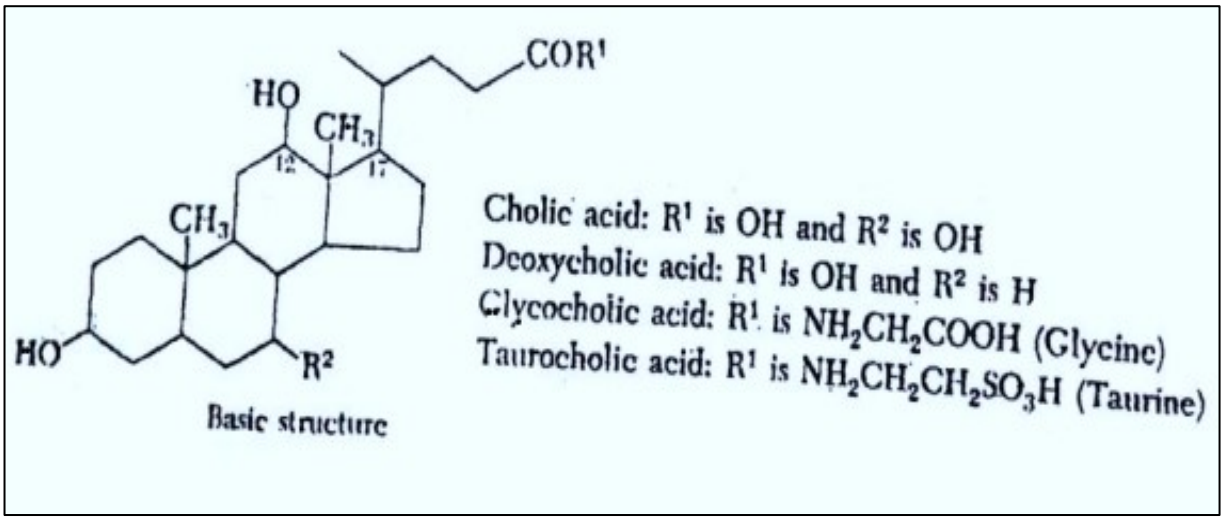
يبدأ تمثيل الكولسترول في الكبد من جزيئات الخلات Acetate بعد تنشيط ثلاث وحدات منها يمكن بعدها تخليق مادة ميفالونيت Mevalonate، وهي بدورها نتيجة لعدة خطوات باستخدام جزيئتين من الـ ATP يمكن تخليق مادة ذات خمس ذرات كاربون وهو الايزوبرينويد Isoprenoid. إن ستة وحدات من هذا المركب يمكن ان تكون مركب السكوالين Squalene حيث منه يشتق الكولسترول (راجع الفصل العاشر عن هذا الموضوع).

يرتبط الكولسترول في الدم بالأحماض الدهنية طويلة السلسلة وغير المشبعة مكونا استرات وينقل عن طريق الليبيو بروتينات Lipoproteins المختلفة خلال الدم في الجسم. يوجد الكولسترول تقريبا في جميع خلايا الجسم اذ يوجد في جدار الخلايا. يوجد الكولسترول ايضا في الاعضاء الداخلية للجسم ولاسيما الكبد والكليتان كما يوجد في الدماغ بكميات كبيرة اذ تصل كمياته الى حوالي نسبة ١٧٪ من الوزن الجاف للدماغ. ويبلغ تركيز الكولسترول في الدم في الشخص الاعتيادي او الطبيعي Normal حوالي ١٥٠ – ٢٥٠ ملغم / ١٠٠ مللتر دم. يمكن للجسم أن يصنع الكولسترول في خلاياه خاصة الكبد ويستطيع أيضا

ان يطرح الكولسترول عن طريق الامعاء، حيث يمكن للجسم ان يصنع حوالي ١-٢ غرام يوم ويتخلص من كمية بنحو ٠,١-٠,٣ غم /يوم عن طريق الجلد وبنحو ٠,٨٠,٢ غم يوم عن طريق البراز

أحماض الصفراء

وهي المجموعة الثانية من مركبات الستيرويدات وتتميز بارتباط سلسلة كاربونية. ذرات كاربون في الموقع المرقم ١٧ في تركيب الستيرويدات فضلاً عن ارتباط مجاميع هيدروكسيلية في أكثر من موقع او تعد احماض الصفراء من مواد الاستحلاب Emulsifier حيث لها دور مهم في هضم وامتصاص الدهن في الامعاء. وتتكون في الكبد وتخزن في حويصلة الصفراء gallbladder ثم يفرز في الاثني عشر Duodenum الجزء الأول من الامعاء الدقيقة ومن هذه الاملاح: حامض الكوليك: Cholic acid وحامض الكوليك اللا أوكسجيني Deoxycholic acid- وحامض الليثوكوليك Lithocholic acid وكينوديوكسي كوليك Chenodeoxycholic acid ويرتبط حامض الكوليك وحامض الكوليك اللا أوكسجيني بالحامض الأميني الكلايسين glycine وكذلك بالتاورين taurine وبوجود الصوديوم أو البوتاسيوم ليكون املاح الصفراء Bile salts.



3- التربينات Terpenes

وهي احدى مشتقات اللبيدات وهي مركبات هايدروكاربونية مكونة من وحدات من الايزوبرين Isoprene وتشمل مركبات الكاروتينويد Carotenoids وتتضمن الفا وبيتا وكاما - كاروتين ... الخ. carotene - وكذلك الليكوبين lycopene وهي واسعة الانتشار في النباتات مثل الطماطا وكذلك تشمل مركبات السكوالين Squaline وهي مركبات وسطية في تخليق الكولسترول وتوجد في زيت كبد القرش.