الدهون Lipids

هي مركبات بيولوجية غير متجانسة لاتذوب في الماء ولكنها تذوب في المذيبات العضوية (اللاقطبية) مثل الايثر والبنزين والكلوروفورم . تنتقل الدهون داخل جسم الإنسان في الدم على شكل بروتينات دهنية Lipoproteins

تصنيف الدهون Lipid Classification

تصنف الدهون الى ثلاثة مجاميع :

1- **الدهون البسيطة Simple Lipids** وتشمل

ا- الدهون والزيوت Fat , Oil

ب- الشمعيات والكحولات الشحمية

2- **الدهون المركبة Compounds Lipids**

وتشمل

ا- الدهون الفسفورية phospholipids (phosphstides)

وهي الدهون الفسفورية الحاوية عى النيتروجين مثل الليسيثين والسيفالين

والدهون الفسفورية الخالية من النيتروجين مثل الكارديولبين

ب- الدهون السفينكولية Spingolipids

مثل السفنوكومايليين والسيراميدات

3- **الدهون المشتقة Dirived Lipids**

مثل الحوامض الدهنية, التربينات , السيترويدات

أهم الأدوار البيولوجية للدهون :

1- تجهز الجسم بالطاقة حيث ان أكسدة 1 غم من الدهن يولد طاقة بمقدار 9 كيلو سعره بينما أكسدة ا غم من الكربوهيدرات يولد 4 كيلو سعره والبروتينات 5.5 كيلو سعره

2- تدخل في تركيب الدماغ والأنسجة العصبية حيث تعمل كعازل كهربائي في عملية نقل الايعازات العصبية

3- تدخل في تركيب الأغشية الخلوية والبروتوبلازم

4- تذوب فيها الفيتامينات غير الذائبة في الماء والتي تتشابه معها في التركيب مثل فيتامين K,E,D,A:

5- تلعب دورا مهما في المحافظة على ضغط الدم وتصلب الشرايين حيث تعمل كمولدات للبروستاكلاندين الذي

أ- يحفز تقلصات العضلات الناعمة (الملساء) مما يحافظ على ضغط الدم وتصلب الشرايين

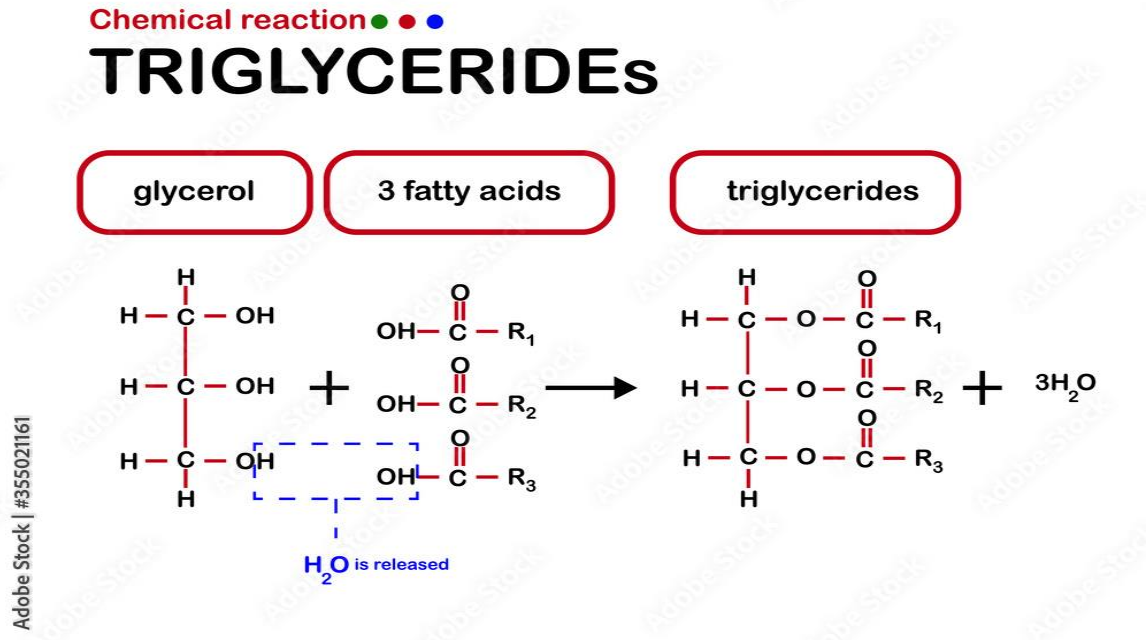
ب- يسيطر على تأثير بعض الهرمون

ت- يدخل في تركيب بعض المركبات الناقلة للالكترونات في المايتوكوندريا (ضمن السلسلة التنفسية)

1-الدهون البسيطة Simple Lipids

أ- الدهون والزيوت Fat , Oil

هي عبارة عن استر Ester للكليسرول Glycerol مع الحوامض الدهنية Fatty Acids , وبما ان الكيليسرول يحتوي على ثلاثة مجاميع هايدروكسيلية (OH) فانه يتحد مع ثلاثة جزيئات من الحوامض الدهنية ويكون استرات محتلفة ويكون عادة احادي او ثنائي او ثلاثي وذلك يعتمد على عدد الحوامض الدهنية المرتبطة ويسمى بثلاثي اسيل الكليسيرول



التسمية القديمة هي Triglycerides

التسمية الحديثة هي Triacylglycerol

R_1,R_2,R_3 هي مجموعات الكيل ذات سلسلة طويلة تعود الى الحامض الدهني الموجود في الكليسيريد Glyceride , وقد تحتوي هذه المجاميع على اصرة مزدوجة واحدة أو أكثر تبعا لنوعية الحامض الدهني .

ويمكن ان تتحلل الدهون البسيطة Triglycerides مائيا بفعل انزيم اللاييز Lipase وينتج عن ذلك مادة دهنية وكليسيرول

الحوامض الدهنيه

1- هي حوامض هيدروكاربونيه أحادية جذر الكاربوكسيل(RCOOH)
2- غير حلقية غير متفرعة على العموم
3- قد تكون مشبعه والتي تكون صلبه عادة أو قد تكون غير مشبعة وتكون سائله عادة
4- قد تكون قصيرة السلسلة (4-10 ذره كار بون) أو طويلة السلسلة(أكثر من 10 ذرات كار بون)
5- طول سلسلة الكاربون فيها يؤثر على خواص الدهون الفيزياويه كمايلي:

- الدهون الحاوية على حوامض شحمية طويلة السلسلة تكون درجه انصهارها مرتفعة، وصلبة في الظروف الاعتياديه، غير متطايره، صعبه الذوبان، درجة غليانها مرتفعة واخيرا تنتقل من الامعاء بواسطة اللمف على شكل chylomicrons (اصغر البروتينات الدهينيه كثافه).اما الدهون الحاوية على حوامض شحمية قصيره السلسلة فتكون درجة انصهارها منخفضة،سائلة،متطايره،سهله الذوبان ،درجه غليانها منخفضة واخيرا تمتص من الدم مباشرة.

6-هناك ثلاث احماض شحمية يطلق عليها الاحماض الشحمية الاساسية essential fatty acids وهي التي لايمكن بنائها داخل الجسم وعليه يجب تناولها عن طريق الغذاء اليومي وهي تكون غير مشبعة وتشمل

حامض لينوليك linoleic Δ 9,12 18:2 وحامض لينولينك Δlinolenic 9,12,15 18:3 وحامض اراجيدونك arachidonic Δ5,8,11,14 20:4 وهي مولده للبروستوكلاندين الذي يؤثر على النمو والجهاز التناسلي وعلى الشعر والجلد.

7-الحوامض الشحمية اما مشبعة او مشبعة وفي حالة احتواء غير مشبعة على اصرتين او اكثر من الاواصر المزدوجة فيفصل بينهما دائما مجموعة مثيلي

$-CH_2-CH_2-$ CH= CH- CH_2- CH= CH- CH_2

وتحمل الاصره المزدوجة عادة الشكل cis

8-القاعدة العامة لكتابة الحوامض الشحمية هي كتابه عدد الذرات ثم عدد الاواصر المزدوجة واخيرا تعيين مكان الاصره المزدوجة ابتداءا من ذرة الكاربون الحاملة للكاربوكسيل

مثال: $\Delta 9$ 18:1 $CH_3\ (CH_2)_7\ CH= CH(CH_2)_7COOH$

9-الحوامض الشحمية الحره free fatty acid (FFA) توجد في بلازما الدم واهمها البالمتيك والسيتارك انها تتحرر من الشحوم المخزونة وتنقل الى البلازما متصلة مع الالبومين. ان مستوى FFA يزداد في حاله مرض السكر وعند البدانه علما ان البالمتك والسيتارك هي حوامض شحمية مشبعة.

10- من الحوامض الشحمية غير مشبعة: حامض الاوليك الذي يشكل 45% وهي اعلى نسبة للحوامض الشحمية في الدهن البشري ومعظم الحوامض الشحمية المشبعة الماخوذه في الغذاء تتحول الى حامض الاوليك اثناء الفعاليات الحيوي هاما حامض الارجيدونك فيوجد في الليسيثين والكيفالين الموجوده بكثرة في الدماغ والكبد وصفار البيض ومن حامض الاراجيدونك يخلق البروستوكلاندين.

الحوامض الشحميه المشبعة

مثل:**حامض البالمتيك Palmitic Acid** $CH_3(CH_2)_{14}COOH$

حامض السيتارك Stearic Acid $CH_3(CH_2)_{16}COOH$

الحوامض الشحميه غير مشبعة

1 -حامض الاوليك Oleic acid

$CH_3(CH_2)_7-CH=CH-(CH_2)_7COOH$

حاوي على اصره مزدوجة واحده التسميه= Δ 9 18:1

2- حامض اللينوليك linoleic acid

حاوي على اصرتين مزدوجتين

$CH_3(CH_2)_4$-CH=CH-CH2-CH=CH-$(CH_2)_7$COOH

التسميه= 18:2 Δ 9,12

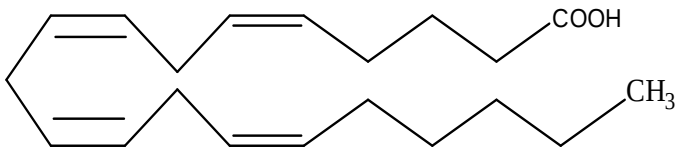
3-حامض اللينولينك linolenic acid

حاوي على ثلاث اواصر مزدوجة

CH_3CH_2-CH=CH-CH_2-CH=CH-CH_2-CH=CH-$(CH_2)_7$COOH

التسميه= 18:3 Δ 9,12,15

4-حامض الاراجيدونك arachidonic acid



التسميه= 20:4 Δ 5,8,11,14

الشموع waxes

هي استر للحامض الشحمي مع بعض الكحولات احادية جذر الهيدروكسيل وذات سلاسل طويلة

مثال : شمع العسل

$CH_3(CH_2)_{29}$ —O-C(=O)— $(CH_2)_{16}CH_3$ Myricyl stearate

-ينتج الشمع الذي ينتمي الى الدهون من الحيوانات والنباتات وهو يختلف عن الشمع المعدني

- يوجد الشمع بشكل طبقات لحماية الجلد والريش وعلى اوراق الفواكهة والنباتات الراقية لحماية النبات من فقدان الرطوبة كما ان الشمعيات تدخل في تركيب القشره الخارجية لعدة انواع من الحشرات.

-التحلل الحامضي او الانزيمي للشمع ينتج من مول واحد من حامض شحمي +مول من كحول ذو سلسله طويلة.

مثال اخر **myricyl palmitate** الذي يتكون من

$CH_3(CH_2)_{14}COOH$ Palmitic acid + $CH_3(CH_2)_{29}OH$ myricyl alcohol

$CH_3(CH_2)_{14}-O-C(=O)-(CH_2)_{29}CH_3$

شمع العسل

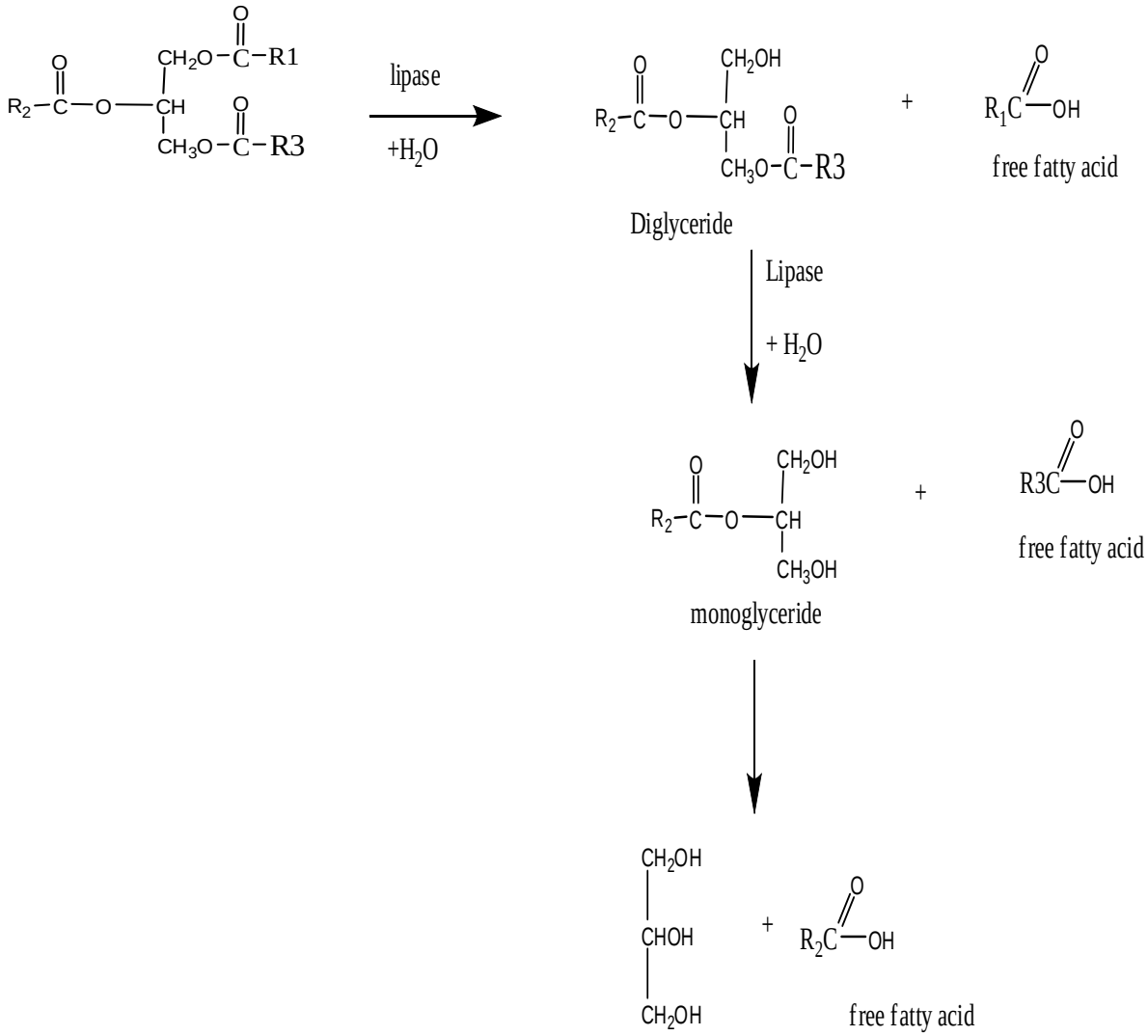
تفاعلات الدهون البسيطة Reactions of simple lipids

1-تحلل الدهون Hydrolysis of lipids

يمكن أن تتحلل الدهون إلى كليسيرول وأحماض شحمية بعدة طرق وهي :

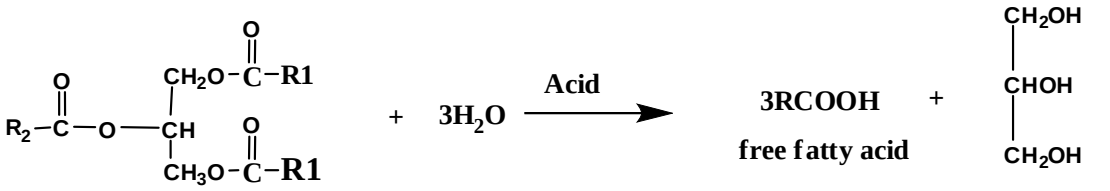
ا- الانزيمية:

توجد الانزيميات الهاضمة في القناة الهاضمة مثل أنزيم لايبيزLipase وايستريز Esterase بدرجه حراره الجسم.


lipase
+H2O
free fatty acid
Diglyceride
Lipase
+ H2O
free fatty acid
monoglyceride
free fatty acid

ب-تحلل الدهون في وسط حامضي

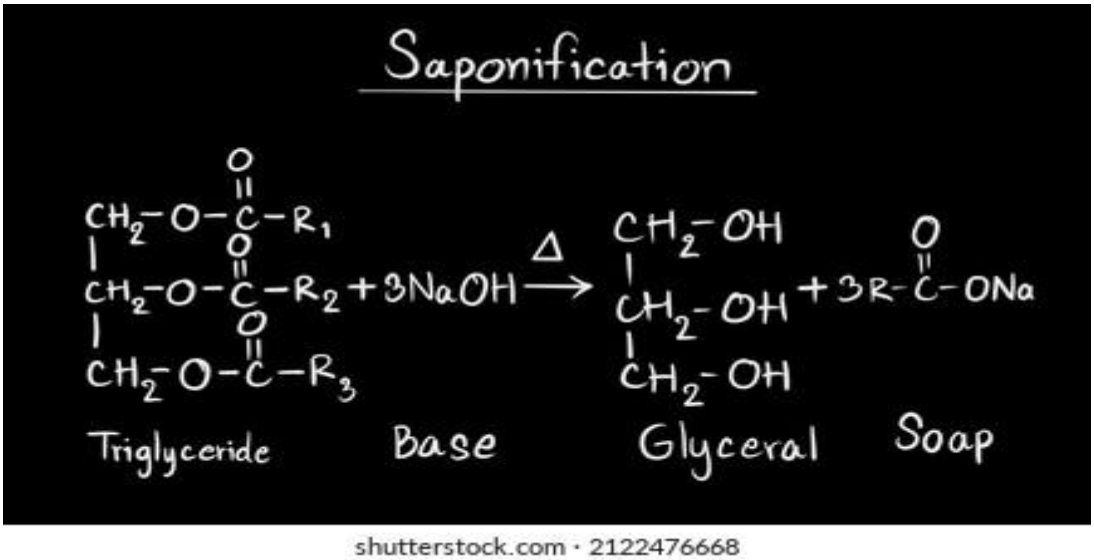
تتحلل الدهون بوجود حامض مثل HCL الى glycerol واحماض شحمية في وسط مائي حامضي وبدرجه حراره الغليان حيث يستعمل الكحول كمذيب للدهون.



ونلاحظ انه تضاف جزيئة ماء الى كل رابطة من روابط الاستر في عمليه التحلل المائي لذا يلزم ثلاث جزيئات من الماء لتحليل جزيئ واحد من الدهن او الزيت.

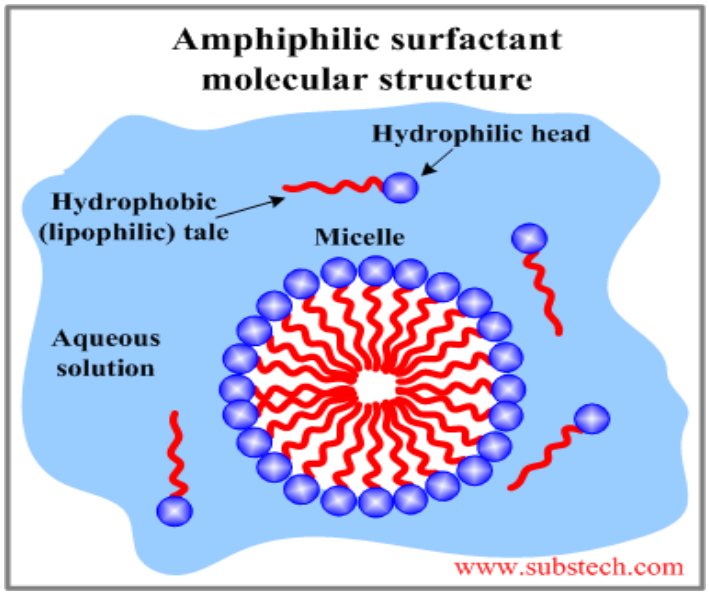
2- التصبن Saponification

هو تحلل الدهون الى كليسرول واملاح الاحماض الشحمية عند معاملتها مع القواعد وتدعى هذه الاملاح **بالصابون** وهي لها صفات الدهون المستقطبة فتكون بشكل دقائق غروية في الماء بسبب تكون المذيلات التي لها مجاميع مستقطبة كربو كسيلية الى خارج فتكون على تماس مع ايونات المحلول OH^-, H^+ وتكون متباعده عن بعضها بسبب الشحنة (COO^-) اما الى الداخل فهناك المجاميع الهيدروكاربونية غير المستقطبة.



shutterstock.com · 2122476668

الصابون



والدهون الحاوية على احماض شحمية في تراكيبها فقط لها القابلية على التصبن حيث تقسم الى قسمين

ا- الدهون المتصبنة :

لها القابلية على التفاعل مع القاعده وتشمل

1-دهون سفنكولية 2- دهون الفسفورية(وهما من الدهون القطبية)

3- الكليسيريدات الثلاثيه 4- الشموع كلها تحتوي على احماض شحمية في تراكيبها

ب- الدهون الغير متصبنة:

1- البروستوكلانديدات

2-التربينات

3-السترويدات

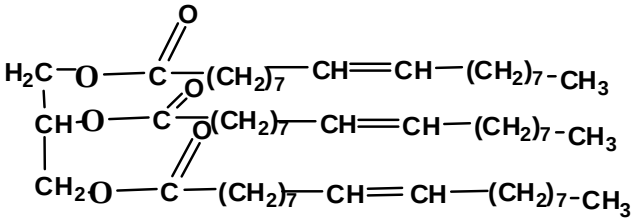
4-الكليسرول الحر اما استر الكليسرول فله القابليه على التصبن.

رقم التصبن

عدد ملي غرامات القاعدة اللازمة لصوبنة غرام واحد من الدهن ويستخدم هذا الرقم لمعرفة طول السلسلة للحامض ألشحمي حيث كلما كانت السلسلة قصيرة يكون معامل الصوبنة عالي (تناسب عكسي).

الهدرجة

هو تحول الزيوت (الدهون غير المشبعة) الى دهون صلبة (مشبعة) باضافة الهيدروجين للاواصر المزدوجة في الحامض الشحمي الغير مشبع بوجود عامل مساعد مثل (Ni) وفي درجات حراره عالية.

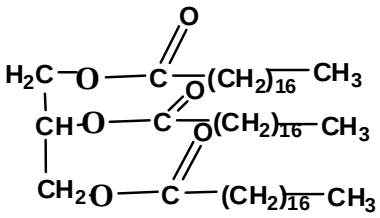


oil triglyceride (unsaturated) olein

Ni / 3H2

150-190 C

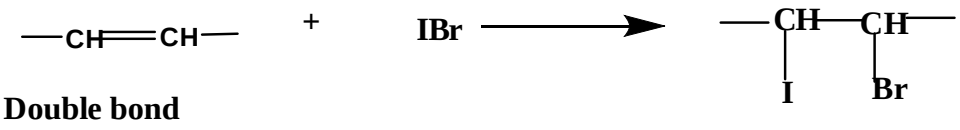
Heat



Fat triglyceride (saturated) stearin

4- اضافه الهالوجينات

يضاف I, Cl ,Br الى الاواصر المزدوجة في الحامض الدهني الغير مشبع الموجود في ال Triglyceride



Double bond

الرقم اليودي

هو عدد ملي غرامات من اليود المضاف الى الاواصر المزدوجة في (100gm) من الدهن ويكون الرقم اليودي للدهن صغير لاحتوائها على كمية قليلة من الحوامض الدهنية الغير مشبعة اما الزيوت فقيمة (I number) اكبر لاحتوائها على كمية كبيرة من الحوامض الدهنية الغير مشبعة مثل زيت بذر الكتان.

5-الزرنخة Rancidity

هو اصطلاح يطلق على الدهون التي تركت لفترة طويلة واصبح لها طعم ورائحة كريهة والنوعين الشائعين للتزرنخ هما

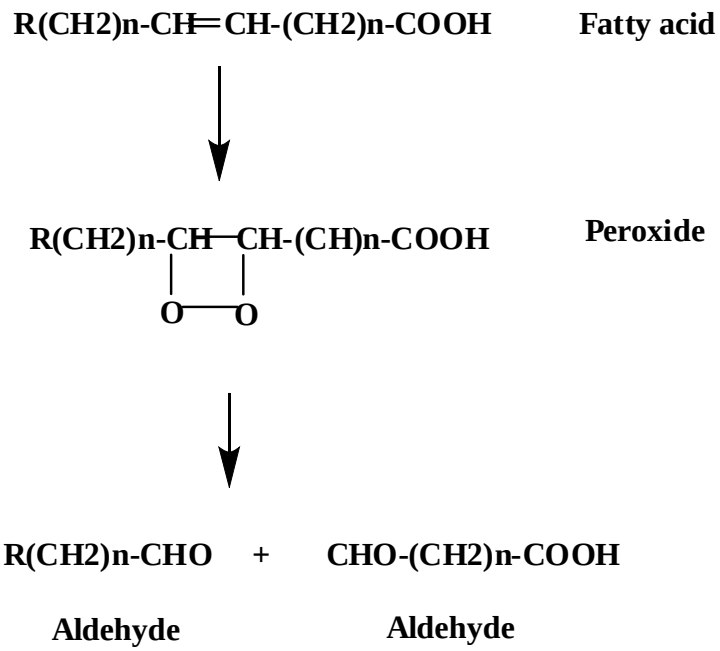
ا-التزرنخ التحليلي (تزنخ التحلل المائي للدهون):Hydrolytic Rancidity

الدهون التي تحتوي على حوامض شحمية ذات سلسلة قصيرة (مثال: حامض البيوترك في الزبد) تتحلل مائيا وتحرر الحوامض الشحمية المتطايرة VFA التي لها رائحة كريهة ويساعد ذلك الرطوبة والحرارة وفعل انزيم Lipase

Tri glyceride $\xrightarrow{\text{lipase}}$ **Glycerol** + **F.F.A حوامض شحميه حرة**

ب- التزنخ التاكسدي Oxidative rancidity

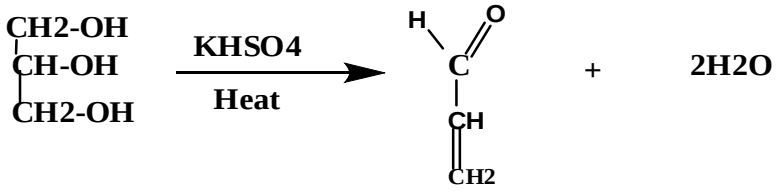
يحدث في الدهون التي تحتوي على حوامض شحميه غير مشبعة حيث تتأكسد الأواصر المزدوجة وتتكون بيرو كسيدات والديهايدات قابله للتطاير وكيتونات وحوامض والعوامل المساعدة هي الحرارة والضوء والرطوبة والهواء .وتضاف المواد المانعة للتأكسد antioxidant لمعالجة هذه المشكلة فهي تحتوي عادة على مجموعات فينولية بتراكيبها مثل (التوكوفيرول Vit E) .



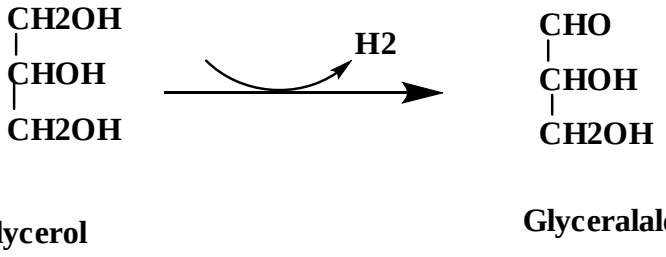
6- تفاعلات الكليسرول

ا-كشف الاكرولين (تاثير الاكرولين على الكليسرول):

تتفاعل الدهون المتعادلة بسبب احتوائها على الكليسرول مع $KHSO_4$ وبالتسخين تتحول الى ماده متطايرة ذات رائحة الدهن المحروق تدعى اكرولين وهو مركب الديهايدي غير مشبع.



ب-اكسدة الكليسرول:

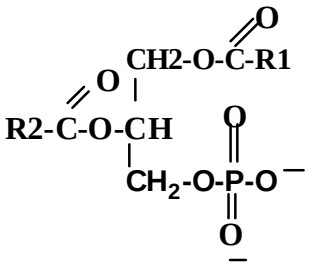


الدهون المركبة Compound lipids

ا-الدهون الفسفورية او الفوسفوتيدات phospho lipids or phosphotids

الفوسفوتيدات هي مشتقات حامض الفوسفوتيدات اما حامض الفوسفاتيدك فهو مجموعة فوسفات مرتبطة بمجموعة هيدروكسيل طرفية للكلسيريد الثنائي وهي لاتخزن مطلقا بكميات كبيرة وانما هي عناصر تركيبية.

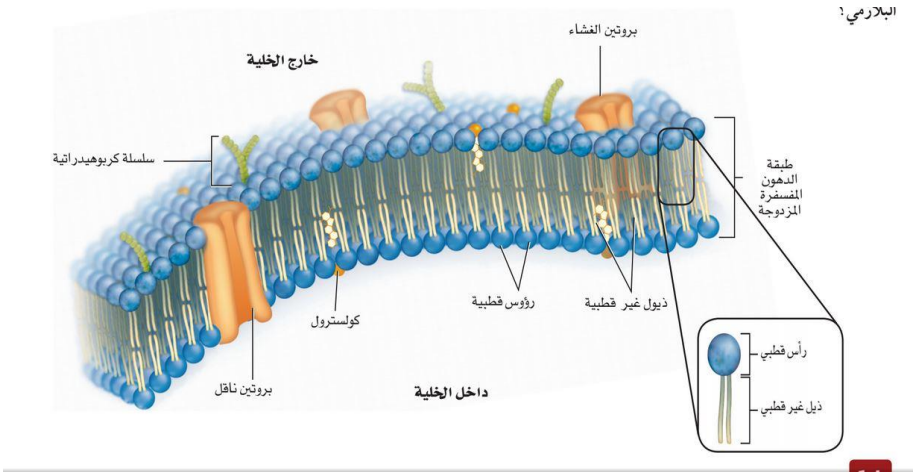
رأس غير مشحون



رأس مشحون

اذ يرتبط حامض الفوسفوتيدات بمركبات نتروجينية او غير نتروجينية عن طريق مجموعة الفوسفات فتسمى (فوسفوتيدات) .توجد الدهون الفسفورية بشكل رئيسي في الاغشية الخلوية حيث تتكون الجزيئة من راس محب للماء وهو حامض الفسفوريك مشحون وجزء كاره للماء يتمثل باثنين من الحوامض الشحمية المتصلة بالرأس القطبي.

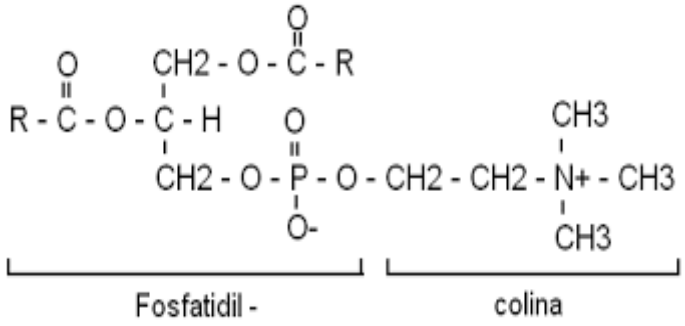
تنتظم الدهون الفسفورية في الغشاء الخلوي بشكل متقابل حيث تبرز الرؤوس المحبة للماء على سطحي الغشاء الخلوي والسفلي أما الكاره للماء أنها تتقابل في وسط الغشاء.



تقسم الدهون الفسفورية الى قسمين :

أ-الدهون الفسفورية الحاوية على النتروجين من امثلتها

1-الليسيثين Lecithin او فوسفوتيدل كولين.



خواص الليسيثين

1-عند تحلله مائيا يعطي الكولين ,حامض الفسفوريك,الكليسرول,جزيئتين من الحوامض الشحمية احدهما حامض الاوليك والاخر حامض السيتارك.

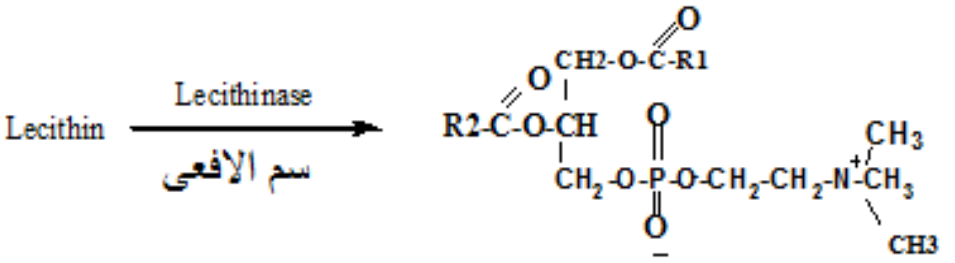
2-يعتبر من المركبات مزدوجة القطبية zwitter ion بوجود القاعدة القوية الكولين وحامض الفسفوريك.

3-ينظم عملية ايض الدهون ويمنع تراكم الشحوم في الكبد ويعمل على نقل الدهون والحوامض الشحمية في الدم.

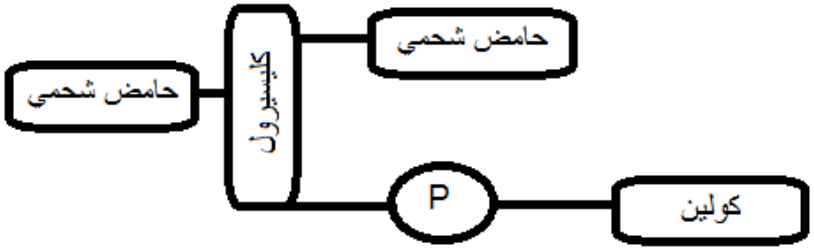
4-تدخل الليسيثينات كمكونات بأنسجة المخ والأنسجة العصبية وكذلك في صفار البيض وهي أيضا مكونات أساسية في بروتوبلازم جميع الخلايا.

5-عامل مستحلب يساعد على ذوبان الكولسترول في المرارة.

6-عند نزع الحامض ألشحمي على ذرة الكربون الوسطي في جزيء الليسيثين بالتحلل المائي ينتج ليزو ليسيثين وهذا الأخر يسبب تكسر الكريات الدموية الحمراء بالدم وهذا مايفعله سم الثعبان الذي يسبب تحول الليسيثين إلى ليزو ليسيثين.



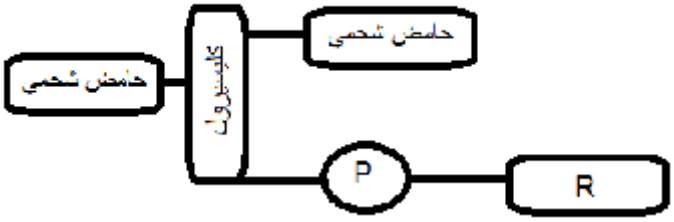
Lyso lecithin

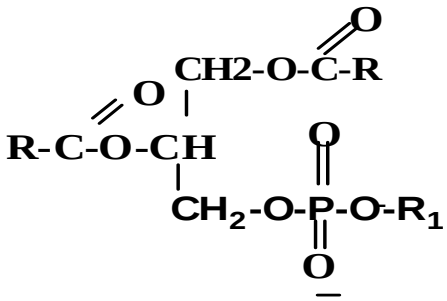


صيغة بنائية مبسطة
للـ Lecithin

2- سيفالين Cephalin او فوسفاتيدل ايثانول امين

كثيره في الانسجة الدماغية والعصبية.





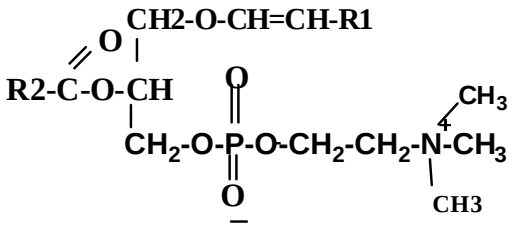
R1 = -CH-CH2-NH2 Ethanol emine
OH

or CH-CH-COOH Serine
NH2

3- البلازما لوجينات plasmalogen

توجد في عضلات القلب وانسجة المخ والكبد.

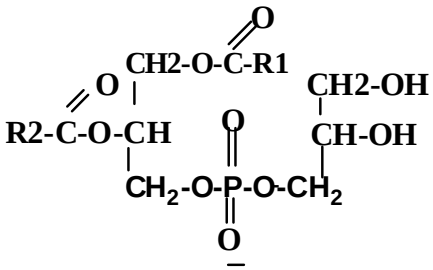
وهي تختلف عن الليسيثينات بوجود اصرة ايثرية على الشكل التالي



ب-الدهون الفسفورية الخالية من النتروجين : من امثلتها

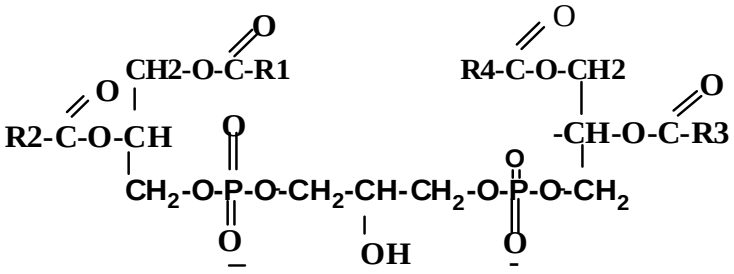
ا- فوسفاتيدل كليسرول Phosphatidyl glycerol

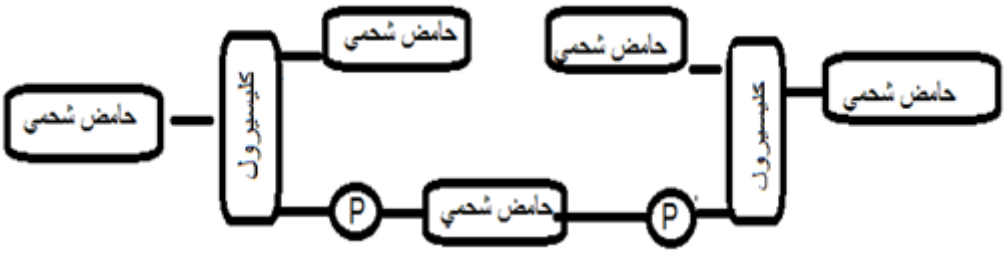
يوجد في جميع الاغشية ويتحلل مول واحد منه مائيا فينتج مولين من الحامض الشحمي ومولين كليسيرول ومول حامض الفسفوريك.



2- الكارديوليبين Cardiolipin

يحتوي على جزيئيتين من حامض الفسفوسفوتيدك ويتحلل مائيا فيعطي 4 جزيئات من الحامض الشحمي, 3 جزيئات من الكليسرول ,2 جزيئه حامض الفسفوريك.



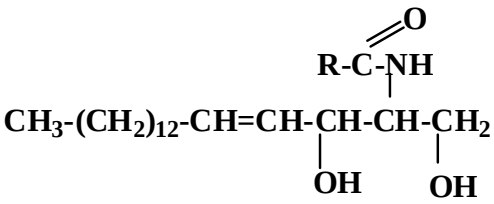


يوجد بكميات كبيرة في القلب والكبد والمخ وله خاصية توليد الاجسام المضادة.

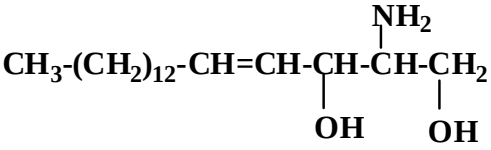
الدهون السفنكوليه Sphingolipids

تحتوي على السفنكوسين بدلا من الكليسرول وتمثيله في الجسم بطيء

السفنكوسين هو سلسلة من كحول امين غير مشبع يسمى الحامض الشحمي والسفنكوسين معا سيراميد ان ابسط انواع السيراميدات هو السفنكوسين



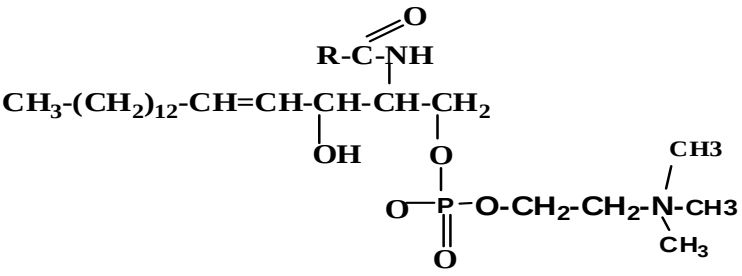
Ceramide



Sphingosine

سفنكومايلين Sphingomylin

يحتوي على كولين وحامض شحمي وحامض الفسفوريك وجزيئه سفنكوسين يوجد بصورة مركزة في الدماغ والأنسجة العصبية, ويوجد في الدم تمثيلة بطئ , السفنكوسين الموجود في غلاف النخاع الذي يعد مادة عازلة للأنسجة العصبية لا يتمثل عند البالغين.



الدهون السكرية Glycolipids

تحتوي على كاربوهيدرات وأهمها :

1-السير بيرو سيد Cerebroside

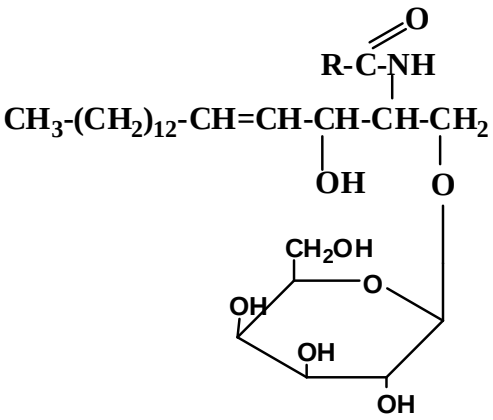
وهو من مشتقات السيراميدات وتحتوي على سكريات أحادية على الأغلب كالكتوز أو كلوكوز ولا تحتوي على حامض الفسفوريك تختلف الدهون السكرية باختلاف الحامض ألشحمي الداخل في تركيبها وأهمها:

kerasin يدخل في تركيبه Lignoceric acid

Phrenosin يدخل في تركيبه Cerebronic acid

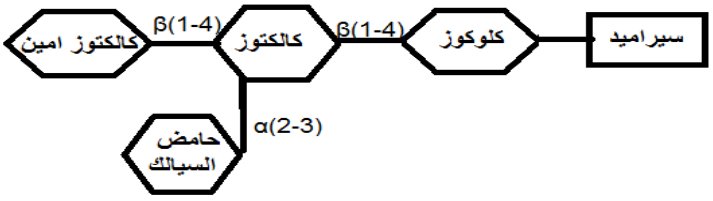
Nervon يدخل في تركيبه Nervonic acid

يوجد بنسبة عالية في الأعصاب المغشاة (المادة البيضاء من الدماغ)



2- الكانكليوسيدات Gangliosides

وهذه توجد بصورة مركزة في خلايا العقد العصبية ganglion وفي الجهاز العصبي المركزي. وهو سيراميد معقد يحتوي على سكريات سداسية وحامض السيالك ومشتقات السكريات الامينية.



ان مرض تاي ساكسن Tay-Sachs الوراثي سببه نقص في الانزيم الذي يحلل الكانكليوسيد مما يؤدي الى زيادة تركيزه في دماغ الاطفال واعراضه صعوبة تناول الطعام ويسبب العمى والموت في سن الثالثة.

الدهون البروتينية Lipoproteins

وهي مجموعة من الجزيئات الحياتية ناتجة من اتحاد الدهون مع البروتينات تتواجد في دم اللبائن وتقوم بنقل الدهون من الامعاء الدقيقة الى الكبد ثم من الكبد الى مناطق الانسجة الدهنية والانسجة الاخرى.

1- HDLP High density lipo protein: يقوم بنقل الكولسترول من الخلايا
2- LDLP Low density lipo protein: وتعمل على نقل الكولسترول الى الخلايا
3- VLDL Very low density lipo protein: تنقل الدهون المتعادلة triglyceride المتكونة في الكبد من الكبد الى الخلايا.
4- Chylomicrons كايلومايكرون :تنقل الدهون المتعادلة الخارجية والتي منشاها الغذاء من الامعاء الدقيقة الى الكبد.

الدهون المشتقة: وهي مواد التي تنتج من التحلل المائي للدهون البسيطة والمركبة وتشمل على:

1-**الحوامض الشحمية Fatty acids**

2-**التربينات Terpens**

3-**الستيرويدات Steroids**

التربينات Terpens

هي مركبات بايلوجية مكونة من وحدتين او اكثر من الايزوبرين **Isoprene**

CH_2-C(CH_3)-CH=CH_2 وهي مركبات مختلفة منها الكافور , المطاط, وكذلك تشمل على فيتامين **E** , **K**, والكاروتين β في الجزر (مولد فيتامين A) و Licopin وهي صبغة الطماطة. من التربينات مركبات يدعى **Squalene** سكوالين وهو عبارة عن ارتباط 6 وحدات من الايزوبرين ويعتبر المركب الوسطي لعملية تخليق الكولسترول.

السيترويدات Steroids

هي مشتقة من حلقة السيتروويد والتي تتالف من (17) ذرة كاربون , اغلب السيترويدات توجد مجموعتي مثيل CH3 من ذرة كاربون (13) و(10).

تقسم السيترويدات الى:

أ- السيترولات Sterols (الكحولات الصلبة).

1-مولدات فيتامين D.

2-الكولسترول.

ب – حوامض الصفراء (املاح الصفراء) .

ج-الهرمونات السيترويدية الجنسية (الانثوية و الذكرية) والهرمونات السيترودية الادرينالية.

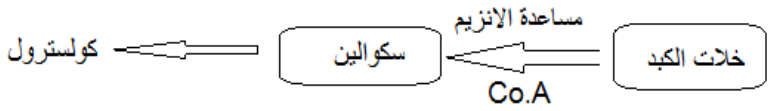
السيترولات Sterols

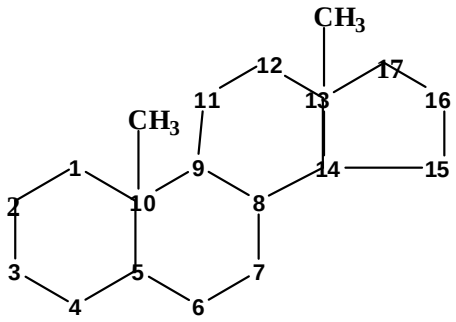
وهي عبارة عن كحولات صلبة لاتذوب في الماء وتذوب في مذيبات الدهون ولاتتصوبن (لاتتفاعل مع القاعدة لتكوين الصابون)

مركبات السيترولات هي:

1- الكولسترول:

يوجد في الدهون الحيوانية ولايوجد في الزيوت النباتية وبالاخص زيت الذرة .يدخل الكولسترول في بناء جميع الاغشيةالعصبية .يخلق الكولسترول في الجسم داخل الكبد من الخلات ويمر بمركب السكوالين ثم الكولسترول.





الكولسترول

يصنع داخل الجسم بنسبة gm(1.5-2) يوميا , يمتص من الامعاء مع بقية الدهون على شكل يندمج مع البروتينات الدهنية وتنقله الى الدم ,ويحتوي الدم على (180-220 ملغم/100 مل كولسترول).ان تركيزه مقيد بفعالية الكبد وبعض الانزيمات.

اهم العوامل المؤثرة أو المسيطرة على نسبة الكولسترول

1- الحوامض الشحمية الغير مشبعة تقلل من مستوى الكولسترول من الدم وذلك لأنها:

ا-تحفز على افرازه الى الامعاء.

ب-تحز على اكسدتة الى حوامض الصفراء.

ج-تساعد على سرعه التمثيل الغذائي(metabolism) للأسترات الكليسرول.

2- العقاقير تنزل من مستوى الكليسرول فمنها مايمنع تخليقة ومنها مايمنع امتصاصة وزيادة الكولسترول في الدم تؤدي الى مرض تصلب الشرايين الذي يرافقة ارتفاع ضغط الدم . وكذلك قد يتسرب من المرارة مكونا حصوة مرارية وبالتالي يؤدي ذلك الى مرض اليرقان الانسدادي.

اهم فعاليات الكولسترول هي:

1-يتحول الى حوامض الصفراء Bile acids

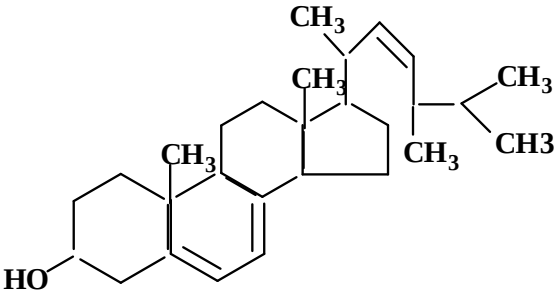
2-يتحول الى هرمونات سيترويدية مثل الكورتزون وبعض الهرمونات الجنسية.

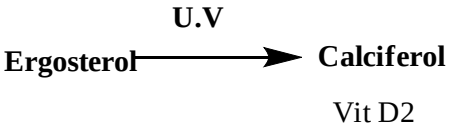
3-يعمل كمادة فعالة ضد السموم.

4-يعمل على نقل الحوامض الشحمية عندما يكون على شكل استرات.

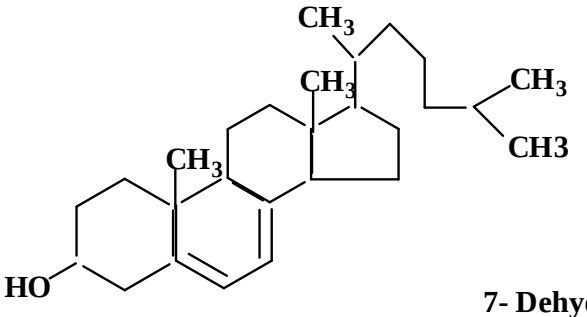
2-مولدات فيتامين D:

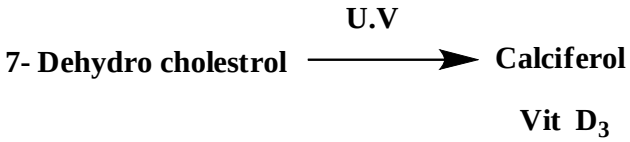
أ- مولد فيتامين D2 Ergosterol النباتي





ب- مولد فيتامين D_3 7-Dehydro cholesterol





ب- حوامض الصفراء (المرارة) Bile Acids

هي مركبات التي تحتوي على نواة السيترول وهي موجودة في الصفراء وتتميز بان السلسلة الجانبية فيها تتكون من خمس ذرات كاربون منتهية بمجموعة كاربوكسيل . الحوامض الصفراء تتكون في الكبد من الكولسترول بمساعدة الانزيمات.

وظائف حوامض الصفراء

1- تقوم بدور المستحلب للشحوم حيث تقلل تاشد السطحي.
2- تمنع ترسيب الكولسترول داخل العصارة الصفراوية.
3- تساعد على امتصاص الحوامض الشحمية بوساطة الامعاء.
4- تساعد على امتصاص الكولسترول والفيتامينات الذائبة في الدهون.

هناك ثلاث انواع من هذة الاحماض

أ- **Lithocholic** R_1=OH R_2=OH **no. OH at C_{12}**

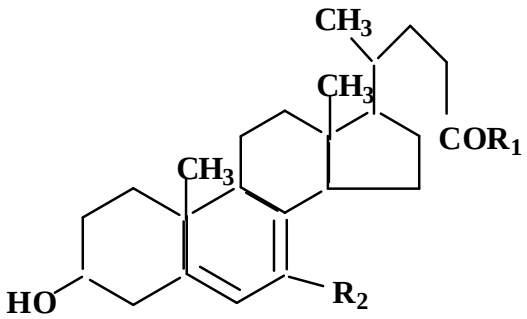
ب- **Deoxycholic** R_1=OH R_2=H

ج- **Cholic** R_1=OH R_2=OH

احماض الصفراء تتحد مع الكلايسين والتورين لتكوين املاح الصفراء

glyco cholic acid ← R1= NH2CH2COOH

Tauro cholic acid ← R1=NH2CH2CH2SO3H



ج-الهرمونات السيترويدية

تتكون من الكولسترول وتقسم الى خمسة اقسام اساسية:

1-Progestagens تخلق في الجسم الاصفر.

2-Gluco-Corticoids تخلق في القشرة الادرينالية.

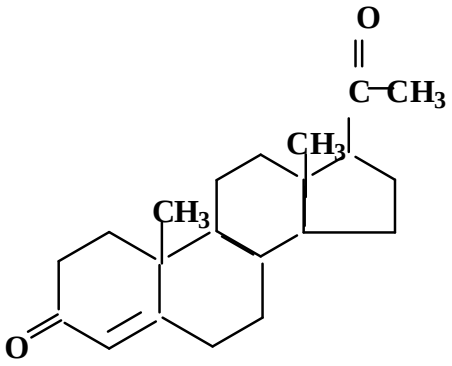
3-Mineralo-Corticoids تخلق في القشرة الادرينالية.

4-Androgens

5-Estrogens

1- البروجستاجين Progestagens

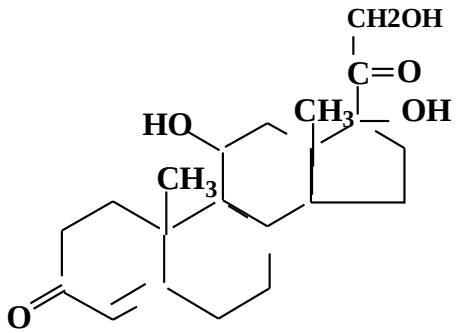
هرمون انثوي يخلق في الجسم الاصفر فوق المبيض وفي المشيمة وظيفتة يعمل على تهيئة الغشاء المخاطي المبطن للرحم وتثبيت البيضة المخصبة والحفاظ على الحمل ويسمى هرمون الحمل.



Progesterone

2- الكورتزول Gluco-Corticoids

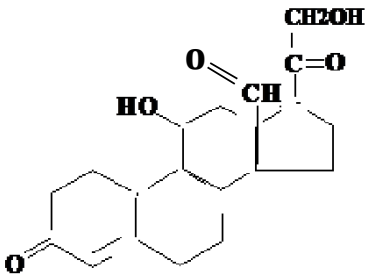
يخلق في القشرة الادرينالية من البروجسترون وهو يحث على تكوين الكلوكوز من المواد غير السكرية مثل الدهون والبروتينات , ويفرز عند انخفاض السكريات في الدم .
ويحث على عملية تحلل الدهون والبروتينات.



Cortisol

3- الدوستيرون Aldosterone

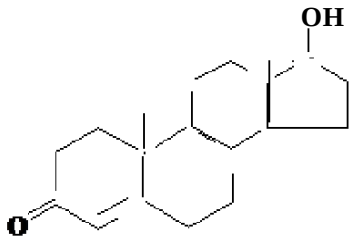
يسبب اعادة امتصاص لايونات الصوديوم وايونات الكلور والبيكاربونات بوساطة الكلية والتي تؤدي الى زيادة حجم الدم وضغطه كما تزيد من طرح ايونات البوتاسيوم وهي تخلق في القشرة الادرينالية من البروجستيرون وتحتوي على سلسة جانبية ذات ذرتي كاربون.



Aldosterone

4- اندروجين Androgen

وهي هرمونات ذكرية Andros (male) , حيث تخلق في الخصيتين وتعمل على ظهور المميزات الذكرية وعلى تنشيط بناء البروتينات مثل testosterone. وهي لاتحتوي على سلسلة جانبية.



Testosterone

5- استروجين Estrogen

وهي هرمونات انثوية, حيث تخلق في المبيض وتعمل على ظهور المميزات الانثوية, وكذلن تشارك في عملية العادة الشهرية مثل estrone و estradiol وهي لاتحتوي على سلسلة جانبية.

Estrogen