VEIN BATCH 2027

النادي الطبي

Sub: Molecular المادة:

Lecture: 5 المحاضرة:

By: Mohammad & tala alomari إعداد:

Edited: تعديل:

Lipids of biological importance- 1

Ahmed Salem, MBBCH, MSc, PhD, FRCR
ahmed.salem@doctors.org.uk

Majority of sides: Dr. Walaa Bayoumie El Gazzar

Part 1

تفريغ : محمد العمري / تالا العمري

to help us understanding the Metabolism وغيرهم؟ carbohydratesوال lipidsليش بندرس ال

Why study lipids (importance)

Kilocalories per gram

- High energy value (9 kcal /gm),

أهميتهم تكمن في أنهم أعلى مصدر للطاقة ((الأعلى مش الأهم, الglucose هو الأهم))

- The fat-soluble vitamins and the essential fatty acids in foods (The main source is food)

- Lipids are found primarily in three compartments in the body: بنتقلوا عن طريق compartments

لأنهم ما بذوبوا في الماء ولا بختلطوا معه

ف بتم نقلهم محمولين على plasma proteins

  - Plasma
  - Adipose tissue
  - Biological membranes

وبتتواجد بالجسم بشكل رئيسي داخل الدهون

(داخل الadipose tissue)

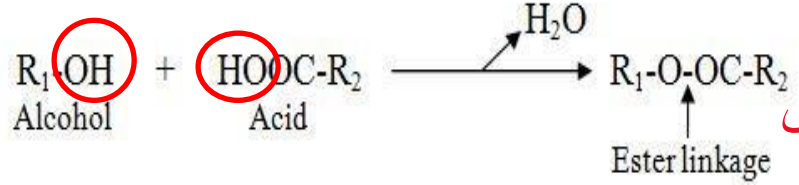
- **Definition:** Lipids are organic substances
  - Which are related to fatty acids

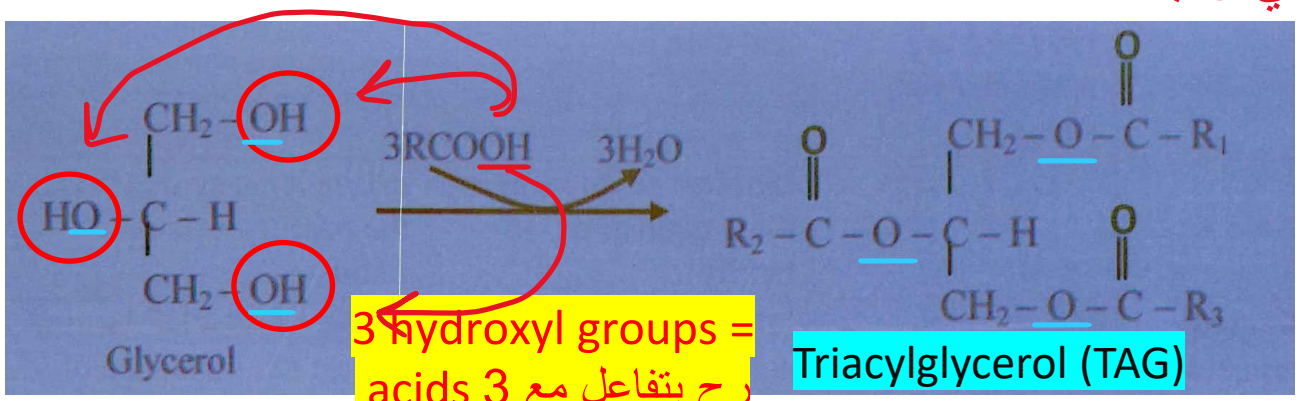
(non charged/ neutral) مظمهم دون شحنة كهربائية

- They are water insoluble (non–polar, hydrophobic) but soluble in fat solvents as alcohols, chloroform, benzene, acetone, ethers…etc

- Lipids are formed mainly of **alcohol** and **fatty acids** combined together by **ester linkage**

كيف بتتكون الlipids ؟
بتفاعل alcohol مع acid.. وكل جزيئين OH
بطلع منهم جزيء H2O.. في الصورة مثلا
الglycerol عنده 3 جزيئات OH ف لما يتم التفاعل
بنتج عنه 3(H2O) وبضل عندي O بتعمل
الester linkage





والTAG هو simple lipid
في simple غيره طبعا..
لكن الTAG بتمثل الغالبية
العظمى من الfats بالطبيعة

* note: f.a = fatty acid → and it's monocarboxylic acid (فيها مجموعة واحدة من COOH)

Lipids

* بيتكون من f.a

* لا تذوب في الماء (لأنها non polar و لا تقبل استثناء).

* تذوب في مذيبات الدهون (كلوروفورم ...).

* تتكون من f.a & كحول (ester linkage) وبالتالي

note: R_1 & R_2 فقط علشان التمييز بينهم.

R_2-COOH ← f.a

R_1-OH ← كحول

عن كيف التفاعل؟

R_2-COOH // R_1-OH

بيسحب H من الكحول

بيسحب OH من f.a

$R_1-O-C-R_2 + H_2O$

* ester linkage.

Classification of lipids

1 Simple lipids:

- TAG and wax
  - Tri

في diacylglycerol و monoacylglycerol بس بنسب قليلة جدا..
عشان هيك بهملها أثناء الدراسة وبركز بس عالTAG.. يعني لما بدي ادرس تحضير أو تكسير simple acid بنكون نحكي عن الTAG فقط

2 Compound, complex or structural lipids = simple lipids + other compound

- Phospholipids → Phosphate + simple lipid
- Glycolipids → Carbohydrates + simple lipid
- Lipoproteins

3 Derived Lipids

- For example: fatty acids

**ال fatty acid مش simple lipid, لكنه ينتج من تكسير ال simple lipids

4 Substances associated with lipids

- Steroid hormones, lipid soluble vitamins

Classification of lipids

1- Simple lipids:

- These are **esters** of alcohols with fatty acids
- According to alcohol they are sub classified into:
  - **Triacylglycerols:** these are esters of glycerol with 3 fatty acids
    - When fatty acid are esterified to glycerol they loose their negative charge , and hence the name neutral fats

بفقد glycerolال بس لما يتفاعل مع ,negatively charged بالأساس fatty acidsال
شحنته السالبة وبصير neutral fat, وهاض اللي بخليه يفقد ال solubility in water

  - **Waxes:** these are esters of **monohydric** alcohols higher than glycerol with one fatty acid Hydric = hydroxyl group

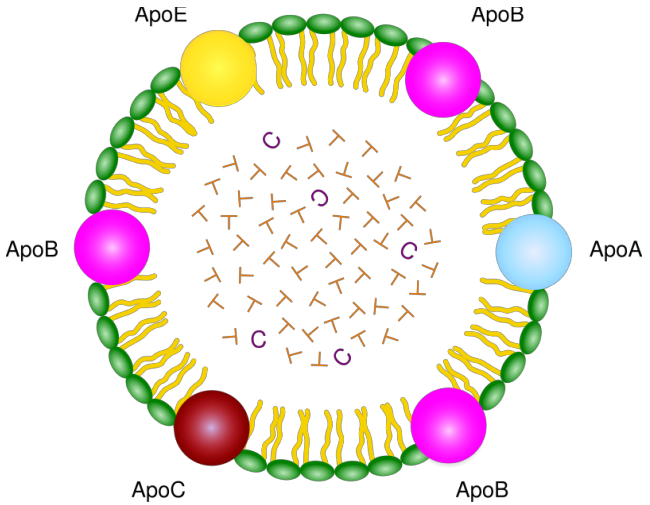
و mono يعني احادي.. يعني الفرق الوحيد بين الwax والglycerol..
الwax فيه مجموعة OH وحدة, بينما الglycerol فيه 3

لكنه أعلى بعدد ذرات الC في المركب

Vegetable oil: triacylglycerols (92–98%), polar lipids (phospholipids and galactolipids), monoacylglycerols, diacylglycerols,

2-Compound, complex or structural lipids:

- They are formed of simple lipids in addition to other substances or groups:
  - Phosphate → phospholipids
  - Carbohydrates → Glycolipids
  - Proteins → lipoprotein



lipoprotein

3-Derived Lipids:

- These types of lipids are derived from simple & compound lipids
  - Obtained by the hydrolysis of the above groups → fatty acids.

*glycerolال يعتبر derived lipid ويمكن اعتباره derived carbohydrates برضه

4-Substances associated with lipids:

- These are substances present associated with lipids in nature and related to them in properties and metabolism, as:
  - fat soluble vitamins (A, D, E & K)
  - sterols as cholesterol and provitamins as carotenes

Lipids & its classification*

① Simple lipids

f.a + alcohol

حسب نوع الـ alcohol الداخل في التركيب

تقسم:

- waxes
- triacylglycerols

* الكحول المرتبط مع f.a يكون من (OH) واحد.
* الكحول يتوقع أكثر من الـ tri hydric alcohol
* glycerol ← glycerol
* triacylglycerols من شحوم وزيوت
* الكحول المرتبط مع الـ f.a هو الـ glycerol.
* يتكون من 3 f.a
* يتكون من 3 (OH)
* glycerol تتكون كمادة عن 3C.

R_1-COOH ← سطح بارد ← يشكل فيه زيوت كسائل

glycerol:

CH_2OH	f.a	* معادلة كيميائية تمثل التفاعل و تتكون
$CHOH$	f.a	
CH_2OH	f.a	

ester linkage

* هذا سيجلس ويرتبط مع 3 f.a // it has 3 OH.

* الـ acid يكون سالب الشحنة (-) $R-COO^-$
* ولكن حين ترتبط بـ glycerol يتفقد شحنته السالبة ويصبح متعادلاً.

Compound lipids (2)

هي Simple lipid مادة + other substances or group

Ex:

- phospholipid ← Simple lipid + phosphoric acid *
- glycolipid ← " " " + Carbohydrates *
- lipoprotein ← " " " + protein *

Derived lipids (3) "الدهون المشتقة"

نواتج التكسير "hydrolysis" لـ Simple lipids / Compound "

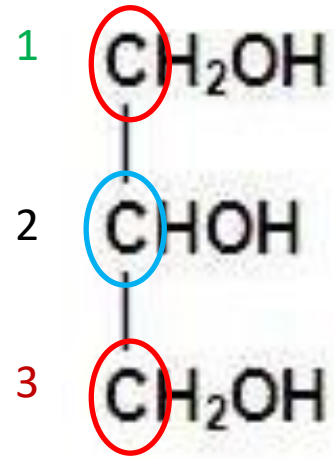
(alcohol & f.a)

Substances associated with lipids. (4)

مواد تتكون مصاحبة الدهون في الأنسجة ويكون لها نفس خواص الدهون

hote: pro Vitamins مواد تُجرى عليها بعض التفاعلات للحصول على الـ Vitamins.

Simple lipids



Primary carbons = ذرة C مرتبطة بـC وحدة بس

Secondary carbon = ذرة C مرتبطة بذرّتين C

3 جزيئات OH

I. Glycerol :

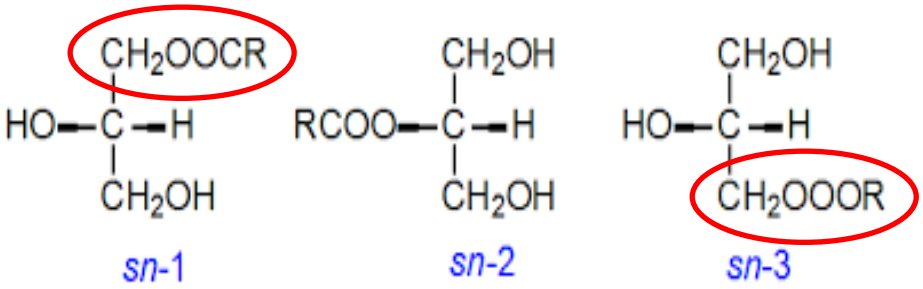
- It is the simplest form of **trihydric** alcohol
- It is commercially known as glycerin: $CH_2OH.CHOH.CH_2OH$

اسمه التجاري (يُعرَف بـ) glycerin

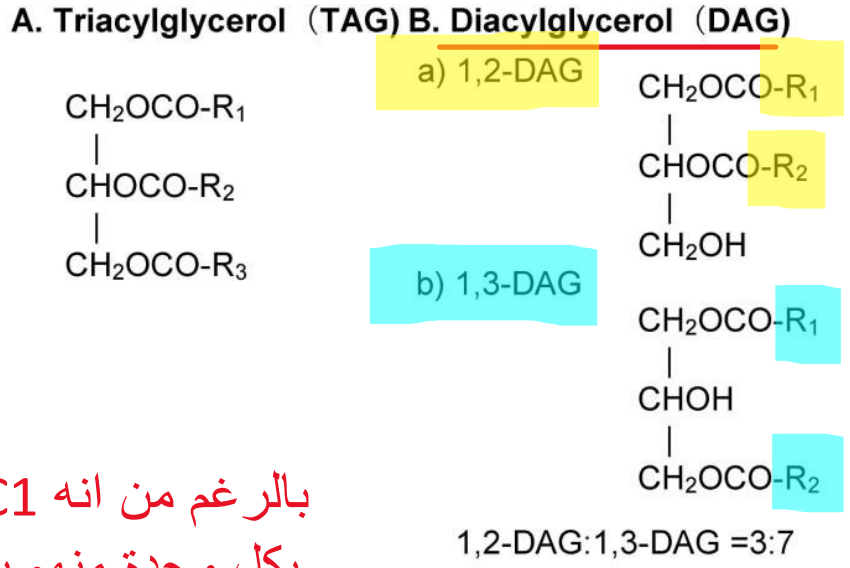
- Glycerol is the main component of neutral fats
- Since the glycerol contains three hydroxyl groups, it has the ability to combine with three FA through an **ester bond**.
- These FA may be the same to give simple triacylglycerols (TAG) or different to give mixed triacylglycerols.
- The most common FAs which may enter in the structure of neutral fats are palmitic, stearic and/or oleic acids.

- Glycerol can be esterified with:
  - One FAs → monoacylglycerol
  - Two FAs → diacylglycerol
  - Three FAs → triacylglycerol

بتم تصنيفهم حسب موقع الFA

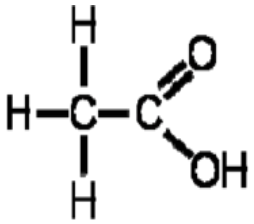


Stereoisomers of monoacyl-*sn*-glycerols

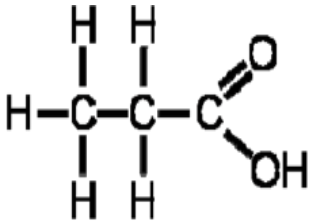


بالرغم من انه C1 و C3 الثنتين primary إلا انه لما يرتبط الacid بكل وحدة منهم بعطي نتيجة مختلفة, لانه الانزيمات بتشتغل بطريقة معينة بتختلف من كربونة للثانية

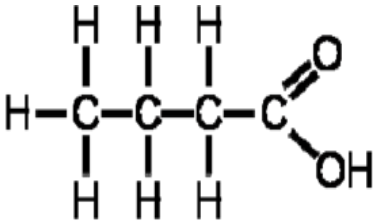
II. Fatty acids



Acetic acid



Propionic acid



Butyric acid

Compare with carbohydrates

- **Most fatty acids are monocarboxylic acids**
  - 4 carbons, dicarboxylic → succinic acid
- They have the general structural formula; R-COOH
- **General properties of FA:**
  - The chain length may vary from 2 to 24 carbon atoms
  - Natural occurring FA had an even number with few exceptions
    Even not odd (عدد الكربونات زوجي مش فردي)
  - They may be saturated or unsaturated

ال FA بالأساس سالب الشحنة و هاض بخليه polar وبسبب هاي ال polarity بتخليه soluble بالماء بس بعد ما يتكوّن ال fat بفقد شحنته وبصير متعادل.
لما نيجي نقارن بين ال FA وال carbohydrates بنلاحظ انه نسبة ال O بال FA أقل بكثير بحيث معظمه بكون hydrocarbon chain وهي اللي بتمثل ال fatty part فيه (ال COOH بتمثل ال part acid) بحيث كل ال C بالمركب روابطها بتكون مع H ما في OH

Classification of Fatty acids:

There are different methods for classification of FA depending on:

1 The total number of carbon atoms

- **Even chain:** Most of the naturally occurring lipids contain even chain FA. They have carbon atoms 2, 4, 6 and similar series

- **Odd chain:** They are present in milk and microbial cell wall. They have carbon atoms 3, 5, 7. etc.

2 Length of hydrocarbon chain:

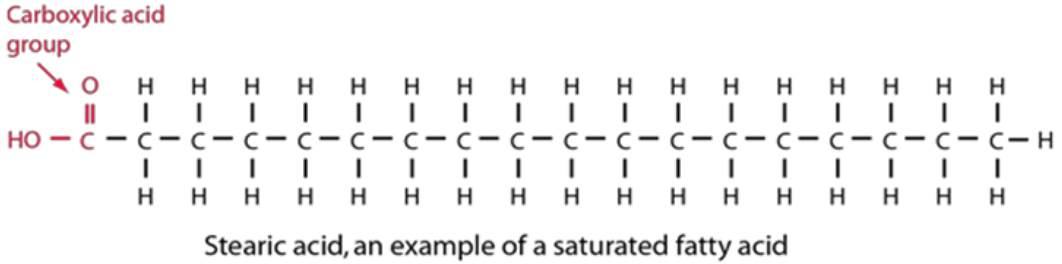
معظم اللي بالجسم long و very long

- **Short chain FA:** with 2 to 6 carbon atoms
- **Medium chain FA:** with 8 to 14 carbon atoms.
- **Long chain FA:** with 16 to 22 carbon atoms.
- **Very long chain FA:** with more than 24 carbon atoms.

3- Nature of hydrocarbon chain:

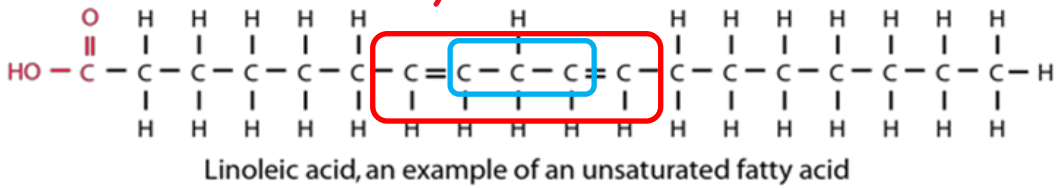
المقطع في نهاية اسمه

- **Saturated FA (SFA):** without any double bond (suffix: **anoic**)
  ↳ Saturated by Hydrogen
  Example : stearic acid
- **Unsaturated FA (USFA):** which may be subclassified into:
  - mono-unsaturated (mono**enoic** or monoethenoid) containing one double bond **or**
  - poly-unsaturated (polyenoic or polyethenoid) containing 2 or more double bonds.
    Example : linoleic acid



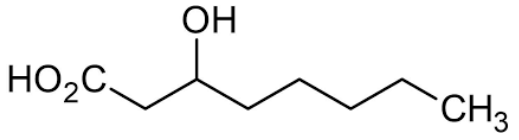
Stearic acid, an example of a saturated fatty acid

بين كل 2 double bonds عالأقل 3 ذرّات C



Linoleic acid, an example of an unsaturated fatty acid

- **Branched FA:** e.g. isovaleric acid
- **Hydroxy FA:** e.g. cerebronic acid (brain lipid)



- ***The most common fatty acids in nature are long chain and straight chain (alipathic) with an even number of carbon atoms.***

* fatty acid classified acording to:

1. *total numer of Carbon atoms in the hydrocarbon chain.
   - even chain (عدد زوجي) — الموجودة في الحيوانات والنباتات
   - odd chain (عدد فردي) — موجودة في الـ lipid الموجودة في milk & microbial cell wall.

2. *length of the hydrocarbon chain.
   - short
   - medium
   - long
   - very long

3

* nature of the hydrocarbon chain

- saturated ≠
- unsaturated (=) ✓
  - عدد الـ double bond
    - mono (monounsaturated)
      - واحدة
      - double bond
      - تعلق بأي acid
      - يعني الـ acid إلي فيه واحدة double bond.
    - poly
- branched
  - chain الـ متفرعة.
- hydroxy
  - بالـ الموجودة بالـ hydrocarbon chain بتكون ماسك (OH) بـ

Chemistry of fatty acids

- Generally are hydrophobic → water insoluble

في استثناءات

- Carboxyl group (COOH) at one end and methyl (CH3) group at another

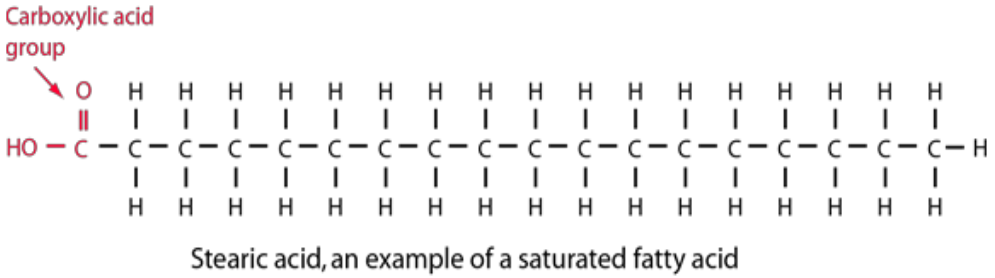
وخاصية إنه مركب واحد
يحتوي على جزئين soluble و
insoluble يطلق عليه اسم

- Carboxyl group acquires negative charge:
  - Negative charge → polar so affinity for water
  - Hydrocarbon chain → water insoluble

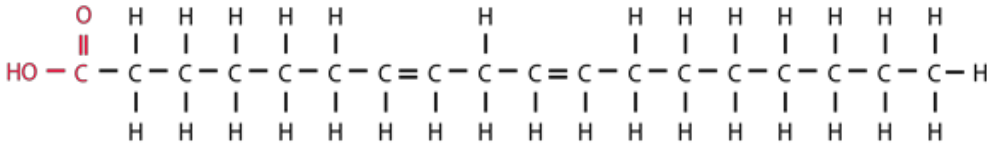
Amphipathic

- The longer the chain, the more hydrophobic it is

بما إنه الhydrocarbon chain هي الجزء
اللي بخليه insoluble معناها كل ما كان
المركب أقصر رح يكون hydrophilic
أكثر, لأنه الfatty part متواجد بنسبة أقل
صار, ف اذا كان قصير بكون soluble لكن
إلى حد ما, مش كُليّا. زي الacetic acid
(موجود في الخل) وله القابلية للذوبان في
الماء بحد معين, لأنه ما بحتوي غير على
كربونة واحدة فالhydrocarbon chain



Stearic acid, an example of a saturated fatty acid



Linoleic acid, an example of an unsaturated fatty acid

Saturated fatty acids (سيء صحيا من ناحية الكوليسترول)

- They have the general formula **CH_3. (CH_2) n. COOH**.

  ↳ n = total num of C atoms - 2

- These contain no double bonds

- All fatty acids containing an even number of carbon atoms from **C4 to C24** occur in natural fats and oils, ***the most common being palmitic and stearic acids***

- Short and medium chain fatty acids are uncommon except in milk fat and butter.

CH_3- (CH_2)n- COOH (n = Total number of carbons – 2), for example:

Chain length	Name	C_{No}	Chemical formula
Short	- Acetic acid Vinegar	C_2	CH_3-COOH
	- Butyric acid Butter	C_4	CH_3-(CH_2)$_2$-COOH
	- *Caproic acid*	C_6	CH_3-(CH_2)$_4$-COOH
Medium	- Capric acid Coconut	C_{10}	CH_3-(CH_2)$_8$-COOH
Long	- Palmitic acid Body fat	C_{16}	CH_3-(CH_2)$_{14}$-COOH
	- Stearic acid	C_{18}	CH_3-(CH_2)$_{16}$-COOH
	- *Arachidic acid* Peanuts	C_{20}	CH_3-(CH_2)$_{18}$-COOH
Very long	- Lignoceric acid	C_{24}	CH_3-(CH_2)$_{22}$-COOH

* Saturated f.a

* general formula ← $CH_3(CH_2)_n COOH$

هذا له حكايه ← Saturated f.a

CH_3 موجود دائماً

$COOH$ موجود دائماً

يكون في C 14 في الـ general formula

يأخذ:

$CH_3(CH_2)_{12}COOH$

CH_3 هي التانية

$COOH$ هي واحدة

بقول بدي C 14

حتة بيروا C 16

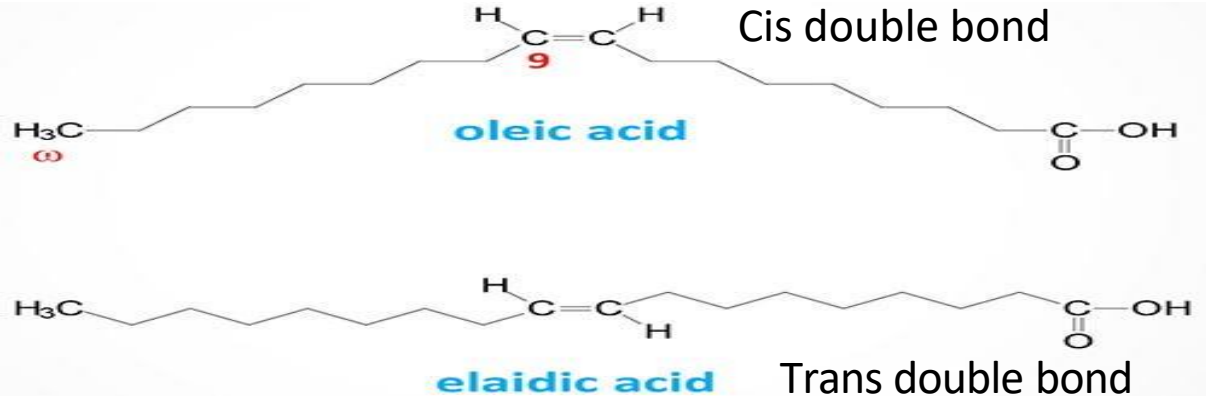
$\therefore n = 14$

Unsaturated fatty acids

- Naturally occurring unsaturated FA contain **Cis** double bonds

غير مشبع بالH, وهو نوعين cis بحيث تُنزَع ذرتين الH من نفس الجهة (وهي الموجودة بكثرة في الطبيعة) وبصير فيه انثناء بمقدار 120°, و trans بحيث تُنزَع من جهتين عكس بعض وبضل المركب مستقيم (نظرا لتشابه شكله مع الsaturated فهو أيضا سيء صحيا)

- This makes them bend 120 ˚at the double bond and lowers their melting temperature.



hydrogenation of liquid vegetable oils (during the manufacture of margarine)

* unSaturated f.a

double bond يحتوي على *

بتحلل الزيت بأخذ أحد هدول الاشكال:

trans — cis

trans: الـ grabs المتشابهة تقع على جانبين مختلفين.

cis: الـ grabs المتشابهة تقع على نفس الجهة

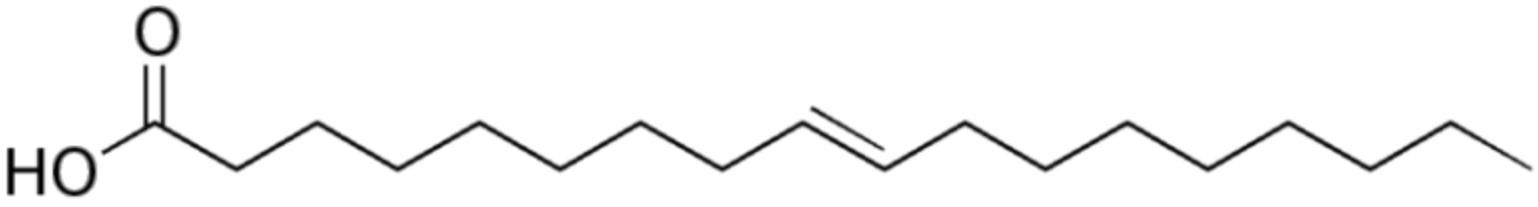
الـ molecules يمكن تكون parallel ويكون بينها فراغ أكبر وتكون ↑ Em.pT

حسب يؤثر على صفات الـ f.a وهنا الـ melting point.

حسب في حالة الـ cis في يعني الـ binding بزاوية 120° بقلل الـ melting & tempressure.

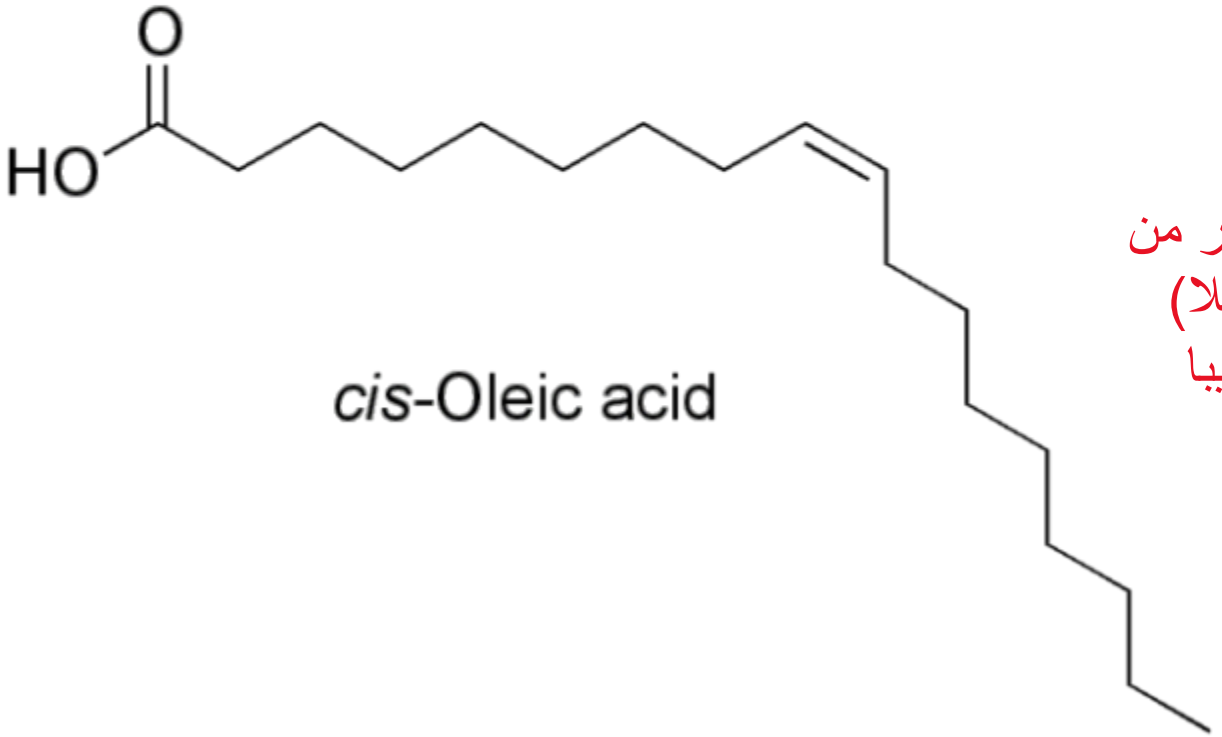
بحيث إن الـ binding يصنع المذابة إلها تمسك مع بعض تكاثري.

Hamad Melhem Press



trans-Oleic acid

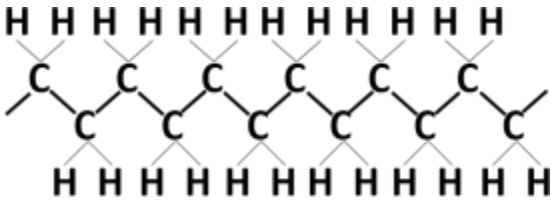
وجود الcompound بشكل مستقيم رح يسمح له يتجمع و يتراص مع غيره بشكل أكبر وتكون المسافات قليلة جدا بينهم, وهاض بعطيه صفات مائلة للصلابة.. بينما لما يكون cis ف هاض بعمل عندي فراغات بين الجزيئات وبخليها أبعد شوي عن بعضها ف بتكون مائلة للسيولة (more liquid), زي المتواجدة بالأسماك مثلا.. لأنها لو كانت trans ف هاض رح يأدي لتجمدها بداخله

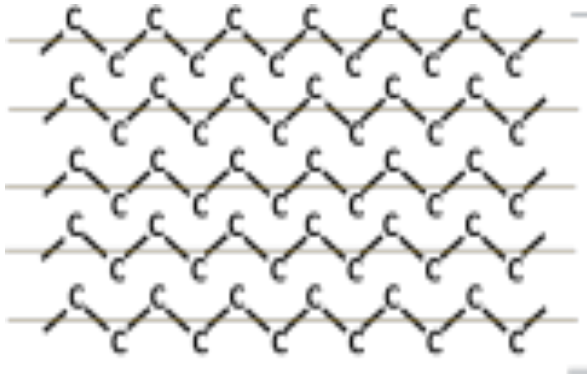


cis-Oleic acid

*لو المركب احتوى على عدد أكبر من الcis double bonds (4 مثلا) ممكن يصير U shaped تقريبا

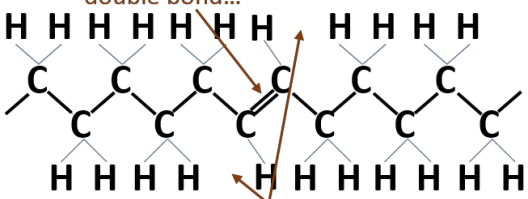
Saturated





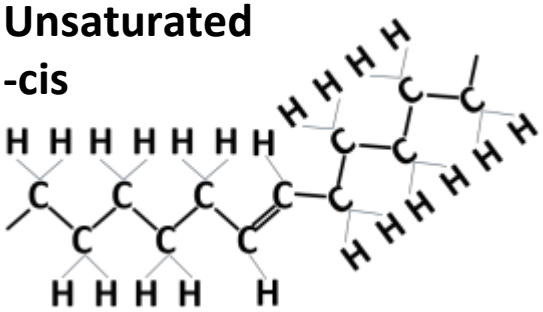
Linear structure allows for tightly packed fatty acids.

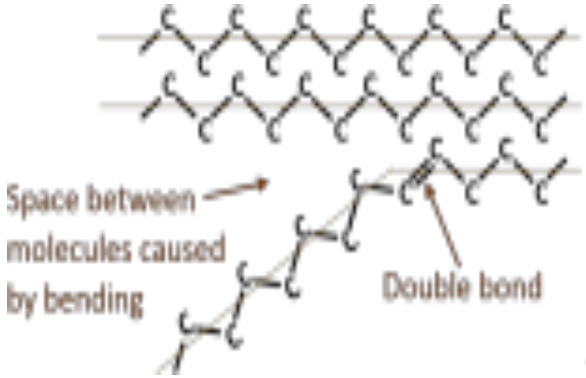
Note the double bond...



...and the "missing" hydrogens.

Unsaturated -cis



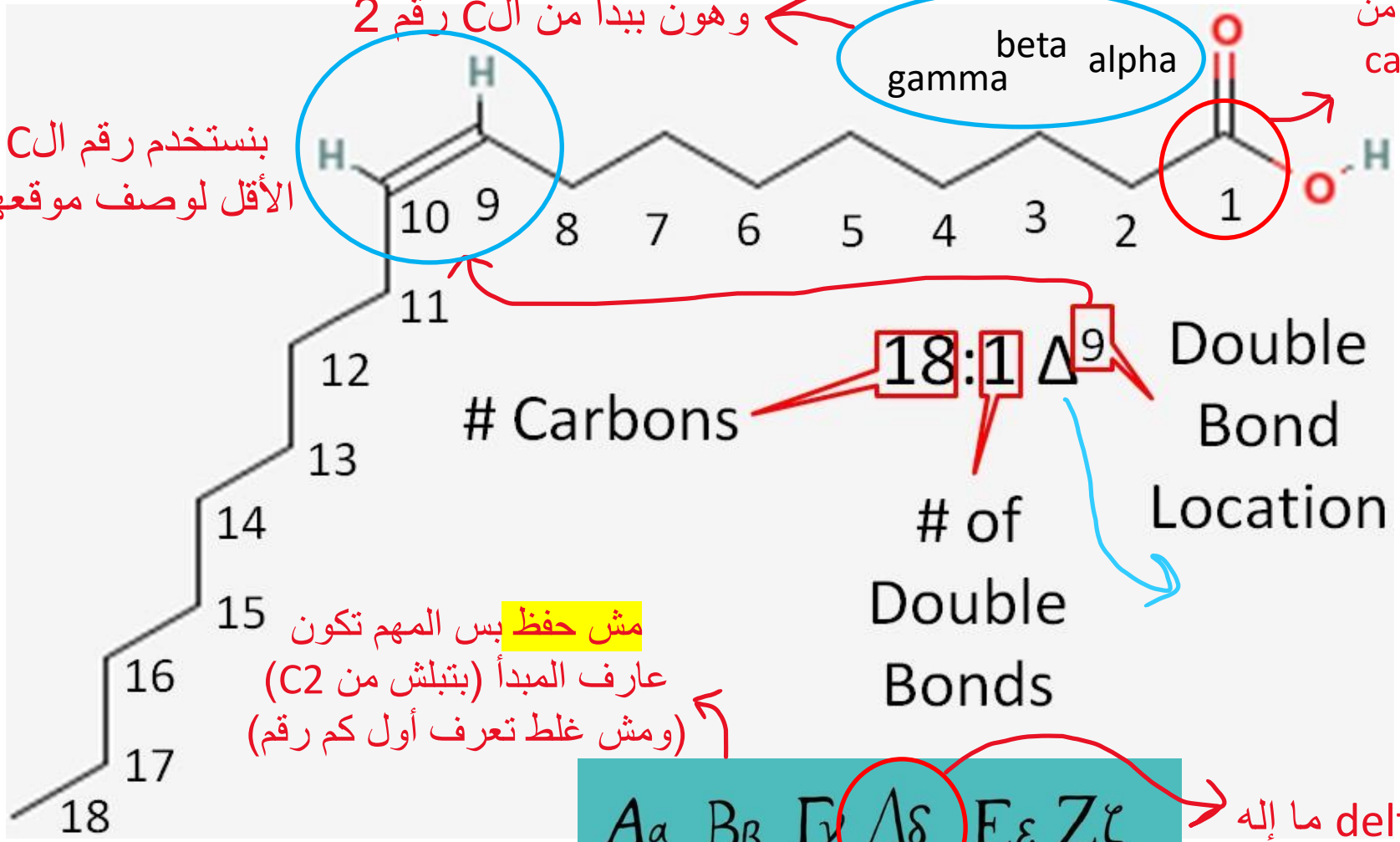


The "bent" structure prevents tight grouping; the resulting spaces keep these molecules fluid.

- Two systems are used for numbering of carbon atoms and denoting the position of double bonds in fatty acids:

➢ ***(1) Delta (Δ) numbering, or C-numbering, and Greek lettering system*** (Numerical)

  - ➢ carbon atoms are numbered from the carboxyl group, which is given the number 1
  - ➢ The carbon atom adjacent to the carboxyl group is C-2, and is also known as the α-carbon
  - ➢ The next carbon is C-3 and is also known as the β-carbon
  - ➢ The position of the double bonds is shown by the Greek letter **Δ** (delta), e.g. Δ^9 indicates a double bond between carbons 9 and 10 such as in palmitoleic acid.

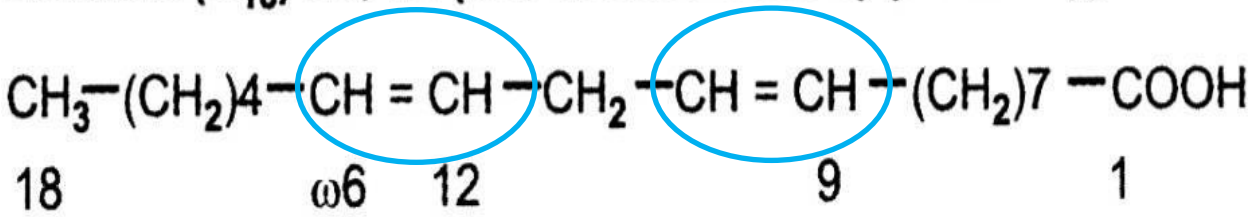


والرقم delta ما إله
أي علاقة بالرمز
المستخدم لتحديد موقع
double bonds ال
كل واحد نظام مختلف

مثلا لو يحكيلي 20:6 هاض معناه
إنه السلسلة طولها 20 وفيها 6
double bonds , بس لا ننسى إنه
أقل مسافة بين كل 2 double
bonds بتكون على بعد 3 كربونات

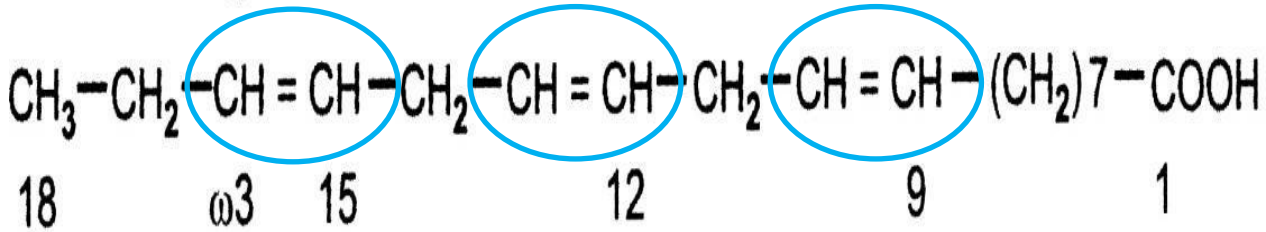
بين C9 و C10 ← → بين C12 و C13

Linoleic (C_{18}) Δ9, 12 (two double bonds) (ω6 family)

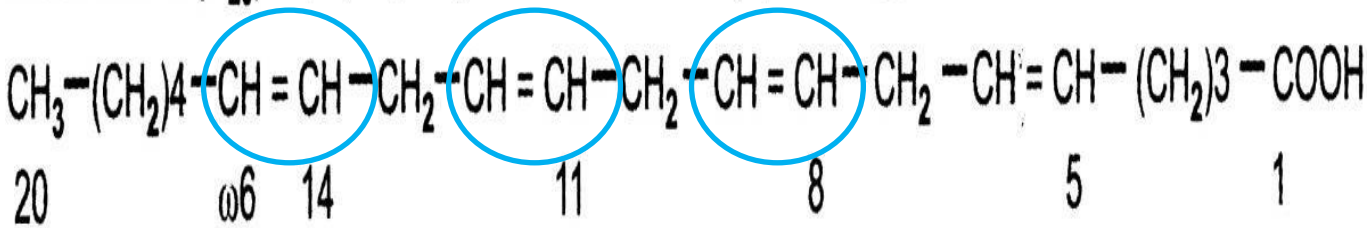


بين C15 و C16 →

Linolenic (C_{18}) Δ9, 12, 15 (three double bonds) (ω3 family)



Arachidonic (C_{20}) Δ5, 8, 11, 14 (four double bonds) (ω6 family)



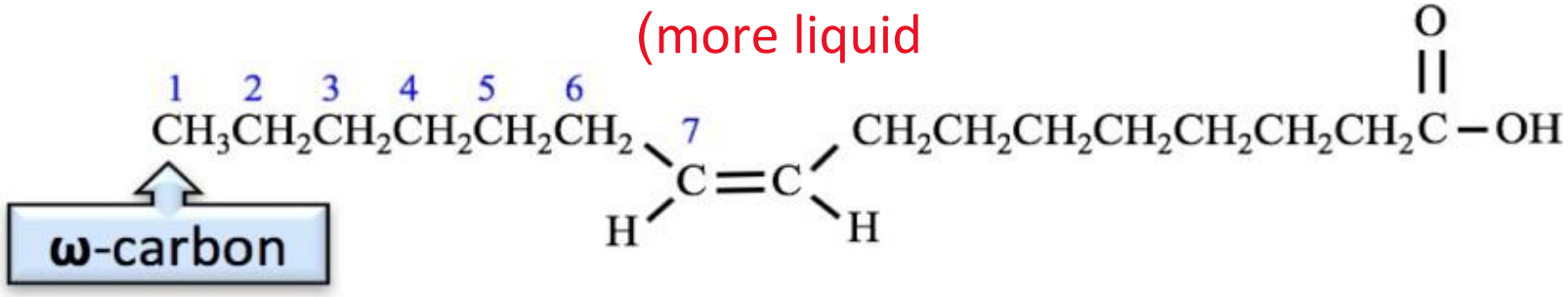
➢ (2) *Omega (ω) numbering system*

- the methyl carbon ***at*** the end of the hydrocarbon chain is known as the **ω**1 carbon (omega 1 carbon)

- From the nutritional point of view, it is better to indicate the position of the double bond as related to the **ω**-carbon rather than the carboxyl carbon

- In this way palmitoleic acid is **ω** 7, oleic acid is **ω**9, linoleic and arachidonic acids are **ω** 6, and α-linoenic and timnodonic acids are **ω**3.

طريقة أخرى بالتسمية بتبدا بالترقيم بعكس الطريقة اللي قبل ومركبات الomega أفضل لأنه امكانية تواجد double bonds أعلى لأنه في معظم الأحيان بالdelta system أول double bond بتكون على C9 أو بعدها (وكل ما زادت الدبل بوندز كان الFA أكثر سيولة (more liquid



palmitoleic acid (an *omega-7* fatty acid)

وبما إنه بستخدم الرمز ω عشان أحدد من وين بلشت الdouble bonds ف هاض يعني إنه ال$\omega3$ أفضل من ال$\omega6$, لأنه احتمالية ظهور double bonds أعلى (لأنها بلشت من C3)

Linolenic (C_{18}) Δ9, 12, 15 (three double bonds) (ω3 family)

$CH_3-CH_2-CH=CH-CH_2-CH=CH-CH_2-CH=CH-(CH_2)7-COOH$

18 ω3 15 12 9 1

يعني مثلا هضول المركبين إلهم نفس عدد الC, بس واحد $\omega3$ والثاني $\omega6$

Linoleic (C_{18}) Δ9, 12 (two double bonds) (ω6 family)

$CH_3-(CH_2)4-CH=CH-CH_2-CH=CH-(CH_2)7-COOH$

18 ω6 12 9 1

وال $\omega3$ عمل 3 double bonds بينما ال $\omega6$ عمل 2 بس (عشان هيك بنشوفه بالصيدليات وغيره للعلاج)

***Palmitoleic (unsaturated palmtic acid)**: 16:1:w7

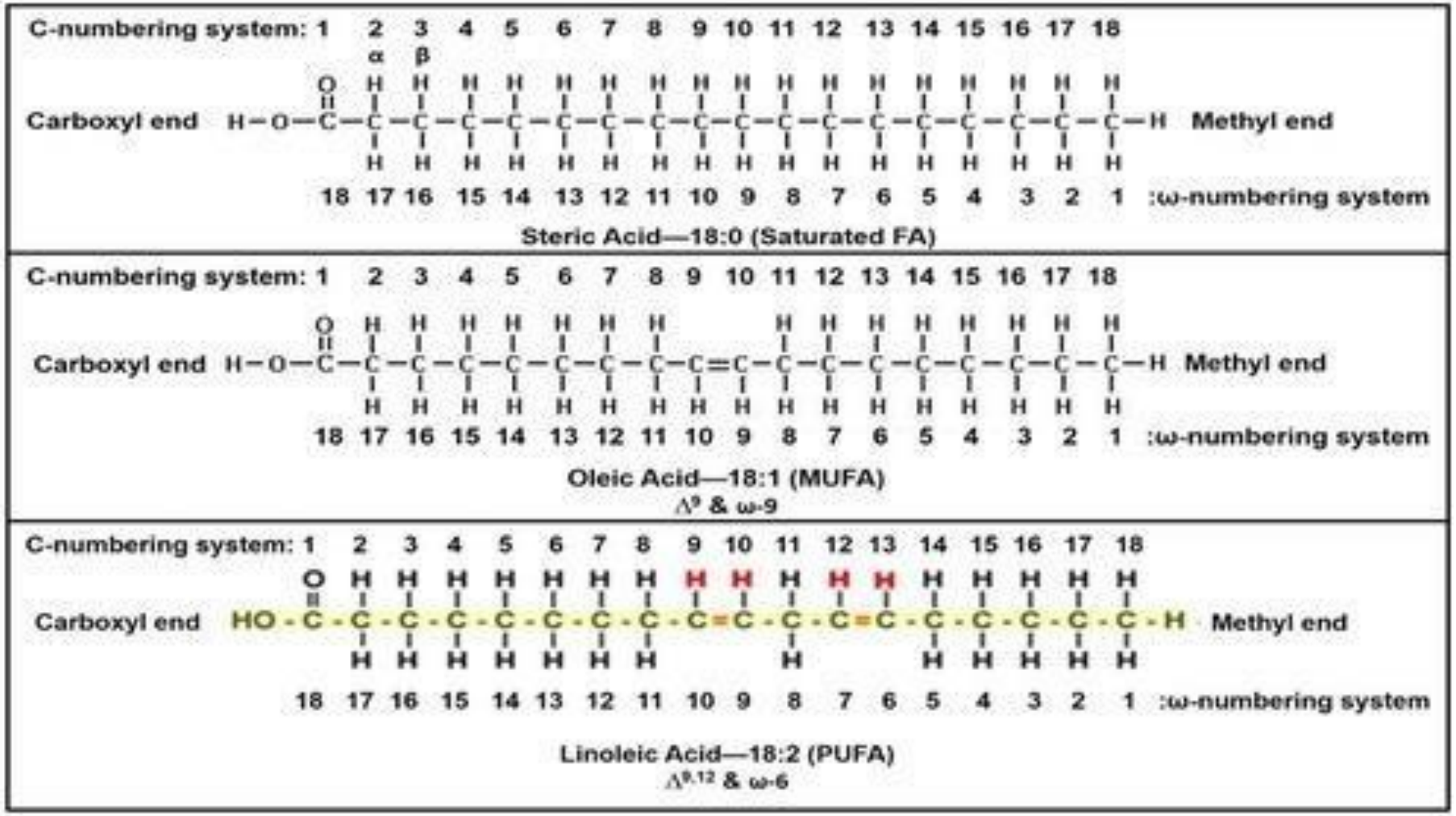
$$CH_3-(CH_2)_5-\underset{10}{CH}=\underset{9}{CH}-(CH_2)_7-COOH$$

***Oleic (unsaturated stearic):** 18:1:w9

$$CH_3-(CH_2)_7-\underset{10}{CH}=\underset{9}{CH}-(CH_2)_7-COOH$$

***Nervonic (unsaturated lignoceric):** 24:1:w9

$$CH_3-(CH_2)_7-\underset{16}{CH}=\underset{15}{CH}-(CH_2)_{13}-COOH$$


C-numbering system: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18
α β
Carboxyl end
Methyl end
18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 :ω-numbering system
Steric Acid—18:0 (Saturated FA)
C-numbering system: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18
Carboxyl end
Methyl end
18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 :ω-numbering system
Oleic Acid—18:1 (MUFA)
Δ9 & ω-9
C-numbering system: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18
Carboxyl end
Methyl end
18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 :ω-numbering system
Linoleic Acid—18:2 (PUFA)
Δ9,12 & ω-6

Nomenclature of Fatty Acids

International Union of Pure and Applied Chemistry

Names		Abbreviations	
trivial	IUPAC	carboxyl-reference	ω - reference
palmitic acid	hexadecanoic acid	16:0	16:0
stearic acid	octadecanoic acid	18:0	18:0
oleic acid	9-octadecenoic acid	18:1 Δ^9	18:1 (ω-9)
linoleic acid	9,12-octadecenoic acid	18:2 $\Delta^{9,12}$	18:2 (ω-6)
linolenic acid	9, 12, 15-octadecenoic acid	18:3 $\Delta^{9,12,15}$	18:3 (ω-3)

6 + 10 saturated

8 + 10

Trivial Names System:

- Trivial names contain no clues to the structures; The names typically derive from a common source of the compound or the source from which it was first isolated. For example, palmitic acid is found in palm oil, oleic acid is a major constituent of olive oil (oleum) and stearic (from the Greek word meaning solid) acid is solid at room temperature. Spiders (arachnids) contain arachidonic acid.

Anoic: saturated

Enoic: unsaturated

* كيف أرقم الـ atoms C الموجودة في الـ hydrocarbon chain ؟

يوجد طريقتين بتحدد عدد C وموقع الـ (=)

طريقة ① — Δ-numbering

* يبدأ الترقيم من COOH

طريقة ② — Omega-nu-System

* يبدأ الترقيم من CH_3

(ω)-X (or) Omega-X *

حيث X هي رقم الكربون الأول بعد الترقيم وإلى أين عند ها الـ (=)

* بدءاً من ② بعد رأسي

α - carbon

C_3 → β - carbon (بيتا)

C_4 → γ - carbon.

C_5 → δ (delta) - Carbon

C_6 → ε (ebselone) - carbon

* شو معنى Δ^x ؟

حيث X هي موقع الرابطة الثنائية

$C^{x}=C^{x+1}$

لو عرفت أول double bond في الـ omega-numbering كم ؟ بعرف هي omega كم ؟ (عشان لأي omega family تنتمي ؟)

بصياغة أخرى ؟

note: جداً مهمة: لو عرفت آخ double bond في الـ Δ-numbering كم بعرف هي omega كم ؟

* ركزوا عليها

note:

فائدتها ستتين لازمة :-

Δ delta (دلتا) capital letter

δ delta (دلتا) small letter

Classification of fatty acids

يمكن تصنيعهم داخل الجسم

- **Non-essential fatty acids:** can be synthesized in our bodies

انزيمات الجسم عندها القدرة على صنع نوع واحد من الFA وهو ال9ω وبكون فيه only 1 double bond

- **Essential fatty acids:** يمكن الحصول عليهم من الغذاء فقط
  - Not synthesised in our body (must be taken in diet)
  - Linoleic, (ω6), linolenic (ω3) are essential fatty acids (EFA), they cannot be synthesized by the body and

These two fatty acids cannot be synthesized by humans because humans lack the desaturase enzymes required for their production

  - Arachidonic acid is not one of the essential fatty acids
    - However it does become essential if there is a deficiency in linoleic acid or if there is an inability to convert linoleic acid to arachidonic acid

Importance

- **Saturated fatty acids:**

سيئة صحيا, بالإضافة لإنهم solid برضه
(لأنهم straight lines)

  - Palmitic acid is the commonest fatty acid in human tissues
  - Source in diet: animal fats (e.g. milk), palm & coconut oil
  - ↑ intake → ↑ blood cholesterol + ↑coronary heart disease.

- **Trans un-saturated fatty acids:**

برضه فيها ضرر للصحة, لأنها بصيرلها
هَدْرَجة وبتصير tightly packed

  - Very small amounts found in butter but the main source in diet is
    from hydrogenated vegetable oils (eg, margarine).
  - Trans fatty acids compete with essential fatty acids → may exacerbate essential fatty acid deficiency
  - Structurally similar to saturated fatty → hypercholesterolemia & atherosclerosis

Importance

- **Cis unsaturated fatty acids :** مفيدين صحيا
  - Either mono or polyunsaturated

	Monoenoic acids	Polyenoic acids	
		ω6PUFAs	ω3 PUFAs
Sources	are present in all animal and vegetable oils. Olive oil is a particular rich source.	are present in nuts, olives, various oils as sunflower, cottonseed and corn oil.	are present in plant oils as flaxseed and canola and in fish oil.
		Linoleic acid (18:2) is the precursor of ω6 family	α-Linolenic acid (18:3) is the precursor of ω3 family
Biomedical importance	Intake has beneficial health effects as: -Decreased plasma cholesterol	Intake of ω6 PUFAs may lead to: -decreased plasma cholesterol	Intake of ω3 PUFAs may reduce the incidence of cardiovascular disease as they: -lower the blood pressure, -lower plasma triacylglycerol levels -decrease the tendency to thrombosis

*كل ما زاد عدد الdouble bonds بكون أحسن ,ومفيد للجسم أكثر, سكان المناطق المتجمدة مثلا نادرا ما يصير عندهم مشاكل بالقلب (coronary disease).. والسبب تناولهم للأسماك بكميات كبيرة واللي تعتبر مصدر غني جدا بالomega 3 FA

note: ω3 fatty acids
متوفرة بكثرة في fish oils.

note: جنا معيشة
جانبين كل CH=CH
&
CH=CH
~~methylen~~
interrupted
CH_2

*essential f.a
يعني ضرورية
يعني الجسم لا يقدر
على تصنيعه
يعني لازم أحصل
عليها من نظامي
الغذائي

* arachidonic acid
not essential في الكمية
لأنه يتم تصنيعه من
linoleic acid
ويصبح essential
يعني الجسم يزيد
على تصنيعه لحال

*1 لما يكون عندي
linoleic acid deficiency.

*2 أو لو أنا جاند linoleic acid
والجسم يزيد على تصنيع
ال arachidonic acid منه.

خُلِقْتَ بَلْسَمًا ..بس
عادي إحنا بني
آدمين اشتكي 👀