



جامعة الملك سعود  
كلية العلوم  
قسم الكيمياء الحيوية

كيمياء حيوية عامة (101 كيج)

الفيتامينات Vitamins

# الفيتامينات

- لونين عام ١٨٨١
- إجمان وهوبكنز ١٨٩٧ (البري بري)
- فنك وتسمية الفيتامينات
- تعريفها

# الفيتامينات

- فيتامينات ذوابة في الدهون
- فيتامينات ذوابة في الماء

**فيتامينات ذوابة في الماء**

**فيتامين ج**

**(ب ١) ثيامين**

**(ب ٢) رايبوفلافين**

**(ب ٦) البيريدوكسين**

**(ب ١٢) سيانوكوبالامين**

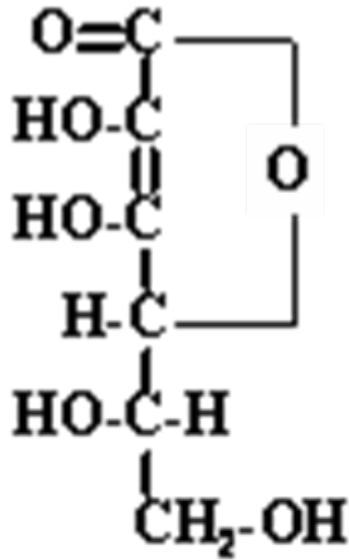
**النياسين او حمض النيكوتينيك**

**حمض الفوليك أو الفولاسين**

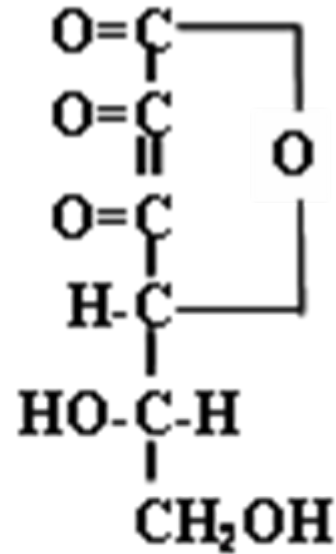
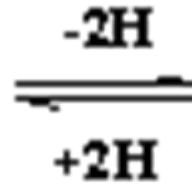
**حمض البانتوثينيك**

**البيوتين**

# فيتامين ج



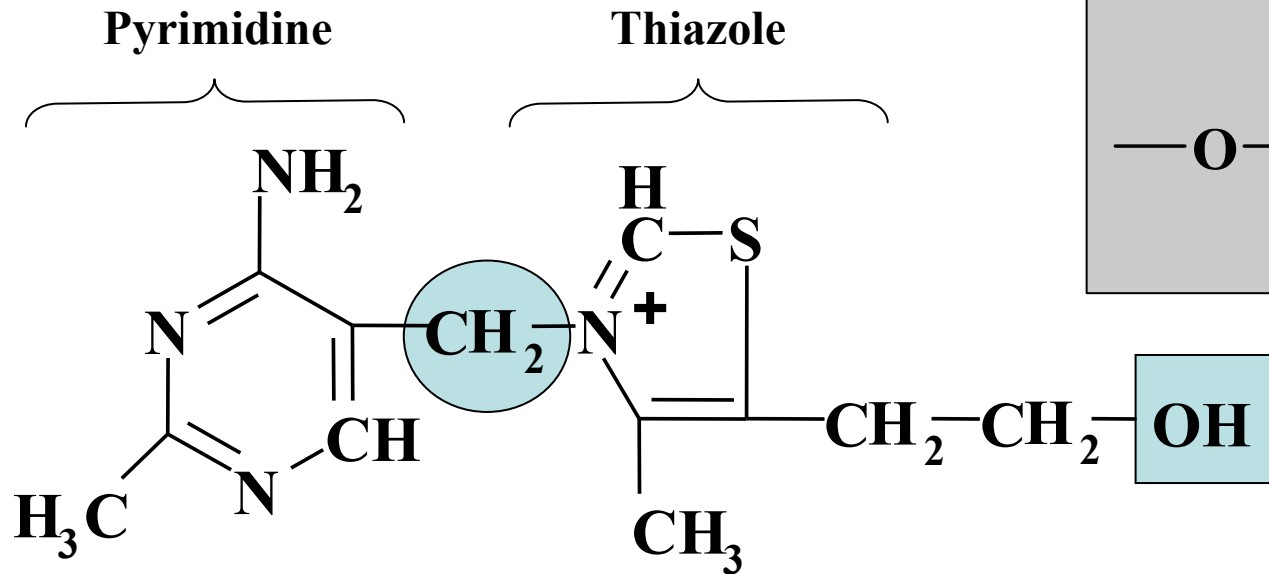
حمض الأسكوربيك



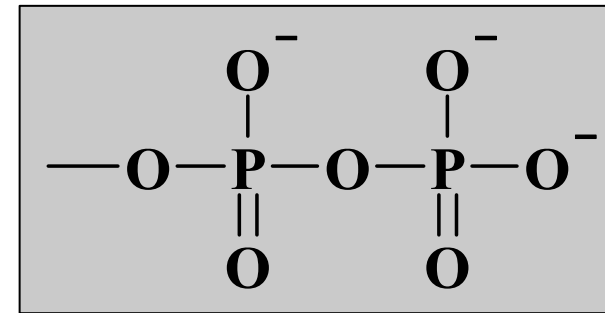
حمض دي هيدرو أسكوربيك

- لا يستطيع الانسان تخليقه داخل الجسم
- يوجد بكثرة في الفواكه وخاصة الموالح مثل البرتقال واليوسفي وكذا الطماطم والفلفل والكرنب. يحتاج الشخص البالغ 60 مجم فيتامين ج يومياً. نقصه يسبب بقاء التئام الجروح ومرض الأسقربوط Scurvy ونزيف اللثة وتخلخل الأسنان وبعض أمراض المفاصل.

# (ب) ثيامين



Pyrophosphate





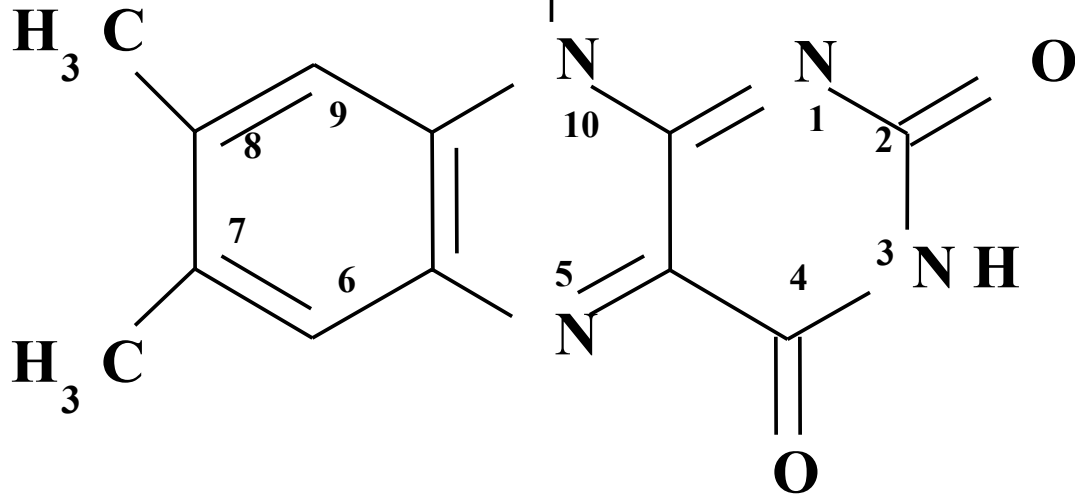
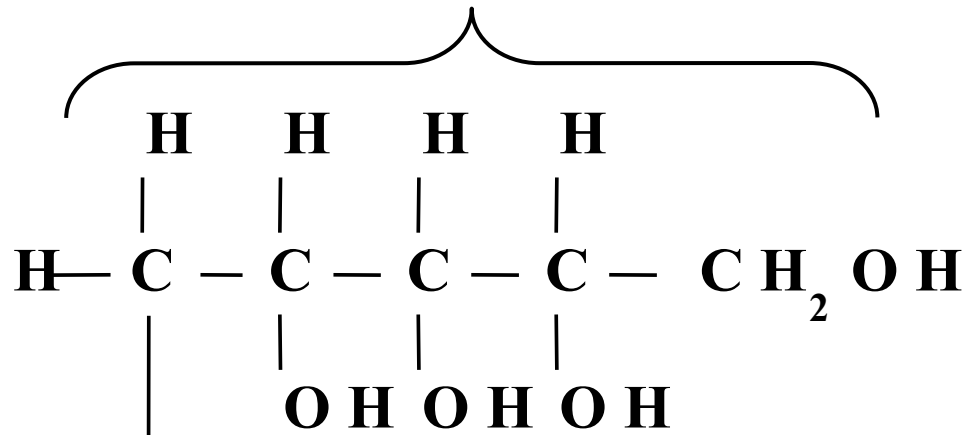
**يدخل الثيامين في تركيب المرافق الإنزيمي ثيامين  
بيروفوسفات (TPP) (Thiamin Pyrophosphate) الذي  
يشترك في التفاعلات التحفيزية التي تشمل نزع أو نقل  
مجموعة كربوكسيل. ويتحول الثيامين إلى ثيامين  
بيروفوسفات في المخ والكبد بواسطة إنزيم ثيامين داي  
فوسفوترانسفيراز Thiamin Diphosphotransferase.**

يوجد في النخالة والبيض والخميرة واللحوم والبقوليات.  
يحتاج الشخص البالغ ١.٥ مجم ثيامين يومياً. يؤدي نقصه  
إلى عدم إتمام التفاعلات السابقة في الجسم فيتراكم  
البيروفيت الذي يؤدي إلى تسمم في الجهاز العصبي وتراكم  
السكريات الخماسية وأحماض ألفا كيتوكربوكسيلاات مما  
يؤدي إلى خلل في الوظائف العصبية والنمو وفقدان في  
الشهية وضعف في العضلات ويسبب نقصه مرض  
البري بري (Beri Beri).

# (ب ٢) رايبوفلافين

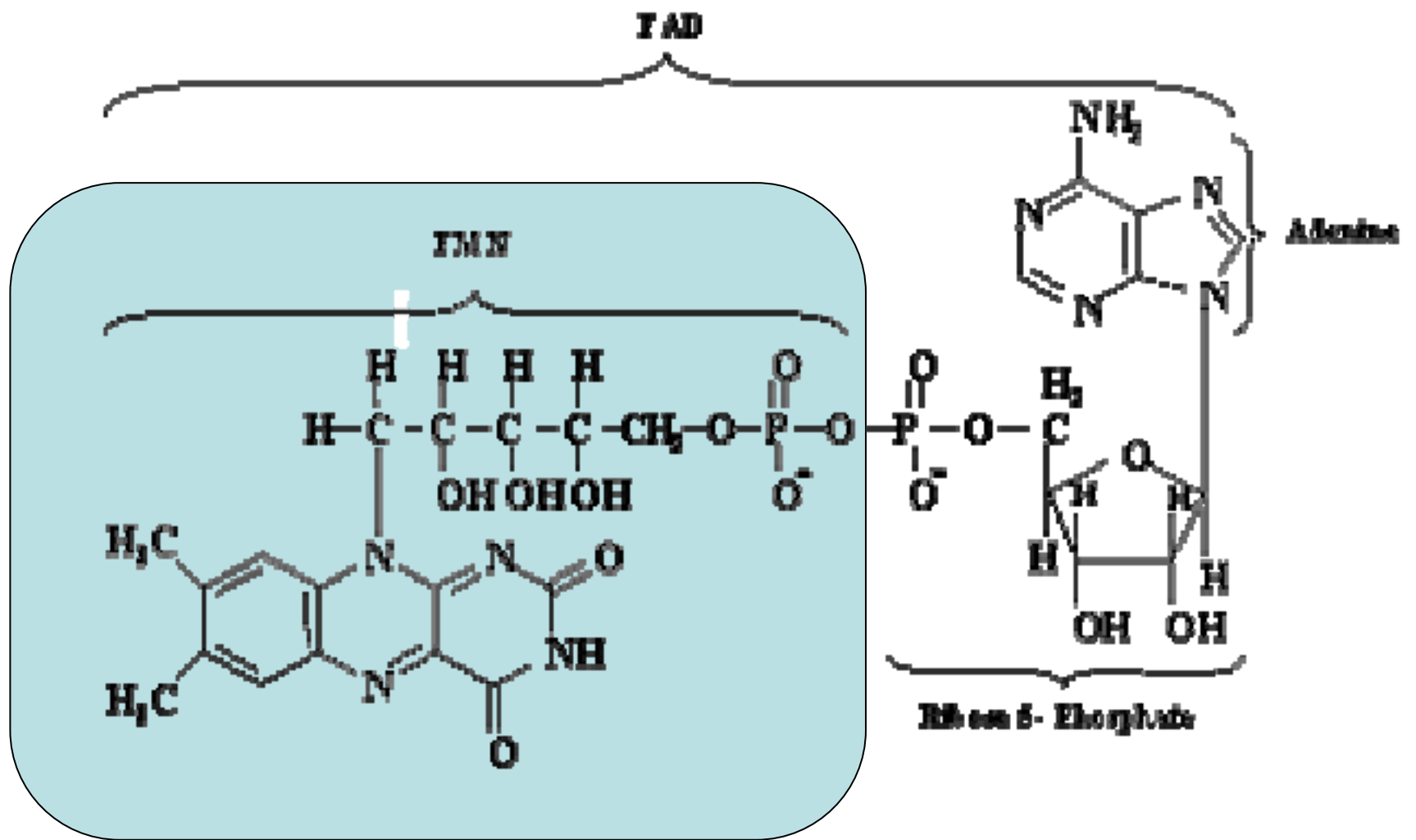
وهو أصفر اللون يميل للإخضرار، شديد التأثير بالضوء وثابت حرارياً. يوجد في الخميرة والكبد والبيض ومنتجات الألبان والنباتات الخضراء. تقوم النباتات والكائنات الدقيقة مثل الخميرة ببناء الرايبوفلافين ولكن لا يستطيع جسم الثدييات عموماً من بنائه لذلك يجب أن يحصلوا عليه في الغذاء. يتكون الرايبوفلافين من مركب الفلافين (٧.٨-ثنائي ميثيل أيزو الوكسازين ٧،٨- Dimethyl isoalloxazine) يرتبط به السكر الكحولي رايبيتول D-Ribitol برابطة جلايكوزيدية

**Ribitol**



**Flavin**

**(7,8-Dimethyl isoalloxazine)**



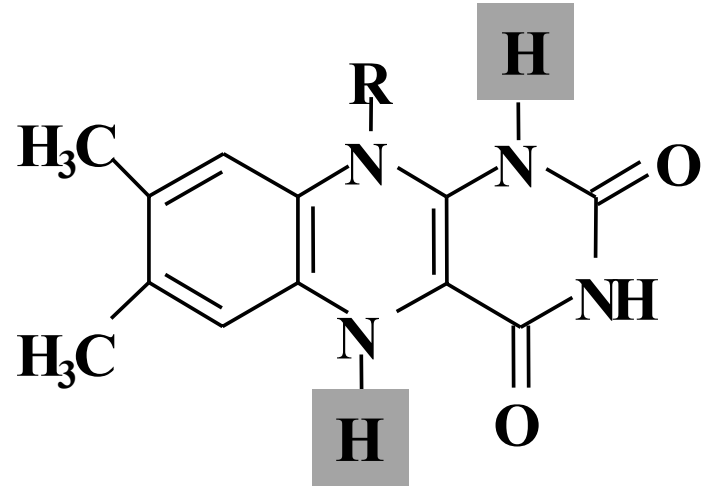
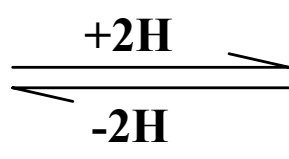
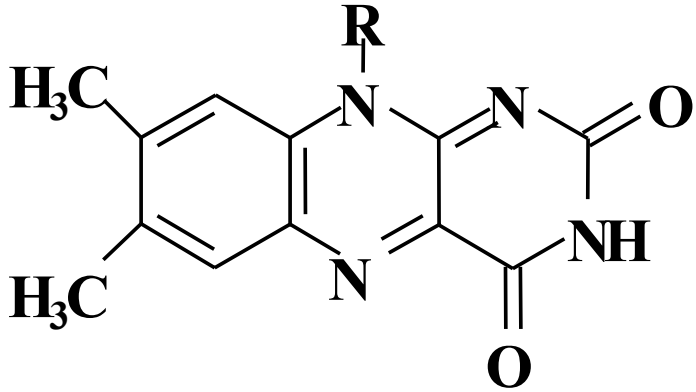
**Flavin Mono Nucleotide (FMN)**

شكل (□ □): العينة البنائية لفلافين أحادي النيوكلوتيد

وفلافين اثنين ثنائي النيوكلوتيد (FAD) **Flavin Adenine Dinucleotide (FAD)**.

• يُكُونُ كلاً من FMN , FAD جزءاً من المراكز النشطة لعدد من إنزيمات الأكسدة والإختزال المعروفة باسم **الدي هيدروجينيز Dehydrogenases** و**الأكسيديز Oxidases** و**المونوأكسجينيز Mono oxygenases** حيث يستقبلا ذرتي هيدروجين من مادة التفاعل فيتحولا للصورة المختزلة  $FMNH_2$  ,  $FADH_2$  ويتغير لونها من الأخضر إلى عديمة اللون نتيجة لإختزالها .

• تعرف الإنزيمات المحتوية على رايبوفلافينات بال**فلافوبروتينات Flavoproteins** ويحتوي معظمها على أحد المعادن مثل الحديد أو الموليبدينوم .



فلافين مؤكسد (أخضر مصفر)

فلافين مختزل (عديم اللون)

**FMN or FAD**

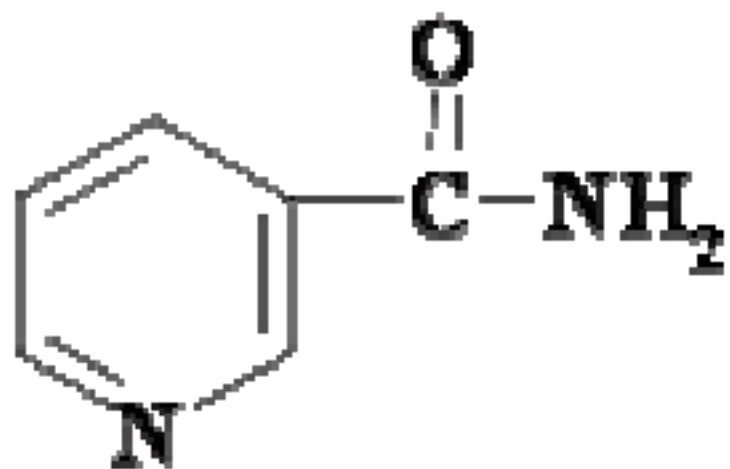
**FMNH<sub>2</sub> or FADH<sub>2</sub>**

• يحتاج الشخص البالغ ١.٧ مجم رايبوفلافين يومياً. يؤدي النقص في فيتامين ب٢ إلى فقد الشهية وبطء النمو والتهاب الفم واللثة وسقوط الشعر والتهاب العينين والإجهاد السريع للبصر وخلل في تكوين الهيموجلوبين.

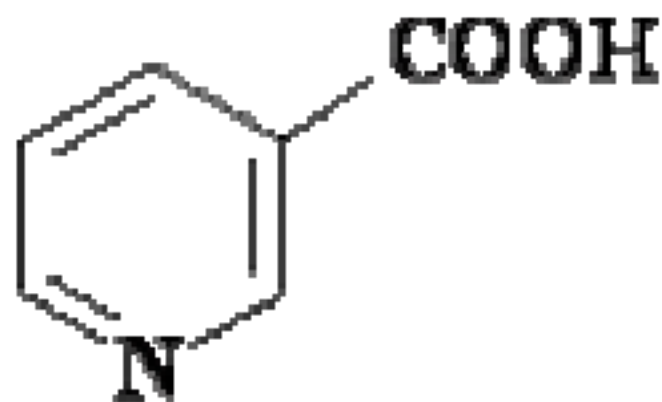


# فيتامين ب٥ النياسين او حمض النيكوتينيك

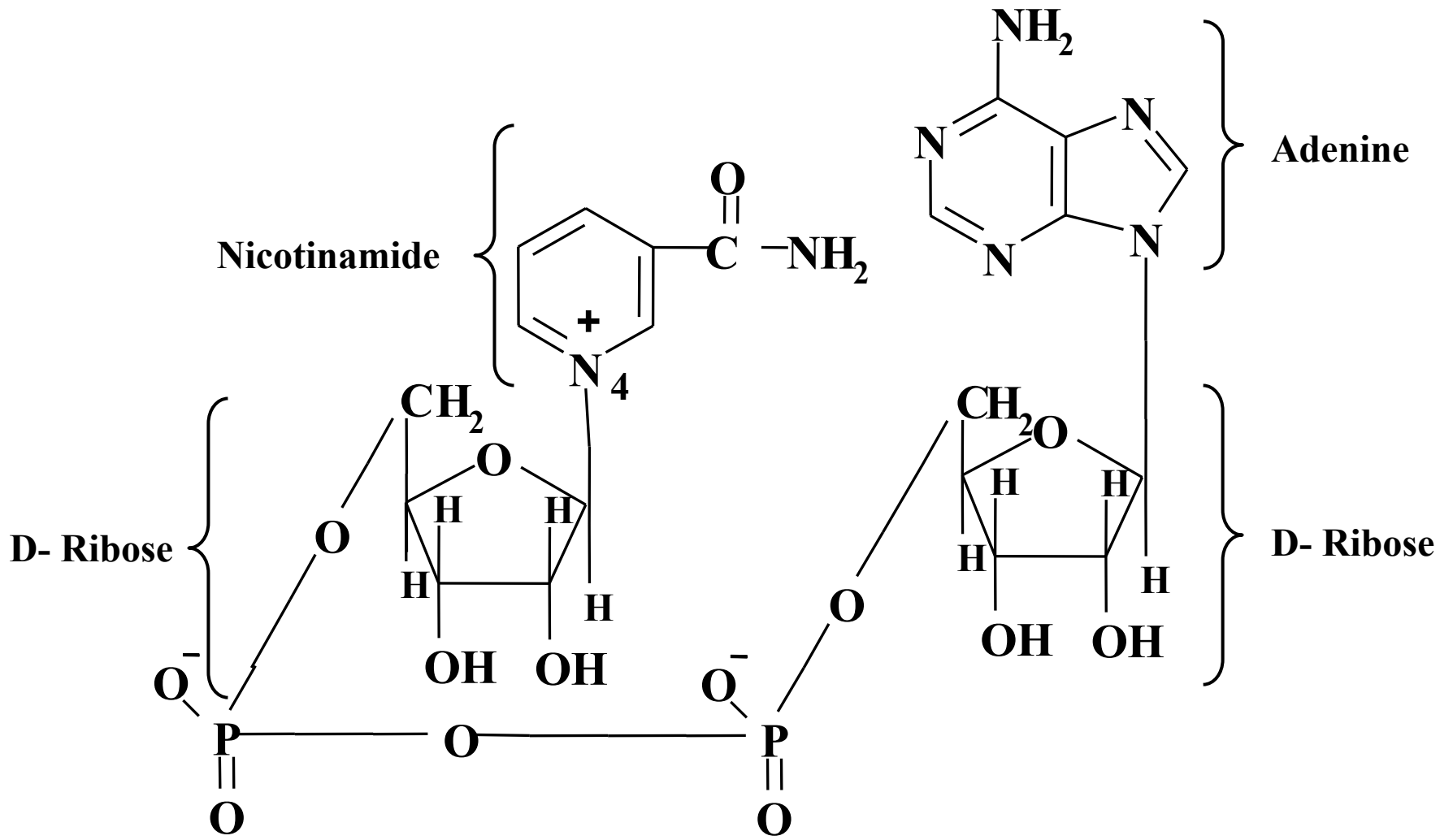
- النياسين هو مركب أبيض متبلور يوجد في صورتين هما النيكوتين أميد Nicotinamide وحمض النيكوتينيك Nicotinic acid . يتרכب من حلقة بيريدين Pyridine متصل بها إما مجموعة كربوكسيل (-COOH) في حمض النيكوتينيك أو مجموعة أميد (-CONH<sub>2</sub>) في النيكوتين أميد. يوجد بكثرة في اللحوم والكبد والأسماك والخميرة والحبوب.



نيكوتين أميد



حمض النيكوتينيك



**NAD<sup>+</sup>**

• يلعب كلاً من  $NAD^+$  و  $NADP^+$  دوراً كبيراً في تفاعلات الأكسدة والإختزال حيث يستقبلاً جزيء هيدروجين مع إلكترونين من مركب ويعطيها إلى مركب آخر. ويرتبط الهيدروجين بذرة رقم □ مما يؤدي إلى تعادل الشحنة الموجبة الموجودة على ذرة النيتروجين في حلقة البيريدين وفك أحد الروابط الثلاثة في الحلقة ويتحول إلى  $NADH$  و  $NADPH$ .



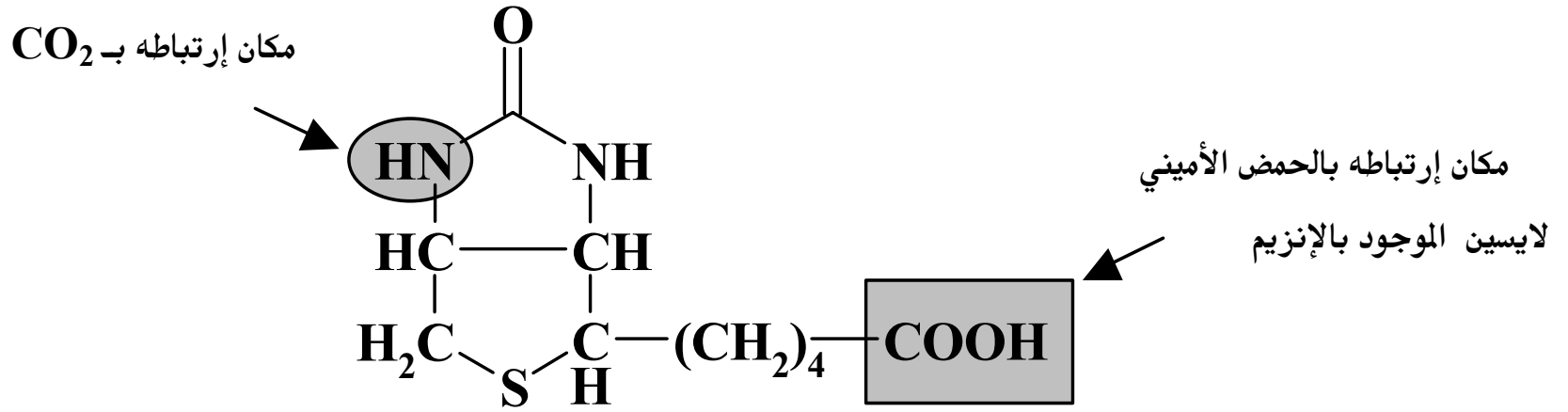
إختزال  $\text{NAD}^+$  و  $\text{NADP}^+$  إلى  $\text{NADH}$  و  $\text{NADPH}$  في تفاعلات الأكسدة والإختزال.

• يحتاج الشخص البالغ □□ مجم نياسين يوميا.

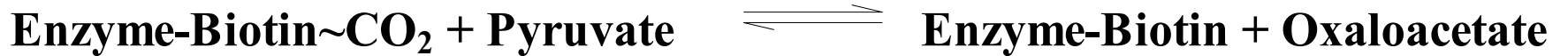
• يؤدي نقص النياسين إلى مرض البلاجرا Pellagra الذي يتميز بقرح في الفم واللثة وتشقق الجلد والتهاب الأغشية المخاطية المبطنة للقناة الهضمية وعدم القدرة على هضم الطعام وتمثيله مصحوبة بإسهال وفقدان للوزن (نحافة).

# البيوتين

- البيوتين هو مركب حلقي حامضي يحتوي على مجموعة كربوكسيل يرتبط بشدة مع الإنزيمات عن طريق رابطة أميدية تتكون بين مجموعة الكربوكسيل الموجودة به ومجموعة الأمين الموجودة بالسلسلة الجانبية للحمض الأميني **لايسين** الموجود في الإنزيم.
- يرافق الإنزيمات التي تحفز إضافة أو نزع ثاني أكسيد الكربون في أيض الأحماض الدهنية والأمينية.
- تكونه الكائنات الدقيقة بالأمعاء
- يسمى أحياناً فيتامين H
- أكل البيض الغير مطهي المحتوي على أفيدين يمنع امتصاص البيوتين.
- يوجد في صفار البيض والفسق والالبان والكبد والخميرة والخضروات والعنب والموز
- تنتج الكائنات الدقيقة بالأمعاء



شكل (٤٤): الصيغة البنائية للبيوتين ومواقع ارتباطه بالإنزيم وارتباط ثاني أكسيد الكربون به.





# حمض البانتوثينيك

مركب زيتي القوام يذوب في الماء يتكون من ارتباط حمض بيتا الانين b-

Alanine بحمض البانتويك Pantoic

يوجد في الخميرة والكبد والبيض والألبان ونادراً ما يحدث نقص في هذا الفيتامين.

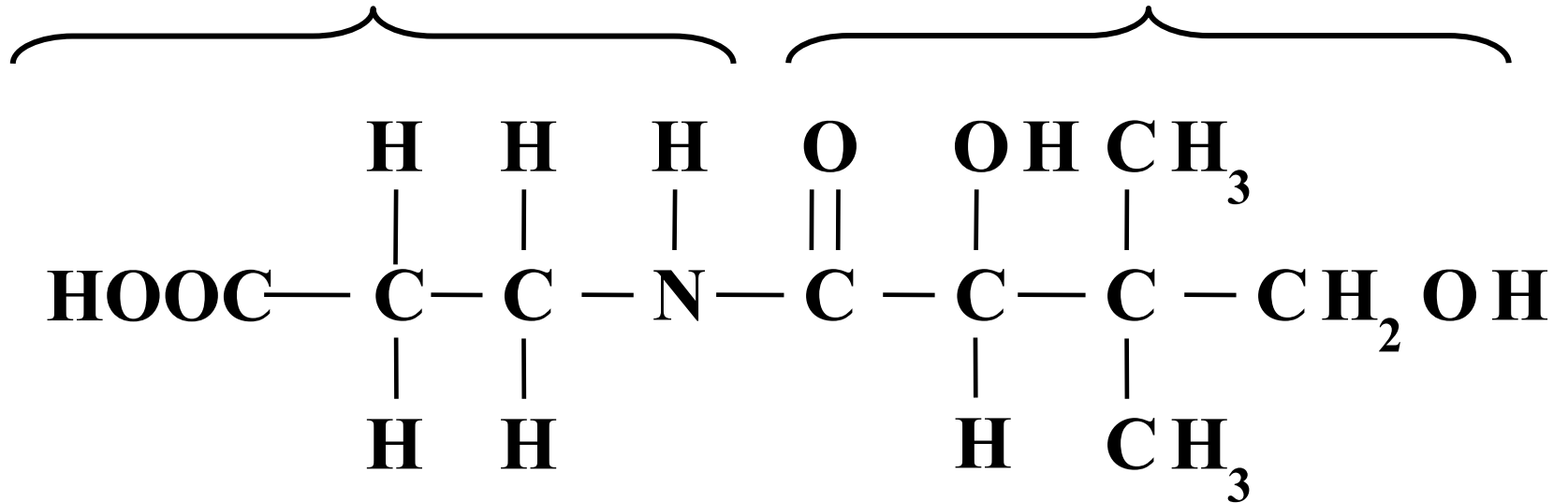
تتمثل أعراض النقص في التهاب بالجلد والأغشية المبطنة للأعضاء الداخلية وسقوط الشعر ووخز في أصابع الأقدام.

يدخل في تركيب المرافقات الأسيلية Acyl CoEnzyme A والتي تتركب من أدينوزين ٣-٥ ثنائي فوسفات وحمض البانتوثينيك و مركب ثيو إثنول أمين (السيستيامين )

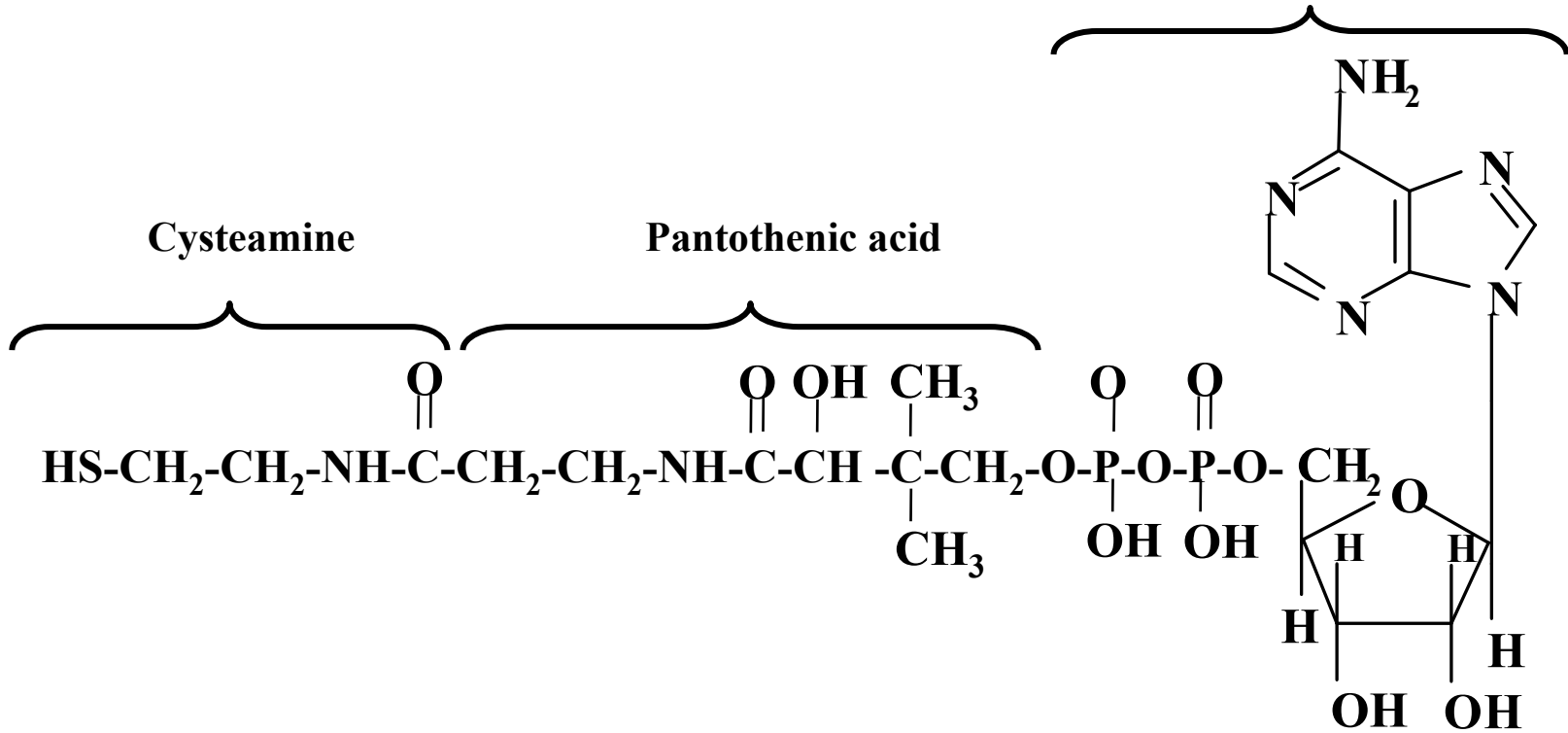
# حمض البانتوثينيك

$\beta$ -Alanine

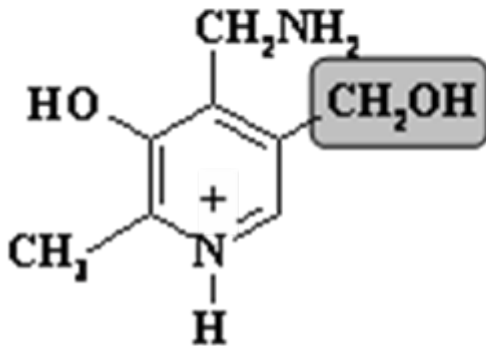
Pantoic acid



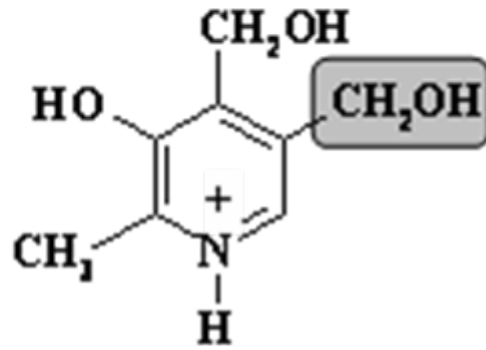
Adenosine 3',5'- di phosphate



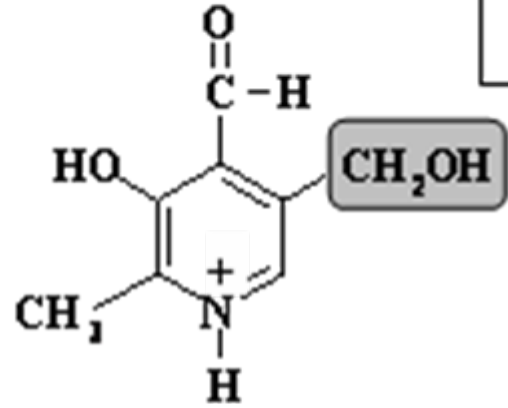
# فيتامين ب<sub>6</sub> بيريدوكسين



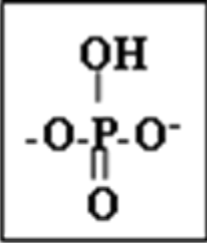
بيريدوكسامين



بيريدوكسين



بيريدوكسال



الصيغة البنائية لفيتامين ب<sub>6</sub> وموضع اتصال مجموعة الفوسفات به.

• يدخل فيتامين ب6 في تركيب المرافق الإنزيمي بيريدوكسال فوسفات الذي يرتبط بمجموعة من الإنزيمات الخاصة بأيض الأحماض الأمينية ومنها:

- نقل مجموعة الأمين والمسماة ترانس أميناز Transaminase
- إنزيمات دي كربوكسيلاز Decarboxylase التي تقوم بنزع مجموعة كربوكسيل من الأحماض الأمينية.
- أكسدة المركبات الأمينية.

• يحتاج الشخص البالغ ٢ مجم بيريدوكسال يومياً.

• يوجد في الحبوب واللحوم والأسماك الخضروات وصفار البيض.

• نقص ب٦ نادر الحدوث ويكون ضمن نقص في مجموعة فيتامين ب المركب ومن أسباب نقصه في السيدات استخدام حبوب منع الحمل لفترة طويلة. شرب الكحوليات.

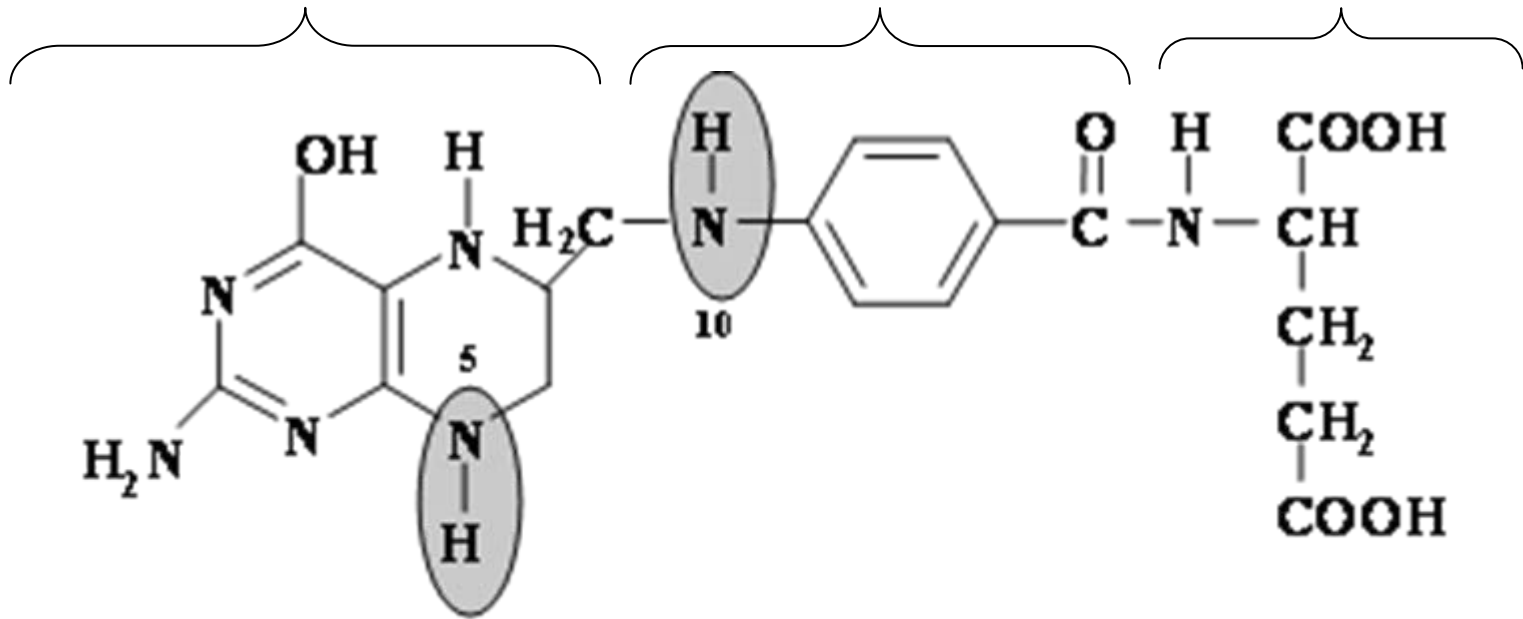
• تسبب بعض عقارات علاج مرض السل عدم قدرة الجسم على الاستفادة من الفيتامين لتحويله إلى هيدرازون. أعراض نقص ب٦ تتمثل في خلل في أيض الأحماض الأمينية والتهابات جلدية وتشنجات.

# الفولاسين (حمض الفوليك)

Pteridine

*p*-aminobenzoic

Glutamic



الصيغة البنائية لرباعي هيدرو فولات H<sub>4</sub> folate وموضع اتصال المجموعات أحادية الكربون به.

• يعمل هذا الفيتامين كمرافق لإنزيمات نقل مجموعات أحادية الكربون مثل نقل مجموعة فورميل أو ميثيل أو هيدروكسي ميثيل

• ترتبط تلك المجموعات إما بذرة النيتروجين رقم ٥ في البتردين أو رقم ١٠ في حمض بارا أمينو بنزويك.

• تقوم تلك الإنزيمات ببناء مركبات عديدة في الجسم مثل بناء الأحماض الأمينية الغير أساسية مثل السيرين والجلاليسين والميثيونين و بناء القواعد النيتروجينية البيورين والبيريميدين وبناء الكولين.



- يدخل رباعي هيدروفولات في تفاعلات بناء الحمض النووي وبناء خلايا الدم الحمراء.
- يحتاج الشخص البالغ ٢,٠ مجم فولات يومياً.
- يؤدي نقص هذا الفيتامين إلى نوع من الأنيميا يتميز بنقص عدد كرات الدم الحمراء وكبر حجمها مع نقص في كرات الدم البيضاء.
- لذا يجب إعطاء الأم الحامل حمض الفوليك أثناء الحمل لتجنب الأنيميا.
- يؤدي نقصه أيضاً إلى التهاب باللسان وإسهال وبطء في النمو.

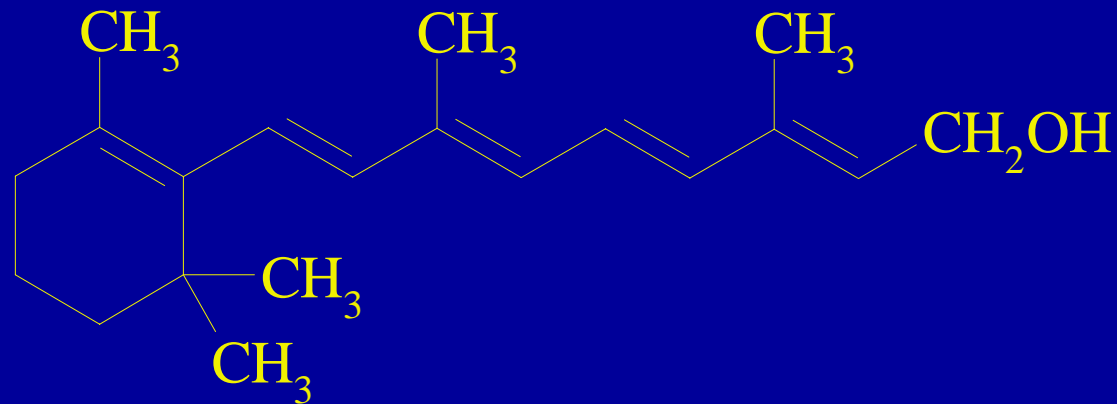
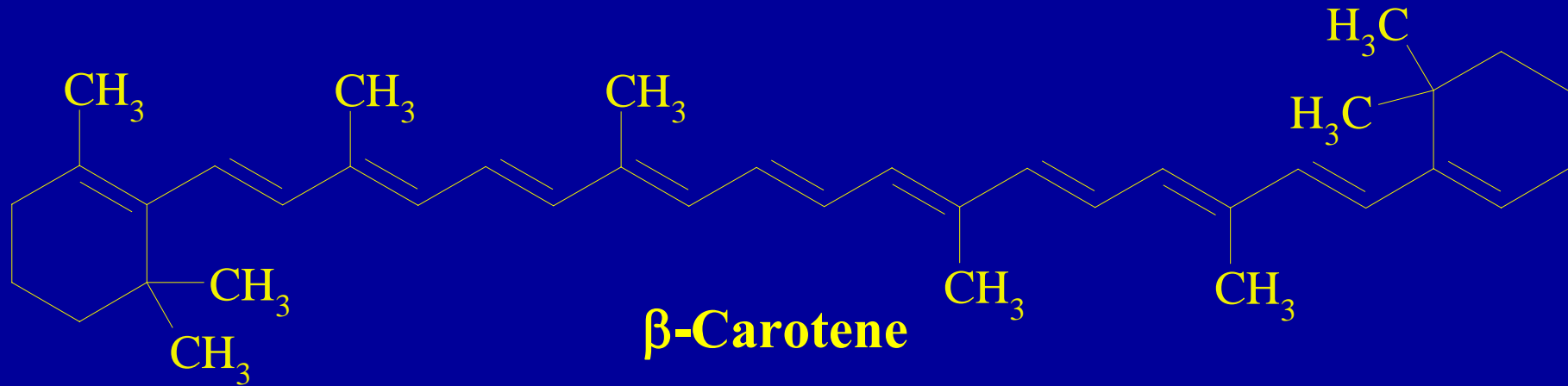
# سيانو كوبالامين

• يتكون من بلورات حمراء اللون. هو أكثر الفيتامينات تعقيدا من ناحية التركيب حيث يحتوي على نواة البورفيرين متصل بها ذرة كوبالت تعطيه اللون الأحمر.

يحتاج الشخص البالغ ٢ ميكروجرام يوميا. يساعد هذا الفيتامين على تخزين حمض الفوليك في الجسم ويؤدي نقصه إلى ظهور مرض الأنيميا وضمور الأعصاب الجانبية في الحبل الشوكي

# فيتامينات ذوابة في الدهون

# ١- الكاروتينويدات



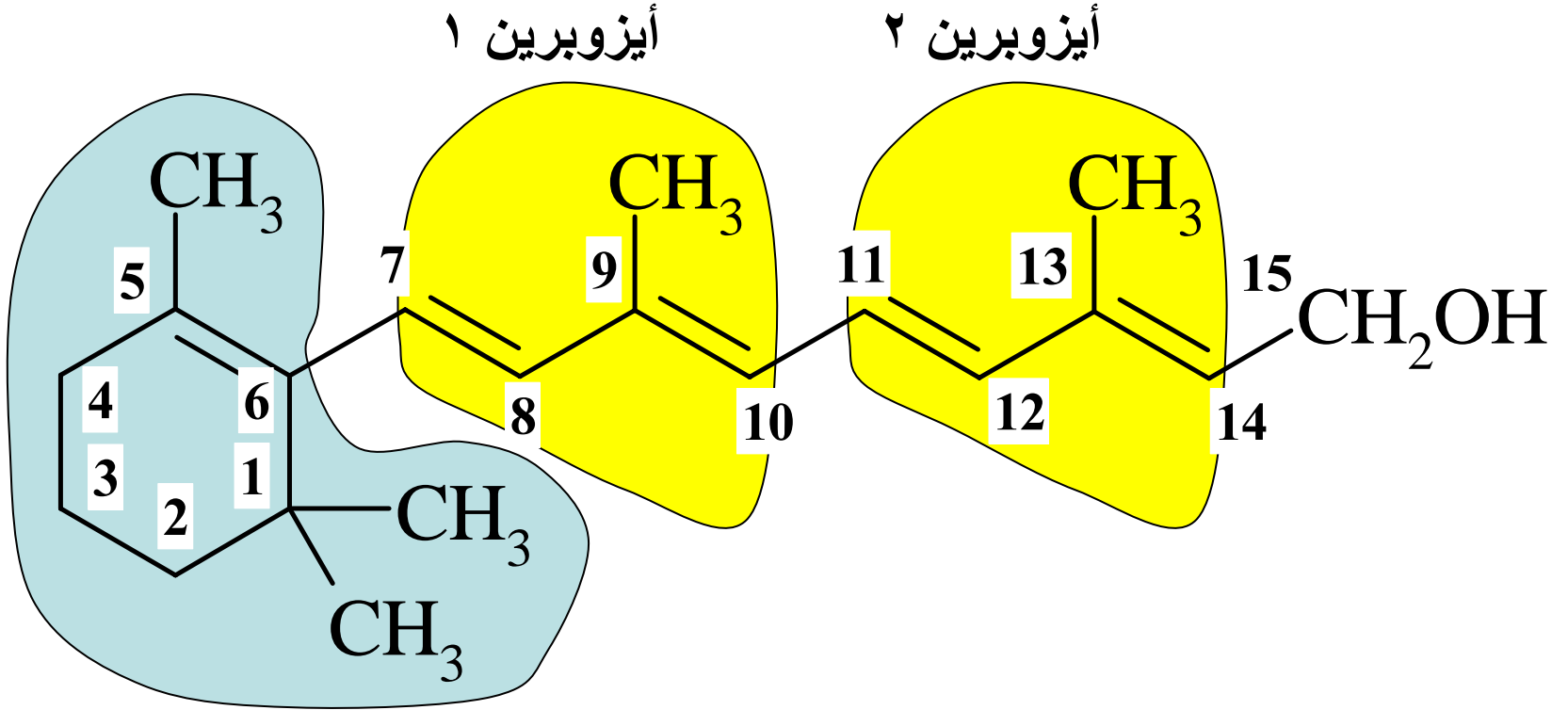
Vitamin A

• يوجد في كثير من الخضروات والفاكهة الصفراء مثل الجزر والبرتقال والمشمش والطماطم والفلفل كما يوجد في الأغذية الحيوانية مثل البيض واللحوم

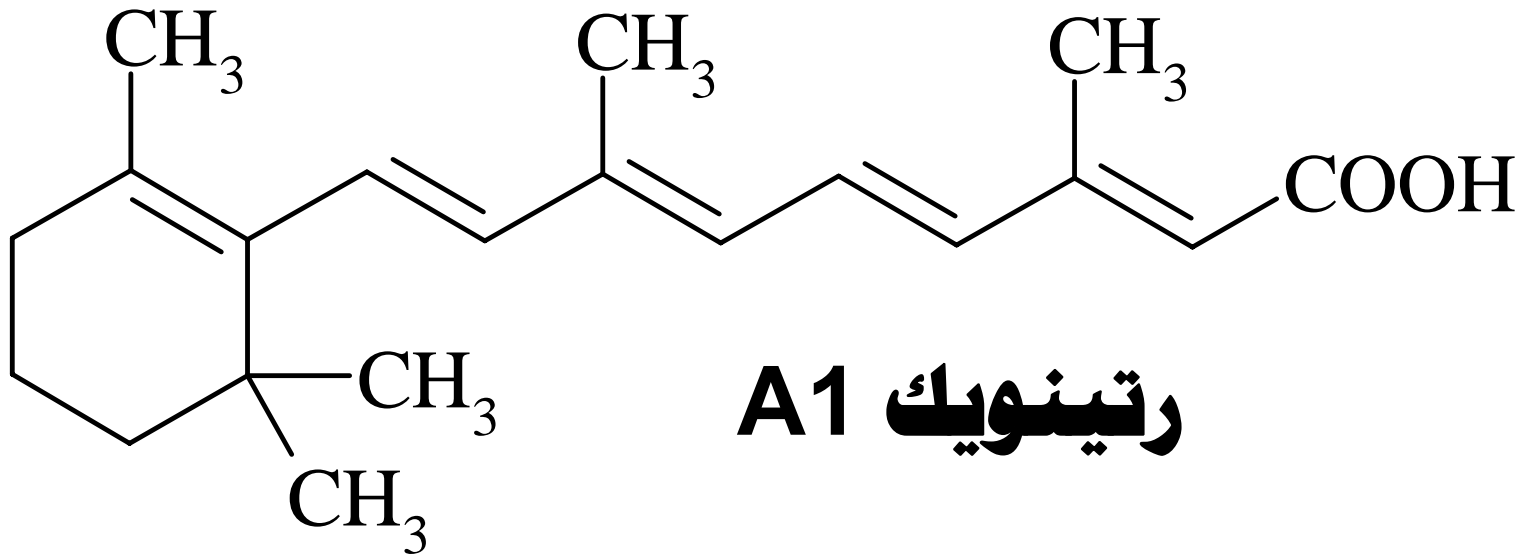
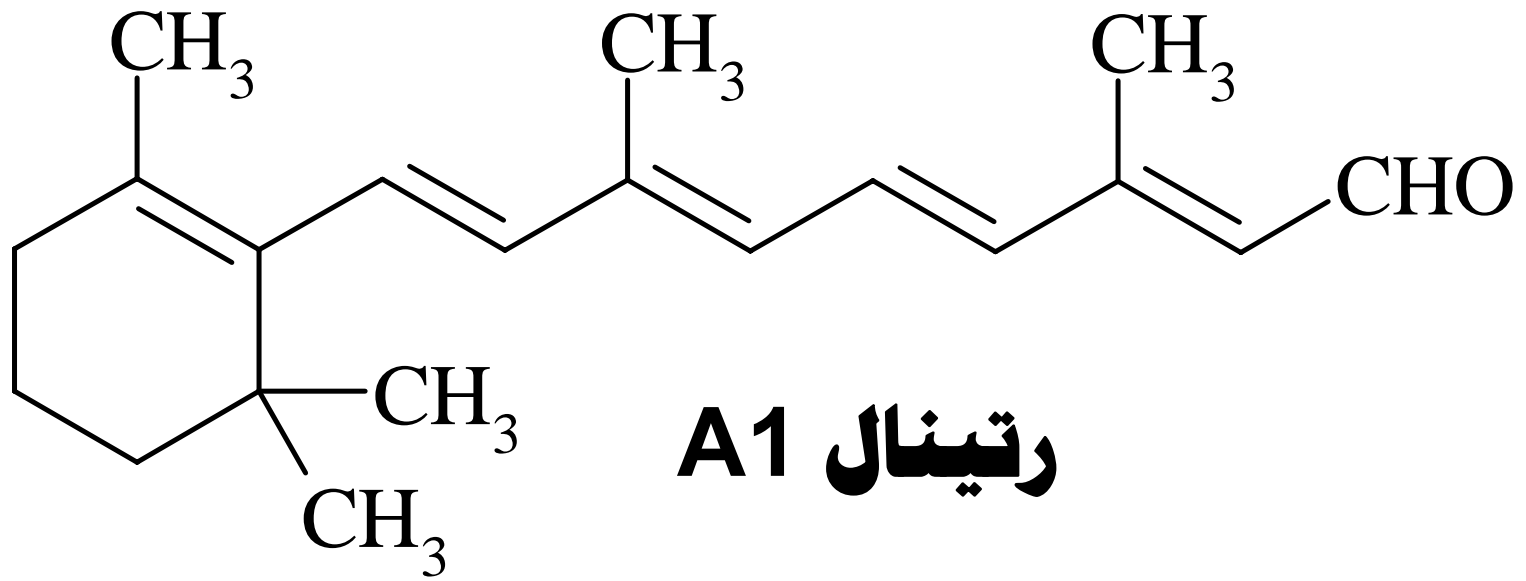
• يمثل بيتا كاروتين واحدٍ من أشهر المواد المضادة للأكسدة، وبالتالي فهو يلعب دوراً مهماً في حماية الحامض النووي الديوكسي ريبوزي DNA من التكسير بواسطة المواد المؤكسدة و يحمي الجسم من مسببات السرطان.

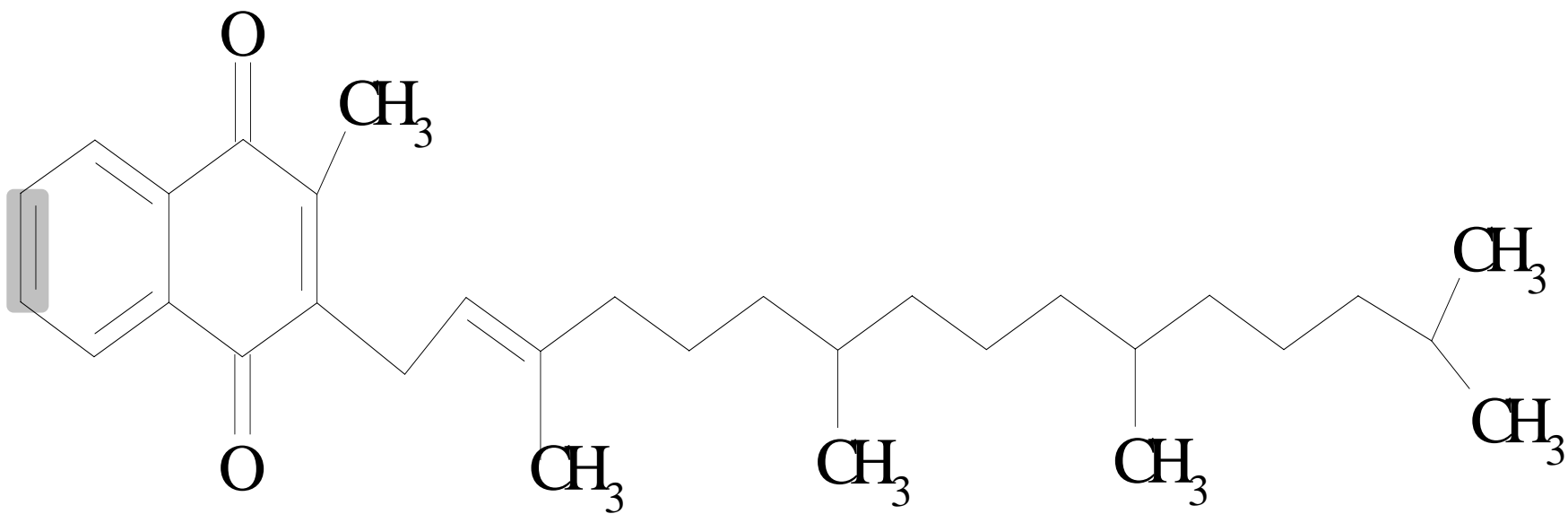
• يلعب فيتامين A دوراً هاماً في عملية الإبصار ونقصه يؤدي إلى مرض العشى الليلي والرمد الجاف ولفيتامين A دوراً هاماً لسلامة الأغشية المخاطية والجلد والنمو.

ثلاثي ميثيل هكسينيل حلقي



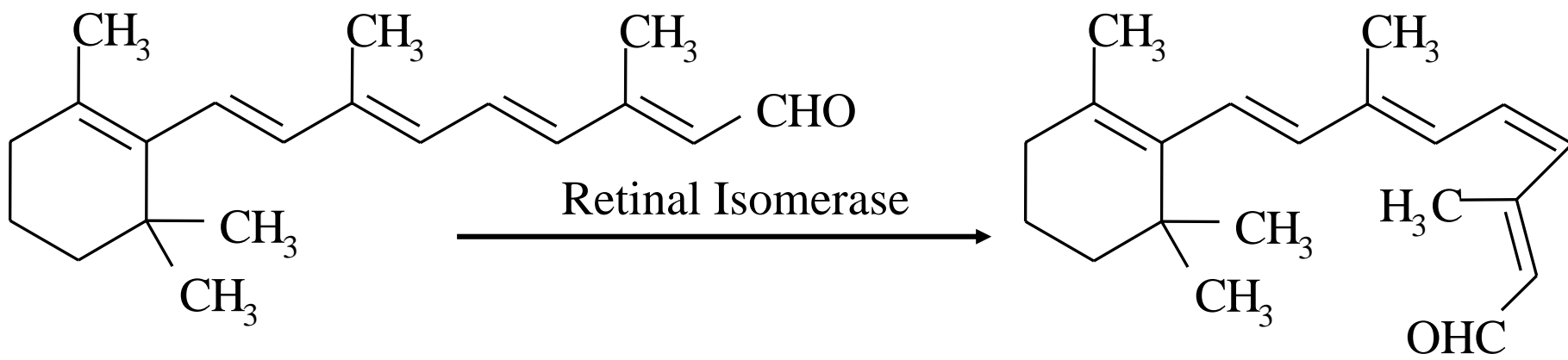
**رتينول A1**





**A<sub>2</sub>** فيتامين



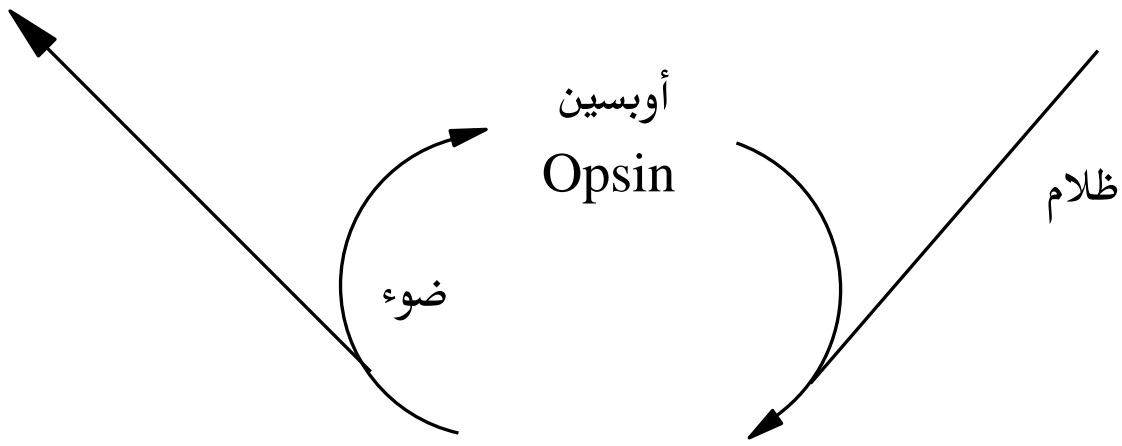


ريتينال مقابل

All-trans-retinal

ريتينال مجاور

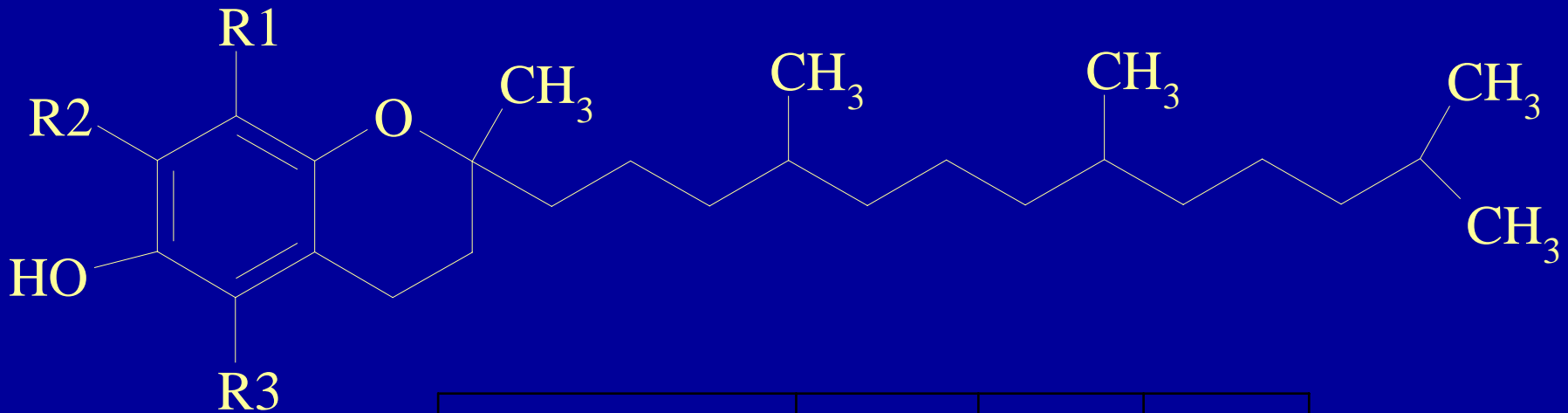
11-cis-retinal



رودوبسين (ريتينال مجاور + اوبسين)

Rhodopsin

# ٢- التوكوفيرولات: فيتامين Vitamin E

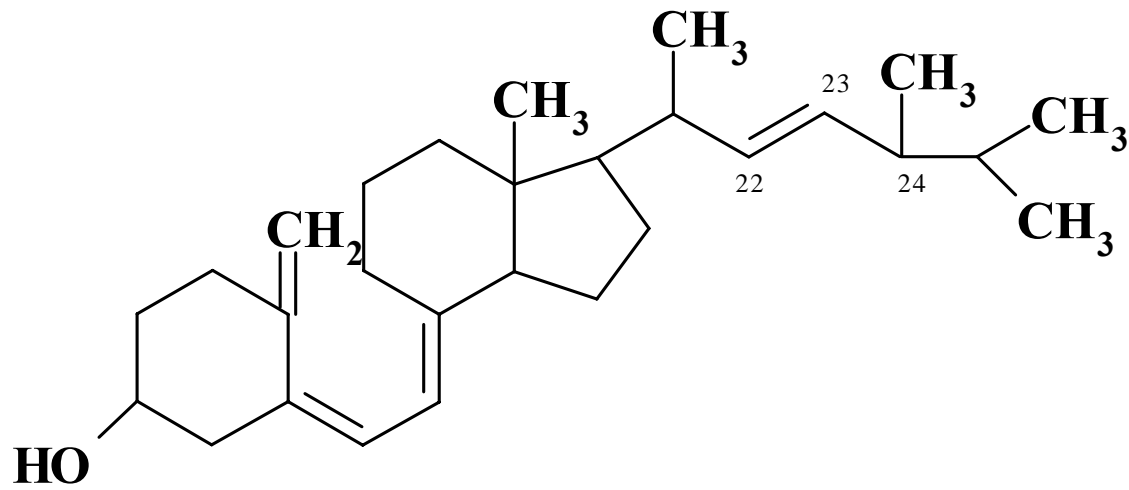


اسم التوكوفيرول	R1	R2	R3
ألفا توكوفيرول	-CH <sub>3</sub>	-CH <sub>3</sub>	-CH <sub>3</sub>
بيتا توكوفيرول	-CH <sub>3</sub>	-H	-CH <sub>3</sub>
جاما توكوفيرول	-H	-CH <sub>3</sub>	-CH <sub>3</sub>
دلتا توكوفيرول	-H	-H	-CH <sub>3</sub>

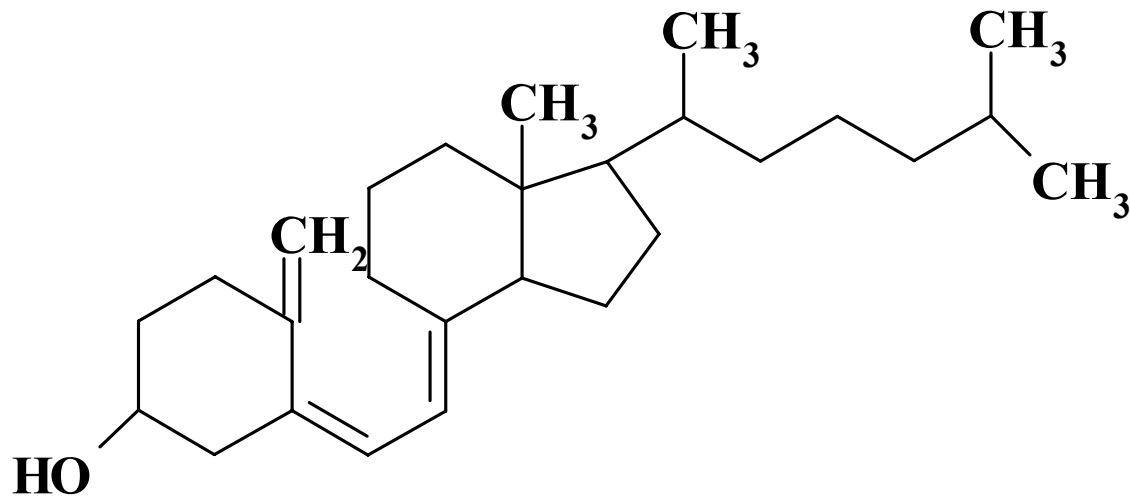
يتميز فيتامين E بخصائصه المضادة للأكسدة وبذلك يحمي الجسم من التأثير الضار للمواد المؤكسدة. فهو يحمي خلايا الدم الحمراء من التحلل الدموي **hemolysis** أو الانفجار. ويمنع أكسدة الأحماض الدهنية الغير مشبعة وتحويلها إلى بيروكسيدات في الأنسجة. وهو مضاد للعقم حيث أن نقصه يسبب العقم لكثير من الحيوانات، كما يسبب نقصه ضمور العضلات وحدوث اضطرابات عصبية وانفجار في كرات الدم الحمراء.

# ٣- الإستيروولات Sterols





(إرجو كالسيوم فيرول)



كولي كالسيوم فيرول

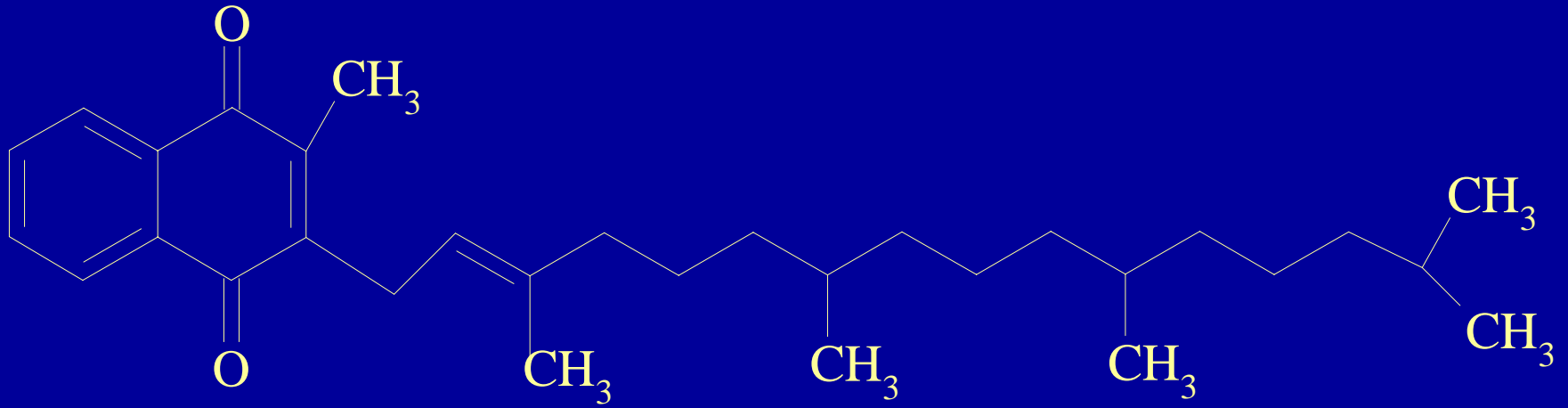
• يمثل الإرجوستيرون **Ergosterol** مصدر لفيتامين **D2** المعروف بالكالسيفيرون حيث أنه يتحول للفيتامين إذا ما تعرض للأشعة فوق البنفسجية.

• ترجع أهمية الكالسيفيرون إلى أنه يتحكم في ضبط نسبة الكالسيوم والفوسفور في الدم.

# فيتامين ك

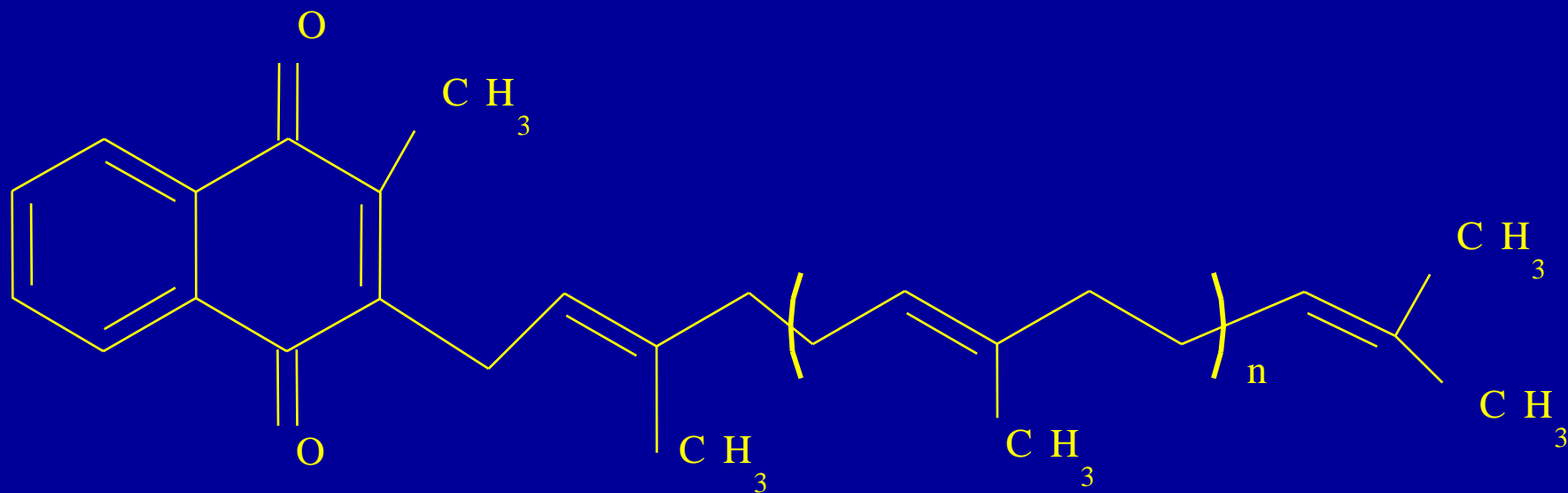
فيتامين K له أهمية كبيرة في تخثر الدم و منع النزيف ويطلق عليه فيتامين التجلط. حيث يساعد على تكوين بروتين في الكبد يسمى بروثرومبين Prothrombin الذي يتحول في الدم إلى ثرومبين Thrombin. وعند الجروح يقوم الثرومبين بتحويل البروتين الذائب المسمى فيبرينوجين Fibrinogen إلى بروتين متجلط عند موضع النزيف يسمى فيبرين Fibrin وبذلك تتكون شبكة من الفيبرين تمنع فقدان الدم من موضع الجرح. ونقص فيتامين K يتسبب في إطالة الوقت اللازم لتكوين الجلطة وبالتالي حدوث النزيف. ويراعى دائماً إمداد الحوامل عند الولادة بهذا الفيتامين لتجنب أخطار النزيف للأم أو الوليد.

# ٢- فيتامين ك

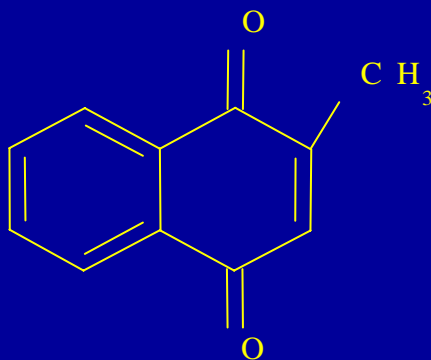


فيتامين ك ١





**K2 (n=4, 6, 7 or 8)**



**Vitamin K3**

• لفيتامين **K** أهمية كبيرة في تخثر الدم و  
منع النزيف ونقصه يتسبب في إطالة الوقت  
اللازم لتكوين الجلطة وبالتالي حدوث  
النزيف.

# Q فيتامين